



PSS 4000自动化系统；PSS 4000固件 V1.24.x

PILZ
THE SPIRIT OF SAFETY

本文件为原始文件。

在不可避免的情况下，出于可读性的考虑，在编写本文件时选择了男性形式。我们向您保证，所有人都会在平等的基础上得到无歧视的对待。

本文件所有权利归Pilz GmbH & Co. KG所有。副本可用于用户的内部用途。欢迎提供本文件的改进意见与建议。

Pilz®、PIT®、PMI®、PNOZ®、Primo®、PSEN®、PSS®、PVIS®、SafetyBUS p®、SafetyEYE®、SafetyNET p®、the spirit of safety®均为Pilz有限公司在某些国家的注册保护商标。



SD代表Secure Digital。

1	简介	14
1.1	文件有效性	14
1.2	符号的定义	15
1.3	第三方制造商许可证信息	16
2	PSS 4000 自动化系统	17
2.1	PSS 4000 简介	17
2.1.1	概述	17
2.1.2	SafetyNET p	18
2.1.3	PSS 4000 自动化系统中的设备	19
2.1.3.1	系统总览	19
2.1.3.2	系统部分	21
2.1.3.3	PSS 4000独有的设备	23
2.1.3.4	PSS 4000 可操作设备	24
2.1.3.5	PSS 4000 适用设备	24
2.1.4	PAS4000	25
2.1.5	诊断	26
2.1.6	OPC 服务器	27
2.2	PSS 4000 的模块化	28
2.2.1	联网系统的集中视图	28
2.2.2	设备的可扩展性	29
2.2.3	编程中的模块化	30
3	安全性	31
3.1	适用的其他文件	31
3.2	预定用途	32
3.2.1	安全完整性等级 (SIL) 和性能等级 (PL)	33
3.2.2	常规安全评估	34
3.3	使用合格人员	35
3.4	故障安全输入/输出	36
4	安全	37
5	PSSu系统基本信息	38
5.1	结构	39
5.2	模块布局	42
5.3	模块描述	44
5.4	模块总线 (MBUS)	46
5.5	基础模块上的连接	48
5.5.1	输入/输出模块的连接层	49
5.5.2	连接层上的颜色标记	50
5.6	紧凑模块上的连接	51
5.7	PSSu 系统的最大系统扩展	52
5.7.1	PSSu 系统上的模块数量和输入/输出数量	53

5.7.2	最大电流负载	55
5.7.2.1	电源模块的最大电流负载容量	55
5.7.2.2	基于温度的最大电流负载容量	56
5.8	PSSu 系统的插槽	57
5.8.1	PSSu系统上的设定/实际硬件注册表	59
5.9	供电电压和隔离	62
5.10	供电组	64
5.11	最高环境温度	66
5.12	头模块上的状态 LED 指示灯	67
6	PSS67设备基本信息	74
6.1	结构	75
6.2	模块母线 (MBUS)	76
6.3	PSS67设备插槽	76
6.4	电源电压	77
6.5	状态LED指示灯	78
7	以太网	79
7.1	自动 IP 分配机制	79
7.2	以太网接口	80
7.2.1	RJ45 接口	81
7.2.2	RJ45 接口分配	82
7.2.3	适用于 RJ45 的连接器和连接电缆	83
7.2.4	RJ45 接口上的状态 LED 指示灯	85
8	SafetyNET p	86
8.1	概述	86
8.1.1	SafetyNET p 协议版本	87
8.1.2	ISO/OSI 的 7 层参考模型中的 SafetyNET p	88
8.1.3	RTFN (实时框架网络)	89
8.1.4	安全相关和非安全相关数据的传输	90
8.2	SafetyNET p 上的拓扑	91
8.2.1	线性拓扑	91
8.2.2	星形拓扑	92
8.2.3	动态结构	93
8.3	选择 SafetyNET p 组件	94
8.4	SafetyNET p 接口	95
8.5	通过SafetyNET p处理数据交换	96
8.5.1	周期性处理连接	98
8.5.2	SafetyNET p 接收超时	99
8.5.2.1	SNp 协议版本 1 : FS 通信的通信错误和恢复	100
8.5.2.2	SNp 协议版本 2 : FS 通信的通信错误和恢复	101
8.5.2.3	SNp 协议版本 2 : 可配置 FS SafetyNET p 等待时间	102
8.5.3	数据传输极限	103

8.6	项目内部 SafetyNET p 通信	106
8.7	项目间 SafetyNET p 通信	107
8.8	FS心跳 (FS-HBT)	109
8.9	SafetyNET p调度模式	111
8.10	无路由器的网络	112
8.11	有路由器的网络	113
8.11.1	系统变量 PILZ_SNP_MULTICAST_TTL	115
8.12	通过WLAN实现SafetyNET p	116
8.13	SafetyNET p 中的可用性优化	117
8.14	防止与相同项目名称的项目进行数据交换	117
9	外部通信	119
9.1	外部通信的通信模式	119
9.1.1	现场总线	119
9.1.2	IP 连接	119
9.2	Modbus/TCP	121
9.2.1	“IP 连接”系统部分	122
9.2.2	Modbus/TCP 连接	123
9.2.3	Modbus/TCP 服务器连接 (服务器连接)	124
9.2.4	功能码 (客户端连接)	125
9.2.5	功能码和 Modbus/TCP 数据区之间的关系	126
9.2.6	通过 Modbus/TCP 进行数据交换	127
9.2.6.1	发送数据和接收数据	127
9.2.6.2	服务器分配表	128
9.2.7	数据传输极限	130
9.2.8	Modbus/TCP I/O 数据	132
9.2.9	Modbus/TCP 地址的地址显示	136
9.2.9.1	发送数据的地址格式	136
9.2.9.2	接收数据的地址格式	136
9.2.9.3	服务器分配表中的地址显示	136
9.2.10	Modbus/TCP 的数据一致性	137
9.2.11	使用数据区 0x 和 4x 时的特殊功能	138
9.3	原始 TCP	142
9.3.1	“IP 连接”系统部分	143
9.3.2	原始 TCP 连接	144
9.3.3	通过原始 TCP 进行数据交换	145
9.3.4	接收数据的 FIFO 存储器	146
9.3.5	利用Raw TCP处理接收数据	147
9.3.5.1	Raw TCP的典型应用场景	148
9.3.5.2	处理接收数据时的基本工作流程	150
9.3.5.3	启用FIFO存储器时的接收行为	151
9.3.5.4	禁用FIFO存储器时的接收行为	153
9.3.6	数据传输极限	155
9.3.7	原始 TCP I/O 数据	156

9.3.8	原始 TCP 地址的地址格式	159
9.3.9	原始 TCP 的数据一致性	160
9.4	原始 UDP	161
9.4.1	“IP 连接”系统部分	162
9.4.2	原始 UDP 连接	163
9.4.3	通过原始 UDP 进行数据交换	164
9.4.4	接收数据的 FIFO 存储器	165
9.4.5	数据传输极限	166
9.4.6	原始 UDP I/O 数据	167
9.4.7	原始 UDP 地址的地址格式	170
9.4.7.1	发送数据的地址格式	170
9.4.7.2	接收数据的地址格式	170
9.4.8	原始 UDP 的数据一致性	171
9.5	使用功能块的UDP 通信	172
9.5.1	“IP 连接”系统部分	173
9.5.2	UDP套接字	174
9.5.3	通过“使用功能块的UDP”进行数据交换	175
9.5.4	UDP发送缓存和UDP接收缓存	176
9.5.5	数据传输极限	177
9.5.6	发送UDP数据报时的时间特性	178
9.5.7	接收UDP数据报时的时间特性	180
9.5.8	使用功能块的UDP通信时的时间要求	181
9.5.9	最大UDP发送速率和UDP接收速率	184
9.5.10	使用功能块的UDP通信时的数据一致性	185
9.5.11	使用功能块的安全UDP 通信	186
9.6	PROFIBUS-DP 从站	186
9.6.1	“PROFIBUS-DP 从站”系统部分	188
9.6.2	通过 PROFIBUS-DP 进行数据交换	189
9.6.2.1	发送数据和接收数据	189
9.6.2.2	用于发送数据的虚拟 PROFIBUS 模块	191
9.6.2.3	用于接收数据的虚拟 PROFIBUS 模块	193
9.6.3	数据传输极限	195
9.6.4	PROFIBUS-DP 从站的 I/O 数据	196
9.6.5	PROFIBUS-DP 地址的地址显示	199
9.6.5.1	发送数据的地址格式	199
9.6.5.2	接收数据的地址格式	200
9.6.6	PROFIBUS 诊断	201
9.6.6.1	系统内部诊断	202
9.6.6.2	外部诊断数据	203
9.6.7	PROFIBUS-DP 的数据一致性	206
9.7	采用 PROFI-safe 的 PROFIBUS-DP 从站	207
9.7.1	“采用 PROFI-safe 的 PROFIBUS-DP 从站”系统部分	208
9.7.2	“采用 PROFI-safe 的 PROFIBUS-DP 从站”系统部分中的 PROFIBUS-DP	209
9.7.3	“采用 PROFI-safe 的 PROFIBUS-DP 从站”系统部分中的 PROFI-safe	210

9.7.3.1	预定义的F-模块	211
9.7.3.2	发送数据的虚拟PROFIsafe子模块.....	214
9.7.3.3	接收数据的虚拟PROFIsafe子模块.....	215
9.7.4	虚拟 PROFIBUS 模块的 GSD 文件	216
9.7.5	数据传输极限.....	217
9.7.6	PROFIsafe I/O 数据.....	218
9.7.7	PROFIsafe 地址的地址格式.....	221
9.7.7.1	发送数据的地址格式.....	221
9.7.7.2	接收数据的地址格式.....	222
9.7.8	F-模块的停用和重新激活	223
9.7.9	F-参数	224
9.7.10	PROFIsafe 诊断	225
9.7.10.1	F 设备基于设备的诊断	226
9.7.11	PROFIsafe 的数据一致性.....	228
9.8	EtherNet/IP 适配器.....	229
9.8.1	“EtherNet/IP 适配端”系统部分	230
9.8.2	EtherNet/IP 适配端连接	231
9.8.3	通过 EtherNet/IP 进行数据交换.....	232
9.8.3.1	发送数据和接收数据.....	232
9.8.3.2	发送数据的虚拟模块.....	233
9.8.3.3	接收数据的虚拟模块.....	234
9.8.4	数据传输极限.....	235
9.8.5	EtherNet/IP 适配端 I/O 数据	236
9.8.6	EtherNet/IP 地址的地址格式	239
9.8.6.1	发送数据的地址格式.....	239
9.8.6.2	接收数据的地址格式.....	240
9.8.7	EtherNet/IP 诊断	241
9.8.8	EtherNet/IP 的数据一致性.....	243
9.8.9	支持的 EtherNet/IP 对象和通用服务	244
9.8.9.1	标识对象（类 ID 0x01）	245
9.8.9.2	组合对象（类 ID 0x04）	247
9.8.9.3	TCP/IP 接口对象（类 ID 0xF5）	248
9.8.9.4	连接对象（类 ID 0xF6）	249
9.8.9.5	通用服务	250
9.9	PROFINET IO DEVICE	251
9.9.1	“PROFINET IO DEVICE”系统部分	252
9.9.2	PROFINET 中的设备合并和编址.....	253
9.9.3	识别 PROFINET 中的 PSS 4000 设备	254
9.9.4	通过 PROFINET 进行数据交换.....	255
9.9.4.1	发送和接收数据	255
9.9.4.2	用于发送数据的虚拟 PROFINET 模块.....	256
9.9.4.3	用于接收数据的虚拟PROFINET模块	258
9.9.5	GSDML 文件.....	260
9.9.6	数据传输极限.....	261

9.9.7	PROFINET IO DEVICE 的 I/O 数据	262
9.9.8	PROFINET IO 地址的地址格式	265
9.9.8.1	发送数据的地址格式	265
9.9.8.2	接收数据的地址格式	266
9.9.9	PROFINET IO 诊断	268
9.9.10	PROFINET IO 数据一致性	269
10	项目	270
10.1	项目结构	270
10.2	过程数据有效性	273
10.2.1	替代值	276
10.2.2	在用户程序中评估有效位	277
10.3	任务基本信息	278
10.3.1	任务属性	279
10.3.2	任务执行	280
10.3.3	任务的默认配置	283
10.4	PSS 4000项目内部的I/O映射规则	284
10.5	PSS 4000项目之间的I/O映射规则	287
10.6	数据一致性	290
10.6.1	一致性范围	291
10.6.2	计划对数据一致性的影响	294
10.7	块的安全状态	295
10.8	通过 PAS4000 命名设备	296
10.8.1	设备标识数据	297
10.8.2	命名数据	298
10.8.3	PSS 4000独有的设备的设备命名	299
10.8.3.1	设备命名期间的错误行为	302
10.8.4	PSS 4000可操作设备的设备命名	303
10.9	更换PSS 4000专属设备时的设备命名	306
10.10	项目下载	307
10.10.1	直接项目下载	307
10.10.2	间接项目下载	313
10.11	封装的 FS 块	314
11	操作模式	315
11.1	PAS4000与PSS 4000设备之间的通信	315
11.1.1	建立点到点连接	316
11.1.2	建立远程连接	317
11.2	设备运行状态下的运行状态和变化	318
11.2.1	流程图	319
11.2.2	设备的运行状态	320
11.2.2.1	设备已关闭	321
11.2.2.2	运行状态“启动基础系统”	322
11.2.2.3	运行状态“启动系统部分”	323

11.2.2.4	运行状态“设备处于运行状态且无错误”	329
11.2.2.5	运行状态“设备处于停止状态且无错误”	330
11.2.2.6	运行状态“重大 FS 错误”	331
11.2.3	设备运行状态变化	333
11.3	PSSu 资源运行状态下的运行状态和变化	334
11.3.1	流程图	335
11.3.2	FS 资源的运行状态	336
11.3.2.1	FS 资源处于运行状态且无错误	337
11.3.2.2	FS 资源处于停止状态且无错误	338
11.3.2.3	FS 资源处于运行状态且有错误：任务处于终止状态	339
11.3.2.4	FS 资源处于运行状态且有错误：任务处于停止状态	340
11.3.2.5	重大 FS 错误	341
11.3.2.6	严重错误	342
11.3.3	FS 资源的运行状态变化	343
11.4	ST 资源运行状态下的运行状态和变化	346
11.4.1	流程图	347
11.4.2	ST 资源的运行状态	348
11.4.2.1	ST 资源处于运行状态且无错误	349
11.4.2.2	ST 资源处于停止状态且无错误	350
11.4.2.3	ST 资源处于运行状态且有错误：任务处于终止状态	351
11.4.2.4	ST 资源处于运行状态且有错误：任务处于停止状态	352
11.4.2.5	轻微 ST 错误	353
11.4.3	ST 资源的运行状态变化	354
11.5	FS模块总线PSSu运行状态下的运行状态和变化	357
11.5.1	流程图	358
11.5.2	FS模块总线PSSu的运行状态	359
11.5.2.1	FS模块总线PSSu处于运行状态且无错误	360
11.5.2.2	FS输入模块处于运行状态且无错误	361
11.5.2.3	FS 模块处于运行状态且有输入错误	362
11.5.2.4	FS输入模块处于停止状态且有模块错误	363
11.5.2.5	设备的FS输入模块处于停止状态且有模块错误	364
11.5.2.6	FS输出模块处于运行状态且无错误	365
11.5.2.7	设备上所有FS输出处于安全状态	366
11.5.2.8	重大 FS 错误	367
11.5.3	FS模块总线PSSu的运行状态变化	368
11.6	ST模块总线PSSu运行状态下的运行状态和变化	370
11.6.1	流程图	371
11.6.2	ST模块总线PSSu的运行状态	372
11.6.2.1	ST模块总线PSSu处于运行状态且无错误	373
11.6.2.2	ST输入模块处于运行状态且无错误	374
11.6.2.3	ST 模块处于运行状态且有输入错误	375
11.6.2.4	ST输入模块处于停止状态且有模块错误	376
11.6.2.5	ST输出模块处于运行状态且无错误	377
11.6.2.6	ST 模块处于运行状态且有输出错误	378

11.6.2.7	ST输出模块处于停止状态且有模块错误	379
11.6.2.8	轻微 ST 错误	380
11.6.3	ST模块总线PSSu的运行状态变化	381
11.7	FS SafetyNET p运行状态下的运行状态和变化	383
11.7.1	流程图	384
11.7.2	FS SafetyNET p的运行状态	385
11.7.2.1	FS SafetyNET p处于运行状态且无错误	386
11.7.2.2	重大 FS 错误	387
11.7.2.3	重大 FS+ST 错误	388
11.7.2.4	SNp协议版本1：FS SafetyNET p接口处于运行状态且有轻微错误	389
11.7.2.5	SNp协议版本2：FS SafetyNET p接口处于运行状态且有轻微错误	390
11.7.3	FS SafetyNET p运行状态变化	392
11.8	ST SafetyNET p运行状态下的运行状态和变化	394
11.8.1	流程图	395
11.8.2	ST SafetyNET p的运行状态	396
11.8.2.1	ST SafetyNET p处于运行状态且无错误	397
11.8.2.2	重大 FS+ST 错误	398
11.8.2.3	ST SafetyNET p处于运行状态且有轻微错误	399
11.8.3	ST SafetyNET p运行状态变化	400
11.9	外部通信运行状态下的运行状态和变化	401
11.9.1	流程图	402
11.9.2	外部通信的运行状态	403
11.9.2.1	系统部分处于运行状态且无错误	404
11.9.2.2	外部通信的系统部分出现小错误	405
11.9.2.3	系统部分处于运行状态且有错误	406
11.9.2.4	重大 FS+ST 错误	407
11.9.2.5	重大 FS 错误	408
11.9.3	外部通信的运行状态变化	409
11.10	复位、重启、启动和停止	411
11.10.1	概述	412
11.10.1.1	复位、重启、启动和停止选项	412
11.10.1.2	对变量和应用参数的影响	413
11.10.1.3	对激活的“变量强制”的影响	414
11.10.1.4	对“变量控制”的影响	415
11.10.1.5	在线更改处于激活状态期间的影响	416
11.10.2	冷启动和重启命令	417
11.10.3	复位指令	418
11.10.4	热启动指令	420
11.10.5	重启指令	421
11.10.6	停止指令	423
11.11	复位按钮的功能	425
11.11.1	针对设备执行热复位	426
11.11.2	适用于设备原始复位的预定操作员操作	427
11.11.3	传输命名数据和/或设备项目的预定操作员操作	429

11.11.4	恢复模式	434
11.12	初始复位	435
11.12.1	原始复位的影响	436
11.12.1.1	对 PSS 4000 专用设备的影响	437
11.12.1.2	对 PSS 4000 可操作设备的影响	438
11.12.2	执行原始复位	439
11.13	使能原理	440
11.14	响应时间	442
11.14.1	影响响应时间的时间	443
11.14.2	数据处理期间的处理规则	448
11.14.3	数据路径的构造	449
11.14.4	数据子路径的最长响应时间	451
11.14.4.1	以模块总线作为数据源的数据子路径的最长响应时间	451
11.14.4.2	以 SafetyNET p 作为数据源的数据子路径	452
11.14.4.3	以外部输入数据作为数据源的数据子路径	453
11.14.4.4	以任务作为数据源的数据子路径	454
11.14.4.5	一个设备的数据路径计算示例	455
11.14.4.6	三个设备的数据路径计算示例	456
11.15	系统时间同步	457
11.15.1	SNTP 系统时间同步	458
11.16	内存	459
11.16.1	内存类型	459
11.16.2	内存结构	460
11.16.3	安全 SD 卡	462
11.16.4	日志文件系统	462
11.16.5	绑定 SD 卡	462
12	调试	463
12.1	一般要求	463
12.2	初始调试	464
12.3	重新调试	466
13	维护、维修、重新调试	469
13.1	维护和维修	469
13.2	重新调试	470
14	OPC 服务器 (经典)	471
14.1	概述	471
14.1.1	设计选项	472
14.1.2	OPC 属性	474
14.2	系统要求	475
14.2.1	使用 Microsoft Windows 操作系统的 PC	475
14.3	授权	476
14.4	安装	477

14.4.1	在 PC 上安装 PSS 4000 固件	478
14.4.1.1	PSS 4000 固件的首次安装	481
14.5	PC 的通信和安全设置	482
14.5.1	DCOM 配置	483
14.5.1.1	开始 DCOM 配置	483
14.5.1.2	适用于 OPC 服务器和 OPC 客户端的 DCOM 配置	486
14.5.1.3	适用于 OPC 服务器的 DCOM 配置	492
14.5.1.4	适用于 OPC 服务器的 OPCEnum 配置	501
14.5.1.5	用户“Administrators”的特殊功能	510
14.5.1.6	用户“NETWORK”的特殊功能	511
14.5.2	防火墙配置	512
14.6	调试 OPC 服务器	513
14.7	数据类型分配	514
14.8	访问 PSS 4000 命名空间中的数据	515
14.9	网络数据 (OPC服务器 (经典))	515
15	OPC服务器UA	517
15.1	概述	517
15.1.1	设计选项	517
15.1.2	OPC UA属性	520
15.1.3	限值	522
15.1.4	OPC UA客户端的访问权限	524
15.1.5	端点安全设置	524
15.2	系统要求	525
15.2.1	使用 Microsoft Windows 操作系统的 PC	525
15.3	授权	526
15.4	安装	527
15.4.1	在PC上安装PSS 4000固件	528
15.5	信息安全证书	531
15.5.1	安装过程中创建证书	532
15.5.2	证书存储区的目录结构	533
15.5.3	验证过程	534
15.5.3.1	本地安装验证	534
15.5.3.2	远程安装验证	534
15.5.3.3	在第三方制造商的OPC UA客户端的情况下的认证	538
15.5.4	生成和使用自定义证书	539
15.5.5	使证书无效	541
15.5.6	验证证书	541
15.6	防火墙配置	542
15.7	数据类型分配	543
15.7.1	访问 PSS 4000 命名空间中的数据	544
15.7.2	访问命名空间数组时的特殊功能	544
15.8	网络数据 (OPC服务器UA)	545

16	诊断的基本信息	547
16.1	诊断列表	548
16.1.1	诊断信息	549
16.1.1.1	诊断信息的状态	551
16.1.1.2	严重程度和优先级	552
16.1.1.3	责任	553
16.1.1.4	范围	554
16.1.1.5	位置信息	555
16.1.1.6	诊断标识符	559
16.2	诊断日志	561
16.2.1	日志条目	562
16.3	诊断服务器	564
17	PSS 4000 命名空间	565
17.1	常规项目数据	567
17.1.1	项目信息	568
17.1.2	user_prg	569
17.1.3	诊断	571
17.2	基于设备的项目数据	575
17.2.1	状态	577
17.2.2	设备项目	585
17.2.3	产品	586
17.2.4	网络	588
17.2.5	FS 资源	589
17.2.6	ST 资源	591
17.3	PSS 4000命名空间的数据类型	593
18	附录	594
18.1	适用于各种服务的端口号默认出厂设置	594
18.2	以太网参数的出厂默认设置	595
	术语	596

1 简介

1.1 文件有效性

本文档适用于 PSS 4000 自动化系统。在新版文件发布之前，本文件持续有效。

当前文档可在 Pilz 主页的下载区 (www.pilz.de -> 下载) 中找到。

本文档常使用缩写“PSS 4000”指代“PSS 4000 自动化系统”。

1.2 符号的定义

特别重要的信息如下：



危险！

必须注意此警告！它表示会立即导致严重人身伤害甚至死亡的危险状况，并提供了相应的预防措施。



警告！

必须注意此警告！它表示可能导致严重人身伤害甚至死亡的危险状况，并提供了相应的预防措施。



小心！

它表示可能导致轻度人身伤害和轻度材料损坏的潜在危险状况，并提供了相应的预防措施。



注意

它表示产品或设备可能会受损的情况，同时还提供了可以采取的预防措施。它还在文字中着重标注了特别重要的位置。



重要信息

它给出关于应用的建议，并提供了关于特殊功能的信息。



正在筹备

本功能或说明目前不可用。
它不会涉及安全相关功能或描述。

1.3 第三方制造商许可证信息

不同产品使用的开源软件含有不同的许可证。

有关各产品的信息，请参见操作手册。

2 PSS 4000 自动化系统

2.1 PSS 4000 简介

2.1.1 概述

PSS 4000 是一个可用于处理众多自动化功能的自动化系统。其中包括控制技术 (PLC)、运动控制和可视化领域的各种要求。

PSS 4000 可用于自动化过程的各个阶段，从小的分布式自动化终端到控制级的复杂网络。

PSS 4000 自动化系统可处理控制、运动控制和可视化任务的非安全相关功能 (ST 功能) 和安全相关功能 (FS 功能) 。

2.1.2 SafetyNET p

SafetyNET p 用于联网的自动化功能。SafetyNET p 是基于以太网的多主站总线系统，适于工业用途。

SafetyNET p 协议包含一个用于处理安全相关数据的安全的数据通道。该通道根据 IEC 61508 的 SIL 3 对数据传输进行了认证。在 SafetyNET p 上，安全和非安全相关数据通过不同的数据通道传输，但是使用同一连接电缆。

在拓扑方面，SafetyNET p 支持多种常见的以太网架构。因此，可以实施模块化系统架构和独立的子网。必要时，可使用此方法将自动化功能划分为十分独立的分布式功能单元。此类架构的主要优势在于功能单元的可重用性、调整和可用性。

2.1.3 PSS 4000 自动化系统中的设备

2.1.3.1 系统总览

PSS 4000自动化系统中的设备称为**PSS 4000设备**。下图所示为设备的划分和细分方式总览：

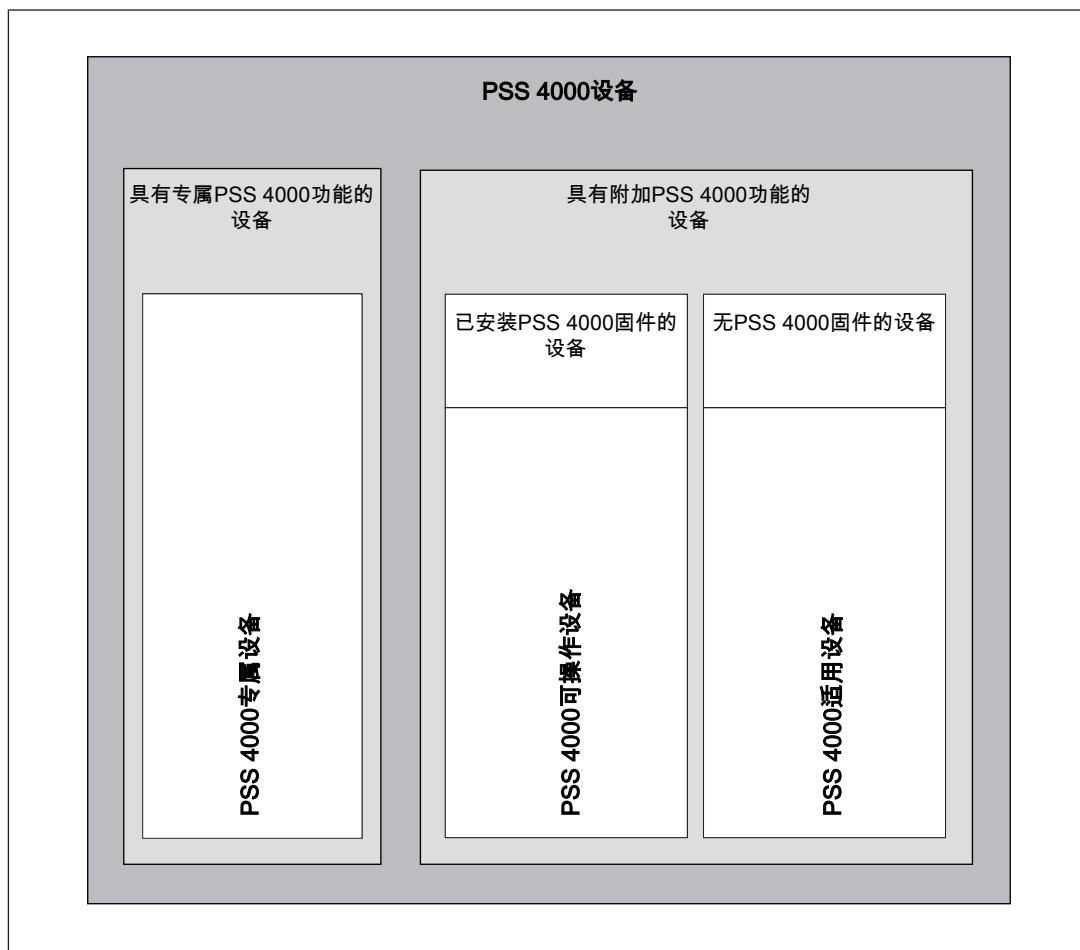


图: PSS 4000自动化系统的设备

PSS 4000设备是安装了或可以安装PSS 4000固件的设备。正因为如此，这些设备具有PSS 4000自动化系统的基本属性。最重要的基本属性包括：

- ▶ 通过PAS4000使用“扫描PSS 4000网络”功能查找设备的能力
- ▶ 与PSS 4000诊断系统的结合
- ▶ 通过PSS 4000项目下载获得的对应配置
- ▶ 通过PSS 4000项目下载获得的对应设备项目

PSS 4000设备的进一步细分如下：

- ▶ 只具有PSS 4000功能的设备（例如PSSu系统头模块）被称为**PSS 4000专用设备**。
- ▶ 将PSS 4000的功能作为附加功能的设备，可以进行如下细分：
 - **PSS 4000可操作设备**

这些是安装了PSS 4000固件的设备。

– **PSS 4000适用设备**

这些是未安装PSS 4000固件的设备，但这些设备可以安装PSS 4000固件。

2.1.3.2 系统部分

系统部分定义为功能性单元，它可在设备上被使用并被用户可见。为确保系统部分可以在 PSS 4000 专用设备或 PSS 4000 可操作设备上运行，必须满足相应的硬件要求。

PSS 4000 专用设备或 PSS 4000 可操作设备上提供的系统部件取决于具体设备。来自 Pilz 的 PSS 4000 专用设备或 PSS 4000 可操作设备的详细信息，可以从相关设备的操作手册中获得。

可用系统部分总览

► 资源

- FS 资源系统部分
安全相关控制程序的执行单元
- ST 资源系统部分
非安全相关控制程序的执行单元

► 模块总线

- FS 模块总线 PSSu 系统部分
用于 FS 电子模块/FS 紧凑型模块与该设备上其他系统部分之间的数据交换的单元
- ST 模块总线 PSSu 系统部分
用于 ST 电子模块/ST 紧凑型模块和同一设备上其他系统部分之间的数据交换的单元

► SafetyNET p

- FS SafetyNET p 系统部分
用于通过 SafetyNET p 传输 FS-I/O 数据的单元
- ST SafetyNET p 系统部分
用于通过 SafetyNET p 传输 ST I/O 数据的单元

► 外部通信

- IP 连接系统部分
用于通过 IP 连接传输外部 I/O 数据（例如 Modbus/TCP、原始 TCP、原始 UDP）的单元
- PROFIBUS-DP 从站系统部分
用于作为 PROFIBUS-DP 从站传输外部 I/O 数据的单元
- “采用 PROFIsafe 的 PROFIBUS-DP 从站”系统部分
用于作为 PROFIBUS-DP 从站传输非安全相关外部 I/O 数据，并作为 PROFIsafe F 设备传输安全相关外部 I/O 数据的单元
- EtherNet/IP 适配端系统部分
用于作为 EtherNet/IP 适配端传输非安全相关外部 I/O 数据的单元
- PROFINET IO DEVICE 系统部分
用于作为 PROFINET IO 设备传输外部 I/O 数据的单元

► 服务器

- 诊断服务器系统部分

用于提供诊断数据的单元

– 系统部分OPC服务器（经典）

单元带有符合“OPC经典”标准的标准化软件接口；用于提供可视化数据

– 系统部分OPC服务器UA

单元带有符合“OPC UA”标准的标准化软件接口；用于提供可视化数据

PSS 4000 专用/可操作设备的系统部分总览

产品	FS资源	ST资源	FS模块总线PSSu	ST模块总线PSSu	FS SafetyNET p	ST SafetyNET p	IP连接	PROFIBUS-DP从站	采用PROFIsafe的 PROFIBUS-DP从站	Ethernet/IP适配器	PROFINET IO DEVICE	诊断服务器	OPC服务器（经典）	OPC服务器UA
PSSu H PLC1 FS DP SN SD	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	---	---	---	---	---	---
PSSu H PLC1 FS SN SD (-T)(-R)	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	---	---	◆ 1)	◆ 1)	---	---	---
PSSu H PLC2 FS SN SD (-T)														
PSSu H PLC1 FS SN SD M12 (-T)(-R)	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	---	---	◆ 1)	◆ 1)	---	---	---
PSSu H m F DP SN SD	◆	---	◆	◆	◆	◆	◆	◆	---	---	---	---	---	---
PSSu H m F DPsafe SN SD	◆	---	◆	◆	◆	◆	◆	---	◆	---	---	---	---	---
PSSu H m F DP ETH SD	◆	---	◆	◆	---	---	◆	◆	---	---	---	---	---	---
PSSu H FS SN SD(-T)(-R)	---	---	◆	◆	◆	◆	---	---	---	---	---	---	---	---
PSSu H FS2 SN SD(-T)														
PSSu H FS SN SD M12 (-T)(-R)	---	---	◆	◆	◆	◆	---	---	---	---	---	---	---	---
PSS67 PLC1 16FDI	◆	◆	◆	---	◆	◆	◆	---	---	◆ 1)	◆ 1)	---	---	---
PSS67 IO1 16FDI	---	---	◆	---	◆	---	---	---	---	---	---	---	---	---
PMI v8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	◆	---	◆
用于PC的PSS 4000固件	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	◆	◆	◆

¹⁾ 尽管用于外部通信的两个系统部分均适用于该设备，但是一次只能使用一个系统部分。

2.1.3.3 PSS 4000独有的设备

PSS 4000独有的设备包括PSSu系统和PSS67设备。

设备可用的系统部分取决于设备（参见[系统部分 \[📖 21\]](#)）。在相关设备的操作手册中也可以找到详细信息。

性能类别

可用的性能类别，具体取决于设计：

设计	性能类别		
	输入/输出	multi	PLC
PSSu	X	X	X
PSS67	X	- - -	X

性能类别决定设备的基本功能。性能类别区分为如下几种：

- ▶ **PSS 4000 I/O** (缩写：I/O)
PSS 4000独有的设备，无控制功能
有PSSu系统，其中记录了性能类别“分散式系统PSSu I/O”。从PSS 4000的角度看，这对应于性能类别PSS 4000 I/O。
- ▶ **PSS 4000 multi** (缩写：multi)
PSS 4000独有的设备，带小型安全控制器功能
有PSSu系统，其中记录了性能类别“控制系统PSS multi”。从PSS 4000的角度看，这对应于性能类别PSS 4000 multi。
- ▶ **PSS 4000 PLC** (缩写：PLC)
PSS 4000独有的设备，用于控制自动化系统
有PSSu系统，其中记录了性能类别“控制系统PSSu PLC”。从PSS 4000的角度看，这对应于性能类别PSS 4000 PLC。

PSSu系统

为适合所需的功能，PSSu系统通过多个模块装配而成。此模块化结构使系统能够更轻松地对修改和调整。借助PSSu系统，不仅可回顾性地适应功能范围（例如，扩展I/O数，扩展/修改I/O技术，如使用继电器输出、添加模拟量评估、计数器功能、温度评估等I/O功能），而且能将低性能类别的PSSu系统（例如，PSS 4000 I/O）转化为高性能类别的PSSu系统（例如，PSS 4000 PLC）。

PSSu系统在PAS4000的PSSu模块编辑器中进行配置。

PSS67设备

原则上，PSS67设备是用于IP67的紧凑型PSSu系统。它没有采用模块化设计，因此不能回顾性地适应功能范围。

PSS67设备在PAS4000的PSS67编辑器中进行配置。

2.1.3.4 PSS 4000 可操作设备

PSS 4000固件预装在处于交付状态的各种Pilz PMI操作终端上。由于预装了PSS 4000固件，这些操作终端被认为是Pilz的“PSS 4000可操作设备”。因此，这些操作终端具有OPC服务器UA和诊断服务器等系统部分。

符合相应系统要求的PC均可通过安装PSS 4000固件，制成来自第三方制造商的“PSS 4000可操作设备”。在此情况下，PC还将被称作PSS 4000-PC。在安装PSS 4000固件后，PC获得OPC服务器UA和诊断服务器等系统部分（参见[可用系统部分](#)  22）。

2.1.3.5 PSS 4000 适用设备

为安装 PSS 4000 固件，PSS 4000 适用设备必须满足特定系统要求。这些系统要求通过将要安装在 PSS 4000 适用设备上的 PSS 4000 固件定义。

以 PSS 4000 OPC 服务器为例：

- ▶ PSS 4000 OPC服务器可安装在使用下列一种Windows操作系统的 PC 上。您可以在[使用 Microsoft Windows 操作系统的 PC](#)  525]下找到在PC上安装的系统要求。

2.1.4 PAS4000

通过 PAS4000 (Pilz 自动化套件 4000) 集中进行设计、配置、编程、调试和诊断。

PAS4000 是可用于创建和编辑项目的各种工具的集合，例如：

- ▶ PSSu 模块编辑器

在 PSSu 模块编辑器中，装配和配置所需的 PSSu 系统。

- ▶ I/O 映射编辑器

在 I/O 映射编辑器中，建立用户程序与硬件之间的连接。

- ▶ IL 编辑器

在 IL 编辑器中，用户程序以指令表 (IL) 编程语言进行编程。

2.1.5 诊断

为将机器的停机时间降到最低，需要进行有效的诊断。诊断必须提供所有必要信息，以便快速修复错误、预防错误以及分析机器状态。

PSS 4000对系统诊断与过程诊断进行了区分。

▶ 系统诊断

硬件及固件诊断，包括硬件配置或用户程序中的错误。

系统诊断全部由Pilz提供。用户仅能进行少量调整，例如为位置信息输入附加信息。

▶ 过程诊断

流程与状态的诊断。过程诊断由用户在用户程序内创建。Pilz块带有过程诊断，用户可通过调整满足自身需要。

如果您希望显示项目的诊断数据，则需要诊断服务器（见[诊断服务器 \[📖 564\]](#)）。一个项目可能只含有一个诊断服务器。

如果项目包含OPC服务器（PSS 4000 OPC服务器），则安装OPC服务器的PSS 4000设备将提供诊断服务器。如果没有OPC服务器，PAS4000将在其中显示诊断列表或诊断日志时启动自己的诊断服务器。

2.1.6 OPC 服务器

OPC是一个标准化的软件接口，众多厂商的基于PC的软件均可通过该接口交换数据。OPC基金会负责维护和宣传该标准。

在联网设备上，OPC服务器通常会收集诊断数据、处理数据等，并在定义的命名空间中显示。OPC客户端访问和处理OPC服务器为实现过程可视化和/或记录操作数据而提供的数据。

在PSS4000自动化系统中，PC或PMI操作终端获取OPC服务器系统部分，成为PSS 4000固件安装的一部分。通过安装PSS 4000固件，PC成为一个“来自第三方制造商的PSS 4000可操作设备”，PMI操作终端PMI成为“来自Pilz的PSS 4000可操作设备”（参见[系统总览 \[📖 19\]](#)）。

自动化系统PSS 4000支持OPC标准“OPC Classic”和“OPC UA”。

2.2 PSS 4000 的模块化

2.2.1 联网系统的集中视图

PSS 4000融合了最高自动化水平的集中式控制器与小型分布式控制单元的各种优势。

- ▶ 最高自动化水平的优势：
 - PAS4000软件工具，可从一个中央位置使用
 - 集中配置，包括分散式、分布式PSS 4000专属设备的集中配置
 - 将集中创建的用户程序分配到多个PSS 4000专属设备
 - 在故障排除、调试/重新调试和修改过程中快速概览整个设备
- ▶ 最低自动化水平的优势：
 - 可独立调试分布式功能单元
 - 提高了可用性（无“单点故障”）

2.2.2 设备的可扩展性

术语“可扩展性”用于对不断变化的要求具有一定适应能力的设备。

可以区分“横向”和“纵向”可扩展性：

► 横向扩展

将各功能分配到其他设备或更多设备。例如，在PSS 4000上，横向扩展可用于：

- 将控制能力分配到联网设备上的各种PSS 4000专属设备，例如用来提高处理能力
- 为将用户程序分配到项目的PSS 4000专属设备，可将其分为独立的子功能
- 将项目分为多个可重用的部分

► 纵向扩展

使用更加强大的替代品替换设备或设备部件。例如，在PSS 4000上，纵向扩展可用于：

- 通过使用其他性能等级的头模块，回顾性地适应PSSu系统的性能等级
- 回顾性地扩展和调整具有I/O模块的模块化PSS 4000专属设备

2.2.3 编程中的模块化

在PSSu 4000上，可将控制任务分配到整个设备上。因此，设备架构可根据任务分配实现模块化。此模块化不仅适用于PSS 4000专属设备和网络的模块化结构，而且适用于用户程序。借助基于部件的编程，设备完全可分为多个功能。其目标是在保持最大灵活性和适应能力的同时，实现最高的标准化级别和可重用性。

凭借模块化用户程序，您可以在PSS 4000上实现以下目标，例如：

- ▶ 修改只会在本地产产生影响
- ▶ 控制任务标准化

可以针对具有相同结构的所有功能采用一个用户程序；进行修改后，所做的修改可传输到所有相关的设备。

- ▶ 提高可用性，因为错误响应在本地上受限制

3 安全性

3.1 适用的其他文件

请参阅所用产品的操作手册和“PSS 4000 安全手册”中的安全原则。此安全手册还包括旨在帮助您进行安全相关规划、构造和操作设备的核对表。

您还应参阅通过以下途径所提供的信息

- ▶ PSSuniversal 安装手册
- ▶ PAS4000 在线帮助。

适用当前要印制的标准。

3.2 预定用途

所有性能类别的PSS 4000独有的设备旨在用于如下工业环境：

- ▶ 通过性能类别为PSS 4000 PLC或PSS 4000 multi控制系统的FS资源的安全相关应用，包括针对分布式任务连接到SafetyNET p。
- ▶ 通过性能类别为PSS 4000 PLC控制系统的ST资源的非安全相关应用，包括针对分布式任务连接到SafetyNET p和/或其他标准总线系统。

所有性能类别的PSS 4000独有的设备主要适合用于机器安全电路，其中通过切断电源引发安全状况。

示例：

- ▶ 压机
- ▶ 传输线
- ▶ 罐储设施
- ▶ 急停功能
- ▶ 燃炉控制系统
- ▶ 电缆车/牵引操作
- ▶ 舞台技术

特别是，以下操作将被视为不当使用：

- ▶ 对产品进行任何组件、技术或电气上的修改
- ▶ 将产品用于产品文件中规定范围以外的应用
- ▶ 任何不符合文件中列出的技术细则的使用。

可预知的误用和滥用

- ▶ 无需更多措施，PSS 4000 自动化系统不适用于增加环境要求的领域（例如，可能会爆炸的区域）。
- ▶ PSS 4000 自动化系统不适用于切断电源不引发安全状况的设备。
- ▶ 在客运系统中，如果设备会因发生故障而停工，必须采取适当的疏散措施或安装独立的救援设备。
- ▶ 在有电气释放的封锁区域，应提供紧急释放设备。
- ▶ 在实施同等的适当措施（例如，屏蔽功能）之前，安全设备不可被旁路。同等措施仅在先前的安全评估允许的条件下使用。

示例：

- 如果有一项屏蔽功能，安全门可在设置模式下打开，通过操作模式选择开关触发。
- 如果有屏蔽功能和相关组件（例如，包含控制功能的屏蔽传感器和通过用户程序中的屏蔽块对屏蔽传感器进行屏蔽监测），光幕可被输送的物料中断。

3.2.1 安全完整性等级 (SIL) 和性能等级 (PL)

所有性能类别的PSS 4000独有的设备是符合机械指令2006/42/EC的Annex V的安全组件。根据应用领域及其各自的规定，所有性能类别的PSS 4000独有的设备最高可用于EN 62061的SIL 3和EN ISO 13849-1:2008的PL e (4类)。风险评估的相关技术细则可在各自的操作手册中找到。

SafetyNET p用于联网的自动化功能。此安全通信依据相关标准 (如EN IEC 61508) 开发。BG等独立认证机构确认SafetyNET p在安全相关应用中的安全概念和适用性最高达PL e (4类) (EN ISO 13849-1) 或SIL 3 (EN IEC 62061)。如风险评估要求，模块的相关技术细则可在各个模块的操作手册中找到。

3.2.2 常规安全评估

在使用PSS 4000专属设备之前，必须按照机械指令执行安全评估。PSS 4000独有的设备作为单个组件，是符合EN/IEC 61508标准的安全相关系统。它保证了功能性安全，例如防止发生硬件和固件错误。但是，它不能保证整个过程和设计的安全，也不能保证项目的安全。

用户负责项目的安全。在编程时需特别注意并遵守当地的标准和规定。

错误的用户程序会有损整个过程的安全！

针对使用寿命和整个安全生命周期的所有阶段定义适用于整个设备的安全要求，同时从技术和组织的角度定义实施这些要求的方式。

3.3 使用合格人员

该产品仅可由合格人员进行装配、安装、编程、调试、操作、维护和报废。

合格人员指取得相关资质，并熟悉相关知识的人员。由于受过专门培训，积累起相关经验并在当前参与专业活动，该类人员有较为丰富的所需专业知识储备。合格人员需了解最新和适用的本国、欧洲及国际法律、指令和标准，以便检查、评估及操作设备、系统和机器。

公司有义务仅雇用符合以下条件的人员：

- ▶ 熟悉有关健康和安全/事故预防的基本规定
- ▶ 已阅读并理解“安全”一节中提供的信息
- ▶ 非常了解适用于特定应用的通用和专业标准。

3.4 故障安全输入/输出

在 FS 应用中，必须确保短路和开路不会引发设备/机器中的危险条件。

很多测试可能是在 FS 输入/输出模块上配置的。这些测试可用于检测短路和开路。此类测试的示例包括：

- ▶ 用于开启输出的关断测试
- ▶ 用于关闭输出的导通测试
- ▶ 用于检测输出间短路的测试
- ▶ 检测输入触点间短路的测试脉冲

在输入/输出模块的操作手册或数据表中提供线路指南和连接示例。

4 安全

为了确保工厂、系统、机器和网络免受网络安全威胁，有必要实施（并持续维护）最新的整体工业安全理念。

依据VDI/VDE 2182或IEC 62443-3-2执行风险评估，谨慎规划安全措施。如有必要，请咨询Pilz客户支持部。

有关各产品的更多详情，请参见操作手册。

对于带有PSS 4000固件的PC和操作终端PMI，请参阅[网络数据（OPC服务器（经典））](#) [ 515]和[网络数据（OPC服务器UA）](#) [ 545]。

5 PSSu系统基本信息

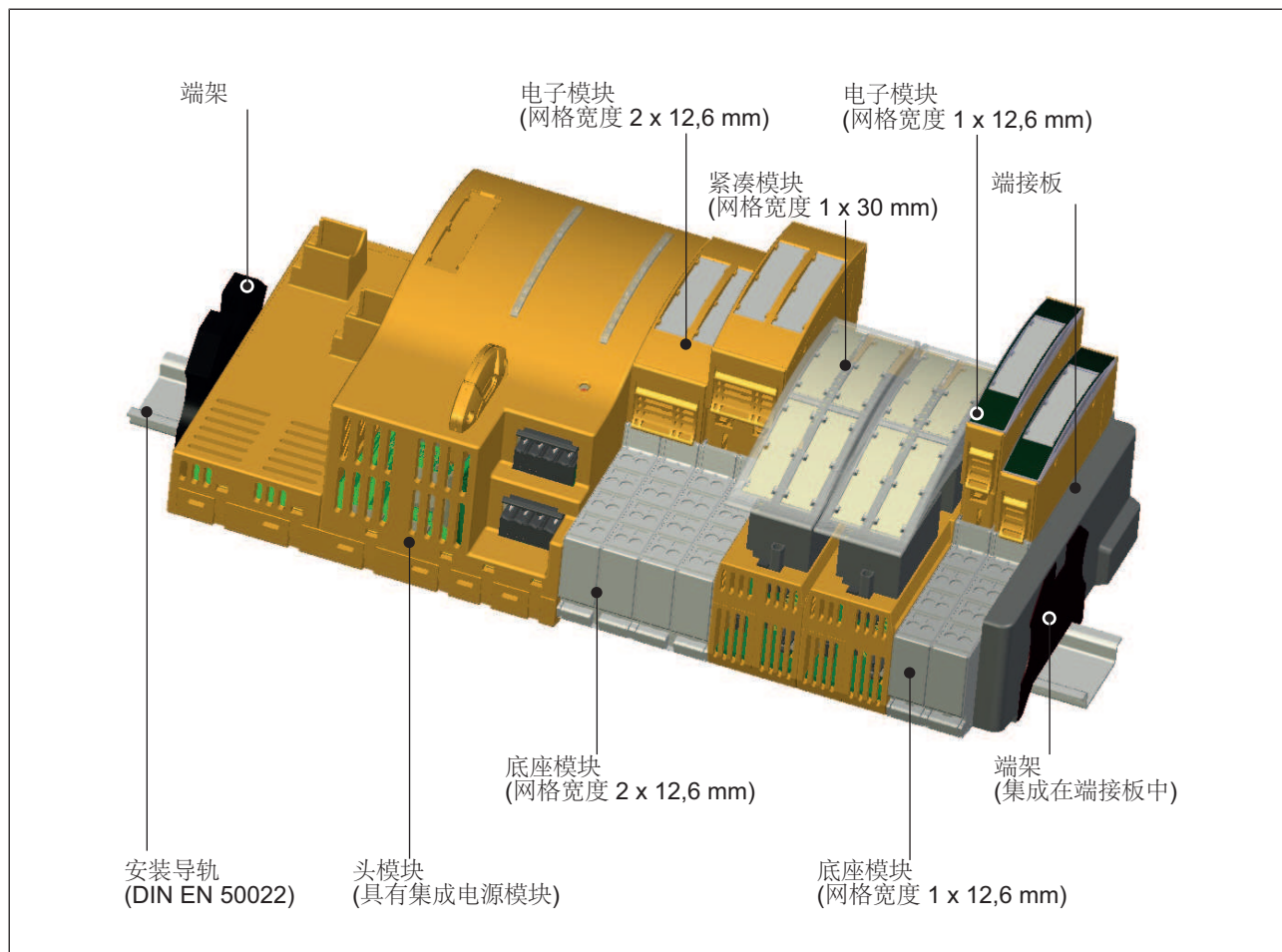
PSSu系统是PSS 4000独有的设备。PSSu系统是PSS 4000独有的模块化设备。

设备可用的系统部分取决于设备（参见[系统部分](#)  [21](#)）。在相关设备的操作手册中也可以找到详细信息。

5.1 结构

PSSu系统包括：

- ▶ 头模块，集成了电源
- ▶ 用于标准和故障安全应用的输入/输出模块
- ▶ 电源模块（仅当必要时）
- ▶ 端架，用于在起始点固定系统
- ▶ 端接板，集成了总线终端电阻和用于在末端固定系统的端架



头模块

头模块协调PSSu系统的所有数据通信，并决定了它的性能类别。

性能类别决定设备的基本功能。性能类别区分为如下几种：

- ▶ PSS 4000 I/O (缩写：I/O)

PSS 4000独有的设备，无控制功能

有PSSu系统，其中记录了性能类别“分散式系统PSSu I/O”。从PSS 4000的角度看，这对应于性能类别PSS 4000 I/O。

► PSS 4000 multi (缩写：multi)

PSS 4000独有的设备，带小型安全控制器功能

有PSSu系统，其中记录了性能类别“控制系统PSS multi”。从PSS 4000的角度看，这对应于性能类别PSS 4000 multi。

► PSS 4000 PLC (缩写：PLC)

PSS 4000独有的设备，用于控制自动化系统

有PSSu系统，其中记录了性能类别“控制系统PSSu PLC”。从PSS 4000的角度看，这对应于性能类别PSS 4000 PLC。

PSSu系统的功能取决于性能类别：

► 性能类别为PSS 4000 I/O的PSSu系统

– 包括头模块、电子模块和/或紧凑模块

– 借助性能类别为PSS 4000 PLC或PSS 4000 multi的控制系统，通过 SafetyNET p控制 I/O。

► 性能类别为PSS 4000 multi的PSSu系统

– 包括头模块、电子模块和/或紧凑模块

– FS资源可用

– 仅能配置一个任务

– 通过PAS 4000 Multi编辑器编程

► 性能类别为PSS 4000 PLC的PSSu系统

– 包括头模块、电子模块和/或紧凑模块；但如果PSSu系统仅用来通过SafetyNET p控制分散式I/O，则不需要电子模块/紧凑模块。

– 当使用SafetyNET p联网时，从所有性能类别的分散式PSS 4000系统对I/O进行控制

– ST资源及FS资源可用

– 每个资源最多可配置9个任务

– 通过PAS4000 Multi编辑器进行编程，或在符合IEC 61131的PAS4000中编程

输入/输出模块

存在多种设计的输入/输出模块：

► 电子模块与底座模块

► 紧凑模块

输入/输出模块可用于广泛的输入/输出功能。

电源电压模块

头模块为其它模块提供了电源。也可能需要额外的电源（例如电势隔离、电压刷新）。

电源模块包括电子模块和底座模块。

设计

电子模块与底座模块：

电子模块决定了电源或输入/输出模块的功能。

► 电子模块

- 插入底座模块
- 通过模块总线与头模块通信

底座模块是电子模块的载体单元。

► 底座模块

- 用于连接现场布线
- 可以使用下列连接类型：
笼式夹持式端子或螺钉式端子

紧凑模块：

紧凑模块将功能单元（输入和/或输出）与连接层都合并到一个外壳中。通过带有弹簧式端子的多针连接器进行布线，插入模块上的连接条。

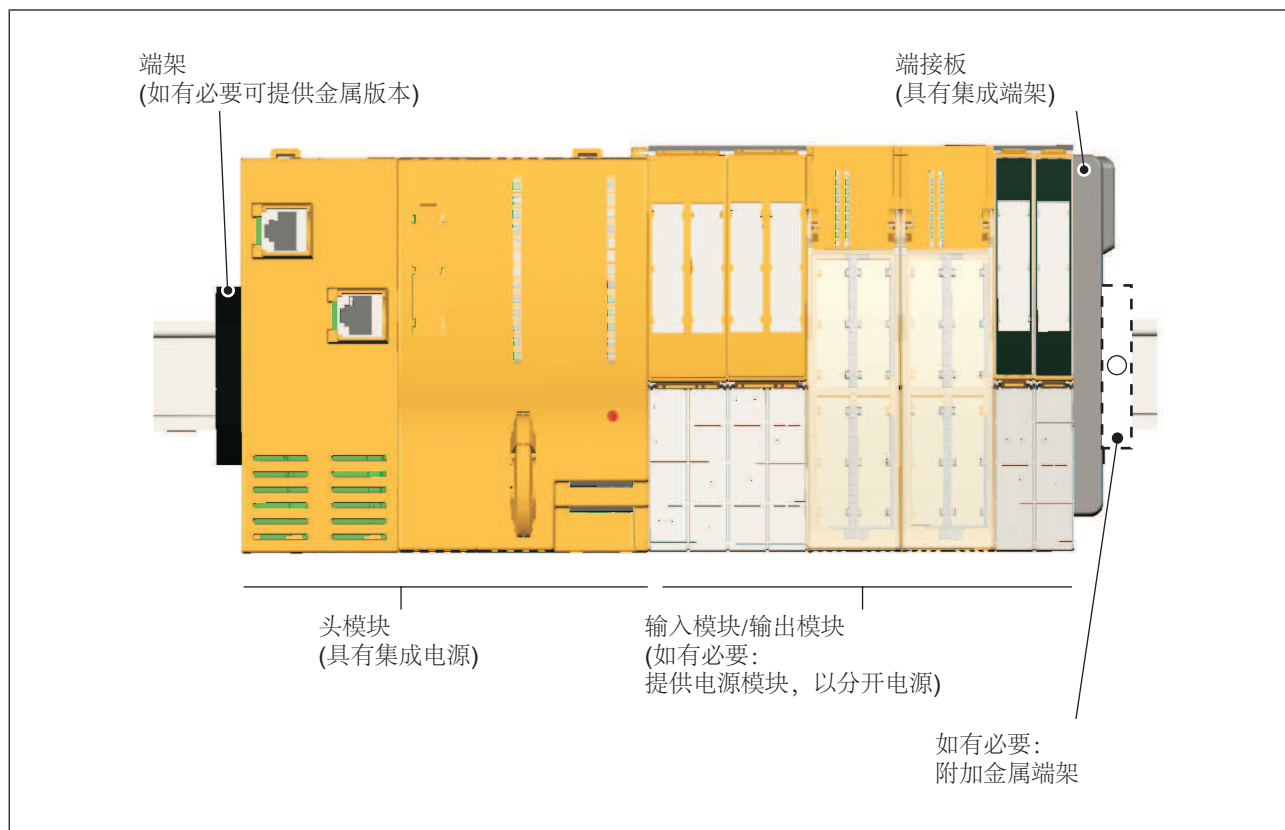
紧凑型模块

- 不需要底座模块
- 用于连接现场布线
- 通过模块总线与头模块通信

5.2 模块布局

- ▶ PSSu系统上的第一个模块始终是头模块。头模块内集成了电源：
 - 模块供电（为头模块及输入/输出模块供电）
 - 外设电源（为传感器及执行器供电）
- ▶ FS和ST应用的输入/输出模块可以继续安装在右侧：
 - 输入/输出模块可以任意顺序安装。
 - FS应用与ST应用的输入/输出模块可按需要合并。
 - 将相同功能的模块合并到一个组，使安装更有条理，并简化了布线。
 - 具有螺钉式端子的底座模块与具有笼式夹持式端子的底座模块不能混装在一个PSSu系统中。
 - 不能在紧凑模块左侧安装具有螺钉式端子的底座模块。
 - 输入/输出模块的最大数目由系统限制决定。
 - 如果头模块仅为ST应用设计，则无法与FS应用的输入/输出模块共同使用。
- ▶ 可能需要额外的电源模块，以刷新模块供电或外围供电。
- ▶ 电源组需要在每组的开端有额外的电源模块。此后，属于电源组的模块可从右侧开始安装。
- ▶ PSSu系统的最后一个单元始终是一个端接板，它包含模块总线的终端电阻。
- ▶ 在系统的头部和尾部，使用紧固元件将系统连到安装导轨。根据振动和冲击应力的要求，可以使用下列端架：
 - 塑料版（标准）
 - 金属版（有较大应力时）

紧固元件布置



5.3 模块描述

模块说明提供了相关的功能信息。说明由字母和数字的多级组合组成。所有模块名都以**PSSu**开始。然后是：

- ▶ **H**表示头模块，
例如：PSSu **H** PLC1 FS DP SN SD
- ▶ **E**表示电子模块，然后：
 - **S**表示标准模块，
例如：PSSu **E S** 4DI
 - **F**表示故障安全模块，
例如：PSSu **E F** 4DI
- ▶ **K**表示紧凑模块，然后：
 - **S**表示标准模块，
例如：PSSu **K S** 16DI
 - **F**表示故障安全模块，
例如：PSSu **K F** 16DI
- ▶ **B**表示底座模块，
例如：PSSu **BP** 1/8S

底座模块	基础功能	大小	连接类型	附加功能
PSSu B...	PSSu BP ... – 外设（输入/输出）的底座模块	PSSu BP-C 1/8... – 1 x 网格宽度， 8个连接	PSSu BP-C 1/8C – 笼式夹持式端子 PSSu BP-C 1/8S – 螺丝式端子	PSSu BP 1/8S-J – 集成的冷端补偿
	PSSu BP-C ... – 具有C-rail外设的底座模块	PSSu BP-C 1/12... – 1 x 网格 宽度，12个连接		
	PSSu BS ... – 电源供给的底座模块	PSSu BP-C 2/16... – 2 x 网格 宽度，16个连接		
	PSSu BS-R ... – 刷新电源供给的底座模块	PSSu BP-C 2/8... – 2 x 网格宽度， 8个连接		

链接模块根据它们的应用，有单独的字母代码。例如：

- ▶ PSSu **XB** F-T, PSSu **XR** F-T
(用于基于线缆的细分应用)

PSSu系统的附件由**PSSu A...**标识（A代表“附件”）。

PSSu模块可用于不同的产品类型：

- ▶ 基础类型
PSSu模块的基础版本称为基础类型模块（例如PSSu **E F** DI OZ 2）。

► T类型

如果有更高温度和湿度环境要求，适用的PSSu模块称为T类型模块。它们的功能与基础类型模块没有区别。在产品名的末尾用“-T”标识，例如：PSSu E F DI OZ 2-T。

► R类型

专为轨道交通应用设计，具有轨道交通许可的PSSu模块称为R类型模块。在产品名中用“-R”标识（例如PSSu E F DI OZ 2-R）。

5.4 模块总线 (MBUS)

模块总线为PSSu系统模块提供电源，并在头模块与电子/紧凑模块之间传输数据。模块总线将底座模块/紧凑模块组织在一起，并通过机械锁连接它们。

模块总线结构如下：

► 数据总线

是两个独立的总线系统，一个用于故障安全数据（FS模块总线），一个用于标准数据（ST模块总线）。

► 供电目标：

– 模块供电

模块供电是用于头模块和电子模块的内部供电。

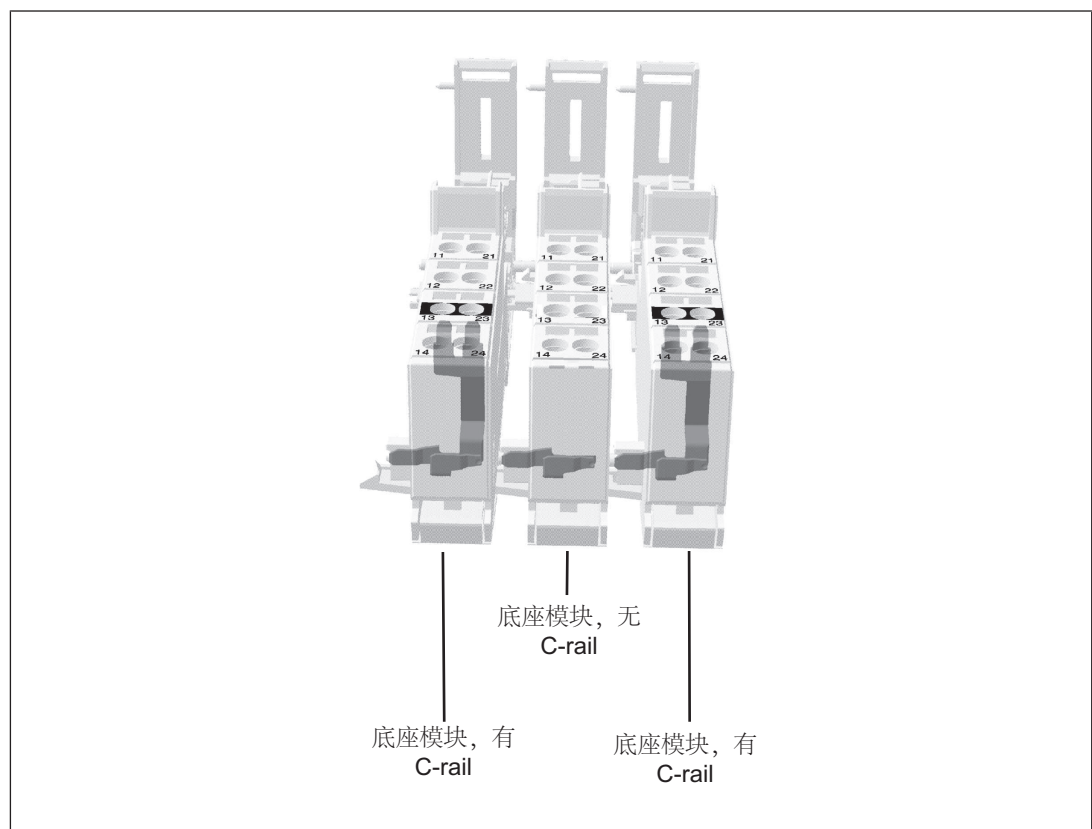
– 外围供电

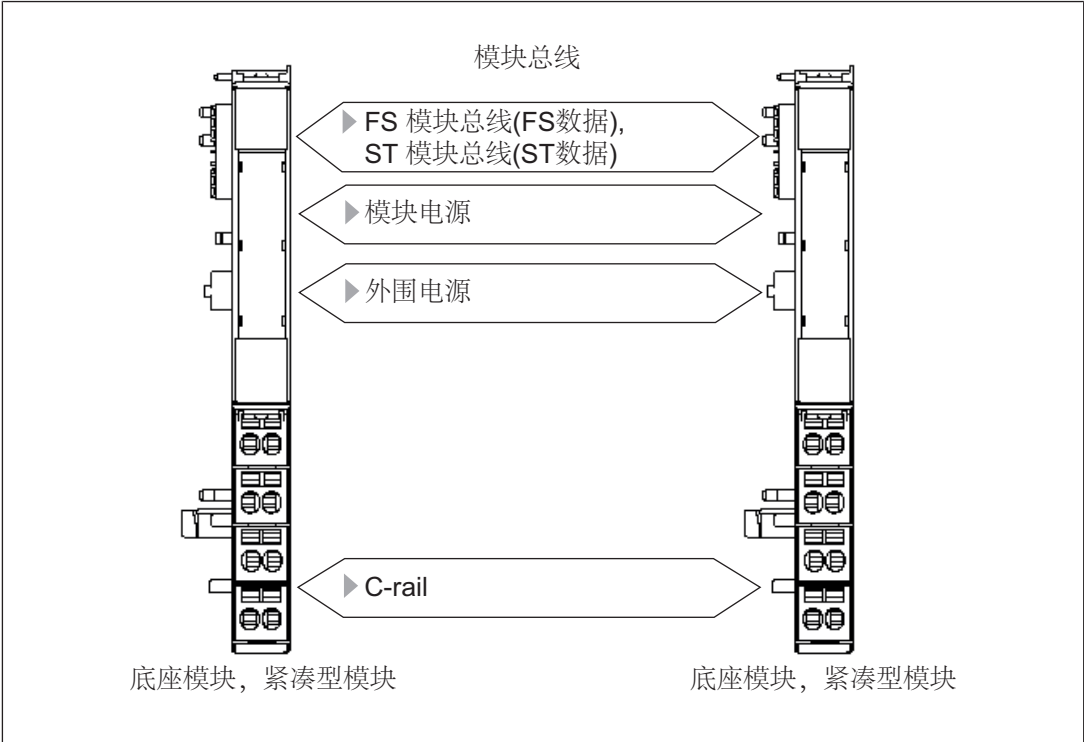
外围供电为电子模块上数字量输入/输出的传感器及执行器提供24 VDC。在紧凑模块上，输入供电由外围供电提供；输出供电必须供给模块端子。模块总线上的连接可以断开，以形成电源组。

► C-rail（“交叉连接”）

C-rail是一个额外的、自由的电源轨。如果底座模块的说明中含有字母“-C”（例如PSSu BP-C 1/8 S, PSSu BP-C 1/8 C），就能通过它来访问C-rail。

C-rail供电必须与其它底座模块连接属于同一电路。将PE连接到C-rail可提供一种简单形式的屏蔽。紧凑模块上不包含C-rail，不能在端子上使用它。





5.5 基础模块上的连接

基础模块上的连接可分为连接层和连接列。连接可包含两位数。

- ▶ 第一位数表示基础模块的连接列（例如，连接 23 是在第二列）。
- ▶ 第二位数表示基础模块的连接层（例如，连接 23 是在第三层）。

基础模块的功能取决于电子模块。

5.5.1 输入/输出模块的连接层

在输入/输出模块上，连接层的典型布置如下：

- ▶ 连接层 1 和 4
输入和输出连接
- ▶ 连接层 2 和 3
通用电源的连接（外设电源、模拟输入/输出或屏蔽）

很多输入/输出模块可能另外还有两个连接层：

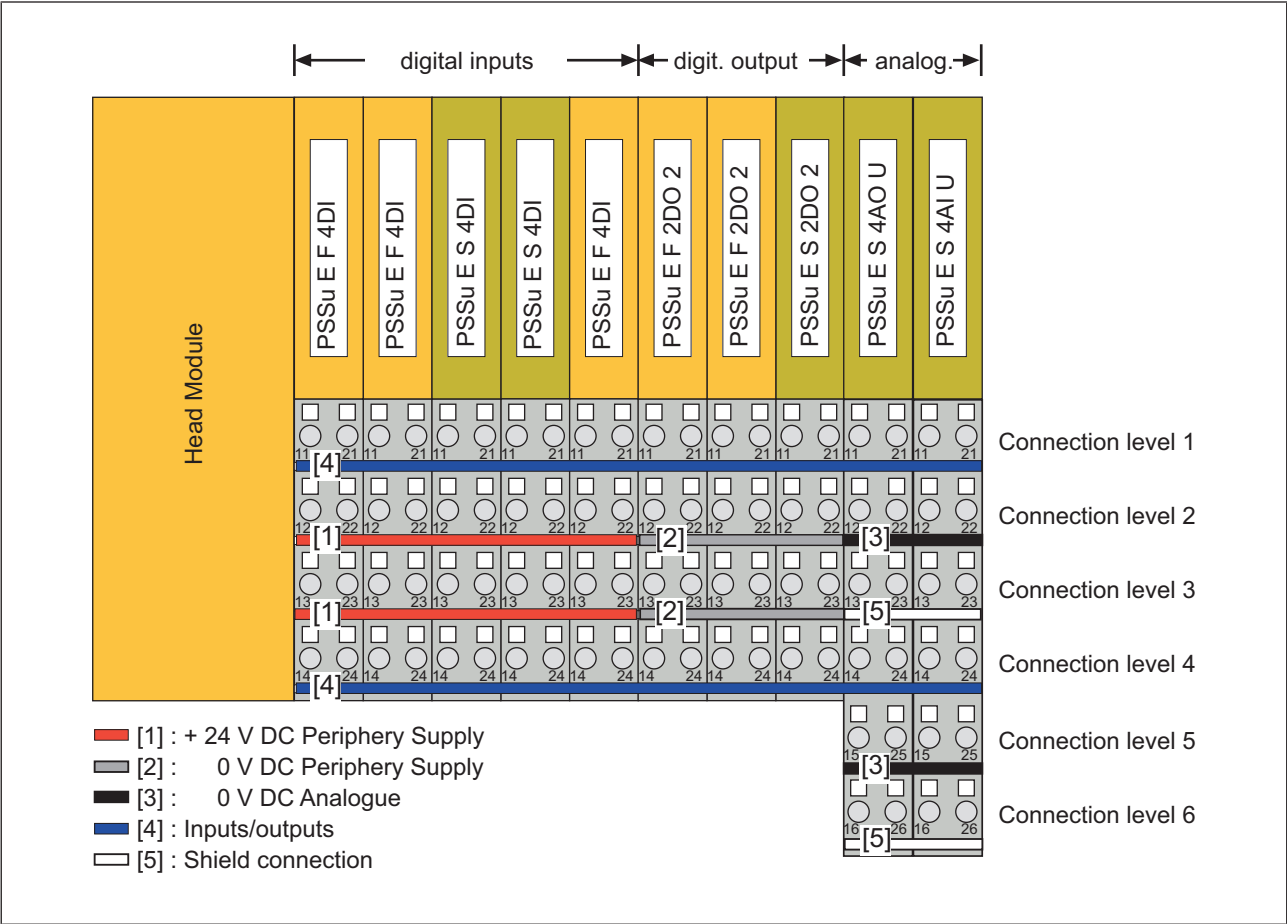
- ▶ 连接层 5 和 6
通用电源的连接（外设电源、模拟输入/输出或屏蔽）

输入/输出模块可按任意顺序安装。但是，对于要保持一致的接线图，合理的做法是将相同类型的输入/输出模块安排在各个组，使其不会被紧凑模块而中断（见示例）。

5.5.2 连接层上的颜色标记

连接层上的颜色标记有助于进行接线。各种颜色标记均用于标示目的。颜色标记可用于标示不同的电源。通过这种方式，即便在接线后连接层仍保持清晰可见。

示例：



5.6 紧凑模块上的连接

紧凑模块上的连接可分为端子排。具有弹簧式端子的单排或三排连接器可插入设备的单排 10 针连接器排。

连接功能取决于紧凑模块。

▶ 端子排 1

输入和输出连接，外设电源（24 V 和 0 V）。

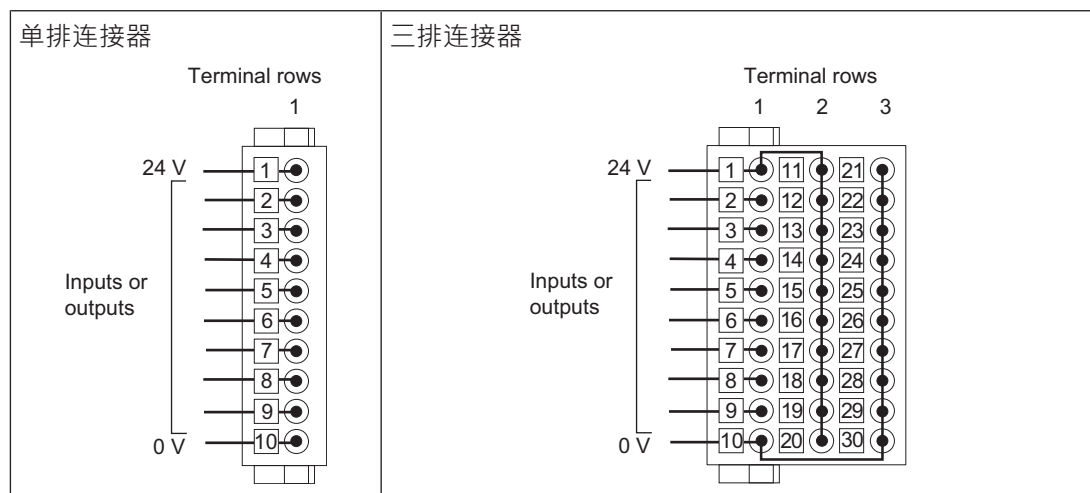
▶ 端子排 2

所有连接均相连；通过第一个连接层桥接到 24 V 外设电源连接

▶ 端子排 3

所有连接均相连；通过第一个连接层桥接到 0 V 外设电源连接

输入/输出模块可按任意顺序安装。但是，对于要保持一致的接线图，合理的做法是将相同类型的输入/输出模块安排在各个组。



5.7 PSSu 系统的最大系统扩展

PAS4000上的PSSu模块编辑器为组装PSSu系统提供了支持。当输入数据时，该工具检查系统限制。

PSSu系统的扩展受下列值的限制

- ▶ 模块数
- ▶ FS模块数
- ▶ ST模块数
- ▶ 故障安全输入/输出的数目
- ▶ 标准输入/输出的数目
- ▶ 模块总线的电流负载

下面列出了并解释系统限制。

5.7.1 PSSu 系统上的模块数量和输入/输出数量

存在下列系统限制：

模块类型	每个PSSu系统的最大数目
- - -	总共64个模块
ST模块	64个模块
FS模块	64个模块
PSSu E F DIOZ 2	64个模块
ST位模块	256个ST输入位
	240个ST输出位
FS位模块	256个FS输入位
	256个FS输出位
ST字节模块	16个模块
FS字节模块	16个模块
PSSuESRS232	16个模块
PSSu E S RS485	16个模块
PSSu K S RS232	16个模块
PSSu K S RS232 Modbus ASCII	16个模块
PSSu K F FAU	2个模块
PSSu K F EI	8个模块 请注意： 如果在一个PSSu系统上同时使用类型PSSu K F EI CV的模块，则可以使用包括两种模块类型的总共最多8个模块。 但是，必须保持PSSu K F EI CV型最大4个模块的上限。 例如，允许以下组合：6个PSSu K F EI模块和2个PSSu K F EI CV模块。
PSSu K F EI CV	4个模块
PSSu K F FCU	12个模块

PSSu系统最多有64个模块。当计算模块数目时，请注意如下特点：

- ▶ 头模块与无源连接模块（例如PSSu E PD、PSSu E PD1）不算在内。
- ▶ 计数时包括PSSu系统中的下列模块：
 - 电源模块
（标识符：PSSu E F PS...）
 - 标准模块
（标识符：PSSu E S..., PSSu K S...）

- 故障安全模块
(标识符 : PSSu E F..., PSSu K F...)

5.7.2 最大电流负载

5.7.2.1 电源模块的最大电流负载容量

系统供电	最大电流负载
模块供电，供电方式为 - PSSu E F PS(-T)	1.5 A
模块供电，供电方式为 - PSSu E F PS1(-T)	2 A
模块供电，供电方式为 - PSSu E F PS2(-T -R)	1.0 A
外围供电	10 A
C-rail	10 A

► 模块供电

模块供电的电流负载是电子模块与紧凑模块所消耗电流的总和。如果总电流消耗大于供电模块的电流负载容量，则必须使用额外的供电模块，以刷新模块供电（参见模块的技术细节）。系统软件考虑了这一点。

► 外围供电

最大电流负载：10 A

外围供电的电流负载是通过输入/输出模块供电的传感器与执行器所消耗电流的总和。如果电流负载大于容量，则必须使用额外的供电模块，以更新外围供电，避免过载。请参考降额图。

► C-rail

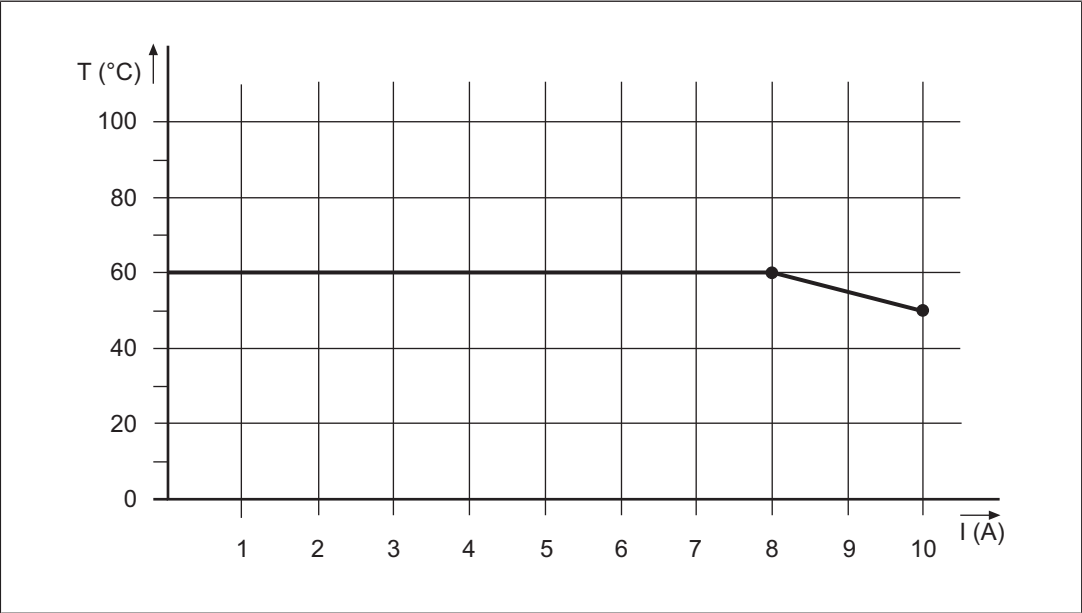
最大电流负载：10 A

如果电流负载大于容量，则C-rail必须使用不同的电源以避免过载。请参考降额图。

5.7.2.2 基于温度的最大电流负载容量

只有不超过允许的最高环境温度时，才能达到模块总线相对于外围设备供电和C-rail的最大电流负载容量。

外围设备供电与C-rail的降额图：温度T取决于负载电流I



T 型：外围设备供电与C-rail的降额图：温度T取决于负载电流I



5.8 PSSu 系统的插槽

插槽标识了PSSu系统上电子模块、紧凑模块或电源模块的位置。

有多种方法可以查看PSSu系统的结构。物理结构与逻辑结构有所不同。因此，存在物理插槽与逻辑插槽。

物理插槽

物理插槽上的插槽号遵循如下规则：

- ▶ 计数从头模块之后的第1个模块开始。
- ▶ 计数从插槽号0开始。
- ▶ 对于插槽编号，模块从左往右数，序号依次升高。

示例

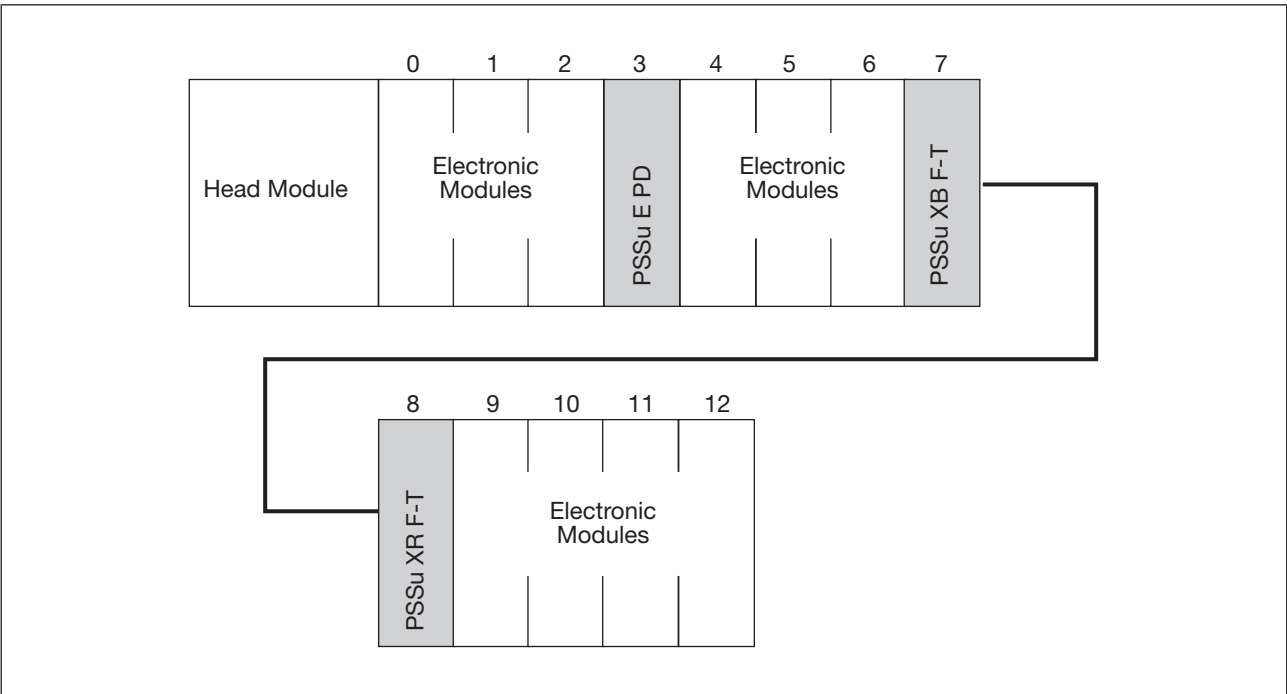


图: 物理插槽号 (示例)

逻辑插槽

逻辑插槽号与物理插槽号遵循相同的规则，但是链接模块（例如PSSu XB F-T）与配电模块（例如PSSu E PD）不在计数范围内。

示例

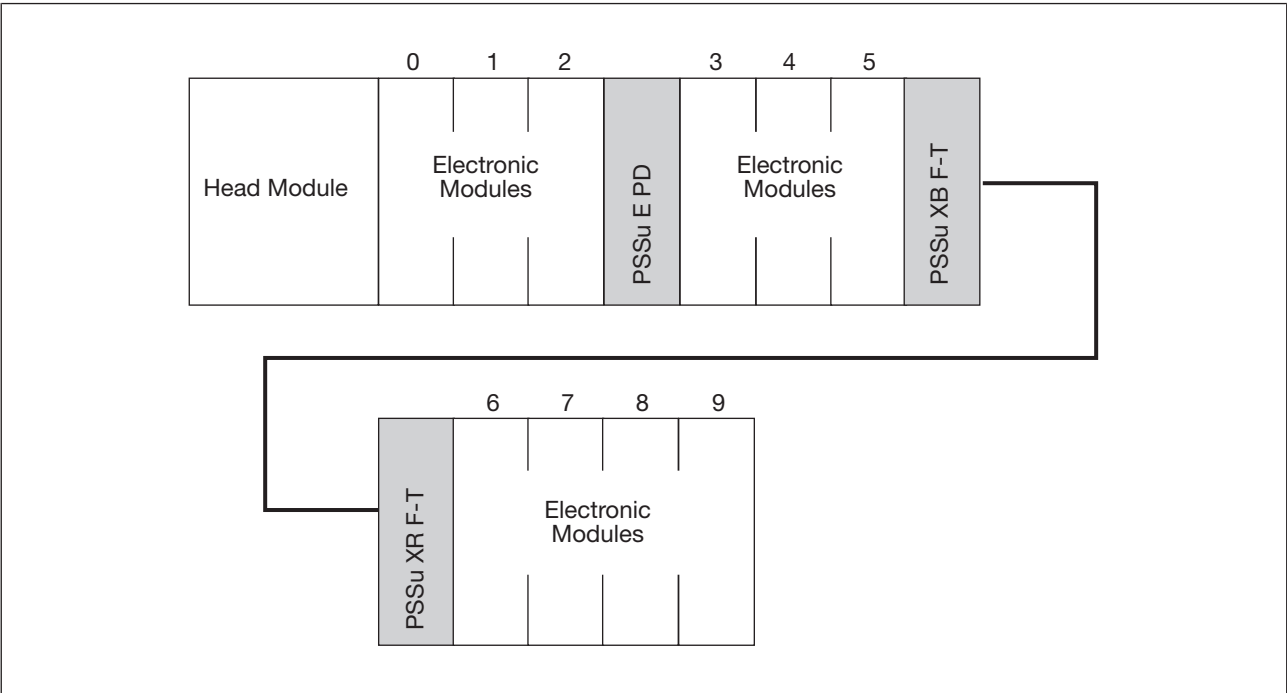


图: 逻辑插槽号 (示例)



重要信息

如果诊断信息提供了插槽号，则该信息指的是逻辑插槽号。

5.8.1 PSSu系统上的设定/实际硬件注册表

PSSu系统中的设备项目包含了为模块组内的模块所配置的具体顺序。

PSSu模块分为如下模块组：

- ▶ FS位模块（例如PSSu E F 4DO 0.5）
- ▶ ST位模块（例如PSSu E S 2DO 2）
- ▶ FS字节模块（例如PSSu E F AI U）
- ▶ ST字节模块（例如PSSu E S 2AI se）

对于为PAS4000中的模块组所配置的模块顺序，如果本地PSSu系统上的实际硬件注册表与设定的硬件注册表不匹配，则会产生配置错误。



重要信息

电子模块由分为两部分的编码单元提供。当电子模块第一次插到底座模块时，一部分编码单元保留在电子模块上，另一部分固定到底座模块上。这就是底座模块的编码方式。编码单元的设计可防止插拔错误（例如，当更换电子模块时）。只有机械编码相同，才能将电子模块插入底座模块。编码由字母和颜色标识。字母相同的编码就是机械相同的，颜色可以不一样。

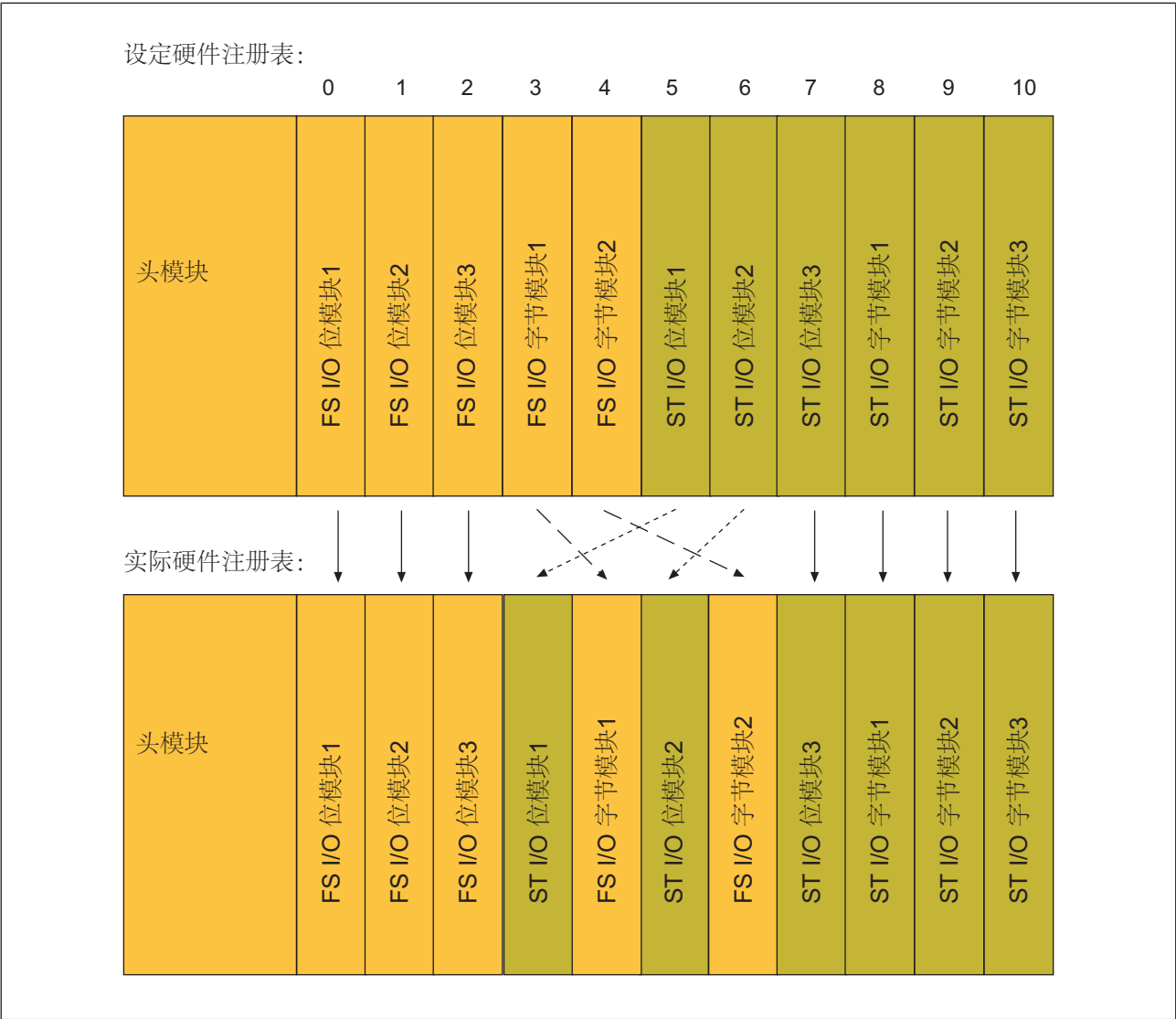


注意

请注意：

当更换模块时，不得将ST电子模块插入编码单元为FS电子模块的底座模块上。FS模块的编码单元是黄色的，可以据此识别。如果已经从底座模块删除了编码单元，则当更换电子模块时，您需要根据调试/重新调试规范，重新调试系统，参见PSS 4000安全手册。

示例 1：不会产生配置错误的设定/实际硬件注册表差异



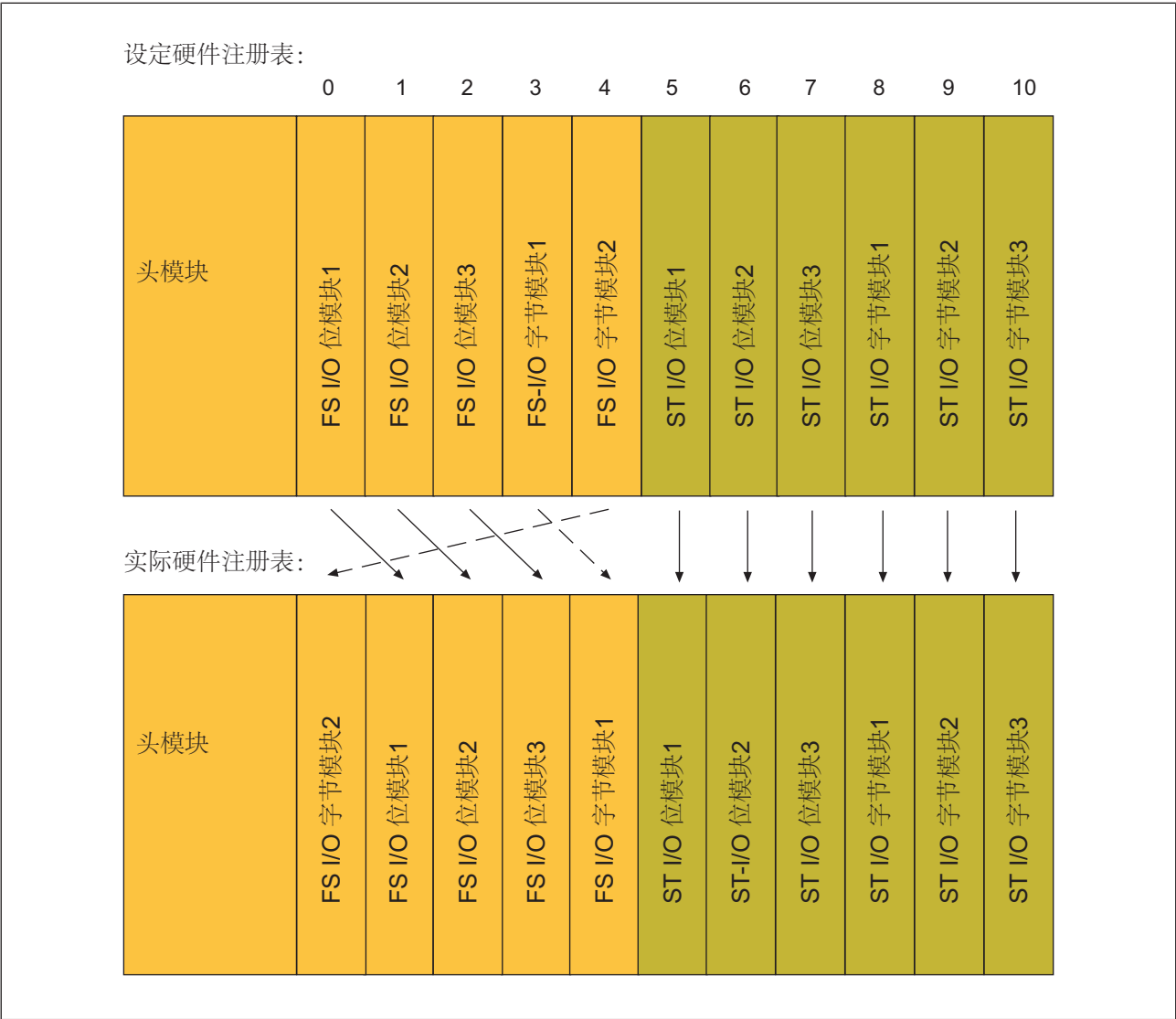
设定的硬件注册表与实际的硬件注册表在插槽方面不同，但是模块组内的顺序仍然匹配。设定/实际硬件注册表的这一差异**不会导致配置错误**。



注意

请注意在这种情况下，诊断信息包含该位置的出错信息。

示例 2：会产生配置错误的设定/实际硬件注册表差异



设定的硬件注册表与实际的硬件注册表在插槽与模块组内的顺序方面不匹配。设定/实际硬件注册表的这一差异会导致**配置错误**。

5.9 供电电压和隔离

所有电压均通过头模块提供。如果需要更多电压（电压刷新、电势隔离等），均可通过其他供电电压模块供给。这些电压可分配到通过模块总线的模块。

► 模块电源

模块电源是用于头模块、紧凑模块和电子模块的内部供电电压。

► 外设电源

外设电源为电子模块数字量输入/输出上的传感器和执行器提供 24 VDC。在紧凑模块上，输入电源由外设电源提供；输出电源必须馈给到模块端子。

为形成电源组，可以断开模块总线的连接。在数字故障安全模块上，外设电源用于提供测试脉冲。正确连接外设电源之后，才将启动故障安全输入/输出模块。在模拟量输入/输出模块上，外设电源与输入/输出电位隔离。

► C 导轨

C 导轨是一个额外的、自由的电源轨。您可通过说明中含有字母“-C”（例如 PSSu BP-C 1/8 S、PSSu BP-C 1/8 C）的基础模块访问 C 导轨。

C 导轨电源必须与其它基础模块连接属于同一电路。将 PE 连接到 C 导轨可提供一种简单形式的屏蔽。在紧凑模块上，C 导轨不能循环并且在端子上不可用。在 C 导轨上允许馈送：

- PE
- 0 V
- 屏幕
- - 30 VDC ... + 30 VDC
- - 48 VAC ... + 48 VAC

► 模拟模块和计数器模块上的输入/输出

模拟模块和计数器模块上的输入和输出与外设电源电位隔离。在基础模块上，用于输出的电源由外设电源发电。

► 接地

模块电源和外设电源为实现各自的电势（接地）而具有独立连接。

► 功能性接地

基础模块和紧凑模块上的接触弹簧将模块的功能性接地连接到安装导轨。

模块电源和外设电源的供电电压必须是符合 VDE 0100 标准 410 部分安全电气隔离要求（PELV 或 SELV）的超低电压。有关更多电源要求，可在供电电压模块或头模块的数据表中找到。

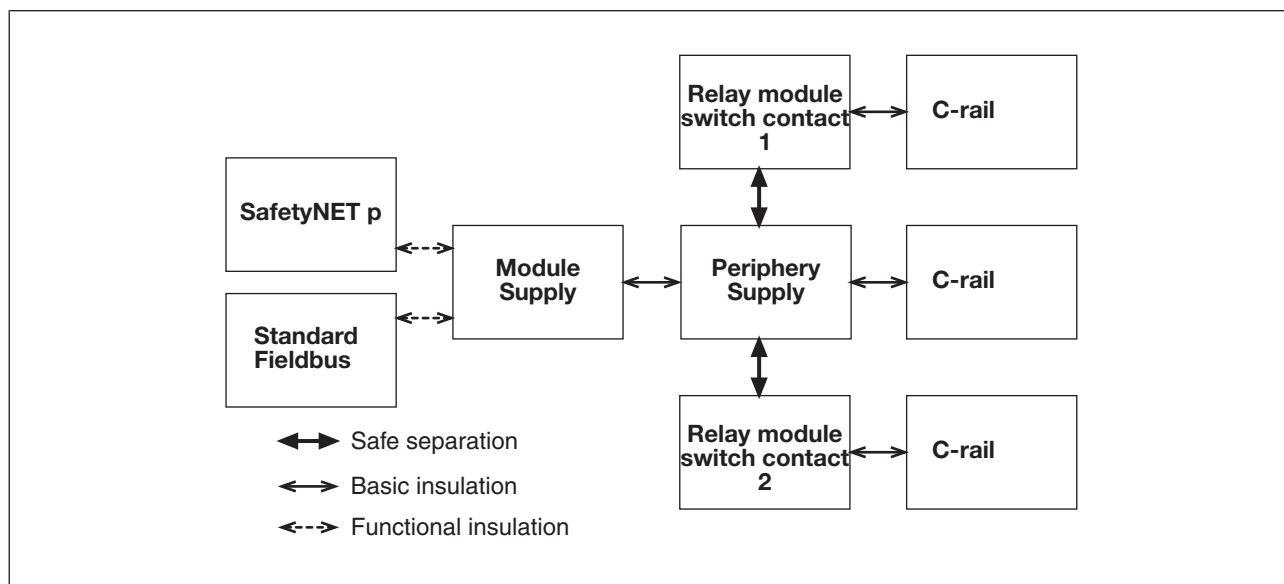
使用两个电源分别馈送电压时，模块电源和外设电源电位隔离。如果无需电位隔离，外设电源和模块电源可使用通用电源。

用于模块电源和外设电源的分压电源可增加可用性：如果外设电源中发生短路，则保持模块电源，并且头模块可继续与现场总线系统交换数据，例如用于诊断。

**重要信息**

请参阅 PSSuniversal 安装手册。

PSSu 系统中的电源隔离：

**警告！**

触电的危险！

施加电压时，接触带电元件可能会因电击导致严重的人身伤害，甚至死亡。如果连接到 PSSu 系统的电压高于 50 VAC 或 120 VDC（例如，切换继电器模块上的触点），请注意以下事项：

- 应用特定的事故预防规定。
- 供电组的 C 导轨仅应该连接到保护性接地 (PE)。

**重要信息**

为最大限度地确保安全，专门设计了 FS 输出电路。为此，在内部实施扩展性测试。如果一项测试功能期间的外设电源跌落，则认为相关输出发生故障。

触发错误响应：PSSu 系统中的所有安全相关系统部分将切换到停止状态，PSSu 系统上的所有 FS 输出将切换到安全状态。

如果发生重复电压跌落，应使用具有缓冲供电电压的电源，实现更高的可用性。

5.10

供电组

与相关基础模块使用时，任何电子供电电压模块均适用于分压并形成供电组。

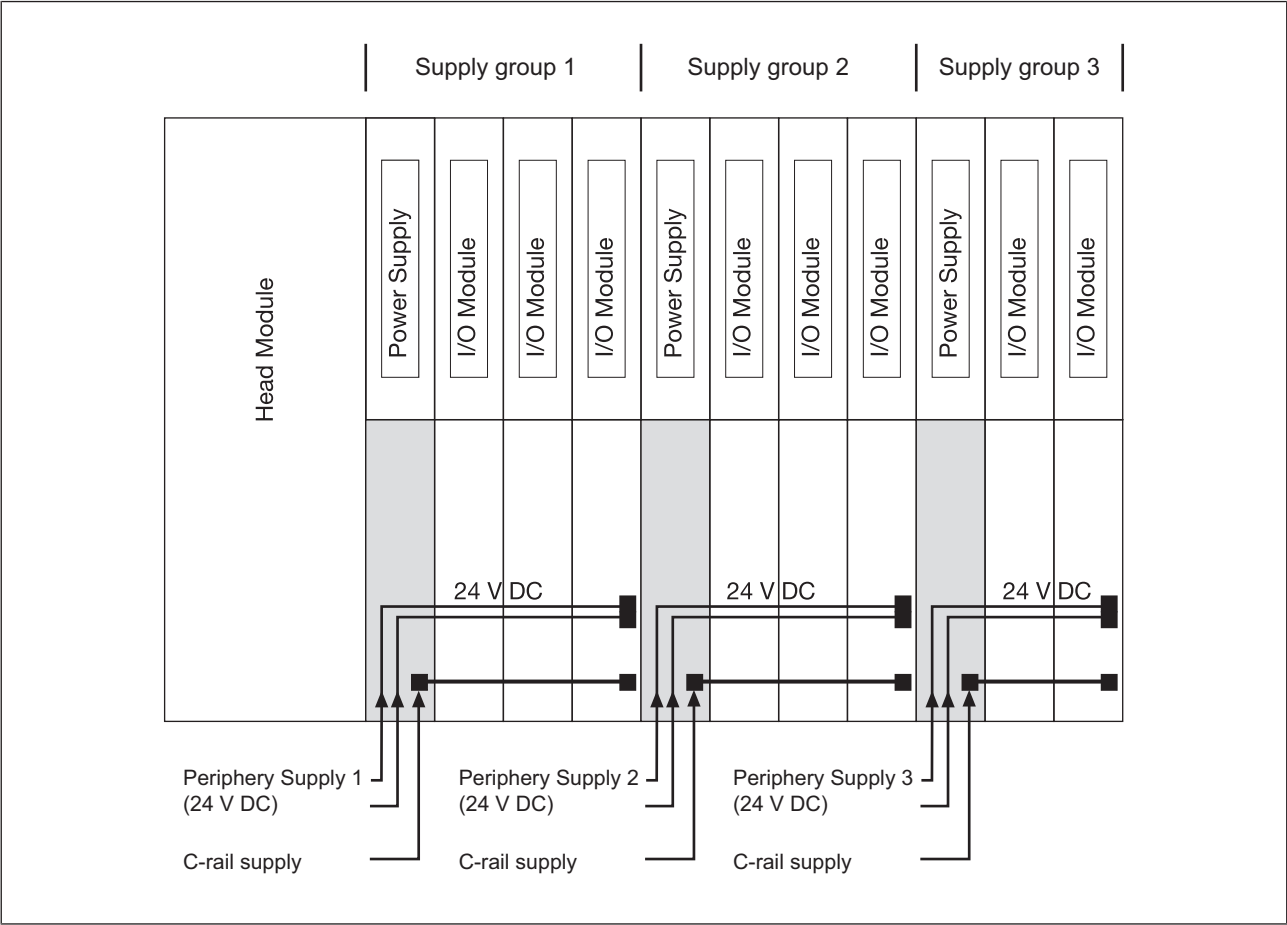
若要分压，则断开电源（外设电源和 C 导轨电源）与之前（左侧）模块的连接并对后续（右侧）j 模块提供新电源。

借助新供电组，还可通过提供新供电电压刷新模块电源。模块电源上的 0 V 电源从不中断，但始终在整个模块总线中循环通过。

请始终参阅相关电子供电电压模块的说明。

以下模块适用于分压，例如：

电子模块	底座模块	模块电源	外设电源和 C 导轨
PSSu E F PS	PSSu BS-R 1/8 S PSSu BS-R 1/8 C	刷新（提供新供电电压，不中断 0 V 电源）。	左侧模块的电源中断并对右侧模块提供新电源。
PSSu E F PS1	PSSu BS-R 2/8 S PSSu BS-R 2/8 C		
PSSu E F PS-P	PSSu BS 1/8 S PSSu BS 1/8 C	未刷新（5 V 未分压）。	
PSSu E F BSW	PSSu BS 2/8 S PSSu BS 1/8 C		



第一供电组的供电电压还可在头模块内集成。

5.11 最高环境温度

设备操作手册中的技术细则包含允许的最高环境温度的相关信息。当设备适合用在环境要求更高的场合时，必须基于工作高度考虑指定的环境温度。

技术细则中所述的值适用于在不超过SL 2000米的工作高度下使用设备时应用。当在更高海拔处使用时，必须考虑环境温度限制（标准IEC 61131-2）。

工作高度高于SL [m]	设备环境温度的乘数
0 ... 2000	1.0
3000	0.9
4000	0.8
5000	0.7

适合在环境要求更高的场合使用的设备包括产品名称中带有符号“-T”或“-R”的设备。

示例：

- ▶ PSSu H PLC1 FS SN SD-T
- ▶ PSSu H PLC1 FS SN SD-R
- ▶ PSSu H PLC2 FS SN SD-T
- ▶ PSSu H PLC1 FS SN SD M12-T
- ▶ PSSu H PLC1 FS SN SD M12-R
- ▶ PSSu H FS SN SD-T
- ▶ PSSu H FS SN SD-R
- ▶ PSSu H FS2 SN SD-T
- ▶ PSSu H FS SN SD M12-T
- ▶ PSSu H FS SN SD M12-R

请参考相关设备的操作手册中“预定用途”下列出的信息。

5.12 头模块上的状态 LED 指示灯

头模块包含许多状态 LED 指示灯，可提供有关各个系统部分状态的信息。但是，并非所有头模块都可提供下述的所有状态 LED 指示灯。

根据所用头模块，可使用系统部分进行外部通信，通过状态 LED 指示灯显示相应的运行状态（例如，PROFIBUS-DP 从站、PROFINET IO DEVICE、带 PROFIsafe 的 PROFIBUS-DP 从站、EtherNet/IP 适配端）。相关头模块的操作手册详细介绍了这些状态 LED 指示灯。请参阅所用头模块的操作手册。



重要信息

针对诊断消息和故障排除方法，提供诊断表和诊断日志。

说明



LED指示灯“点亮”



LED指示灯“闪烁”



LED指示灯“熄灭”

MBUS

“MBUS”LED指示FS和ST模块总线的状态。

颜色	状态	意义
- - -		不存在任何模块
绿色		FS和ST模块总线正在运行且无错误
红色		运行状态“PSSu系统上所有FS输出处于安全状态”，或者至少一个模块无法定位 (例如，在操作时模块已被删除以及实际/注册的硬件不匹配)
		运行状态“FS模块总线因以下错误处于停止状态：主要FS错误”

SD 卡或介质

LED指示SD卡的状态，并用于设备识别。

颜色	状态	意义
---		模块电源的供电电压缺失
红色		▶ SD卡缺失 - 或 ▶ SD卡未被识别 - 或 ▶ SD卡出现故障 - 或 ▶ 恢复模式：出于某些原因，SD卡的文件系统无法重建一致状态。
		▶ “将设备项目与设备绑定”功能： – 设备没有与设备项目相匹配的设备密钥。 - 或 – 设备项目没有与设备相匹配的项目密钥。 - 和/或 ▶ “将设备项目与SD卡绑定”功能： – 设备项目绑定SD卡，但SD卡未插入该设备。
绿色		设备和SD卡上的命名数据与设备项目相匹配
		▶ SD卡上的产品类型与设备/头模块的产品类型不匹配 - 或 ▶ SD卡上不存在任何设备项目 - 或 ▶ 恢复模式：SD卡的文件系统处于一致状态，并可以移除SD卡。
绿色 - 红色		设备和SD卡上的命名数据与设备项目不匹配
橙色		用户激活了设备标识 ▶ SafetyNET p (PAS4000) 中的PSS 4000设备标识 - 或 ▶ PROFINET中的PROFINET IO设备标识 (PROFINET工程工具)

FS RUN

“FS RUN”LED指示FS资源的状态。

颜色	状态	意义
- - -		FS资源未启动或处于停止状态
绿色		运行状态“FS资源处于运行状态且无错误”： FS资源任务正在运行且无错误。 项目已授权。
		运行状态“FS资源处于运行状态且有错误”： - 任务处于已终止状态，或者 - 任务处于停止状态 至少一个FS资源任务当前未运行。 项目已授权。
橙色		运行状态“FS资源处于运行状态且无错误”： FS资源任务正在运行且无错误。 项目未授权。
		运行状态“FS资源处于运行状态且有错误”： - 任务处于已终止状态，或者 - 任务处于停止状态 至少一个FS资源任务当前未运行。 项目未授权。

ST RUN

“ST RUN”LED指示ST资源的状态。

颜色	状态	意义
- - -		ST资源未启动或处于停止状态
绿色		运行状态“ST资源处于运行状态且无错误”： ST资源任务正在运行且无错误。 项目已授权。
		运行状态“ST资源处于运行状态且有错误”： - 任务处于已终止状态，或者 - 任务处于停止状态 至少一个ST资源任务当前未运行。 项目已授权。

颜色	状态	意义
橙色		运行状态“ST资源处于运行状态且无错误”： ST资源任务正在运行且无错误。 项目未授权。
		运行状态“ST资源处于运行状态且有错误”： - 任务处于已终止状态，或者 - 任务处于停止状态 至少一个ST资源任务当前未运行。 项目未授权。

DIAG

“DIAG” LED指示PSSu系统/PSS67设备的系统部分中是否存在故障。可通过诊断列表进行精确评估。

颜色	状态	意义
---		所有系统部分均未启动，模块电源缺失。
绿色		设备没有出现严重程度为“错误”或“警告”的消息。
		正在准备设备诊断列表和设备诊断日志
红色		至少一个系统部分出现严重程度为“错误”的消息（参见诊断表）。
		▶ 至少一个FS系统部分出现重大FS错误（参见诊断列表）。或 ▶ 由于发生内部错误，启动过程停止。诊断不可用。复位按钮不起作用。
橙色		设备出现严重程度至少为“警告”的消息（参见诊断列表）。
红色 - 绿色		开始“预定的操作员操作”（复位按钮的功能）

FS FORCE

“FS FORCE”LED显示FS资源上的强制和在线更改的状态。

颜色	状态	意义
---		在FS资源上，强制激活且无在线更改激活
黄色		在FS资源上，强制激活和/或至少一处在线更改激活

ST FORCE

“ST FORCE”LED显示ST资源上的强制和在线更改的状态。

颜色	状态	意义
---		在ST资源上，强制激活且无在线更改激活
黄色		在ST资源上，强制激活和/或至少一处在线更改激活

FS SNp

“FS SNp”LED指示安全相关系统部分FS SafetyNET p的状态。

颜色	状态	意义
- - -		系统部分FS SafetyNET p未启动
绿色		运行状态“FS SafetyNET p处于运行状态且无错误”
		运行状态“FS SafetyNET p处于运行状态且有轻微错误”
红色		运行状态“FS SafetyNET p处于停止状态且有错误：主要FS错误”
		运行状态“FS SafetyNET p处于停止状态且有错误：重大FS + ST错误”

ST SNp

“ST SNp”LED指示非安全相关系统部分ST SafetyNET p的状态。

颜色	状态	意义
- - -		系统部分ST SafetyNET p未启动
绿色		运行状态“ST SafetyNET p处于运行状态且无错误”
		运行状态“ST SafetyNET p处于运行状态且有轻微错误”
红色		运行状态“ST SafetyNET p处于停止状态且有错误：重大FS + ST错误”
		

5V、24V

“5 V”LED指示模块电源的状态。

颜色	状态	意义
---		模块电源没有供电电压或供电电压错误
绿色		模块电源在模块总线上可用

“24 V”LED指示外设电源的状态。

颜色	状态	意义
---		外设电源没有供电电压或供电电压错误
绿色		外设电源在模块总线上可用

X3 : LNK · X3 : TRF · X4 : LNK · X3 : TRF

PSSu系统可以具有一个以太网接口 (X3) 或X3和X4两个以太网接口 (见[以太网接口 \[80\]](#))。指定头模块上的两个状态LED指示灯作为以太网接口的显示元素。状态LED指示灯可指示各种连接和通信状态。

X3 : LNK · X3 : LNK

颜色	状态	意义
---		无网络连接
绿色		网络连接无误

名称“LNK”代表“LINK”。

X3 : TRF · X4 : TRF

颜色	状态	意义
---		没有数据流量
黄色		数据流量无误

名称“TRF”代表“TRAFFIC”。

6 PSS67设备基本信息

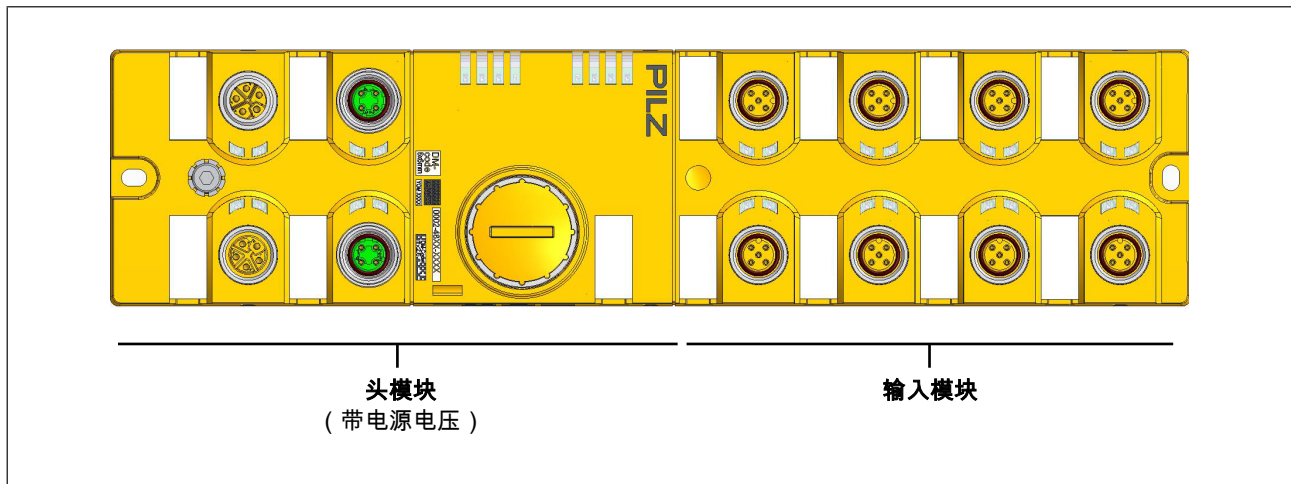
PSS67设备是PSS 4000独有的设备。PSS67设备是PSS 4000独有的紧凑型设备。

设备可用的系统部分取决于设备（参见[系统部分](#)  [21](#)）。在相关设备的操作手册中也可以找到详细信息。

6.1 结构

原则上，PSS67设备是用于IP67的紧凑型PSSu系统。IP67外壳包括：

- ▶ 头模块
- ▶ 电源电压
- ▶ 用于标准和故障安全应用的输入模块



头模块

头模块协调PSS67设备的整个数据流量并决定其性能类别。

性能类别决定设备的基本功能。性能类别区分为如下几种：

- ▶ PSS 4000 I/O (缩写：I/O)
PSS 4000独有的设备，无控制功能
- ▶ PSS 4000 multi (缩写multi)
PSS 4000独有的设备，带紧凑型安全控制系统的功能
- ▶ PSS 4000 PLC (缩写：PLC)
PSS 4000独有的设备，用于控制自动化工厂

PSS67设备的功能取决于性能类别：

- ▶ 性能类别为PSS 4000 I/O的PSS67设备
 - 借助性能类别为PSS 4000 PLC或PSS 4000 multi的控制系统，通过 SafetyNET p控制 I/O。
- ▶ 性能类别为PSS 4000 PLC的PSS67设备
 - 当使用SafetyNET p联网时，从所有性能类别的分散式PSS 4000设备对I/O进行控制
 - ST资源及FS资源可用
 - 每个资源最多9个任务
 - 通过PAS4000 Multi编辑器进行编程，或在符合IEC 61131的PAS4000中编程

输入模块

带数字输入的PSS67设备可用。

电源电压

头模块和输入模块通过电源电压供应模块电源 (5 V) 和外设电源 (24 V) 。

6.2 模块母线 (MBUS)

头模块和输入模块通过内部模块母线连接。内部模块母线在头模块和输入模块之间传输数据。

6.3 PSS67设备插槽

插槽指示PSS67设备上输入/输出模块的位置。

在PSS67设备上，输入/输出模块的插槽是固定的，因为它们以不变的固定顺序位于单个外壳中。编号从插槽0开始。

有关插槽的详细信息，可在相关PSS67设备的操作手册中找到。

6.4 电源电压

PSS67设备的电压：

▶ 模块电源

模块供电是用于头模块和输入模块的内部电源电压。

▶ 外设供电

外设电源为数字输入模块的传感器和测试脉冲提供24 VDC。

接地（地线）和功能性接地的连接：

▶ 接地

模块电源和外设电源为实现各自的电势（接地）而具有独立连接。

▶ 功能性接地

PSS67设备包含连接功能性接地的固定螺丝。

模块电源和外设电源的供电电压必须是符合VDE 0100标准410部分安全电气隔离要求（PELV或SELV）的超低电压。有关电源的详细要求，可在相关PSS67设备的操作手册中找到。

使用两个电源分别馈送电压时，模块电源和外设电源电位隔离。如果无需电位隔离，外设电源和模块电源可使用通用电源。

用于模块电源和外设电源的分压电源可增加可用性：如果外设电源中发生短路，则保持模块电源，并且头模块可继续与现场总线系统交换数据，例如用于诊断。



注意

请参考相关PSS67设备操作手册中关于连接电源以及最大电流负载能力的信息。

6.5 状态LED指示灯

PSS67设备包含许多状态LED指示灯，可提供有关各个系统部分状态的信息。这些状态LED的含义与PSSu系统的头模块上的LED相同（参见[头模块上的状态 LED 指示灯](#)  67）。



重要信息

请注意PSS67设备和PSSu系统之间的以下区别：

- 在PSS67设备上，以太网接口不在X3和X4，而在X21和X22。然而，状态LED的功能和标示是相同的。
- PSS67设备不包含状态LED“MBUS”，因为它对PSS67设备没有意义。

详细信息，可在相关PSS67设备的操作手册中找到。

7 以太网

7.1 自动 IP 分配机制

Auto-IP机制的作用是，不需要手动配置以太网中的设备，而是自动分配一个闲置IP地址。为此，IANA提供了地址范围169.254.0.0/16。

PSS 4000专属设备

在出厂状态下或原始复位后，PSS 4000专属设备上的Auto-IP机制处于激活状态。当[启动系统部分 \[📖 323\]](#)时，进行激活。在启动过程中，Auto-IP机制将闲置IP地址分配给这些设备，范围为169.254.1.0 ... 169.254.254.255。

在设备命名过程期间，Auto-IP机制是不激活的（参见[PSS 4000专属设备的设备命名过程 \[📖 299\]](#)）。

PSS 4000可操作设备

PSS 4000可操作设备从范围169.254.0.0/16中选择闲置IP地址。

7.2 以太网接口

PSS 4000 设备具有用于连接以太网的以太网接口。以太网接口规格（带 2 个自由切换端口的内部开关）、连接技术（例如，RJ45）和以太网接口命名（例如，ETHERNET、SafetyNET p）取决于设备。请参考所用设备的操作手册中说明的信息。



注意

仅限使用以太网的设备（例如，交换机、集线器），支持自动侦测/自动协商功能。否则可能出现双工冲突（双工不匹配），这可引起大量延迟或零星的数据传输错误。

在 PSS 4000 自动化系统中，以太网接口的用途如下：

- ▶ 通过 [SafetyNET p \[86\]](#) 的数据交换连接
- ▶ 通过使用 Modbus/TCP、原始 UDP 等 IP 连接的外部通信的数据交换连接（见外部通信）
- ▶ PAS4000 PC（= 编程接口）连接
- ▶ [OPC 服务器 \[471\]](#) 连接

7.2.1 RJ45 接口

PSS 4000设备可以具有采用RJ45连接技术 (RJ45接口) 的以太网接口。RJ45接口数目取决于设备。有关来自Pilz的PSS 4000专用设备或PSS 4000可操作设备的详细信息，在相关设备的操作手册中提供。

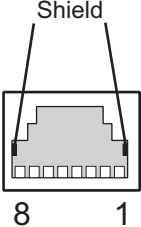
带有两个RJ45接口的PSS 4000专用设备具有带两个自由切换端口的内部开关。因此，这些设备无需使用任何其他交换机或集线器。

PSS 4000专属设备上的RJ45接口具有自动侦测和自动交叉功能。

自动侦测功能会在数据传输期间自动检测比特率。自动交叉功能意味着无需区分连接电缆上的接线电缆 (非交叉数据线路连接) 和交叉电缆 (交叉数据线路连接)。在内部自动建立正确的数据线路连接。因此，接线电缆可用作终端设备及级联的连接电缆。

7.2.2 RJ45 接口分配

具有RJ45接口的PSS 4000专属设备的接口分配如下：

RJ45接口 (8 针)	PIN	标准	交叉
	1	TD+ (发送+)	RD+ (接收+)
	2	TD- (发送-)	RD- (接收-)
	3	RD+ (接收+)	TD+ (发送+)
	4	常闭	常闭
	5	常闭	常闭
	6	RD- (接收-)	TD- (发送-)
	7	常闭	常闭
	8	常闭	常闭
常闭= 未连接			

适用于RJ45连接器的接口 (平面图)

7.2.3 适用于 RJ45 的连接器和连接电缆

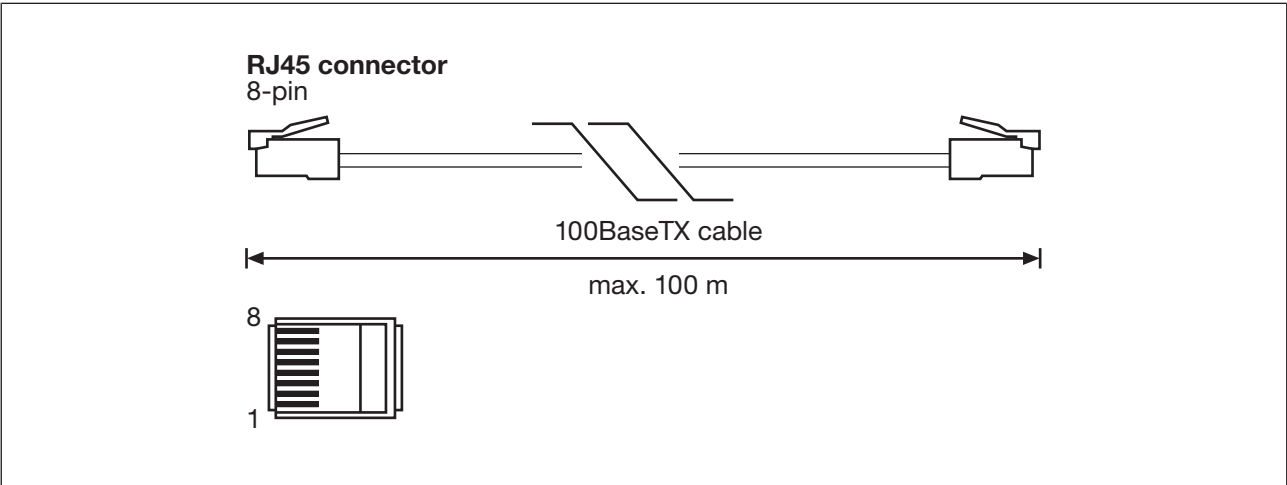


图: RJ45 连接器的分配 (仰视图)

请注意连接器和电缆的以下最低要求：

100BaseT电缆

比特率	100 MBit/s
最大分段长度	100m
中	STP、S/STP [1] (屏蔽/双屏蔽双绞线电缆) 2对 至少5类[2]
连接	屏蔽8针RJ45连接器
拓扑结构	点对点/集线器 (集线器、交换机)

[1]

对于工业环境中的以太网应用，Pilz建议使用双屏蔽双绞线电缆 (S/STP)。

[2]

合适的TP电缆：

5类	高达100 MHz (10Base-T、100BaseT4、100BaseTX)
5e类	高达100 MHz (1000Base-T)
6类	高达250 MHz
6a类	高达500 MHz (10GBase-T)
7类	高达600 MHz
7a类	高达1000 MHz

用于以太网应用的TP电缆通常具有100 Ohm的波阻抗。

可通过采用非交叉数据线路连接 (接线电缆) 的 100BaseTX 电缆进行连接。

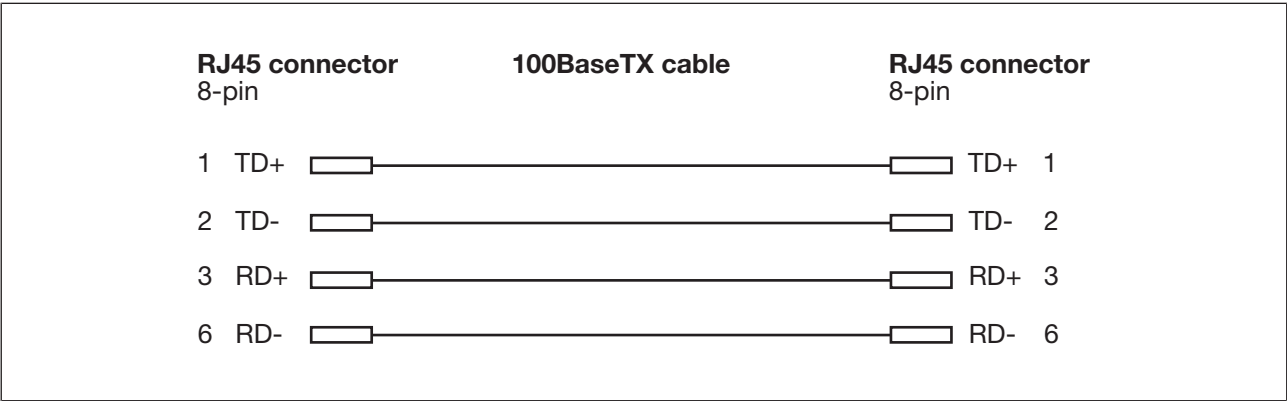


图: 100BaseTX 电缆 (标准)



重要信息

如果您自行组装连接电缆，我们建议您使用同一制造商生产的连接器和电缆。这是因为由于允许的公差不同，连接器尺寸和电缆截面可能会有很大差异。

7.2.4 RJ45 接口上的状态 LED 指示灯

RJ45 版本的以太网接口通常具有状态 LED 指示灯，用来显示各种连接和通信状态。有关详细信息，可在相关设备的操作手册中找到。

8 SafetyNET p

8.1 概述

SafetyNET p是基于以太网的多主站总线系统，适于工业用途。它可用作PSS 4000上标配的现场总线系统，处理分布式任务。

SafetyNET p协议包含一个安全的数据通道，该通道根据IEC 61508的SIL 3对数据传输进行了认证。在SafetyNET p上，安全相关数据和非安全相关数据均通过同一总线电缆传输。

可以“实时帧网络”（RTFN）的形式使用SafetyNET p。

SafetyNET p上的应用层（ISO/OSI的7层模式中的第7层）基于CANopen。SafetyNET p融合了CAN总线协议与标准化工业应用层。包括标准化通信以及技术与功能性能数据，使分布式自动化单元实现联网。在设备子协议中使用定义的应用对象。

8.1.1 SafetyNET p 协议版本

IEC 61784-3的更新包含SafetyNET p协议的新增内容。在SafetyNET p协议版本2中考虑过这些新增内容。

SafetyNET p协议版本1将继续支持原始协议版本。



重要信息

注：

- 在PSS 4000项目的项目属性中配置SafetyNET p协议版本。
- 在一个PSS 4000项目中，混用SafetyNET p协议版本为1和2的设备是不可能的。

8.1.2 ISO/OSI 的 7 层参考模型中的 SafetyNET p

ISO/OSI (开放系统互连) 参考模型是介绍所有数据处理通信系统的所有数据通信功能的标准化格式。各种功能进行划分，形成一个具有7种不同功能的层级模型。1、2和7层描述了现场总线通信。

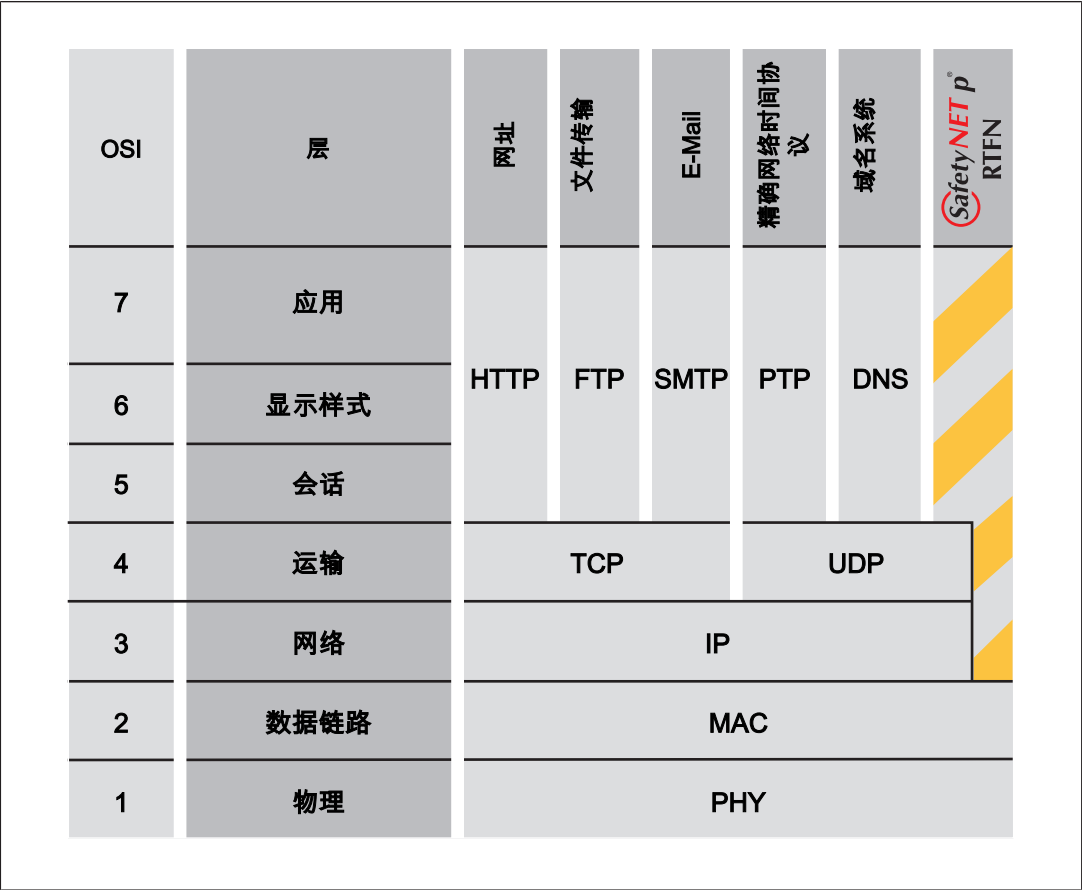


图: ISO/OSI的7层参考模型中的SafetyNET p

8.1.3 RTFN (实时框架网络)

RTFN传输层用在过程控制和单元层面。

RTFN可与常见的办公自动化标准以太网完全兼容，因其基于相同的传输机制。由于RTFN旨在与以太网网络中的其他实用工具混合使用，没有特定限制，RTFN从站可与网络中的其他设备（笔记本电脑、打印机等）基于同等水平进行通信。



重要信息

如果不支持RTFN的设备在网络上造成高负载，则SafetyNET p的可用性可能受到不利影响。在可用性要求较高的应用中，建议不要与SafetyNET p同时运行任何其他通信，或者使用具有管理功能的交换机。

8.1.4 安全相关和非安全相关数据的传输

SafetyNET p 可用于通过集成的安全通信层传输安全相关数据。该安全机制旨在满足 IEC 61508 的 SIL3 要求。发送安全相关数据时将其封装在 SafetyNET p 报文内。因此，交换机或电缆等所有其他网络组件均可设计成标准以太网组件。它们不会影响安全相关数据传输。

例如，PC 或标准控制系统等非安全相关 SafetyNET p 设备也不会影响安全相关通信。因此，可在一个网络内混合操作安全相关和非安全相关设备。

8.2 SafetyNET p 上的拓扑

由于 SafetyNET p 是一个基于以太网的总线系统，所有熟悉以太网的有效结构均可作为直线拓扑或星形拓扑。您还可实施动态结构。

8.2.1 线性拓扑

线性拓扑通过将几个总线设备连成一条线创建而成，没有分支。此拓扑是常见的现场总线结构。线性拓扑最适合用于在大范围内扩展的设备（例如，传送带系统、联锁生产单元）。

SafetyNET p 设备通常有两个以太网接口（自动侦测带有两个自由端口的交换机），可用来启用线性拓扑。这样便无需任何其他网络组件，如交换机等。

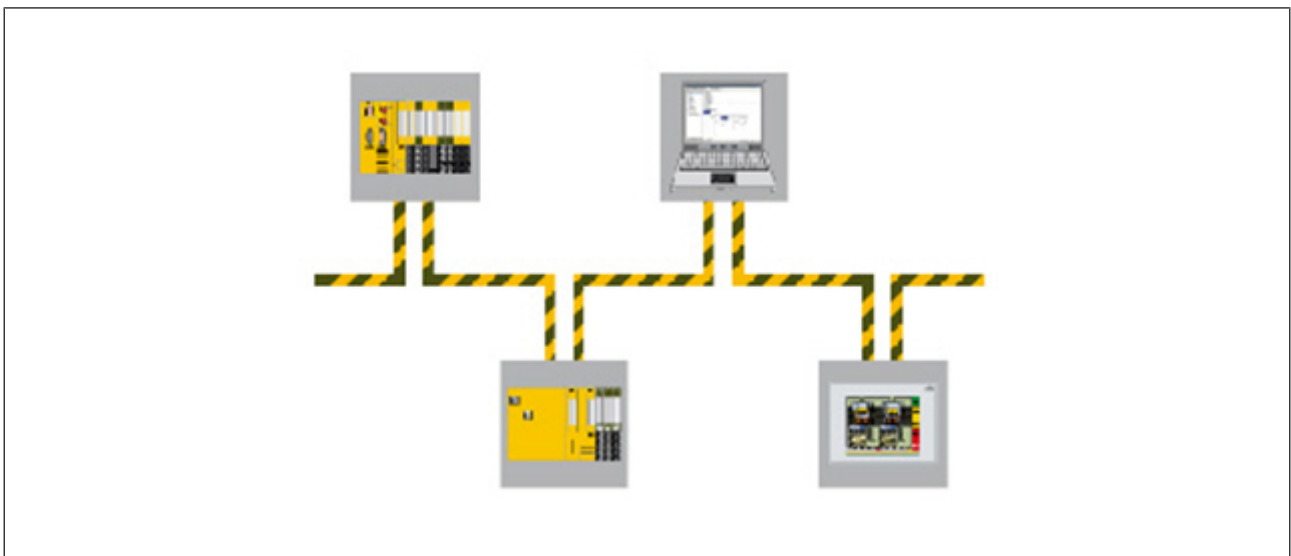


图: 线性拓扑（原理）

8.2.2 星形拓扑

当几个设备连接一个中心点时，便组成了星形拓扑。通常将交换机用作中央信号分配器。通信合作伙伴通过点对点连接中的交换机进行通信。星形拓扑最适合用于在小的物理范围内设备密度较高的区域（例如，小的生产单元、独立生产机器）。

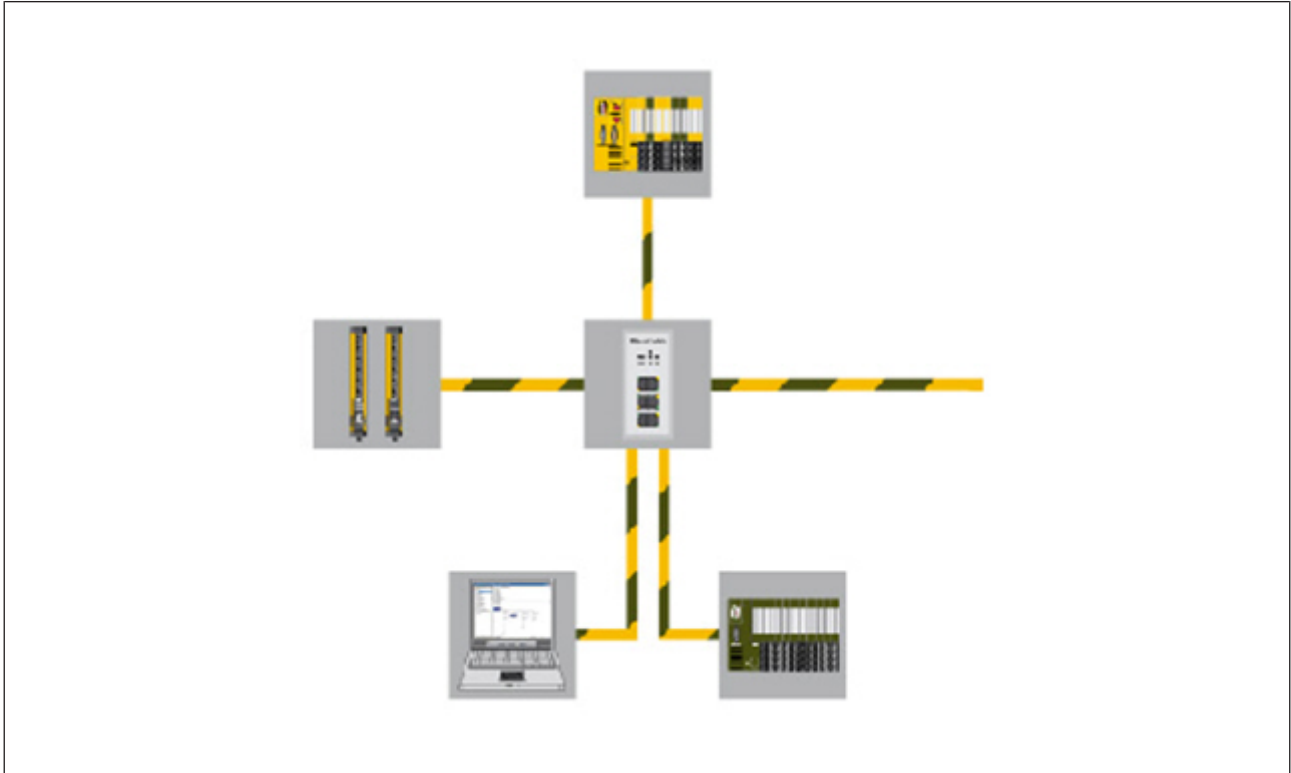


图: 星形拓扑（原理）

8.2.3 动态结构

SafetyNET p 支持常见的可动态热插拔设备的以太网功能。这在维修、维护和诊断中尤为有用。

8.3 选择 SafetyNET p 组件

SafetyNET p 支持使用既定插头式连接器的功能强大且常见的现场总线连接技术，以及在控制柜中采用 RJ45 连接器形式的经济型 IP20 布线。

如果满足性能要求，可使用传统的标准以太网基础设施。包括连接器、电缆、路由器、交换机、网关和信道。

建议您使用Pilz供应的组件。

原则上可以使用其他组件，前提是它们适合用在工业环境中。



重要信息

如果您自行组装连接电缆，我们建议您使用同一制造商生产的连接器和电缆。这是因为由于允许的公差不同，连接器尺寸和电缆截面可能会有很大差异。

8.4 SafetyNET p 接口

通过 SafetyNET p 进行数据交换的物理连接是通过 [以太网接口](#) [ 80]提供的。



注意

仅限支持自动侦测/自动协商功能的 SafetyNET p 设备（例如，交换机、集线器），否则可能会出现双工冲突（双工不匹配），这可引起大量延迟或零星的数据传输错误。

8.5 通过SafetyNET p处理数据交换

任何具有ST SafetyNET p和/或FS SafetyNET p系统部分的PSS 4000设备均可通过SafetyNET p进行过程数据交换。

PSS 4000设备的FS/ST SafetyNET p系统部分通过发送连接将过程数据从发送数据区发送到其通信合作伙伴，并通过接收连接在其接收数据区接收其通信合作伙伴的过程数据。

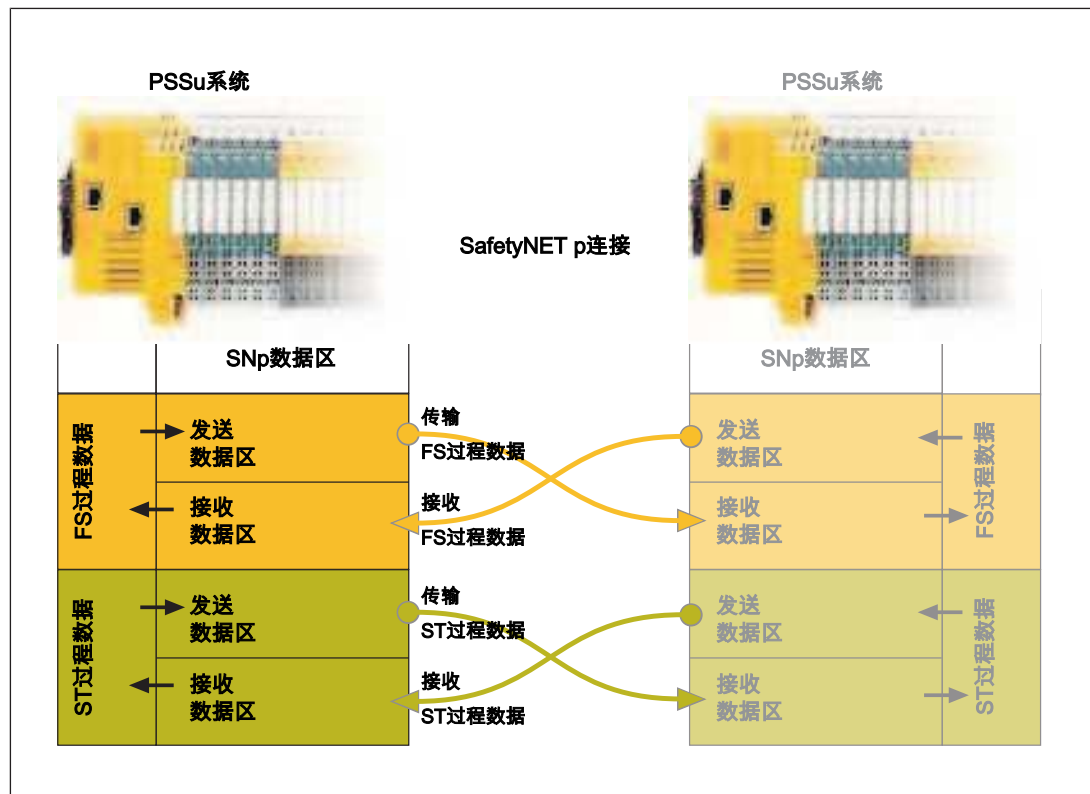


图: 通过SafetyNET p (如PSSu系统) 交换过程数据的原理

安全相关的处理数据 (FS处理数据) 通过SafetyNET p的安全数据通道上的安全连接 (FS连接) 发送。非安全相关的处理数据 (ST处理数据) 通过SafetyNET p的非安全数据通道上的非安全连接 (ST连接) 发送。

每个连接均包含一个发送部分和一个接收部分。发送部分包括发送设备的发送数据区中的一个区域。该区域被称为TX数据区。接收部分包括接收设备的接收数据区中的一个区域。该区域被称为RX数据区。

因此，每个连接在发送设备上都有自己的TX数据区，在接收设备上都有自己的RX数据区。

► FS过程数据的过程数据交换

FS过程数据通过FS连接进行交换；即通过FS-Tx连接从设备的相应(FS-)Tx数据区发送FS过程数据，从接收设备的角度来看，通过FS-Rx连接在相应的(FS-)Rx数据区接收数据。

► ST过程数据的过程数据交换

ST过程数据通过ST连接进行交换；即通过ST-Tx连接从设备的相应(ST-)Tx数据区发送ST过程数据，从接收设备的角度来看，通过ST-Rx连接在相应的(ST-)Rx数据区接收数据。

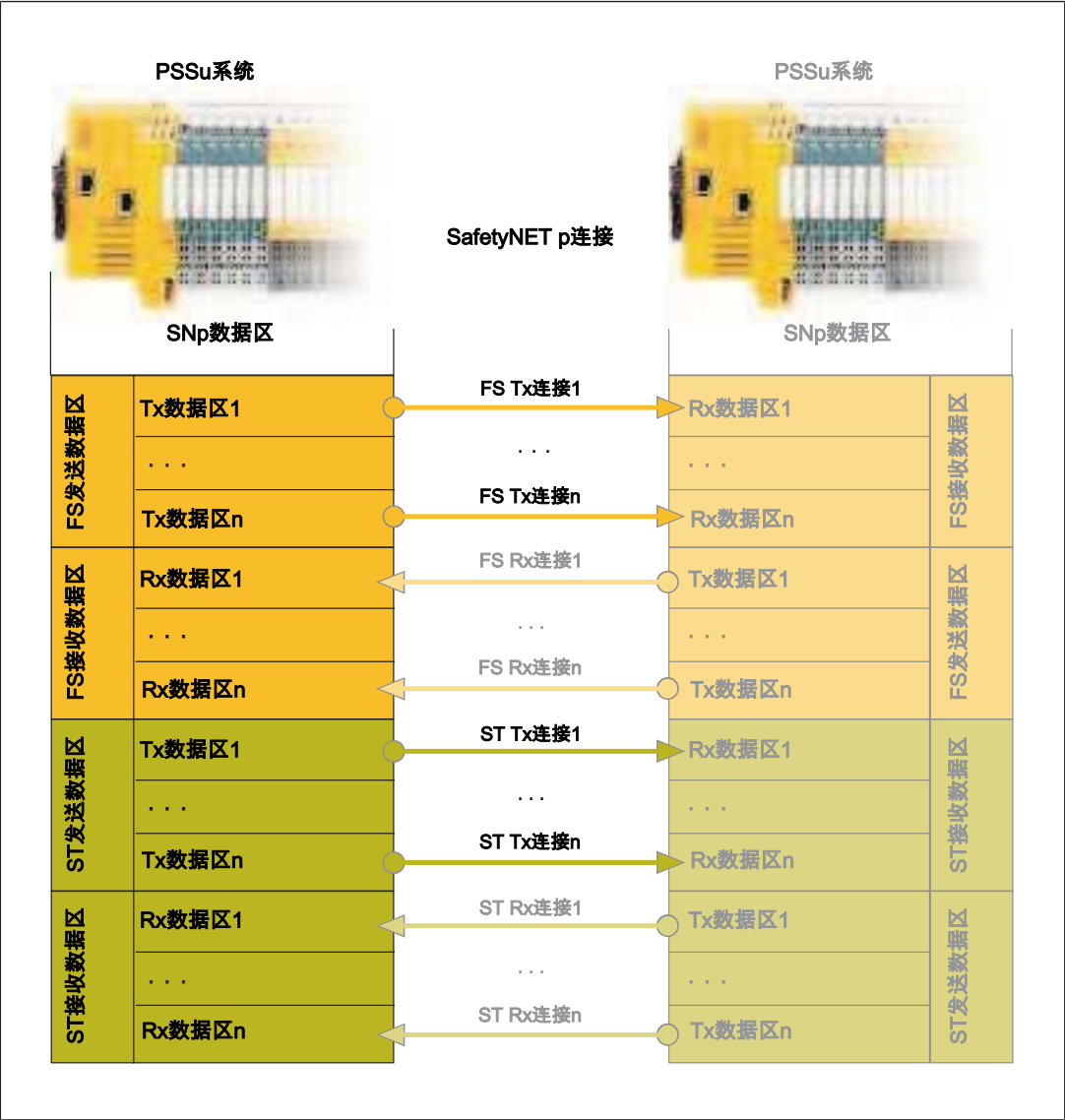


图: 通过连接交换过程数据的原理 (例如PSSu系统)

8.5.1 周期性处理连接

发送PSS 4000设备上的FS/ST SafetyNET p系统部分以循环时间 t_{SNp} 循环启动一个Tx连接，并通过SafetyNET p发送处理数据（见[响应时间](#)  442）。

在接收设备的FS/ST SafetyNET p系统部分中，事件驱动测试可检查在属于Tx连接的Rx数据区是否有可进一步处理的新处理数据。

Tx连接启动后，必须在配置的最大传输延迟时间 $t_{DelaySNp}$ 内在相应的接收数据区内有可用的过程数据。如果测量的时间（参见[FS心跳（FS-HBT）](#)  109）超过配置的最大传输延迟时间 $t_{DelaySNp}$ ，则会在接收设备上禁用从发送设备接收的所有FS接收连接（FS-Rx连接）。替代值用于接收数据，有效位 = FALSE。

系统监控项目内所有Tx连接的情况（参见[响应时间](#)  442）。

8.5.2 SafetyNET p 接收超时

PSS 4000设备使用SafetyNET p接收超时来监控针对通信错误接收的数据。这既适用于ST通信错误（ST SafetyNET p系统部分），也适用于FS通信错误（FS SafetyNET p系统部分）。为帮助理解，以下信息从接收设备的角度考虑SNp通信，因为监控仅发生在接收端：

- ▶ 从接收处理数据的设备的角度来看，发送设备也可称为远程设备。
- ▶ 设备从远程设备接收处理数据的连接也可称为接收连接（Rx连接）。
 - 来自ST-Rx连接的处理数据位于相应的ST-Rx数据区。
 - 来自FS-Rx连接的处理数据位于相应的FS-Rx数据区。
- ▶ PSS 4000设备的相关系统部分接收到可在相应的Rx数据区进一步处理的处理数据时，启用Rx连接。
- ▶ PSS 4000设备的相关系统部分未接收到或忽略了可在相应的Rx数据区进一步处理的处理数据时，禁用Rx连接。
- ▶ 在属于Rx连接的Rx数据区，SNp接收超时结束前必须显示新的处理数据，否则PSS 4000设备的相关系统部分会检测到连接丢失并禁用Rx连接。
- ▶ PSS 4000设备的ST SafetyNET p系统部分可与单个远程设备保持ST-Rx连接，也可与多个远程设备保持ST-Rx连接。
- ▶ PSS 4000设备的FS SafetyNET p系统部分可与单个远程设备保持FS-Rx连接，也可与多个远程设备保持FS-Rx连接。

如果系统部分（ST SafetyNET p / FS SafetyNET p）检测到通信错误，则会根据通信错误的类型禁用Rx连接。如果FS通信发生错误，则禁用情况还取决于SafetyNET p协议版本。发生通信错误后，如果错误原因不再出现，ST通信（= 启用ST-Rx连接）总会自动恢复（请参阅[ST SafetyNET p处于运行状态且有轻微错误 \[399\]](#)）。发生通信错误后，FS通信（= 启用FS-Rx连接）的恢复取决于SafetyNET p协议版本和通信错误类型。

- ▶ [SNp 协议版本 1：FS 通信的通信错误和恢复 \[100\]](#)
- ▶ [SNp 协议版本 2：FS 通信的通信错误和恢复 \[101\]](#)

8.5.2.1 Snp 协议版本 1 : FS 通信的通信错误和恢复

Snp协议版本1发生的下列通信错误之间是有区别的：

▶ FS通信发生永久错误

如果接收PSS 4000设备在30 s内检测到至少2个连接错误，则该错误为“永久”错误。将永久禁用与远程设备的FS通信。

▶ FS通信发生瞬时错误

如果接收PSS 4000设备在30 s内检测到最多1个连接错误，则该错误为“瞬时”错误。将暂时禁用与远程设备的FS通信。

PSS 4000设备的FS SafetyNET p系统部分在Snp接收超时内未从远程设备接收到任何新处理数据时，会检测到通信错误。发生的情况是：

▶ 启动1 s的FS SafetyNET p等待时间。

▶ PSS 4000设备的FS SafetyNET p系统部分切换到FS SafetyNET p处于运行状态且有轻微错误 389]。

▶ 在最初阶段，如果经过1 s的FS Snp等待时间后，错误已修复和/或错误未再出现，则PSS 4000设备会立即重新启用与远程设备的FS通信。

– 永久错误

用户必须执行一次复位才能恢复FS通信。

– 瞬时错误

自动恢复FS通信。

8.5.2.2 Snp 协议版本 2 : FS 通信的通信错误和恢复

Snp协议版本2发生的下列通信错误之间是有区别的：

- ▶ FS通信发生基于连接的错误
错误与通过单个FS-Rx连接进行的FS通信相关。FS-Rx连接暂时禁用。
- ▶ FS通信发生基于设备的错误
错误与两个PSS 4000设备之间的FS通信相关。接收设备和远程设备之间的所有FS-Rx连接暂时禁用。
- ▶ FS通信发生非特定错误
错误与PSS 4000设备和所有其远程设备之间的FS通信相关。PSS 4000设备和所有其远程设备之间的所有FS-Rx连接暂时禁用。不能明确将错误原因归结到任何远程设备上时，这样的错误就是“非特定”错误。

PSS 4000设备的FS SafetyNET p系统部分在SafetyNET p接收超时内未通过FS-Rx连接接收到任何新处理数据时，会检测到通信错误。根据通信错误的类型，可连接多个FS-Rx连接。发生的情况是：

- ▶ 启动FS SafetyNET p等待时间  102]。
- ▶ PSS 4000设备的FS SafetyNET p系统部分切换到FS SafetyNET p处于运行状态且有轻微错误  390]。
- ▶ 在最初阶段，如果经过FS SafetyNET p等待时间后，错误已修复和/或错误未再出现，则PSS 4000设备的FS SafetyNET p系统部分会立即重新启用FS通信。
所有通信错误发生后，都会自动恢复FS通信（启用）。

8.5.2.3 Snp 协议版本 2：可配置 FS SafetyNET p 等待时间

如果为 PSS 4000 项目配置了 Snp 协议版本 2，则可配置 PSS 4000 项目的 FS SafetyNET p 等待时间。

FS SafetyNET p 等待时间是为检测到所有 FS SafetyNET p 系统部分中 FS 通信发生的所有错误，PSS 4000 项目所等待的时间；即 FS SafetyNET p 等待时间可确保检测到 PSS 4000 项目中所有 FS-Rx 连接发生的所有通信错误。在 SafetyNET p 等待时间内，会忽略可在受影响的 FS-Rx 数据区进一步处理的数据。

自动计算 FS SafetyNET p 等待时间

在 PSS 4000 项目属性中（PAS4000），可配置为自动计算 FS SafetyNET p 等待时间（= 默认设置）。在自动计算情况下，系统会为项目确定最短的 FS SafetyNET p 等待时间（= 最低允许值）。创建项目时，会显示最短的 FS SafetyNET p 等待时间。

由用户配置 FS SafetyNET p 等待时间

在某些情况下，配置项目时有必要使 FS SafetyNET p 等待时间大于最短等待时间。例如，在频繁禁用和重新启用 FS-Rx 连接这种情况下。在 PSS 4000 项目的项目管理器中（PAS4000），可在以下取值范围内配置 FS SafetyNET p 等待时间。

► 最短 FS SafetyNET p 等待时间

配置时，值不得低于 FS SafetyNET p 等待时间的最低允许值。最短 FS SafetyNET p 等待时间 $t_{\text{WaitTime_min}}$ 计算如下：

$$t_{\text{WaitTime_min}} = 2 [\max(t_{\text{Task}}, t_{\text{MBUS}}, t_{\text{ExtCo}}, t_{\text{Snp}})] + 1 t_{\text{BasicSnp}}$$

$t_{\text{WaitTime_min}}$ ：	PSS 4000 项目的最短 FS SafetyNET p 等待时间
$\max(t_{\text{Task}}, t_{\text{MBUS}}, t_{\text{ExtCo}}, t_{\text{Snp}})$ ：	应用于计算的值中的最大值
t_{Task} ：	PSS 4000 项目中 t_{Task} 值最大的 FS 任务的任务循环时间
t_{MBUS} ：	PSS 4000 项目中 t_{MBUS} 值最大的 FS 模块总线的模块总线循环时间
t_{ExtCo} ：	仅使用 PROFIsafe 通信： PROFIsafe 通信期间，PSS 4000 项目中从输出数据区循环传输外部输出数据的最长循环时间 t_{ExtCo}
t_{Snp} ：	跨项目 SafetyNET p 通信期间，PSS 4000 项目中循环启动 FS Snp-Tx 连接（发送 FS 数据）的最长循环时间
t_{BasicSnp} ：	项目中现有 Snp 发送数据的循环测试的基本循环时间

► 最长 FS SafetyNET p 等待时间

配置 FS-Snp 等待时间时，不得超过 FS SafetyNET p 等待时间的最大允许值。

最长 FS Snp 等待时间：60000ms

8.5.3 数据传输极限

数据传输极限由以下数据决定：

► 每个ST SafetyNET p系统部分的最大ST连接数

最大ST-Tx连接数受ST SafetyNET p系统部分可管理的ST发送数据区数的限制。ST发送数据区数始终对应ST接收数据区数。

ST SafetyNET p系统部分可管理的发送数据区数和接收数据区数取决于所用的PSS 4000设备（例如，PSSu PLC控制系统、PSSu multi控制系统、PSSu I/O分布式系统的头模块）。请参考所用设备的操作手册中说明的信息。

建立ST-Tx连接的可以是单个PSS 4000设备，或者各种PSS 4000设备的SafetyNET p系统部分。

示例：PSSu PLC控制系统：

PSSu PLC控制系统的ST SafetyNET p系统部分可以管理最多64个ST-Tx连接的发送数据区；因而可管理最多64个ST-Tx连接的接收数据区。

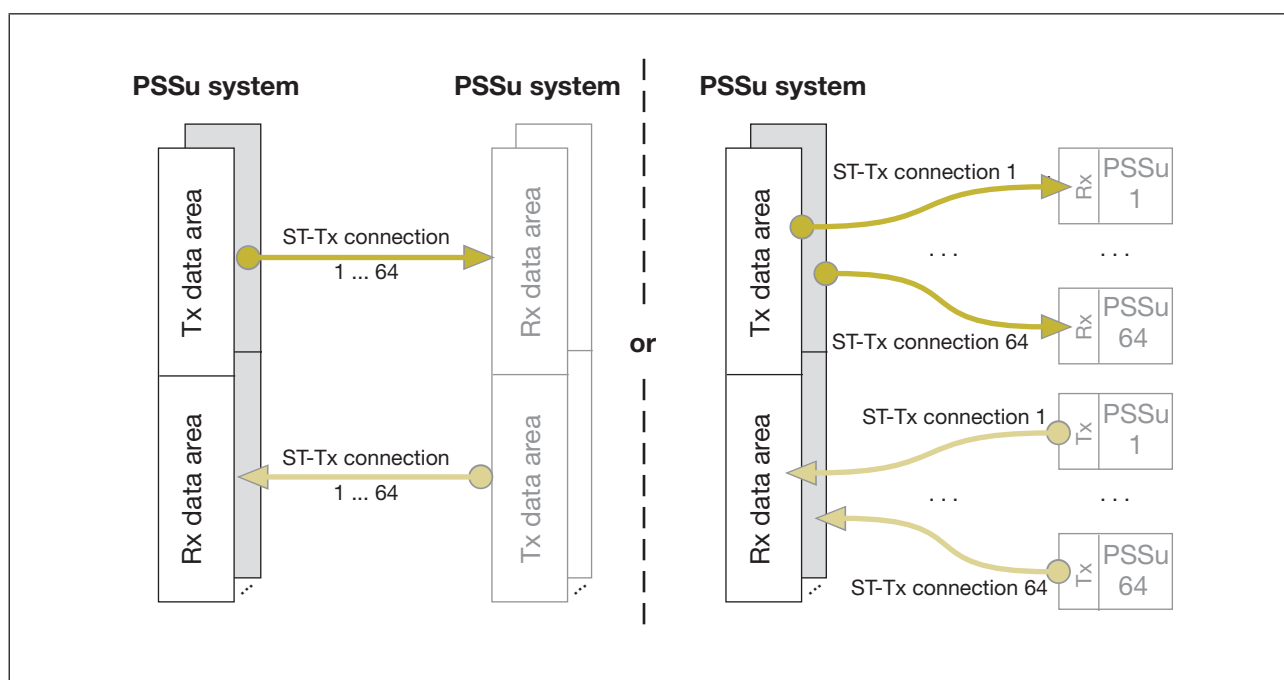


图: 控制系统PSSu PLC（如PSSu系统）上的最大ST-Tx连接数

► 每个FS SafetyNET p系统部分的最大FS连接数

最大FS-Tx连接数受FS SafetyNET p系统部分可管理的FS发送数据区数的限制。FS发送数据区数始终对应FS接收数据区数。

FS SafetyNET p系统部分可管理的发送数据区数和接收数据区数取决于所用的PSS 4000设备（例如，PSSu PLC控制系统、PSSu multi控制系统、PSSu I/O分布式系统的头模块）。请参考所用设备的操作手册中说明的信息。

建立FS-Tx连接的可以是单个PSS 4000设备，或者各种PSS 4000设备的FS SafetyNET p系统部分。

示例：PSSu PLC控制系统：

PSSu PLC控制系统的FS SafetyNET p系统部分可以管理最多64个FS-Tx连接的发送数据区；因而可管理最多64个FS-Tx连接的接收数据区。

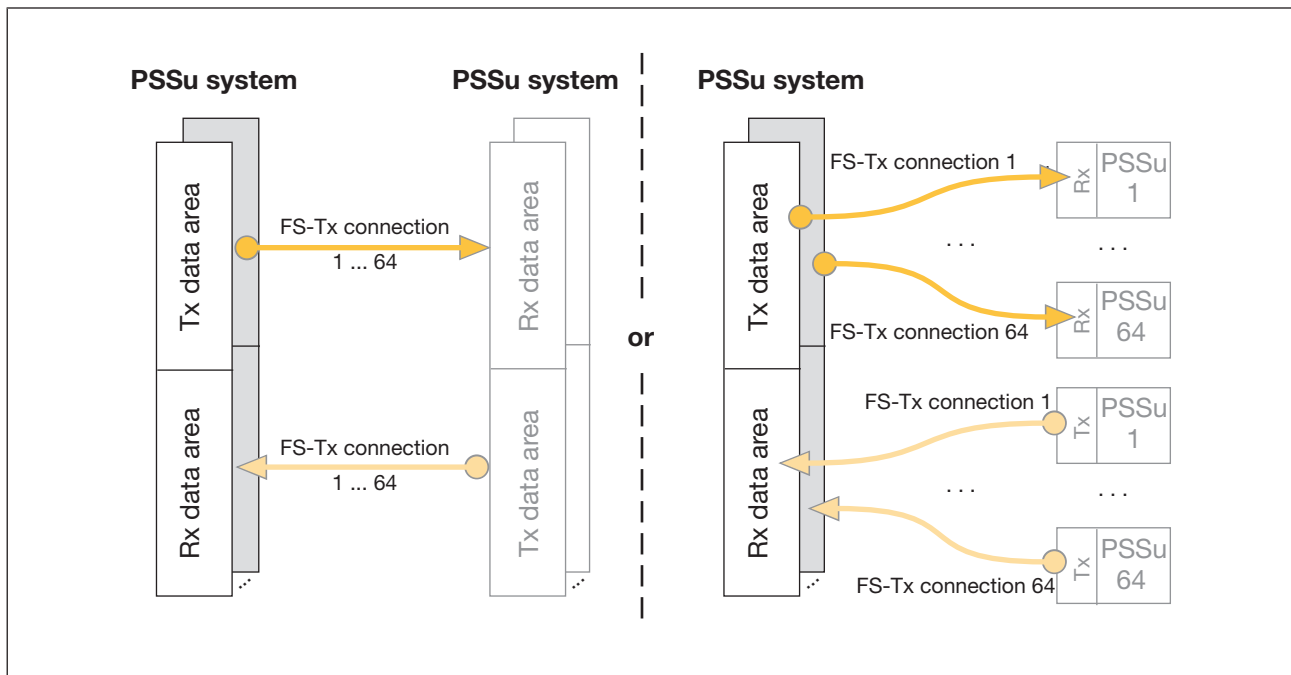


图: 控制系统PSSu PLC (如PSSu系统) 上的最大FS-Tx连接数

► 每个连接的最大字节数

每个连接的字节数取决于所用的PSS 4000设备。

- 从Tx数据区发送ST过程数据：
每个ST-Tx连接246个字节
- 在Rx数据区接收到ST过程数据：
每个ST-Tx连接246个字节
- 从Tx数据区发送FS处理数据：
每个FS-Tx连接115个字节
- 在Rx数据区接收FS处理数据：
每个FS-Tx连接115个字节

► 每个连接的最大变量数

连接中可发送的变量数取决于其位要求。变量的位要求取决于其数据类型和任何可能的扩展（有效位）。

如果要发送的变量超过连接可发送的最大字节数，该变量将自动分拆到其他连接。请注意，这可能会影响数据一致性（见[数据一致性](#) [290]）。

- **基本数据类型的变量**
位要求取决于变量的数据类型（例如，BOOL/SAFEBOOL：1位，WORD/SAFEWORD：16位）。
- **直接派生的数据类型的变量**
其位要求对应派生变量的基本数据类型的位要求。

– **ARRAY**数据类型的变量

其位要求对应每个元素所需的位数和。例如，一维阵列的位要求可通过元素的位要求乘以元素数计算而来。

在数据一致性方面，系统确保不将一个阵列的元素分拆到不同的连接。

– **STRUCT**数据类型的变量

其位要求对应每个元素所需的位数和。

在数据一致性方面，系统确保不将一个结构的元素分拆到几个连接。

– **VALID**扩展的变量

变量的位要求按1位递增。有效位只发送一次。这同样适用于I/O数据类型的变量。



重要信息

此处描述的限制完全适用于**项目内部 Snp 通信**。

不同于此处描述的某些限制，[PSS 4000项目之间的I/O映射规则 \[📖 287\]](#)所述信息适用于**项目间 Snp 通信**。

8.6 项目内部 SafetyNET p 通信

项目内部SNp通信是指同一项目内部的PSS 4000设备之间通过FS/ST SafetyNET p进行的数据交换。

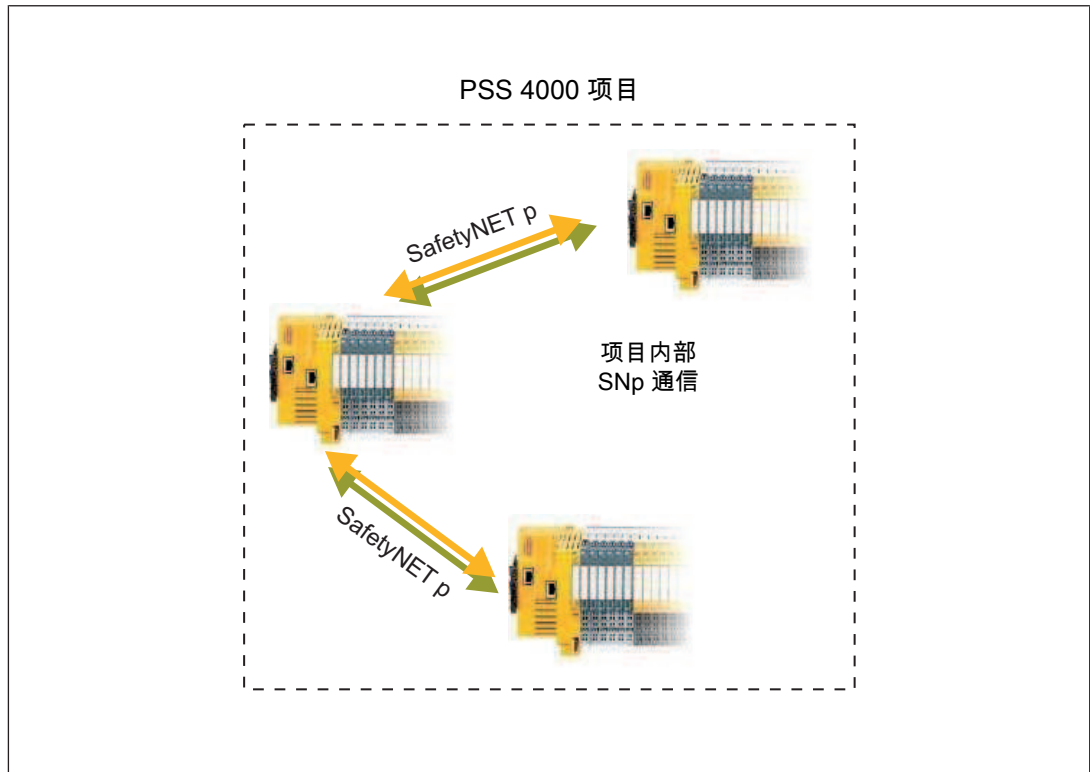


图: 项目内部SafetyNET p通信 (原理)

关于项目内部SNp通信的详细信息，可以在[PSS 4000项目内部的I/O映射规则 \[📖 284\]](#)下找到。

8.7 项目间 SafetyNET p 通信

跨项目SNp通信是指不同PSS 4000项目中的PSS 4000设备之间通过FS/ST SafetyNET p进行数据交换。

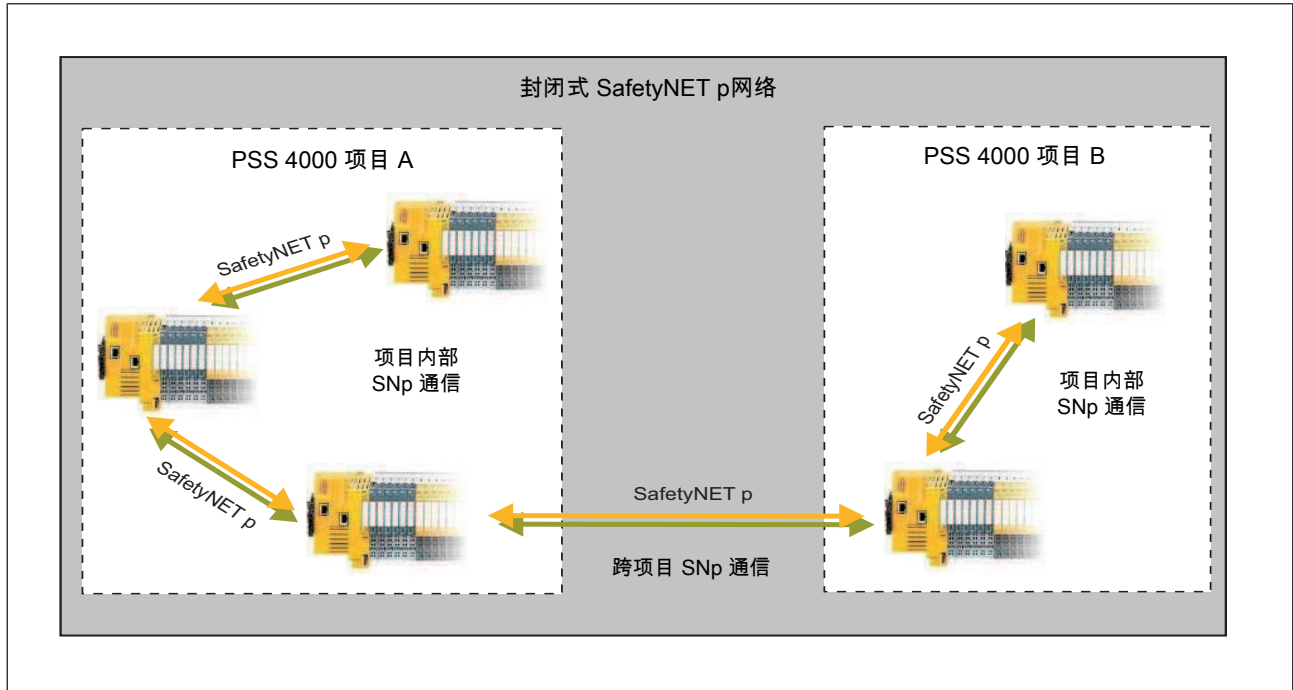


图: 跨项目SafetyNET p通信 (原理)

通过跨项目SNp通信，每个PSS 4000项目可以读取其他PSS 4000项目的O-PI变量，并写入其他PSS 4000项目的I-PI变量。

PAS4000中的每个PSS 4000项目即为此创建。在软件工具PASconnect中创建PSS 4000项目PI变量之间的I/O映射。然后，必须编译每个PSS 4000项目并下载到设备。

关于项目间 SNp 通信的详细信息，可以在[PSS 4000项目之间的I/O映射规则 \[287\]](#)下找到。

采用跨项目SNp通信，封闭式SafetyNET p网络中可能只有一个PASconnect项目。同一个封闭式SafetyNET p网络中做为PASconnect项目的所有SafetyNET p启用设备必须属于PASconnect项目的子项目。如果设备所属控制项目不通过SafetyNET p与其它控制项目交换数据，这也适用。

当能够保证 SafetyNET p 数据通信不会延伸到网络边界以外时，该 SafetyNET p 网络被视为“封闭式”。

示例：一个封闭式SafetyNET p网络中有三个控制项目。控制项目1通过SafetyNET p与控制项目2交换数据。控制项目3包含SafetyNET p启用设备，但它不通过SafetyNET p与其它控制项目交换数据。在这种情况下，所有三个控制项目必须配置成同一个PASconnect项目的子项目。

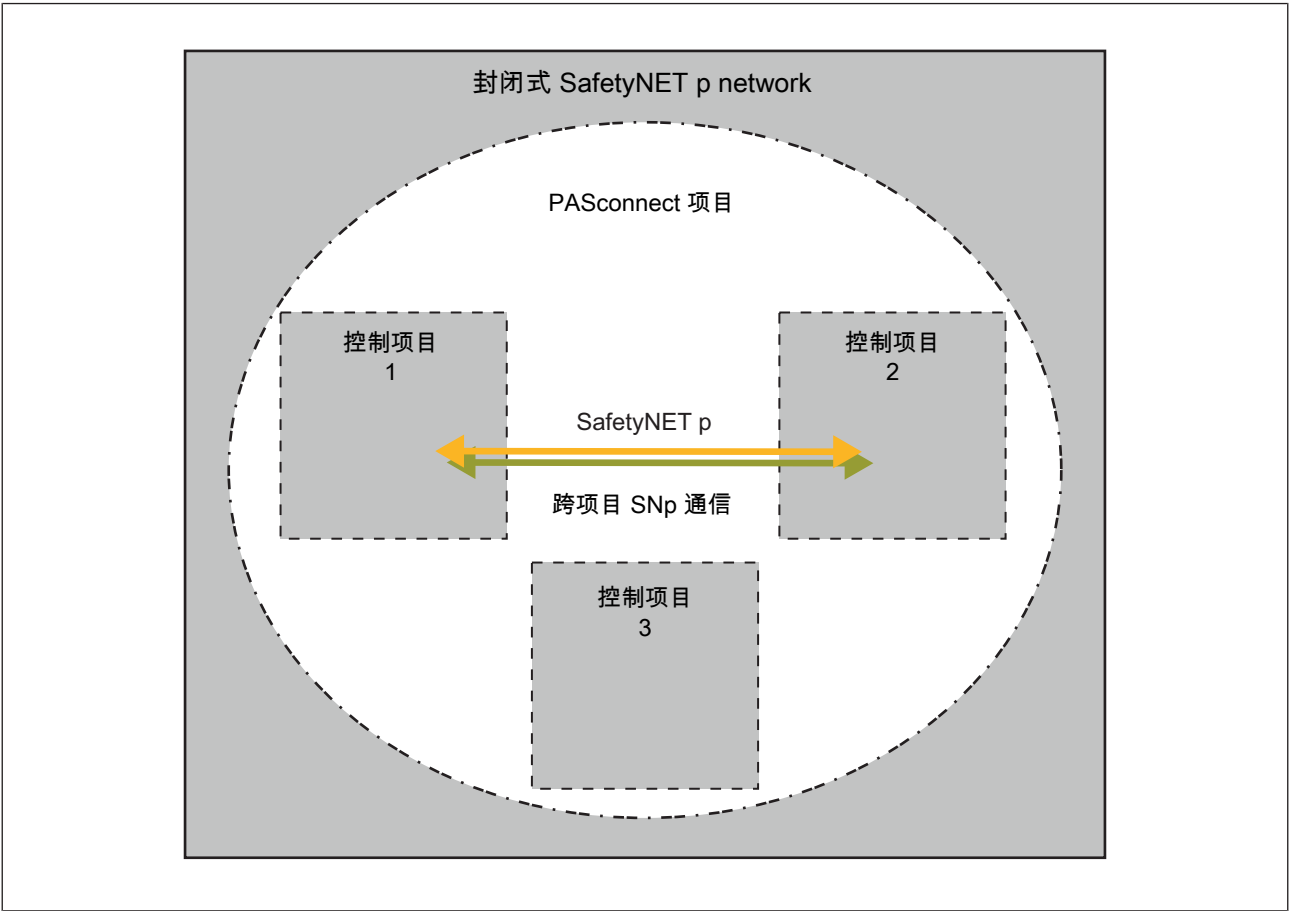


图: 跨项目Snp通信的网络要求

8.8 FS心跳 (FS-HBT)

FS心跳 (FS-HBT) 是在FS-SNp通信期间，用于持续检查通信伙伴 (远程设备) 可访问性的控制信号。在每个循环中，PSS 4000设备向相应的远程设备发送FS心跳信号，并在一定时间内接收来自远程设备的FS-HBT响应。



重要信息

大多数项目无需配置FS心跳。默认配置即可。因此，处理“FS心跳”问题并非绝对必要。如果您具备相应的专业知识，应当仅修改FS心跳的默认配置。

请注意以下关系：

- ▶ FS心跳循环时间决定了故障检测时间，即，如果因错误而超出最大的传输延迟时间 t_{DelaySNp} ，则将基于FS心跳循环时间予以识别和检测。因此，FS心跳循环时间长，相应的故障检测时间也会延长。
- ▶ 如果FS心跳循环时间配置为较低的值，以及/或设备通过FS-SNp连接到其他许多设备，则FS心跳循环时间将产生不必要的网络负载。
- ▶ FS心跳循环时间**始终**是基本循环时间 t_{BasicSNp} 的整数倍。
 - 根据配置，FS心跳循环时间的值会随着基本循环时间 t_{BasicSNp} 的变化而变化。一般情况下，这种影响是不可取的。在涉及跨项目FS-SNp通信的项目中，如果发生这种情况，还需要重建PASconnect中的已连接项目。
 - 在添加或修改ST任务时，也可以修改基本循环时间 t_{BasicSNp} 。

FS心跳循环时间

PSS 4000设备通过FS-SNp连接发送FS心跳的循环时间被称为FS心跳循环时间 ($t_{\text{SNp FS-HBT}}$)。同一个项目中，所有PSS 4000设备的FS心跳循环时间均相同。

▶ 自动配置FS心跳循环时间

- 无项目链接的项目 (项目内部FS-SNp通信)

对于具有项目内部FS-SNp通信的项目，若FS心跳循环时间使用自动配置 (默认配置)，则PAS4000使用FS心跳循环时间的默认值。在这种情况下，用户无需其他操作。

建议具有项目内部FS SNp通信的项目使用自动配置。

- 涉及跨项目FS-SNp通信和PASconnect接口版本1.2.x的项目

这些项目的FS心跳循环时间始终是自动计算的。

注：PAS4000始终按照基本循环时间的 t_{BasicSNp} 整数倍来计算FS心跳循环时间。倍数是内部定义的值；即，基本循环时间的改变不可避免地导致FS心跳循环时间发生改变。

▶ 手动配置FS心跳循环时间

取值范围：6 ms ... 30000 ms

- 无项目链接的项目 (项目内部FS-SNp通信)

在具有项目内部FS Snp通信的项目上，还可以手动配置FS心跳循环时间。虽然我们建议使用自动配置，但在某些情况下，手动定义FS心跳循环时间也是有意义的。例如，当打算降低FS心跳生成的网络负载时。

注：内部使用FS心跳循环时间手动配置值来计算基本循环时间 t_{BasicSnp} 。这可能意味着基本循环时间 t_{BasicSnp} 发生变化。

– 涉及跨项目FS-Snp通信和PASconnect接口版本1.3.x/1.4.x的项目

对于PASconnect接口版本1.3.x/1.4.x，仅可手动配置FS心跳循环时间。通过这个步骤，可以尽可能修改具有项目链接的项目，且不会产生不必要的影响；换言之，项目的变化不应影响到与此项目关联的其他项目。特别是，变化不能修改设备内部响应，以及关联项目的故障检测时间。

注：内部使用FS心跳循环时间手动配置值来计算基本循环时间 t_{BasicSnp} 。这可能意味着基本循环时间 t_{BasicSnp} 发生变化。



注意

手动配置FS心跳循环时间 ($t_{\text{Snp FS-HBT}}$) 时，请注意如下说明：

- 如果为FS心跳循环时间配置的值大于默认值或推荐值（错误），则此错误的识别和检测将延迟。
- 手动配置的FS心跳循环时间会影响到内部计算基本循环时间 t_{BasicSnp} 的过程。如果手动配置的FS心跳循环时间导致基本循环时间的值超出了允许的取值范围，则PAS4000将在编译过程中建议一个适当的FS心跳循环时间值。

8.9 SafetyNET p调度模式

SafetyNET p调度模式可用于在项目内部通信期间影响连接的循环时间。在PAS4000中配置SafetyNET p调度模式。

按设备配置调度模式。设备调度模式的配置会影响所有设备的项目内部Rx连接。该配置适用于设备的项目内部FS连接以及项目内部ST连接。

如果设备上的调度模式发生变化，设备本身的SafetyNET p配置会改变，向该设备发送数据的所有设备的SafetyNET p配置也会改变（项目内部Tx连接）。

如果至少一个项目内部FS连接受更改影响，则更改设备的调度模式会影响“FS设备项目”校验和。这会更改调度模式已更改的设备以及向设备发送FS数据的设备的“FS设备项目”校验和。



重要信息

SafetyNET p调度模式对最短FS SafetyNET p等待时间无影响。

“减少SafetyNET p的响应时间”调度模式

“减少SafetyNET p的响应时间”为默认配置。

此调度模式一直对应到PSS 4000固件版本1.22.x的自动配置。

为缩短响应时间，此调度模式中的数据比“减少SafetyNET p的接收负载”调度模式发送的更频繁。

然而，如果存在高数据负载，则在某些情况下可能无法在接收端足够快地处理数据包。在这种情况下，接收端受影响的系统部分会检测到通信错误。

仅应在接收设备过载的情况下才取消选择“减少SafetyNET p的响应时间”调度模式。

“减少SafetyNET p的接收负载”调度模式

为管理接收端的数据负载，此调度模式中的数据的发送频率比“减少SafetyNET p的响应时间”调度模式发送的更频繁。但是，在该调度模式下，响应时间会增加。

注：要使用此调度模式，每个设备的ST资源和FS资源上最多只能有1个任务。

8.10 无路由器的网络

当为一个项目设计SafetyNET p网络时，需要留意多条规则。如果您没有使用路由器，则存在如下规则：

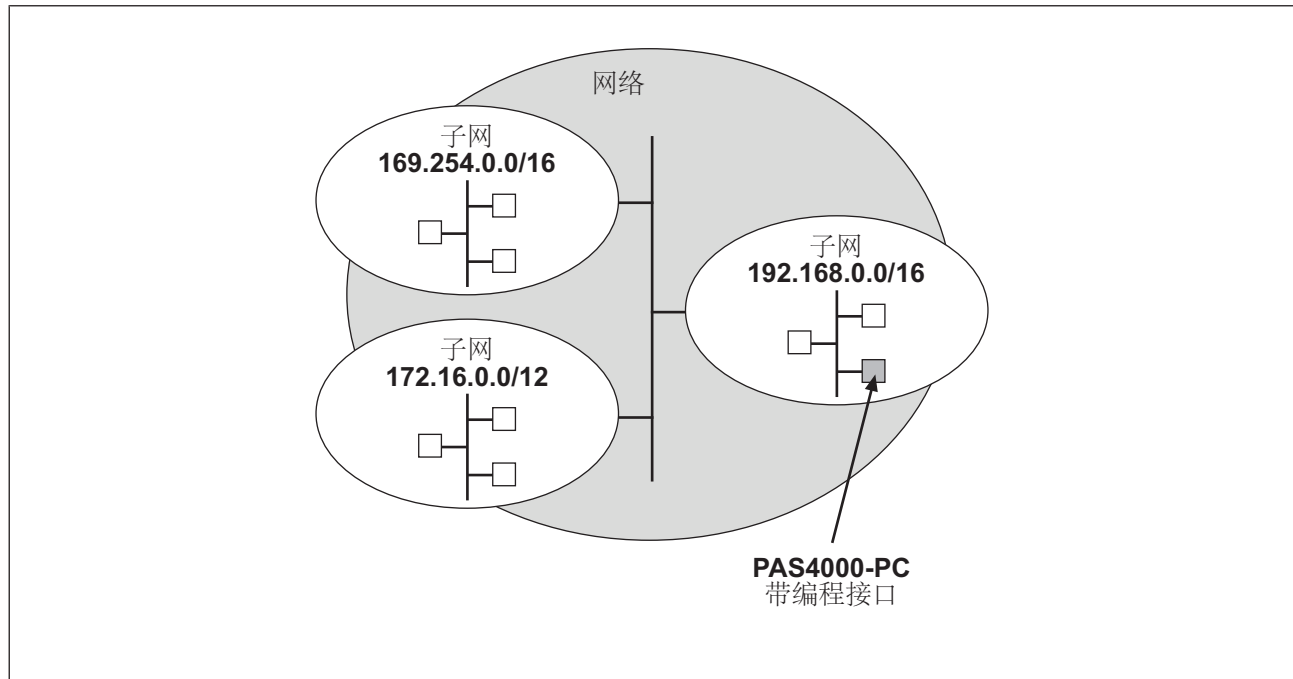


图: 不使用路由器的以太网示例

► 扫描

在PAS4000中，有多种方法可以发现SafetyNET p用户（例如扫描网络、扫描项目）。

- “扫描网络”过程可查找位于连接至与可编程接口相同的网络适配器的网络中的所有 PSS 4000 专属/可操作设备。
- “扫描项目”过程可查找已在项目中配置且位于连接至与可编程接口相同的网络适配器的网络中的所有 PSS 4000 专属/可操作设备。

► 通过PAS4000进行设备命名

在扫描过程期间，可对发现的设备进行设备命名。

► 过程数据交换

要能使项目中的PSS 4000设备之间的过程数据交换，设备必须处于同一子网中。交换机和集线器可以相互连接。

► 其它在线操作

其它在线操作包括除了扫描和设备命名之外的所有在线操作，例如：

- 直接项目下载
- 诊断（诊断列表、诊断日志）
- 调试（显示、控制、强制变量；动态程序显示，等等）

为了执行这些在线操作，PAS4000-PC上的编程接口必须与该项目的PSS 4000设备处于同一子网。交换机和集线器可以相互连接。

8.11 有路由器的网络

对于以太网而言，路由器连接两个不同的以太网。因为以太网由网络ID（=IP地址的一部分）标识，所以可以使用网络ID决定用户是否处在同一网络，以及数据包是否必须通过路由器转发。

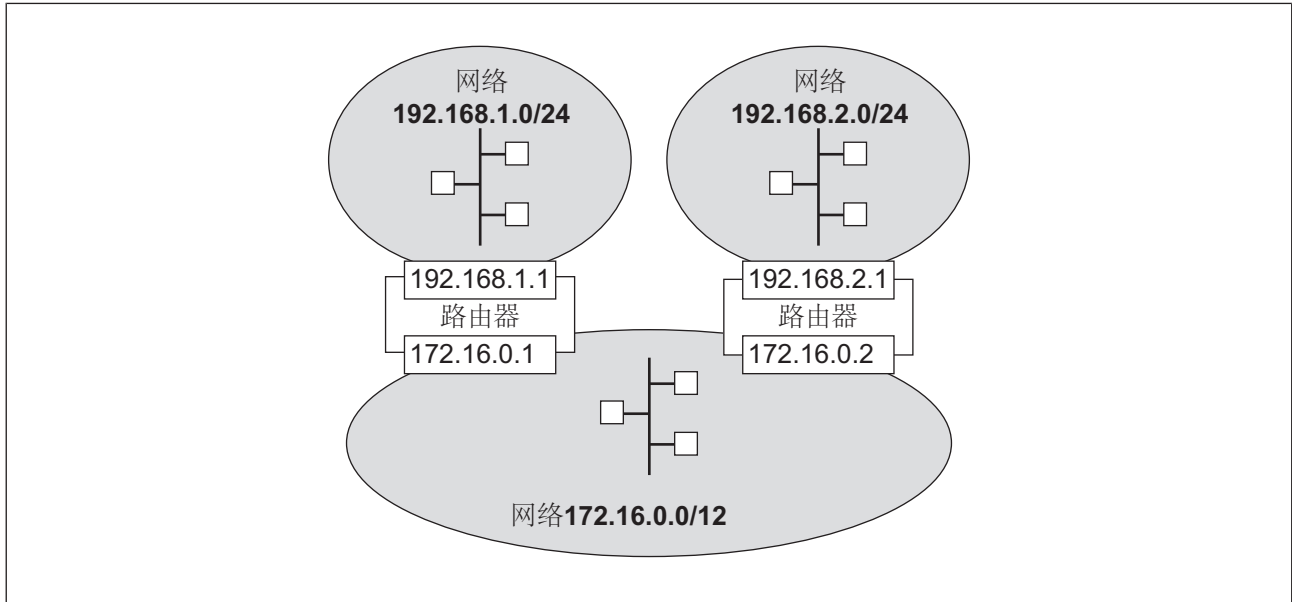


图: 使用路由器连接以太网的示例

如果在SafetyNET p网络中使用路由器，请注意如下事项：

► 路由器的要求

只有路由器支持至少302字节的最大传输单元（MTU），它才能被用于SafetyNET p网络中。

► 扫描

在PAS4000中，有多种方法可以发现SafetyNET p用户（例如扫描网络、扫描项目）。为防止系统满世界地搜索所有潜在的 PSS 4000 设备，PAS4000 上的扫描功能基于 IP 组播机制工作（组播地址 224.0.23.61）。“存活时间”的默认设置（TTL = 1）能防止PAS4000 跨路由器的搜索（参见[系统变量PILZ_SNP_MULTICAST_TTL](#) [📖 115]）。

► 通过PAS4000进行设备命名

如果网络通过路由器连接，则“存活时间”使用默认设置（TTL = 1）时，设备命名必须由各自的网络直接执行，而不是集中执行（参见[系统变量PILZ_SNP_MULTICAST_TTL](#) [📖 115]）。

► 处理数据交换

如果路由配置正确（例如，路由表正确），则PSS 4000专属/操作设备的处理数据交换可以正常工作。从PAS4000-PC的角度来看，PSS 4000专属/操作设备处于路由器后面的网络中。

► 其它在线操作

如果路由配置正确（例如，路由表正确），则PSS 4000专属/操作设备的其它在线操作可以正常工作。从PAS4000-PC的角度来看，PSS 4000专属/操作设备处于路由器后面的网络中。其它在线操作包括除了扫描和设备命名之外的所有在线操作，例如：

- 直接项目下载

- 诊断 (诊断列表、诊断日志)
- 调试 (显示、控制、强制变量；动态程序显示，等等)



注意

请注意，MS Windows 不支持到互联网上“私有 IP 地址”（私有 IP）的路由。私有 IP 地址处于私有 IP 地址范围以内，IANA 对它的定义如下：

- 10.0.0.0 ... 10.255.255.255
10.0.0.0/8: 子网掩码为 255.0.0.0 的 A 类私有网络
- 172.16.0.0 ... 172.31.255.255
172.16.0.0/12: 子网掩码为 255.240.0.0 的 B 类私有网络
- 192.168.0.0 ... 192.168.255.255
192.168.0.0/16: 子网掩码为 255.255.0.0 的 C 类私有网络

8.11.1 系统变量 PILZ_SNP_MULTICAST_TTL

存活时间 (TTL) 是Internet协议 (IP) 的一个参数。TTL 可用于确定 IP 数据包的操作范围。IP 数据包从发射器到目标地址所经过路径上的每个路由器都会将该 IP 数据包的 TTL 减 1。TTL值降低为0的IP包将被丢弃，不会再被路由器传输。

扫描和设备命名的执行取决于相应TTL的设置。在PAS4000 PV上，通过系统变量 PILZ_SNP_MULTICAST_TTL，可对这两个操作的TTL值进行配置。

从PAS4000 PC的角度来看，PSS 4000设备是处于路由器之后的。所以在扫描和命名设备时，除了路由器配置正确，PILZ_SNP_MULTICAST_TTL的设置是能达到PSS 4000设备的关键因素。



注意

请注意如果PILZ_SNP_MULTICAST_TTL > 1，就可能跨过路由器介入其它网络。这可能危害网络安全。

以下内容适用于PILZ_SNP_MULTICAST_TTL系统变量配置：

- ▶ 当系统变量PILZ_SNP_MULTICAST_TTL无法得到时，默认的TTL：1
为防止系统满世界地搜索所有潜在PSS 4000设备，默认的设置会防止跨路由器的扫描及跨路由器的设备命名。
当PAS4000需要使用默认设置时，不必创建或配置系统变量 PILZ_SNP_MULTICAST_TTL。如果启动时没有发现该系统变量，PAS4000自动使用默认设置。
- ▶ 系统变量在Windows 10操作系统的 **环境变量**下配置。
在Windows搜索字段中输入“环境变量”，然后选择 **为您的帐户编辑环境变量**。在对话框中，您可以为自己的帐户和所有用户配置变量。您需要管理员权限，以便为所有用户配置系统变量。
- ▶ PILZ_SNP_MULTICAST_TTL的有效配置：范围在1 ... 64的整数值
 - 当配置无效时（例如字母、非整数值），PILZ_SNP_MULTICAST_TTL使用默认设置。
 - 如果配置的值 > 64，PILZ_SNP_MULTICAST_TTL使用64这个值。
- ▶ 创建/更改系统变量PILZ_SNP_MULTICAST_TTL后，必须重启PAS4000 PC，它才会生效。



注意

如果OPC服务器和PAS4000安装在同一个PC上，则在安装时，OPC服务器将系统变量PILZ_SNP_MULTICAST_TTL设为64。

8.12 通过WLAN实现SafetyNET p

原则上，可以根据WLAN标准在无线网络中使用SafetyNET p。然而，建议先进行各种分析并采取额外支持措施，再用WLAN更换有线网络。最重要的是，有必要考虑如果使用安全协议，WLAN可能不适合所有应用。

SafetyNET p包含一个用于处理安全相关数据的安全数据通道（FS通信）。FS通信中的传输错误将始终用SafetyNET p进行检测，这时系统部分切换到适当的操作状态。如果在传输可用性低的WLAN中使用SafetyNET p，WLAN通信频繁出错可能意味着FS通信被禁用。

请注意如下说明：

- ▶ 在使用WLAN之前，应该安排专家进行详细的现场分析。这个分析应该说明是否能够实现稳定、无错误的无线传输。这里主要应该分析WLAN传输的可用性。在分析中，应特别注意接收区的可用性。
- ▶ 如果可能，只有适用于传输安全协议的设备才能用作WLAN路由器。例如，在具有始终保持高质量信号和无缝的冗余WLAN连接（例如PRP）的设备上是这种情况。
- ▶ 如果可以，使用SafetyNET p协议版本2。WLAN连接中通信出错可能更频繁，所以SafetyNET p协议版本2有优势。它支持在通信出错后恢复FS通信（参见[SNp 协议版本 2：FS 通信的通信错误和恢复 \[101\]](#)）。
- ▶ 在错误原因修复后，即使使用SafetyNET p协议版本2继续进行FS通信，在某些情况下，这些错误仍可能显著影响PSS 4000设备的可用性。请注意，当存在错误时，将对受影响的过程数据使用有效位 = FALSE的替代值。因此，受影响的硬件输出可切换到安全状态。例如，在用户程序中，应该至少传输平常两倍的输出数据，以对这些潜在的不利影响进行适当反应。
- ▶ 与有线网络相比，WLAN通常带宽更低且延迟更高，因此通过WLAN进行数据传输的任务循环时间可能需要配置高于可比的有线网络。

在个别情况下，这可能意味着：

为避免通过WLAN进行的数据传输中断，必须延长SafetyNET p的循环时间（ t_{SNp} ）。但是，不能直接在PSS 4000项目中配置SafetyNET p的循环时间。只能通过任务循环时间间接影响它。

如果SafetyNET p的循环时间应大于模块总线的计算循环时间（ t_{MBUS} ），则控制器模块总线的I/O数据不得直接映射到另一控制器上的块的PI变量。I/O映射只能发生在两个控制器上的PI变量之间。然后通过功能块的任务循环时间（ t_{Task} ）间接增加SafetyNET p的循环时间。关于更多信息，参见[影响响应时间的任务循环时间 \[443\]](#)。

8.13 SafetyNET p 中的可用性优化

SafetyNET p 是一个基于以太网的总线系统。因此，原则上，同一网络中的自动化区域（机器环境、现场级别）可用作基于以太网的公司网络（办公区域、建筑设施、物流）。但是，我们有多理由强烈建议您不要混合这两个区域。

除了潜在安全问题，还应考虑这两个区域具有迥然不同的通讯要求。例如在办公室，通常会有大量数据要管理，然而在自动化区域，实时行为更为重要。

使用以太网时，每个用户都会增加其网络负载，而且通常办公设备产生的网络负载要高于自动化设备，因此应将这两个区域分开而论。这与各种已知策略有关（例如，两个区域的物理隔离、网络分割）。

利用 SafetyNET p 建立网络时，需要谨慎进行，即使在规划阶段。为限制网络负载进而提高可用性，应制定策略以满足以下特殊要求：

- ▶ 如果自动化领域必须集成到更高等级的公司网络中（办公区域），则需要划分自动化区域（SafetyNET p）。
 - ▶ 移除自动化区域 (SafetyNET p) 中始终或偶尔产生高网络负载的设备。如果做不到这点，至少应将这些设备划出 SafetyNET p，以使其网络负载不影响 SafetyNET p。
- 例如，可能包含以下设备：

- 打印机
- 摄像机
- 经常传输广播或多播报文的设备



重要信息

为提高控制系统的可用性，我们建议不应在控制系统所在的同一网络中操作那些始终或偶尔产生高网络负载的设备。在极端情况下，这些设备的网络负载会导致重大 FS 错误（参见 [运行状态“重大 FS 错误”](#) [📖 331]）。不遵循此建议不会影响控制系统的安全功能。

8.14 防止与相同项目名称的项目进行数据交换

仅当使用了项目间 SNp 通信时，才允许 PSS 4000 项目之间的数据交换。使用项目间 SNp 通信时，PASconnect 会阻止具有相同项目名称的 PSS 4000 项目。

但是，如果处理 FS 数据的 PSS 4000 项目之间没有实际的数据交换，可能会发生这些项目具有相同项目名称的情况。如果在同一 SafetyNET p 网络中操作此类项目，PSS 4000 在数据交换期间不能阻止交叉连接，除非采取额外措施。

应在封闭式 SafetyNET p 网络中操作具有相同项目名称和过程 FS 数据的 PSS 4000 项目。当能够保证 SafetyNET p 数据通信不会延伸到网络边界以外时，该 SafetyNET p 网络被视为“封闭式”。



重要信息

如果您**不能**保证 PSS 4000 项目处于封闭式 SafetyNET p 网络中，则这些项目不得使用相同的项目名称。重命名项目。

9 外部通信

9.1 外部通信的通信模式

外部通信指数据交换，其中输出数据（外部输出数据）离开 PSS 4000 项目，而输入数据（外部输入数据）进入 PSS 4000 项目。这可借助各种通信模式实现。PSS 4000 设备支持的通信模式依设备而定。在相关 PSS 4000 设备的操作手册中可以找到详细信息。

外部通信的通信模式可分为“现场总线”和“IP 连接”。

9.1.1 现场总线

术语“现场总线”包含了采用标准化协议（例如，PROFIBUS-DP）的各类工业现场总线。对于通过现场总线的外部通信，PSS 4000 设备必须具备相应系统部分（例如，PROFIBUS-DP 从站系统部分）。根据现场总线，通过定义的接口建立物理连接。

9.1.2 IP 连接

术语“IP 连接”包含了所有通过 IP 地址（Modbus/TCP、原始 TCP、原始 UDP）寻址的协议和通信链路。对于这类外部通信，PSS 4000 设备必须有“IP 连接”系统部分。通过以太网接口建立物理连接。



注意

以下规则适用于 **IP 连接的最大数量**：

具有“IP 连接”系统部分的 PSS 4000 设备上可以管理的最大 IP 连接数量取决于设备。

然而，“IP 连接”系统部分最多可以管理共 32 个 IP 连接。如果您操作的是使用各种协议或通信连接的“IP 连接”系统部分，则此上限也适用。

SafetyNET p 连接不由“IP 连接”系统部分管理，因此不影响此上限。



注意

如果首次尝试初始化时不能建立 IP 连接，或者如果 IP 连接中断，将不会立即重新初始化。

连续初始化 IP 连接会导致这样的行为。两次初始化之间经历的时间是单个 IP 连接周期（ t_{ExtCo} ）的最大公因数的倍数。根据这一时间，在特定情况下，要恢复所有 IP 连接可能需要相当长的时间。

通过UDP进行外部通信的特点

PSS 4000 提供两种通过 UDP 进行外部通信的不同方法：

- ▶ 原始 UDP
- ▶ 使用功能块进行 UDP 通信

两个选项都需要IP连接系统部分。通过原始UDP进行通信取决于IP连接规则，而使用功能块的UDP通信取决于自身规则。

下表比较了关键特点：

原始UDP	使用功能块进行UDP通信
需要带IP连接系统部分的PSS 4000设备	
影响最多32个IP连接的上限	- - -
使用 t_{ExtCo} 进行循环数据传输	通过用户程序控制数据传输
PAS4000中连接配置	PSS 4000系统控制功能块配置
- - -	在ST资源和/或FS资源上使用PSS 4000系统控制功能块
通过配置数据长度（=固定数据长度）的连接进行数据传输	可在PSS 4000系统控制功能块上进行配置的数据长度；数据长度可变的数据传输
可能UDP连接： ▶ 单播（1:1连接） ▶ 广播（1：“所有”连接） ▶ 多播（1：n连接）	可能UDP连接： ▶ 单播（1:1连接；首选连接类型） ▶ 广播（1：“所有”连接） ▶ 多播（1：n连接；仅限发送）
PAS4000需要的IO映射	带I/O数据的PSS 4000系统控制功能块的映射

9.2 Modbus/TCP

Modbus是由客户公司 MODBUS-IDA 发布的开放现场总线标准。

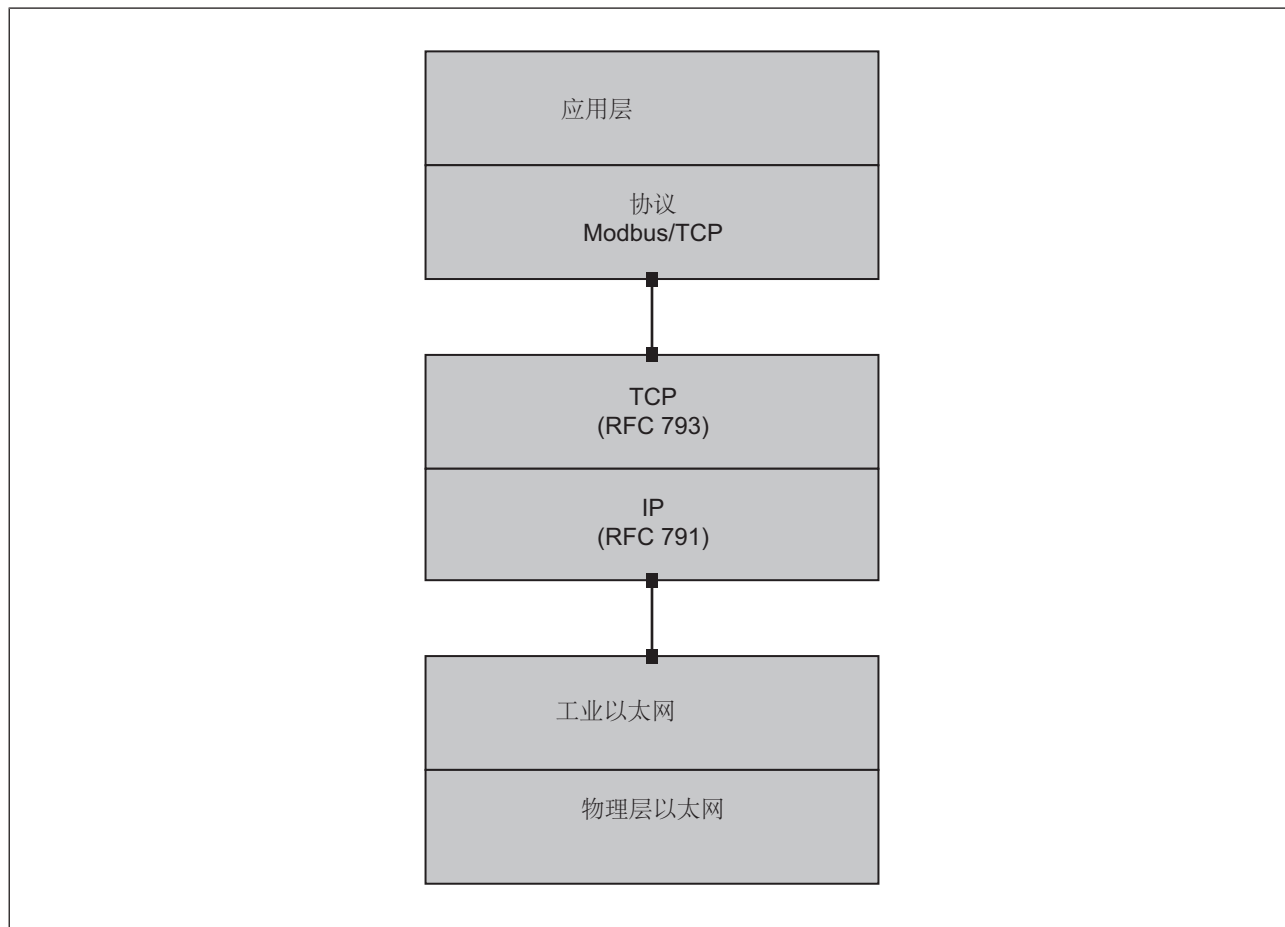


图: 通过Modbus/TCP进行PSS 4000设备通信

Modbus/TCP是一个基于工业以太网（TCP/IP以太网）的协议。此协议属于客户端/服务器通信范畴。数据通过请求/响应机制，使用功能代码（FC）进行传输。

Modbus/TCP是面向连接的，即在通过Modbus/TCP传输有效载荷之前，必须先两个Modbus/TCP接口之间建立连接。连接的发起者称为“客户端”。与客户端建立连接的通信对象称为“服务器”。在配置连接时定义设备上的连接是作为客户端还是服务器。因此，服务器/客户端角色是针对某个特定连接而言的。

自动化系统PSS 4000上非安全相关的应用可以通过Modbus/TCP进行数据交换。

9.2.1 “IP 连接”系统部分

在自动化系统PSS 4000中，所有具有“IP连接”系统部分的PSS 4000设备都能通过Modbus/TCP进行外部通信。在这种情况下，PSS 4000设备的“IP连接”系统部分执行通信所需的所有任务。例如，它们包括：

- ▶ 管理Modbus/TCP连接
(参见[Modbus/TCP连接](#)  123)
- ▶ 管理Modbus/TCP数据区
(参见[Modbus/TCP数据区](#)  124)
- ▶ 支持功能代码
(参见[功能代码](#)  125)
- ▶ 数据交换
(参见[通过Modbus/TCP进行数据交换](#)  127)

9.2.2 Modbus/TCP 连接

PSS 4000设备的“IP连接”系统部分对设备所配置的Modbus/TCP连接进行管理。在PAS4000的IP连接编辑器中对连接进行配置。

可为一个PSS 4000设备配置多个Modbus/TCP连接（参见[数据传输限制 \[130\]](#)）。当配置连接时，您可以选择将连接配置为客户端还是服务器角色。如果将连接配置为客户端角色，则从PSS 4000设备的角度来看，这称为“客户端连接”，否则从PSS 4000设备的角度它就称为“服务器连接”。

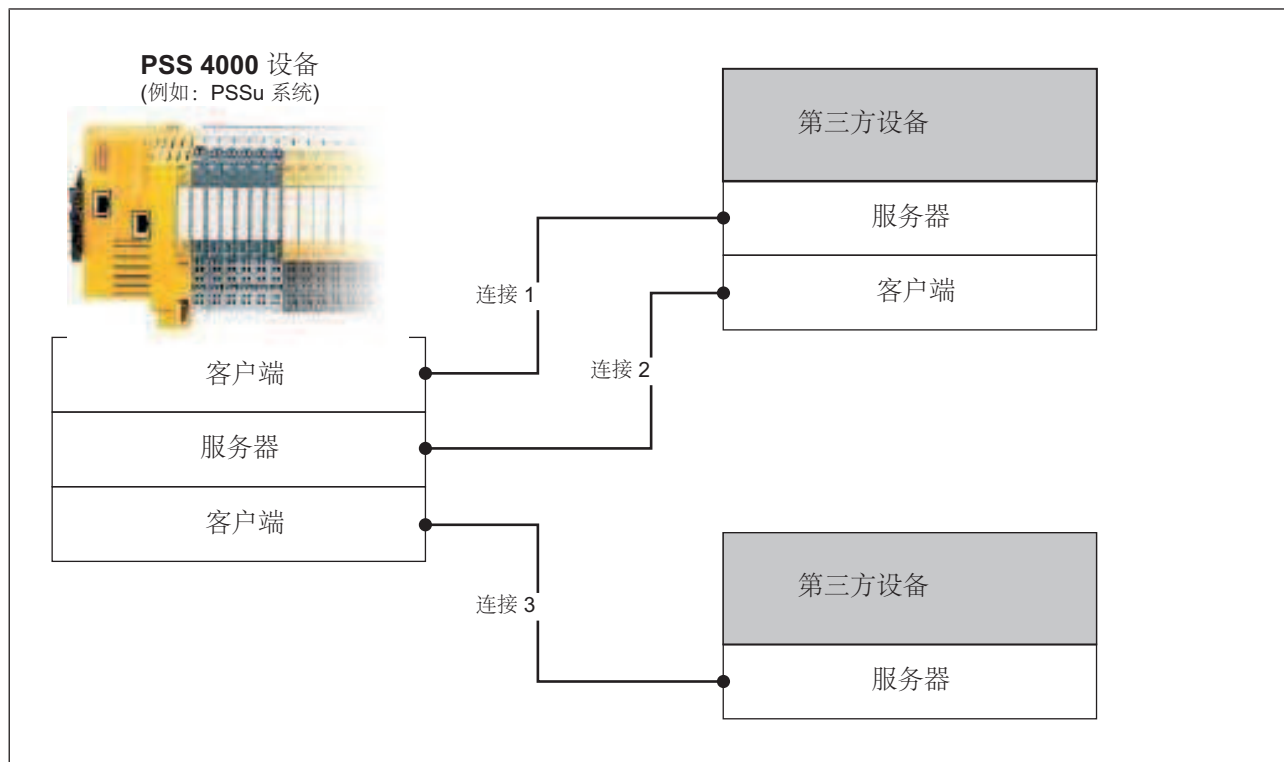


图: Modbus/TCP连接上的角色分配 (示例)

必须为Modbus/TCP连接的数据交换定义端口号。PSS 4000专属设备上的服务器连接使用端口502作为默认设置。然而，也可以配置其它的端口号。



重要信息

已知应用（例如Telnet）都分配了固定的端口号，每个应用在数据传输期间可以使用这些端口号。范围0 ...1023是预留的端口号。在任何情况下您自己的应用中都不应该使用它们。RFC 1700中列出了保留端口号的完整列表和它们的用处。

PSS 4000专属设备上会循环传输发送与接收数据。对于循环传输而言，客户端与服务器之间会维持一个永久的连接。

9.2.3 Modbus/TCP 服务器连接 (服务器连接)

PSS 4000设备的“IP连接”系统部分为服务器角色的连接支持下列Modbus/TCP数据区：

数据区	Modbus语法	示例
线圈(位) 0x00000 ... 0x65535 [读/写]	0x[xxxxx]	0x05888
离散输入(位) 1x00000 ... 1x65535 [只读]	1x[xxxxx]	1x05888
输入寄存器(字/16位) 3x00000 ... 3x65535 [只读]	3x[xxxxx]	3x05888
保持寄存器(字/16位) 4x00000 ... 4x65535 [读/写]	4x[xxxxx]	4x05888



重要信息

PSS 4000设备的“IP连接”系统部分从“0”开始为Modbus/TCP寻址。在其它厂商的设备上，寻址可能从“1”开始。
请参考相关厂商提供的操作手册。

9.2.4 功能码（客户端连接）

PSS 4000设备的“IP连接”系统部分为客户端角色的连接支持下列功能代码（FC）：

功能代码	功能	
FC 01	读取线圈	连接客户端从连接服务器读取位数据， 数据长度 □ 1位，例如数字量输入 (从0x接收数据)
FC 02	读取离散输入	连接客户端从连接服务器读取位数据， 数据长度 □ 1位，例如数字量输入 (从1x接收数据)
FC 03	读取保持寄存器	连接客户端从连接服务器读取字数据， 数据长度 □ 1个字，例如模拟量输入、计数器输入 (从4x接收数据)
FC 04	读取输入寄存器	连接客户端从连接服务器读取字数据， 数据长度 □ 1个字，例如模拟量输入、计数器输入 (从3x接收数据)
FC 05	写入单个线圈	连接客户端将一个位数据写入连接服务器， 数据长度 = 1位，例如数字量输入 (向0x发送数据)
FC 06	写入单个寄存器	连接客户端将一个字数据写入连接服务器， 数据长度 = 1个字，例如模拟量输出、计数器输出 (向4x发送数据)
FC 15	写入多个线圈	连接客户端将多个位数据写入连接服务器， 数据长度 > 1位，例如数字量输出 (向0x发送数据)
FC 16	写入多个寄存器	连接客户端将多个字数据写入连接服务器， 数据长度 > 1个字，例如模拟量输入、计数器输入 (向4x发送数据)
FC 23	读取/写入多个寄存器	连接客户端在一个报文内读写多个字数据 (从4x接收数据，向4x发送数据)



重要信息

必须为每个客户端连接配置一个功能代码。这可以在PAS4000的IP连接编辑器中完成。

9.2.5 功能码和 Modbus/TCP 数据区之间的关系

对于客户端连接，在功能代码与Modbus/TCP数据区之间存在下述关系：

数据区 (远端地址)	发送 (客户端)		接收 (客户端)
0x 线圈 (位)	数据长度	功能代码	功能代码
	= 1位	FC = 05 (写入单个线圈)	FC = 01 (读线圈)
	> 1位	FC = 15 (写入多个线圈)	
1x 离散输入 (位)	---		FC = 02 (读取离散输入)
3x 输入寄存器 (字)	---		FC = 04 (读取输入寄存器)
4x 保持寄存器 (字)	数据长度	功能代码	FC = 03 (读取保持寄存器)
	= 1个字	FC = 06 (写入单个寄存器)	
	> 1个字	FC = 16 (写入多个寄存器)	
如有既发送又接收数据的项，则使用功能代码FC = 23 (读/写多个寄存器)。			

9.2.6 通过 Modbus/TCP 进行数据交换

总是由连接客户端发起数据传输。对于客户端连接，当配置连接时，通过定义功能代码建立数据流向（发送/接收）与数据区（线圈、离散输入、输入寄存器、保持寄存器）。当配置连接时，还定义了数据长度。

9.2.6.1 发送数据和接收数据

在发送时，连接客户端向连接服务器的数据区发送数据。这也称为“写入数据”。为此，必须在客户端角色的设备上配置数据目标。

在接收时，连接客户端请求并接收连接服务器数据区中的数据。这也称为“读取数据”。为此，必须在客户端角色的设备上配置数据源。

从自动化系统PSS 4000的角度来看，接收数据称为外部输入数据，发送数据称为外部输出数据（参见[处理数据的有效性 \[📖 273\]](#)）。

请确保服务器上有相关的数据区（数据目标、数据源）（参见[服务器分配表 \[📖 128\]](#)）。

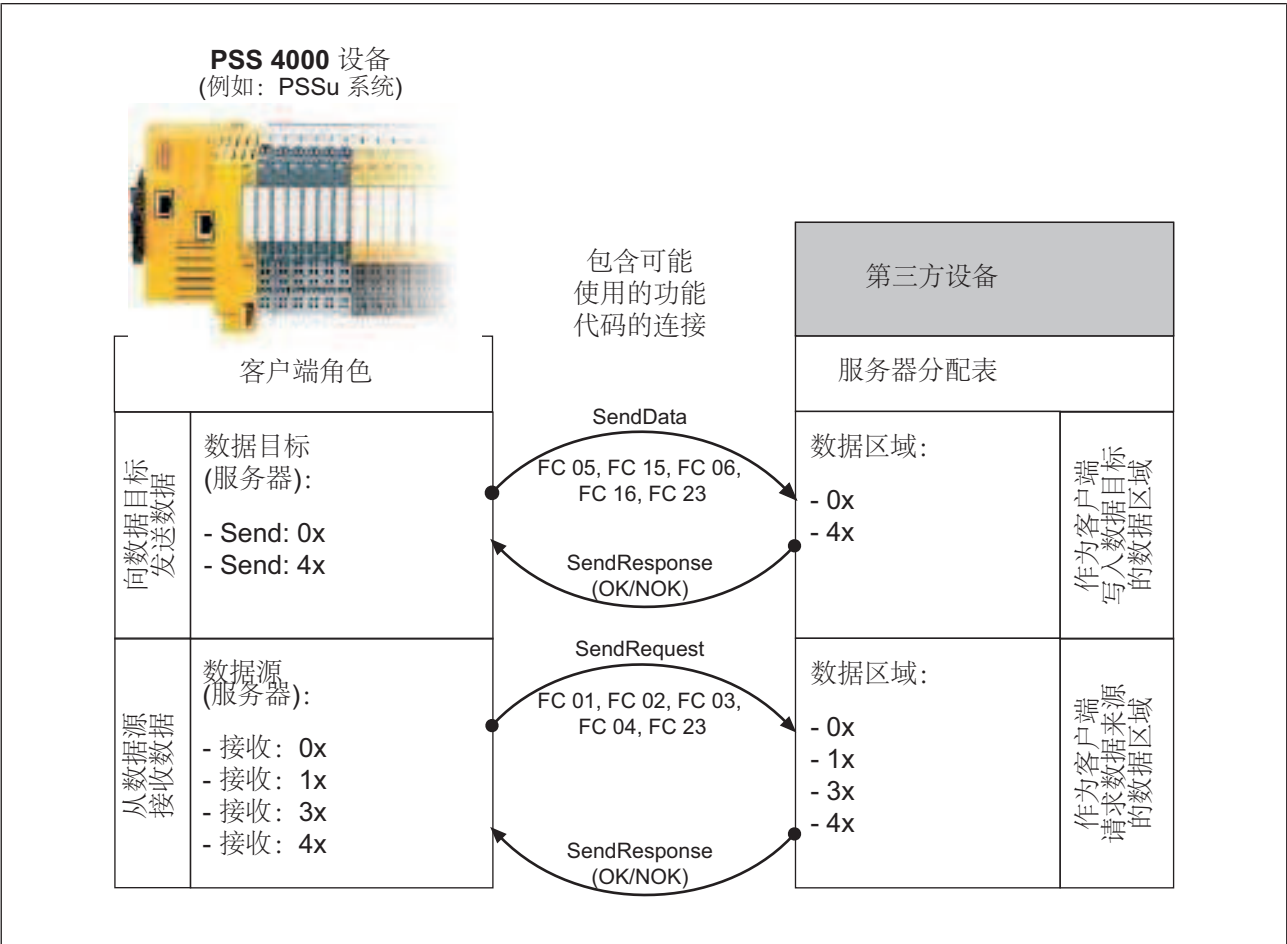


图: 具有“IP连接”系统部分与客户端连接角色的PSS 4000设备 (理论)

9.2.6.2 服务器分配表

为确保连接客户端能向连接服务器发送数据，并能从连接服务器接收所请求的数据，服务器上必须配置相关的数据区。

对于服务器连接，这可在配置连接时，通过配置一个服务器分配表实现。

需要服从下述规则：

- ▶ 连接客户端向服务器分配表的写数据区写入数据（0xWrite、4xWrite）。
- ▶ 连接客户端从服务器分配表的读数据区请求数据（0xRead、1x、3x、4xRead）。

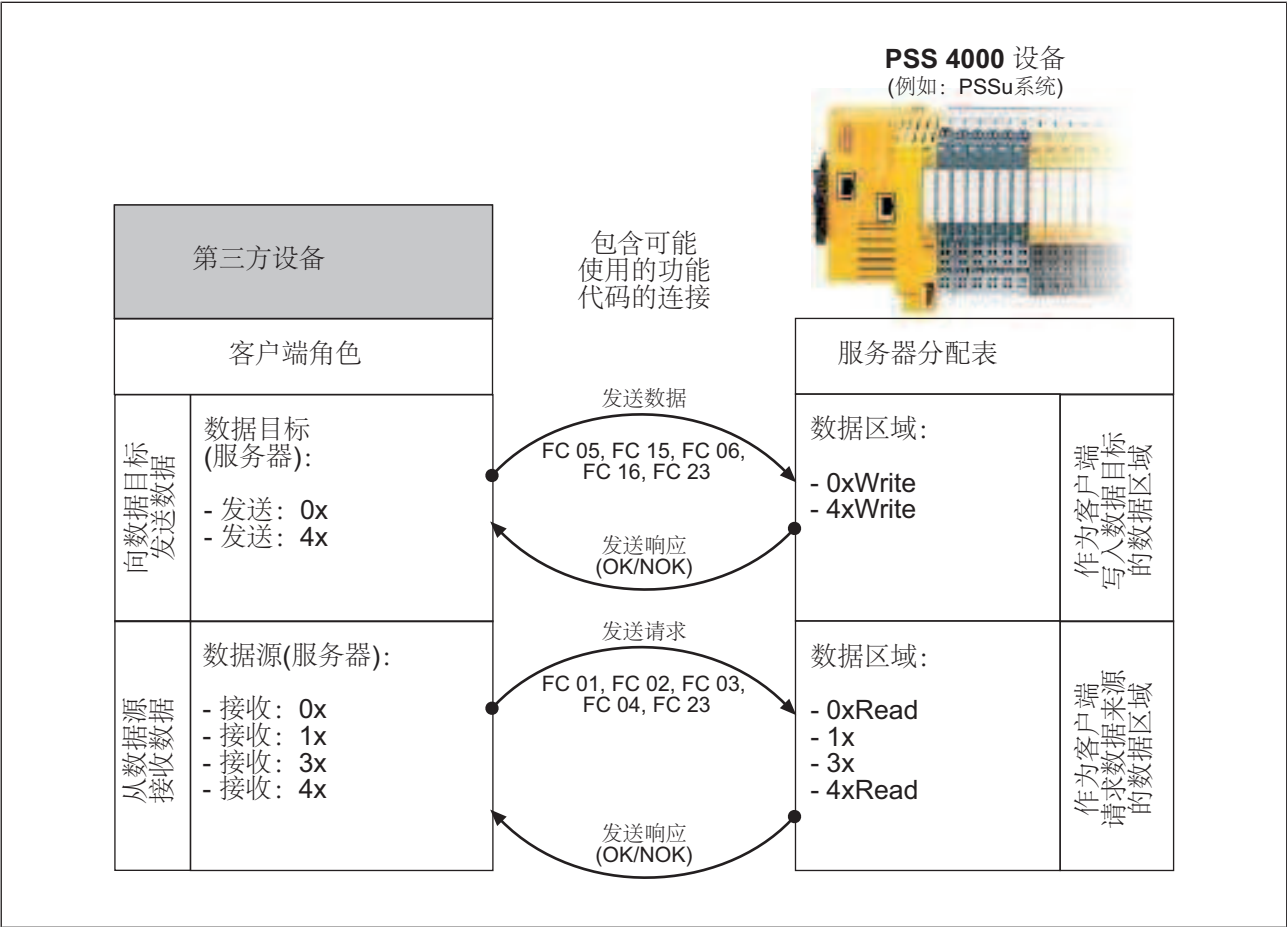


图: 具有“IP连接”系统部分与服务器连接角色的PSS 4000设备 (理论)

在PAS4000中配置服务器分配表时存在的限制

每个数据区都有一个起始地址，范围是0 ... (65536 – 数据长度)，最大数据长度为8000：

数据区	起始地址	数据长度
0xRead	0 ... (65536 – 数据长度)	1 ... 8000
0xWrite		
1x		
3x		
4xRead		
4xWrite		

PAS4000中服务器分配表的结构示例：

数据区	起始地址	数据长度
0xRead	0	4
0xWrite	100	4
1x	0	0
3x	0	0
4xRead	0	2
4xWrite	100	2

9.2.7 数据传输极限

Modbus/TCP连接的最大数目

Modbus/TCP连接（客户端连接和/或服务器连接）的最大数目取决于设备。在相关PSS 4000设备的操作手册中可以找到详细信息。

另请注意PSS 4000设备的普遍上限为32个IP连接。



注意

以下规则适用于 **IP 连接的最大数量**：

具有“IP 连接”系统部分的 PSS 4000 设备上可以管理的最大 IP 连接数量取决于设备。

然而，“IP 连接”系统部分最多可以管理共 32 个 IP 连接。如果您操作的是使用各种协议或通信连接的“IP 连接”系统部分，则此上限也适用。

SafetyNET p 连接不由“IP 连接”系统部分管理，因此不影响此上限。

客户端连接的限制

对于客户端连接，每个报文的最大数据长度是受限的。下表包含了所支持的每个报文的最大数据长度信息：

数据传输		每个报文的数据长度
读取数据 (位)	FC 01 (读取线圈)	1 ... 最大 2000
	FC 02 (读取离散输入)	
读取数据 (位)	FC 05 (写入单个线圈)	1 位
	FC 15 (写入多个线圈)	1 ... 最大 1968
读取数据 (字)	FC 03 (读取保持寄存器)	1 ... 最大 125
	FC 04 (读取输入寄存器)	
写入数据 (字)	FC 06 (写入单个寄存器)	1个字
	FC 16 (写入多个寄存器)	1 ... 最大123个字
读写数据 (字)	FC23 (读取/写入多个寄存器)	读取1 ... 最大125个字 写入1 ... 最大121个字

FC 03、FC 04与FC 16支持使用多个报文进行数据传输。当使用FC 03、FC 04或FC 16传输数据时，如果超过每个报文的最大支持数据长度，则数据将分布于在个报文上。下表包含了使用多个报文传输数据时，数据长度的详细信息：

使用多个报文传输数据		数据长度
读取数据 (字)	FC 03 (读取保持寄存器)	从126 ... 最大2000字
	FC 04 (读取输入寄存器)	
写入数据 (字)	FC 16 (写入多个寄存器)	从124 ... 最大2000字

当PAS4000中配置了客户端连接时，它可能影响多个报文的传输。如果要传送多个报文，可以配置为是否在每个连接周期发送一个（子）报文，以及是否需要在发送下一个（子）报文之前等待对每个（子）报文的响应。否则，连接周期中的所有（子）报文将被一个接一个地发送，而不等待响应。只在传输完成后，才收集（子）报文的响应，这能优化数据传输。



重要信息

当使用第三方厂商的设备作为通信对象时，可能存在不同的数据长度限制。请参考相关单元的操作手册中所说明的信息。

9.2.8 Modbus/TCP I/O 数据

“IP连接”系统部分能让PSS 4000设备通过Modbus/TCP与第三方设备交换I/O数据。为此，需要在PAS4000的I/O映射编辑器中，将I/O数据映射到相应的Modbus/TCP数据区。

Modbus/TCP数据区的I/O映射

I/O映射用于定义由哪个数据源向哪个数据目标提供数据。

Modbus/TCP数据区可能的I/O映射：

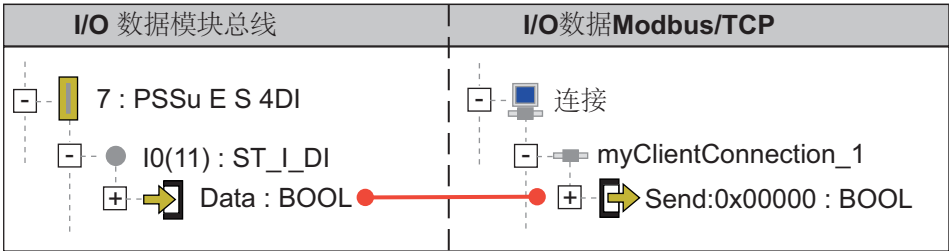
I/O映射		Modbus/TCP上			
		客户端角色		服务器角色 (服务器分配表)	
		发送 数据区 (0x, 4x)	接收 数据区 (0x, 1x, 3x, 4x)	读取 数据区 (0x, 1x, 3x, 4x)	写入 数据区 (0x, 4x)
从 模块总线	输入数据 (例如硬件输入)	◆	---	◆	---
	输出数据 (例如硬件输出)	---	◆	---	◆
从 PI 变量	I-PI变量	---	◆	---	◆
	O-PI变量	◆	---	◆	---

- ◆ 可以进行I/O映射
- 不可以进行I/O映射

示例

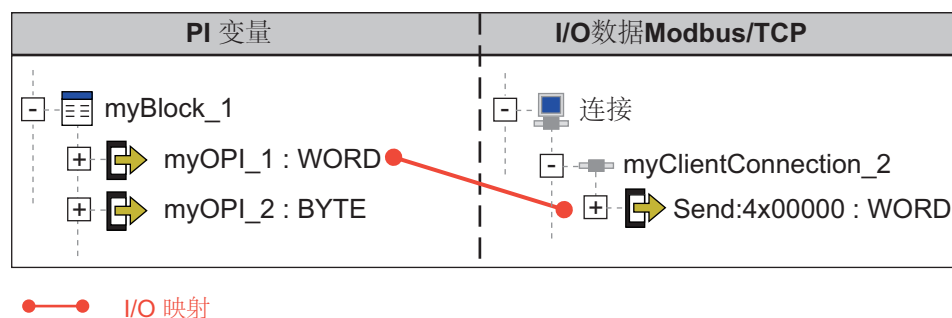
客户端角色的I/O映射

- ▶ 通过Modbus/TCP连接，硬件输入处的输入信号被发送到另一厂商的设备。
 - 数据流向：硬件输入 -> Modbus/TCP
 - 使用的功能代码：FC05/FC15（发送）
 - 可能的I/O映射（示例）：



- ▶ 通过Modbus/TCP连接，用户程序中的O-PI变量内容被送到另一厂商的设备。
 - 数据流向：O-PI变量 -> Modbus/TCP
 - 使用的功能代码：FC06/FC16/FC23（发送）

– 可能的I/O映射（示例）：

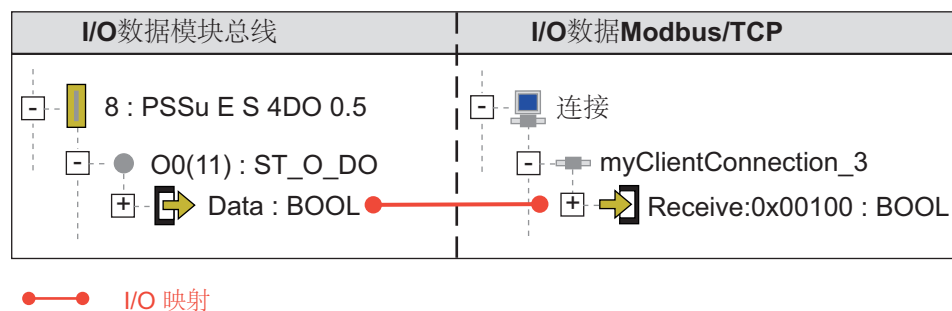


▶ 通过Modbus/TCP连接，PSS 4000设备上的硬件输出将被另一厂商的设备控制。

– 数据流向：Modbus/TCP -> 硬件输出

– 使用的功能代码：FC01（接收）

– 可能的I/O映射（示例）：

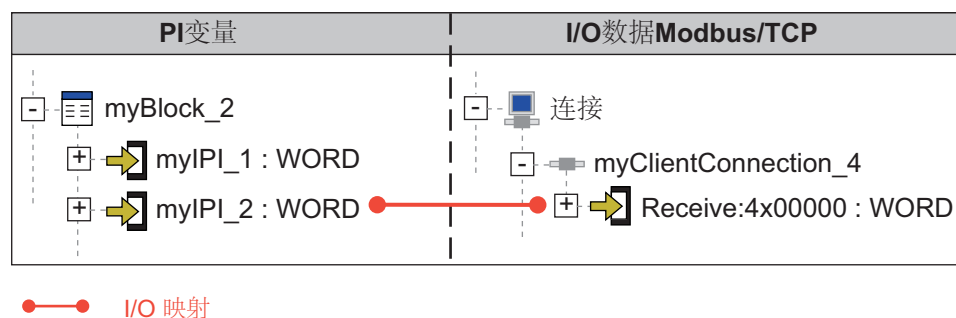


▶ 通过Modbus/TCP连接，另一厂商的设备将请求数据。一旦接收到数据，即可在用户程序内对其进行进一步处理。

– 数据流向：Modbus/TCP -> I-PI变量

– 使用的功能代码：FC03/FC23（接收）

– 可能的I/O映射（示例）：

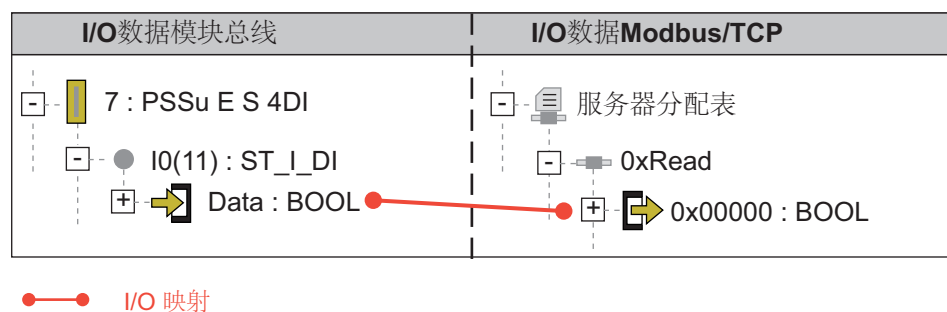


服务器角色的I/O映射（服务器分配表）

▶ 硬件输入的信号可在服务器分配表的读数据区中得到。通过Modbus/TCP连接，另一厂商的设备可以读取一段数据。

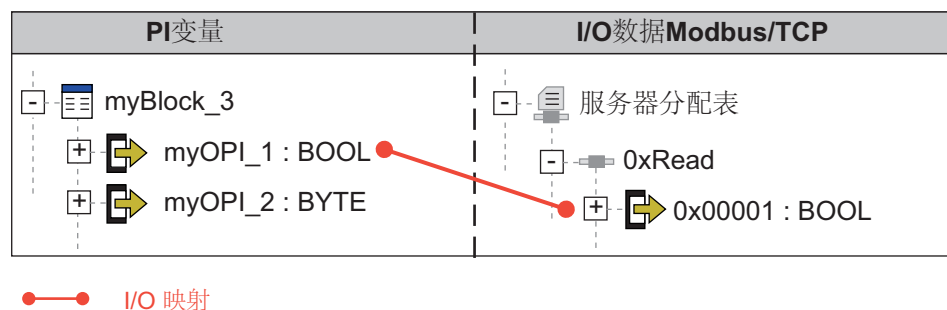
– 数据流向：硬件输入 -> Modbus/TCP

– 可能的I/O映射：



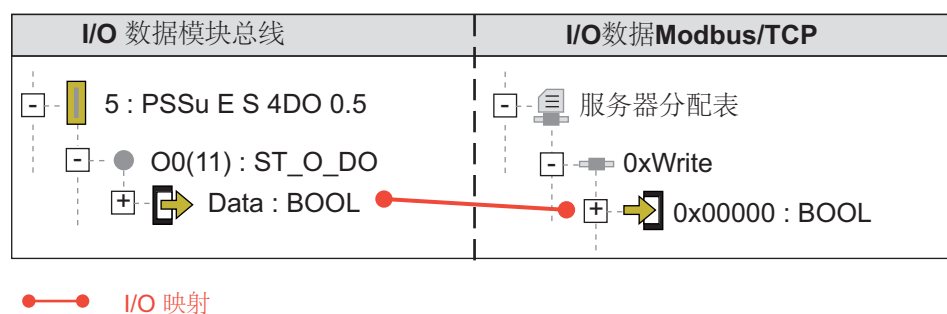
- O-PI变量的内容可在服务器分配表的读数据区中得到。通过Modbus/TCP连接，另一厂商的设备可以读取一段数据。

- 数据流向：O-PI变量 -> Modbus/TCP
- 可能的I/O映射：



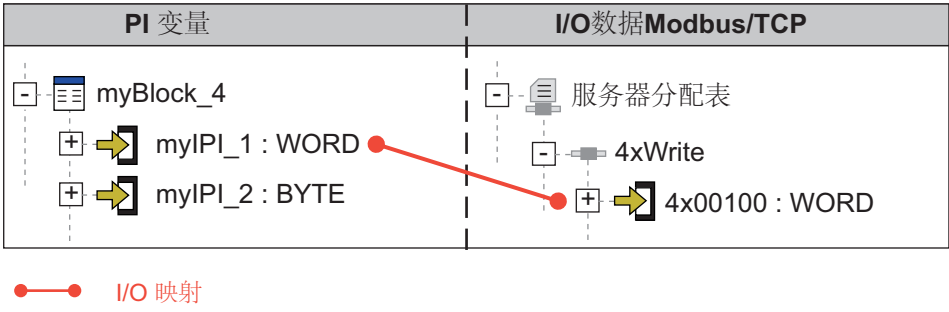
- 通过Modbus/TCP连接，PSS 4000设备上的硬件输出将被另一厂商的设备控制。另一厂商的设备向服务器分配表的写数据区进行写入。

- 数据流向：Modbus/TCP -> 硬件输出
- 可能的I/O映射：



- 通过Modbus/TCP连接，另一厂商的设备向服务器分配表的写数据区写入一段数据。在用户程序内对数据进行进一步处理。

- 数据流向：Modbus/TCP -> I-PI变量
- 可能的I/O映射：



9.2.9 Modbus/TCP 地址的地址显示

PSS 4000设备的I/O数据地址显示在多个位置，例如，在PAS4000中以及在诊断中。

9.2.9.1 发送数据的地址格式

Modbus/TCP发送数据（客户端角色）的地址结构如下：

<设备名>.Modbus.Client.<连接名>.Send.<起始地址>

示例：

myDevice_1.Modbus.Client.myConnection1.Send.0x00000

myDevice_1.Modbus.Client.myConnection2.Send.4x00005

9.2.9.2 接收数据的地址格式

Modbus/TCP接收数据（客户端角色）的地址结构如下：

<设备名>.Modbus.Client.<连接名>.Receive.<起始地址>

示例：

myDevice_1.Modbus.Client.myConnection3.Receive.0x00000

myDevice_1.Modbus.Client.myConnection4.Receive.1x00010

myDevice_1.Modbus.Client.myConnection5.Receive.3x00000

myDevice_1.Modbus.Client.myConnection6.Receive.4x00005

9.2.9.3 服务器分配表中的地址显示

Modbus/TCP服务器分配表（服务器角色）的地址结构如下：

<设备名>.Modbus.Server.<服务器分配表中的可选数据区>.<起始地址>

示例：

myDevice_2.Modbus.Server.0xRead.0x00000

myDevice_2.Modbus.Server.0xWrite.0x00100

myDevice_2.Modbus.Server.1x.1x00010

myDevice_2.Modbus.Server.3x.3x00000

myDevice_2.Modbus.Server.4xRead.4x00005

myDevice_2.Modbus.Server.4xWrite.4x00005

9.2.10 Modbus/TCP 的数据一致性

第三方设备应该负责其发送数据（客户端角色）和提供数据（服务器角色）的数据一致性。从PSS 4000的角度来看，无法判断这些设备的数据一致性。

客户端连接接收数据上的数据一致性

如果PSS 4000专属/操作设备是连接客户端，则从该设备的角度来看，从此连接接收的数据（FC 01、FC 02、FC 03、FC 04、FC 23）是外部输入数据。

在PSS 4000中，客户端连接的外部输入数据如果是用单个报文传输的（参见[数据传输限制](#) [📖 130]），会被视为一致性数据（参见[数据一致性](#) [📖 290]）。

客户端连接的外部输入数据形成了一个一致性范围，一致性范围类型是“外部通信连接的ST-输入数据”。确切的描述为：“Modbus/TCP服务器连接的ST-输入数据”一致性范围（参见[一致性范围](#) [📖 291]）。

服务器连接接收数据上的数据一致性

如果PSS 4000专属/操作设备是连接服务器，则从该设备的角度来看，从此连接接收的数据（数据区0xWrite或4xWrite）是外部输入数据。

在PSS 4000中，服务器连接的外部输入数据如果是用单个报文传输的（参见[数据传输限制](#) [📖 130]），会被视为一致性数据（参见[数据一致性](#) [📖 290]）。

服务器连接的外部输入数据形成了一个一致性范围，一致性范围类型是“外部通信连接的ST-输入数据”。确切的描述为：“Modbus/TCP服务器连接的ST-输入数据”一致性范围（参见[一致性范围](#) [📖 291]）。

客户端连接的发送数据上的数据一致性

如果PSS 4000专属/操作设备是连接客户端，则从该设备的角度来看，从此连接发送的数据是外部输出数据。

如果客户端连接的外部输出数据（FC 05、FC 15、FC 06、FC 16、FC 23）来自一个数据源上的同一个一致性范围（参见[数据一致性](#) [📖 290]），则它就是一致的。

服务器连接的发送数据上的数据一致性

如果PSS 4000专属/操作设备是连接服务器，则从该设备的角度来看，发送的数据（数据区0xRead、1x、3x、4xRead）是外部输出数据。如果服务器连接的外部输出数据来自一个数据源上的同一个一致性范围（参见[数据一致性](#) [📖 290]），则它就是一致的。

9.2.11 使用数据区 0x 和 4x 时的特殊功能

在某些设备上，客户端连接用于将数据写入服务器分配表的数据区（0x、4x），然后自动立即请求数据返回，如在显示屏上显示。

如果连接的服务器为PSS 4000专属/可操作设备，则这种“数据镜像”仅在对设备采取额外措施时才会起作用。使用IEC 61131编程及Multi编程处理时存在细微的差别。

使用IEC 61131编程时的步骤

- ▶ 创建一个块
例如程序类型的POU
- ▶ 在该块中声明所需的I-PI变量
通过I-PI变量，就能使用I/O映射访问服务器分配表的写数据区（0xWrite、4xWrite）。
例如myIPI_1 AT %I* : WORD
- ▶ 在块中声明相应的O-PI变量
需要O-PI变量以恢复块中的I-PI变量。这是将输入数据“数据镜像”到服务器分配表的读数据区（0xRead、4xRead）所需的条件。
例如 myOPI_1 AT %Q* : WORD
- ▶ 在块中，通过将I-PI变量恢复到O-PI变量，实现“镜像数据”

示例（在IL中编程）：

RESTORE:	LD	myIPI_1
	ST	myOPI_1

- ▶ 将I-PI变量I/O映射到服务器分配表的写数据区（0xWrite、4xWrite）（PAS4000的I/O映射编辑器）
- ▶ 将O-PI变量I/O映射到服务器分配表的读数据区（0xRead、4xRead）（PAS4000的I/O映射编辑器）
- ▶ 将块分配到PSS 4000专属/操作设备的资源
例如myDevice_1的ST资源

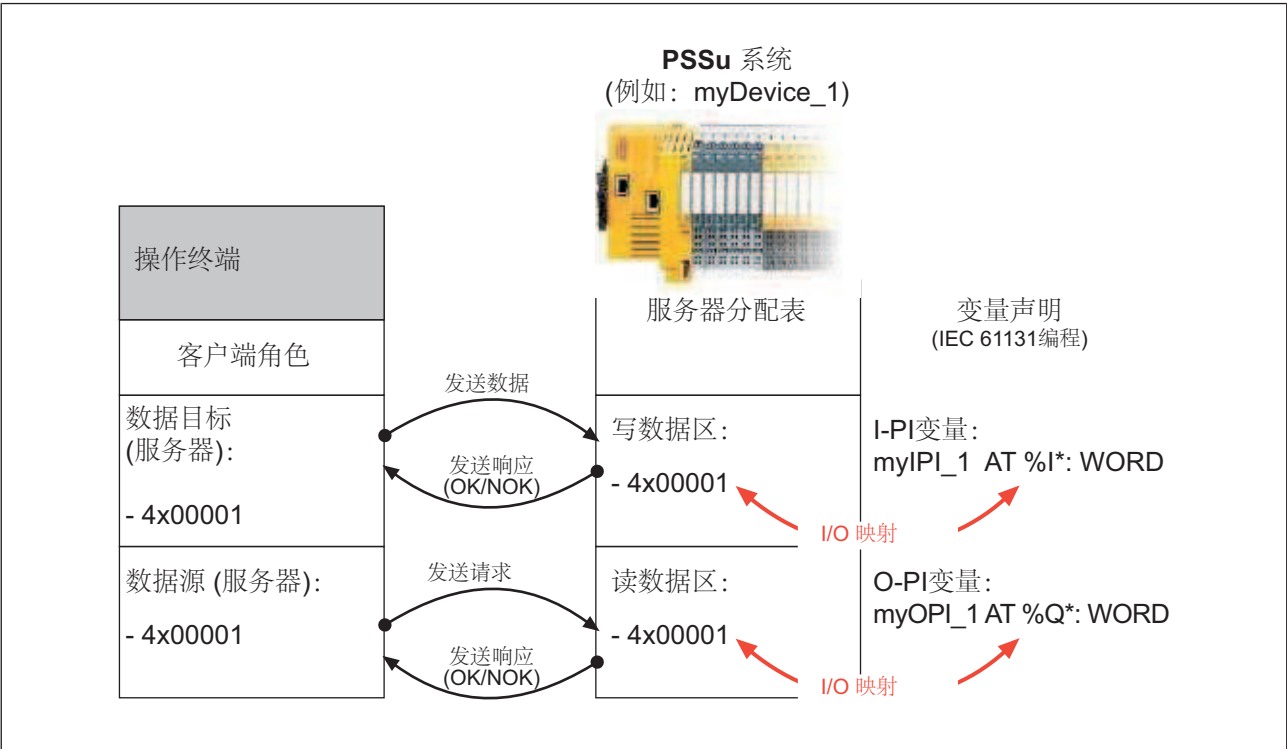


图: IEC 61131编程中的数据镜像 (示例)

使用Multi编程时的步骤

选项1 :

- ▶ 在Multi程序中创建一个IEC 61131基础功能块
- ▶ 在IEC 61131基础功能块中声明所需的PI变量，并对“数据镜像”进行编程
这一步骤与使用IEC-61131编程时的步骤相同 (见上) 。
- ▶ 将I-PI变量I/O映射到服务器分配表的写数据区 (0xWrite、4xWrite)
- ▶ 将O-PI变量I/O映射到服务器分配表的读数据区 (0xRead、4xRead)
- ▶ 将块分配到PSS 4000专属/操作设备的资源
例如myDevice_1的ST资源

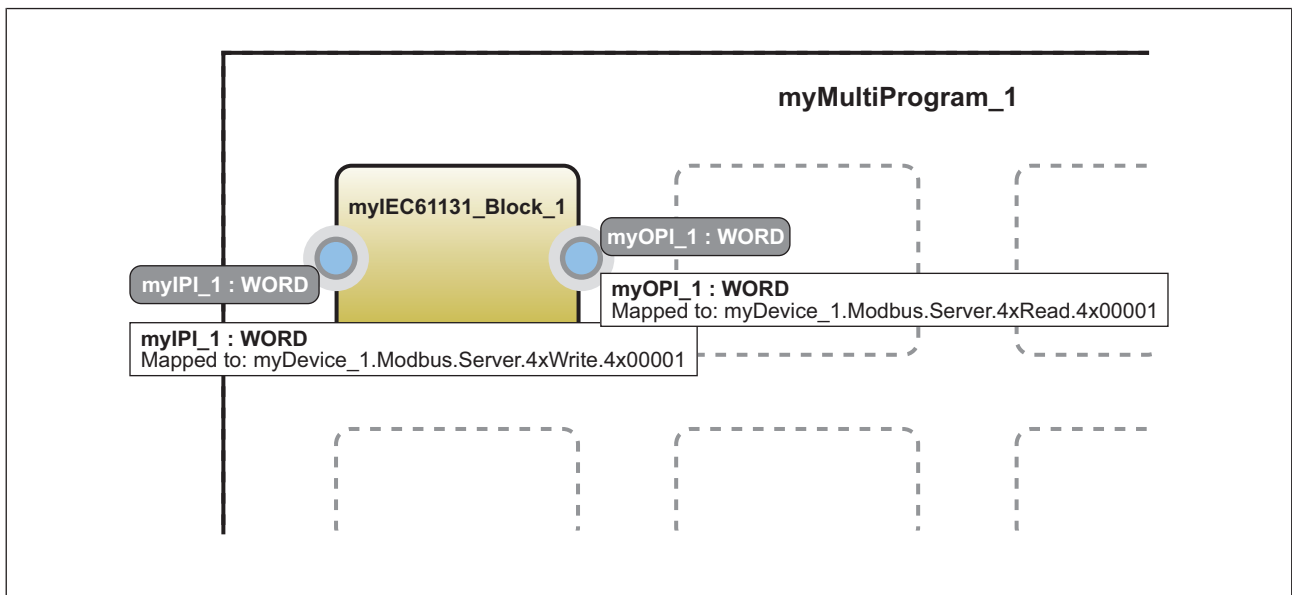
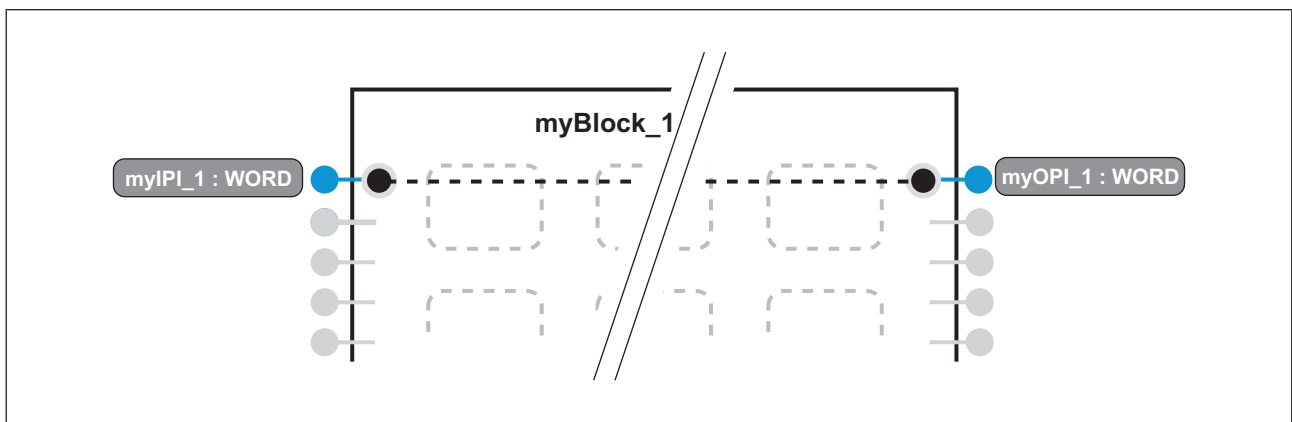


图: Multi编程中的I/O映射 – IEC 61131基础功能块 (示例)

选项2：

- ▶ 在Multi程序中创建一个部件功能块 (CB)
- ▶ 将块接口配置为
 - 配置所需的I-PI点，它们代表了I-PI变量
通过I-PI点，就能使用I/O映射访问服务器分配表的写数据区 (0xWrite、4xWrite)。
例如myIPI_1 : WORD
 - 配置相应的O-PI点，它们代表了O-PI变量
O-PI点用于在块内将I-PI点连接到O-PI点。这是将输入数据“数据镜像”到服务器分配表的读数据区 (0xRead、4xRead) 所需的条件。
例如myOPI_1 : WORD
- ▶ 通过将I-PI点连接到块的O-PI点，实现“镜像数据”

示例：



- ▶ 配置I/O映射
 - 将I-PI点I/O映射到服务器分配表的写数据区 (0xWrite、4xWrite)
 - 将O-PI点I/O映射到服务器分配表的读数据区 (0xRead、4xRead)

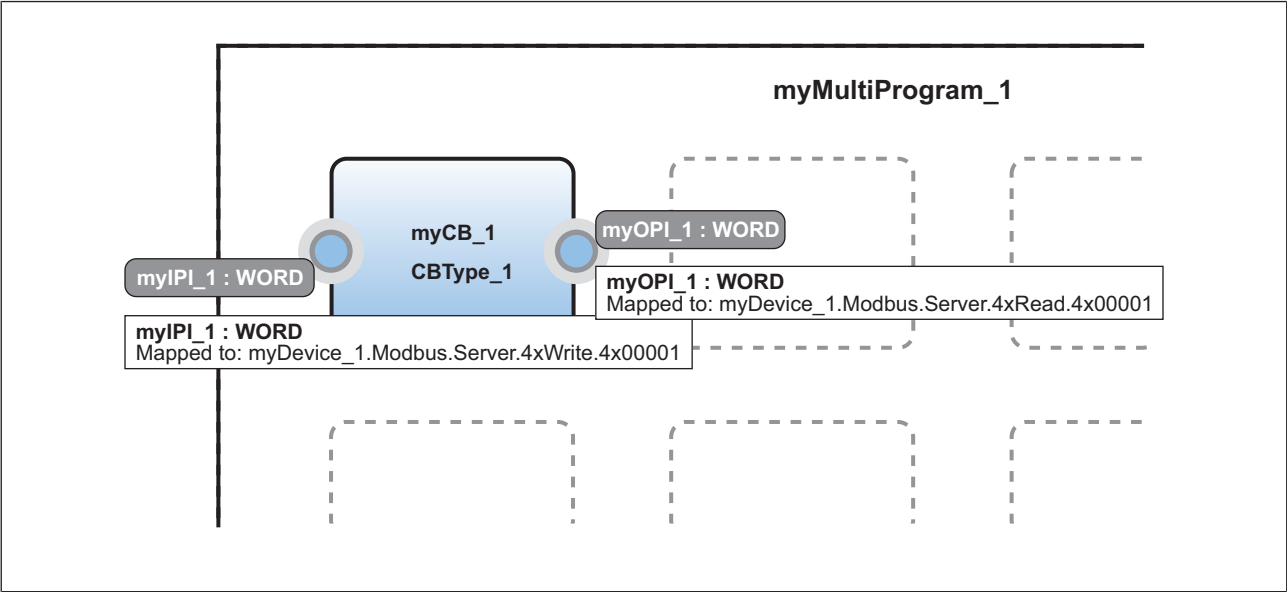


图: Multi编程中的I/O映射 – 部件功能块 (示例)

9.3 原始 TCP

根据以下要求应用传输控制协议 (TCP)：

- ▶ RFC793
- ▶ RFC1122
- ▶ RFC2988
- ▶ RFC5681

“原始 TCP”意思是通过 TCP 进行数据传输，没有上层协议。

TCP 是可靠的面向连接的协议。它用于两个通信对象（终点）之间的通信。通过端口号识别通信对象上的通信服务。TCP 使用互联网协议（IP）进行寻址。通过以下 4 个值为此类 TCP 连接提供唯一标识：

- ▶ 源 IP 地址
- ▶ 源端口号
- ▶ 目的 IP 地址
- ▶ 目的端口号

可通过以这种方式指定的 TCP 连接沿两个方向传输数据。

在 PSS 4000 自动化系统中，原始 TCP 连接的 IP 地址、端口号和传输方向是在配置连接时在 PAS4000 中配置的。

自动化系统 PSS 4000 上非安全相关的应用可以通过原始 TCP 进行数据交换。

9.3.1 “IP 连接”系统部分

在自动化系统PSS 4000中，所有具有“IP连接”系统部分的PSS 4000设备都能通过原始TCP进行外部通信。在这种情况下，PSS 4000设备的“IP连接”系统部分执行通信所需的所有任务。包括：

- ▶ 原始 TCP 连接的管理
(参见[原始 TCP 连接](#)  144)
- ▶ 通过原始 TCP 交换数据
(参见[通过原始 TCP 进行数据交换](#)  145)

9.3.2 原始 TCP 连接

PSS 4000设备的“IP连接”系统部分管理为设备所配置的原始TCP连接。在PAS4000的IP连接编辑器中对连接进行配置。

可为PSS 4000设备配置如下原始TCP连接：

- ▶ 发送连接
- ▶ 接收连接
 - 可为接收数据启用一个FIFO内存。
- ▶ 发送和接收连接
 - 可为接收数据启用一个FIFO内存。

在建立连接时，会将每个原始 TCP 连接配置为是否承担客户端或服务器的角色。

9.3.3 通过原始 TCP 进行数据交换

原始 TCP 是面向连接的，即在通过原始 TCP 传输可用数据之前，必须首先在两个原始 TCP 通信对象之间建立连接。连接的发起者称为“客户端”。与客户端建立连接的通信对象称为“服务器”。在PAS4000的IP连接编辑器中对连接进行配置。

如果在IP连接编辑器中将连接配置为客户端角色，则从PSS 4000设备的角度来看，这称为“客户端连接”，否则从PSS 4000设备的角度它就称为“服务器连接”。因此，服务器/客户端角色仅适用于此特定连接，并且仅在建立通信时有意义。

可为 PSS 4000 设备配置多个原始 TCP 连接（参见[数据传输极限 \[155\]](#)）。

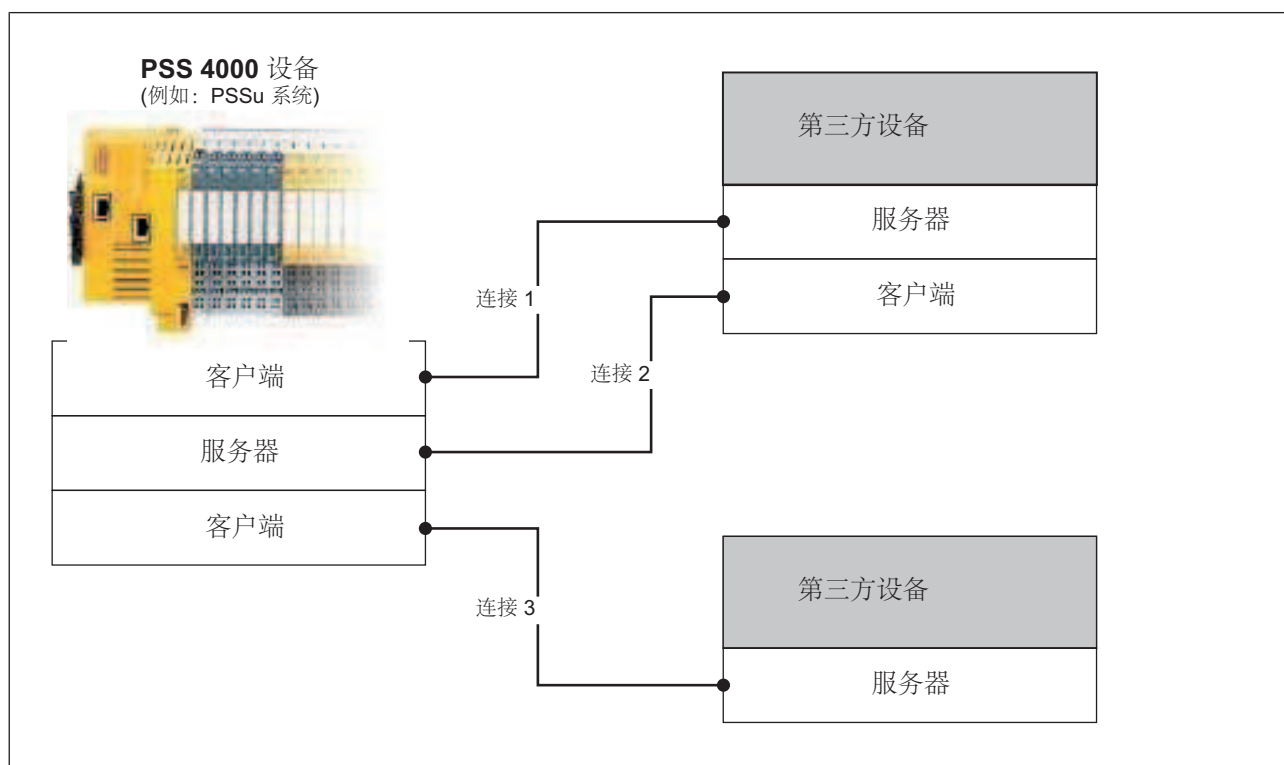


图: 原始TCP连接上的角色分配 (示例)

PSS 4000设备上会循环传输发送与接收数据。对于循环传输而言，客户端与服务器之间会维持一个永久的连接。

从自动化系统 PSS 4000 的角度来看，接收数据称为外部输入数据，发送数据称为外部输出数据。

9.3.4 接收数据的 FIFO 存储器

FIFO 存储器可在配置 PAS4000 过程中针对接收数据的每个原始 TCP 连接进行激活。

FIFO内存的大小取决于设备。在相关PSS 4000设备的操作手册中可以找到详细信息。

9.3.5 利用Raw TCP处理接收数据

TCP的设计旨在处理连续数据流。仅出于传输原因对数据流进行分段。

最初，使用TCP来传输循环过程数据与TCP的设计冲突，因为过程数据通常在相同大小的数据包中以连续循环的形式发送。

无论TCP的原始设计如何，PSS 4000自动化系统中Raw TCP的设计使得过程数据首先可以循环接收并处理。

而在PSS 4000上，则可调整Raw TCP的接收行为以适应各种应用场景。这可以通过PAS4000中的配置来实现。

- 配置选项：
- ▶ 启用/禁用FIFO存储器
 - ▶ 接收数据不得高于/低于配置的数据长度

下表概述了如何合理地组合配置选项：

配置	不接受较短数据长度	接受较短数据长度
启用 FIFO 记忆	场景适用性： “传输过程数据” (默认设置) (参见 Raw TCP的典型应用场景 [📖 148])	场景适用性： “经典TCP数据传输”，例如：请求-具有可变数据长度的响应协议 (参见 Raw TCP的典型应用场景 [📖 148])
禁用 FIFO 内存	场景适用性： 当连接条件有问题时“传输过程数据”，例如：在发射器超频和频繁连接失败的情况下 (参见 Raw TCP的典型应用场景 [📖 148])	- 不合理场景-

在[处理接收数据时的基本工作流程 \[📖 150\]](#)下可以获得有关基本接收行为的信息。有关FIFO存储器影响的更多信息，请参见 [启用FIFO存储器时的接收行为 \[📖 151\]](#) 和 [禁用FIFO存储器时的接收行为 \[📖 153\]](#)。

9.3.5.1 Raw TCP的典型应用场景

可以在PAS4000中配置Raw TCP，以涵盖各种典型应用场景。

场景：“传输过程数据”

此类数据传输的目的：

如果TCP连接接收器对应正确的数据长度，则它仅从缓冲区中提取和处理当前接收数据。

接收器配置：

► 启用FIFO内存（默认设置）

在某些条件下，禁用FIFO存储器可能会有所帮助。包括有问题的连接条件，例如，在发射器超频和频繁连接失败的情况下可能发生这种情况。有关此主题的更多信息，请参阅“接收器行为”。

► 不接受较短数据长度

接收器期望：

在此配置中，TCP连接接收器期望数据包始终具有相同的数据长度。为此，必须确保发射器应用程序发送恒定的数据单元；即，发射器必须发送数据长度相同的循环过程数据。数据长度必须与PAS4000中为接收器配置的接收数据长度相对应。

接收器行为：

每个循环中（ t_{ExtCo} ），TCP连接接收器从缓冲区中提取具有配置接收数据长度的过程数据。

► 数据长度较短时的行为：

如果由于某种原因接收器获得带有较短数据长度的过程数据单元，则将视为错误。连接将终止并重新建立。

► 发射器超频和频繁连接失败时的行为

在发射器超频的情况下，发射器的发送速率高于接收器可接受过程数据的速率。如果频繁连接失败，则每次都需要重新建立连接。

在默认设置（启用FIFO存储器）中，发射器超频和频繁连接失败都会导致缓冲区中旧数据累积增加。根据FIFO行为，数据按接收顺序提取；即，在到达任何新数据之前需要处理旧数据。

这种情况下，禁用FIFO存储器可能会有所帮助。如果未配置FIFO模式，则始终使用来自最新数据包的过程数据。

场景：“经典TCP数据传输”

此类数据传输的目的：

TCP连接接收器应按顺序提取和处理来自缓冲区的所有数据。缓冲区中数据包的数据长度可变。

PSS 4000的一个特殊功能是从缓冲区提取的数据始终对应于配置的接收数据长度。因此，对于这种情况，用户需要采取其它措施来识别数据单元。例如，PSS 4000用户程序中基于协议的度量，可以用于通过请求和响应来控制数据传输。另外，发送的有效载荷字节数可以与每个数据包一起发送，并在接收器中进行相应地评估。

接收器配置：

- ▶ 启用 FIFO 记忆
- ▶ 接受较短数据长度

接收器期望：

在此配置中，TCP连接接收器期望发射器根据应用程序中定义的基于协议的度量发送数据。数据单元可以具有不同的数据长度。因此，接收器对数据包的数据长度没有期望。

接收器行为：

每个循环中（ t_{ExtCo} ），TCP连接接收器从缓冲区中提取具有配置的接收数据长度的过程数据。数据按接收顺序提取；即从最旧数据开始。如果缓冲区包含的数据少于配置的接收数据长度，则剩余数据将补零，直至达到配置的接收数据长度。

9.3.5.2 处理接收数据时的基本工作流程

TCP数据以异步方式接收并存储在缓冲区中。当从缓冲区中提取数据时，始终应用相同的原則。每个循环中 (t_{ExtCo})，TCP连接接收器提取配置为连接接收数据长度的确切数据量；即，每个循环中 (t_{ExtCo})，从缓冲区中提取具有固定数据长度的数据并将其传输至为接收连接配置的PSS 4000数组（参见 [原始 TCP I/O 数据 \[156\]](#)）。无论是否配置FIFO模式，均使用该数据提取过程。此过程也适用于从包含具有固定数据长度数据包的缓冲区以及包含具有可变数据长度数据包的缓冲区中提取数据。

接收相同数据长度的数据包时缓冲区的内容

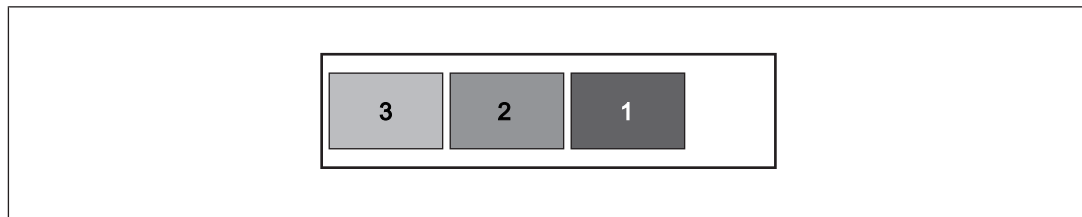


图: 具有相同数据长度数据包的缓冲区

接收可变数据长度数据包时缓冲区的内容：

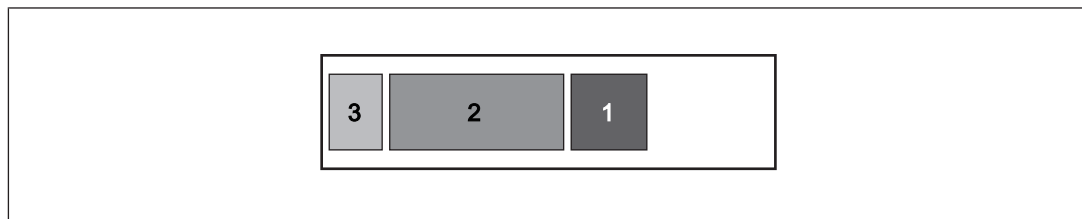


图: 具有可变数据长度数据包的缓冲区

9.3.5.3 启用FIFO存储器时的接收行为

此行为可称为“原始TCP行为”。此过程旨在防止旧数据在新数据到达时，尚未被处理便遭拒绝的情况。

每个循环（ t_{ExtCo} ）中，TCP连接接收器从缓冲区中提取具有配置接收数据长度的数据包，并将其传输至为接收连接配置的PSS 4000数组。根据FIFO行为，数据按接收顺序提取；即，随后在PSS 4000设备上处理数据时，从最旧数据包中的数据开始处理。

如果此过程使接收器过载，则在某些情况下接收器可能无法再接受新数据。如果是这种情况，TCP有自己的机制来通知发射器接收器过载。此时，发射器停止发送新数据，直到接收器通过TCP机制发出再次接收的信号。

启用FIFO存储器时的接收行为是可接受的行为，如果TCP连接发射器发送具有固定数据长度的数据单元，则会产生合理的结果。在这种情况下，缓冲区中的数据包具有相同的数据长度。

如果发射器发送具有可变数据长度的数据单元，则应为接收器配置“接受较短数据长度”。在这种情况下，缓冲区可能包含具有不同数据长度的数据包。但是，由于始终利用配置的接收数据长度提取数据，因此可能会从多个数据包中提取数据。在这种情况下，需要在发射器和接收器上采取额外的应用相关措施，以实现合理的结果。如果缓冲区包含的数据少于配置的接收数据长度，则剩余数据的可变数据长度将补零，直至达到配置的接收数据长度。

固定数据长度已接受行为示例：

下面的示例说明了如何使用配置的接收数据长度从包含具有相同或固定数据长度数据包的缓冲区中提取数据。

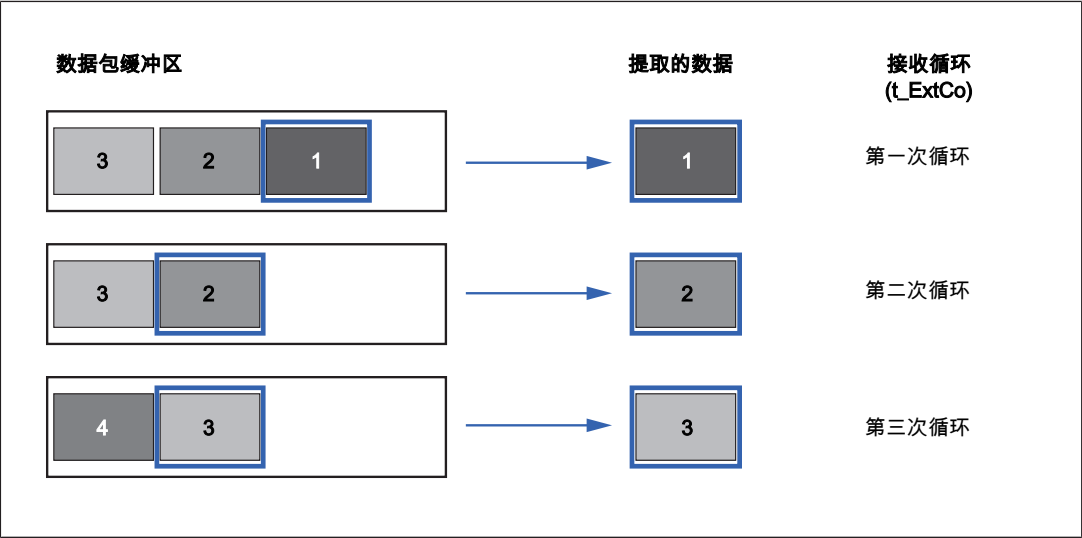


图: FIFO行为用于提取具有固定数据长度数据包的数据（示例）

具有可变数据长度的行为示例：

下面的示例说明了如何使用配置接收数据长度从包含具有可变数据长度数据包的缓冲区中提取数据。

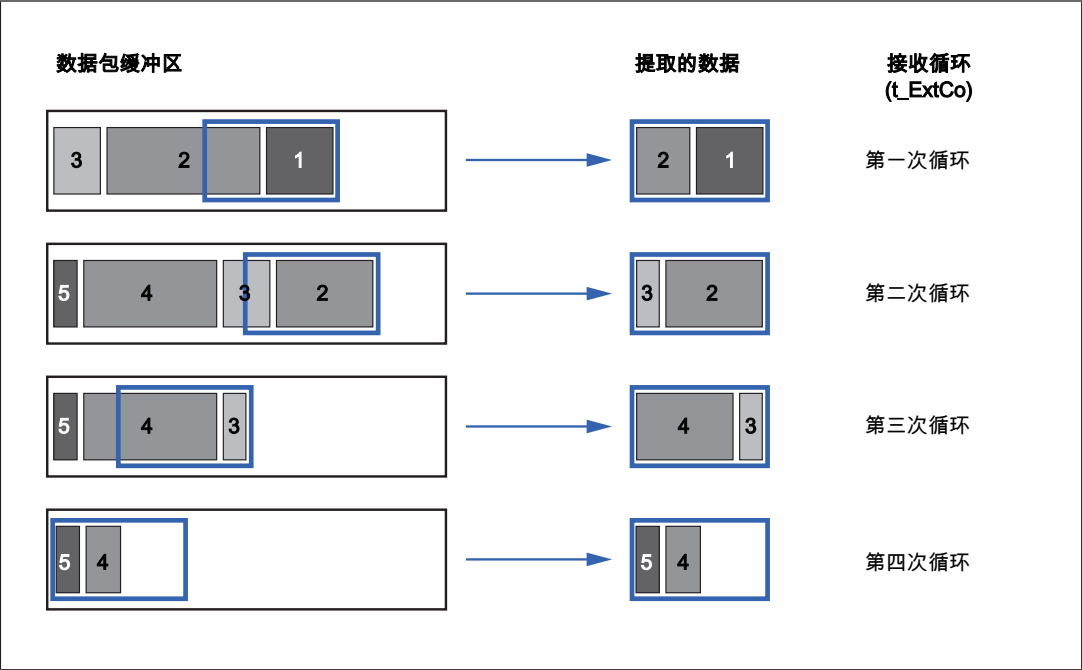


图: FIFO行为用于提取具有可变数据长度数据包的数据（示例）

请注意：

在此示例中，必须在应用程序中采取其它措施，以确保在提取数据后可以识别或重建同类数据。

9.3.5.4 禁用FIFO存储器时的接收行为

此行为可称为“过程数据行为”。此过程的目的是仅为处理最新的接收数据。为此，在每个循环（ t_{ExtCo} ）中，根据需要多次检查并拒绝缓冲区的内容，直至找不到更多的接收数据。检查期间的数据长度对应于配置的接收数据长度。提取带有最新接收数据的数据包，并将其传输至为接收连接配置的数组，以便进行后续处理。

禁用FIFO存储器时的接收行为是可接受的行为，如果TCP连接发射器发送具有固定数据长度的数据单元，则会产生合理的结果。在这种情况下，缓冲区中的数据包具有相同的数据长度。

如果发射器发送具有可变数据长度的数据单元，则应为接收器配置“接受较短数据长度”。在这种情况下，缓冲区可能包含具有不同数据长度的数据包。但是，由于始终使用配置的接收数据长度检查数据，因此拒绝数据时不考虑数据所在的位置。如果缓冲区包含的数据少于配置的接收数据长度，则剩余数据的可变数据长度将补零，直至达到配置的接收数据长度。对于这种情况，我们不知道有任何合理的应用程序。

固定数据长度已接受行为示例：

下面的示例说明了如何使用配置的接收数据长度从包含具有相同或固定数据长度数据包的数据包中提取数据。

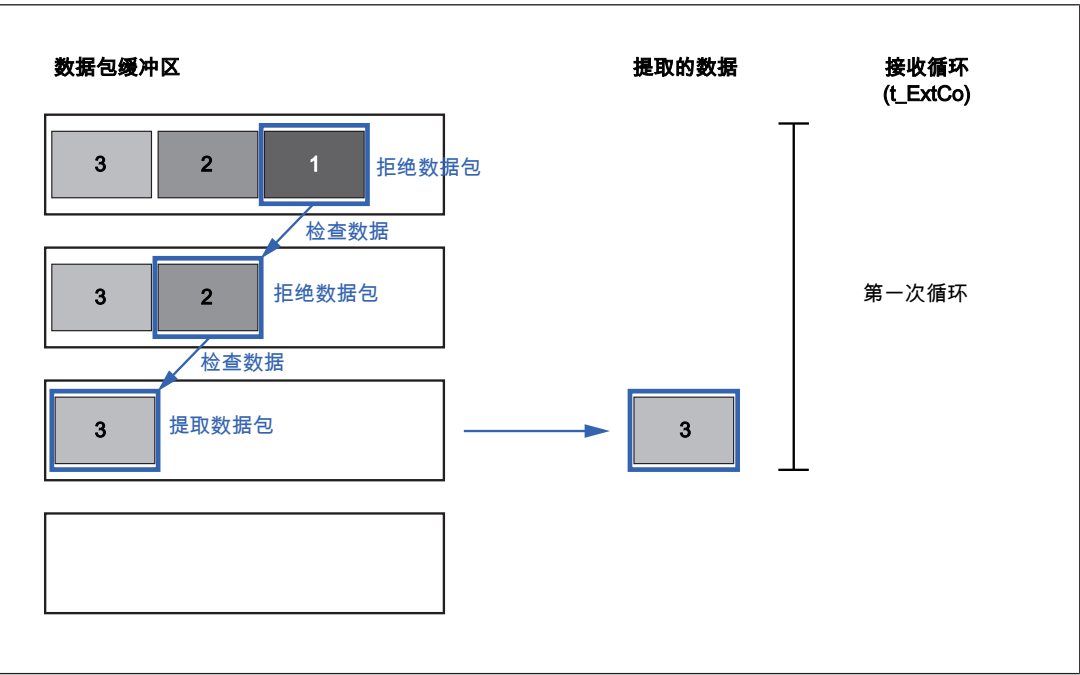


图: FIFO行为不用于提取具有固定数据长度数据包的数据（示例）

具有可变数据长度的行为示例：

下面的示例说明了如何使用配置的接收数据长度从包含具有可变数据长度数据包的缓冲区中提取数据。

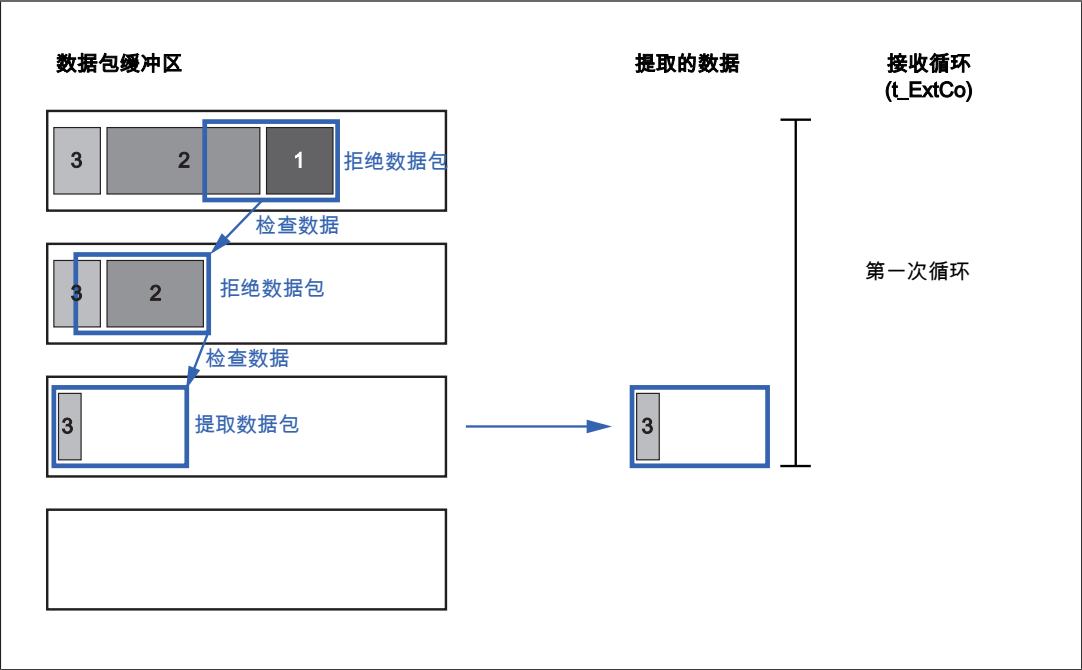


图: FIFO行为不用于提取具有可变数据长度数据包的数据 (示例)

请注意，此示例并非合理场景。

9.3.6 数据传输极限

当通过原始TCP传输数据时，PSS 4000设备存在下述限制：

- ▶ 原始TCP连接的最大数目取决于设备。在相关PSS 4000设备的操作手册中可以找到详细信息。另请注意PSS 4000设备的普遍上限为32个IP连接。



注意

以下规则适用于 **IP 连接的最大数量**：

具有“IP 连接”系统部分的 PSS 4000 设备上可以管理的最大 IP 连接数量取决于设备。

然而，“IP 连接”系统部分最多可以管理共 32 个 IP 连接。如果您操作的是使用各种协议或通信连接的“IP 连接”系统部分，则此上限也适用。

SafetyNET p 连接不由“IP 连接”系统部分管理，因此不影响此上限。

- ▶ 从 PSS 4000 设备的角度来看，如果配置了一个服务器连接，此服务器可用于连接单个客户端。如果多个客户端需要通信，从 PSS 4000 设备的角度来看，必须为每个客户端配置单独的服务器连接。
- ▶ 接收连接的数据长度可配置为1 ... 最大1024字节（外部输入数据）。
- ▶ 发送连接的数据长度可配置为1 ... 最大1024字节（外部输出数据）。
- ▶ 发送并接收连接每个传输方向的数据长度可配置为1 ... 最大1024字节。
- ▶ 使用默认配置（PAS4000）时，数据包不得短于配置的数据长度。短于配置数据长度的TCP段将会被拒绝并在诊断列表中显示诊断消息。
如果在PAS4000中配置了“在接收时接受较短数据长度”，将接受具有可变数据长度的数据包；换句话说，将接受短于配置数据长度的TCP段。
- ▶ 对应于连接接收数据的FIFO内存大小取决于设备。在相关PSS 4000设备的操作手册中可以找到详细信息。

9.3.7 原始 TCP I/O 数据

“IP连接”系统部分能让PSS 4000设备通过原始TCP与第三方设备交换I/O数据。为此，需要在PAS4000的I/O映射编辑器中，将I/O数据映射到相应的原始TCP数据区。

原始TCP数据区的I/O映射

I/O 映射用于定义由哪个数据源向哪个数据目标提供数据。

原始TCP数据区可能的I/O映射：

I/O 映射		原始 TCP 上	
		接收数据 (= 外部输入数据)	发送数据 (= 外部输出数据)
模块总线	输入数据 (例如硬件输入)	---	◆
	输出数据 (例如硬件输出)	◆	---
PI 变量	I-PI 变量	◆	---
	O-PI 变量	---	◆

- ◆ 可以进行 I/O 映射
 --- 不可以进行 I/O 映射

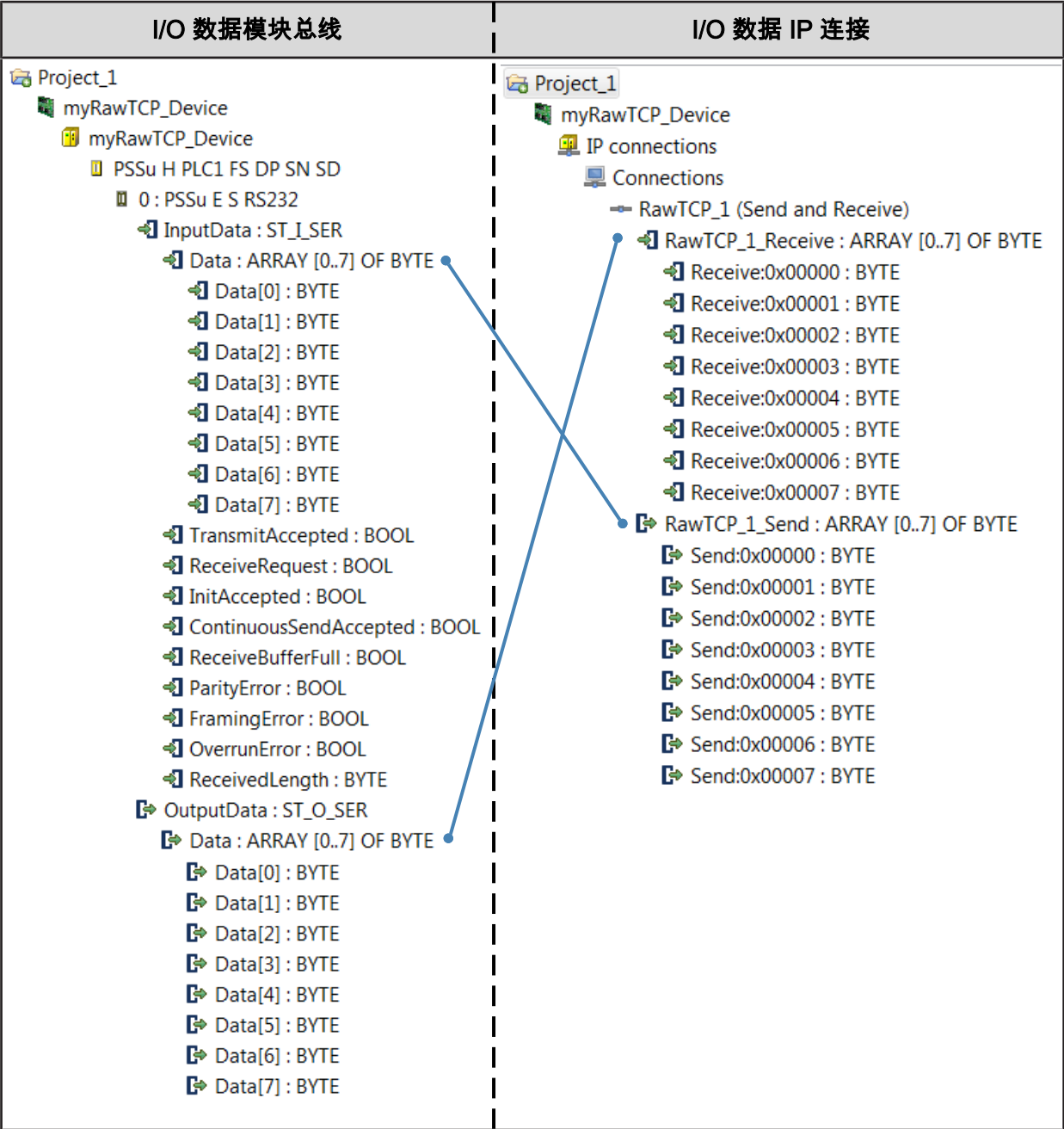
示例

► I/O 数据的 I/O 映射

电子模块PSSu K S RS232的接收数据传输到通信对象，通信对象接收到的数据在PSSu K S RS232上输出。

为此配置了发送并接收连接“RawTCP_1”：

可能的I/O映射（示例）：



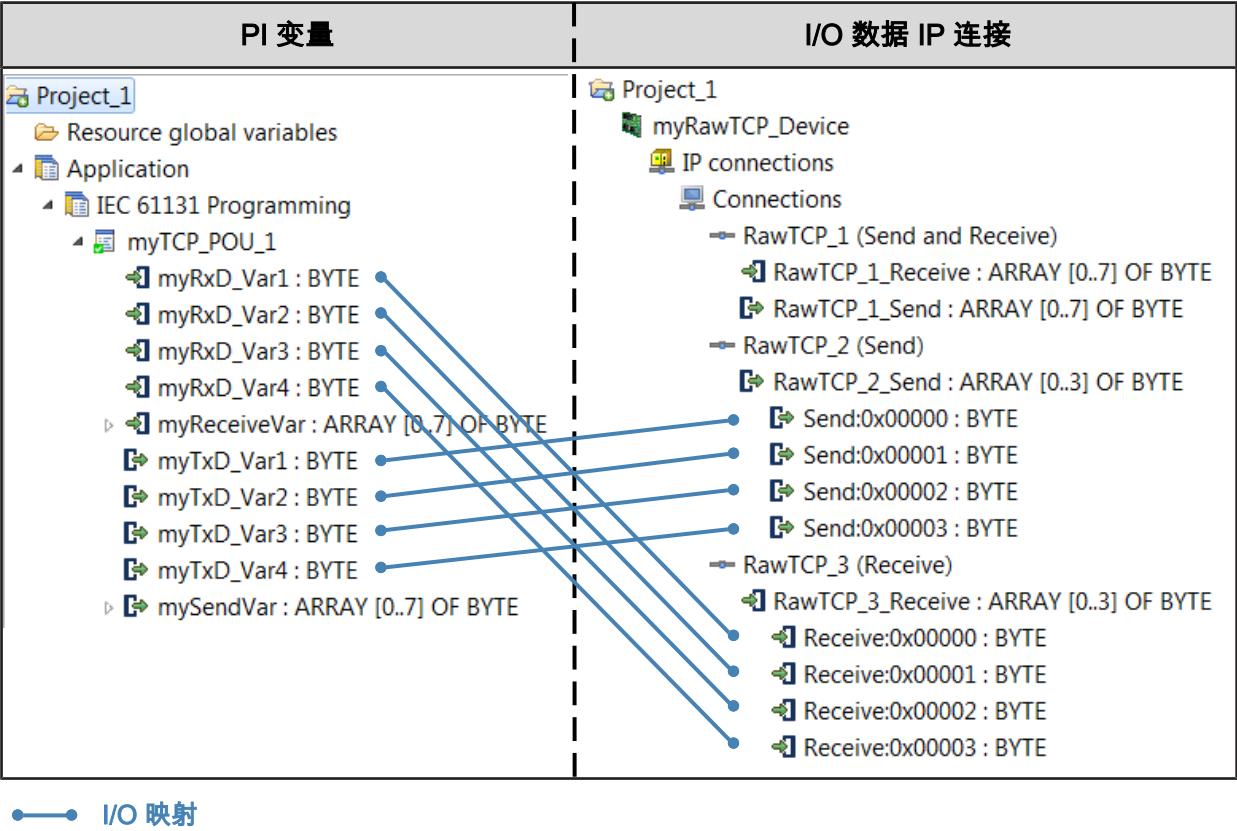
—● I/O 映射

► PI 变量的 I/O 映射

块的O-PI变量内容传输到通信对象，I-PI变量被分配到接收数据。为此配置了2个连接：

- RawTCP_2 (发送连接)
- RawTCP_3 (接收连接)

可能的I/O映射 (示例)：



9.3.8 原始 TCP 地址的地址格式

PSS 4000设备的I/O数据地址显示在多个位置，例如，在PAS4000中以及在诊断中。

发送数据的地址格式

原始TCP发送数据的地址结构如下：

<设备名>.TCP.<连接名>.Send.Byte[<元素号>]

示例：

myDevice_1.TCP.myTxConnection_1.Send.Byte[0]

...

myDevice_1.TCP.myTxConnection_1.Send.Byte[1023]

接收数据的地址格式

原始UDP接收数据的地址结构如下：

<设备名>.TCP.<连接名>.Receive.Byte[<元素号>]

示例：

myDevice_1.TCP.myRxConnection_1.Receive.Byte[0]

...

myDevice_1.TCP.myRxConnection_1.Receive.Byte[1023]

9.3.9 原始 TCP 的数据一致性

当接收的数据由第三方设备发送时，这些设备负责确保该数据的数据一致性。从PSS 4000的角度来看，无法判断这些设备的数据一致性。

原始TCP连接接收数据上的数据一致性

如果PSS 4000专属/操作设备是原始TCP连接的数据接收者，则从PSS 4000设备的角度来看，接收的数据是外部输入数据。

来自原始 TCP 连接的外部输入数据被视为 PSS 4000 中的一致数据（参见[数据一致性 \[📖 290\]](#)）。

原始TCP连接的外部输入数据形成了一个一致性范围，一致性范围类型是“外部通信连接的ST-输入数据”。准确的描述为一致性范围“原始 TCP 连接的 ST 输入数据”（参见[一致性范围 \[📖 291\]](#)）。

原始TCP连接发送数据上的数据一致性

如果原始 TCP 连接中的 PSS 4000 专用/可操作设备是数据的发射器，则从设备的角度来看，发送数据是外部输出数据。

如果来自数据源的相同一致性范围，则原始 TCP 连接的外部输出数据是一致的（参见[数据一致性 \[📖 290\]](#)）。

9.4 原始 UDP

根据RFC768，实现用户数据报协议（UDP）。“原始UDP”意思是通过UDP进行数据传输，没有上层协议。

UDP用于在不同的通信对象之间进行通信。通过端口号识别通信对象上的通信服务。UDP使用Internet协议（IP）进行寻址，即UDP数据报封装在IP帧中，使用IP地址，作为数据包发送到通信对象。

UDP是“不面向连接”或“无连接”的协议。这意味着：

- ▶ 在开始传输之前，不会与通信对象建立连接。
- ▶ 无法保证
 - 发送的数据包能到达
 - 发送的数据包只到达一次
 - 发送的数据包与接收的数据包顺序一致

因此，只有在应用对数据报丢包及乱序不敏感，或者应用自身在通信对象上能提供合适的控制与纠错机制时，才会使用UDP。

虽然UDP是无连接的协议，为了简单起见，下面的说明中仍把通信对象之间的通信关系称为“连接”。

自动化系统PSS 4000上非安全相关的应用可以通过原始UDP进行数据交换。

9.4.1 “IP 连接”系统部分

在自动化系统PSS 4000中，所有具有“IP连接”系统部分的PSS 4000设备都能通过原始UDP进行外部通信。在这种情况下，PSS 4000设备的“IP连接”系统部分执行通信所需的所有任务。包括：

- ▶ 对原始UDP连接进行管理
(参见[原始UDP连接](#)  163)
- ▶ 数据交换
(参见[通过原始UDP进行数据交换](#)  164)

9.4.2 原始 UDP 连接

PSS 4000设备的“IP连接”系统部分管理为设备所配置的原始UDP连接。在PAS4000的IP连接编辑器中对连接进行配置。

可为PSS 4000设备配置如下原始UDP连接：

▶ **发送连接（角色=发送者）**

- 单播（1:1连接）
- 广播（1：“所有”连接）
环回可配置
- 多播（1：n连接），符合RFC 1112，IGMVP V1

▶ **接收连接（角色=接收者）**

可为接收数据启用一个FIFO内存

- 单播（1:1连接）
- 广播（1：“所有”连接）
- 多播（1：n连接），符合RFC 1112，IGMVP V1

▶ **发送并接收连接（角色=发送者/接收者）**

可为接收数据启用一个FIFO内存

- 单播（1:1连接）
- 广播（1：“所有”连接）
发送时环回可配置
- 多播（1：n连接），符合RFC 1112，IGMVP V1

9.4.3 通过原始 UDP 进行数据交换

原始UDP不面向连接；即原始UDP没有用于建立及结束连接的机制。

在PAS4000中，对于配置为发送连接（角色=发送者）的连接，PSS 4000设备向该连接的一个或多个接收者角色的通信对象发送数据。

在PAS4000中，对于配置为接收连接（角色=接收者）的连接，该连接会等待发送者角色的通信对象发送数据。

在PAS4000中，对于配置为发送并接收连接（角色=发送者/接收者）的连接，它们用于发送数据和接收数据。打开通信的通信对象，即通过该连接发送第一个报文的一方，必须配置为发送并接收连接。该通信对象称为发起者。非发起者的通信对象，会等待接收通过该连接传送的第一个报文。

从自动化系统PSS 4000的角度来看，接收数据称为外部输入数据，发送数据称为外部输出数据（参见[处理数据的有效性 \[273\]](#)）。

在PAS4000中，根据如下经验规则配置发起者功能的发送并接收连接：

角色	网络设置	
发射器/接收器	远程端口编号	不等于0
	远程 IP 地址	不等于0.0.0.0



重要信息

发送并接收连接的发起者必须同时满足远程端口号及远程IP地址的条件。如果有任一条件不满足，即远程端口号为0和/或远程IP地址为0.0.0.0，该发送并接收连接将不具有发起者功能。

9.4.4 接收数据的 FIFO 存储器

FIFO 存储器可在配置 PAS4000 过程中针对接收数据的每个原始 UDP 连接进行激活。

如果针对一个原始 TCP 连接启用 FIFO 存储器，所有流入的数据都将收集在 FIFO 存储器中并按接收顺序进行处理。此方法能防止当“新”数据到达时，“旧”数据还没被处理就被拒绝的情况。

FIFO内存的大小取决于设备。在相关PSS 4000设备的操作手册中可以找到详细信息。如果存储器溢出，流入的数据将会被拒绝并在诊断列表中显示诊断信息。

9.4.5 数据传输极限

当通过原始UDP传输数据时，PSS 4000设备存在下述限制：

- ▶ 原始UDP连接的最大数目取决于设备。在相关PSS 4000设备的操作手册中可以找到详细信息。

另请注意PSS 4000设备的普遍上限为32个IP连接。



注意

以下规则适用于 **IP 连接的最大数量**：

具有“IP 连接”系统部分的 PSS 4000 设备上可以管理的最大 IP 连接数量取决于设备。

然而，“IP 连接”系统部分最多可以管理共 32 个 IP 连接。如果您操作的是使用各种协议或通信连接的“IP 连接”系统部分，则此上限也适用。

SafetyNET p 连接不由“IP 连接”系统部分管理，因此不影响此上限。

- ▶ 接收连接的数据长度可配置为1 ... 最大1024字节（外部输入数据）。
- ▶ 发送连接的数据长度可配置为1 ... 最大1024字节（外部输出数据）。
- ▶ 发送并接收连接每个传输方向的数据长度可配置为1 ... 最大1024字节。
- ▶ 每个报文都要支持最大可配置数据长度；即发送连接的数据不会分布于多个报文。
- ▶ 在一个报文中传输的数据字节数必须精确等于该连接所配置的数目：
 - 如果PSS 4000设备收到的报文比该连接配置的字节更多，则多出的数据字节将被拒绝。不会在诊断列表中显示此诊断信息，因为这是PSS 4000的既定行为。
 - 如果PSS 4000设备收到的报文比该连接配置的字节更少，则在诊断列表中显示诊断信息。
- ▶ 对应于连接接收数据的FIFO内存大小取决于设备。在相关PSS 4000设备的操作手册中可以找到详细信息。

9.4.6 原始 UDP I/O 数据

“IP连接”系统部分能让PSS 4000设备通过原始UDP与第三方设备交换I/O数据。为此，需要在PAS4000的I/O映射编辑器中，将I/O数据映射到相应的原始UDP数据区。

原始UDP数据区的I/O映射

I/O 映射用于定义由哪个数据源向哪个数据目标提供数据。

原始UDP数据区可能的I/O映射：

I/O 映射		原始 UDP 上	
		接收数据 (= 外部输入数据)	发送数据 (= 外部输出数据)
模块总线	输入数据 (例如硬件输入)	---	◆
	输出数据 (例如硬件输出)	◆	---
PI 变量	I-PI 变量	◆	---
	O-PI 变量	---	◆

- ◆ 可以进行 I/O 映射
--- 不可以进行 I/O 映射

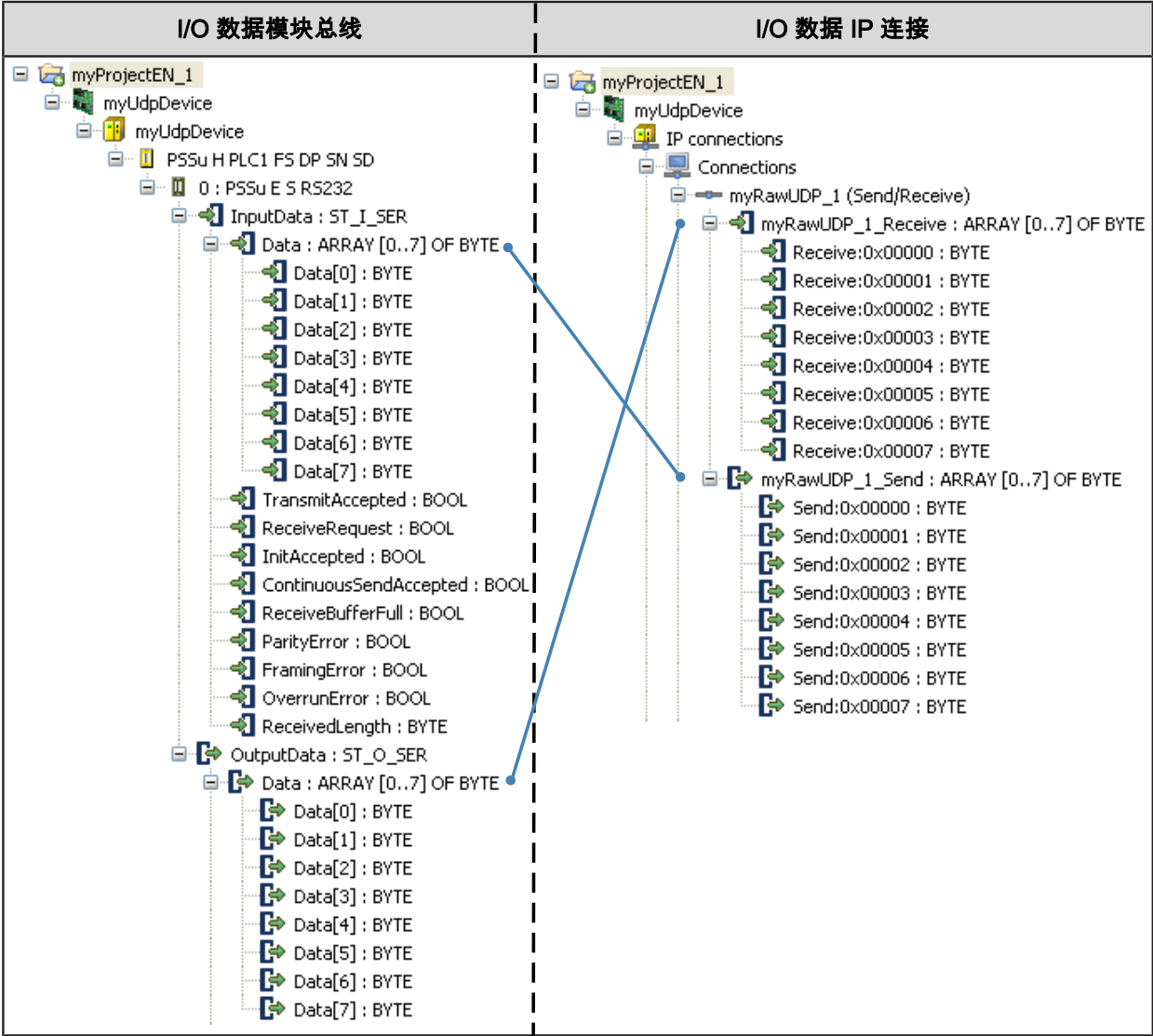
示例

► I/O 数据的 I/O 映射

电子模块PSSu K S RS232的接收数据传输到通信对象，通信对象接收到的数据在PSSu K S RS232上输出。

为此配置了发送并接收连接“myRawUDP_1”：

可能的I/O映射（示例）：



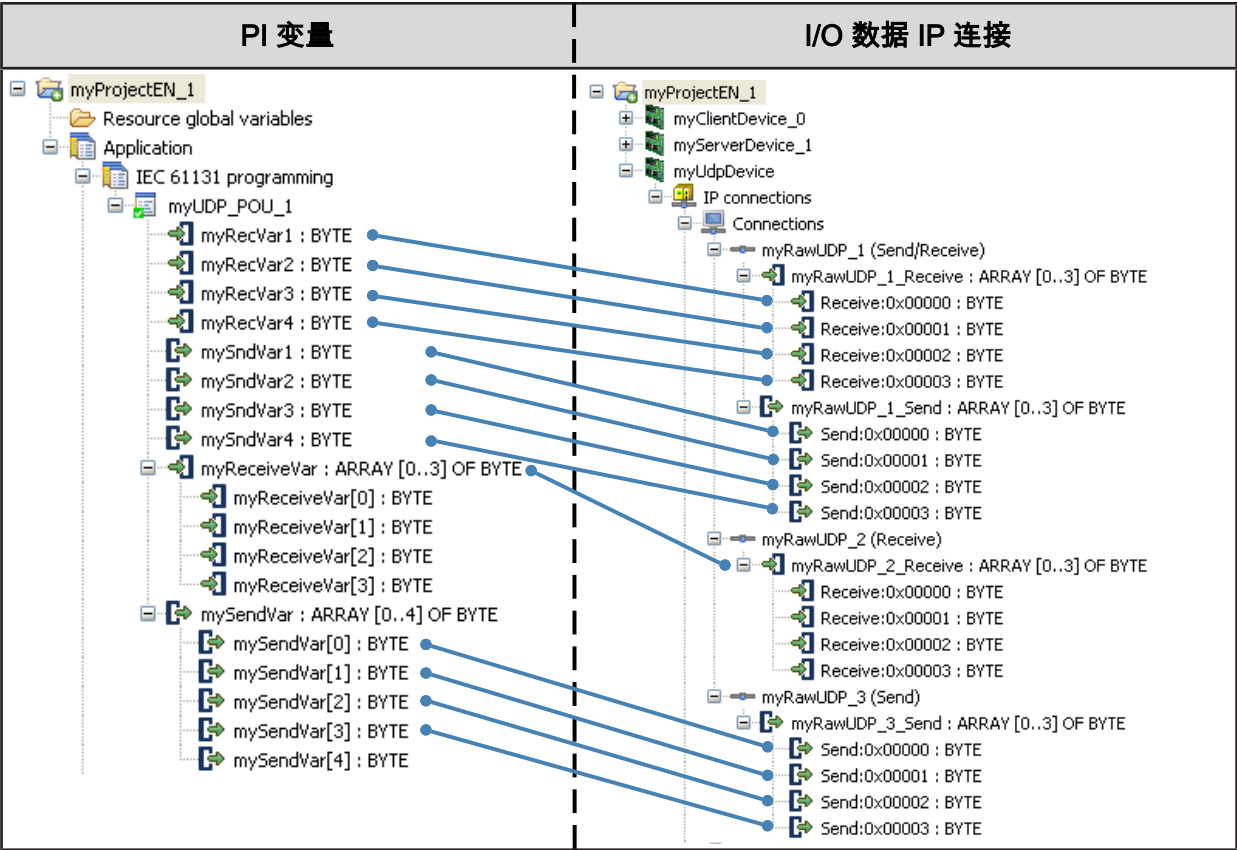
— I/O 映射

► PI 变量的 I/O 映射

块的O-PI变量内容传输到通信对象，I-PI变量被分配到接收数据。为此配置了3个连接：

- myRawUDP_1（发送和接收连接）
- myRawUDP_2（发送连接）
- myRawUDP_3（接收连接）

可能的I/O映射（示例）：



— I/O 映射

9.4.7 原始 UDP 地址的地址格式

PSS 4000设备的I/O数据地址显示在多个位置，例如，在PAS4000中以及在诊断中。

9.4.7.1 发送数据的地址格式

原始UDP发送数据的地址结构如下：

<设备名>.UDP.<连接名>.Send.Byte[<元素号>]

示例：

myDevice_1.UDP.myTxConnection_1.Send.Byte[0]

...

myDevice_1.UDP.myTxConnection_1.Send.Byte[1023]

9.4.7.2 接收数据的地址格式

原始UDP接收数据的地址结构如下：

<设备名>.UDP.<连接名>.Receive.Byte[<元素号>]

示例：

myDevice_1.UDP.myRxConnection_1.Receive.Byte[0]

...

myDevice_1.UDP.myRxConnection_1.Receive.Byte[1023]

9.4.8 原始 UDP 的数据一致性

当接收的数据由第三方设备发送时，这些设备负责确保该数据的数据一致性。从PSS 4000的角度来看，无法判断这些设备的数据一致性。

原始UDP连接接收数据上的数据一致性

如果PSS 4000专属/操作设备是原始UDP连接的数据接收者，则从PSS 4000设备的角度来看，接收的数据是外部输入数据。

在PSS 4000中，原始UDP连接的外部输入数据被视为一致性数据（参见[数据一致性 \[📖 290\]](#)）。

原始UDP连接的外部输入数据形成了一个一致性范围，一致性范围类型是“外部通信连接的ST-输入数据”。确切的描述为：“原始UDP连接的ST-输入数据”一致性范围（参见[一致性范围 \[📖 291\]](#)）。

原始UDP连接发送数据上的数据一致性

如果原始UDP连接中的PSS 4000专属/操作设备是数据发送者，则从PSS 4000设备的角度来看，发送的数据是外部输出数据。

如果原始UDP连接的外部输出数据来自一个数据源上的同一个一致性范围（参见[数据一致性 \[📖 290\]](#)），则它就是一致的。

9.5 使用功能块的UDP 通信

根据RFC768，实现用户数据报协议（UDP）。

UDP用于在不同的通信对象之间进行通信。通过端口号识别通信对象上的通信服务。UDP使用Internet协议（IP）进行寻址，即UDP数据报封装在IP帧中，使用IP地址，作为数据包发送到通信对象。

UDP是“不面向连接”或“无连接”的协议。这意味着：

- ▶ 在开始传输之前，不会与通信对象建立连接。
- ▶ 无法保证
 - 发送的数据包能到达
 - 发送的数据包只到达一次
 - 发送的数据包与接收的数据包顺序一致

因此，只有在应用对数据报丢包及乱序不敏感，或者应用自身在通信对象上能提供合适的控制与纠错机制时，才会使用UDP。

PSS 4000用户程序控制数据传输时，可以使用功能块的UDP 通信。更可以使用原始UDP进行循环数据传输。

要在PSS 4000自动化系统上通过“使用功能块的UDP”发送/接收数据报，必须在用户程序中使用专用的PSS 4000系统控制功能块：

- ▶ pssCreateUDPSocket—创建UDP套接字
- ▶ pssReleaseUDPSocket—释放UDP套接字
- ▶ pssUDPSend—发送UDP数据报
- ▶ pssUDPReceive—接收UDP数据报

功能块可以在ST或FS资源上使用。

PSS 4000自动化系统上非安全相关的应用可以使用功能块的UDP通信。必须采取额外安全措施确保使用功能块的UDP通信用于安全相关的应用。这些安全措施必须在应用中执行。用户负责正确执行。

9.5.1 “IP 连接”系统部分

在PSS 4000自动化系统中，所有具有“IP连接”系统部分的PSS 4000设备都能通过使用功能块的UDP进行外部通信。在这种情况下，PSS 4000设备的“IP连接”系统部分执行通信所需的所有任务。包括：

- ▶ UDP套接字管理
- ▶ 通过“使用功能块的UDP”进行数据交换

9.5.2 UDP套接字

在PSS 4000设备使用专用的PSS 4000系统控制功能块通过UDP进行数据交换前，其IP连接系统部分必须至少有一个UDP套接字打开。要创建UDP套接字，PSS 4000系统控制功能块pssCreateUDPSocket必须执行任务。然后通过UDP套接字与其它PSS 4000系统控制功能块交换数据报。通过UDP套接字可以实现单向通信（仅限发送或仅限接收）和双向通信（发送和接收）。

UDP套接字由PSS 4000设备的IP连接系统部分管理。系统部分可以管理最多9个UDP套接字；即通过pssCreateUDPSocket的多执行（参见[数据传输极限 \[📖 177\]](#)）PSS 4000设备可以同时打开最多9个UDP套接字。

创建UDP套接字时，PSS 4000设备生成一个针对UDP套接字的唯一参考值，称为套接字句柄。生成的套接字句柄在pssCreateUDPSocket功能块中发布。在用户程序中执行功能块pssUDPSend和pssUDPReceive（发送/接收数据报）时，用于发送/接收数据报的UDP套接字的套接字句柄必须声明。必须总是在与pssCreateUDPSocket功能块相同的任务中执行功能块pssUDPSend和pssUDPReceive。

如有必要，可以再次释放UDP套接字。在用户程序中执行pssReleaseUDPSocket功能块可以实现。执行pssReleaseUDPSocket时，释放的UDP套接字的套接字句柄必须声明。必须是在与pssCreateUDPSocket相同的任务中执行pssReleaseUDPSocket。UDP套接字一旦释放后，使用供该UDP套接字参考的PSS 4000系统控制功能块可能不能再发送或接收数据报。

9.5.3 通过“使用功能块的UDP”进行数据交换

单播通信应首选通过使用功能块的UDP进行数据交换。更多信息参见[通过UDP进行外部通信的特点](#) [📖 119]。单播通信是一种1:1通信关系，在单个发射器和单个接收器之间传输数据。

在PSS 4000中，UDP数据报的发送数据称为外部O-数据，而UDP数据报的接收数据称为外部I-数据。

► 带PSS 4000系统控制功能块"pssUDPSend"的发送数据报

执行pssUDPSend时，生成UDP数据报并临时存储在与任务相关的UDP发送缓存中（参见[UDP发送缓存和UDP接收缓存](#) [📖 176]）。IP连接系统部分确保UDP数据报通过UDP发送缓存发送。UDP数据报包含以下数据：

- 接收UDP数据报的远程设备端口的端口号
- 接收发送数据的远程设备的IP地址。
- 有效载荷
- 有效载荷的数据长度

在任务执行时间内，pssUDPSend可以执行多次。用户程序决定何时执行功能块；即功能块不需要在每个任务循环中执行。pssUDPSend每次执行时，能被分配不同数据（例如：有效载荷长度不同，不同远程设备）。

► 带PSS 4000系统控制功能块"pssUDPReceive"的接收数据报

IP连接系统部分通过网络读取接收的UDP数据报，并确保它临时存储在与目标任务相关的UDP接收缓存中。pssUDPReceive每次执行时，从UDP接收缓存中读取UDP数据报（参见[UDP发送缓存和UDP接收缓存](#) [📖 176]）。用户程序决定何时执行功能块；即功能块不需要在每个任务循环中执行。UDP数据报包含以下数据：

- PSS 4000设备上UDP套接字的端口号
端口号用来确定UDP套接字，最终完成UDP数据报的目标任务。
- 发出接收数据的远程设备的IP地址。
- 有效载荷
- 有效载荷的数据长度

9.5.4 UDP发送缓存和UDP接收缓存

PSS 4000系统控制功能块通过UDP执行数据交换的任务都有UDP发送缓存和UDP接收缓存。

UDP发送缓存

任务的UDP发送缓存用于临时存储在任务执行时间内执行pssUDPSend功能块时生成的UDP数据报。IP连接系统部分从任务的UDP发送缓存中获取UDP数据报并通过网络发送。UDP发送缓存的所需尺寸通过配置的最大UDP发送速率自动计算。

pssUDPSend每次在任务执行时间内执行时，UDP数据报会添加到任务的UDP发送缓存。

UDP接收缓存

通过网络从IP连接系统部分接收的UDP数据报临时存储在任务的UDP接收缓存中。UDP接收缓存的所需尺寸通过配置的最大UDP接收率自动计算。

pssUDPReceive每次在任务执行时间内执行时，UDP数据报会从任务的UDP接收缓存中移除。UDP数据报以时间顺序移除，从最早的开始。

如果UDP数据报没有及时从任务的UDP接收缓存中移除，存储器容量可能不足。在这种情况下，现有的UDP数据报将被替换，以便新的UDP数据报进入UDP接收缓存。UDP数据报以时间顺序替换，从最早的开始。

9.5.5 数据传输极限

当通过“使用功能块的UDP”传输数据时，PSS 4000设备存在下述限制：

- ▶ IP 连接系统部分最多可以管理 9 个 UDP套接字。
如果用户程序中已经生成9 个 UDP套接字且尝试再生成1个 UDP套接字，“IP 连接”系统部分将予以阻止；即不会生成UDP套接字。
- ▶ 同一个任务中，pssCreateUDPSocket功能块可以执行多次。一个任务循环中最多生成9 个 UDP套接字。
符合该限制将不被监控。如果超出限制，无法保证正确功能。
- ▶ 一个任务循环中最多释放9 个 UDP套接字。
符合该限制将不被监控。如果超出限制，无法保证正确功能。
- ▶ UDP数据报的有效载荷中可以配置的最大数据长度是1464字节。
因为必须使用系统数据类型UDP_DATAGRAM来发送UDP数据报，系统数据类型能防止超出该限制。如果UDP数据报包含的有效载荷字节超过最大许可数，该数据报将被拒收。
- ▶ 一个任务循环中最多发送50 个 UDP数据报。UDP数据报的有效载荷长度可能不同。
符合最多50 个 UDP数据报的限制将不被监控。如果超出限制，无法保证正确功能。
- ▶ 一个任务循环中最多接收50 个 UDP数据报。UDP数据报的有效载荷长度可能不同。
符合最多50 个 UDP数据报的限制将不被监控。如果超出限制，无法保证正确功能。
- ▶ 最大发送数据速率（=最大UDP发送速率）必须在PAS4000的执行pssUDPSend至少一次的任务中定义。
任务的最大UDP发送速率可以从取值范围128 ... 8192中取值。默认设置为每个任务循环1024 字节。
- ▶ 最大接收数据速率（=最大UDP接收速率）必须在PAS4000的执行pssUDPReceive至少一次的任务中定义。
最大UDP接收速率可以从取值范围128 ... 8192中取值。默认设置为每个使用功能块的UDP通信的周期 1024 字节。

9.5.6 发送UDP数据报时的时间特性

在任务执行时间内执行pssUDPSend，您可以开始发送UDP数据报。发送UDP数据报时，以下适用：

- ▶ 从执行pssUDPSend（例如，任务循环#m）到IP连接系统部分通过网络发送UDP数据报（任务循环#m+3），最多有4个任务循环。
- ▶ IP连接系统部分使用功能块通过网络发送UDP数据报，使用功能块的UDP通信的循环时间对应于执行pssUDPSend任务的任务循环时间 t_{Task} 。

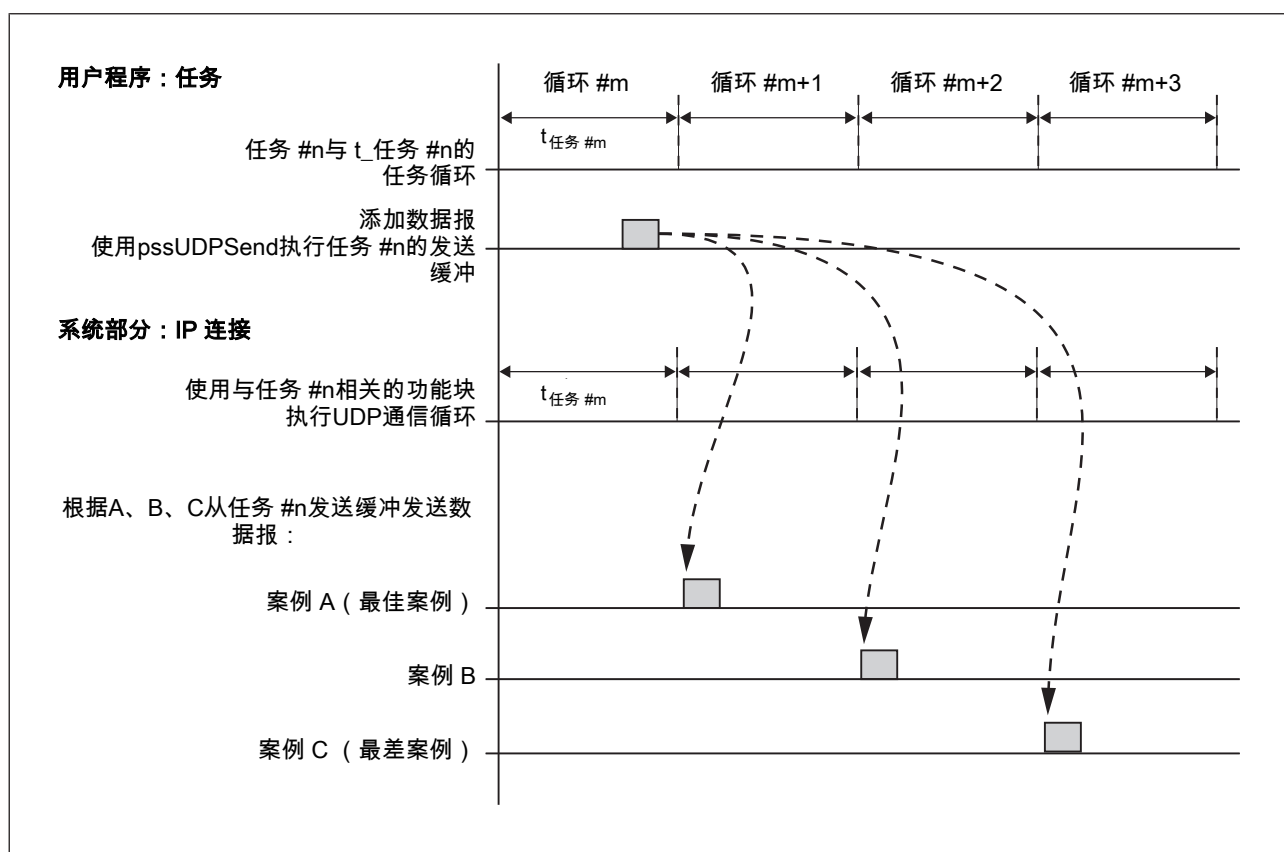


图: 发送带pssUDPSend的UDP数据报时的时间特性



重要信息

在同一个任务循环（例如，任务循环#m）中，可以同时执行 pssCreateUDPSocket（创建UDP套接字）和 pssUDPSend（使用UDP套接字发送UDP数据报）。

UDP套接字将在下一个任务循环（任务循环#m+1）中创建。IP连接系统部分最迟将在任务循环#m之后的使用功能块的UDP通信的第三个循环（循环#m+3）中发送使用该套接字的UDP数据报。



注意

在任务循环内发送的所有UDP数据报上的有效载荷字节数的最大值应为任务配置的最大UDP发送速率的一半（=每个任务循环内有效载荷字节数的最大值）；即若有可能，仅应使用配置最大UDP发送速率的一半。

通过这种方式，您能尽可能减小通过网络执行pssUDPSend（用户程序）和发送UDP数据报（IP连接系统部分）之间的延迟。

9.5.7 接收UDP数据报时的时间特性

接收发送UDP数据报时，以下适用：

- ▶ 从IP连接系统部分通过网络接收UDP数据报到UDP数据报在目标任务的UDP接收缓存中可用，最多有3个任务循环。（参见[通过“使用功能块的UDP”进行数据交换 \[175\]](#)）。
- IP连接系统部分使用功能块通过网络接收UDP数据报，使用功能块的UDP通信的循环时间对应于目标任务的UDP数据报的任务循环时间 t_{Task} 。
- ▶ 执行pssUDPReceive和UDP数据报在用户程序中可用之间的任务循环数取决于用户程序设计。



重要信息

在同一个任务循环（例如，任务循环#m）中，可以同时执行功能块pssCreateUDPSocket（创建UDP套接字）和功能块pssUDPReceive（使用UDP套接字接收UDP数据报）。

UDP套接字将在下一个任务循环（任务循环#m+1）中创建。所以使用该UDP套接字的UDP数据报在UDP接收缓存中可用的最早时间是再下一个任务循环（任务循环#m+2）。



注意

在使用功能块的UDP通信的循环内接收的所有UDP数据报上的有效载荷字节数的最大值通常应为任务配置的最大UDP接收速率的一半；即若有可能，仅应使用配置最大UDP接收速率的一半。

通过这种方式，您能避免接收UDP数据报时的延迟或避免UDP数据报在目标任务的UDP接收缓存中被重写。

9.5.8 使用功能块的UDP通信时的时间要求

使用功能块的UDP通信是**非循环**传输程序。基于这个原因，使用功能块的UDP通信时的时间要求只能粗略估计。一般而言，相关UDP功能块在用户程序任务中调用时才有时间要求。



注意

虽然使用功能块的UDP通信被视为外部通信并使用IP连接系统部分，它依然是非循环传输程序，不同于其它PSS 4000传输程序。因此，不能使用含有外部通信循环时间 t_{ExtCo} 的公式估计时间要求。

时间特性的关键影响

- ▶ 时间特性主要由调用UDP功能块任务的执行时间决定。任务执行时间随最大UDP发送速率和UDP接收速率（参见[最大UDP发送速率和UDP接收速率](#) [📖 184]）及发送和接收的UDP数据报数线性增加。
- ▶ 数据报尺寸对任务执行时间影响不大。
- ▶ 不同任务中执行UDP功能块对任务执行时间无特别影响。不过，你应该注意：根据优先级执行任务且执行时间可能因此增加（参见[任务属性](#) [📖 279] 和[任务执行](#) [📖 280]）。

最大UDP发送速率和UDP接收速率的影响

配置最大UDP发送速率和UDP接收速率增加任务执行时间。不管UDP数据报是否确实发送或接收，影响都存在。如下关系存在：

$$\text{执行时间}_{\text{Task (send and receive rate)}} = \text{执行时间}_{\text{Task}} + \text{时间}_{\text{UDP send rate}} + \text{时间}_{\text{UDP receive rate}}$$



重要信息

请注意执行时间 $\text{时间}_{\text{Task (send and receive rate)}}$ 不受发送和接收的UDP数据报数影响。

$\text{时间}_{\text{UDP send rate}}$ 和 $\text{时间}_{\text{UDP receive rate}}$ 只能粗略估计。FS 资源和ST资源必须单独考虑。

估计FS 资源时间要求的经验法则

- ▶ 发送：
 $\text{时间}_{\text{UDP send rate FS}} = (\text{字节数}_{\text{Maximum UDP send rate}} * 0.9) \text{ 微秒}$
- ▶ 接收：
 $\text{时间}_{\text{UDP receive rate FS}} = (\text{字节数}_{\text{Maximum UDP receive rate}} * 1.3) \text{ 微秒}$

估计ST 资源时间要求的经验法则

► 发送：

时间_{UDP send rate ST} = (字节数_{Maximum UDP send rate} * 0.3) 微秒

► 接收：

时间_{UDP receive rate ST} = (字节数_{Maximum UDP receive rate} * 0.24) 微秒

示例

FS 任务配置：

► 最大UDP发送速率=1500字节

► 最大UDP接收速率=2000字节

执行时间_{Task (send and receive rate)} = 执行时间_{Task} + (1500 * 0.9) + (2000 * 1.3) 微秒

结果：

FS 任务的执行时间增加了3950微秒。

发送和接收的UDP数据报数影响

发送和接收的UDP数据报数增加任务执行时间；UDP数据报尺寸影响不大。如下关系存在：

执行时间_{Task (Number of datagrams)} = 执行时间_{Task} + 时间_{UDP send} + 时间_{UDP receive}

**重要信息**

请注意执行时间_{Task (Number of datagrams)} 不受最大UDP发送速率和UDP接收速率影响。

时间_{UDP send} 和时间_{UDP receive} 只能粗略估计。FS 资源和ST资源必须单独考虑。以下经验法则适用于有效载荷可达100字节的UDP数据报。

估计FS 资源时间要求的经验法则

► 发送：

(数_{Datagrams} * 70) 微秒 ≤ 时间_{UDP send FS} ≤ (数_{Datagrams} * 80) 微秒

► 接收：

(数_{Datagrams} * 100) 微秒 ≤ 时间_{UDP receive FS} ≤ (数_{Datagrams} * 120) 微秒

使用这些经验法则可以断定：任务的执行时间在任务发送的每个UDP数据报中约增加70 ... 80微秒，在任务接收的每个UDP数据报中约增加100 ... 120微秒。

估计ST 资源时间要求的经验法则

► 发送：

$$(\text{数}_{\text{Datagrams}} * 60) \text{ 微秒} \leq \text{时间}_{\text{UDP send ST}} \leq (\text{数}_{\text{Datagrams}} * 70) \text{ 微秒}$$

► 接收：

$$(\text{数}_{\text{Datagrams}} * 80) \text{ 微秒} \leq \text{时间}_{\text{UDP receive ST}} \leq (\text{数}_{\text{Datagrams}} * 100) \text{ 微秒}$$

使用这些经验法则可以断定：任务的执行时间在任务发送的每个UDP数据报中约增加60 ... 70微秒，在任务接收的每个UDP数据报中约增加80 ... 100微秒。

总体时间要求

因为必须考虑最大UDP发送速率和UDP接收速率影响和发送和接收的UDP数据报数影响，以下适用于计算总体时间要求。

$$\text{执行时间}_{\text{Task overall}} = \text{执行时间}_{\text{Task}} + \text{时间}_{\text{UDP send rate}} + \text{时间}_{\text{UDP receive rate}} + \text{时间}_{\text{UDP send}} + \text{时间}_{\text{UDP Receive}}$$

9.5.9 最大UDP发送速率和UDP接收速率

在PAS4000中，最大UDP发送速率和最大UDP接收速率必须在使用功能块pssUDPSend和/或pssUDPReceive执行UDP通信的任务中配置。

最大UDP发送速率

最大UDP发送速率限制了pssUDPSend执行一次或多次时、任务循环内可能发送的有效载荷字节数。

计算最大UDP发送速率值的经验法则

在PAS4000中，任务的平均发送速率的两倍应配置为任务的最大UDP发送速率；即在使用UDP数据报的任务循环中发送的有效载荷字节数的期望值最多是配置最大UDP发送速率的一半。IP连接系统部分通过网络发送UDP数据报的循环时间与任务循环时间 t_{Task} 一致。

最大UDP发送速率 $\geq$ 每个任务循环内发送有效载荷字节数的最大值的2倍

如果使用该经验法则计算最大UDP发送速率值并在PAS4000中配置，可以避免发送UDP数据报时的延迟。

最大UDP接收速率

最大UDP接收速率限制了在一个任务循环中针对目标任务、IP连接系统部分通过UDP数据报可能接收的有效载荷字节数。

计算最大UDP接收速率值的经验法则

在PAS4000中，目标任务的平均接收速率的两倍应配置为目标任务的最大UDP接收速率；即在使用UDP数据报的任务循环中针对目标任务接收的有效载荷字节数的期望值最多是配置最大UDP接收速率的一半。IP连接系统部分针对目标任务接收UDP数据报的循环时间与目标任务循环时间 t_{Task} 一致。

最大UDP接收速率 $\geq$ 每个任务循环内接收有效载荷字节数的最大值的2倍

如果使用该经验法则计算最大UDP接收速率值并在PAS4000中配置，可以避免接收UDP数据报时的延迟。

9.5.10 使用功能块的UDP通信时的数据一致性

设备负责第三方制造商设备发送的UDP数据报的接收数据（有效载荷）的数据一致性。从 PSS 4000的角度来看，无法判断该设备的数据一致性。

UDP数据报接收数据上的数据一致性

如果 PSS 4000 专用/可操作设备是来自 UDP数据报的数据的接收器，则从设备的角度来看，接收数据为外部输入数据。

来自UDP数据报的外部输入数据被视为 PSS 4000 中的一致数据（参见[数据一致性 \[📖 290\]](#)）。

UDP数据报的外部输入数据形成了一个一致性范围，一致性范围类型是“外部通信连接的ST-输入数据”。准确的描述为一致性范围“使用功能块的UDP通信的 ST 输入数据”（参见[一致性范围 \[📖 291\]](#)）。

UDP数据报发送数据上的数据一致性

如果 PSS 4000 专用/可操作设备是 UDP数据报的发射机，则从设备的角度来看，发送数据为外部输出数据。

如果UDP数据报的外部输出数据来自一个数据源上的同一个一致性范围（参见[数据一致性 \[📖 290\]](#)），则它就是一致的。

9.5.11 使用功能块的安全UDP 通信

使用功能块的UDP通信是**非安全相关通信**。这首先适用于通过UDP的传输路径。必须采取额外安全措施确保使用功能块的UDP通信用于安全相关的应用。这些安全措施必须在应用中执行。用户负责正确执行。

请注意如下说明：

► pssUDPSend功能块

- 如果在FS资源上执行功能块，功能块将处理以一种安全相关方式生成数据报的数据。
- 如果PSS 4000控制系统在生成数据报时检测到错误，IP连接系统部分将不会发送数据报。PSS 4000控制系统切换至“主要FS错误”。

► 功能块pssCreateUDPSocket，pssReleaseUDPSocket和pssUDPReceive

即使在FS资源上执行功能块，PSS 4000也不能保证功能块的安全相关执行。额外安全措施必须在应用中执行。

► 通过UDP的传输路径

额外安全措施必须在传输路径应用中执行（例如黑色通道原理）。



警告！

非安全相关通信造成的危险！

使用功能块的UDP通信是**非安全相关UDP 通信**。未采取额外安全措施，来自使用功能块的UDP通信的数据可能**不会**用于安全相关任务，否则可能导致严重伤害或死亡，具体取决于应用。

对于安全UDP 通信，你应确保

- 安全相关数据用在应用中且
- 额外安全措施在传输路径应用中执行（例如黑色通道原理）且
- 采用适当程序验证应用安全（例如，通过风险分析和适当的调试试验，可行性试验）

9.6 PROFIBUS-DP 从站

PROFIBUS是一个开放的现场总线标准，其通信定义见国际标准IEC 61158和IEC 61784。更多的配置定义见PROFIBUS用户组发布的规范中。这些规范可从PROFIBUS International获取（见www.profibus.com）。

对于非安全相关的应用，支持PROFIBUS-DP的PSS 4000设备可以作为从站合并到PROFIBUS-DP中。

支持PROFIBUS-DP的PSS 4000设备可与1类DP主站一起使用，该主站支持通信协议PROFIBUS-DP，具有性能等级DP-V0、DP-V1或DP-V2。

作为PROFIBUS-DP从站，支持PROFIBUS-DP的PSS 4000设备具有如下特性：

► 使用通信协议PROFIBUS-DP，具有性能等级DP-V0

- ▶ 通过DIP开关对设备进行寻址（例如，在PSSu系统的头模块上），或者当使用设备地址126时，通过PROFIBUS-DP主站进行寻址
- ▶ 可选的传输速率（9.6 kBits/s ... 12 MBits/s）
- ▶ 支持自动检测传输速率模式（自动波特率模式）
- ▶ 支持同步模式
- ▶ 支持冻结模式
- ▶ 支持PROFIBUS-DP诊断报文



重要信息

描述中包含由PROFIBUS标准确立和定义的各种技术术语。其中包括术语“主站”和“从站”。

9.6.1 “PROFIBUS-DP 从站”系统部分

在自动化系统PSS 4000中，所有具有“PROFIBUS-DP从站”系统部分的PSS 4000设备都能通过PROFIBUS-DP进行外部通信。在这种情况下，“PROFIBUS-DP从站”系统部分执行通信所需的所有任务。例如，这包括对发送和接收数据区以及数据交换进行管理（参见[通过PROFIBUS-DP进行数据交换 \[📖 189\]](#)）。

在PAS4000的PROFIBUS-DP从站编辑器中对连接进行配置。

9.6.2 通过 PROFIBUS-DP 进行数据交换

当通过PROFIBUS-DP进行数据交换时，具有“PROFIBUS-DP从站”系统部分的PSS 4000设备作为PROFIBUS-DP从站工作。数据传输始终由PROFIBUS-DP主站发起。从自动化系统PSS 4000的角度来看，PROFIBUS-DP主站位于系统之外。

9.6.2.1 发送数据和接收数据

PROFIBUS-DP主站从其发送数据区将数据发送到PSS 4000设备的“PROFIBUS-DP从站”系统部分，并从PSS 4000设备的“PROFIBUS-DP从站”系统部分请求数据。PSS 4000设备的“PROFIBUS-DP从站”系统部分从其发送数据区将请求的数据发送到PROFIBUS-DP主站的接收数据区。在自动化系统PSS 4000中，这些数据区称为“虚拟PROFIBUS模块”。虚拟PROFIBUS模块可使用多种数据类型。

对于数据交换，必须为PROFIBUS-DP主站和PSS 4000设备的“PROFIBUS-DP从站”系统部分配置相应的虚拟PROFIBUS模块。用于发送数据的虚拟PROFIBUS模块称为输出模块。模块名中都有“O”（例如8OX、OB、OW），意思是“输出”。用于接收数据的虚拟PROFIBUS模块称为输入模块。模块名中都有“I”（例如8IX、IB、IW），意思是“输入”。

PROFIBUS DP主站从GSD文件中得到所需的虚拟PROFIBUS模块。它与PAS4000一起提供，另外在Pilz主页的下载区（www.pilz.de -> 下载）也可获取。例如，可以输入搜索词“GSD”。只有注册用户才能进行软件下载。非注册用户可以免费注册。

PSS 4000设备的“PROFIBUS-DP从站”系统部分所需的虚拟PROFIBUS模块在PAS4000中PROFIBUS-DP从站配置期间进行配置。配置之后，虚拟PROFIBUS模块位于虚拟插槽上（虚拟插槽0...79）。

从自动化系统PSS 4000的角度来看，接收数据称为外部输入数据，发送数据称为外部输出数据（参见[处理数据的有效性 \[📖 273\]](#)）。

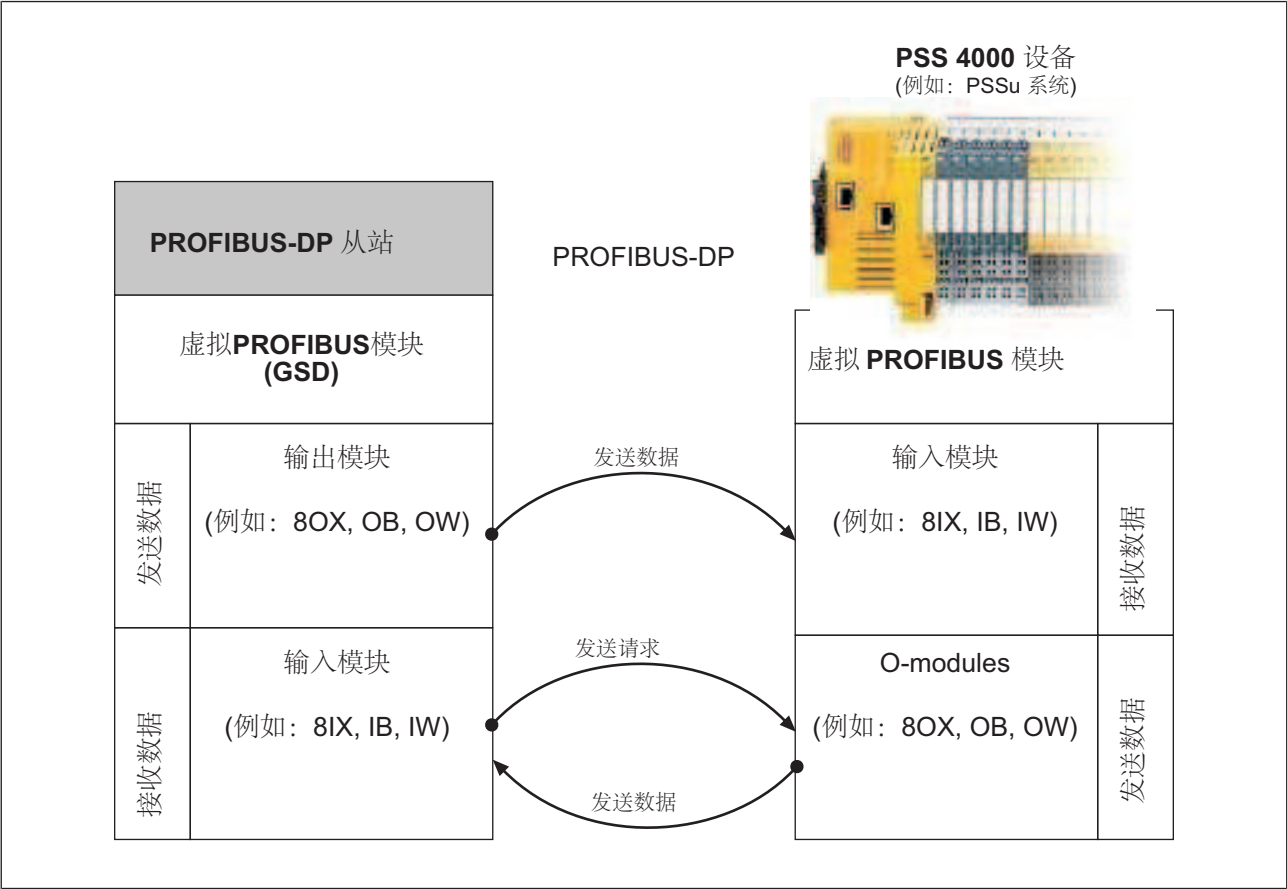


图: 通过虚拟PROFIBUS模块进行数据交换 (理论)

9.6.2.2 用于发送数据的虚拟 PROFIBUS 模块

下列虚拟PROFIBUS模块（输出模块）可在PAS4000中为“PROFIBUS-DP从站”系统部分的发送数据配置：

虚拟 PROFIBUS 模块	数据类型	应用
8OX	BOOL 数组 [0..7]	虚拟PROFIBUS位模块 发送具有8个元素的数组，元素数据类型为BOOL
OB	BYTE	虚拟PROFIBUS字节模块 发送数据类型为BYTE的数据
OW	WORD	虚拟PROFIBUS字节模块 发送数据类型为WORD的数据
OD	DWORD	虚拟PROFIBUS字节模块 发送数据类型为DWORD的数据
OBA _n	ARRAY [0..(n-1)] OF BYTE	虚拟PROFIBUS字节模块 发送具有n个元素的数组，元素数据类型为BYTE n = 2、4、8、16、32 或 64
OWA _n	ARRAY [0..(n-1)] OF WORD	虚拟PROFIBUS字节模块 发送具有n个元素的数组，元素数据类型为WORD n = 2、4、8、16、32 或 64



重要信息

请注意，只支持此处记录的具有指定数据类型的虚拟模块。不支持LWORD数据类型。

在数据交换期间，PROFIBUS-DP主站从自动化系统PSS 4000上的输出模块请求数据，并通过它的输入模块接收该数据。因此，自动化系统 PSS 4000 上的输出模块必须在 PROFIBUS-DP 主站中具有相应的输入模块。另外，PROFIBUS-DP主站中输入模块的数据类型必须符合自动化系统PSS 4000中输出模块的数据类型。

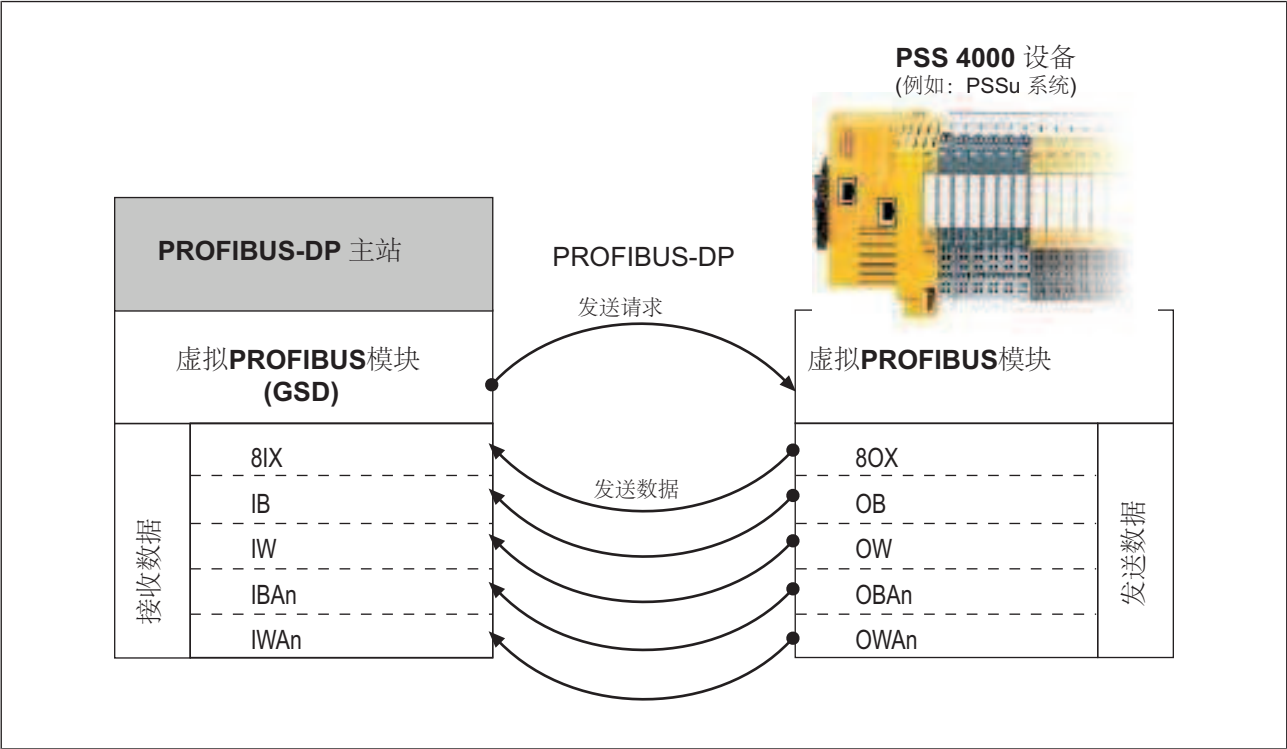


图: 虚拟PROFIBUS模块及它们相应的数据类型 (PSS 4000设备的发送数据)

9.6.2.3 用于接收数据的虚拟 PROFIBUS 模块

下列虚拟PROFIBUS模块（输入模块）可在PAS4000中为“PROFIBUS-DP从站”系统部分的接收数据进行配置：

虚拟 PROFIBUS 模块	数据类型	应用
8IX	BOOL 数组 [0..7]	虚拟PROFIBUS位模块 接收具有8个元素的数组，元素数据类型为BOOL
IB	BYTE	虚拟PROFIBUS字节模块 接收数据类型为BYTE的数据
IW	WORD	虚拟PROFIBUS字节模块 接收数据类型为WORD的数据
ID	DWORD	虚拟PROFIBUS字节模块 接收数据类型为DWORD的数据
IBAn	ARRAY [0..(n-1)] OF BYTE	虚拟PROFIBUS字节模块 接收具有n个元素的数组，元素数据类型为BYTE n = 2、4、8、16、32 或 64
IWAn	ARRAY [0..(n-1)] OF WORD	虚拟PROFIBUS字节模块 接收具有n个元素的数组，元素数据类型为WORD n = 2、4、8、16、32 或 64



重要信息

请注意，只支持此处记录的具有指定数据类型的虚拟模块。不支持LWORD数据类型。

在数据交换期间，PROFIBUS-DP主站通过输出模块，将它的发送数据传输到自动化系统PSS 4000中的输入模块。因此，PROFIBUS-DP主站上的输出模块必须在自动化系统 PSS 4000中具有相应的输入模块。另外，输入模块的数据类型必须符合PROFIBUS-DP主站中输出模块的数据类型。

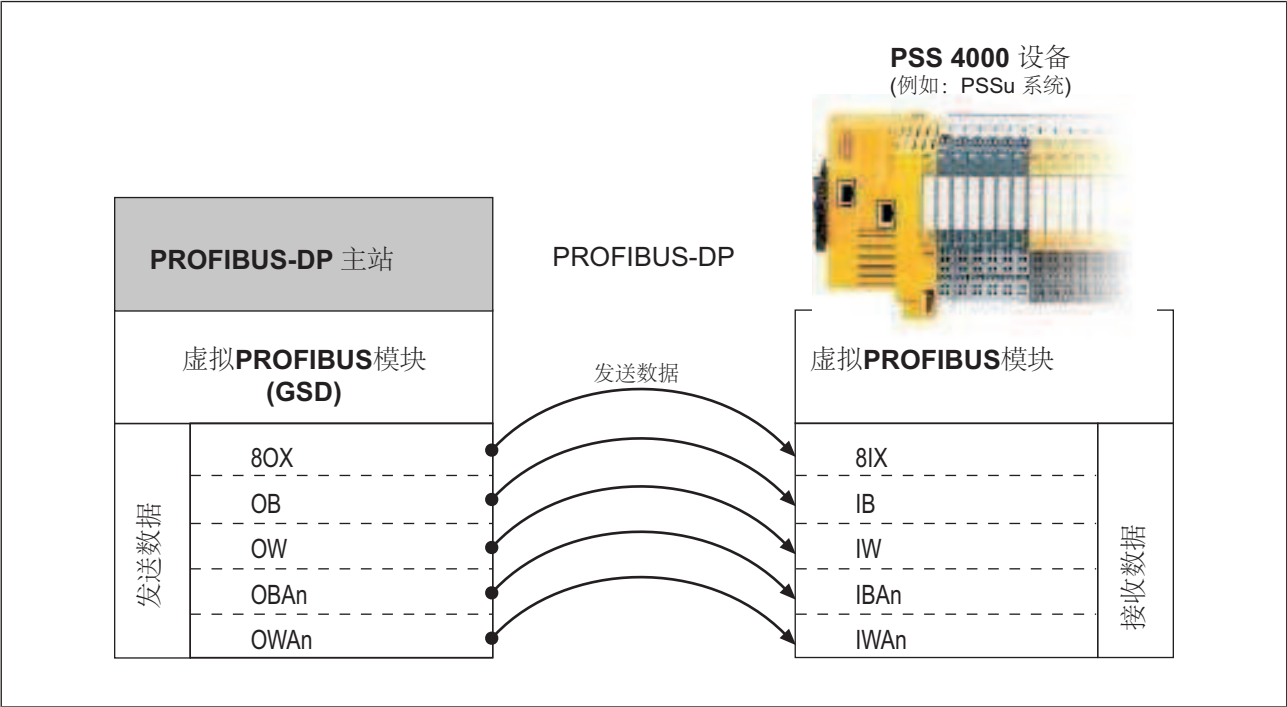


图: 虚拟PROFIBUS模块及它们相应的数据类型 (PSS 4000设备的接收数据)

9.6.3 数据传输极限

通过虚拟PROFIBUS模块进行数据传输时存在如下限制：

- ▶ 最多可为PSS 4000设备的“PROFIBUS-DP从站”系统部分配置80个虚拟PROFIBUS模块，虚拟插槽为0 ... 79。
- ▶ 最多可为PSS 4000设备的“PROFIBUS-DP从站”系统部分配置244字节的接收数据（=外部输入数据）。
- ▶ 最多可为PSS 4000设备的“PROFIBUS-DP从站”系统部分配置244字节的发送数据（=外部输出数据）。

9.6.4 PROFIBUS-DP 从站的 I/O 数据

“PROFIBUS-DP从站”系统部分使PSS 4000设备能够通过PROFIBUS-DP与PROFIBUS-DP主站进行I/O数据交换。为此，需要在PAS4000的I/O映射编辑器中，将I/O数据映射到相应的虚拟PROFIBUS模块。

虚拟PROFIBUS模块的I/O映射

I/O映射用于定义由哪个数据源向哪个数据目标提供数据。

虚拟PROFIBUS模块可能的I/O映射：

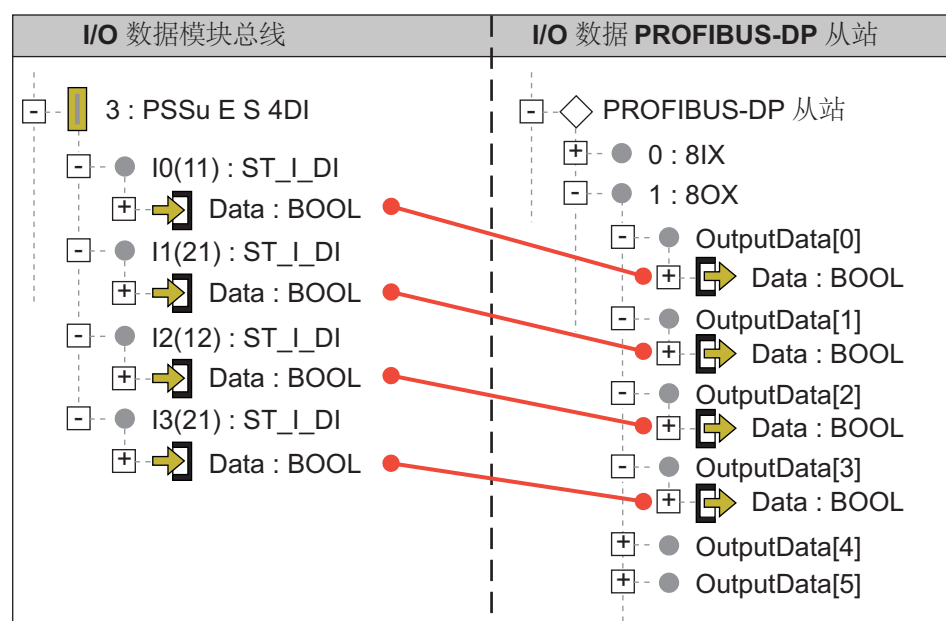
		虚拟PROFIBUS模块	
		接收数据 (= 输入模块的外部输入数据， 例如8IX、IB、IW、ID、IBAn、 IWAn)	发送数据 (= 输出模块的外部输出数据，例 如8OX、OB、OW、OD、OBAn、 OWAn)
模块总线	输入数据 (例如硬件输入)	---	◆
	输出数据 (例如硬件输出)	◆	---
PI 变量	I-PI变量	◆	---
	O-PI变量	---	◆

- ◆ 可以进行I/O映射
 --- 不可以进行I/O映射

示例

虚拟PROFIBUS模块发送数据的I/O映射

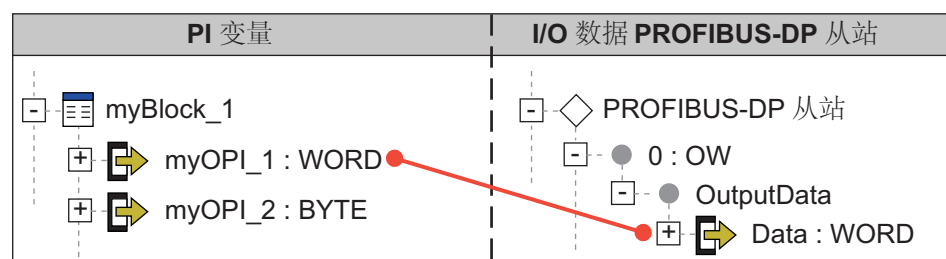
- ▶ PSSu E S 4DI硬件输入的输入信号被传输到PROFIBUS DP主站。
 - 数据流向：硬件输入-> PROFIBUS DP
 - 使用的虚拟 PROFIBUS 模块：8OX
 - 可能的I/O映射（示例）：



●—● I/O 映射

► 块的O-PI变量内容传输到PROFIBUS DP主站。

- 数据流向：O-PI变量 -> PROFIBUS DP
- 使用的虚拟 PROFIBUS 模块：OW
- 可能的I/O映射（示例）：

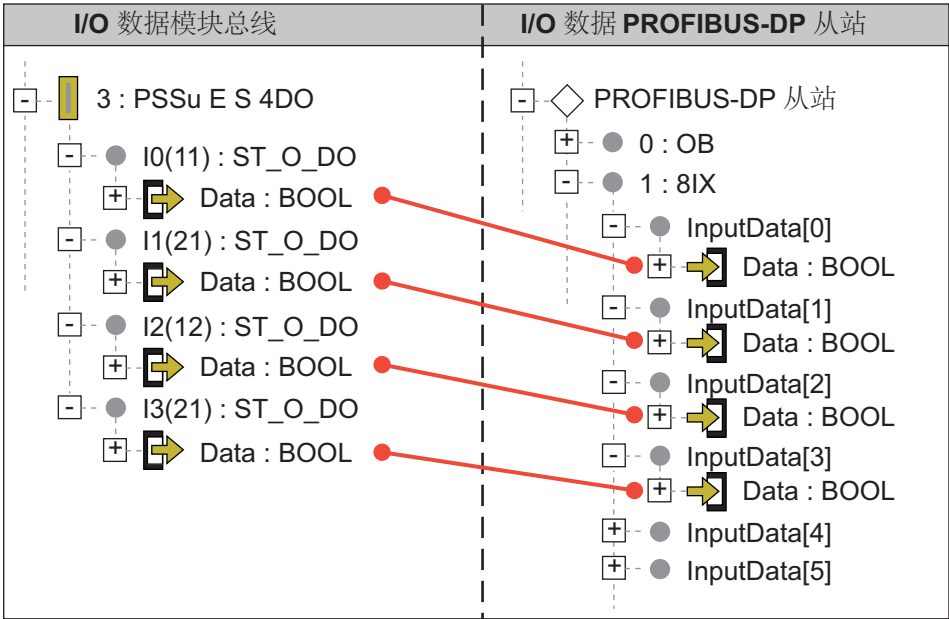


●—● I/O 映射

虚拟PROFIBUS模块接收数据的I/O映射

► PROFIBUS-DP主站控制PSSu E S 4DO 0.5的硬件输出。

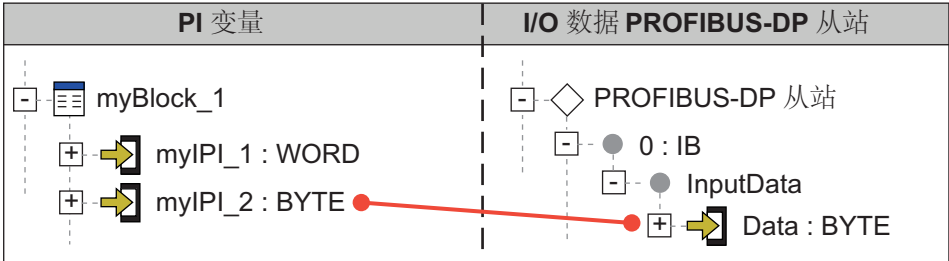
- 数据流向：PROFIBUS-DP -> 硬件输出
- 使用的虚拟PROFIBUS模块：8IX
- 可能的I/O映射（示例）：



● I/O 映射

► 数据将从PROFIBUS-DP主站传输到PSS 4000设备。一旦接收到数据，即可在功能块内对其进行进一步处理。

- 数据流向：PROFIBUS-DP -> I-PI变量
- 使用的虚拟PROFIBUS模块：IB
- 可能的I/O映射（示例）：



● I/O 映射

9.6.5 PROFIBUS-DP 地址的地址显示

PSS 4000设备的I/O数据地址显示在多个位置，例如，在PAS4000中以及在诊断中。

9.6.5.1 发送数据的地址格式

PROFIBUS-DP发送数据（虚拟PROFIBUS模块的输出数据）的地址结构如下：

<设备名>.ProfibusDP.<虚拟插槽>.OutputData[<元素号>]

示例：

► 8OX的地址格式：

```
myDevice_1.ProfibusDP.2.OutputData[0]
myDevice_1.ProfibusDP.2.OutputData[1]
myDevice_1.ProfibusDP.2.OutputData[2]
myDevice_1.ProfibusDP.2.OutputData[3]
myDevice_1.ProfibusDP.2.OutputData[4]
myDevice_1.ProfibusDP.2.OutputData[5]
myDevice_1.ProfibusDP.2.OutputData[6]
myDevice_1.ProfibusDP.2.OutputData[7]
```

► OB的地址格式：

```
myDevice_1.ProfibusDP.3.OutputData
```

► OW 的地址格式：

```
myDevice_1.ProfibusDP.4.OutputData
```

► OBA2 的地址格式：

```
myDevice_1.ProfibusDP.5.OutputData[0]
myDevice_1.ProfibusDP.5.OutputData[1]
```

► OWA4 的地址格式：

```
myDevice_1.ProfibusDP.6.OutputData[0]
myDevice_1.ProfibusDP.6.OutputData[1]
myDevice_1.ProfibusDP.6.OutputData[2]
myDevice_1.ProfibusDP.6.OutputData[3]
```

9.6.5.2 接收数据的地址格式

PROFIBUS-DP接收数据（虚拟PROFIBUS模块的输入数据）的地址结构如下：

<设备名>.ProfibusDP.<虚拟插槽>.InputData[<元素号>]

示例：

► 8IX的地址格式：

```
myDevice_1.ProfibusDP.7.InputData[0]
myDevice_1.ProfibusDP.7.InputData[1]
myDevice_1.ProfibusDP.7.InputData[2]
myDevice_1.ProfibusDP.7.InputData[3]
myDevice_1.ProfibusDP.7.InputData[4]
myDevice_1.ProfibusDP.7.InputData[5]
myDevice_1.ProfibusDP.7.InputData[6]
myDevice_1.ProfibusDP.7.InputData[7]
```

► IB的地址格式：

```
myDevice_1.ProfibusDP.8.InputData
```

► IW 的地址格式：

```
myDevice_1.ProfibusDP.9.InputData
```

► IBA4的地址格式：

```
myDevice_1.ProfibusDP.10.InputData[0]
myDevice_1.ProfibusDP.10.InputData[1]
myDevice_1.ProfibusDP.10.InputData[2]
myDevice_1.ProfibusDP.10.InputData[3]
```

► IWA2的地址格式：

```
myDevice_1.ProfibusDP.11.InputData[0]
myDevice_1.ProfibusDP.11.InputData[1]
```

9.6.6 PROFIBUS 诊断

可以通过PSS 4000系统诊断进行PROFIBUS-DP诊断（参见[诊断基础 \[📖 547\]](#)）。

然而，标准还为PROFIBUS-DP定义了专有的诊断选项。通过诊断报文，PROFIBUS-DP主站可对PROFIBUS-DP从站上的当前诊断信息进行轮询。

标准将诊断报文中的诊断信息划分为下列区间：

▶ [系统内部诊断 \[📖 202\]](#)

▶ [外部诊断 \[📖 203\]](#)

系统内部的诊断数据位于诊断报文的前6个字节，其意义在标准中有严格说明（标准诊断）。这些保留的6个字节之后，可能有一个或多个块，含有外部诊断数据。

在具有“PROFIBUS-DP从站”系统部分的PSS 4000设备上，PROFIBUS DP诊断报文最少含有6个字节诊断数据（强制诊断数据），最多含有12个字节诊断数据（6个字节强制数据 + 6个字节外部诊断数据）。

诊断信息是 GSD 文件的一部分。

9.6.6.1 系统内部诊断

根据该标准，诊断报文总是以 6 个字节的系统内部诊断数据（标准诊断）开头。标准中规定了该系统内部诊断数据的结构、内容和含义。

系统内部诊断数据的结构和内容

字节编号	位编号	意义
1	0	Station_Non_Existent
	1	Station_Not_Ready
	2	Cfg_Fault
	3	Ext_Diag 0：不存在无外部诊断数据 1：存在外部诊断数据
	4	Not_Supported
	5	Invalid_Slave_Response
	6	Prm_Fault
	7	Master_lock
2	0	Prm_req
	1	Stat_Diag
	2	始终为“1”
	3	WD_on
	4	Freeze_Mode
	5	Sync_Mode
	6	预留
	7	已经禁用
3	6 ... 0	预留
	7	Ext_Diag_Overflow
4	7 ... 0	PROFIBUS-DP 主站的地址
5	7 ... 0	PROFIBUS-DP 从站的 ID 号：高字节 PSSu 系统：0C
6	7 ... 0	PROFIBUS-DP 从站的 ID 号：低字节 PSSu 系统：B0



重要信息

字节 1 - 6 的准确含义可以从 IEC 61158-6-3 (5.3.1) 和 IEC 61158-6-5 (6.2.3.3.1) 中找到。

9.6.6.2 外部诊断数据

按照标准，诊断功能块以头字节开头。此头字节决定了诊断功能块的类型和长度。标准定义了3种格式：

- ▶ 基于设备的诊断
- ▶ 基于ID的诊断
- ▶ 基于通道的诊断

PSS 4000支持**基于设备的诊断**。PSS 4000设备（具有“PROFIBUS-DP从站”系统部分）上基于设备的诊断数据需要6个字节，包括头字节。

PSS 4000设备（具有“PROFIBUS-DP从站”系统部分）上基于设备的诊断数据的结构和内容

字节编号	位编号	数值	意义
n	0 ... 7	06h	标头
			第7位和第6位：00 具有“PROFIBUS-DP从站”系统部分的设备：基于设备的诊断的代码
			字节5 ... 0：000110 基于设备的诊断中的字节数（包括头字节） 具有“PROFIBUS-DP从站”系统部分的设备发送6个字节
n + 1	预留		
n + 2	预留		
n + 3	预留		

字节编号	位编号	数值	意义
n + 4	0	0/1	设备的错误消息
			0 无消息
			1 至少设备的一个系统部分出现严重程度为“错误”的消息， 或者 至少设备的一个FS系统部分出现重大FS错误 在PSS 4000专属设备上，这对应于“DIAG”状态LED：状态：“亮起为红色”或“红色闪烁”。
	1	0/1	设备的FS/ST模块总线系统部分中的错误
			0 无消息
			1 运行状态“设备上所有FS输出处于安全状态”， 或者 至少一个模块无法访问 (例如：在运行时模块已被删除以及设置/实际硬件注册不匹配)，或者 运行状态“FS模块总线因以下错误处于停止状态：：主要FS错误” 在PSS 4000专属设备上，这对应于“MBUS”状态LED：状态：“亮起为红色”或“红色闪烁”。
	2	0/1	PSS 4000设备的“FS-SafetyNET p”系统部分中的错误：
			0 无消息
			1 运行状态“FS SafetyNET p处于停止状态且有错误：重大FS错误”， 或者 运行状态“FS SafetyNET p因以下错误处于停止状态：重大FS+ST错误” 在PSS 4000专属设备上，这对应于“FS SNp”状态LED：状态：“亮起为红色”或“红色闪烁”。
	3	0/1	设备的“ST-SafetyNET p”系统部分中的错误：
			0 无消息
			1 运行状态“ST SafetyNET p处于停止状态且有错误：重大FS+ST错误” 在PSS 4000专属设备上，这对应于“ST SNp”状态LED：状态：“亮起为红色”或“红色闪烁”。
	4 ... 7	0	预留

字节编号	位编号	数值	意义
n + 5	0	0/1	设备的警告消息
			0 无消息
			1 设备出现严重程度为“警告”的消息 在PSS 4000专属设备上，这对应于“DIAG”状态LED：状态：“亮起为橙色”。
	1	0/1	强制FS资源
			0 无消息
			1 在FS资源上，强制激活和/或至少一处在线更改激活 在PSS 4000专属设备上，这对应于“FS FORCE”状态LED：状态：“亮起为黄色”。
	2	0/1	强制ST资源
			0 无消息
			1 在ST资源上，强制激活和/或至少一处在线更改激活 在PSS 4000专属设备上，这对应于“ST FORCE”状态LED：状态：“亮起为黄色”。
	3 ... 7	0	预留

9.6.7 PROFIBUS-DP 的数据一致性

PROFIBUS-DP主站与PSS 4000之间交换数据的数据一致性取决于PROFIBUS-DP主站的配置。

PROFIBUS-DP支持三类数据一致性：

- ▶ 字节一致性
字节作为整个单元传输。
- ▶ 字一致性
一个字中的两个字节永远一起传输。
- ▶ 缓存一致性
整个数据缓存作为一个单元传输，没有间断。
从PSS 4000的角度来看，数据缓存对应于发送或接收数据各自的虚拟PROFIBUS模块。

接收数据的数据一致性

从PSS 4000的角度来看，虚拟PROFIBUS模块的接收数据是外部输入数据。

一旦外部输入数据在虚拟PROFIBUS模块中可用，它就被立即视为一致性数据（参见[数据一致性 \[📖 290\]](#)）。PROFIBUS模块的外部输入数据形成了一个一致性范围，一致性范围类型是“外部通信连接的ST-输入数据”。确切的描述为：“PROFIBUS-DP连接的ST-输入数据”一致性范围（参见[一致性范围 \[📖 291\]](#)）。

发送数据的数据一致性

从PSS 4000的角度来看，虚拟PROFIBUS模块的发送数据是外部输出数据。

如果虚拟PROFIBUS模块的外部输出数据来自一个数据源上的同一个一致性范围，则它是一致的。

PSS 4000始终将虚拟PROFIBUS模块的外部输出数据作为一个单位对待。保证必要的數據一致性是PROFIBUS-DP主站的任务。

9.7 采用 PROFIsafe 的 PROFIBUS-DP 从站

可将PROFIsafe功能添加到非安全相关的现场总线系统PROFIBUS-DP以进行安全相关的通信。在这种情况下，现场总线系统根据黑色通道原理，叠加上PROFIsafe协议。通过PROFIsafe的通信定义见国际标准IEC 61784-3-3。

► PROFIBUS-DP

具有“带有PROFIsafe的PROFIBUS-DP从站”系统部分的PSS 4000设备可作为**非安全相关**应用的从站，纳入到PROFIBUS-DP中。

► PROFIsafe

具有“带有PROFIsafe的PROFIBUS-DP从站”系统部分的PSS 4000设备可作为**安全相关**应用的F-设备（F-从站），纳入到PROFIsafe中。

作为PROFIBUS-DP从站和/或F-设备工作的PSS 4000设备可与1类DP主站一起使用，该主站支持通信协议PROFIBUS-DP，具有性能等级DP-V0、DP-V1或DP-V2。

支持的PROFIBUS-DP相关特性

- 使用通信协议PROFIBUS-DP，通过PROFIBUS-DP进行数据交换时具有性能等级DP-V0
- 使用通信协议PROFIBUS-DP，通过PROFIsafe进行数据交换时具有性能等级DP-V1
- 通过DIP开关对设备进行寻址（例如，在PSSu系统的头模块上），或者当DIP开关上使用设备地址126时，通过PROFIBUS-DP主站进行寻址
- 可选的传输速率（9.6 kBits/s ... 12 MBits/s）
- 支持自动检测传输速率模式（自动波特率模式）
- 支持同步模式
- 支持冻结模式
- 支持PROFIBUS-DP诊断报文
- 通过预定义的虚拟PROFIBUS模块进行数据交换（输入模块、输出模块）

支持的PROFIsafe相关特性

- 使用通信协议PROFIBUS-DP，通过PROFIsafe进行数据交换时具有性能等级DP-V1
- 通过DIP开关指定PROFIsafe地址（例如，在PSSu系统的头模块上），或者当DIP开关上使用PROFIsafe地址0时，通过PAS4000进行寻址。
- 使用主工具（例如Siemens-Software HW Config）显示和编辑F-参数。
- 通过预定义的虚拟F-模块模块进行数据交换



重要信息

描述中包含由PROFIBUS标准确立和定义的各种技术术语。其中包括术语“主站”和“从站”。

9.7.1 “采用 PROFIsafe 的 PROFIBUS-DP 从站”系统部分

在自动化系统PSS 4000中，所有具有“带有PROFIsafe的PROFIBUS-DP从站”系统部分的PSS 4000设备都能通过PROFIBUS-DP和/或PROFIsafe进行外部通信。在这种情况下，“带有PROFIsafe的PROFIBUS-DP从站”系统部分执行通信所需的所有任务。例如，它们包括：

- ▶ 管理发送与接收数据区
- ▶ 通过 PROFIBUS-DP 进行数据交换
- ▶ 通过PROFIsafe进行数据交换

9.7.2 “采用 PROFIsafe 的 PROFIBUS-DP 从站”系统部分中的 PROFIBUS-DP

具有“带有PROFIsafe的PROFIBUS-DP从站”系统部分的PSS 4000设备通过PROFIBUS-DP发送**非安全相关的数据**。当通过PROFIBUS-DP交换数据时，它们作为PROFIBUS-DP从站工作。数据传输始终由PROFIBUS-DP主站发起。从自动化系统PSS 4000的角度来看，PROFIBUS-DP主站位于系统之外；即接收数据称为外部输入数据，发送数据称为外部输出数据（参见[处理数据的有效性 \[273\]](#)）。

发送数据和接收数据

PROFIBUS-DP主站从其发送数据区将数据发送到PSS 4000设备的“带有PROFIsafe的PROFIBUS-DP从站”系统部分，并从PSS 4000设备的“带有PROFIsafe的PROFIBUS-DP从站”系统部分请求数据。

PSS 4000设备的“带有PROFIsafe的PROFIBUS-DP从站”系统部分从其发送数据区将请求的数据发送到PROFIBUS-DP主站的接收数据区。

在自动化系统PSS 4000中，这些数据区称为“虚拟PROFIBUS模块”。用于接收数据的虚拟PROFIBUS模块称为输入模块。模块名中都有“I”（例如8IX、IB、IW），意思是“输入”。用于发送数据的虚拟PROFIBUS模块称为输出模块。模块名中都有“O”（例如8OX、OB、OW），意思是“输出”。

必须为PROFIBUS-DP主站和PSS 4000设备的“带有PROFIsafe的PROFIBUS-DP从站”系统部分配置虚拟PROFIBUS模块。PROFIBUS-DP主站中含有来自GSD文件的所有潜在虚拟模块上的必要信息（参见[虚拟PROFIBUS模块的GSD文件 \[216\]](#)）。

PSS 4000设备的“带有PROFIsafe的PROFIBUS-DP从站”系统部分所需的虚拟PROFIBUS模块是在PAS4000的PROFIBUS-DP从站中的硬件配置期间，使用PROFIsafe编辑器配置的。配置之后，虚拟模块位于虚拟插槽上。

下列功能与步骤说明的是“PROFIBUS-DP从站”系统部分，但也适用于“带有PROFIsafe的PROFIBUS-DP从站”系统部分：

- ▶ 接收数据的虚拟PROFIBUS模块（输入模块）
（参见[接收数据的虚拟PROFIBUS模块 \[193\]](#)）
- ▶ 发送数据的虚拟PROFIBUS模块（输出模块）
（参见[发送数据的虚拟PROFIBUS模块 \[191\]](#)）
- ▶ PROFIBUS-DP从站I/O数据
（参见[PROFIBUS-DP从站I/O数据 \[196\]](#)）
- ▶ PROFIBUS-DP地址的地址格式
（参见[PROFIBUS-DP地址的地址格式 \[199\]](#)）
- ▶ PROFIBUS诊断
（参见[PROFIBUS诊断 \[201\]](#)）
- ▶ PROFIBUS-DP上的数据一致性
（参见[PROFIBUS-DP上的数据一致性 \[206\]](#)）

9.7.3 “采用 PROFIsafe 的 PROFIBUS-DP 从站”系统部分中的 PROFIsafe

具有“带有PROFIsafe的PROFIBUS-DP从站”系统部分PSS 4000设备通过PROFIsafe发送并接收**安全相关的数据**。当通过PROFIsafe交换数据时，它们作为F-设备工作。数据传输始终由F-主机（F-主站）发起。从自动化系统PSS 4000的角度来看，F-主机位于系统之外；即接收数据称为外部输入数据，发送数据称为外部输出数据（参见[处理数据的有效性](#)  273）。

发送数据和接收数据

F-主机从其发送数据区将数据发送到PSS 4000设备的“带有PROFIsafe的PROFIBUS-DP从站”系统部分，并从PSS 4000设备的“带有PROFIsafe的PROFIBUS-DP从站”系统部分请求数据。

PSS 4000设备的“带有PROFIsafe的PROFIBUS-DP从站”系统部分从其发送数据区将请求的数据发送到F-主机的接收数据区。

在自动化系统PSS 4000中，这些数据区称为“虚拟PROFIBUS模块”。通过PROFIsafe的数据交换可以使用多种预定义的虚拟F-模块。F-模块包含虚拟PROFIsafe子模块，以接收及发送数据。F-模块总数据长度为24字节；其中的8字节被分配为接收数据的虚拟PROFIsafe子模块，8字节被分配为发送数据的虚拟PROFIsafe子模块。

用于发送数据的虚拟PROFIsafe子模块称为输入子模块。模块名中都有“I”（例如8I_SAFEBOOL、I_SAFEBYTE、I_SAFEWORD、I_SAFEDWORD、I_SAFEINT），意思是“输入”。用于接收数据的虚拟PROFIsafe子模块称为输出子模块。模块名中都有“O”（例如8O_SAFEBOOL、O_SAFEBYTE、O_SAFEWORD、O_SAFEDWORD、O_SAFEINT），意思是“输出”。

对于数据交换，必须为F-主机和PSS 4000设备的“带有PROFIsafe的PROFIBUS-DP从站”系统部分配置虚拟PROFIBUS模块。F-主机从GSD文件中获取所需的虚拟PROFIBUS模块（参见[虚拟PROFIBUS模块的GSD文件](#)  216）。

PSS 4000设备的“带有PROFIsafe的PROFIBUS-DP从站”系统部分所需的F-模块是在PAS4000的PROFIBUS-DP从站中的硬件配置期间，使用PROFIsafe编辑器配置的。配置之后，F-模块位于一个虚拟插槽上，虚拟PROFIsafe子模块位于子插槽。

9.7.3.1 预定义的F-模块

在PAS4000中，PSS 4000设备可以使用预定义的F-模块。这些F-模块被预先分配了虚拟PROFIsafe子模块（I/O子模块）。

PSS 4000设备的F-模块必须在PROFIsafe F-主机中有相应的F-模块。F-模块的分配如下：

F_32IX_32IX_32OX_32OX

PSS 4000设备的F-模块F_32IX_32IX_32OX_32OX必须在F-主机中有相应的F_32OX_32OX_32IX_32IX。

F-主机		PSS 4000设备		
F_32OX_32OX_32IX_32IX		F_32IX_32IX_32OX_32OX (默认分配)		
		虚拟子插槽	I/O子模块	
Output	Unsigned32	0	8I_SAFEBOOL	Input
		1	8I_SAFEBOOL	
		2	8I_SAFEBOOL	
		3	8I_SAFEBOOL	
	Unsigned32	4	8I_SAFEBOOL	
		5	8I_SAFEBOOL	
		6	8I_SAFEBOOL	
		7	8I_SAFEBOOL	
Input	Unsigned32	8	8O_SAFEBOOL	Output
		9	8O_SAFEBOOL	
		10	8O_SAFEBOOL	
		11	8O_SAFEBOOL	
	Unsigned32	12	8O_SAFEBOOL	
		13	8O_SAFEBOOL	
		14	8O_SAFEBOOL	
		15	8O_SAFEBOOL	

F_32IX_IWA2_32OX_OWA2

PSS 4000设备的F-模块F_32IX_IWA2_32OX_OWA2必须在F-主机中有相应的F_32OX_OWA2_32IX_IWA2。

F-主机		PSS 4000设备		
F_32OX_OWA2_32IX_IWA2		F_32IX_IWA2_32OX_OWA2 (默认分配)		
		虚拟子插槽	I/O子模块	
Output	Unsigned32	0	8I_SAFEBOOL	Input
		1	8I_SAFEBOOL	
		2	8I_SAFEBOOL	
		3	8I_SAFEBOOL	
	Integer16	4	I_SAFEINT	
	Integer16	5	I_SAFEINT	
Input	Unsigned32	6	8O_SAFEBOOL	Output
		7	8O_SAFEBOOL	
		8	8O_SAFEBOOL	
		9	8O_SAFEBOOL	
	Integer16	10	O_SAFEINT	
	Integer16	11	O_SAFEINT	

F_IWA4_OWA4

PSS 4000设备的F-模块F_IWA4_OWA4必须在F-主机中有相应的F_OWA4_IWA4。

F-主机		PSS 4000设备		
F_OWA4_IWA4		F_IWA4_OWA4		
		虚拟子插槽	I/O子模块	
Output	Integer16	0	I_SAFEINT	Input
	Integer16	1	I_SAFEINT	
	Integer16	2	I_SAFEINT	
	Integer16	3	I_SAFEINT	

F-主机		PSS 4000设备		
Input	Integer16	4	O_SAFEINT	Output
	Integer16	5	O_SAFEINT	
	Integer16	6	O_SAFEINT	
	Integer16	7	O_SAFEINT	

9.7.3.2 发送数据的虚拟PROFIsafe子模块

如果F-模块包含SAFEBOOL数据类型的输出子模块，则在PAS4000中可将它们分配为另一数据类型的数据类型的输出子模块。例如，这适用于F_32IX_32IX_32OX_32OX和F_32IX_IWA2_32OX_OWA2这两个F-模块。下列输出子模块可供配置：

输出子模块	数据类型	用途
8O_SAFEBOOL	ARRAY [0..7] OF SAFEBOOL	虚拟位模块 发送具有8个元素的数组，元素数据类型为SAFEBOOL
O_SAFEBYTE	SAFEBYTE	虚拟字节模块 发送SAFEBYTE数据类型的数据
O_SAFEWORD	SAFEWORD	虚拟WORD模块 发送SAFEWORD数据类型的数据
O_SAFEDWORD	SAFEDWORD	虚拟DWORD模块 发送SAFEDWORD数据类型的数据
O_SAFEINT	SAFEINT	虚拟INT模块 发送SAFEINT数据类型的数据



重要信息

请注意，只支持此处记录的具有指定数据类型的虚拟模块。不支持SAFEWORD数据类型。

9.7.3.3 接收数据的虚拟PROFIsafe子模块

如果F-模块包含SAFEBOOL数据类型的输入子模块，则在PAS4000中可将它们分配为另一数据类型的输入子模块。例如，这适用于F_32IX_32IX_32OX_32OX和F_32IX_IWA2_32OX_OWA2这两个F-模块。下列输入子模块可供配置：

输入子模块	数据类型	用途
8I_SAFEBOOL	ARRAY [0..7] OF SAFEBOOL	虚拟位模块 接收具有8个元素的数组，元素数据类型为BOOL
I_SAFEBYTE	SAFEBYTE	虚拟字节模块 接收SAFEBYTE数据类型的数据
I_SAFEWORD	SAFEWORD	虚拟WORD模块 接收SAFEWORD数据类型的数据
I_SAFEDWORD	SAFEDWORD	虚拟DWORD模块 接收SAFEDWORD数据类型的数据
I_SAFEINT	SAFEINT	虚拟INT模块 接收SAFEINT数据类型的数据



重要信息

请注意，只支持此处记录的具有指定数据类型的虚拟模块。不支持SAFEWORD数据类型。

9.7.4 虚拟 PROFIBUS 模块的 GSD 文件

“带有PROFIsafe的PROFIBUS-DP从站”系统部分的所有可用虚拟PROFIBUS模块都包含在相应的GSD文件中。



重要信息

仅使用属于“带有PROFIsafe的PROFIBUS-DP从站”系统部分的GSD文件。它包含PROFIBUS-DP主站的输入模块和输出模块，也包含PROFIsafe F-主机的F-模块。

GSD文件与PAS4000一起提供，另外在Pilz主页的下载区（www.pilz.de -> 下载）也可获得。例如，可以输入搜索词“GSD”。只有注册用户才能进行软件下载。非注册用户可以免费注册。

9.7.5 数据传输极限

在具有“带有PROFIsafe的PROFIBUS-DP从站”系统部分的PSS 4000设备上，数据传输是通过虚拟PROFIBUS模块（输入模块、输出模块、F-模块）实现的。对于设备的“带有PROFIsafe的PROFIBUS-DP从站”系统部分，存在如下限制：

- ▶ 最多能配置80个虚拟PROFIBUS模块，虚拟插槽为0 ... 79
- ▶ 最多能配置一个F-模块
 请注意：增加一个F-模块会减少虚拟PROFIBUS模块总数，减少的数目不是1，而是5。
- ▶ 一个F-模块总共需要24字节，其中
 - 8字节预留给了输入子模块（接收数据的虚拟PROFIsafe子模块）
 - 8字节预留给了输出子模块（发送数据的虚拟PROFIsafe子模块）
- ▶ 一个F-模块最多有16个子插槽，以容纳虚拟PROFIsafe子模块
- ▶ 接收数据（=外部输入数据）最大可配置为244字节
- ▶ 发送数据（=外部输出数据）最大可配置为244字节

9.7.6 PROFIsafe I/O 数据

“带有PROFIsafe的PROFIBUS-DP从站”系统部分使PSS 4000设备能够通过PROFIsafe来与F-主机进行安全相关的I/O数据交换。为此，需要在PAS4000的I/O映射编辑器中，将I/O数据映射到F-模块的虚拟PROFIsafe子模块。

F-模块上的I/O映射

I/O 映射用于定义由哪个数据源向哪个数据目标提供数据。

F-模块可能的I/O映射：

I/O 映射		F 模块 上	
		接收数据 (= 虚拟PROFIsafe子模块的外部 输入数据，例如8I_SAFEBOOL、 I_SAFEBYTE、I_SAFEWORD、 I_SAFEDWORD、I_SAFEINT)	发送数据 (= 虚拟PROFIsafe子模块的外 部输出数据，例如 8O_SAFEBOOL、 O_SAFEBYTE、 O_SAFEWORD、 O_SAFEDWORD、 O_SAFEINT)
模块总线	输入数据 (例如硬件输入)	---	◆
	输出数据 (例如硬件输出)	◆	----
PI 变量	I-PI 变量	◆	---
	O-PI 变量	---	◆

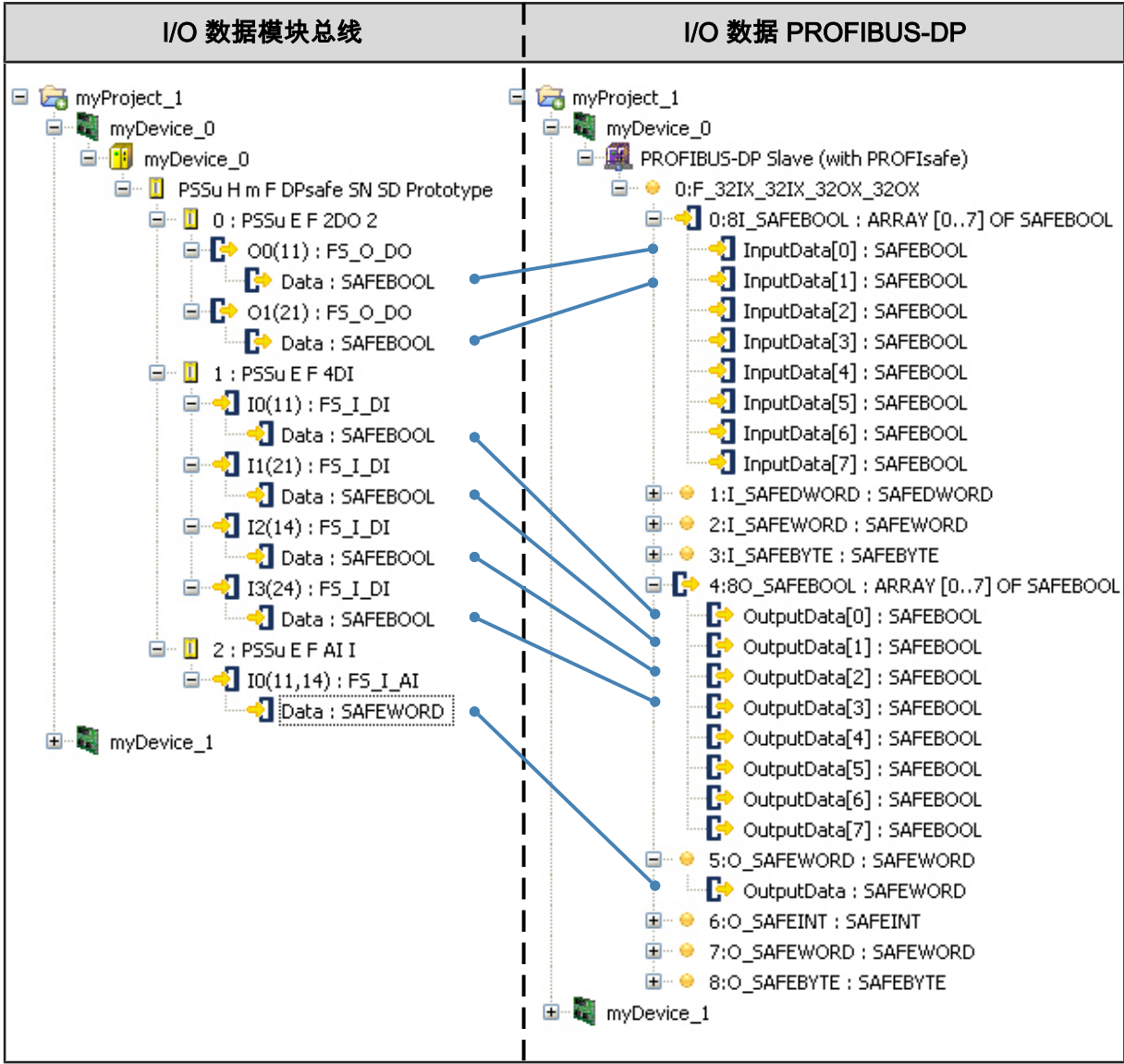
- ◆ 可以进行 I/O 映射
- 不可以进行 I/O 映射

示例

► I/O 数据的 I/O 映射

F-主机激活PSSu E F 2DO 2和PSSu E F 4DI的输入数据，PSSu E F AI I传输到F-主机。为此，F-模块 F_32IX_32IX_32OX_32OX配置了必要的虚拟I/O子模块。

可能的I/O映射（示例）：

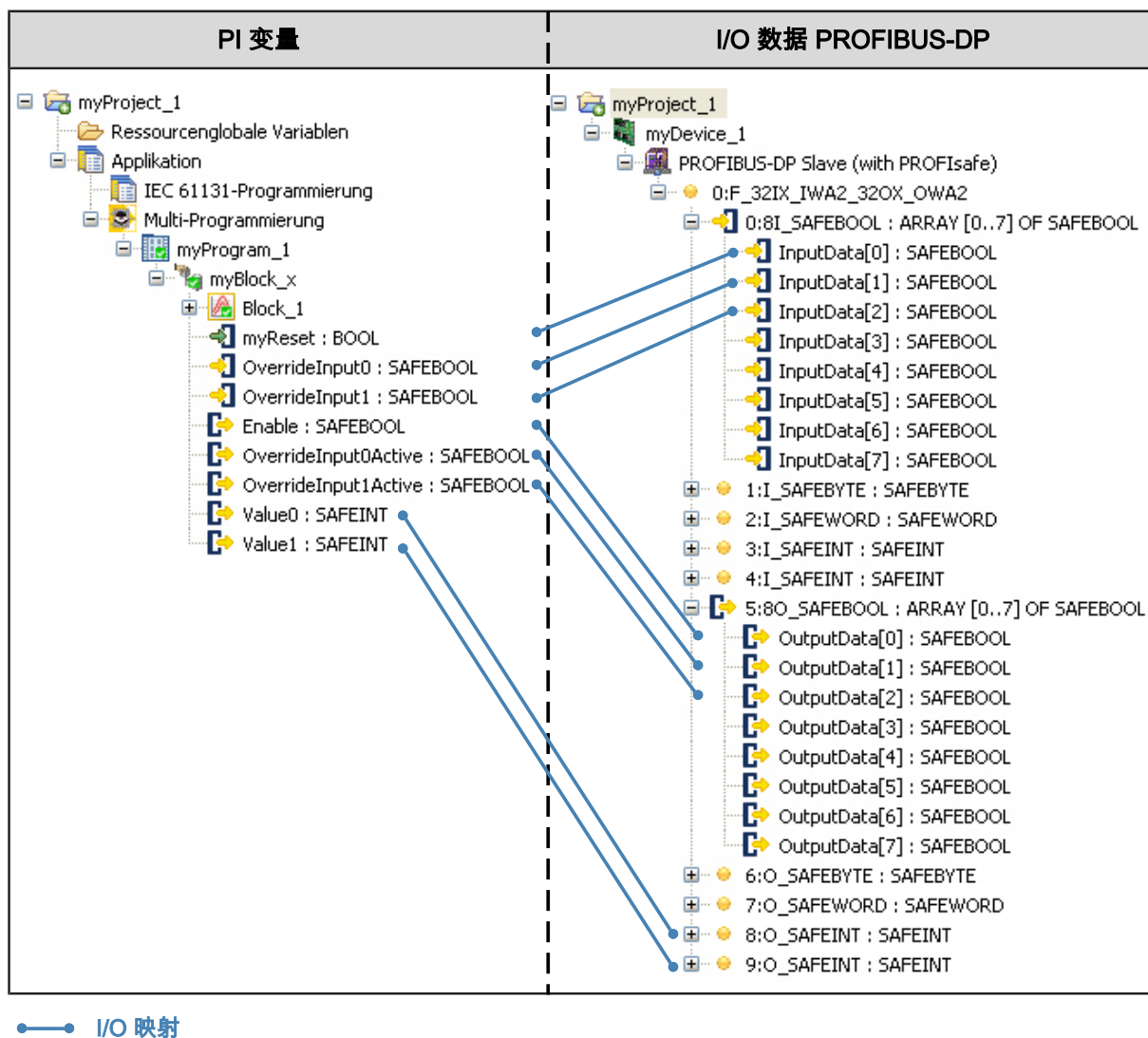


— I/O 映射

► PI 变量的 I/O 映射

块的O-PI变量内容会传输到F-主机；从F-主机到达的接收数据会分配到I-PI变量。为此，使用了F-模块F 32IX IWA2 32OX OWA2。

可能的I/O映射（示例）：



9.7.7 PROFIsafe 地址的地址格式

PSS 4000设备的I/O数据地址显示在多个位置，例如，在PAS4000中以及在诊断中。

9.7.7.1 发送数据的地址格式

PROFIsafe发送数据（虚拟PROFIsafe子模块的输出数据）的地址结构如下：

<设备名>.ProfibusDP.<虚拟插槽>.<虚拟子插槽>.OutputData[<元素号>]

示例：

► **8O_SAFEBOOL的地址格式：**

myDevice_1.ProfibusDP.1.4.OutputData[0]
myDevice_1.ProfibusDP.1.4.OutputData[1]
myDevice_1.ProfibusDP.1.4.OutputData[2]
myDevice_1.ProfibusDP.1.4.OutputData[3]
myDevice_1.ProfibusDP.1.4.OutputData[4]
myDevice_1.ProfibusDP.1.4.OutputData[5]
myDevice_1.ProfibusDP.1.4.OutputData[6]
myDevice_1.ProfibusDP.1.4.OutputData[7]

► **O_SAFEBYTE的地址格式：**

myDevice_1.ProfibusDP.1.5.OutputData

► **O_SAFEWORD的地址格式：**

myDevice_1.ProfibusDP.1.6.OutputData

► **O_SAFEDWORD的地址格式：**

myDevice_1.ProfibusDP.4.3.OutputData

► **O_SAFEINT的地址格式：**

myDevice_1.ProfibusDP.4.4.OutputData

9.7.7.2 接收数据的地址格式

PROFIsafe接收数据 (虚拟PROFIsafe子模块的输入数据) 的地址结构如下 :

<设备名>.ProfibusDP.<虚拟插槽>.<虚拟子插槽>.InputData[<元素号>]

示例 :

► **8I_SAFEBOOL的地址格式 :**

myDevice_1.ProfibusDP.1.0.InputData[0]
myDevice_1.ProfibusDP.1.0.InputData[1]
myDevice_1.ProfibusDP.1.0.InputData[2]
myDevice_1.ProfibusDP.1.0.InputData[3]
myDevice_1.ProfibusDP.1.0.InputData[4]
myDevice_1.ProfibusDP.1.0.InputData[5]
myDevice_1.ProfibusDP.1.0.InputData[6]
myDevice_1.ProfibusDP.1.0.InputData[7]

► **I_SAFEBYTE的地址格式 :**

myDevice_1.ProfibusDP.1.1.InputData

► **I_SAFEWORD的地址格式 :**

myDevice_1.ProfibusDP.1.2.InputData

► **I_SAFEDWORD的地址格式 :**

myDevice_1.ProfibusDP.4.0.InputData

► **I_SAFEINT的地址格式 :**

myDevice_1.ProfibusDP.4.1.InputData

9.7.8 F-模块的停用和重新激活

传输到F-模块的发送数据可以通过F-主机，选择性地进入安全状态。这称为F-模块的停用/重新激活。

► F-模块的停用

- VALID位变为FALSE (参见[处理数据的有效性 \[📖 273\]](#)) 。
- F-模块的输入子模块被设置为它们的安全值 (=0) 。

► F-模块的重新激活

- 如果不存在PROFIsafe模块错误，则VALID位变为TRUE 。
- F-模块的I-子模块包含它们的处理值 。

9.7.9 F-参数

F-参数用于针对相应的F-设备调整PROFIsafe协议。F-参数是GSD文件的一部分。在网络配置期间，可以使用主工具（例如Siemens Software HW Config）显示和配置F-参数，并将其下载到F-设备。F-主机使用F-参数检查它与F-设备的连接。对于各种F-参数，如果F-主机上的F-参数内容与F-设备的不匹配，将提供指示（参见[PROFIsafe诊断 \[225\]](#)）。

作为F-设备，PSS 4000设备支持下列F-参数：

F-参数	默认配置	配置在主工具中	意义
F_Check_SeqNr	1	不可配置	一致性检查（CRC计算）中包含了序列号。
F_Check_iPar	无检查	不可配置	无iParameter
F_SIL	SIL3	不可配置	F-设备的SIL
F_CRC_Length	3个字节	不可配置	CRC2键的长度
F_Block_ID	无F_iPar_CRC	不可配置	参数的类型标识
F_Par_Version	V2模式	不可配置	F-设备内实现的PROFIsafe版本
F_Source_Add	1	取值范围： 1 ... 65534	F-主机的F-地址 (由主工具自动分配)
F_Dest_Add	1	取值范围： 1 ... 65534	F-设备的F-地址
F_WD_Time	200 ms (因为带有PROFIsafe的PROFIBUS-DP从站默认 $t_{ExtCo} = 100 \text{ ms}$)	取值范围： F_WD_Time_min ... 65535	F-设备中的监控时间； 有效的、当前的安全报文必须在监控时间F_WD_Time之内，从F-主机到达。 如果在监控时间内，则通过PROFIsafe把安全处理数据传送到另一系统部分。 如果超过了监控时间，则停止使用PROFIsafe传输数据，并为受影响的处理数据使用替代值，有效位 = FALSE。 F_WD_Time必须对应于至少2 x 带有PROFIsafe的PROFIBUS-DP从站的循环时间 (t_{ExtCo})。 F_WD_Time_min取决于设备。

9.7.10 PROFIsafe 诊断

可以通过PSS 4000系统诊断进行PROFIsafe诊断 (参见[诊断基础 \[📖 547\]](#)) 。

然而，标准还为PROFIBUS-DP定义了专有的诊断选项。通过诊断报文，PROFIBUS-DP主站可对PROFIBUS-DP从站上的当前诊断信息进行轮询。

包含 PROFIBUS-DP 从站与 PROFIsafe 系统部分的PSS 4000 设备的诊断报文的前 12 个字节为 PROFIBUS 诊断的诊断数据。它分为 2 个块，每个块有 6 个字节 (参见 [PROFIBUS 诊断 \[📖 201\]](#)) 如果 PROFIsafe 诊断中包含诊断信息，则一个块将另带 5 个字节。

诊断报文的结构：

块 1	字节 1...6	系统内部诊断数据 参见 PROFIBUS-DP 从站- 系统内部诊断 [📖 202]	PROFIBUS 诊断
块 2	字节 7...12	基于设备的诊断数据 参见 PROFIBUS-DP 从站- 外部诊断 [📖 203]	
块 3	字节 13...17	F 设备基于设备的诊断	PROFIsafe 诊断

诊断信息是 GSD 文件的一部分。

9.7.10.1 F 设备基于设备的诊断

F-设备/F-模块可以通过PROFIBUS-DP定义的诊断机制注册诊断信息。作为 F 设备，PSS 4000 设备在诊断报文中发送 5 字节基于设备的诊断数据。

F 设备上基于设备的诊断数据的结构和内容

字节编号	位编号	数值	意义
m	0 ... 7	0x05	标头
			第 7 位和第 6 位：00 具有“带有PROFIsafe的PROFIBUS-DP从站”系统部分的 PSS 4000 设备：基于设备的诊断的代码
			第 5 位 = 0：000101 基于设备的诊断中的字节数（包括头字节） 具有“带有PROFIsafe的PROFIBUS-DP从站”系统部分的 PSS 4000 设备：
n + 1	0 ... 7	0x81	Status_Type
			7 位：1 “状态”诊断标识符
			第 6 位 = 0：0000001 “状态信息”状态类型代码
n + 2	0 ... 7	0 ... 254	PROFIsafe F 主机角度的 F 模块插槽 (参见 预定义 F 模块 [211])
n + 3	0 ... 7	0x01 / 0x02	0x01 状态信息存在/已激活
			0x02 状态信息不存在/未激活
n + 4	0 ... 7	0x40 ... 0x47	PROFIsafe 报警 (参见 [1])

[1] 一个 PSS 4000 设备支持以下 PROFIsafe 报警：

十六进制	数量	诊断信息
0x40	64	安全目标地址 (F_Dest_Add) 不匹配 在F-主机中为参数“F_Dest_Add”输入的值与本地PROFIsafe地址不匹配。
0x41	65	安全目标地址 (F_Dest_Add) 无效 在F-主机中为参数“F_Dest_Add”输入的值无效。 F-主机中的有效输入：1 ... 65534
0x42	66	安全源地址 (F_Source_Add) 无效 在F-主机中为参数“F_Source_Add”输入的值无效。 F-主机中的有效输入：1 ... 65534
0x43	67	安全看门狗的时间值 (F_WD_Time) 为0 ms 在F-主机中为参数“F_WD_Time”输入的值 (0 ms) 无效。 F-主机中的有效输入[ms]：1 ... 65534

十六进制	数量	诊断信息
0x44	68	参数“F_SIL”超过了特定设备应用的SIL 在F-主机中为参数“F_SIL”输入的值大于PSS 4000上的最大SIL (SIL 3) 。 F-主机中的有效输入 (最大) : “SIL3”
0x45	69	参数“F_CRC_Length”与生成的值不匹配 在F-主机中为参数“F_CRC_Length”输入的值不被支持。 F-主机中的有效输入 : “3字节CRC”
0x46	70	F-参数的版本未正确设置 在F-主机中为参数“F_Par_Version”输入的值不支持。 F-主机中的有效输入 : “V2模式”
0x47	71	CRC1-Fault F-主机中与虚拟F-模块中的“CRC1”校验和不匹配。

9.7.11 PROFIsafe 的数据一致性

对于F-主机发送的接收数据，F-主机负责该接收数据的数据一致性。从PSS 4000的角度来看，无法判断F-主机的数据一致性。

接收数据的数据一致性

从PSS 4000的角度来看，F-模块的接收数据是外部输入数据。

一旦外部数据在F-模块中可用，它就被立刻视为一致性数据（参见[数据一致性 \[📖 290\]](#)）。虚拟F-模块的外部输入数据形成了一个一致性范围，一致性范围类型是“外部通信连接的FS-输入数据”。确切的描述为：“虚拟PROFIsafe F-模块的FS-输入数据”一致性范围（参见[一致性范围 \[📖 291\]](#)）。

发送数据的数据一致性

从PSS 4000的角度来看，F-模块的发送数据是外部输出数据。

如果F-模块的外部输出数据来自一个数据源上的同一个一致性范围（参见[数据一致性 \[📖 290\]](#)），则它就是一致的。

PSS 4000始终将F-模块的外部输出数据作为一个单位对待。保证必要的数据一致性是F-主机的任务。

9.8 EtherNet/IP 适配器

EtherNet/IP (以太网工业协议, 缩写为 EIP) 是基于以太网的现场总线。借助 EtherNet/IP, 现已定义了一个开放式工业标准, 将使用工业协议 (通用工业协议, 缩写为 CIP) 的传统以太网扩展为用于自动化应用的应用层。

该开放式工业标准由 ControlNet 国际 (CI) 和开放式网络设备供应商协会 (ODVA) 联合起草, 在此过程中得到了工业以太网协会 (IEA) 的帮助。EtherNet/IP 按照国际 IEC 61158 系列标准进行了标准化。

通用工业协议 (CIP)

在 EtherNet/IP 网络中, 使用了隐式和显式消息来传输 CIP 消息数据。

隐式消息通常为较小的数据包, 包含时序严格的数据传输的 I/O 数据。隐式消息通过 UDP 传输。

非时序严格的消息通过显式消息传输。显式消息包含诸如配置和信息数据等内容。它们使用 TCP/IP 通信机制。

CIP 是面向对象的。ODVA 使用设备子协议来定义特定设备级别的设备必须支持的对象和属性。也可以支持可选和制造商定义的对象。CIP 使用电子数据表 (缩写为 EDS) 作为配置的通用基础。

关于通用工业协议 (CIP) 或 EtherNet/IP 的更多信息, 可以从 ODVA (www.odva.org) 获得。

来自 Pilz 的支持 EtherNet/IP 的 PSS 4000 设备

对于非安全相关应用, 可以采用来自 Pilz 的支持 EtherNet/IP 的 PSS 4000 设备作为 EtherNet/IP 适配端。

作为 EtherNet/IP 适配端时, 来自 Pilz 的支持 EtherNet/IP 的 PSS 4000 设备支持:

- ▶ 符合 ODVA“通用工业协议规范”第 1 卷的通信适配端设备子协议, 设备类型 12₀。
已按照第 3.12 版 (2012 年 4 月) 执行了开发和一致性测试。
- ▶ 与 EtherNet/IP 扫描端的周期性数据交换
 - 用于隐式消息中的 I/O 数据的 I/O 服务器功能
 - I/O 数据通过 UDP 并使用端口 2222 进行传输。
- ▶ 作为“显式消息服务器”进行非周期性数据交换
 - 用于显式数据的显式消息服务器功能
 - 支持与以下对象的非周期性数据交换: 标识对象、TCP/IP 对象和连接对象
- ▶ 标识对象
- ▶ TCP/IP 对象
- ▶ 连接对象
- ▶ 具有以下实例的组合对象:
 - 输出组合对象实例
 - 输入组合对象实例

9.8.1 “EtherNet/IP 适配端”系统部分

在 PSS 4000 自动化系统中，所有具有“EtherNet/IP 适配端”系统部分的 PSS 4000 设备均可以通过 EtherNet/IP 进行外部通信。这种情况下，PSS 4000 设备的 EtherNet/IP 适配端系统部分执行通信所需的所有任务。包括：

- ▶ 支持的对象的管理
(参见[支持的 EtherNet/IP 对象和通用服务](#) [ 244])
- ▶ 通过 EtherNet/IP 进行数据交换
(参见[通过 EtherNet/IP 进行数据交换](#) [ 232])

9.8.2 EtherNet/IP 适配端连接

当前每台 PSS 4000 设备（适配端）只支持一个 EtherNet/IP 适配端连接。借助此 EtherNet/IP 适配端连接，可以通过一个输出组合对象实例和一个输入组合对象实例进行数据交换（参见[组合对象](#)  [247](#)）。

9.8.3 通过 EtherNet/IP 进行数据交换

具有 EtherNet/IP 适配端系统部分的 PSS 4000 设备可以像 EtherNet/IP 适配端一样支持数据交换。数据传输始终由 EtherNet/IP 扫描端发起。从 PSS 4000 自动化系统的角度来看，EtherNet/IP 扫描端处于系统之外。

9.8.3.1 发送数据和接收数据

借助 EtherNet/IP，可以通过组合对象交换实际可用的数据（处理数据）。具有 EtherNet/IP 适配端系统部分的 PSS 4000 设备支持分别有一个输出组合对象实例和一个输入组合对象实例的组合对象。在 PSS 4000 上，EtherNet/IP 术语“输入”和“输出”是从扫描端的角度来定义的。这样定义的优势在于，扫描工具和 PAS4000 中的视角是一致的；即扫描工具中的输出组合对象实例和输入组合对象实例分别也是 PAS4000 中的输出组合对象实例和输入组合对象实例。

为了说明这一点，在 PSS 4000 上，输出组合对象实例被称为“扫描端输出组合对象实例”，而输入组合对象实例被称为“扫描端输入组合对象实例”。

扫描端输出装配对象实例

扫描端输出组合对象实例包含扫描端产生和放在网络上的数据；即它包含 PSS 4000 设备（适配端）接收的数据。在扫描端和 PSS 4000 设备上配置的使用扫描端输出组合对象实例传输的数据的数据长度必须相等。对于 PSS 4000 设备，可以在 PAS4000 的 EtherNet/IP 适配端编辑器中完成此配置。

由于扫描端输出组合对象实例包含接收数据（= 外部输入数据）（从 PSS 4000 设备的角度来看），因此，必须在 EtherNet/IP 适配端编辑器中配置虚拟输入模块。虚拟输入模块的模块名称（例如 16IX、IB、IW 和 ID）中有一个表示“输入”的“I”。

PSS 4000 设备预计扫描端将一直发送运行/空闲帧头。

扫描端输入装配对象实例

扫描端输入组合对象实例包含扫描端从网络获得的数据；即它包含 PSS 4000 设备（适配端）发送的数据。在扫描端和 PSS 4000 设备上配置的使用扫描端输入组合对象实例传输的数据的数据长度必须相等。对于 PSS 4000 设备，可以在 PAS4000 的 EtherNet/IP 适配端编辑器中完成此配置。

由于扫描端输入组合对象实例包含发送数据（= 外部输出数据）（从 PSS 4000 设备的角度来看），因此，必须在 EtherNet/IP 适配端编辑器中配置虚拟输出模块。虚拟输出模块的模块名称（例如 16OX、OB、OW 和 OD）中有一个表示“输出”的“O”。

用于向扫描端发送 PSS 4000 状态信息的状态字可以配置为一个选项。

9.8.3.2 发送数据的虚拟模块

从 PSS 4000 设备（适配端）的角度来看，扫描端输入组合对象实例包含发送数据（= 外部输出数据）。在 PAS4000 中，可以为 PSS 4000 设备的发送数据配置以下虚拟模块：

虚拟模块	数据类型	应用
16OX	BOOL 数组 [0..15]	虚拟 EtherNet/IP 位模块 用于发送具有 16 个 BOOL 数据类型元素的数组
OBA _n	BYTE 数组 [0...(n-1)]	虚拟 EtherNet/IP 字节模块 发送具有 n 个元素的数组，元素数据类型为 BYTE n = 2、4、8、16、32 或 64
OW	WORD	虚拟 EtherNet/IP 字节模块 用于发送 WORD 数据类型的数据
OWA _n	WORD 数组 [0...(n-1)]	虚拟 EtherNet/IP 字节模块 发送具有 n 个元素的数组，元素数据类型为 WORD n = 2、4、8、16、32 或 64
OD	DWORD	虚拟 EtherNet/IP 字节模块 用于发送 DWORD 数据类型的数据



重要信息

请注意，只支持此处记录的具有指定数据类型的虚拟模块。不支持 LWORD 数据类型。

在扫描端和 PSS 4000 设备上配置的使用扫描端输入组合对象实例传输的数据的数据长度必须相等。

9.8.3.3 接收数据的虚拟模块

从 PSS 4000 设备（适配端）的角度来看，扫描端输出组合对象实例包含接收数据（= 外部输入数据）。在 PAS4000 中，可以为 PSS 4000 设备的接收数据配置以下虚拟模块：

虚拟模块	数据类型	应用
16IX	BOOL 数组 [0..15]	虚拟 EtherNet/IP 位模块 接收具有 16 个元素的数组，元素数据类型为 BOOL
IBAn	BYTE 数组 [0...(n-1)]	虚拟 EtherNet/IP 字节模块 接收具有 n 个元素的数组，元素数据类型为 BYTE n = 2、4、8、16、32 或 64
IW	WORD	虚拟 EtherNet/IP 字节模块 用于接收 WORD 数据类型的数据
IWAn	WORD 数组 [0...(n-1)]	虚拟 EtherNet/IP 字节模块 接收具有 n 个元素的数组，元素数据类型为 WORD n = 2、4、8、16、32 或 64
ID	DWORD	虚拟 EtherNet/IP 字节模块 用于接收 DWORD 数据类型的数据



重要信息

请注意，只支持此处记录的具有指定数据类型的虚拟模块。不支持 LWORD 数据类型。

在扫描端和 PSS 4000 设备上配置的使用扫描端输出组合对象实例传输的数据的数据长度必须相等。

9.8.4 数据传输极限

在通过 EtherNet/IP 传输数据时，以下限制适用于 PSS 4000 设备（适配端）：

- ▶ 每台 PSS 4000 设备最多可以配置一个扫描端连接（EtherNet/IP 适配端连接）。
- ▶ 一台 PSS 4000 最多支持一个扫描端输出组合对象实例和一个扫描端输入组合对象实例。
- ▶ 可以为扫描端输出组合对象实例配置总数据长度为 0 - 504 字节的虚拟输入模块（外部输入数据）。

扫描端输出组合对象实例的总数据长度为最大 510 字节（虚拟输入模块为 504 字节，运行/空闲帧头为 4 字节，顺序计数为 2 字节）。

- ▶ 可以为扫描端输入组合对象实例配置总数据长度为 0 - 508 字节的虚拟输出模块（外部输出数据）。

扫描端输入组合对象实例的总数据长度为最大 510 字节（虚拟输出模块为 508 字节，顺序计数为 2 字节）。

9.8.5 EtherNet/IP 适配端 I/O 数据

“EtherNet/IP 适配端”系统部分使 PSS 4000 设备能够通过 EtherNet/IP 与 EtherNet/IP 扫描端交换 I/O 数据。为了实现这一目的，必须将 PAS4000 I/O 映射编辑器中的 I/O 数据映射到相应的虚拟模块。

虚拟模块的 I/O 映射

I/O 映射用于定义由哪个数据源向哪个数据目标提供数据。

虚拟模块可能的 I/O 映射：

I/O 映射		(虚拟模块上)	
		扫描端输出组合对象实例的数据 (= 输入模块 (例如 16IX、 IBAn、IWAn 和 ID) 的外部输入 数据)	扫描端输入组合对象实例的数据 (= 输出模块 (例如 16OX、 OBAn、OWAn 和 OD) 的外部输 出数据)
模块总线	输入数据 (例如硬件输入)	---	◆
	输出数据 (例如硬件输出)	◆	---
PI 变量	I-PI 变量	◆	---
	O-PI 变量	---	◆

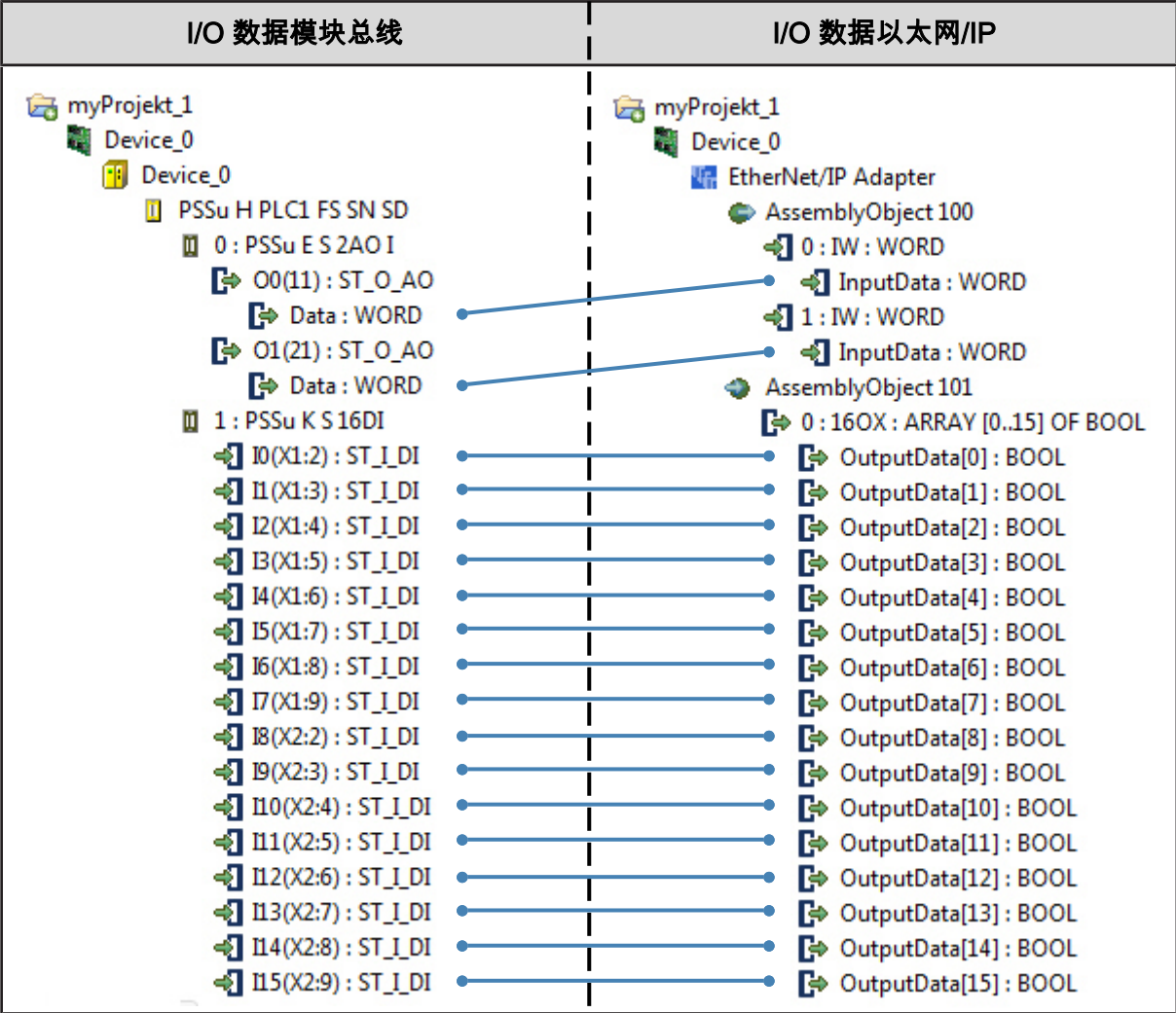
- ◆ 可以进行 I/O 映射
- 不可以进行 I/O 映射

示例

► I/O 数据的 I/O 映射

来自 PSSu K S 16DI 上硬件输入的输入信号将传输到扫描仪，并且扫描仪将控制 PSSu E S 2 AO I 上的硬件输出。

可能的I/O映射（示例）：

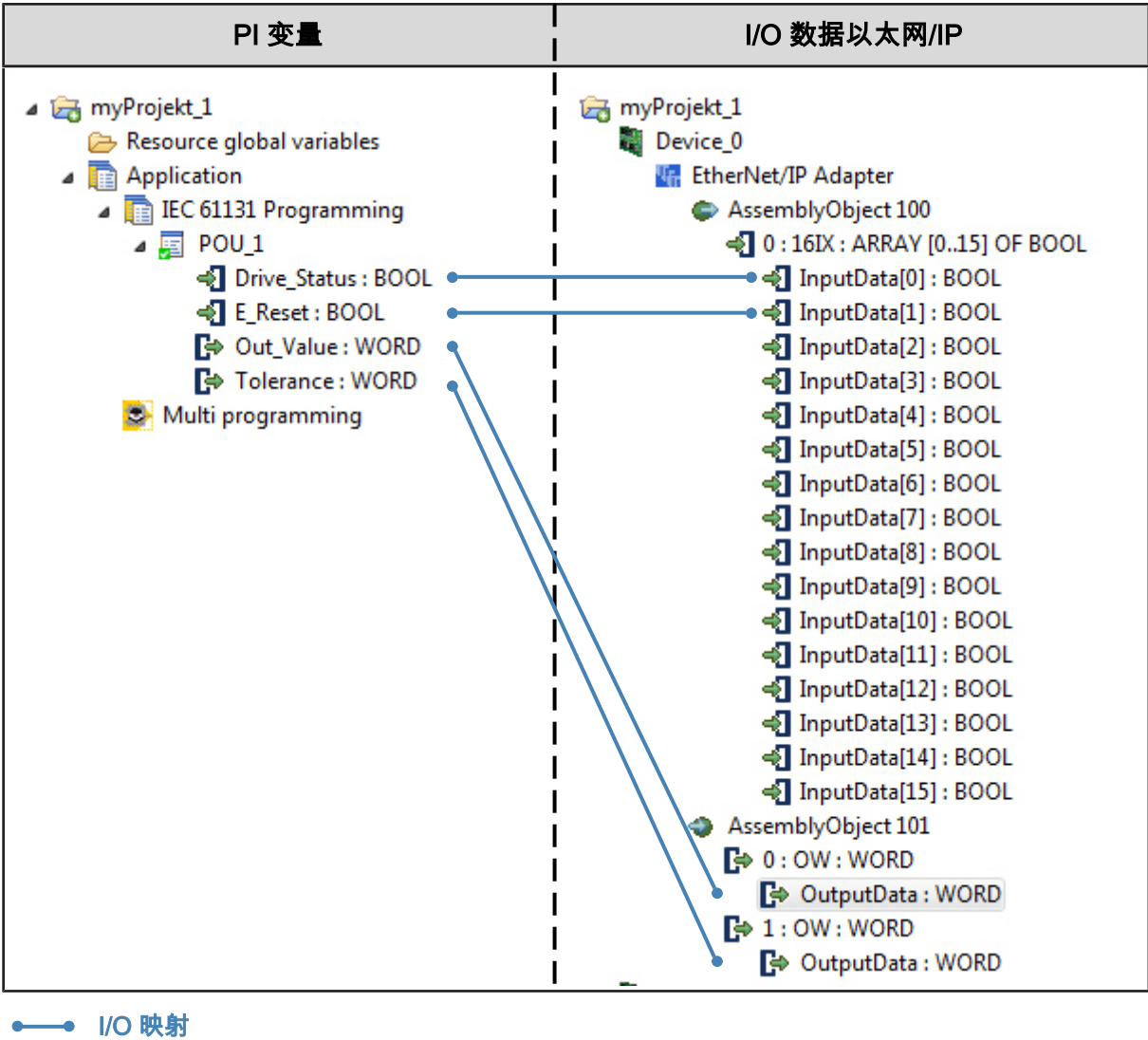


●—● I/O 映射

► PI 变量的 I/O 映射

块的输出 PI 变量的内容将传输到扫描端，而输入 PI 变量将分配给接收数据。

可能的 I/O 映射（示例）：



9.8.6 EtherNet/IP 地址的地址格式

PSS 4000设备的I/O数据地址显示在多个位置，例如，在PAS4000中以及在诊断中。

9.8.6.1 发送数据的地址格式

EtherNet/IP 发送数据（虚拟模块的输出数据）的地址结构如下：

<设备名称>.EtherNetIP.AObj<实例数目>.<虚拟插槽>.OutputData[<元素数目>]

示例：

► 16OX 的地址格式：

```
myDevice_1.EtherNetIP.AObj101.VirtualModule2.OutputData[0]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj101.VirtualModule2.OutputData[1]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj101.VirtualModule2.OutputData[2]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj101.VirtualModule2.OutputData[3]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj101.VirtualModule2.OutputData[4]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj101.VirtualModule2.OutputData[5]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj101.VirtualModule2.OutputData[6]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj101.VirtualModule2.OutputData[7]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj101.VirtualModule2.OutputData[8]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj101.VirtualModule2.OutputData[9]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj101.VirtualModule2.OutputData[10]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj101.VirtualModule2.OutputData[11]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj101.VirtualModule2.OutputData[12]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj101.VirtualModule2.OutputData[13]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj101.VirtualModule2.OutputData[14]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj101.VirtualModule2.OutputData[15]
```

► OBA2 的地址格式：

```
myDevice_1.EtherNetIP.AObj101.VirtualModule4.OutputData[0]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj101.VirtualModule4.OutputData[1]
```

► OW 的地址格式：

```
myDevice_1.EtherNetIP.AObj101.VirtualModule5.OutputData
```

► OWA4 的地址格式：

```
myDevice_1.EtherNetIP.AObj101.VirtualModule6.OutputData[0]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj101.VirtualModule6.OutputData[1]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj101.VirtualModule6.OutputData[2]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj101.VirtualModule6.OutputData[3]
```

► OD 的地址格式：

```
myDevice_1.EtherNetIP.AObj101.VirtualModule7.OutputData
```

9.8.6.2 接收数据的地址格式

EtherNet/IP 接收数据（虚拟模块的输入数据）的地址结构如下：

<设备名称>.EtherNetIP.AObj<实例数目>.<虚拟插槽>.InputData[<元素数目>]

示例：

► 16IX 的地址格式：

```
myDevice_1.EtherNetIP.AObj100.VirtualModule8.InputData[0]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj100.VirtualModule8.InputData[1]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj100.VirtualModule8.InputData[2]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj100.VirtualModule8.InputData[3]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj100.VirtualModule8.InputData[4]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj100.VirtualModule8.InputData[5]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj100.VirtualModule8.InputData[6]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj100.VirtualModule8.InputData[7]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj100.VirtualModule8.InputData[8]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj100.VirtualModule8.InputData[9]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj100.VirtualModule8.InputData[10]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj100.VirtualModule8.InputData[11]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj100.VirtualModule8.InputData[12]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj100.VirtualModule8.InputData[13]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj100.VirtualModule8.InputData[14]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj100.VirtualModule8.InputData[15]
```

► IBA2 的地址格式：

```
myDevice_1.EtherNetIP.AObj100.VirtualModule9.InputData[0]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj100.VirtualModule9.InputData[1]
```

► IW 的地址格式：

```
myDevice_1.EtherNetIP.AObj100.VirtualModule10.InputData
```

► IWA4 的地址格式：

```
myDevice_1.EtherNetIP.AObj100.VirtualModule11.InputData[0]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj100.VirtualModule11.InputData[1]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj100.VirtualModule11.InputData[2]
myDevice_1.EtherNetIP.AObj100.VirtualModule11.InputData[3]
```

► ID 的地址格式：

```
myDevice_1.EtherNetIP.AObj100.VirtualModule12.InputData
```

9.8.7 EtherNet/IP 诊断

可以在PAS4000中为扫描端输入组合对象实例配置状态字的传输（作为选项）。状态字包含基于设备的状态信息，将传输到扫描端用于进行诊断。

状态字的结构和内容

Octet 1包含来自PSS 4000设备（具有EtherNet/IP适配端系统部分）的错误消息：

位	数值	意义
0	0/1	设备的错误消息
		0 无消息
		1 - 设备的至少一个系统部分出现严重程度为“错误”的消息或者 - 设备的至少一个FS系统部分出现重大FS错误 在PSS 4000专属设备上，这对应于“DIAG”状态LED：状态：“亮起为红色”或“红色闪烁”。
1	0/1	设备的FS/ST模块总线系统部分中的错误
		0 无消息
		1 - 运行状态“设备上所有FS输出处于安全状态”或者 - 至少一个模块无法访问（例如，在运行时模块已被删除以及实际/注册的硬件不匹配），或者 - 运行状态“FS模块总线因以下错误处于停止状态：主要FS错误” 在PSS 4000专属设备上，这对应于“MBUS”状态LED：状态：“亮起为红色”或“红色闪烁”。
2	0/1	设备的“FS-SafetyNET p”系统部分中的错误：
		0 无消息
		1 - 运行状态“FS SafetyNET p处于停止状态且有错误：重大FS错误”或 - 运行状态“FS SafetyNET p处于停止状态且有错误：重大FS+ST错误” 在PSS 4000专属设备上，这对应于“FS SNp”状态LED：状态：“亮起为红色”或“红色闪烁”。

位	数值	意义
3	0/1	设备的“FS-SafetyNET p”系统部分中的错误：
		0 无消息
		1 运行状态“ST SafetyNET p处于停止状态且有错误：重大FS+ST错误” 在PSS 4000专属设备上，这对应于“ST SNp”状态LED：状态：“亮起为红色”或“红色闪烁”。
4	0	预留
5	0	预留
6	0	预留
7	0	预留

Octet 2包含来自PSS 4000设备（具有EtherNet/IP适配端系统部分）的额外状态信息：

位	数值	意义
0	0/1	设备的警告消息
		0 无消息
		1 设备出现严重程度为“警告”的消息 在PSS 4000专属设备上，这对应于“DIAG”状态LED：状态：“亮起为橙色”。
1	0/1	强制FS资源
		0 无消息
		1 FS资源上的强制操作已激活 在PSS 4000专属设备上，这对应于“FS FORCE”状态LED：状态：“亮起为黄色”。
2	0/1	强制ST资源
		0 无消息
		1 ST资源上的强制操作已激活 在PSS 4000专属设备上，这对应于“ST FORCE”状态LED：状态：“亮起为黄色”。
4	0	预留
5	0	预留
6	0	预留
7	0	预留

9.8.8 EtherNet/IP 的数据一致性

接收数据（扫描端输出组合对象实例）的数据一致性取决于扫描端，接收数据由扫描端通过 EtherNet/IP 连接发送。从 PSS 4000 的角度来看，不能做出与扫描端的数据一致性相关的声明。

通过扫描端输出组合对象实例获得的接收数据的数据一致性

如果 PSS 4000 专用/可操作设备是来自 EtherNet/IP 连接的数据的接收器，则从设备的角度来看，接收数据为外部输入数据。

来自 EtherNet/IP 连接的外部输入数据在 PSS 4000 中被视为一致数据。

来自 EtherNet/IP 连接的外部输入数据形成了一致性范围类型为“外部通信连接的 ST 输入数据”的一致性范围。准确的描述为一致性范围“EtherNet/IP 组合对象实例的 ST 输入数据”。

通过扫描端输入组合对象实例获得的发送数据的数据一致性

如果 EtherNet/IP 连接中的 PSS 4000 专用/可操作设备是数据的发射器，则从设备的角度来看，发送数据是外部输出数据。

如果 EtherNet/IP 连接的外部输出数据来自数据源的同一一致性范围，则这些数据是一致的。

9.8.9 支持的 EtherNet/IP 对象和通用服务

对于通过 EtherNet/IP 进行的数据交换，一个 EtherNet/IP 用户由一批 CIP 对象组成。CIP 对象分为类、实例和属性。

与适配端一样，具有 EtherNet/IP 适配端系统部分的 PSS 4000 设备支持以下对象类。

类 ID	对象类的名称
0x01	标识对象
0x02	消息路由对象
0x04	组合对象
0x06	连接管理器对象
0xF4	端口对象
0xF5	TCP/IP 接口对象
0xF6	(特定于网络) 连接对象

可以使用合适的诊断工具（例如，来自 Rockwell 的工具）显示属性内容。支持各种通用服务  250]。

9.8.9.1 标识对象 (类 ID 0x01)

每个具有EtherNet/IP适配端系统部分的PSS 4000设备均可使用标识对象。它包含设备识别和关于设备的其他一般信息。

标识对象实例的实例属性

属性ID	名称	数值	描述
1	供应商ID	181 (0x00B5)	Pilz的制造商ID
2	设备类型	12 (0x000C)	一般产品类型描述 (12 = 通信适配端)
3	产品代码	默认 : 1 (0x0001)	产品的EtherNet/IP产品代码 (例如PSSu H PLC1 FS SN SD为2070)
4	修订号	- - -	产品的PSS 4000固件版本 <主要修订号>.<次要修订号> (例如 , 1.8) 没有显示版本号的第3位数字。
	主要修订	<主要修订号>	
	次要修订	<次要修订号>	

属性ID	名称	数值		描述
5	状态	位	内容	产品当前状态
		0	0	未用
		1	0	预留
		2	1	EtherNet/IP已配置
		3	0	预留
		4至7	0	未用
			1	
			2	至少一个EtherNet/IP连接发生故障
			3	没有建立EtherNet/IP连接
			4	未用
			5	至少一个FS系统部分出现重大FS错误（参见诊断列表） 或者 至少一个系统部分出现严重程度为“错误”的消息（参见诊断列表）
			6	至少一个EtherNet/IP连接处于运行状态
			7	已建立至少一个EtherNet/IP连接；所有EtherNet/IP连接均空闲
			8、9	预留
			10至15	未用
		8	0	设备没有出现严重程度为“警告”的消息。
			1	设备出现严重程度为“警告”的消息（参见诊断列表）
		9	0	未用
		10	0	所有FS系统部分上均无重大FS错误，并且 所有系统部分上均无严重程度为“错误”的消息。
			1	至少一个FS系统部分出现重大FS错误（参见诊断列表） 或者 至少一个系统部分出现严重程度为“错误”的消息（参见诊断列表）
		11	0	未用
		12至15	0	
6	序列号	<序列号>		产品序列号 (例如PSSu系统上头模块的序列号)
7	产品名	默认： PSS 4000		产品的EtherNet/IP产品名 (例如PSSu H PLC1 FS SN SD)

9.8.9.2 组合对象 (类 ID 0x04)

扫描端和适配端之间的数据交换通过组合对象的扫描端输出组合对象实例和扫描端输入组合对象实例进行。

扫描端输出组合对象实例的属性

属性 ID	名称	数值	描述
1	属性不受支持		
2			
3	数据	<数据>	该属性包含扫描端按照配置产生和放在网络上的数据。从 PSS 4000 设备的角度来看，这是外部输入数据。
4	大小	<数据长度>	数据长度取决于配置

扫描端输入组合对象实例的属性

属性 ID	名称	数值	描述
1	属性不受支持		
2			
3	数据	<数据>	该属性包含扫描端按照配置从网络获得的数据。从 PSS 4000 设备的角度来看，这是外部输出数据。
4	大小	<数据长度>	数据长度取决于配置

9.8.9.3 TCP/IP 接口对象 (类 ID 0xF5)

TCP/IP接口对象可用于扫描设备的TCP/IP属性 (IP地址、子网掩码和网关地址等)。在具有EtherNet/IP适配器系统部分的PSS 4000设备上,支持命名数据 [298]中包含的所有TCP/IP属性。因此,具有EtherNet/IP适配端的PSS 4000设备的TCP/IP接口对象可以在设备命名期间通过命名数据获得此配置。

TCP/IP接口对象的属性

属性ID	名称	数值	描述
1	状态	0	未通过EtherNet/IP配置数据交换
		1	通过EtherNet/IP配置了数据交换
2	配置容量	32 (0x00000020)	通过设备命名进行TCP/IP属性配置
3	配置控制	0	通过设备命名进行TCP/IP属性配置为静态
4	物理连接对象	<指向物理连接对象的路径>	设备只有一个物理连接对象实例;该属性包含指向此物理连接对象实例的路径
		0	设备有一个以上的物理连接对象实例
5	接口配置	<IP地址、子网掩码和网关地址等>	TCP/IP属性与命名数据一致 属性为“只读”型,即不支持设置服务。
6	主机名称	<设备名称>	来自设备命名的设备名称 属性为“只读”型,即不支持设置服务。
		0	没有且不能配置主机
7	属性不受支持		
8	TTL值	1	通过IP组播传输的EtherNet/IP数据包的存活时间(TTL)
9	Mcast配置	- - -	用于EtherNet/IP组播数据包的IP组播地址的配置 属性的整体数据长度:8字节
	Alloc控制 (1字节)	0	通过特定的默认分配算法分配IP组播地址。
		1	使用“Num Mcast”和“Mcast Start Addr”分配IP组播地址。
		2	预留
	预留 (1字节)		
	Num Mcast (2字节)	<设备相关>	已分配IP组播地址数; 关于起始地址,参见“Mcast Start Addr”
	Mcast Start Addr (4字节)	<设备相关>	在“Num Mcast”下定义的IP组播地址数的起始地址

9.8.9.4 连接对象 (类 ID 0xF6)

连接对象包含关于分配给它的物理接口的状态信息。

连接对象的属性

属性 ID	名称	数值		描述
1	接口速率	0		连接不良或 没有连接
		<传输速率>		当前传输速率 (10、100、1000 和 10000 MB/s)
2	接口状态标记	位	内容	- - -
		0	0	无以太网连接可用
			1	以太网连接可用
		1	0	半双工模式
			1	全双工模式
		2 至	0	执行自动协商
			1	自动协商失败
		4	2	自动协商失败但是检测到传输速率
			3	自动协商成功
			4	自动协商未执行
		5	0	不受支持
		6	0	没有找到硬件错误
			1	检测到硬件错误
3	物理地址	<MAC 地址>		设备的 MAC 地址
4、5、6	属性不受支持			
7	接口类型	0		未知
		1		内部 (不受支持)
		2		双绞线
		3		光纤
8	接口状态	0		未知
		1		接口已激活，准备发送/接收数据。
		2		已经禁用
		3		测试模式
9	属性不受支持			
10	接口标签	<接口 名称>		接口的命名文本 (例如“端口 X3”)

9.8.9.5 通用服务

支持类和实例属性的以下通用服务：

► **获取服务**

可以轮询获取服务**Get_Attribute_All** (服务代码 0x01) 和**Get_Attribute_Single** (服务代码 0x0E) 的属性内容以便用于诊断。来自第三方制造商的工具 (例如来自 Rockwell 的工具) 支持这些服务。如果访问了不受支持的属性，将产生“属性不受支持”(0x14) 的错误代码。

► **设置服务**

支持以下属性的设置服务：

- 扫描端输出组合对象实例 - 属性 3
提供属性 3 的设置服务，前提是它没有参与周期性连接。
- 连接管理器对象 - 属性 1 - 8

► **复位服务**

如果 EtherNet/IP 扫描端使用服务代码 0x00 或 0x01 调用复位服务，将重置相关 PSS 4000 设备上的所有 EtherNet/IP 适配端连接。将向诊断日志和诊断列表添加条目。

9.9 PROFINET IO DEVICE

PROFINET 是一个基于工业以太网的开放的现场总线标准。PROFINET 通信定义见国际标准 IEC 61158、IEC 61158-5-10 (应用层服务定义)、IEC 61158-6-10 (应用层协议规范)、IEC 61784-1 类型 10 (通信配置文件) 和 IEC 61784-2 (PROFINET IO)。更多的配置定义见 PROFIBUS PROFINET 国际 (PI) 用户组织发布的规范。

来自 Pilz 的支持 PROFINET 的 PSS 4000 设备

对于非安全相关的应用，支持 PROFINET 的 PSS 4000 设备可以作为 IO 设备合并到 PROFINET 项目中。支持 PROFINET 的 PSS 4000 设备是一致类 A (CC-A) 的 IO 设备。PSS 4000 设备通过相应的 GSDML 文件 (基于 XML 的常规站说明文件) 合并到 PROFINET 项目中。

根据规范，PROFINET IO 系统至少由一个 IO 控制器组成，该控制器至少控制一个 IO 设备。PSS 4000 设备只能合并到一个 PROFINET IO 控制器，即不支持多个访问 (设备共享)。

作为 PROFINET IO 设备，PSS 4000 设备支持以下项目：

- ▶ 周期性过程数据交换的 IO 数据通信关系 (IO 数据 CR)
- ▶ 与实时信号报警的报警通信关系 (报警 CR)
- ▶ PROFINET IO 诊断报文
- ▶ 通过预定义的虚拟 PROFINET 模块进行数据交换 (输入模块、输出模块)

9.9.1 “PROFINET IO DEVICE”系统部分

在自动化系统 PSS 4000中，所有具有“PROFINET IO DEVICE”系统部分的 PSS 4000 设备都能通过 PROFINET 进行外部通信。这种情况下，PSS 4000 设备的 PROFINET IO DEVICE 系统部分执行通信所需的所有任务。包括：

- ▶ 管理发送与接收数据区
- ▶ 通过 PROFINET 进行数据交换

9.9.2 PROFINET 中的设备合并和编址

PSS 4000设备通过PROFINET工程工具合并到PROFINET项目中（例如，步骤7 – 硬件配置）。

设备配置期间，在工程工具中使用MAC地址、IP地址和符号名称（PROFINET设备名称）为IO设备编址。地址解析的基础是符号名称，而为符号名称分配的MAC地址是唯一的。设备配置后，工程工具将数据交换所需的所有信息载入IO控制器；该信息包括连接的IO设备的IP地址。IO控制器能够通过符号名称识别出配置的IO设备，并为它们分配定义的IP地址。



注意

已停用的PROFINET IO设备可避免与PROFINET IO控制器通信

仅当PSS 4000设备的“PROFINET IO DEVICE”系统部分激活时，方可实现PROFINET IO控制器和PSS 4000设备之间的通信。通过在PSS 4000设备配置至少一个虚拟PROFINET模块，激活该设备的“PROFINET IO DEVICE”系统部分。

确保PSS 4000设备上至少配置了一个虚拟PROFINET模块，否则，PROFINET IO控制器将无法找到PSS 4000设备。

针对具有PROFINET IO DEVICE系统部分的PSS 4000设备，请注意以下事项：

► PROFINET设备名称

- PSS 4000设备通过PROFINET工程工具合并时，将不显示符合PROFINET要求的任何设备名称（默认设置）。
- PSS 4000设备的PROFINET设备名称通过PROFINET工程工具进行分配，且仅在PROFINET中才很重要；即PROFINET设备名称不会影响PAS4000设备命名期间为PSS 4000设备配置的设备名称。
- 更换设备时，如果PSS 4000设备有SD卡且在替换设备上将重复使用该SD卡，则将保留PSS 4000设备的PROFINET设备名称。

► PROFINET IP配置

- 每个PSS 4000设备都具有独立的PROFINET IP配置。PROFINET IP配置只能通过PROFINET工程工具或DHCP服务器来执行。
默认设置：IP地址、子网掩码和（默认）网关为0.0.0.0。
- PROFINET-IP配置只有在PROFINET中才有效；即PROFINET-IP配置不会影响PAS4000设备命名期间为PSS 4000设备配置的IP配置。
- PROFINET-IP配置可以与PAS4000设备命名期间为PSS 4000设备配置的IP配置完全相同。但是，这两个IP配置还是有所不同。
- 更换设备时，如果PSS 4000设备有SD卡且在替换设备上将重复使用该SD卡，则将保留PROFINET IP配置。

► MAC地址

对于通过链路层发现协议 (LLDP) 的“邻居发现”，PROFINET不需要设备MAC地址，而需要物理以太网端口的MAC地址，因为设备通过物理以太网端口的MAC地址连接到PROFINET。

- PSS 4000设备配备带2个物理以太网端口的集成开关。两个端口使用两个紧随设备MAC地址的MAC地址；即PSS 4000设备具有3个连续的MAC地址。
- 设备MAC地址在PSS 4000设备上。

9.9.3 识别 PROFINET 中的 PSS 4000 设备

PROFINET中的PROFINET IO设备可识别。为此，需通过PROFINET工程工具向所需的PROFINET IO设备发送请求（例如，步骤7 - HW配置）；设备必须对此请求作出响应。该过程也称为“设备识别”。

如果PSS 4000设备正在运行（PROFINET）设备识别，则将激活SD卡的状态LED。设备上的“SD卡”状态LED将以橙色闪烁。



注意

已停用的PROFINET IO设备可避免与PROFINET IO控制器通信

仅当PSS 4000设备的“PROFINET IO DEVICE”系统部分激活时，方可实现PROFINET IO控制器和PSS 4000设备之间的通信。通过在PSS 4000设备配置至少一个虚拟PROFINET模块，激活该设备的“PROFINET IO DEVICE”系统部分。

确保PSS 4000设备上至少配置了一个虚拟PROFINET模块，否则，PROFINET IO控制器将无法找到PSS 4000设备。

9.9.4 通过 PROFINET 进行数据交换

具有PROFINET IO DEVICE系统部分的PSS 4000设备作为PROFINET中的IO设备运行。数据传输始终由PROFINET IO控制器发起。从PSS 4000自动化系统的角度来看，PROFINET IO控制器处于系统之外。

9.9.4.1 发送和接收数据

PROFINET IO 控制器从其发送数据区将数据发送到 PSS 4000 设备的 PROFINET IO DEVICE 系统部分，并从 PSS 4000 设备的 PROFINET IO DEVICE 系统部分请求数据。PSS 4000 设备的 PROFINET IO DEVICE 系统部分从其发送数据区将请求的数据发送到 PROFINET IO 控制器的接收数据区。

在自动化系统PSS 4000中，这些数据区称为“虚拟PROFINET模块”。虚拟PROFINET模块可使用多种数据类型。PROFINET IO 控制器和 PSS 4000 设备的 PROFINET IO DEVICE 系统部分均需要相应的虚拟 PROFINET 模块来进行数据交换。用于发送数据的虚拟PROFINET模块称为输出模块。模块名中都有“O”（例如 8OX、16OX、32OX、OB、OW、OD），意思是“输出”。

用于接收数据的虚拟PROFINET模块称为输入模块。模块名中都有“I”（例如 8IX、16IX、32IX、IB、IW、ID），意思是“输入”。

PSS 4000 设备专门在 PROFINET 工程工具内合并到 PROFINET 项目中（例如，步骤 7 – HW 配置）。例如，在 PROFINET 工程工具内分配 PROFINET-IP 地址和 PROFINET 设备名称。通过 GSDML 文件可得到必要的虚拟 PROFINET 模块（参见 [GSDML 文件 \[📖 260\]](#)）。

在自动化系统 PSS 4000 中，虚拟 PROFINET 模块在 PAS4000 的 PROFINET IO DEVICE 编辑器中进行配置。配置之后，虚拟 PROFINET 模块位于虚拟插槽上（虚拟插槽 0 ... 64）。

从自动化系统 PSS 4000 的角度来看，通过 PROFINET 的通信属于外部通信。接收数据称为外部输入数据，发送数据称为外部输出数据（参见[过程数据有效性 \[📖 273\]](#)和 [替代值 \[📖 276\]](#)）。

9.9.4.2 用于发送数据的虚拟 PROFINET 模块

下列虚拟 PROFINET 模块（输出模块）可在 PAS4000 中为 PROFINET IO DEVICE 系统部分的发送数据配置：

虚拟 PROFINET 模块	数据类型	应用
8OX	BOOL 数组 [0..7]	虚拟PROFINET位模块 发送具有8个元素的数组，元素数据类型为BOOL
16OX	BOOL 数组 [0..15]	虚拟PROFINET位模块 发送具有16个元素的数组，元素数据类型为BOOL
32OX	BOOL 数组 [0..31]	虚拟PROFINET位模块 发送具有32个元素的数组，元素数据类型为BOOL
OB	BYTE	虚拟PROFINET字节模块 发送数据类型为BYTE的数据
OW	WORD	虚拟PROFINET字节模块 发送数据类型为WORD的数据
OD	DWORD	虚拟PROFINET字节模块 发送数据类型为DWORD的数据
OBA _n	ARRAY [0..(n-1)] OF BYTE	虚拟PROFINET字节模块 发送具有n个元素的数组，元素数据类型为BYTE n = 2、4、8、16、32 或 64
OWA _n	ARRAY [0..(n-1)] OF WORD	虚拟PROFINET字节模块 发送具有n个元素的数组，元素数据类型为WORD n = 2、4、8、16、32 或 64
ODA _n	ARRAY [0..(n-1)] OF DWORD	虚拟PROFINET字节模块 发送具有n个元素的数组，元素数据类型为DWORD n = 2、4、8、16、32 或 64



重要信息

请注意，只支持此处记录的具有指定数据类型的虚拟模块。不支持LWORD数据类型。

在数据交换期间，PROFINET IO控制器从自动化系统PSS 4000上的输出模块请求数据，并通过它的输入模块接收该数据。因此，自动化系统 PSS 4000 上的输出模块必须在 PROFINET IO 控制器中具有相应的输入模块。另外，PROFINET IO控制器中输入模块的数据类型必须符合自动化系统PSS 4000中输出模块的数据类型。

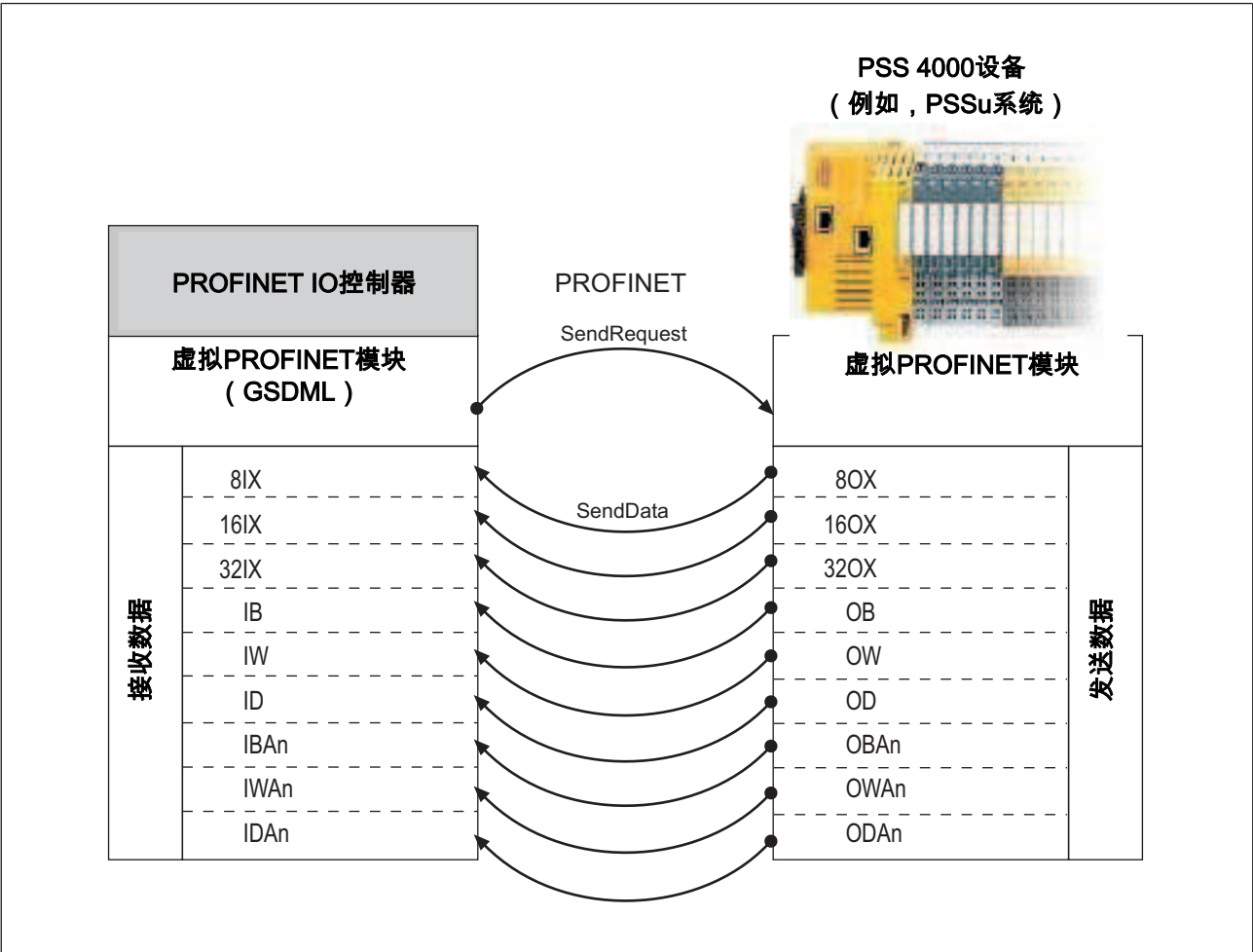


图: 虚拟PROFINET模块及它们相应的数据类型 (PSS 4000设备的发送数据)

9.9.4.3 用于接收数据的虚拟PROFINET模块

下列虚拟 PROFINET 模块（输入模块）可在 PAS4000 中为 PROFINET IO DEVICE 系统部分的接收数据配置：

虚拟 PROFINET IO 模块	数据类型	应用
8IX	BOOL 数组 [0..7]	虚拟PROFINET位模块 接收具有8个元素的数组，元素数据类型为BOOL
16IX	BOOL 数组 [0..15]	虚拟PROFINET位模块 接收具有16个元素的数组，元素数据类型为BOOL
32IX	BOOL 数组 [0..31]	虚拟PROFINET位模块 接收具有32个元素的数组，元素数据类型为BOOL
IB	BYTE	虚拟PROFINET字节模块 接收数据类型为BYTE的数据
IW	WORD	虚拟PROFINET字节模块 接收数据类型为WORD的数据
ID	DWORD	虚拟PROFINET字节模块 接收数据类型为DWORD的数据
IBAn	ARRAY [0..(n-1)] OF BYTE	虚拟PROFINET字节模块 接收具有n个元素的数组，元素数据类型为BYTE n = 2、4、8、16、32 或 64
IWAn	ARRAY [0..(n-1)] OF WORD	虚拟PROFINET字节模块 接收具有n个元素的数组，元素数据类型为WORD n = 2、4、8、16、32 或 64
IDAn	ARRAY [0..(n-1)] OF DWORD	虚拟PROFINET字节模块 接收具有n个元素的数组，元素数据类型为DWORD n = 2、4、8、16、32 或 64



重要信息

请注意，只支持此处记录的具有指定数据类型的虚拟模块。不支持LWORD数据类型。

在数据交换期间，PROFINET IO控制器通过输出模块，将它的发送数据传输到自动化系统 PSS 4000中的输入模块。因此，PROFINET IO 控制器上的输出模块必须在自动化系统 PSS 4000 中具有相应的输入模块。另外，输入模块的数据类型必须符合PROFINET IO控制器中输出模块的数据类型。

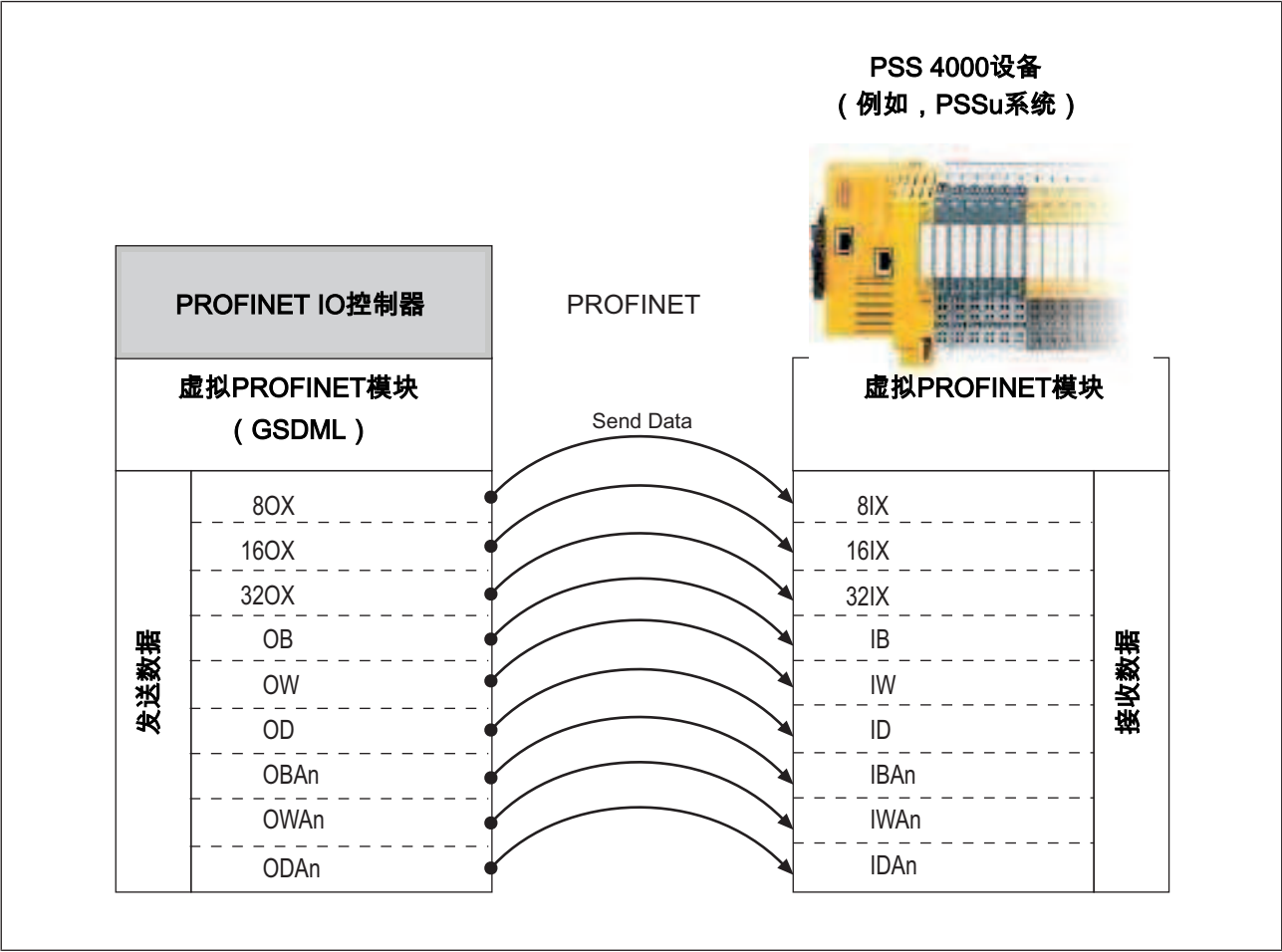


图: 虚拟PROFINET模块及它们相应的数据类型 (PSS 4000设备的接收数据)

9.9.5 GSDML 文件

PROFINET设备的所有相关数据都包含在相应的GSD (常规站说明) 文件中。该文件基于XML，也称为GSDML文件。它对PROFINET设备的属性和功能进行了说明，这对于工程以及数据交换十分重要。

例如，具有PROFINET IO DEVICE系统部分的PSS 4000设备的GSDML文件包含以下数据：

- ▶ 所有可用的虚拟PROFINET模块
- ▶ 各种基于设备的PROFINET报警的诊断信息和解决方法

GSDML文件与PAS4000一起提供，另外在Pilz主页的下载区 (www.pilz.de -> 下载) 也可获得。

9.9.6 数据传输极限

通过虚拟PROFINET模块进行数据传输时存在如下限制：

- ▶ 最多可为 PSS 4000 设备的 PROFINET IO DEVICE 系统部分配置 64 个虚拟模块。
- ▶ 最多可为 PSS 4000 设备的 PROFINET IO DEVICE 系统部分配置 1440 字节的接收数据（=外部输入数据）。
- ▶ 最多可为 PSS 4000 设备的 PROFINET IO DEVICE 系统部分配置 1440 字节的发送数据（=外部输出数据）。
- ▶ 除了纯有效载荷，每个针对外部输出数据配置的虚拟 PROFINET 模块需要在每个数据流向（发送、接收）有额外的字节。
- ▶ 除了纯有效载荷，每个针对外部输入数据配置的虚拟 PROFINET 模块在每个数据流向（发送、接收）需要有额外的字节。
- ▶ PSS 4000 设备的 PROFINET IO DEVICE 系统部分在每个数据流向（发送、接收）始终需要有 6 个字节。

字节要求在 PAS4000 配置期间进行计算和显示。

示例

为 PSS 4000 设备的 PROFINET IO DEVICE 系统部分配置了虚拟 32IX 模块。

	数据流向“接收” (外部输入数据)	数据流向“发送” (外部输出数据)
虚拟 32IX 模块		
纯有效载荷的字节要求	4 字节	- - -
每个虚拟模块的字节要求	1 字节	1 字节
PROFINET IO DEVICE 系统部分		
每个系统部分的字节要求	6 字节	6 字节
所有配置模块的总字节要求	11 字节	7 字节

根据计算的字节要求，配置更多虚拟输入/输出模块仍需要下列数量的字节：

- ▶ 虚拟输入模块（外部输入数据、数据流向“接收”）：
1440 字节 - 11 字节 = 1429 字节
- ▶ 虚拟输出模块（外部输出数据、数据流向“发送”）：
1440 字节 - 7 字节 = 1433 字节

9.9.7 PROFINET IO DEVICE 的 I/O 数据

PROFINET IO DEVICE 系统部分使 PSS 4000 设备能够通过 PROFINET 与 PROFINET IO 控制器进行 I/O 数据交换。为此，需要在 PAS4000 的 I/O 映射编辑器中，将 I/O 数据映射到相应的虚拟 PROFINET 模块。

虚拟 PROFINET 模块的 I/O 映射

I/O 映射用于定义由哪个数据源向哪个数据目标提供数据。

虚拟 PROFINET 模块可能的 I/O 映射：

自/至		虚拟 PROFINET 模块	
		接收数据 (= 输入模块的外部输入数据， 例如 8IX、16IX、32IX、IB、 IW、ID、IBAn、IWAn、 IDAn)	发送数据 (= 输出模块的外部输出数据，例 如 8OX、16OX、32OX、OB、 OW、OD、OBAn、OWAn、 ODAn)
模块母线	输入数据 (例如硬件输入)	---	◆
	输出数据 (例如硬件输出)	◆	---
PI 变量	I-PI 变量	◆	---
	O-PI 变量	---	◆

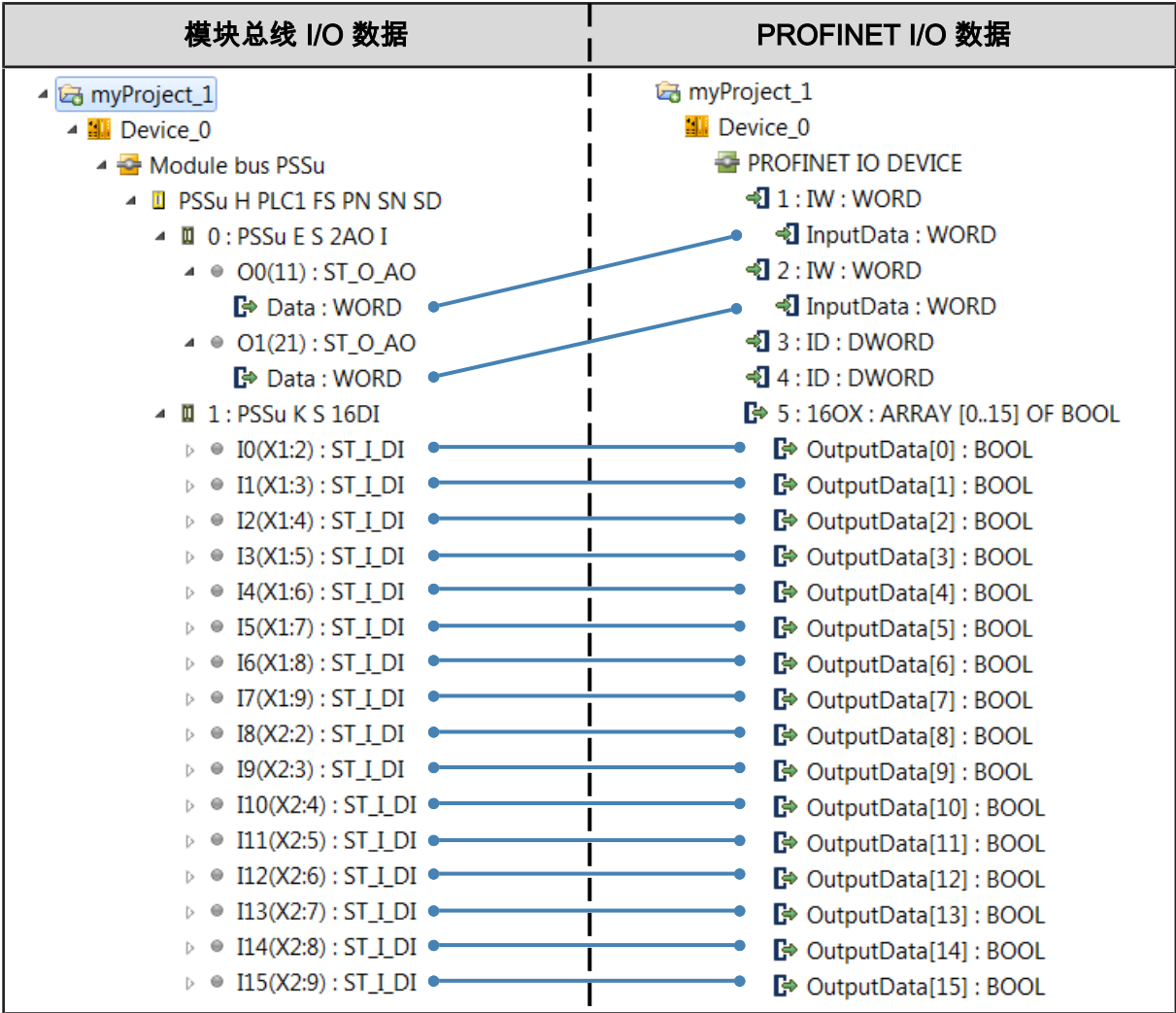
- ◆ 可以进行 I/O 映射
 --- 不可以进行 I/O 映射

示例

► I/O 数据的 I/O 映射

来自 PSSu K S 16DI 上硬件输入的输入信号将传输到 PROFINET IO 控制器，并且 PROFINET IO 控制器将控制 PSSu E S 2 AO I 上的硬件输出。

可能的 I/O 映射（示例）：

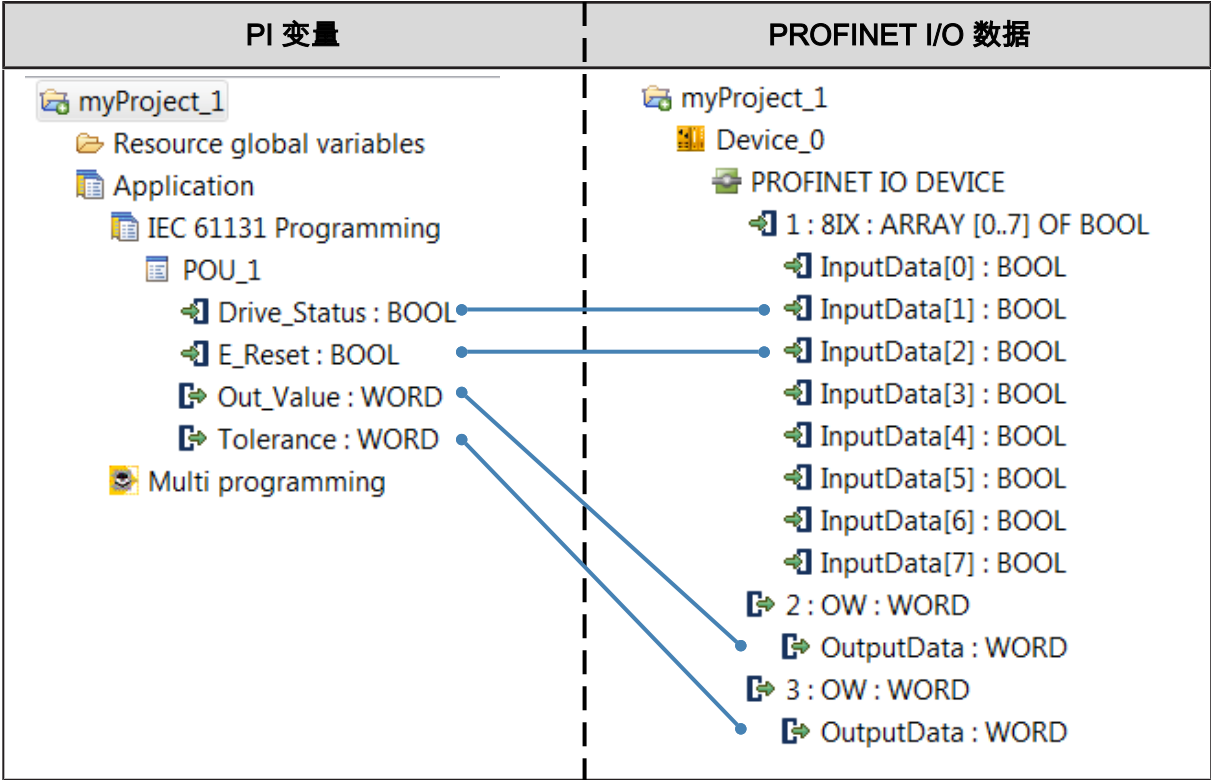


● I/O 映射

► PI 变量的 I/O 映射

块的输出PI变量的内容将传输到PROFINET IO控制器，而输入PI变量将分配给接收数据。

可能的I/O映射（示例）：



●—● I/O 映射

9.9.8 PROFINET IO 地址的地址格式

PSS 4000设备的I/O数据地址显示在多个位置，例如，在PAS4000中以及在诊断中。

9.9.8.1 发送数据的地址格式

PROFINET发送数据（虚拟PROFINET模块的输出数据）的地址结构如下：

<设备名>.ProfinetIODev.<虚拟插槽>.OutputData[<元素号>]

示例：

► 8OX 的地址格式：

```
myDevice_1.ProfinetIODev.1.OutputData[0]
myDevice_1.ProfinetIODev.1.OutputData[1]
myDevice_1.ProfinetIODev.1.OutputData[2]
myDevice_1.ProfinetIODev.1.OutputData[3]
myDevice_1.ProfinetIODev.1.OutputData[4]
myDevice_1.ProfinetIODev.1.OutputData[5]
myDevice_1.ProfinetIODev.1.OutputData[6]
myDevice_1.ProfinetIODev.1.OutputData[7]
```

► 16OX 的地址格式：

```
myDevice_1.ProfinetIODev.2.OutputData[0]
...
myDevice_1.ProfinetIODev.2.OutputData[15]
```

► 32OX 的地址格式：

```
myDevice_1.ProfinetIODev.3.OutputData[0]
...
myDevice_1.ProfinetIODev.3.OutputData[31]
```

► OB 的地址格式：

```
myDevice_1.ProfinetIODev.4.OutputData
```

► OBA4 的地址格式：

```
myDevice_1.ProfinetIODev.5.OutputData[0]
...
myDevice_1.ProfinetIODev.5.OutputData[3]
```

► OW 的地址格式：

```
myDevice_1.ProfinetIODev.6.OutputData
```

► OWA2 的地址格式：

```
myDevice_1.ProfinetIODev.7.OutputData[0]
myDevice_1.ProfinetIODev.7.OutputData[1]
```

► OD 的地址格式：

```
myDevice_1.ProfinetIODev.8.OutputData
```

► ODA4 的地址格式：

```
myDevice_1.ProfinetIODevice.9.InputData[0]
...
myDevice_1.ProfinetIODevice.9.InputData[3]
```

9.9.8.2 接收数据的地址格式

PROFINET接收数据 (虚拟PROFINET模块的输入数据) 的地址结构如下 :

<设备名>.ProfinetIODevice.<虚拟插槽>.InputData[<元素号>]

示例 :

► 8IX 的地址格式 :

```
myDevice_1.ProfinetIODevice.10.InputData[0]
myDevice_1.ProfinetIODevice.10.InputData[1]
myDevice_1.ProfinetIODevice.10.InputData[2]
myDevice_1.ProfinetIODevice.10.InputData[3]
myDevice_1.ProfinetIODevice.10.InputData[4]
myDevice_1.ProfinetIODevice.10.InputData[5]
myDevice_1.ProfinetIODevice.10.InputData[6]
myDevice_1.ProfinetIODevice.10.InputData[7]
```

► 16IX 的地址格式 :

```
myDevice_1.ProfinetIODevice.11.InputData[0]
...
myDevice_1.ProfinetIODevice.11.InputData[15]
```

► 32IX 的地址格式 :

```
myDevice_1.ProfinetIODevice.12.InputData[0]
...
myDevice_1.ProfinetIODevice.12.InputData[31]
```

► IB 的地址格式 :

```
myDevice_1.ProfinetIODevice.13.InputData
```

► IBA2 的地址格式 :

```
myDevice_1.ProfinetIODevice.14.InputData[0]
myDevice_1.ProfinetIODevice.14.InputData[1]
```

► IW 的地址格式 :

```
myDevice_1.ProfinetIODevice.15.InputData
```

► IWA8 的地址格式 :

```
myDevice_1.ProfinetIODevice.16.InputData[0]
...
myDevice_1.ProfinetIODevice.16.InputData[7]
```

► ID 的地址格式 :

```
myDevice_1.ProfinetIODevice.17.InputData
```

► IDA4 的地址格式 :

```
myDevice_1.ProfinetIODev.18.InputData[0]  
...  
myDevice_1.ProfinetIODev.18.InputData[3]
```

9.9.9 PROFINET IO 诊断

可以通过PSS 4000系统诊断进行PROFINET IO诊断 (参见[诊断的基本信息 \[📖 547\]](#)) 。

但是，由PROFINET定义单独的诊断机制。在PROFINET上，IO设备可以将报警和状态信息发送到IO控制器。

具有PROFINET IO设备系统部分的PSS 4000设备支持基于设备的PROFINET报警形式的诊断。每个PROFINET报警类型均分配了诊断信息，信息通过设备发送。诊断信息包含解决方法信息，存储在特定设备的GSDML文件中。每个诊断信息还对应设备上状态LED的一个灯信号。

借助合适的PROFINET诊断工具，针对每个PROFINET报警均可显示相应的诊断信息和解决方法信息。

如果在PAS4000配置期间激活了基于设备的诊断 (PROFINET IO DEVICE编辑器)，则设备可作为PROFINET IO设备通过PROFINET报警发送以下设备状态：

报警类别 (在PROFINET IO DEVICE编辑器中激活)	消息文本 (GSDML文件)	显示LED (设备)	
设备的错误消息	至少一个系统部分出现严重程度为“错误”的消息 (参见诊断列表)	DIAG	“亮起为红色”或“红色闪烁”
模块总线错误	运行状态“设备上所有FS输出均处于安全状态”，或者至少一个模块无法访问 (例如，在运行时模块已被删除，设置/实际硬件注册不匹配)	MBUS	“亮起为红色”或“红色闪烁”
FS SafetyNET p错误	运行状态“FS SafetyNET p处于停止状态且有错误：重大FS错误	FS SNp	“亮起为红色”或“红色闪烁”
ST SafetyNET p错误	运行状态“ST SafetyNET p处于停止状态且有错误：重大FS+ST错误	ST SNp	“亮起为红色”或“红色闪烁”
设备的警告消息 注： 如果设备同时出现一个错误消息，则将不发送警告消息。	设备出现严重程度至少为“警告”的消息 (参见诊断列表) 。	DIAG	LED橙色
FS资源上的强制和在线更改	在FS资源上，强制激活和/或至少一处在 线更改激活。	FS强制	亮起为黄色
ST资源上的强制和在线更改	在ST资源上，强制激活和/或至少一处在 线更改激活。	ST强制	亮起为黄色

9.9.10 PROFINET IO 数据一致性

对于 PROFINET IO 控制器发送的接收数据，PROFINET IO 控制器负责该接收数据的数据一致性。从 PSS 4000 的角度来看，无法判断 PROFINET IO 控制器的数据一致性。

接收数据的数据一致性

从 PSS 4000 的角度来看，虚拟 PROFINET 模块的接收数据是外部输入数据。

一旦外部输入数据在虚拟 PROFINET 模块中可用，它就被立即视为一致性数据（参见[数据一致性 \[📖 290\]](#)）。虚拟 PROFINET 模块的外部输入数据形成了一个一致性范围，一致性范围类型是“外部通信连接的 ST-输入数据”。确切的描述为：“PROFINET IO 连接的 ST-输入数据”一致性范围（参见[一致性范围 \[📖 291\]](#)）。

发送数据的数据一致性

从 PSS 4000 的角度来看，虚拟 PROFINET 模块的发送数据是外部输出数据。

如果虚拟 PROFINET 模块的外部输出数据来自一个数据源上的同一个一致性范围（参见[数据一致性 \[📖 290\]](#)），则它就是一致的。

PSS 4000 始终将虚拟 PROFINET 模块的外部输出数据作为一个单位对待。保证必要的數據一致性是 PROFINET IO 控制器的任务。

10 项目

10.1 项目结构

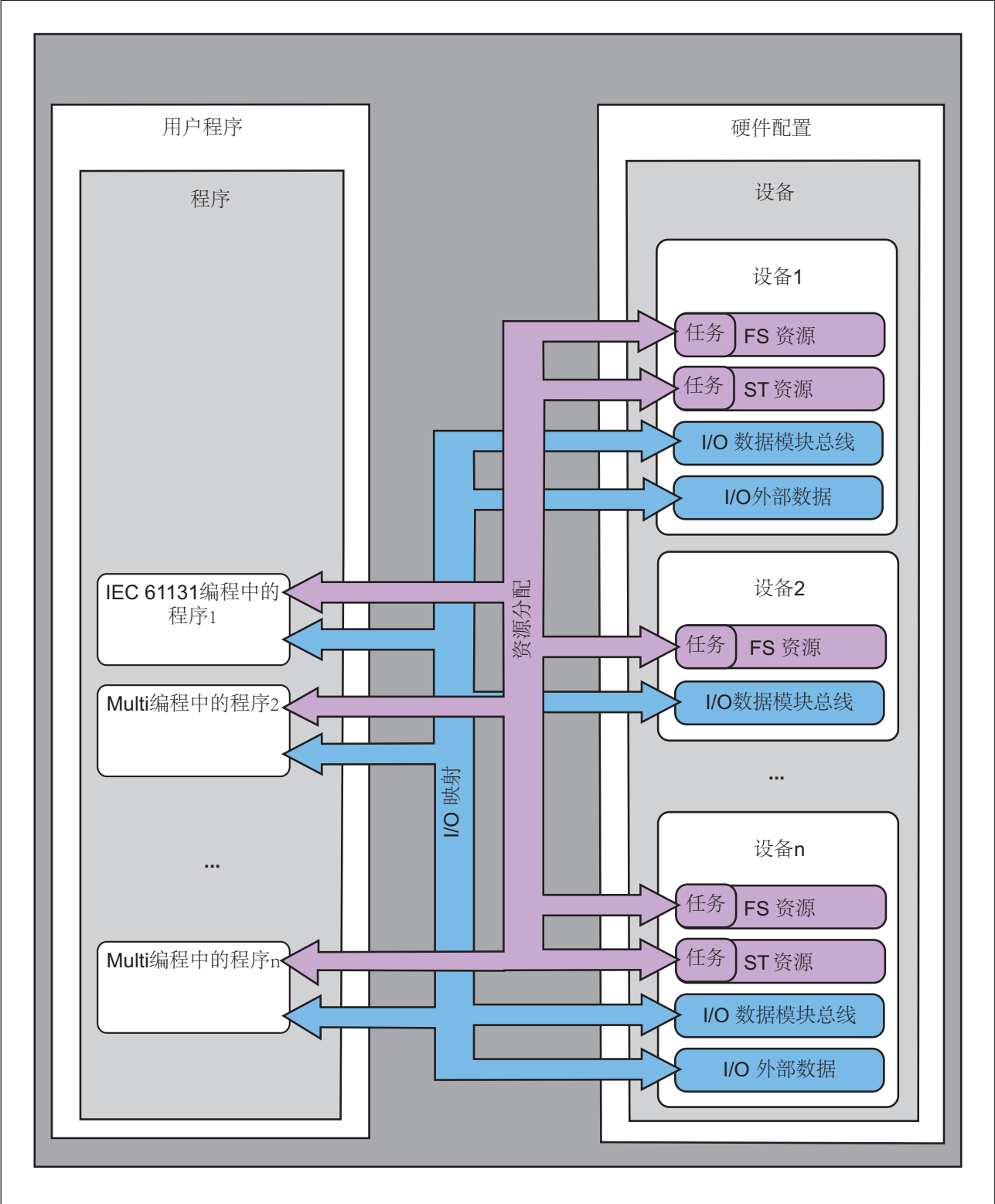


图: 项目结构

若要操作一个配备自动化系统PSS 4000的工厂，必须在PSS 4000中创建项目。

一个项目包括硬件配置和用户程序。

硬件配置指定项目中使用的设备和该设备使用的设置。例如，每个PSSu系统的配置都会详细指定。由设备处理或提供的模块总线I/O数据，是从I/O模块的规范得到的。对于带有外部通信的设备（例如，Ethernet/IP），也可以为其配置外部通信。它产生由设备处理或提供的外部I/O数据。

用户程序包括一个或多个程序。性能等级PSS 4000 PLC的控制系统的程序可以通过IEC 61131编程和Multi编程创建。性能等级为PSS 4000 multi的控制系统的程序只能通过Multi编程创建。

► IEC 61131编程

当根据IEC 61131编程时，可以使用三类程序组织单元（POU）来构建用户程序：

- 程序 (PRG)
- 功能块 (FB)
- 功能函数 (FUN)

程序形成了较高的结构等级。可在程序中调用功能函数及功能块。

功能块和功能函数在用户程序内承担特定的任务。

可以在IL（指令表）或STL（结构化文本）编程语言中对POU进行公式化。

► Multi编程

Multi编程根据Multi编辑器图形界面中的部件模型进行。可使用三种类型的块构建用户程序：

– Multi程序

Multi程序专门用于构建用户程序。可在Multi程序中调用部件功能块和基础功能块。

– 部件功能块（CB）

部件功能块用于组合部件功能块和/或基础功能块。若干个单独的自动化功能子解决方案可以这种方式组合在一起。部件功能块可用于重构工厂和机器结构。

部件功能块为自带单元，可以轻松地重复使用。

– 基础功能块（BB）

基础功能块用于实现任何复杂的自动化解决方案。



重要信息

术语“块”用作Multi程序、部件功能块、基础功能块和程序组织单元（程序、功能块和功能）的通用术语。

块和I/O硬件数据之间通过PI变量进行连接。PI变量也可用于块之间的数据交换。

如果没有使用资源全局变量，则用户程序可以不依赖于使用的硬件创建。关于用户程序执行的段、使用的资源、所在的任务，这些信息都不需要在资源分配时定义，编程完成之后也可以定义。任务决定了用户程序段的运行时属性，即它们执行的优先级。

一旦编程结束，就必须建立PI变量和自动化系统I/O数据之间的连接。这项工作在I/O映射中完成。

10.2 过程数据有效性

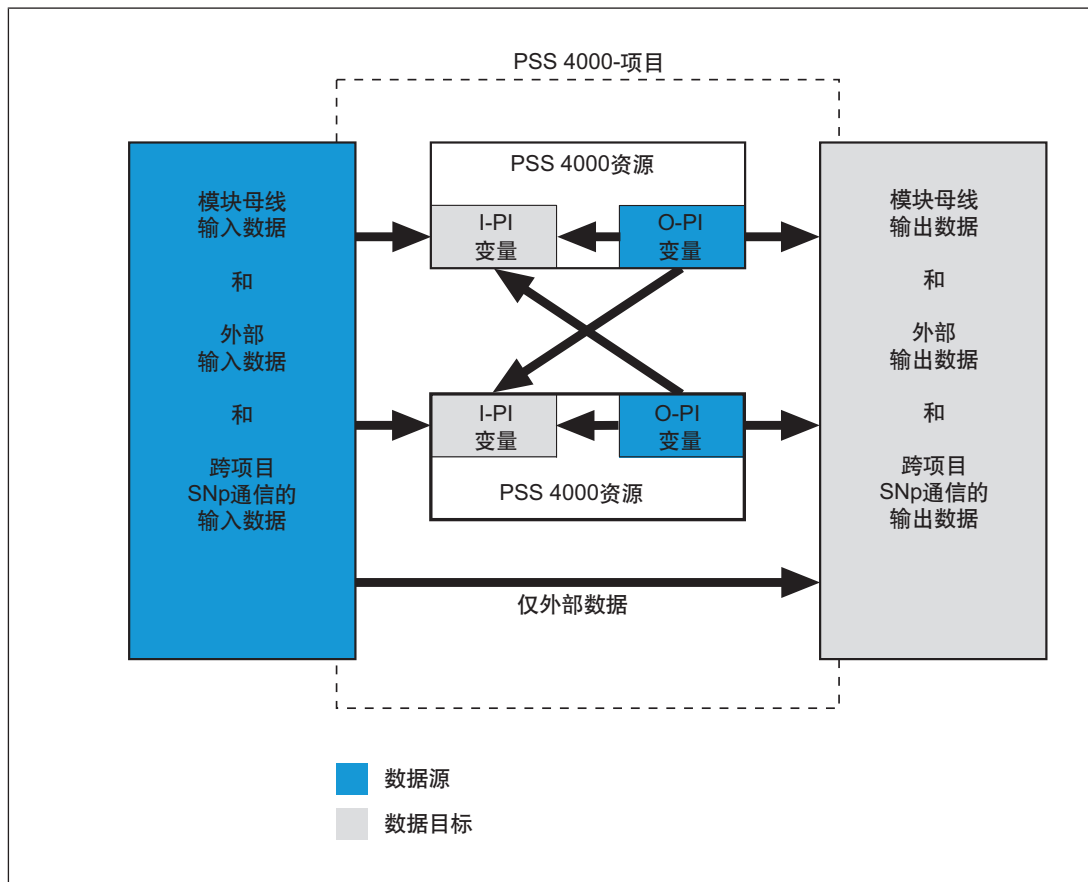


图: 项目内的数据流

处理数据包括I/O数据及PI变量。处理数据在项目内的数据源和数据目标之间交换。

数据源为：

- ▶ 模块总线输入数据
来自FS/ST模块总线系统部分的输入数据，如来自PSS 4000专属设备模块的输入数据
- ▶ 外部输入数据
来自外部通信系统部分的输入数据，如来自EtherNet/IP的输入数据
- ▶ O-PI变量
来自PSS 4000资源的O-PI变量，例如，来自FS资源或ST资源系统部分的O-PI变量；资源可能位于同一设备或不同设备上。
- ▶ 跨项目Snp通信的输入数据
其他PSS 4000项目的输出数据，例如O-PI变量。

数据目标为：

- ▶ 模块总线输出数据
写入FS/ST模块总线系统部分的输出数据，即下载到PSS 4000专属设备模块的输出数据
- ▶ 外部输出数据
通过外部通信系统部分流向外部的输出数据，如通过EtherNet/IP流出的输出数据。
- ▶ I-PI变量
来自PSS 4000资源的I-PI变量，例如，来自FS资源或ST资源系统部分的I-PI变量

► 跨项目SNp通信的输出数据

其他PSS 4000项目的输入数据，例如I-PI变量。

这些数据流在图中使用箭头显示。I/O映射定义了哪个数据源向哪个数据目标提供数据。

在数据流动期间，数据源或数据源与数据目标之间的信道可能发生功能失效，导致数据目标无法从数据源接收到有效的处理值。为了让数据目标能够确定接收的过程值是否有效，数据目标中的几乎所有过程值都有一个“有效位”。只有跨项目SNp通信的输入数据没有有效位。

如果有效位为FALSE，则意味着数据源中的处理数据无效，或者无法访问数据源中的处理数据。

如果有效位是FALSE，则处理值无效，不可以使用。如果是这种情况，数据目标使用一个替代值，而不使用处理值。

将有效位设为FALSE的情况：

► 在模块总线输入数据上

- 输入错误（例如，测试脉冲错误）
- I/O模块错误（例如，模块过热）
- 模块总线错误
- 模块总线正在启动

► 在外部输入数据上

- 通信停止
- 通信超时

► 在O-PI变量上

- 任务处于停止状态
- 资源处于停止状态

注：

► 启动行为

在启动时，可能数据源（例如本地模块总线）还没有提供任何有效数据，但是设备资源中的用户程序已经在运行了。这种情况下，用户程序将使用替代值 [276] 进行操作。一旦数据源的系统部分启动并运行，就会处理当前数据，而不是替代值。可以评估有效位，以确保此信号变化不会激起任何不良反应（参见用户程序中有效位的评估 [277]）。

有效位应该从用户程序所处理数据的每个系统部分（ST资源、FS资源、ST模块总线、FS模块总线、ST SafetyNET p、FS SafetyNET p、外部通信系统部分，例如Ethernet/IP）作为随机采样评估。例如，如果将I-PI变量分配给了本地FS模块总线上的输入数据，并且该I-PI变量的有效位为TRUE，则可以断定本地FS模块总线正在运行。最多是个别的FS-I模块可能处于错误状态。如果将I-PI变量分配给了另一台设备的ST模块总线上的输入数据，并且该I-PI变量的有效位为TRUE，则可以断定另一台设备上的ST模块总线和通过ST SafetyNET p进行的通信均正在运行。最多是其他设备上的个别ST-I模块可能处于错误状态。

► 在线操作：“强制”

当强制为I-PI变量声明有效位时，有效位的值将被自动强制设置为TRUE。

例外：

- 用户将有效位的强制值更改成FALSE。

- 用户对该有效位解除了强制。
- I-PI变量属于写和读保护功能块或封装功能块。在这种情况下，无法对有效位进行强制。

10.2.1 替代值

处理数据的替代值是固定的。

替代值可以是：

- 零 (= 安全条件)
- 最后出现的有效值

处理数据	替换值
FS资源上的I-PI变量	零
FS位模块的输出	零
FS字节模块的输出数据	零
ST资源的I-PI变量	零
ST位模块的输出	零
ST字节模块的输出数据	零
ST-输出数据PROFIBUS-DP从站	零
ST-输出数据Modbus/TCP服务器连接	最后出现的有效值
ST-输出数据Modbus/TCP客户端连接	零
ST-输出数据原始TCP	零
ST-输出数据原始UDP	零
ST-输出数据EtherNet/IP适配端	零
ST-输出数据PROFINET IO DEVICE	零
采用PROFIsafe的FS-输出数据PROFIBUS-DP从站	零

10.2.2 在用户程序中评估有效位

如果数据源无法提供有效的处理数据，则数据目标中的有效位将被置为FALSE，并且将替代值分配给数据目标。可以通过评估有效位，对这一过程进行监控。

在用户程序中，可以评估I-PI变量的有效位。尚无法监控其它数据目标的有效位。

如果I-PI变量是多元素变量（例如I/O数据类型ST_I_AI的结构），则整个结构的有效位和结构单个元素的有效位是相同的。

在Multi编程中对有效位进行评估

使用PSS 4000系统模块“VALID”对有效位进行评估。

在IEC 61131编程中对有效位进行评估

若要对有效位进行评估，必须为I-PI变量声明VALID扩展。

10.3 任务基本信息

任务决定了块的运行时属性 (Multi 编程：Multi 程序组件块，基础功能块；IEC 61131 编程：程序型 POU)，即执行时的条件、频率和优先级。

为任务分配一个或多个块。

每个资源最多含有9个任务。任务的数目取决于设备。可在设备的操作手册中找到此细节信息。

系统对任务的执行进行组织。任务的属性会影响何时执行任务，以及执行的顺序。



重要信息

对于很多任务，都不需要配置任务属性。默认配置即可 (参见[任务的默认配置](#) [📖 283])。所以，您不必处理“任务”这个问题。

10.3.1 任务属性

任务属性定义在任务配置中：

► 名称

名称必须符合标识符规则，并具有唯一性（在该资源上）。

► 类型

可以是以下类型：“周期性任务”和“周期性任务，独占”。两种任务类型的作用相同，但是“周期性任务，独占”型只能分配给一个块（可能有子块）。

在可定义的任务循环时间内，周期性任务仅执行一次。两次执行之间的时间可能不同。

如果在任务循环时间内没有完成它的执行，则会导致运行状态“任务错误：资源处于RUN状态”。

► 优先级

可以为每个任务定义优先级。优先级决定了在同一资源上，该任务相对于其它任务的重要性。因此，它决定了同一资源上任务的执行顺序。优先级为：高、中、低。在同一资源，某个优先级可被分配的数目是明确的。例如，一个资源有9个任务，则这些任务可能需要有3个高优先级，3个中优先级与3个低优先级。

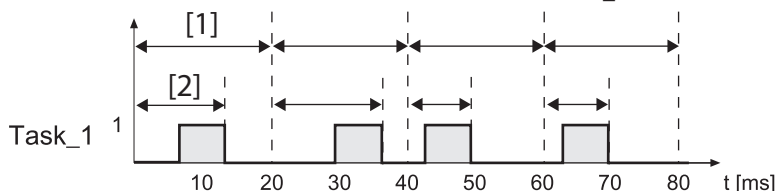
如果很多任务都被编程为了高优先级，则可能会减慢PAS4000中的一些在线功能（例如变量监视，动态程序显示），也会减慢从 PSS 4000 OPC服务器到设备数据的访问。

► 任务循环时间（仅在周期性任务上）

任务循环时间定义了必须执行任务的时段。

任务循环时间也可作为第二优先级条件。如果多个任务具有相同的优先级，则先执行任务循环时间最短的任务。

示例：任务循环时间为20 ms时，周期性任务“Task_1”可能的执行



[1] 任务循环时间

[2] 执行时间



重要信息

为提高控制系统的可用性，我们建议任务循环时间大于或等于最大执行时间 $\pm 20\%$ 。

应在较长时间段内（例如，6 个小时以上）确定最大执行时间，在此期间，使设备在所有的操作状态下都运行过。

不遵循此建议不会影响控制系统的安全功能。

10.3.2 任务执行

自动化系统PSS 4000的控制器是一个采用抢占调度方式的多任务系统。一个资源上最多可以有9个任务。任务的数目取决于设备。可在设备的操作手册中找到此细节信息。

系统对任务的执行进行组织。任务的属性会影响何时执行任务，以及执行的顺序。如果高优先级的任务在等待执行，低优先级的任务会被中断。

当执行任务时，适用如下规则：

► 执行时间

执行时间是从周期开始到任务执行完成的时间。如果任务执行被另一个任务中断，则执行时间增加。

► 以设备为单位控制执行

项目之内的每个设备都独立控制任务的执行。一个设备最多有一个FS资源与一个ST资源。每个资源最多含有9个任务。任务的数目取决于设备。可在设备的操作手册中找到此细节信息。

在同一资源，某个优先级可被分配的数目是明确的。例如，一个资源有9个任务，则这些任务可能需要有3个高优先级，3个中优先级与3个低优先级。

资源不得包含两个具有相同优先级和循环时间的任务。例外：“周期性任务”型任务和“周期性任务，独占”型任务可以有相同的优先级和循环时间。

► 优先级决定顺序

依据优先级执行任务。首先执行高优先级的任务，然后是中优先级，最后是低优先级的任务。当任务具有相同的优先级时，则依据任务循环时间。最先执行任务循环时间最短的任务。如果多个任务具有相同的优先级和任务循环时间，则该顺序随机。

► FS与ST资源之间的交互

如果设备具有FS及ST资源，则它们会被同一个CPU执行。需要服从下述顺序：

- 1.FS任务，高优先级
- 2.ST任务，高优先级
- 3.FS任务，中优先级
- 4.ST任务，中优先级
- 5.FS任务，低优先级
- 6.ST任务，低优先级

高优先级的FS任务总是优先执行。

► 周期检查待执行的任务

在每个系统时钟脉冲，系统检查是否有待执行的任务，并重新定义执行顺序。如果某个任务正在执行，但是有更高优先级的任务待执行，则低优先级的任务会被中断。

► 执行顺序

如果一个任务内必须运行多个程序，则基于程序名，以字母顺序执行程序。

Multi编程：Multi程序内基础功能块的执行顺序由PAS4000定义。

► 读取与输出过程映像区及资源全局变量

当任务执行开始时，为任务中的块所需的过程映像段（I-PI与O-PI）创建一个拷贝。还会复制必要的资源全局变量。

当任务执行时，仅读写拷贝中的值。

在任务结束之前，即，当任务的所有块都完成执行时，拷贝中的数据才传到资源全局变量与输出的过程映像区（O-PI）。

通过使用这一过程，在执行任务时，数据将不能从外部修改。即使在执行期间任务中断，之后也会使用拷贝中的数据继续工作。

► 任务中断

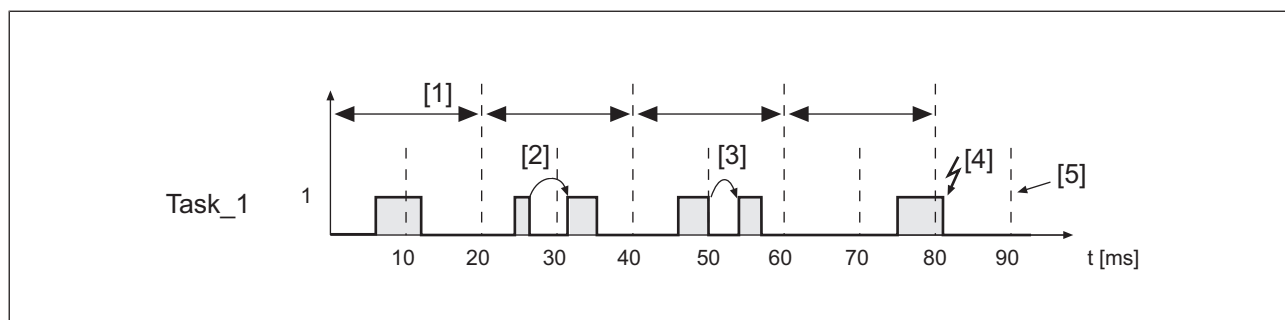
并不是只有高优先级的任务才能中断一个任务。例如，如果块在等待系统函数执行，该任务也会被中断。因此，在执行块时，之前是否在更高优先级的任务中执行过块，或者它的当前数据是否在PI中可用，这些都不确定。如果一个任务要处理另一个任务中的数据，则用户必须确保另一任务中的必要数据已经被处理过，例如，通过计数器的方法。

► 由于任务配置导致超出循环时间

为避免在低优先级任务事件中不必要地超出循环时间，在一个资源中配置多任务时，必须遵守以下规则：随着优先级上升任务循环时间变短。参见示例5。

例1

周期性任务“Task_1”的执行，任务循环时间为20 ms，系统时钟脉冲为10 ms



[1] 任务循环时间

[2], [3] 中断

[4] 错误

[5] 系统时钟脉冲

在每个系统时钟脉冲，系统检查是否有待执行的任务。任务“Task_1”可每20 ms执行一次。然而，它并不总是立即执行，因为需要先执行高优先级的任务。任务也可能因为程序在等待系统函数的执行[2]，或在系统时钟脉冲时存在更高优先级的任务[3]而被中断。如果在任务循环时间内没有完成任务的执行，则触发错误[4]。

例2

正在执行中优先级的任务。在系统时钟脉冲，存在高优先级的任务。第一个任务被中断，执行高优先级的任务。然后继续执行第一个任务。

例3

正在执行高优先级的任务，任务循环时间为20 ms。在系统时钟脉冲，存在一个高优先级的任务，任务循环时间为10 ms。第一个任务被中断，执行更短任务循环时间的任务。

例4

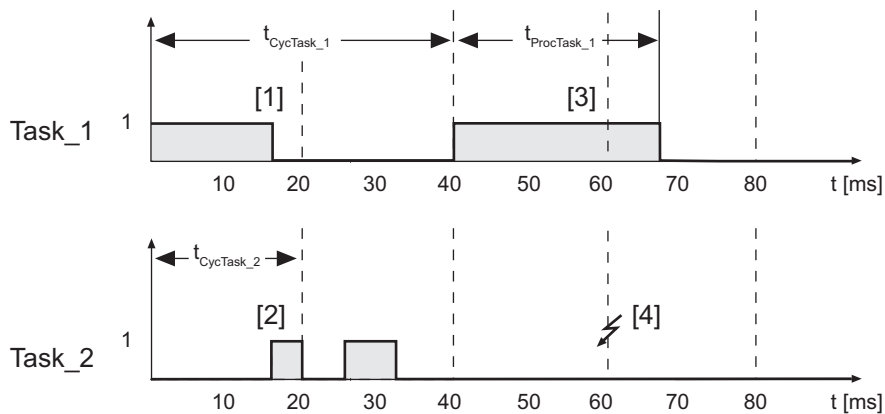
正在执行中优先级的ST任务。在系统时钟脉冲，存在中优先级的FS任务。ST任务被中断，先执行FS任务。

例5

正在一个资源中执行两个任务：“Task_1”和“Task_2”。

为“Task_1”配置了40 ms的任务循环时间和“高”优先级。

为“Task_2”配置了20 ms的任务循环时间和“低”优先级。



由于它的高优先级，“Task_1”完全执行后[1]，再启动执行“Task_2”[2]。仅当“Task_1”的执行时间 $t_{ProcTask_1}$ 短于“Task_2”的循环时间 $t_{CycTask_2}$ 时，才能在“Task_2”的循环时间内执行“Task_2”。

如果“Task_1”的执行时间 $t_{ProcTask_1}$ 长于“Task_2”的循环时间 $t_{CycTask_2}$ [3]，将无法及时执行“Task_2”并将超过循环时间 [4]。

下列选项可用于防止超过循环时间：

- ▶ 为“Task_2”配置一个比“Task_1”更高的优先级.
- ▶ 为“Task_2”配置的循环时间大于或等于“Task_1”的。
- ▶ 优化在“Task_1”中执行的块，以使“Task_1”的执行时间比“Task_2”的循环时间短。

10.3.3 任务的默认配置

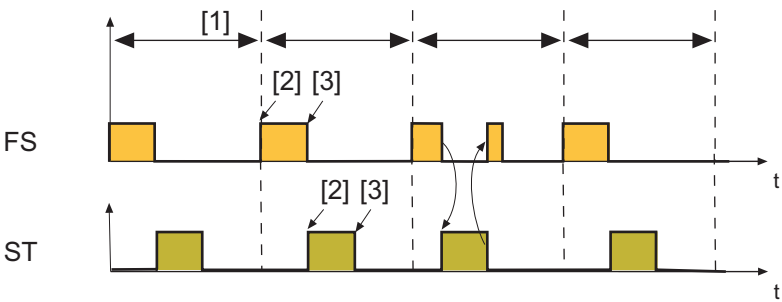
对于很多任务，都不需要配置任务属性。默认配置即可。

默认配置的设计是使设备上的FS任务先执行，然后是ST任务。例如，可能出现FS块在等待系统函数执行的情况。在这种情况下，FS任务的执行会被中断，并执行ST任务。

如果一个任务内必须运行多个程序，则基于程序名，以字母顺序执行程序。

Multi 编程：Multi程序内基础功能块的执行顺序由PAS4000定义。

在100 ms任务循环时间内，执行一次FS任务与ST任务。



[1] 任务循环时间

[2] 读入资源全局变量及输入 (I-PI) 和输出 (O-PI) 的过程映像区

[3] 输出资源全局变量及输出的过程映像区 (O-PI)

10.4 PSS 4000项目内部的I/O映射规则

当I/O映射时，您必须考虑哪个数据源会映射到哪个数据目标。您还必须牢记数据源和数据目标的数据类型。



重要信息

这是描述项目内部数据流的I/O映射的位置。这些I/O映射在PAS4000中创建。

项目之间数据流（跨项目SNp通信）的I/O映射在PASconnect中创建。关于适用于它们的特殊规则，参见[PSS 4000项目之间的I/O映射规则 \[287\]](#)。

数据源和数据目标

I/O映射定义了哪个数据源向哪个数据目标提供数据。此图使用箭头显示项目内理论上可能的数据流。

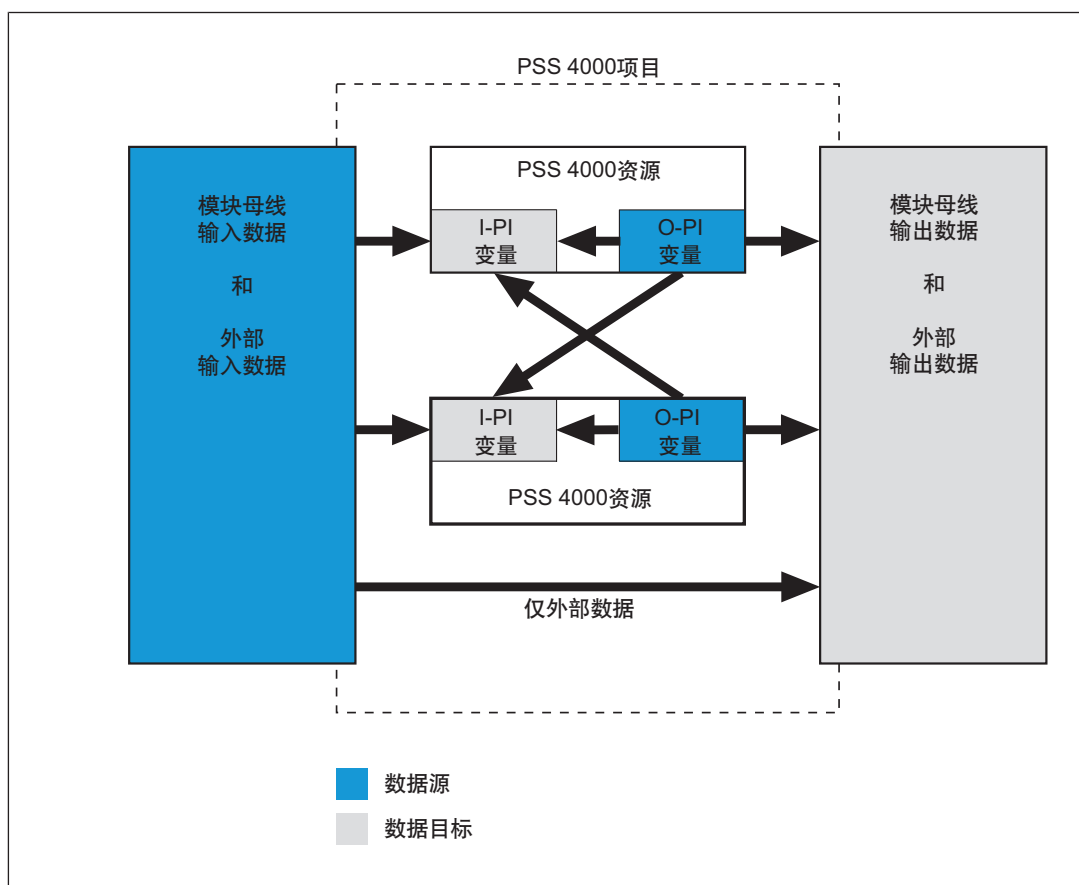


图: 无跨项目SNp通信的项目中的数据流

处理数据包括I/O数据及PI变量。处理数据在项目内的数据源和数据目标之间交换。

数据源为：

► 模块总线输入数据

来自FS/ST模块总线系统部分的输入数据，如来自PSS 4000专属设备模块的输入数据

- ▶ 外部输入数据
来自外部通信系统部分的输入数据，如来自EtherNet/IP的输入数据
- ▶ O-PI变量
来自PSS 4000资源的O-PI变量，例如，来自FS资源或ST资源系统部分的O-PI变量；资源可能位于同一设备或不同设备上。

数据目标为：

- ▶ 模块总线输出数据
写入FS/ST模块总线系统部分的输出数据，即下载到PSS 4000专属设备模块的输出数据
- ▶ 外部输出数据
通过外部通信系统部分流向外部的输出数据，如通过EtherNet/IP流出的输出数据。
- ▶ I-PI变量
来自PSS 4000资源的I-PI变量，例如，来自FS资源或ST资源系统部分的I-PI变量

此总览显示了哪些I/O映射是允许的。

I/O 映射		到（数据目标）					
		模块母线 ST-输出数据	模块母线 FS-输出数据	ST-I-PI 变 量	FS-I-PI 变 量	外部ST-输 出数据	外部FS-输 出数据
从 （数据 源）	模块母线ST-输入数据	---	---	◆	---	◆	---
	模块母线FS-输入数据	---	---	+	◆	+	◆
	ST-O-PI变量	◆	++	◆	---	◆	---
	FS-O-PI变量	+	◆	+	◆	+	◆
	外部ST-输入数据	◆	++	◆	---	---	---
	外部FS-输入数据	+	◆	+	◆	---	---

图例：

- 不允许（PAS4000不允许）
- ◆ 准许
- ++ 允许，但是FS数据仅能用于非安全相关的任务。
- +
- 允许，但是ST数据仍然不能用于安全相关的任务。

I/O映射时，请注意如下规则

- ▶ FS数据源和ST数据目标之间的I/O映射
如果FS数据源中的数据被映射到ST数据目标中的数据，ST数据目标中的数据仍然不能用于安全相关的任务。
换句话说，如果FS资源控制的ST输出数据（例如ST硬件输出、外部通信的ST-输出数据），则该输出数据仅能用于非安全相关的任务。
如果存在这样的I/O映射，PAS4000将为您产生警告。

如果应用要求将ST数据目标用于安全相关的任务，则必须使用合适的方法确认安全，例如通过

- 单独的风险分析和
- 适当的调试测试、可行性测试

用户负责正确执行。

► ST数据源和FS数据目标之间的I/O映射

如果ST数据源中的数据被映射到FS数据目标中的数据，FS数据目标中的数据不能用于安全相关的任务。如果存在这样的I/O映射，PAS4000将为您产生警告。例如，这包括下述I/O映射：

- ST-O-PI 变量到模块母线FS-输出数据
- ST-I 数据到模块母线FS-输出数据（外部映射）

如果应用要求将FS数据目标用于安全相关的任务，则必须使用合适的方法确认安全，例如通过

- 单独的风险分析和
- 适当的调试测试、可行性测试

用户负责正确执行。

► 同一任务中PI变量与PI变量之间的I/O映射

当写入O-PI变量之后，直到下一任务周期开始之前，都不能将该值读入映射的I-PI变量。

数据类型

当为数据源和数据目标的数据类型进行I/O映射时，通常存在如下规则：

- 如果数据源和数据目标的数据类型是匿名数据类型，则它们必须结构等效。
- 如果数据源和数据目标的数据类型是已命名数据类型，则它们必须完全相同。
- 依据上述规则，允许在FS和ST之间进行I/O映射，例如，BOOL和SAFEBOOL之间也可以进行I/O映射。

对于ARRAY（数组）或STRUCT（结构）数据类型的I/O数据或PI变量，存在如下附加规则：

- I-PI变量作为数据目标
如果I-PI变量是ARRAY（数组）或STRUCT（结构）数据类型，则不允许对它的单个元素进行I/O映射。然而，数据源可以是数组或结构的一个元素。
- 输出数据作为数据目标
如果输出数据是ARRAY（数组）或STRUCT（结构）数据类型，则可对整个数组/结构进行I/O映射，也可对数组/结构的单个元素进行I/O映射。

10.5 PSS 4000项目之间的I/O映射规则

在软件工具PASconnect中，借助于I/O映射配置PSS 4000项目之间的数据交换。当I/O映射时，您必须考虑哪个数据源会映射到哪个数据目标。您还必须牢记数据源和数据目标的数据类型。

数据源和数据目标

I/O映射定义了哪个数据源向哪个数据目标提供数据。图形界面上使用箭头表示项目之间通常可能存在的数据流。

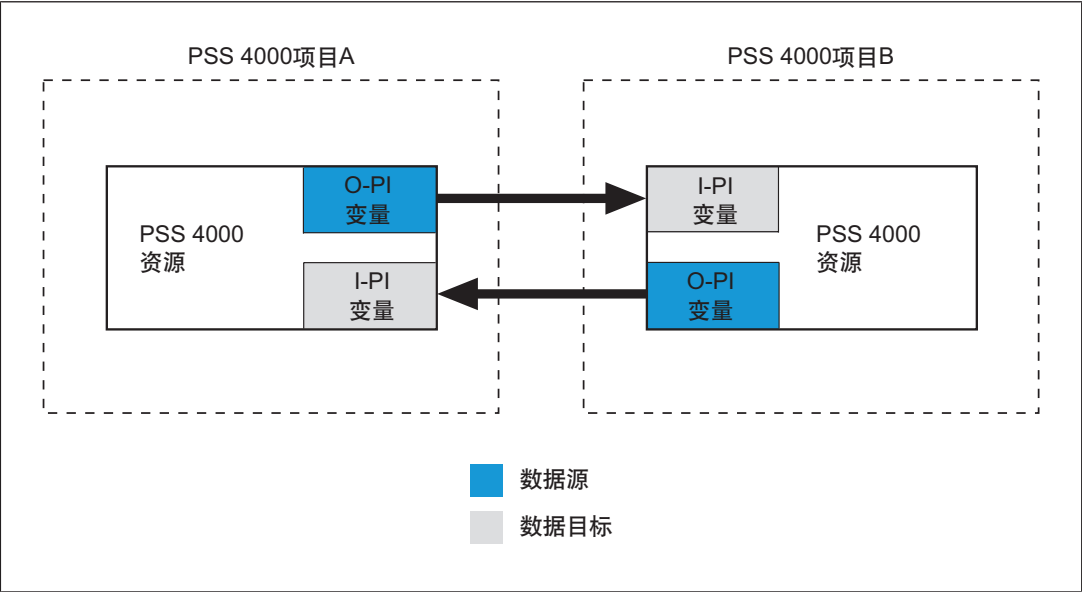


图: 项目之间的数据流

数据源为：

- ▶ **O-PI变量**
来自项目设备的 FS 资源或 ST 资源上的用户程序的任何局部 O-PI 变量。被声明为资源全局变量的 O-PI 变量不是跨项目 SNp 通信的有效数据源。

数据目标为：

- ▶ **I-PI 变量**
来自项目设备的 FS 资源或 ST 资源上的用户程序的任何局部 I-PI 变量（当没有为 I-PI 变量声明 VALID 扩展（有效位）并且尚未为项目内部的 I-PI 变量执行 I/O 映射时）。被声明为资源全局变量的 I-PI 变量不是跨项目 SNp 通信的有效数据目标。

此总览显示了哪些I/O映射是允许的。

I/O 映射		到（数据目标）	
		ST-I-PI 变量	FS-I-PI 变量
从 （数据源）	ST-O-PI变量	◆	---
	FS-O-PI变量	+	◆

图例：

- 不允许（PASconnect不允许）
- ◆ 准许

- + 允许，但是ST数据仍然不能用于安全相关的任务。

I/O映射时，请注意如下规则

► FS数据源和ST数据目标之间的I/O映射

如果FS数据源中的数据被映射到ST数据目标中的数据，ST数据目标中的数据仍然不能用于安全相关的任务。如果存在这样的I/O映射，PASconnect将为您产生警告。

如果应用要求将ST数据目标用于安全相关的任务，则必须使用合适的方法确认安全，例如通过

- 单独的风险分析和
- 适当的调试测试、可行性测试

用户负责正确执行。

► 数据传输极限

PSS 4000 系统描述中描述的 SafetyNET p 的 [数据传输极限 \[103\]](#) 适用于 PSS 4000 项目之间的跨项目 SNp 通信。

不同于项目内部 SNp 通信，两个设备之间进行跨项目通信时，每个任务每个方向最多只有一个 FS-Tx 连接和一个 ST-Tx 连接：

- 每个任务 1 个从设备 A 到设备 B 的 FS-Tx 连接
- 每个任务 1 个从设备 B 到设备 A 的 FS-Tx 连接
- 每个任务 1 个从设备 A 到设备 B 的 ST-Tx 连接
- 每个任务 1 个从设备 B 到设备 A 的 ST-Tx 连接

一个 FS-Tx 连接可传输最多 118 个字节的 FS 过程数据。

一个 ST-Tx 连接可传输最多 251 个字节的 ST 过程数据 (ST 数据类型的数据) 。

► 数据类型

当为数据源和数据目标的数据类型进行 I/O 映射时，通常存在如下规则：

- 数据源和数据目标的数据类型必须为基本数据类型。派生数据类型之间的 I/O 映射不被允许，例如 ARRAY 数据类型 (数组) 或 STRUCT 数据类型 (结构) 。
- 数据源和数据目标的数据类型名称必须匹配，但不考虑 SAFE 前缀。
- 依据上述规则，允许在FS和ST之间进行I/O映射，例如，BOOL和SAFEBOOL之间也可以进行I/O映射。

► PSS 4000项目之间的I/O映射

如果在PSS 4000项目之间执行I/O映射，从数据源映射到数据目标时必须特别小心。要正确识别数据源和数据目标，特别要注意选择数据源和数据目标的项目。

► PSS 4000项目之间的I/O映射更改

如果更改了PASconnect项目中的I/O映射，则必须重新编译受影响的PSS 4000项目。受影响的项目将取决于PASconnect接口版本 (见下文) 。如果项目没有重新编译并下载，PSS 4000项目中的SafetyNET p配置将不一致。发送的数据也可能与接收器预期的数据不对

应。

编译PSS 4000项目后进行调试（参见PSS 4000安全手册中“调试和有效性”一节）或重新调试（参见PSS 4000安全手册中“变更维护和退役”下的“变更”一节）。

► PASconnect接口版本1.2.x：受I/O映射更改影响的PSS 4000项目

如果更改了PASconnect项目中的I/O映射，则必须重新编译已更改IO映射的PSS 4000项目，以及与这些项目交换数据的任何项目。

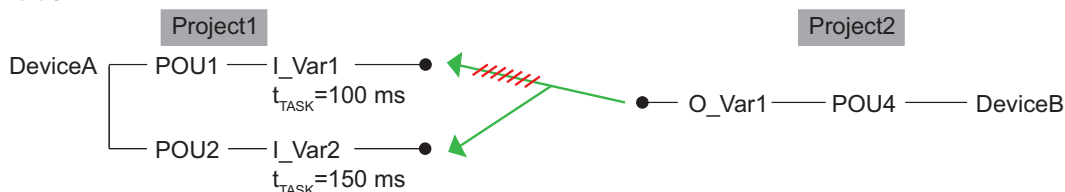
► PASconnect接口版本1.3.x/1.4.x：受I/O映射更改影响的PSS 4000项目

创建新的I/O映射或删除现有I/O映射时，两个PSS 4000项目的PASconnect输出数据会因此而发生更改，必须重新编译这两个项目。

更改I/O映射并不一定意味着必须重新编译两个PSS 4000项目。如果满足以下要求，则可以更改I/O映射的一侧，而无需更改另一侧PSS 4000项目的PASconnect输出数据：

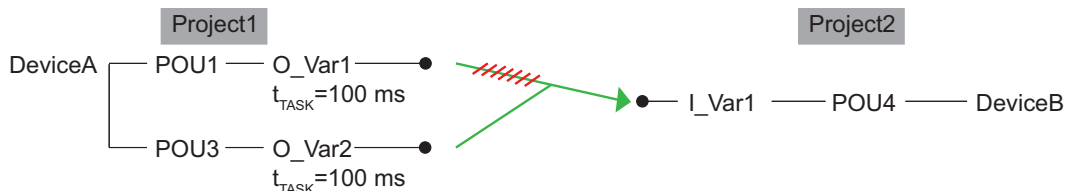
- 新的变量必须与旧的变量位于同一设备上。
- O-PI变量的任务循环时间不得更改。
- 在PASconnect项目中，必须停用 **包含位置信息** 选项。

示例1：



更改后，由于项目1的I-PI变量I_Var1和I_Var2位于同一设备上，因此无需重新编译项目2。

示例2：



更改后，由于Project1的O-PI变量O_Var1和O_Var2位于同一设备上，且POU的任务循环时间相同，因此无需重新编译Project2。

► 独占性

PSS 4000 项目内部的 I/O 映射使用的 I-PI 变量不可再用于跨项目 SNp 通信。

10.6 数据一致性

对于PSS 4000而言，数据一致性的大致含义是：将在同一任务循环中记录的数据，以及在预定义时段内视为当前或相关的数据汇集在一起。

数据源的数据一致性

从数据一致性角度而言，数据源（见[处理数据的有效性](#) [📖 273]）被分类为不同的“一致性范围”。数据源的一致性范围包含一定量的一致性数据。这意味着如果某数据源的处理数据出自该数据源的同一个一致性范围，它就是一致的、有效的。

项目内部 SafetyNET p 通信的数据一致性

一个 PSS4000 项目内部传输的一致性范围内的处理数据是一致的，前提是使用一个 SafetyNET p 连接进行传输。

在项目内部传输数据期间，如果超过规定的 [SafetyNET p 限度](#) [📖 103]，一致性范围内的数据会被自动分到若干个连接。在这种情况下，数据一致性不能再得到保障。

在编译过程中，如果一致性范围内的处理数据被分到若干个连接，则PAS4000发出警告。

跨项目 SafetyNET p 通信的数据一致性

一致性范围内被跨项目传输到其他 PSS 4000 项目的处理数据是一致的，前提是使用一个 SafetyNET p 连接进行传输（参见[PSS 4000项目之间的I/O映射规则](#) [📖 287]下的“数据传输极限”）。

在跨项目 Snp 通信期间，如果不能使用一个 Snp 连接传输处理数据，则 PASconnect 将阻止 Snp 连接。

数据目标的数据一致性

如果数据目标的处理数据（见[处理数据的有效性](#) [📖 273]）来自数据源的同一一致性范围，它就是一致的。如果数据目标的处理数据来自不同的一致性范围，则无法说明它们的关系。

10.6.1 一致性范围

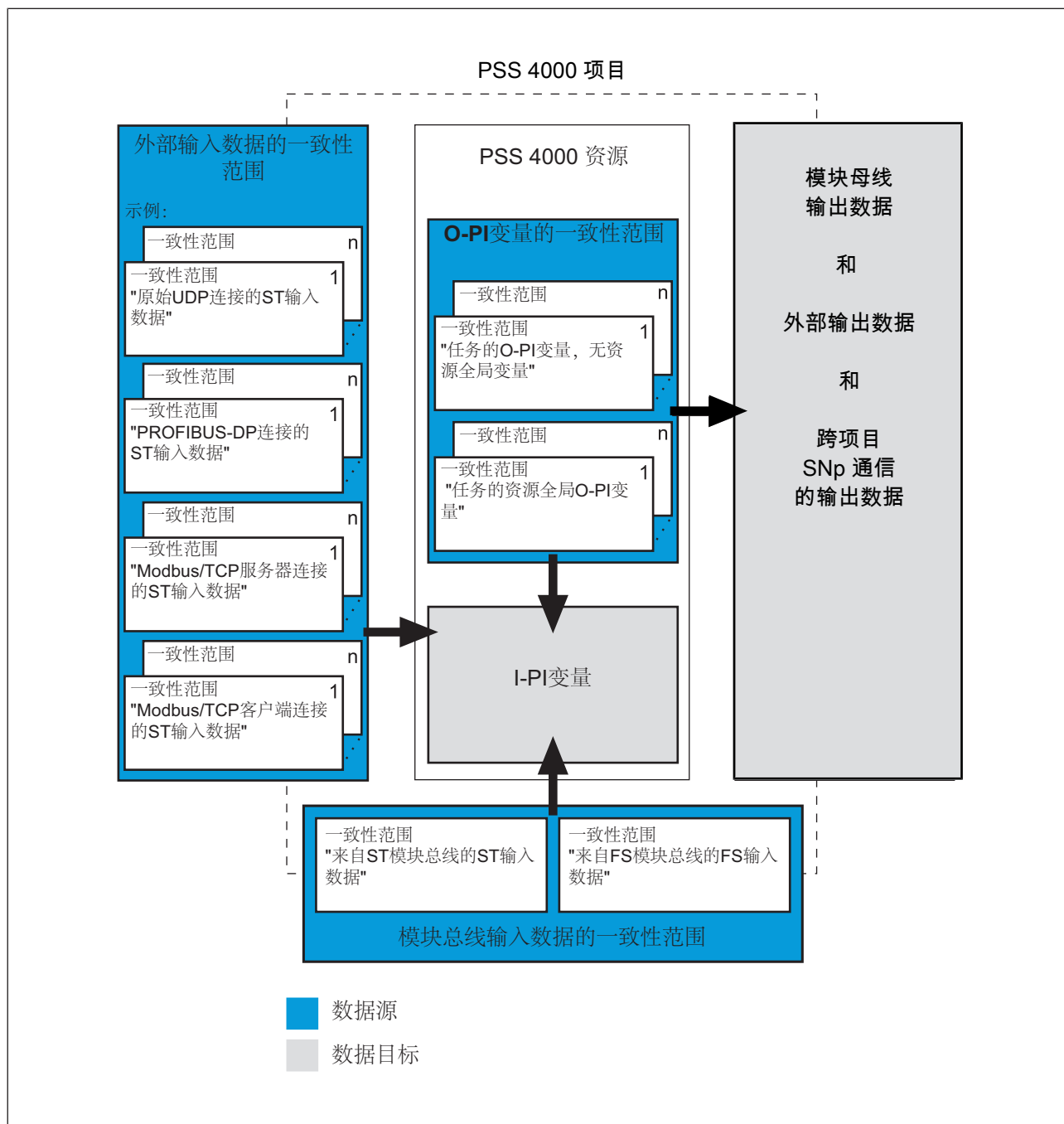


图: 项目的一致性范围概述

一个项目可能具有下列一致性范围：

► **模块母线输入数据**

- 一致性范围“FS 模块母线的 FS-输入数据”
- 一致性范围“ST 模块母线的 ST-输入数据”

► **外部输入数据**

- 一致性范围“外部通信连接的 ST-输入数据”

- 一致性范围“外部通信连接的 FS-输入数据”

如果数据使用相应的系统部分，通过外部通信从外部设备发送到 PSS 4000 设备，则无法说明其数据一致性。这取决于通信模式（例如，Modbus/TCP、PROFIBUS-DP 和原始 UDP）以及该通信模式可用的选项。

只要该数据在 PSS 4000 中是外部输入数据，它就立刻被视为一致性数据。

对于任何通信模式或外部通信连接类型的外部输入数据，都存在一致性范围。从数据一致性的角度看，外部输入数据的每个一致性范围表现都是相同的。因此，在大多数情况下，只会对外部输入数据的通用一致性范围进行说明（一致性范围“外部通信连接的 ST-输入数据”或一致性范围“外部通信连接的 FS-输入数据”）。然而，如果有必要，可对每种通信模式或每种连接类型的一致性范围分别说明。

一致性范围“外部通信连接的 ST-输入数据”示例：

- 一致性范围“Modbus/TCP 客户端连接的 ST-输入数据”
- 一致性范围“Modbus/TCP 服务器连接的 ST-输入数据”
- 一致性范围“PROFIBUS-DP 连接的 ST-输入数据”
- 一致性范围“原始 UDP 连接的 ST-输入数据”

一致性范围“外部通信连接的 FS-输入数据”示例

- 一致性范围“虚拟 PROFIsafe F-模块的 FS-输入数据”

► O-PI 变量

- 一致性范围“无资源全局变量任务的 O-PI 变量”

这个一致性范围包含了在相同任务中所执行的块的所有 O-PI 变量。

对于这类一致性范围，如果该任务中还执行了其他的资源全局 O-PI 变量，则无法说明它们之间的关系。

- 一致性范围“任务的资源全局 O-PI 变量”

对于一致性范围“无资源全局变量任务的 O-PI 变量”，无法说明资源全局变量与它的关系。如果它们在同一个任务中执行，情况也是这样（见下面例子中的“任务1”）。

下列说明适用于资源全局 O-PI 变量的数据一致性：

- 对于在同一个任务中执行的块而言，只由它们访问的资源全局 O-PI 变量是一致的，构成了一个一致性范围（见下面例子中的“任务1”和一致性范围[1]和[2]）。
- 对于在不同任务中执行的功能块而言，由它们访问的资源全局 O-PI 变量的交集是一致的，构成了一个一致性范围（见下面例子中的“任务2”、“任务3”和一致性范围[3]）。
- 对于一个一致性范围内的变量，如果它们映射到了一个 I-PI 变量以及一个资源全局 I-PI 变量，并且由同一个任务中执行的块访问，则无法说明它们的数据一致性。

示例：

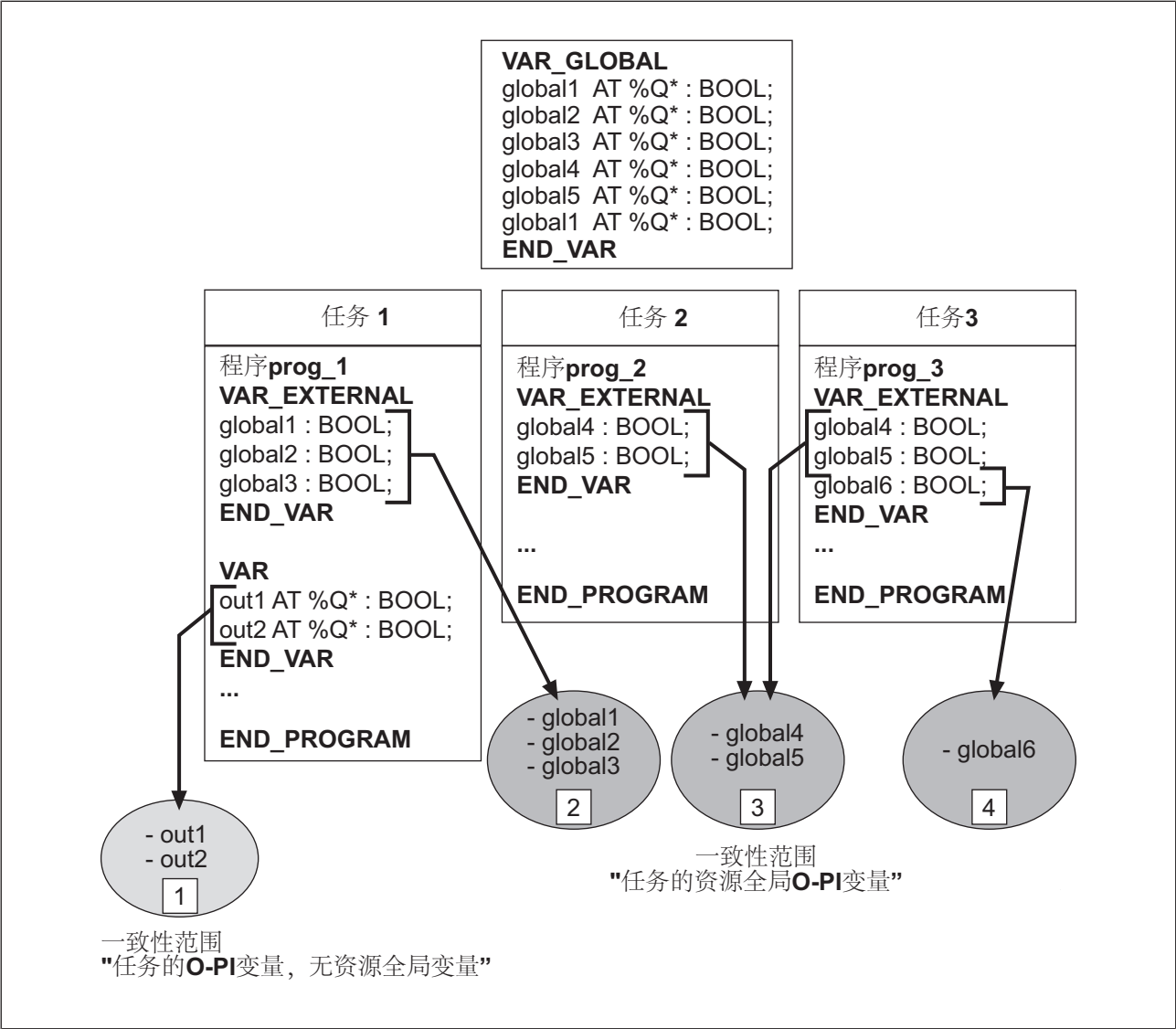


图: O-PI变量的一致性范围示例

10.6.2 计划对数据一致性的影响

计划决定了项目中处理数据的顺序，也在考虑到不同周期时间、执行时间、处理时间的情况下，确保了最优的数据流（参见[响应时间](#)  443）。

在PAS4000中，如果可配置的周期时间（例如，具有外部通信的周期时间）是由系统自动计算的，则系统将为项目决定最优条件及响应时间。一致性范围内的数据一致性是有保证的。

如果由用户来配置这些可配置的周期时间，则系统将为配置的条件决定最优响应时间。与自动确定的响应时间相比，这些循环时间的质量可能不佳。一致性范围内的数据一致性是有保证的。

10.7 块的安全状态

在IEC 61131编程中，可以为功能块类型及功能函数类型的POU进行编程，它们都有一个已定义的安全状态。在Multi编程中，块无法被编辑为1个安全的状态。然而，在Multi编程中，IEC 61131中编程过的POU可作为基础功能块使用（IEC 61131基础块）。这些基础功能块具有安全状态。

在ST块中，可以对与安全无关的任务进行编程。ST块可以在ST或FS资源上执行。在PAS4000中，ST块以绿色显示。

与安全相关的任务必须在FS块中编程。FS块仅能在FS资源上执行。在PAS4000中，FS块以黄色显示。

在IEC 61131编程中，一旦声明了FS数据类型的变量，或者对FS-POU进行了调用/实例化，则POU就成为一个FS-POU。

如果在FS块内访问了与安全无关的数据（ST数据），则该块就会变为“具有混合输入接口的FS块”。它们在PAS4000中具有特殊标记：

- ▶ Multi编程：半绿半黄
- ▶ IEC 61131编程：半白半黄

这些特殊标记的目的是标明具有潜在危险的块。

在IEC 61131编程中，下列情况下FS-POU会变为具有混合输入接口的FS-POU：

- ▶ 声明了一个I-PI变量，它**不是**FS数据类型
- ▶ 声明了VAR_INPUT、VAR_IN_OUT、VAR_EXTERNAL类型的变量，它**不是**FS数据类型
- ▶ 对一个POU进行了调用/实例化，在该POU中声明了I-PI变量或VAR_EXTERNAL类型的变量，但变量**不是**FS数据类型

当使用具有混合输入接口的FS块时，请注意：

- ▶ ST资源上的数据**不安全**。它仅能作为**附加**标准来控制安全相关的行为（例如启动/停止），千万**不能**阻止安全功能。例如，不管出于任何原因，ST资源中的停止信号没有被激活，或者启动信号被连续激活，这一定不能降低机器或过程的安全性。
- ▶ 必须使用适当的步骤以确认安全，例如，可以通过
 - 单独的风险分析和
 - 适当的调试测试、可行性测试
- ▶ 我们建议您首先充分测试混合接口的FS-POU，如果必要，再由认证机构（例如BG、TÜV）进行测试及认证，然后使用PAS4000对其进行封装。
- ▶ 用户负责正确执行。



注意

封装后，带有混合输入接口的FS-POU将去除潜在危险标签（半白半黄），显示为黄色。制造商/认证机构应负责确保对功能块内的非安全相关数据（ST数据）的访问不是安全的关键。

10.8 通过 PAS4000 命名设备

PAS4000中的设备命名由用户执行。为项目中的每个设备定义了在项目内唯一寻址设备所需的数据。该数据称为命名数据 [📖 298]。

在设备命名期间，为使命名数据能传到项目内的设备，必须能够在网络上识别它们。实现的方法是将固定数据存储在每个设备中，作为出厂设置。该数据称为设备标识数据 [📖 297]。

在设备命名期间，下述设备类型存在区别：

► PSS 4000专属设备 [📖 299]

PSS 4000专属设备支持所有设备标识数据和所有命名数据。

► PSS 4000可操作设备 [📖 303]

PSS 4000可操作设备支持部分设备标识数据和命名数据。



重要信息

如果网络通过路由器连接，则仅在相应配置了PILZ_SNP_MULTICAST_TTL系统变量的情况下，才能集中进行设备命名（参见[使用路由器的网络](#) [📖 113]）。

10.8.1 设备标识数据

PSS 4000专属设备：PSSu系统，PSS67设备

设备标识数据	意义	示例
产品型号	设备类型 (例如PSSu系统的头模块)	PSSu H PLC1 FS SN SD
订货号	Pilz用于设备订购的6位数字 (例如PSSu系统的头模块)	312070
序列号	Pilz用于设备标识的6位数字 (例如PSSu系统的头模块)	100076

来自Pilz的PSS 4000可操作设备：PMI操作终端

设备标识数据	意义	示例
产品型号	设备类型	PMI v812
订货号	用于在Pilz订购设备的6位编号	266812
序列号	Pilz用于设备标识的6位数字	002020

来自第三方制造商的PSS 4000可操作设备：PC

设备标识数据	意义
产品型号	设备类型：PSS 4000-PC
订货号	用“0”作为订货号
序列号	当PSS 4000固件第一次启动时，生成随机的6位数，之后在内部用它作为多个识别过程的序列号

10.8.2 命名数据

PSS 4000专属设备：PSSu系统，PSS67设备

命名数据	默认设置	意义
设备名	将前缀（例如PSS）、6位订货号、6位序列号组合起来 格式：<前缀>_<订货号>_<序列号> 例如：PSS_312070_100076	▶ 可在项目内唯一标识一个设备 ▶ 当项目直接下载时，用它在网络上标识设备 ▶ 形成地址的一部分（例如I/O映射）
IP地址	IP地址依据以太网惯例 (参见 以太网参数的出厂默认设置 [📖 595])	在设备命名期间，与序列号共同使用，在网络上标识设备
子网掩码	依据以太网惯例的设置 (参见 以太网参数的出厂默认设置 [📖 595])	与以太网惯例一致
网关地址	依据以太网惯例的设置 (参见 以太网参数的出厂默认设置 [📖 595])	▶ 与以太网惯例一致 ▶ 作为可选项
首选DNS服务器的地址		
备用DNS服务器的地址		

PSS 4000可操作设备：PMI v8操作终端，PC

命名数据	含义，内容以及默认设置
设备名	▶ 可在项目内唯一标识一个设备 ▶ 当项目直接下载时，用它在网络上标识设备 默认设备名称对应用户在设置Windows操作系统时定义的计算机或主机名。
IP地址	在设备命名期间，与生成的序列号共同使用，在网络上标识设备 IP地址依据以太网惯例
子网掩码	子网掩码依据以太网惯例
网关地址	作为可选项，取决于设备
首选DNS服务器的地址	作为可选项，取决于设备
备用DNS服务器的地址	

10.8.3 PSS 4000独有的设备的设备命名

当为PSS 4000专属设备进行设备命名时，下列情况存在区别：

► **处在交付状态或原始复位后的PSS 4000专属设备**

对于处在交付状态或原始复位后的设备，其上存储了默认出厂设置（参见[命名数据 \[📖 298\]](#)）。Auto-IP机制是激活的（参见[Auto-IP机制 \[📖 79\]](#)）。不存在设备项目。

► **更改设备名称**

对于已经执行了命名过程的PSS 4000专属设备，其设备名称可以在以后重新更改。在这种情况下，设备上已经存在了用户指定的命名数据。可能存在设备项目。然而，在设备命名期间它会被删除。

至于以太网参数是否改变，这与设备命名过程无关。

► **更改以太网参数**

对于已经执行了命名过程的PSS 4000专属设备，其以太网参数可以在以后重新更改。在这种情况下，设备上已经存在了用户指定的命名数据。可能存在设备项目。在设备命名期间保留。

至于是一个还是多个以太网参数发生变化，这与设备命名过程无关。通常情况，只有IP地址发生改变。然而，如果设备名称也改变了，就会发生“更改设备名称”的过程。



重要信息

下述说明假设所有预备措施都已经完成。包括：

- PSS 4000专属设备上插有SD卡。
- 相关的命名数据都在PAS4000中进行了编辑。

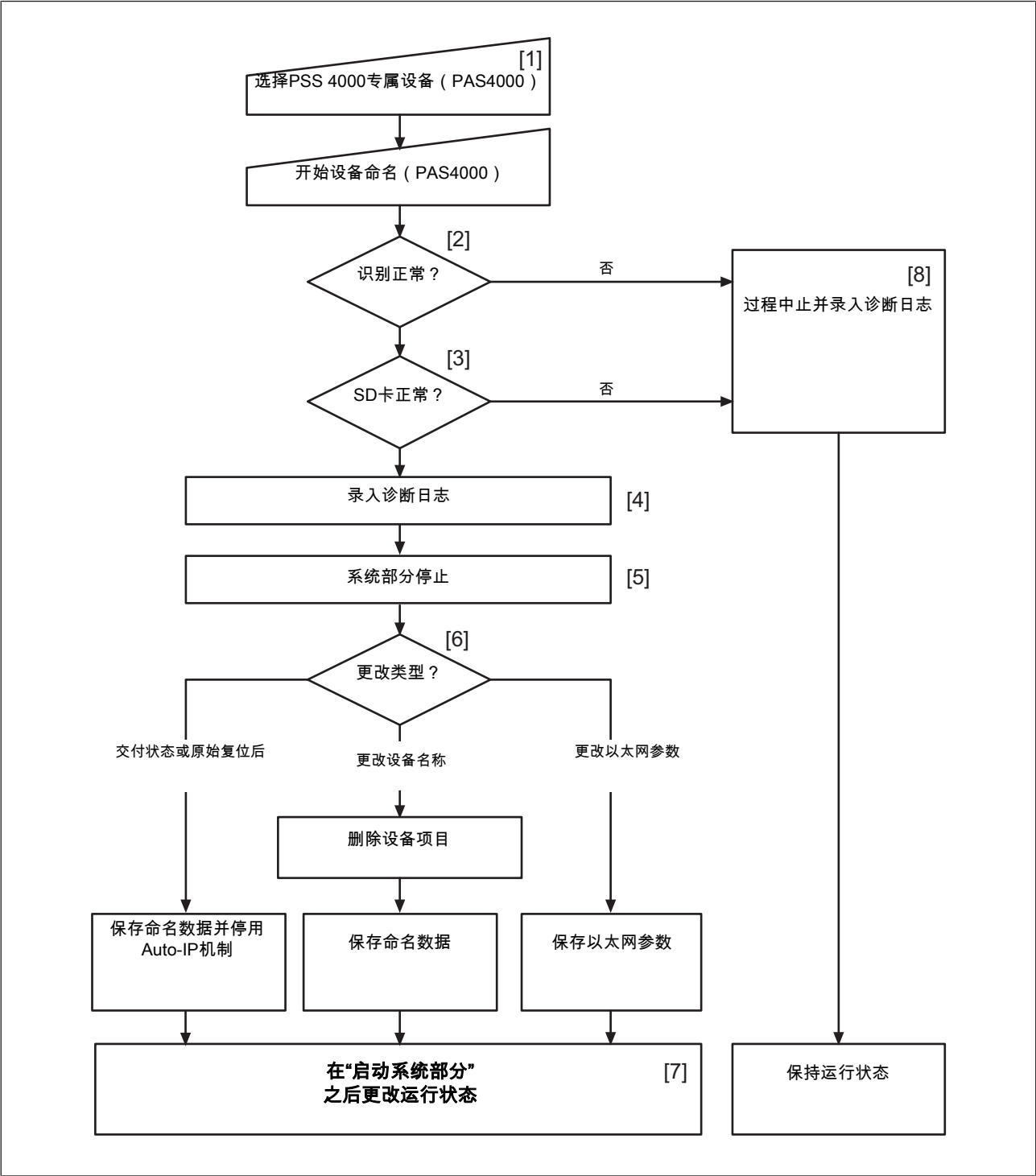


图: PSS 4000 专属设备命名流程图

PSS 4000 专属设备的设备命名过程

下列说明对应的是流程图“PSS 4000 专属设备命名流程图”。

- [1]
在PAS4000中，选择要进行设备命名的设备。可使用PAS4000进行测试，以识别现场中选择的设备。该测试称为“设备识别”。在设备识别期间，所选设备上的SD卡LED指示灯被激活。状态LED指示灯（如设备的“SD卡”LED指示灯）呈橙色闪烁。

[2]

设备命名开始之后，设备检查它的本地序列号及IP地址是否与PAS4000所传输命名数据的目标序列号及IP地址相匹配。

[3]

设备检查是否能够访问SD卡，即SD卡已插入且无缺陷。

[4]

诊断日志中有一条信息，说明执行了设备命名。

[5]

设备的系统部分停止。在PSS 4000专属设备上，这对应的是运行状态“设备处于停止状态且无错误”。

[6]

过程的剩余部分取决于所改动的命名数据：

► **处在交付状态或原始复位后的PSS 4000专属设备**

设备内存和SD卡中出厂默认设置的命名数据被替换为配置的命名数据。Auto-IP机制被停用。

► **更改设备名称**

现有的命名数据会从设备内存和SD卡中删除。如果SD卡已包含设备项目，则该设备项目会从SD卡中删除。在具有FS资源的设备上，设备项目的FS校验和以及项目名称也会从设备内存中删除。然后，新的命名数据会被存储在SD卡上。

► **更改以太网参数**

现有命名数据及任何现有设备项目将被保留。IP地址及其它所有以太网参数会从设备内存和SD卡中删除。然后，新的IP地址及其它所有以太网参数被存储在SD卡上。

[7]

设备自动切换到[运行状态“启动系统部分”](#)  [323](#)。

过程的剩余部分取决于所改动的命名数据：

► **处于交付状态的PSS 4000专属设备和更改设备名称**

在运行状态“启动系统部分”期间，新的命名数据会从SD卡加载到设备内存。设备在没有设备项目的情况下启动。SD卡的状态LED指示灯（如设备的“SD卡”LED指示灯）呈绿色闪烁。

为使设备获得设备项目，必须下载项目（参见[直接项目下载](#)  [307](#)和[间接项目下载](#)  [313](#)）。

► **更改以太网参数**

在运行状态“启动系统部分”期间，新的以太网参数会从SD卡加载到设备内存。一旦设备项目可用，设备就会使用设备项目启动。

如果网络中的其他设备与该设备交换数据，则在修改IP地址和/或其他以太网参数后必须执行新的项目下载。如果不执行，其他设备将不能再访问该设备。

[8]

如果有任何检查项目不正常，过程就会中断。诊断列表中将增加一个条目，设备的运行状态保持不变。

10.8.3.1 设备命名期间的错误行为

如果在设备命名期间发生了错误，则一般会发生如下行为：

- ▶ 设备命名过程中断
- ▶ PSS 4000专属设备上的所有系统部分均切换到安全状态
- ▶ PSS 4000专属设备上的所有FS输出均切换到安全状态。
- ▶ 向诊断列表添加条目。

必须为PSS 4000专属设备执行冷启动/重启命令。在这种情况下，PSS 4000专属设备使用“旧”的命名数据启动，如果“旧”的设备项目存在，也会用它启动。

10.8.4 PSS 4000可操作设备的设备命名

在为PSS 4000可操作设备进行设备命名时，请注意如下说明：

► 设备名称

在PAS4000中进行设备命名时，所编辑的设备名称只会出现在PAS4000中、诊断列表中、诊断日志中。操作系统层面分配的设备名称（计算机名称）不会在设备命名期间被覆盖。

► IP地址

设备操作系统层面的IP地址**不会**由设备命名覆盖。请注意PSS 4000可操作设备的IP地址具有下述特点：

- 必须在PAS4000中的硬件配置和设备命名期间，对设备的IP地址进行定义，这样才能使PSS 4000项目中的其它设备能够与此设备进行通讯。
- 硬件配置和设备命名期间在PAS4000中定义的IP地址必须与已在设备操作系统层面配置的IP地址相匹配。
- 如果要更改IP地址，则必须在设备的操作系统层面上进行更改（Microsoft Windows 10：在Windows搜索字段中输入“网络连接”，然后选择**查看网络连接**。右键点击用于与PSS 4000项目建立连接的适配器，然后选择**属性**。在**网络**选项卡上选择**Internet协议版本4 (TCP/IPv4)**，然后点击**属性**。
- 如果PSS 4000项目需要更改PSS 4000可操作设备在操作系统层面的IP地址，则PSS 4000项目之外的其它设备将不能通过任何现有的以太网通讯关系，访问到该PSS 4000可操作设备。必须在相关的设备中为这些以太网通信关系更改IP地址。



注意

在项目中，如果PC既是PAS4000-PC（安装有PAS4000的PC）又是PSS 4000-PC（带OPC服务器的PC），则编程接口（PAS4000-PC）的IP地址也可用作PSS 4000-PC的IP地址。

当为PSS 4000可操作设备进行设备命名时，下列情况存在区别：

► 初始设备命名期间的PSS 4000可操作设备

当PSS 4000固件安装之后，存储出厂设置的命名数据（参见**命名数据** [📖 298]）。不存在设备项目。

► 更改设备名称

以后更改设备名称时，用户指定的命名数据就会已经保存在PSS 4000可操作设备上。可能存在设备项目。然而，在设备命名期间它会被删除。

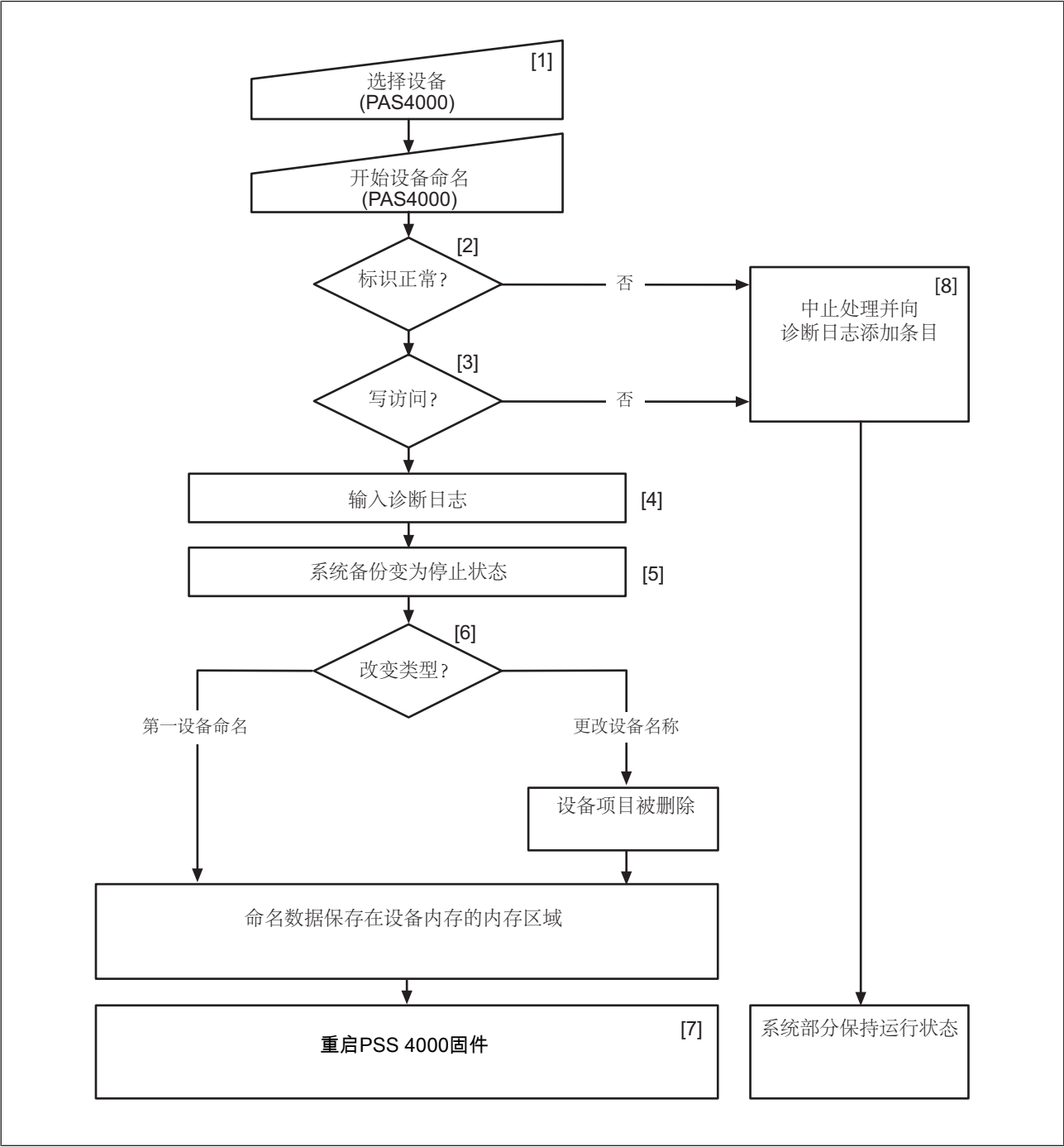


图: PSS 4000可操作设备命名流程图

PSS 4000可操作设备的设备命名过程

下列说明对应的是流程图“PSS 4000可操作设备命名流程图”。

- [1]
在PAS4000中，选择要进行设备命名的PSS 4000可操作设备。可使用PAS4000进行测试，以识别所选择的设备。该测试称为“设备识别”。在设备识别期间，所选择的设备上弹出一个窗口，显示如下内容：
PSS 4000设备名称：<设备名称>。
直到设备识别明确结束，该弹出窗口才会消失。

[2]

设备命名开始之后，设备检查它的本地序列号及IP地址是否与PAS4000所传输命名数据的目标序列号及IP地址相匹配。

[3]

进行测试，以检查设备的安全设置中，是否有相关内存区的“写”权限。

[4]

诊断日志中有一条信息，说明执行了设备命名。

[5]

设备停止PSS 4000固件的系统部分（例如OPC服务器、诊断服务器）。

[6]

过程的剩余部分取决于所改动的命名数据：

► **初始设备命名期间的PSS 4000可操作设备**

从设备的相关内存区删除出厂设置的命名数据。将新的命名数据存储进内存区中。然后，必须下载项目，这样设备才能含有设备项目。

► **更改设备名称**

从设备的相关内存区删除现有命名数据以及任何现有设备项目。将新的命名数据存储进内存区中。然后，必须下载项目，这样设备才能含有设备项目。

[7]

对设备命名后，必须手动重启PC或操作终端PMI上的PSS 4000固件，以便传输命名数据。

[8]

如果有任何检查项目不正常，过程就会中断。诊断列表中会增加一条；PSS 4000固件的系统部分（例如OPC服务器、诊断服务器）保持在RUN状态。

10.9 更换PSS 4000专属设备时的设备命名

在更换PSS 4000专属设备时，并非一定要通过PAS4000执行新设备命名程序。现有设备上的设备命名数据和设备项目可通过重复使用包含替换设备的命名数据和设备项目的现有SD卡来传输到替换设备。



重要信息

如果将PSS 4000专属设备用于安全相关应用，在更换设备时，必须遵从“PSS 4000安全手册”中关于变更的信息。

先决条件

替换设备必须仍然处于其交付状态，或者必须在更换前对设备进行原始复位。

步骤

1. 将现有设备切换到停止状态，然后拆下电源连接器。
2. 卸载现有设备。
3. 从现有设备上取出SD卡并将其插入替换设备。
4. 安装新更换的设备。
5. 将电源连接器插入新更换的单元。
6. 按以下流程传输设备命名数据和设备项目：
 - 按下替换设备上的复位按钮至少5 s
 - 为设备命名执行操作员有意操作：
释放复位按钮 - 按下复位按钮 - 释放复位按钮
操作员有意操作必须在10秒内执行，否则将中止传输。

传输命名数据和设备项目后，替换设备会重新启动；其行为与冷启动/重启指令相同。

10.10 项目下载

10.10.1 直接项目下载

在直接项目下载期间，将项目分为设备项目并下载到PSS 4000专属设备，而且在可用时，下载到项目的PSS 4000可操作设备。

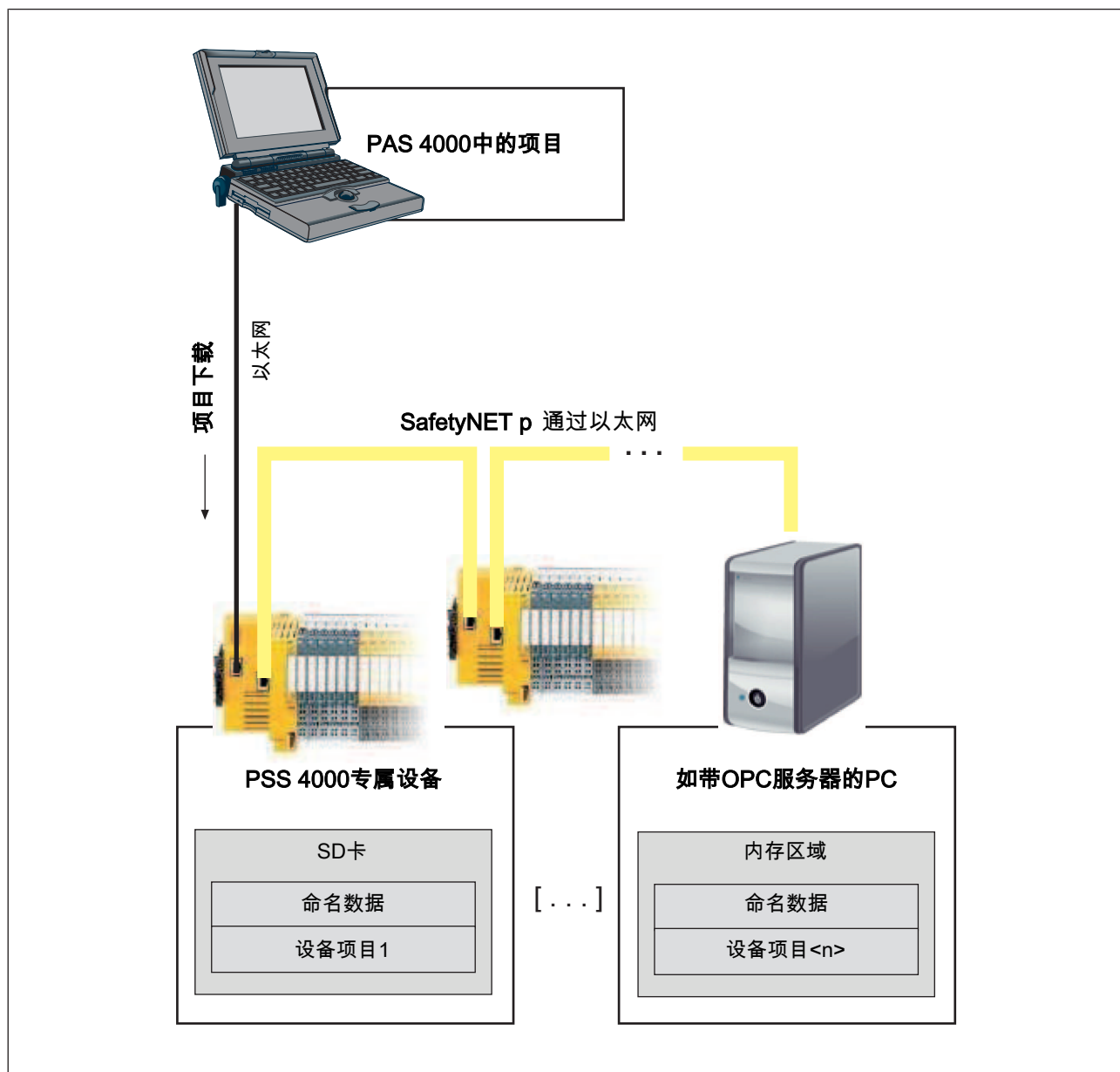


图: 直接项目下载原理 (示例)

在项目下载期间，还可以将项目的备份拷贝下载到项目中的设备上。备份拷贝下载不影响项目数据下载。如果备份拷贝下载失败，仍将执行项目下载。

先决条件

- ▶ 在PAS4000-PC和包含项目的PSS 4000设备的网络之间必须存在物理连接（以太网电缆）（参见在PAS4000-PC和设备之间建立连接）。
- ▶ 必须在PAS4000中激活项目。

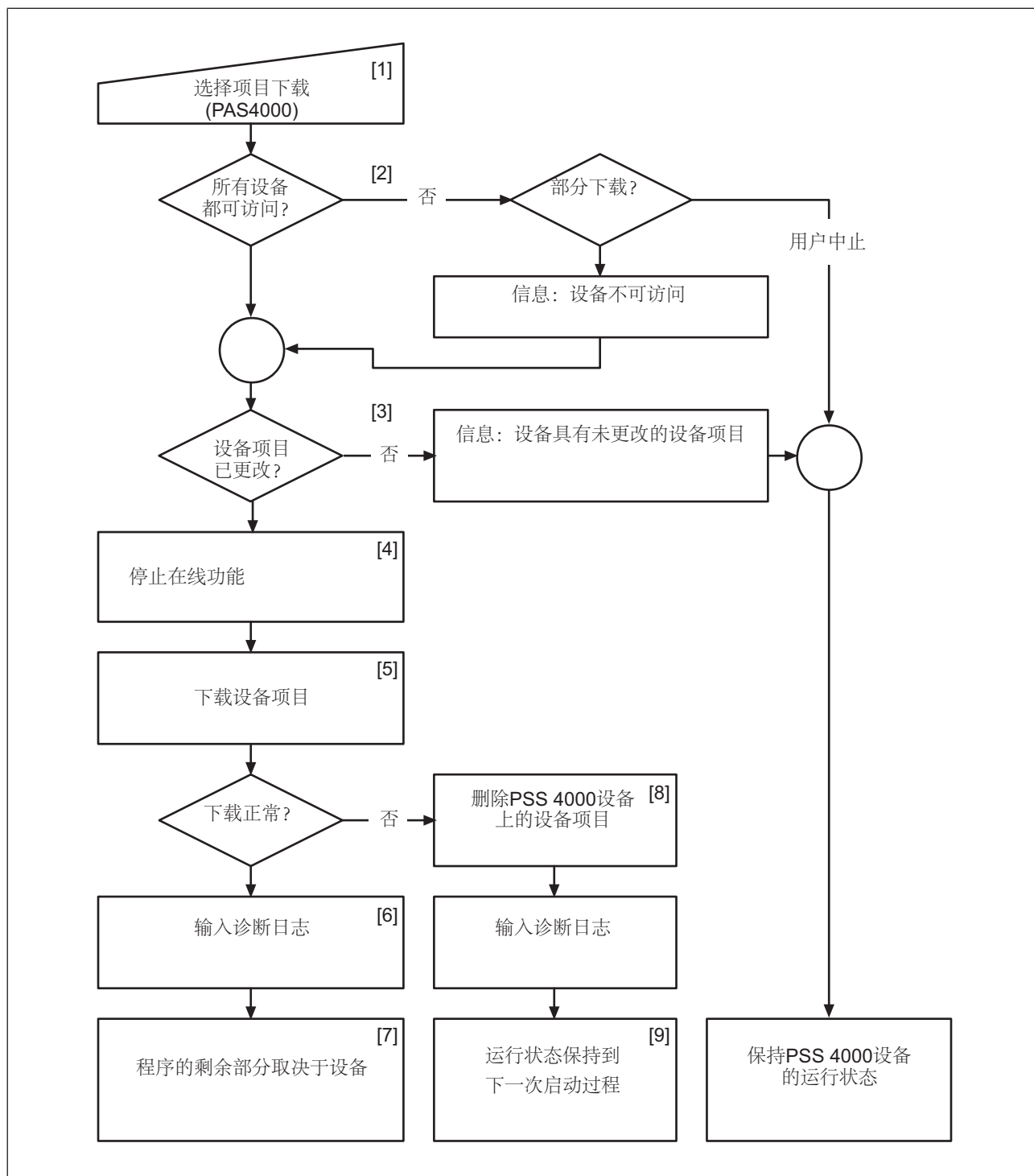
- ▶ 对于项目中的每个设备，在硬件配置中配置的PSS 4000固件版本必须低于或等于设备上实际的PSS 4000固件版本。
- ▶ 必须已执行设备命名（参见在PAS4000中执行设备命名）。
- ▶ 必须已建立项目（参见建立项目）。
- ▶ 带SD卡的项目设备上插有SD卡。
- ▶ 具有写入相关内存区域的权限；
例如：“写入”权限在PC相关存储区域的安全设置中设置。

**注意**

请注意，如果在PSS 4000设备的任意系统部分中检测到内部错误，将不对其执行直接下载。内部错误会导致受影响的系统部分上出现相应的运行状态：

- 运行状态：重大FS错误
受影响的系统部分：FS资源、FS模块总线、FS SafetyNET p和系统部分用于外部通信的安全信道（例如，来自PROFIBUS-DP从站的PROFIsafe，该从站包含PROFIsafe系统部分）；
- 通过SafetyNET p通信的运行状态：重大FS+ST错误
受影响的系统部分：FS SafetyNET p和ST SafetyNET p；
- 使用外部通信的运行状态：重大FS+ST错误
（此运行状态仅当系统部分有安全相关信道时才可发生，例如来自PROFIBUS-DP从站的PROFIsafe，该从站包含PROFIsafe系统部分）
受影响的系统部分：针对外部通信的系统部分（例如，使用PROFIsafe的PROFIBUS-DP从站）。

直接项目下载流程



[1]
在PAS4000中选定“直接项目下载”。

[2]
PAS4000检查项目的所有设备均可访问（例如，开启设备，插入设备的网络连接电缆）。如果项目的某些设备不可访问，则提供以下选项：

- ▶ 用户中止直接项目下载
保持所有设备的当前运行状态。

- ▶ 继续直接项目下载
为直接项目下载选择所有可访问设备。不下载的设备将显示在PAS4000中。

[3]

PAS4000检查每个设备，以查看现有设备项目和新设备项目之间是否存在任何差异。
如果设备项目无变化，该设备会从下载中排除。设备项目无变化的设备将显示在PAS4000中。保持这些设备的当前运行状态。

[4]

停止在线功能（例如，强制变量、监视变量）。设备保持处于当前运行状态下。

[5]

为**相关**设备下载设备项目：

- ▶ PSS 4000专属设备

如果PSS 4000专属设备的SD卡上已存在设备项目，则将从SD卡上删除该设备项目，并将从设备内存中删除该设备项目的FS校验和以及项目名称。然后，新的设备项目会被存储在SD卡上。

如果在PSS 4000专用设备上在线更改处于激活状态，则下载将停用这些在线更改。

- ▶ PSS 4000可操作设备

如果有，在PSS 4000可操作设备上，首先从相关内存区域检测设备项目，然后将新设备项目存储在内存区域中。

[6]

一旦已成功执行直接项目下载，将在诊断日志中形成一个条目。

[7]

一旦设备项目被成功下载，该流程的其余步骤将取决于设备：

- ▶ PSS 4000专属设备

设备自动重启。

- ▶ PSS 4000可操作设备

设备上的PSS 4000固件将自动重启。

启动PSS 4000专用设备时请注意：

- ▶ 启动的影响与热复位相同。
- ▶ 在项目下载前通过其中一个停止指令手动停止的PSS 4000专属设备将不会自动启动。这些设备需要手动重启。
- ▶ 如果源自旧设备项目的用户程序已包含非易失性变量和/或易失性变量，该设备将按照以下值启动：

案例	使用属性RETAIN PERSISTENT的变量	易失性 变量 [1]	应用参数
变量在用户程序中不变，保持可用 （资源分配、FQN以及数据类型相同）	保存的值	变量被置为初始值	为应用参数配置的值
用户程序中的变量是新的	变量被置为初始值		
用户程序中的变量不再可用	变量被删除		应用参数被删除

[1] 如果非保持性变量用作应用参数，则“应用参数”栏适用。

备注

当项目下载到设备上时，在下列情况下，带有RETAIN PERSISTENT属性的变量内容会保持：

- ▶ 使用变量所在块的资源分配，
- ▶ 输入变量的 FQN (PSS 4000 命名空间中的全名) 以及
- ▶ 它的数据类型

相对于上次下载没有变化。

[8]

随着项目下载到PSS 4000设备，可能会出现各种错误。

示例：

- ▶ 用户中止
- ▶ 超时
- ▶ 保存设备项目时出错

影响

在PSS 4000专属设备上，将从SD卡中删除该设备项目，并从设备内存中删除设备项目的项目名称和FS校验和。在PSS 4000可操作设备上，将从相关内存区域中删除设备项目。将向诊断日志添加条目。

解决方法

再次下载项目

[9]

保持设备的运行状态，直至下一启动过程开始。下次系统启动时（例如，冷启动/重启指令后），设备将在不包含设备项目的条件下启动。



注意

在直接项目下载后，确保项目的整体数据一致性

项目下载后，项目设备上的数据自动保持一致；即，在设备上，即使项目下载中止或失败，其设备项目中的数据也始终保持一致。

如果成功执行项目下载并且所有项目设备都可访问，则PSS 4000项目的所有设备的设备项目也将彼此一致。

如果项目下载中止或失败，或者并非所有项目设备都可访问，则用户有责任保证所有设备的设备项目彼此之间保持一致。

在这种情况下，处理步骤如下：

- 检查所有项目的设备上是否已提交了相同的项目状态。
为此，首先在PAS4000的在线网络编辑器中显示每个项目设备的在线信息。检查并确保所有项目设备的项目信息“项目名称”和“编译日期”均匹配。
- 如果设备的项目信息不匹配，请再次下载项目。确保可以访问所有的项目设备，然后再次下载项目。

10.10.2 间接项目下载

对于间接项目下载，该项目被划分到设备项目中。设备项目与命名数据一起存储在SD卡上或目录中。要完成间接下载，用户必须手动将设备项目传输到设备，如通过将SD卡插入设备，并执行预定操作员操作。

如此以来，无需在PAS4000与设备之间建立连接即可为操作准备好数据。



重要信息

间接下载不能用于PMI。PMI只能通过直接项目下载获得各自的设备项目。

您有两种选择：

► 在SD卡上执行间接项目下载

设备项目和相应的命名数据存储存储在SD卡上，随后将SD卡插入设备中便可以让项目运行。如此以来，无需在PAS4000与设备之间建立连接即可为操作准备好SD卡。该过程对PSS 4000专用设备（例如PSSu系统）特别有用。也可以为PC创建SD卡，但不能直接使用这些SD卡（必须将数据从SD卡手动复制到PC）。

► 执行到目录的间接项目下载

所有设备项目和相应的命名数据均存储在目录中。该目录可能位于本地驱动器、网络驱动器或大容量存储设备（如U盘）上。可从那里将数据复制到SD卡上，并将SD卡插入设备，以使项目能够运行。可将PC设备项目复制到PC上。

通过“间接下载到目录”操作，还可以创建SD卡，并可以将设备项目和所有项目的PSS 4000专属设备（例如PSSu系统）的相应命名数据存储到该SD卡上。如果某个设备在任何时候需要SD卡，则必须将相关数据移至SD卡，然后相配的SD卡已可用。



注意

在间接项目下载后，确保项目的整体数据一致性

间接项目下载后，项目设备上的数据自动一致；例如，对于一台设备，设备项目中的数据始终一致，即使从SD卡传输设备项目失败或文件在复制时被损坏。

用户有责任保证所有设备的设备项目彼此之间保持一致。

在这种情况下，处理步骤如下：

- 检查所有项目的设备上是否已收到相同的项目版本。
为此，首先在PAS4000的在线网络编辑器中显示每个项目设备的在线信息。检查所有项目设备的“项目名称”和“构建于”项目信息均匹配。
作为PAS4000的替代方案，可以使用PSS 4000 OPC服务器UA查询“项目名称”和“构建于”。
- 如果设备上的项目信息不匹配，在PAS4000中再次执行间接项目下载，并再次将设备项目分发到设备上。

10.11 封装的 FS 块

封装的块对编程具有辅助作用。封装的块无法修改，不会被擅自改动。

封装的 FS 块用于处理常被请求的安全相关任务（例如，急停）。它们可由用户创建或由 Pilz 提供。

使用认证封装的 FS 块可加快项目的认证过程，因为这些块包含的用户程序将无需重新测试，即使用在需要强制检验的机器上。有

► 封装的用户块

对于封装的用户块，需存储更多信息。例如，这些信息包括：

- 封装块测试人员的姓名
- 公司名称
- 认证机构名称
- 证书号

► 封装的 Pilz 块

Pilz 提供各种通过认证机构（例如，BG、TÜV）测试和认证的块。

最好使用已通过认证机构认证的块。您应该检查对这些块假定的操作条件是否与用户程序要求的状态一致。

11 操作模式

11.1 PAS4000与PSS 4000设备之间的通信

为执行在线操作，安装PAS4000的计算机 (PAS4000-PC) 必须连接到包含项目的PSS 4000设备 (PSS 4000专用设备和/或PSS 4000可操作设备) 的网络。

有关更多信息，在PAS4000的在线帮助中提供。

11.1.1 建立点到点连接

通过点对点连接，PAS4000 可以访问网络中的单个 PSS 4000 专用/可操作设备以及所有的 PSS 4000 专用/可操作设备。

理论

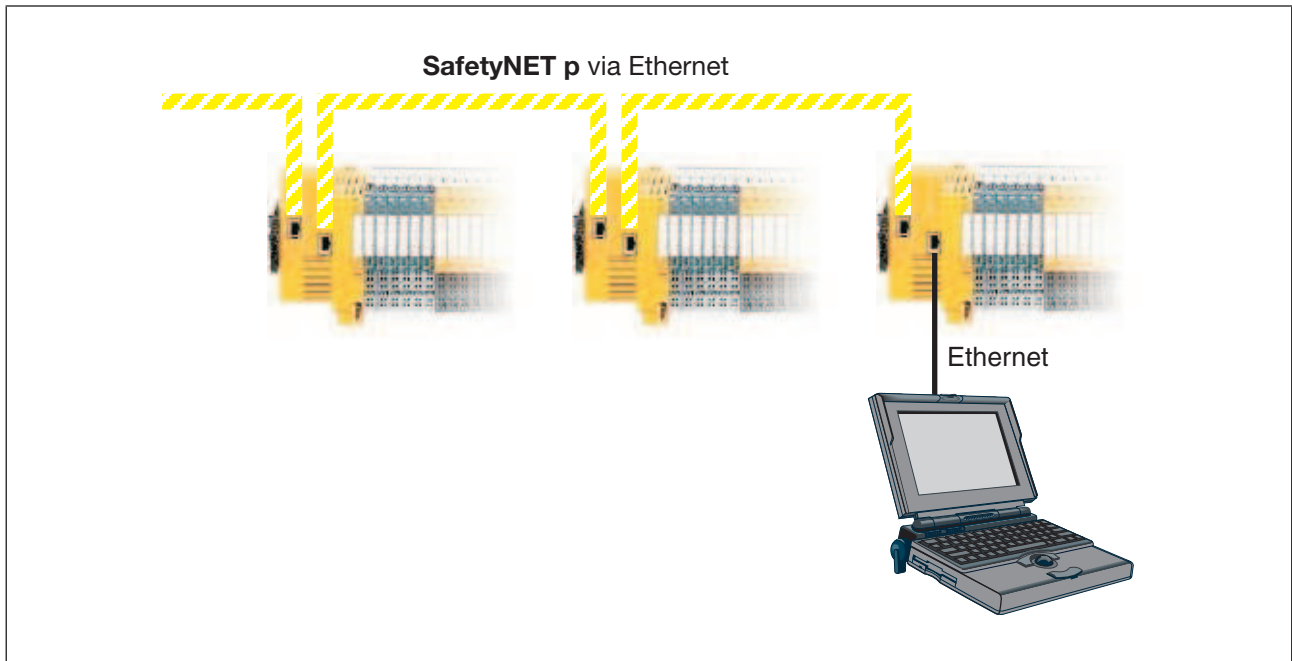


图: PAS4000 的点对点连接原则

请参阅[无路由器的网络](#) [ 112]中的信息。

11.1.2 建立远程连接

通过远程连接，PAS4000 可以访问网络中的单个 PSS 4000 专用/可操作设备以及所有的 PSS 4000 专用/可操作设备。



注意

数据安全风险

请在通过远程连接通信时（例如，用于诊断）注意有关数据安全的特殊功能（参见“PSS 4000 安全手册”）。

理论

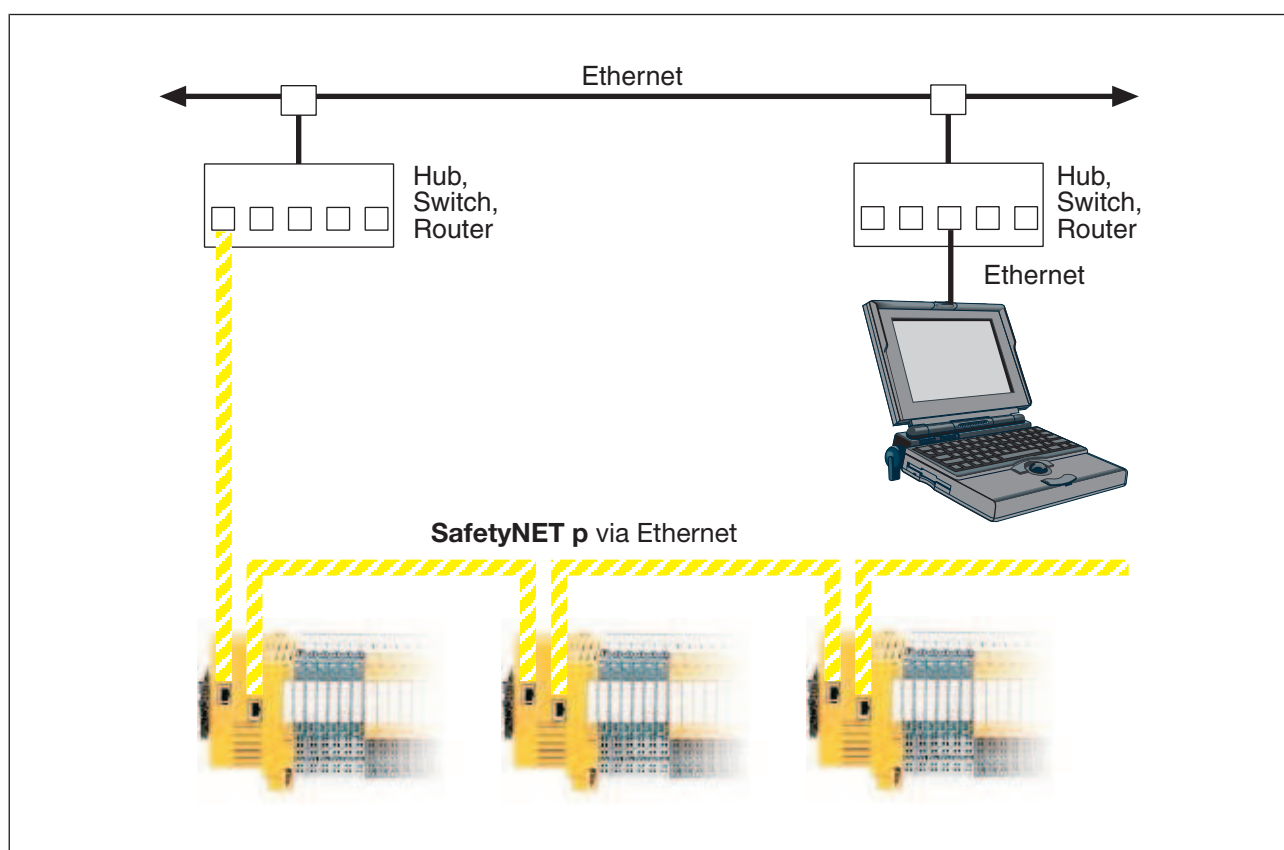


图: PAS4000 的远程连接原则

请注意使用路由器时的限制条件（见[有路由器的网络 \[113\]](#)）。

11.2 设备运行状态下的运行状态和变化

运行状态下的一些运行状态和变化会影响PSS 4000专属设备的所有系统部分，其他运行状态和变化的影响则仅限于一个系统部分。PSS 4000专属设备可包含所有系统部分或其中的一个子集（见[系统部分 \[📖 21\]](#)）：

以下说明专门介绍影响PSS 4000专属设备所有系统部分的运行状态。

图“PSS 4000专属设备运行状态下的运行状态和变化”（见[流程图 \[📖 319\]](#)）提供了运行状态的概述（灰色）：

- ▶ 方括号中的数字标示了运行状态的各种变化。
- ▶ 罗马数字I和II标示的部分为连接点，在其他图中有所引用。
- ▶ 罗马数字III、IV、V a/b、VI a/b和VII标示部分的参考图显示了系统部分运行状态下的运行状态和变化。

下列说明假定PSS 4000专属设备上有一个有效设备项目。

11.2.1 流程图

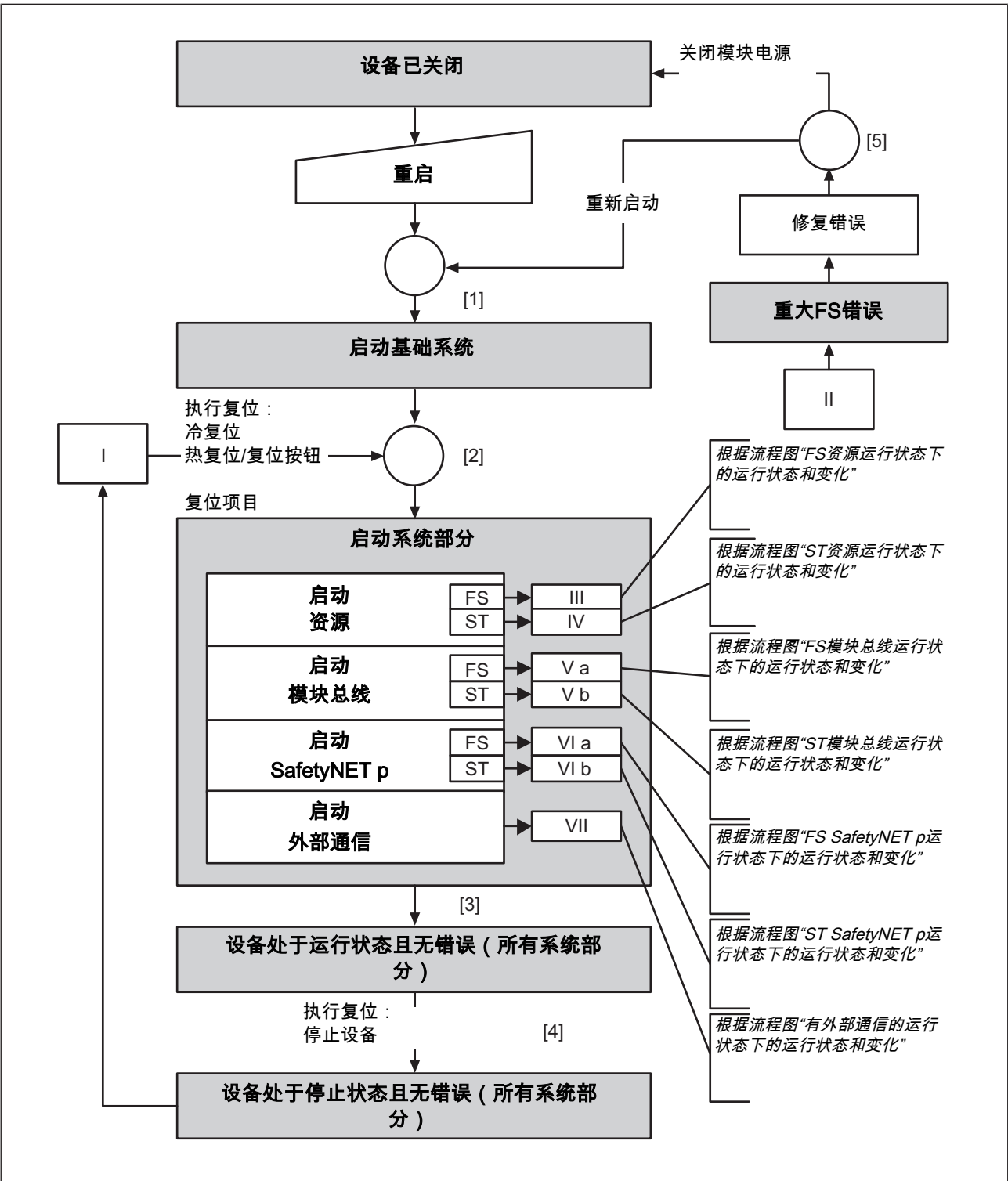


图: PSS 4000专属设备运行状态下的运行状态和变化

11.2.2 设备的运行状态

PSS 4000专属设备可假定以下运行状态（见流程图）：

- ▶ 运行状态“设备已关断”
- ▶ 运行状态“启动基础系统”
- ▶ 运行状态“启动系统部分”
- ▶ 运行状态“设备处于运行状态且无错误”
- ▶ 运行状态“设备处于停止状态且无错误”
- ▶ 运行状态“重大FS错误”



重要信息

每个运行状态的描述都包括一个触发运行状态变化的选项列表。这些选项将单独介绍（见[复位、重启、启动和停止选项 \[411\]](#)）。

11.2.2.1 设备已关闭

“设备关闭”是指PSS 4000专属设备处于无电状态。接通模块电源的供电电压（冷启动）会使PSS 4000专属设备切换到运行状态“启动基础系统”。

11.2.2.2 运行状态“启动基础系统”

执行各种启动测试（例如，内存测试）。如果启动过程中发生任何错误，则PSS 4000专属设备将不启动。设备上的“DIAG”LED指示灯呈红色闪烁。

故障排除措施

- ▶ 检查技术细则（例如，模块电源的供电电压、环境温度）
- ▶ 可能需要更换设备

11.2.2.3 运行状态“启动系统部分”

“启动系统部分”时处于以下阶段之一：

- ▶ 启动基础系统之后，直到PSS 4000专属设备的所有系统部分处于运行状态，或者
- ▶ 触发复位命令（冷复位、复位按钮/热复位）之后，直到PSS 4000专属设备的所有系统部分恢复到运行状态，或者
- ▶ 启动基础系统或触发复位命令之后，直到系统部分处于错误状态
这些错误状态分别在各自的系统部分予以介绍。

测试阶段

在实际启动系统部分之前先进入测试阶段。在该测试阶段中进行硬件自检，并验证设备固件。如果检测到错误或设备固件崩溃，则操作系统停止启动过程。

在这些情况下，“DIAG”状态LED指示灯呈红色闪烁，诊断不可用，复位按钮不起作用，并阻止所有在线操作。只能通过切断电源（重启设备）来退出此状态。

如果已执行各种自检且没有错误，则检查SD卡的一致性。如果无法在SD卡上执行日志文件系统的日志，则会在没有SD卡的情况下启动系统部分（参见以下流程图中的[1]）。关于更多信息，参见[日志文件系统 \[462\]](#)和[绑定SD卡 \[462\]](#)。

如果在测试阶段期间按下复位按钮，则在测试和检查后停止启动过程。设备切换至恢复模式。关于更多信息，参见[恢复模式 \[434\]](#)。

开始实际的“启动系统部分”

SD用于决定命名数据以及执行系统部分启动的设备项目。

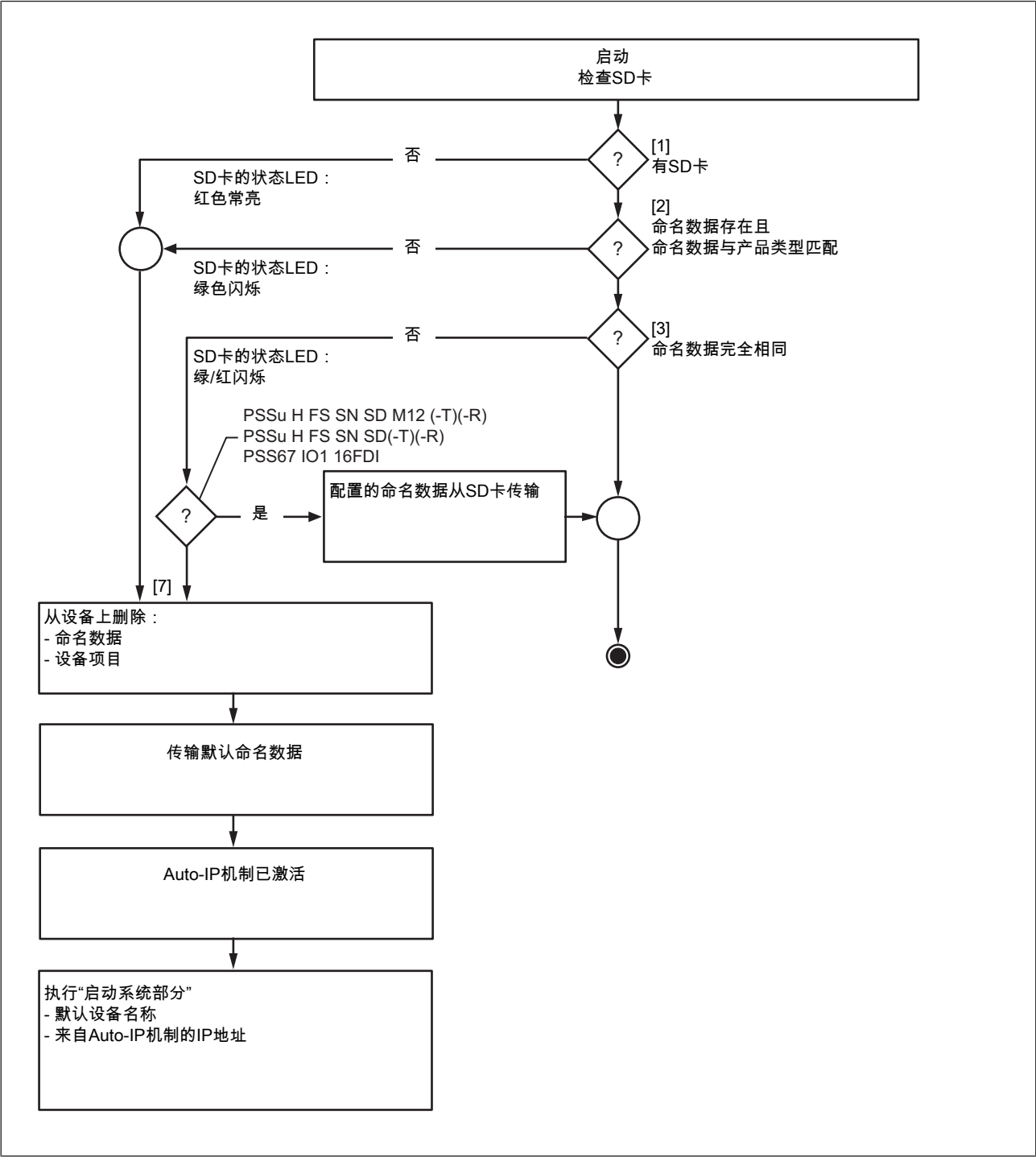


图: 用于检查SD卡的流程图 (第1部分)

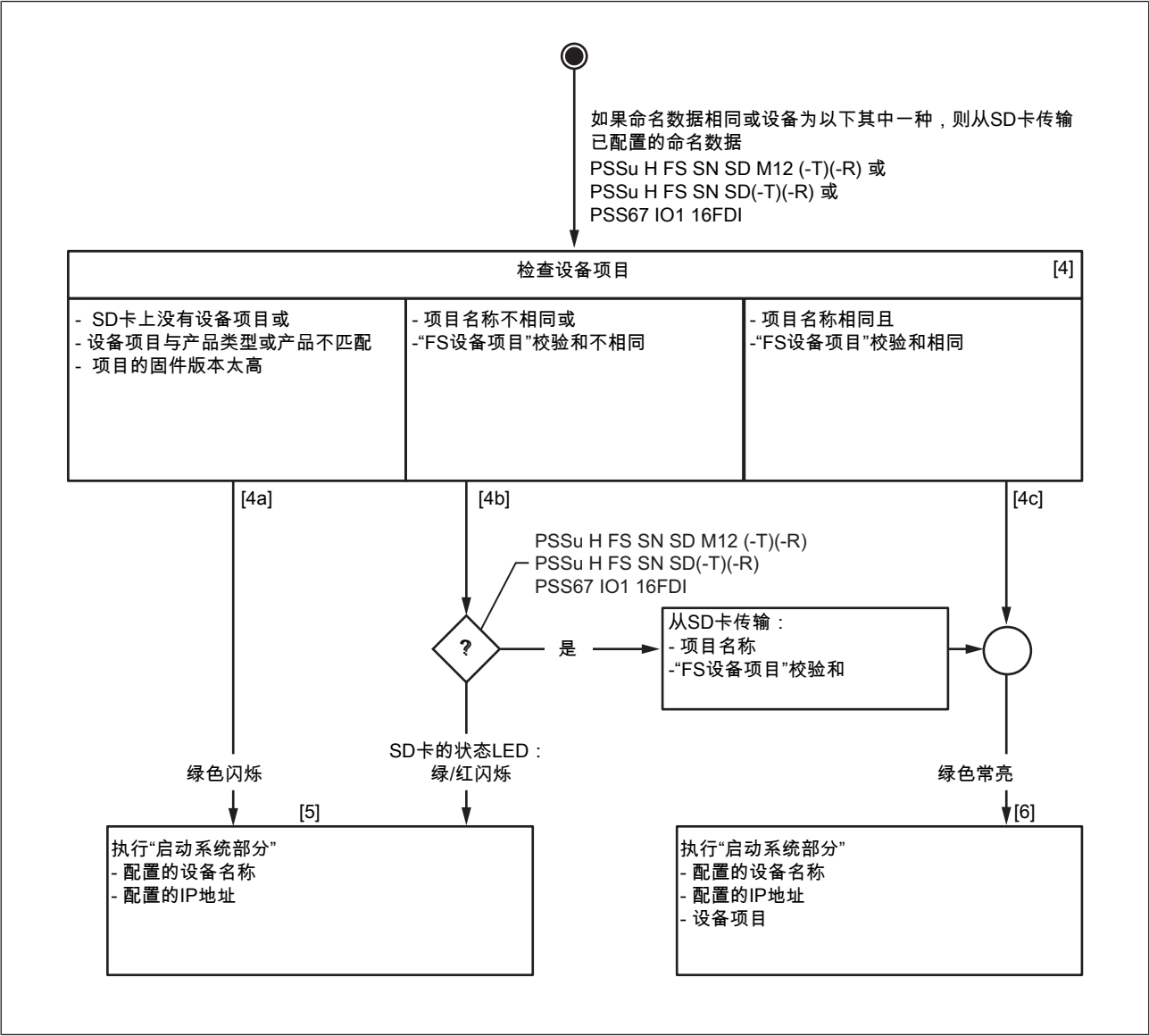


图: 用于检查SD卡的流程图 (第2部分)

[1]
第一项测试检查设备的SD卡是否可访问。即，检查SD卡是否

- ▶ 插入
- ▶ 完好
- ▶ 不为空

如果SD卡不可访问，设备在不包含设备项目、但带有出厂默认设置的命名数据的条件下启动（见 [7]）。

[2]
通过测试可确定SD卡是否包含命名数据（见命名数据 [298]），以及SD卡上的命名数据是否符合设备的产品类型。

如果SD卡不含命名数据或命名数据与设备的产品类型不符，设备在不包含设备项目、但带有出厂默认设置的命名数据的条件下启动（见 [7]）。

[3]

通过测试可确定设备上的命名数据与SD卡的命名数据是否相符。可分为以下几种情况：

- ▶ 完全相同的命名数据：
 - 作为下一步，测试设备项目（见 [4]）。
- ▶ 以下设备之一上不完全相同的命名数据：
 - PSSu H FS SN SD(-T)(-R)
 - PSSu H FS SN SD M12 (-T)(-R)
 - PSS67 IO1 16FDI

删除设备上的命名数据，然后设备采用SD卡上的命名数据。作为下一步，测试设备项目（见 [4]）。

- ▶ 所有其他设备上出现不完全相同的命名数据：
 - 设备在不包含设备项目、但带有出厂默认设置的命名数据的条件下启动（见 [7]）。

[4]

针对设备项目执行各种测试。测试程序取决于测试结果：

- ▶ 如果至少符合下列其中一个条件，则遵循 [4a]：
 - SD卡上没有任何设备项目；
 - 这种情况可能发生在设备命名过程中（举例）。
 - SD卡上的设备项目与设备的产品类型不符；
 - 这种情况可能发生在已更换SD卡时（举例）。
 - 针对SD卡上的设备项目，设备需要更高的固件版本

在所有这些情况下，设备以用户配置的命名数据启动（设备名称、IP地址），但不含设备项目（见 [5]）。对于要获得设备项目的设备，需要执行直接项目下载（见[直接项目下载](#)  307）或需要执行“预定操作员操作，传输命名数据和/或设备项目”（见[预定操作员操作](#)  429）。

- ▶ 如果至少符合下列其中一个条件，则遵循 [4b]：
 - 设备上的项目名称与SD卡上的项目名称不完全相同；
 - 这种情况可能发生在已更换SD卡时（举例）。
 - 设备**不是**PSSu H FS SN SD(-T)(-R)、PSSu H FS SN SD M12 (-T)(-R) 或 PSS67 IO1 16FDI，设备上的“FS设备项目”校验和与SD卡上的“FS设备项目”校验和不完全相同；
 - 这种情况可能发生在已更换SD卡时（举例）。

设备以用户配置的命名数据启动（设备名称、IP地址），但不含设备项目（见 [5]）。对于要获得设备项目的设备，需要执行直接项目下载（见[直接项目下载](#)  307）或需要执行“预定操作员操作，传输命名数据和/或设备项目”（见[预定操作员操作](#)  429）。

PSSu H FS SN SD(-T)(-R)、PSSu H FS SN SD M12 (-T)(-R) 或 PSS67 IO1 16FDI 从其设备内存中删除项目名称和“FS设备项目”校验和，并采用SD卡上的项目名称和“FS设备项目”校验和。设备以用户配置的命名数据（设备名称、IP地址）以及SD卡中的设备项目启动（见 [6]）。

- ▶ 如果至少符合下列其中一个条件，则遵循 [4c]：

SD卡与设备上的项目名称和校验和“FS设备项目”完全相同。

此过程对应“状况良好的”设备，即设备符合实现正常运行的操作必需的所有要求。例如，这些要求包括：

- SD卡可访问
- 设备命名数据和设备项目已成功从SD卡传输到设备
- 未正确交换SD卡

设备以用户配置的命名数据（设备名称、IP地址）以及SD卡中的设备项目启动（见 [6]）。



重要信息

在启动时，将从SD卡上删除所有不相关的数据和目录，即：

- 将从SD卡上删除/userfiles目录之外由用户保存的并非来自系统的数据和目录。
- PSS 4000固件功能所需的目录，以及以下目录和文件均保留在SD卡上：
 - /userfiles目录
 - CM-stick目录
 - SD卡根目录的 "journal.jnl" 文件
- 请注意，SD卡上只保留设备PSS 4000固件已知功能的目录。
例如，如果对设备使用具有更高固件版本的设备的SD卡，将删除只有在具有更高固件版本的设备上才能使用的所有功能的目录。

[7]

在以下情况下程序将遵循 [7]：

- ▶ SD卡未插入设备、为空、不一致或有缺陷。
- ▶ SD卡不包含任何命名数据，或SD卡上的命名数据与设备的产品类型不符。这种情况可能发生在所用的SD卡不适用或来自不同产品类型的设备时（举例）。
- ▶ 设备**不是**PSSu H FS SN SD(-T)(-R)、PSSu H FS SN SD M12 (-T)(-R) 或 PSS67 IO1 16FDI，且SD卡上的命名数据与设备的命名数据不完全相同。这种可能发生在命名数据在新设备命名过程中被更换的情况（举例）。

程序遵循 [7] 时，执行以下操作：

- ▶ 删除设备上的命名数据。
- ▶ 删除设备上的项目名称和校验和“FS设备项目”。
- ▶ 设备激活出厂默认设置的命名数据。
- ▶ 设备激活其Auto-IP机制。
- ▶ 执行运行状态“启动系统部分”。设备使用
 - 出厂默认设置的设备名称
 - 通过Auto-IP机制分配的IP地址

“启动系统部分”期间的行为：

- ▶ 如果在启动过程中未检测出任何故障，则启动所有系统部分。并行执行各启动过程（见流程图中的部分III ... VI）。
- ▶ 如果在启动过程中检测出故障，则将受影响的系统部分切换到其中一种错误状态。所有未受影响的系统部分继续执行启动过程并切换到运行状态（见流程图中的部分III ... VII）。
- ▶ 启动过程完成时
 - 所有系统部分均已成功加载其配置（“DIAG”LED指示灯从“呈绿色闪烁”切换到“呈绿色常亮”状态）
 - 系统部分登记故障情况（“DIAG”LED指示灯从“呈绿色闪烁”切换到“呈橙色常亮”、“呈红色常亮”或“呈红色闪烁”状态），然后切换到错误状态。在这些情况下，受影响的系统部分仍能成功加载其配置。
- ▶ 状态LED指示灯

设备上的状态LED指示灯可提供有关系统部分状态的信息。

11.2.2.4 运行状态“设备处于运行状态且无错误”

此运行状态的实际特点是，所有系统部分均处于运行状态并且无错误运行（见流程图的部分 III ... VII）。

► 状态LED指示灯

设备上的状态LED指示灯可提供有关系统部分状态的信息。

11.2.2.5 运行状态“设备处于停止状态且无错误”

此运行状态是通过PAS4000触发显式停止实现的（设备停止）。

影响

- ▶ 系统部分完成当前的处理操作。一切其他处理操作都停止。所有系统部分均处于停止状态。停止状态期间的行为将单独介绍（见[停止命令 - 停止状态期间的行为](#)  423）。

- ▶ 状态LED指示灯

设备上的状态LED指示灯可提供有关系统部分状态的信息。

故障排除措施

以下命令可用于启动PSS 4000专属设备：

- ▶ 热复位 (PAS4000) 或复位按钮（设备）
- ▶ 冷复位 (PAS4000)
- ▶ 启动项目 (PAS4000)

11.2.2.6 运行状态“重大 FS 错误”

如果错误导致运行状态“重大FS错误”，则PSS 4000专属设备的受影响部分将按照定义结束。实现定义的状态。

可能的原因

- ▶ 似然错误
例如，微处理器之间的异常（不同的计算结果）
- ▶ 内存错误
- ▶ 由始终或偶尔产生高网络负载的设备造成的过大网络负载
例如，打印机、摄像机、经常传输广播或多播报文的设备

影响

- ▶ 如果安全相关系统部分发生重大错误，则所有其他安全相关系统部分都将停止和/或切换到安全状态：
 - FS资源处于停止状态并且不再执行FS资源任务。
 - 所有硬件FS输出均切换到安全状态。
 - 通过SafetyNET p的FS过程数据通信停止。
- ▶ 对于通过FS资源确定值并通过其他资源访问的过程数据，使用有效位 = FALSE的替代值。
- ▶ 请参考PAS4000的在线帮助，了解有关通过FS资源取值的变量处理方式的详细信息（易失性变量、非易失性变量）
- ▶ 硬件ST输出不受影响
- ▶ 设备上的状态LED指示灯
“FS RUN”LED指示灯熄灭，“FS SNp”LED指示灯亮起和“MBUS”LED指示灯呈红色闪烁。

故障排除措施

1. 诊断
例如，使用PAS4000读取项目诊断列表和/或诊断日志
2. 修复错误
3. 执行冷启动/重启命令



注意

在以下运行状态下不执行命令：“重大FS错误”

当PSS 4000专属设备处于“重大FS错误”运行状态且PAS4000发送以下命令之一时，设备不执行命令。

受影响的命令：

- 直接项目下载
- 初始复位
- 冷/热复位
- 冷/热重启
- 停止命令之一

在这些情况下，设备向PAS4000发送错误消息。

11.2.3 设备运行状态变化

此运行状态变化的描述参考了图“设备运行状态下的运行状态和变化”（见流程图）。

[1] 冷启动/重启命令后的运行状态变化

PSS 4000专属设备的模块电源开启（冷启动）时或执行重启命令 (PAS4000) 后，设备首先切换到“启动基础系统”状态，执行各种启动测试，然后切换到“启动系统部分”状态。

从根本上而言，当设备处于任何状态时，均可通过冷启动/重启命令强制实现“启动基础系统”后运行状态的变化（见流程图中的部分II）。出于可用性的原因，我们建议您仅在真正必要时强制实施运行状态的变化。例如，在修复已导致重大错误的错误之后。

[2] 复位后的运行状态变化

从根本上而言，可在PSS 4000专属设备处于任何状态时触发复位（冷复位、复位按钮/热复位或项目复位）（见流程图中的部分I）。其影响（例如，如何处理变量）取决于所用的复位方式。复位之后，设备切换到“启动系统部分”状态。

出于可用性的原因，我们建议您仅在真正必要时触发复位。

复位的影响将单独介绍（见（[复位命令 \[418\]](#)））。

[3] 从“启动系统部分”切换到“设备处于运行状态且无错误”

只要PSS 4000专属设备的所有系统部分均处于运行状态且无错误运行，就会出现此运行状态变化。

影响

- ▶ 启动毫秒计时器。
- ▶ 非易失性和易失性变量的内容记录在“复位、重启、启动和停止选项”下（见[对局部和资源全局变量的影响 \[413\]](#)）。
- ▶ PII/PIO中的所有值均设置为ZERO。
 - 可能是模块总线已被FS资源和/或ST资源启动。这种情况下，PII可能包含当前输入值。
- ▶ 向诊断列表添加条目。

[4] 从“设备处于运行状态且无错误”切换到“设备处于停止状态且无错误”

此运行状态变化必须明确通过PAS4000触发（例如，停止设备）。

停止操作的影响将单独介绍（见（[停止命令 \[423\]](#)））。

[5] 从“重大FS错误”切换到“启动系统部分”

修复错误后，PSS 4000专属设备仅可通过冷启动/重启命令启动。由于冷启动/重启命令，设备切换到“启动基础系统”，执行启动测试，然后为实现“启动系统部分”状态运行整个启动过程。

11.3 PSSu 资源运行状态下的运行状态和变化

以下说明专门介绍PSS 4000专属设备的FS资源的运行状态，必要时参考设备的运行状态。

图“FS资源运行状态下的运行状态和变化”（见流程图  335）提供了该运行状态的概述（灰色）：

- ▶ 方括号中的数字标示了运行状态的各种变化。
- ▶ 罗马数字I和II标示的部分参考了图“设备运行状态下的运行状态和变化”（见流程图  335），因为其影响涉及PSS 4000专属设备的所有系统部分，而不仅仅是FS资源。
- ▶ 罗马数字III标示的部分参考了图“设备运行状态下的运行状态和变化”（见流程图），因为FS资源在启动PSS 4000专属设备的系统部分时启动。

11.3.1 流程图

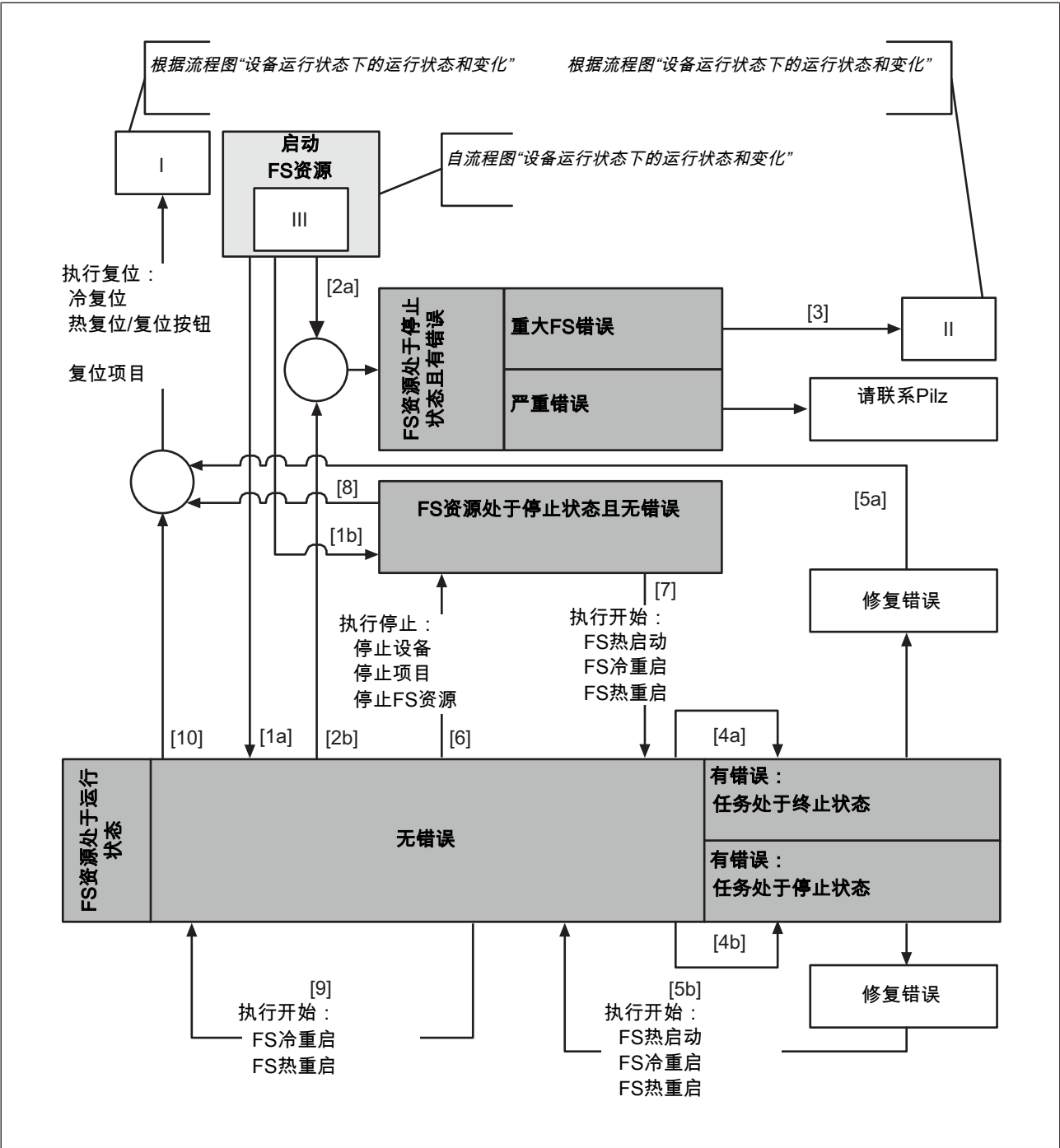


图: FS资源运行状态下的运行状态和变化

11.3.2 FS 资源的运行状态

各种运行状态的描述假定PSS 4000专属设备上有一个有效设备项目。

FS资源可假定以下运行状态（见流程图  335）：

- ▶ 运行状态“FS资源处于运行状态”：
 - FS资源处于运行状态且无错误
 - FS资源处于运行状态且有错误：任务处于终止状态
 - FS资源处于运行状态且有错误：任务处于停止状态
- ▶ 运行状态“FS资源处于停止状态且无错误”
- ▶ 运行状态“FS资源处于停止状态且有错误”：
 - 严重错误
 - 重大FS错误



重要信息

各种运行状态的描述都包括一个触发运行状态变化的选项列表。这些选项将单独介绍（见复位、重启、启动和停止选项  411）。

11.3.2.1 FS 资源处于运行状态且无错误

此运行状态通过以下其中一个选项实现：

- ▶ 一个成功的启动过程之后，触发方式为
 - 冷启动设备或通过PAS4000对设备使用重启命令
 - 按设备上的复位按钮
 - 通过PAS4000触发复位
- （冷复位、热复位、项目复位）
- ▶ 通过PAS4000启动或重启之后
- （FS冷重启、FS热重启、FS热启动）

影响

- ▶ 在运行状态“FS资源处于运行状态且无错误”下，FS资源任务无错误运行。
- ▶ 设备上的状态LED指示灯：
“FS RUN”LED指示灯呈绿色常亮。

11.3.2.2 FS 资源处于停止状态且无错误

此运行状态是通过PAS4000触发停止实现的（设备已停止，FS资源已停止，项目已停止）。

影响

- ▶ 资源处于停止状态时硬件输入、硬件输出、处理数据和系统部分的行为将单独介绍（见[停止命令 - 停止状态期间的行为 \[📖 423\]](#)）。
- ▶ 对局部变量和资源全局变量的影响将单独介绍（参见[对局部变量和资源全局变量的影响 \[📖 413\]](#)）。
- ▶ 设备上的状态LED指示灯：
FS-RUN LED指示灯熄灭。

故障排除措施

- ▶ FS资源启动/重启：
 - FS热启动 (PAS4000)
 - FS冷重启 (PAS4000)
 - FS热重启 (PAS4000)
- ▶ 复位设备：
 - 热复位 (PAS4000) 或复位按钮（设备）
 - 冷复位 (PAS4000)
- ▶ 项目复位
 - 项目的热复位 (PAS4000)
 - 项目的冷复位 (PAS4000)

11.3.2.3 FS 资源处于运行状态且有错误：任务处于终止状态

如果错误导致此运行状态，则受影响的任务将按照定义结束。实现定义的状态。

可能的原因

(另请参见IEC 61131-3，表E1)

- ▶ 执行时间错误
例如，超过执行时间导致的超时错误

影响

- ▶ 不再执行受影响的FS资源任务，所有其他FS资源任务继续执行。
- ▶ FS资源继续处于运行状态
- ▶ 以下内容适用于声明为本地变量或在已停止任务的POU中参考为VAR_EXTERNAL的所有O-PI变量：
替代值用于I/O映射的数据目标（如I-PI变量，硬件输出），并且有效位 = FALSE。
- ▶ 以下内容适用于Multi块中创建为O-PI点或参考为VAR_EXTERNAL的O-PI变量：
替代值用于I/O映射的数据目标（如I-PI变量，硬件输出），并且有效位 = FALSE。
- ▶ 以下情况适用于资源全局变量（非O-PI变量），这些变量通过已结束任务的块中的VAR_EXTERNAL进行引用：
它们包含最新值，这些值将会生效并被存储起来，并且不会被设置为其初始值。
- ▶ 如果全局变量在尚未结束任务的块中通过“VAR_EXTERNAL”引用，则该值可被覆盖。覆盖的结果是，资源全局O-PI变量将再次被标记为有效。
- ▶ 请参考PAS4000的在线帮助，了解有关变量处理方式的详细信息（易失性变量、非易失性变量）
- ▶ 设备上的状态LED指示灯：
“FS-RUN”LED指示灯呈绿色闪烁。

故障排除措施

1. 诊断
例如，使用PAS4000阅读诊断列表和/或诊断日志
2. 修复错误
3. 执行复位：
使用热复位或冷复位

11.3.2.4 FS 资源处于运行状态且有错误：任务处于停止状态

如果错误导致此运行状态，则受影响的任务将按照定义停止。实现定义的状态。

可能的原因

(另请参见IEC 61131-3，表E1)

▶ 运行时错误

例如，一个变量值超过定义的范围，函数的数字结果超出数据类型的取值范围，除以0

影响

▶ 不再执行受影响的FS资源任务，所有其他FS资源任务继续执行。

▶ FS资源继续处于运行状态

▶ 以下内容适用于声明为本地变量或在已停止任务的POU中参考为VAR_EXTERNAL的所有O-PI变量：

替代值用于I/O映射的数据目标（如I-PI变量，硬件输出），并且有效位 = FALSE。

▶ 以下内容适用于Multi块中创建为O-PI点或参考为VAR_EXTERNAL的O-PI变量：

替代值用于I/O映射的数据目标（如I-PI变量，硬件输出），并且有效位 = FALSE。

▶ 以下情况适用于资源全局变量（非O-PI变量），这些变量通过已停止任务的块中的VAR_EXTERNAL进行引用：

它们包含最新值，这些值将会生效并被存储起来，并且不会被设置为其初始值。

▶ 如果全局变量在尚未停止任务的块中通过“VAR_EXTERNAL”引用，则该值可被覆盖。覆盖的结果是，资源全局O-PI变量将再次被标记为有效。

▶ 请参考PAS4000的在线帮助，了解有关变量处理方式的详细信息（易失性变量、非易失性变量）

▶ 设备上的状态LED指示灯：

“FS-RUN”LED指示灯呈绿色闪烁。

故障排除措施

1. 诊断

例如，使用PAS4000阅读诊断列表和/或诊断日志

2. 修复错误

3. 执行复位或（重新）启动：

使用FS热启动，FS暖重启或FS冷重启

也可以使用其中一个复位命令。复位命令影响设备的所有系统部分，而不仅仅是FS资源。

11.3.2.5 重大 FS 错误

如果错误导致此运行状态，则FS资源的受影响部分将按照定义结束。实现定义的状态。

重大FS错误的影响涉及PSS 4000专属设备的所有安全相关部件（参见[运行状态“重大FS错误”](#)  [331](#)）。

11.3.2.6 严重错误

如果错误导致运行状态“严重错误”，则将尽可能尝试有序地退出PSS 4000专属设备上所有正在运行的进程。安全相关系统部分均停止和/或切换到安全状态。

可能的原因

- ▶ 初始化错误

- ▶ 内部固件错误

(例如，内存错误，虽然检测到错误，但已导致设备的固件中发生重大错误，因而导致该固件不能再正确执行。)

- ▶ 硬件缺陷

影响

- ▶ FS硬件输出切换到安全状态。

- ▶ 变量内容和ST硬件输入/ST硬件输出的状态是随机的。

- ▶ 设备上的状态LED指示灯：

“FS RUN”、“ST RUN”、“FS SNp”、“ST SNp”和“DIAG”LED指示灯的状态是随机的。

解决方法

用户无法修复此错误。如果设备处于此运行状态，则按照下列步骤操作：

1. 注意发生错误时所处的状态。
2. 为使用PAS4000读取/打印诊断列表和/或诊断日志，执行冷启动/重启命令。
但是，仅在由通信区域的故障导致严重错误时才可实现。
3. 请联系Pilz

11.3.3 FS 资源的运行状态变化

运行状态变化的描述假定设备包含一个有效的设备项目。这些数字参考了图“FS资源运行状态下的运行状态和变化”中运行状态的变化（见流程图 [📖 335]）。



重要信息

每个运行状态变化的描述都包括一个触发运行状态变化的选项列表。这些选项将单独介绍（见[复位、重启、启动和停止选项 \[📖 411\]](#)）。

[1a] 从“启动系统部分”切换到“FS资源处于运行状态且无错误”

“启动系统部分”是PSS 4000专属设备的一种运行状态（见流程图）。如果随着系统部分的启动安全相关系统部分中未检测出任何错误，则启动FS资源，同时切换到状态“FS资源处于运行状态且无错误”。

[1b] 从“启动系统部分”切换到“FS资源处于停止状态且无错误”

“启动系统部分”是PSS 4000专属设备的一种运行状态（见流程图）。在各种环境下，FS资源不可实现运行状态“FS资源处于运行状态且无错误”，而是变为“FS资源处于停止状态且无错误”：

- ▶ 由于手动执行了停止命令（见 [6]），导致FS资源处于运行状态“FS资源处于停止状态且无错误”。取代启动命令（见 [7]），转而执行一个复位命令（见 [8]）。但是，在此情况下，FS资源无法通过任意的复位命令实现一种运行状态；而是切换回“FS资源处于停止状态且无错误”。
- ▶ FS资源处于运行状态“FS资源处于运行状态且有错误”：任务处于停止状态”。修复错误后，执行一种复位命令，而不是启动命令（见 [5b]）。但是，在此情况下，FS资源无法通过任意的复位命令实现一种运行状态；而是切换到“FS资源处于停止状态且无错误”。

[2a] 从“启动系统部分”切换到一种错误状态

如果随着系统部分的启动安全相关系统部分中检测出错误（见流程图），FS资源切换到“重大FS错误”或“严重错误”运行状态，依错误情况而定。

[2a] 从“FS资源处于运行状态且无错误”切换到一种错误状态如果FS资源处于运行状态时安全相关系统部分中检测出错误，FS资源切换到“重大FS错误”或“严重错误”运行状态，依错误情况而定。

[3] 从“重大FS错误”切换到“启动系统部分”

修复错误后，FS资源仅可通过冷启动/重启命令启动。由于冷启动/重启命令，PSS 4000专属设备切换到“启动基础系统”，执行启动测试，然后为实现“启动系统部分”状态运行整个启动过程（见流程图）。

[4a] 从“FS资源处于运行状态且无错误”切换到“FS资源处于运行状态且有错误：任务处于终止状态”

如果在FS资源任务中检测出错误，例如发现执行时间错误，则中断该任务，不再执行。所有其他FS资源任务继续运行。

[4b] 从“FS资源处于运行状态且无错误”切换到“FS资源处于运行状态且有错误：任务处于停止状态”

如果在FS资源任务中检测出错误，例如发现运行时错误，则停止该任务，不再执行。所有其他FS资源任务继续运行。

[5a] 从“FS资源处于运行状态且有错误：在“FS资源处于运行状态且无错误”之后任务处于终止状态

修复错误后，可通过下列复位命令中的一种重启FS资源：

- ▶ 热复位 (PAS4000) 或复位按钮 (设备)
- ▶ 冷复位 (PAS4000)
- ▶ 项目的热复位 (PAS4000)
- ▶ 项目的冷复位 (PAS4000)

[5b] 从“FS资源处于运行状态且有错误：在“FS资源处于运行状态且无错误”之后任务处于停止状态

在修复故障后，可通过下列（重新）启动命令中的一种重启受影响的任务：

- ▶ FS热启动
- ▶ FS热重启
- ▶ FS暖启动

[6] 从“FS资源处于运行状态且无错误”切换到“FS资源处于停止状态且无错误”

如果FS资源处于运行状态且无错误，用户可明确使FS资源切换到停止状态。将保持停止状态，直至用户明确重启FS资源。

在调试设备部分时（例如，进行调整时），触发此运行状态变化可能是有用的。

FS资源的停止状态可通过下列一个选项触发：

- ▶ 停止项目 (PAS4000)
- ▶ 停止设备 (PAS4000)
- ▶ 停止FS资源 (PAS4000)

[7] 从“FS资源处于停止状态且无错误”切换到“FS资源处于运行状态且无错误”

可使用下列一种命令引发此运行状态变化：

- ▶ FS热启动 (PAS4000)
- ▶ FS冷重启 (PAS4000)
- ▶ FS热重启 (PAS4000)

[8] 在“FS资源处于停止状态且无错误”状态下复位

如在此运行状态下执行其中一种复位命令（见 [8]），随着系统部分启动，FS资源回切到“FS资源处于停止状态且无错误”（见 [1b]）。使用任何一种复位命令，均无法使运行状态变为“FS资源处于运行状态且无错误”。

[9] 在“FS资源处于运行状态且无错误”状态下重启

如果在调试等过程中需要将变量设置为定义的值，可使用其中一种重启命令（见[对局部变量和资源全局变量的影响 \[413\]](#)）。

此运行状态变化可使用下列一种命令触发：

- ▶ FS热重启 (PAS4000)
- ▶ FS冷重启 (PAS4000)

[10] 从“FS资源处于运行状态且无错误”切换到“启动系统部分”

此运行状态变化会影响设备的所有系统部分（见流程图）。

此运行状态变化可使用下列一种命令触发：

- ▶ 热复位 (PAS4000) 或复位按钮 (设备)
- ▶ 冷复位 (PAS4000)
- ▶ 项目的热复位 (PAS4000)
- ▶ 项目的冷复位 (PAS4000)

11.4 ST 资源运行状态下的运行状态和变化

以下说明专门介绍PSS 4000专属设备的ST资源的运行状态，必要时参考设备的运行状态。

图“ST资源运行状态下的运行状态和变化”（见流程图  347）提供了该运行状态的概述（灰色）：

- ▶ 方括号中的数字标示了运行状态的各种变化。
- ▶ 罗马数字I标示的部分参考了图“设备运行状态下的运行状态和变化”（见流程图），因为其影响涉及PSS 4000专属设备的所有系统部分，而不仅仅是ST资源。
- ▶ 罗马数字IV标示的部分参考了图“设备运行状态下的运行状态和变化”（见流程图），因为ST资源在启动PSS 4000专属设备的系统部分时启动。

11.4.1 流程图

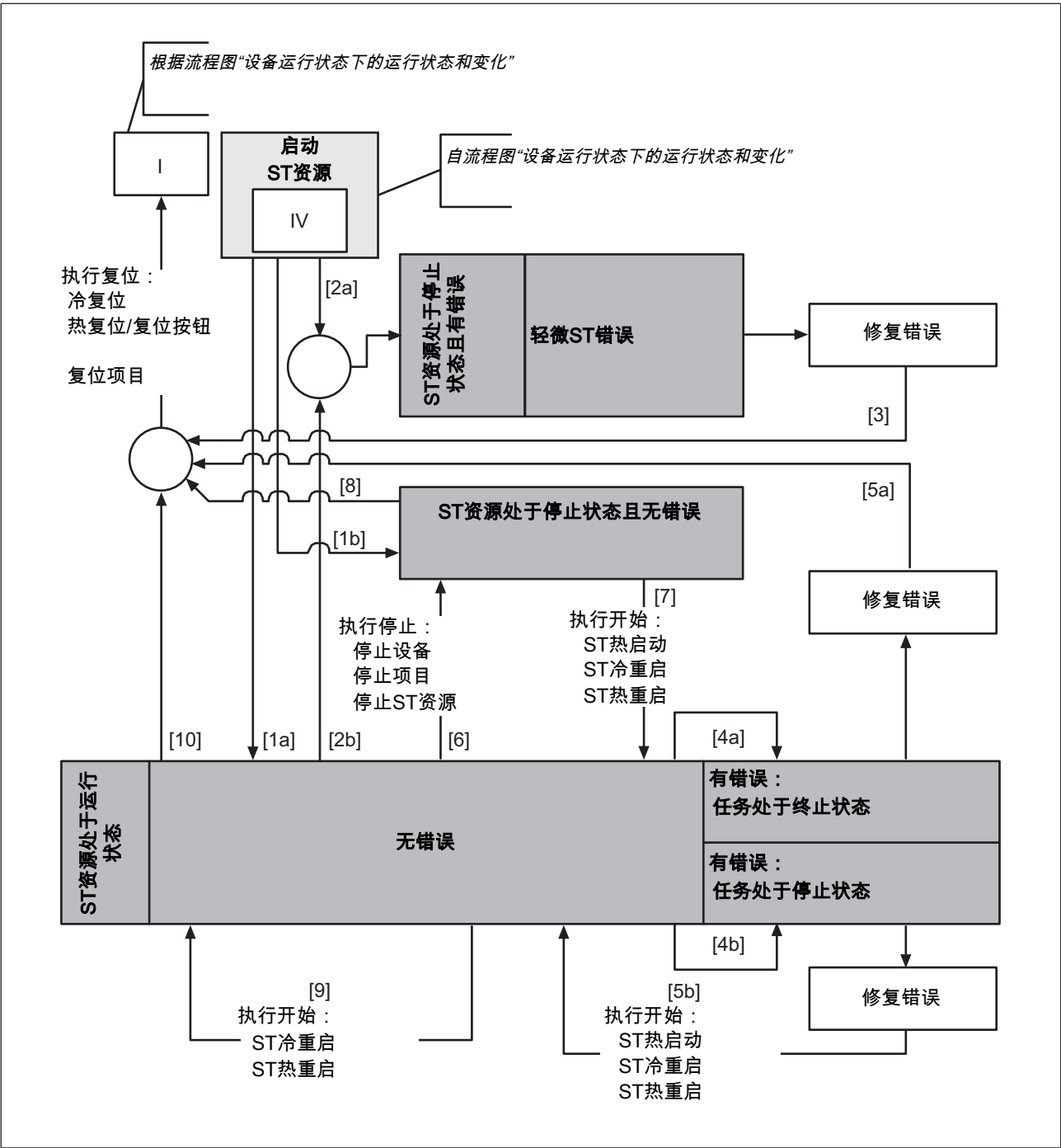


图: ST资源运行状态下的运行状态和变化

11.4.2 ST 资源的运行状态

各种运行状态的描述假定PSS 4000专属设备上有一个有效设备项目。

ST资源可假定以下运行状态（见流程图  347）：

- ▶ 运行状态“ST资源处于运行状态”：
 - ST资源处于运行状态且无错误
 - ST资源处于运行状态且有错误：任务处于终止状态
 - ST资源处于运行状态且有错误：任务处于停止状态
- ▶ 运行状态“ST资源处于停止状态且无错误”
- ▶ 运行状态“ST资源处于停止状态且有错误”：
 - 轻微ST错误



重要信息

每个运行状态的描述都包括一个触发运行状态变化的选项列表。这些选项将单独介绍（见复位、重启、启动和停止选项  411）。

11.4.2.1 ST 资源处于运行状态且无错误

此运行状态通过以下其中一个选项实现：

- ▶ 一个成功的启动过程之后，触发方式为
 - 冷启动设备或通过PAS4000对设备使用重启命令
 - 按设备上的复位按钮
 - 通过PAS4000触发复位
 - ▶ 通过PAS4000启动或重启之后
- (冷复位、热复位、项目复位)
- (ST冷重启、ST热重启、ST热启动)

影响

- ▶ 在运行状态“ST资源处于运行状态且无错误”下，ST资源任务无错误运行。
- ▶ 设备上的状态LED指示灯：
“ST RUN”LED指示灯呈绿色常亮。

11.4.2.2 ST 资源处于停止状态且无错误

此运行状态是通过PAS4000触发停止实现的（设备已停止，ST资源已停止，项目已停止）。

影响

- ▶ 资源处于停止状态时硬件输入、硬件输出、处理数据和系统部分的行为将单独介绍（见[停止命令 - 停止状态期间的行为 \[📖 423\]](#)）。
- ▶ 对局部变量和资源全局变量的影响将单独介绍（参见[对局部变量和资源全局变量的影响 \[📖 413\]](#)）。
- ▶ 设备上的状态LED指示灯：
“ST RUN”LED指示灯熄灭。

故障排除措施

- ▶ ST资源启动/重启：
 - ST热启动 (PAS4000)
 - ST冷重启 (PAS4000)
 - ST热重启 (PAS4000)
- ▶ 复位设备：
 - 热复位 (PAS4000) 或复位按钮（设备）
 - 冷复位 (PAS4000)
- ▶ 项目复位
 - 项目的热复位 (PAS4000)
 - 项目的冷复位 (PAS4000)

11.4.2.3 ST 资源处于运行状态且有错误：任务处于终止状态

如果错误导致此运行状态，则受影响的任务将按照定义结束。实现定义的状态。

可能的原因

(另请参见IEC 61131-3，表E1)

- ▶ 执行时间错误
未在任务循环时间内完成任务

影响

- ▶ 不再执行受影响的ST资源任务，所有其他ST资源任务继续执行。
- ▶ ST资源继续处于运行状态。
- ▶ 以下内容适用于声明为本地变量或在已停止任务的POU中参考为VAR_EXTERNAL的所有O-PI变量：
替代值用于I/O映射的数据目标（如I-PI变量，硬件输出），并且有效位 = FALSE。
- ▶ 以下内容适用于Multi块中创建为O-PI点或参考为VAR_EXTERNAL的O-PI变量：
替代值用于I/O映射的数据目标（如I-PI变量，硬件输出），并且有效位 = FALSE。
- ▶ 以下情况适用于资源全局变量（非O-PI变量），这些变量通过已停止任务的块中的VAR_EXTERNAL进行引用：
它们包含最新值，这些值将会生效并被存储起来，并且不会被设置为其初始值。
- ▶ 如果资源全局变量在尚未停止任务的POU中通过VAR_EXTERNAL引用，则该值可被覆盖。
覆盖的结果是，资源全局O-PI变量将再次被标记为有效。
- ▶ 请参考PAS4000的在线帮助，了解有关变量处理方式的详细信息（易失性变量、非易失性变量）
- ▶ 设备上的状态LED指示灯：
“ST-RUN”LED指示灯呈绿色闪烁。

故障排除措施

1. 诊断
例如，使用PAS4000阅读诊断列表和/或诊断日志
2. 修复错误
3. 执行复位：
使用热复位或冷复位

11.4.2.4 ST 资源处于运行状态且有错误：任务处于停止状态

如果错误导致此运行状态，则受影响的任务将按照定义结束。实现定义的状态。

可能的原因

(另请参见IEC 61131-3，表E1)

▶ 运行时错误

例如，一个变量值超过定义的范围，函数的数字结果超出数据类型的取值范围，除以0

影响

- ▶ 不再执行受影响的ST资源任务，所有其他ST资源任务继续执行。
- ▶ ST资源继续处于运行状态。
- ▶ 以下内容适用于声明为本地变量或在已停止任务的POU中参考为VAR_EXTERNAL的所有O-PI变量：
替代值用于I/O映射的数据目标（如I-PI变量，硬件输出），并且有效位 = FALSE。
- ▶ 以下内容适用于Multi块中创建为O-PI点或参考为VAR_EXTERNAL的O-PI变量：
替代值用于I/O映射的数据目标（如I-PI变量，硬件输出），并且有效位 = FALSE。
- ▶ 以下情况适用于资源全局变量（非O-PI变量），这些变量通过已停止任务的块中的VAR_EXTERNAL进行引用：
它们包含最新值，这些值将会生效并被存储起来，并且不会被设置为其初始值。
- ▶ 如果资源全局变量在尚未停止任务的POU中通过VAR_EXTERNAL引用，则该值可被覆盖。
覆盖的结果是，资源全局O-PI变量将再次被标记为有效。
- ▶ 请参考PAS4000的在线帮助，了解有关变量处理方式的详细信息（易失性变量、非易失性变量）
- ▶ 设备上的状态LED指示灯：
“ST-RUN”LED指示灯呈绿色闪烁。

故障排除措施

1. 诊断
例如，使用PAS4000阅读诊断列表和/或诊断日志
2. 修复错误
3. 执行启动/重启
使用ST热启动，ST热重启或ST冷重启
也可以使用其中一个复位命令。复位命令影响设备的所有系统部分，而不仅仅是ST资源。

11.4.2.5 轻微 ST 错误

如果错误导致此运行状态，则ST资源的受影响部分将按照定义结束。实现定义的状态。

可能的原因

- ▶ 非易失性变量的内存中出错

影响

- ▶ 不再执行受影响的ST资源任务，所有其他ST资源任务停止。
- ▶ ST资源处于停止状态。
- ▶ 对通过此任务取值的过程数据使用替代值；PI变量的相应有效位也 = FALSE。
- ▶ 参见PAS4000在线帮助，了解有关变量处理方式的详细信息（易失性变量、非易失性变量）
- ▶ 设备上的状态LED指示灯：
“ST RUN”LED指示灯熄灭。

故障排除措施

1. 诊断

例如，使用PAS4000阅读诊断列表和/或诊断日志

2. 修复错误

3. 执行复位

11.4.3 ST 资源的运行状态变化

运行状态变化的描述假定设备包含一个有效的设备项目。这些数字参考了图“ST资源运行状态下的运行状态和变化”中运行状态的变化（见流程图 [📖 347]）。



重要信息

每个运行状态变化的描述都包括一个触发运行状态变化的选项列表。这些选项将单独介绍（见复位、重启、启动和停止选项 [📖 411]）。

[1a] 从“启动系统部分”切换到“ST资源处于运行状态且无错误”

“启动系统部分”是PSS 4000专属设备的一种运行状态（见流程图）。如果随着系统部分的启动安全相关系统部分中未检测出任何错误，则启动ST资源，同时切换到状态“ST资源处于运行状态且无错误”。

[1b] 从“启动系统部分”切换到“ST资源处于停止状态且无错误”

“启动系统部分”是PSS 4000专属设备的一种运行状态（见流程图）。在各种环境下，随着系统部分启动，ST资源不可实现运行状态“ST资源处于运行状态且无错误”，而是切换到“ST资源处于停止状态且无错误”：

- ▶ 由于手动执行了停止命令（见 [6]），导致ST资源处于运行状态“ST资源处于停止状态且无错误”。取代启动命令（见 [7]），转而执行一个复位命令（见 [8]）。但是，在此情况下，ST资源无法通过任意的复位命令实现一种运行状态；而是切换回“ST资源处于停止状态且无错误”。
- ▶ ST资源处于运行状态“ST资源处于运行状态且有错误”：任务处于停止状态。修复错误后，执行一种复位命令，而不是启动命令（见 [5b]）。但是，在此情况下，ST资源无法通过任意的复位命令实现一种运行状态；而是切换到“ST资源处于停止状态且无错误”。

[2a] 从“启动系统部分”切换到错误状态“轻微ST错误”

如果随着系统部分启动检测出错误（见流程图），ST资源切换到运行状态“轻微ST错误”。

[2b] 从“ST资源处于运行状态且无错误”切换到错误状态“轻微ST错误”

如果在ST资源处于运行状态时检测出错误，ST资源切换到运行状态“轻微ST错误”。

[3] 从“轻微ST错误”切换到“启动系统部分”

修复错误后，可通过一种复位命令重启ST资源，前提是当时没有出现FS错误：

- ▶ 热复位 (PAS4000) 或复位按钮 (PSS 4000专属设备)
- ▶ 冷复位 (PAS4000)
- ▶ 项目的热复位 (PAS4000)
- ▶ 项目的冷复位 (PAS4000)

[4a] 从“ST资源处于运行状态且无错误”切换到“ST资源处于运行状态且有错误：任务处于终止状态”

如果在ST资源任务中检测出错误，例如发现执行时间错误，则中断该任务，不再执行。所有其他ST资源任务继续运行。

[4b] 从“ST资源处于运行状态且无错误”切换到“ST资源处于运行状态且有错误：任务处于停止状态”

如果在ST资源任务中检测出错误，例如发现运行时错误，则停止该任务，不再执行。所有其他ST资源任务继续运行。

[5a] 从“ST资源处于运行状态且有错误：在“ST资源处于运行状态且无错误”之后任务处于终止状态

修复错误后，可通过下列复位命令中的一种重启ST资源：

- ▶ 热复位 (PAS4000) 或复位按钮 (PSS 4000 专属设备)
- ▶ 冷复位 (PAS4000)
- ▶ 项目的热复位 (PAS4000)
- ▶ 项目的冷复位 (PAS4000)

[5b] 从“ST资源处于运行状态且有错误：在“ST资源处于运行状态且无错误”之后任务处于停止状态

修复错误后，可通过下列（重新）启动命令中的一种重启受影响的任务：

- ▶ ST热启动
- ▶ ST热重启
- ▶ ST暖启动

还可使用其中一种复位命令。复位命令影响整个PSS 4000专属设备，而不仅仅是ST资源。

[6] 从“ST资源处于运行状态且无错误”切换到“ST资源处于停止状态且无错误”

如果ST资源处于运行状态且无错误，用户可明确使ST资源切换到停止状态。保持停止状态，直至用户明确重启ST资源。

在调试设备部分时（例如，进行调整时），触发此运行状态变化可能是有用的。

ST资源的停止状态可通过下列一种命令触发：

- ▶ 停止项目 (PAS4000)
- ▶ 停止设备 (PAS4000)
- ▶ 停止ST资源 (PAS4000)

[7] 从“ST资源处于停止状态且无错误”切换到“ST资源处于运行状态且无错误”

可使用下列一种命令引发此运行状态变化：

- ▶ ST热启动 (PAS4000)
- ▶ ST冷重启 (PAS4000)
- ▶ ST热重启 (PAS4000)

[8] 在“ST资源处于停止状态且无错误”状态下复位

如在此运行状态下执行其中一种复位命令（见 [8]），随着系统部分启动，ST资源回切到“ST资源处于停止状态且无错误”（见 [1b]）。使用任何一种复位命令，均无法使运行状态变为“ST资源处于运行状态且无错误”。

[9] 在“ST资源处于运行状态且无错误”状态下重启

如果在调试等过程中需要将变量设置为定义的值，可使用其中一种重启命令（见[对局部变量和资源全局变量的影响](#)  413）。

此运行状态变化可使用下列一种命令触发：

- ▶ ST热重启 (PAS4000)

- ▶ ST冷重启 (PAS4000)

[10] 从“ST资源处于运行状态且无错误”切换到“启动系统部分”

此运行状态变化会影响PSS 4000专属设备的所有系统部分（见流程图）。

此运行状态变化可使用下列一种命令触发：

- ▶ 热复位 (PAS4000) 或复位按钮（PSS 4000专属设备）

- ▶ 冷复位 (PAS4000)

- ▶ 项目的热复位 (PAS4000)

- ▶ 项目的冷复位 (PAS4000)

11.5 FS模块总线PSSu运行状态下的运行状态和变化

以下说明专门介绍PSS 4000专属设备的FS模块总线PSSu的运行状态，必要时参考设备的运行状态。

图“FS模块总线PSSu运行状态下的运行状态和变化”（见流程图  358）提供了该运行状态的概述（灰色）：

- ▶ 方括号中的数字标示了运行状态的各种变化。
- ▶ 罗马数字I和II标示的部分参考了图“设备运行状态下的运行状态和变化”（见流程图），因为其影响涉及PSS 4000专属设备的所有系统部分，而不仅仅是FS模块总线PSSu。
- ▶ 罗马数字Va标示的部分参考了图“设备运行状态下的运行状态和变化”（见流程图），因为FS模块总线PSSu在启动PSS 4000专属设备的系统部分时启动。

11.5.1 流程图

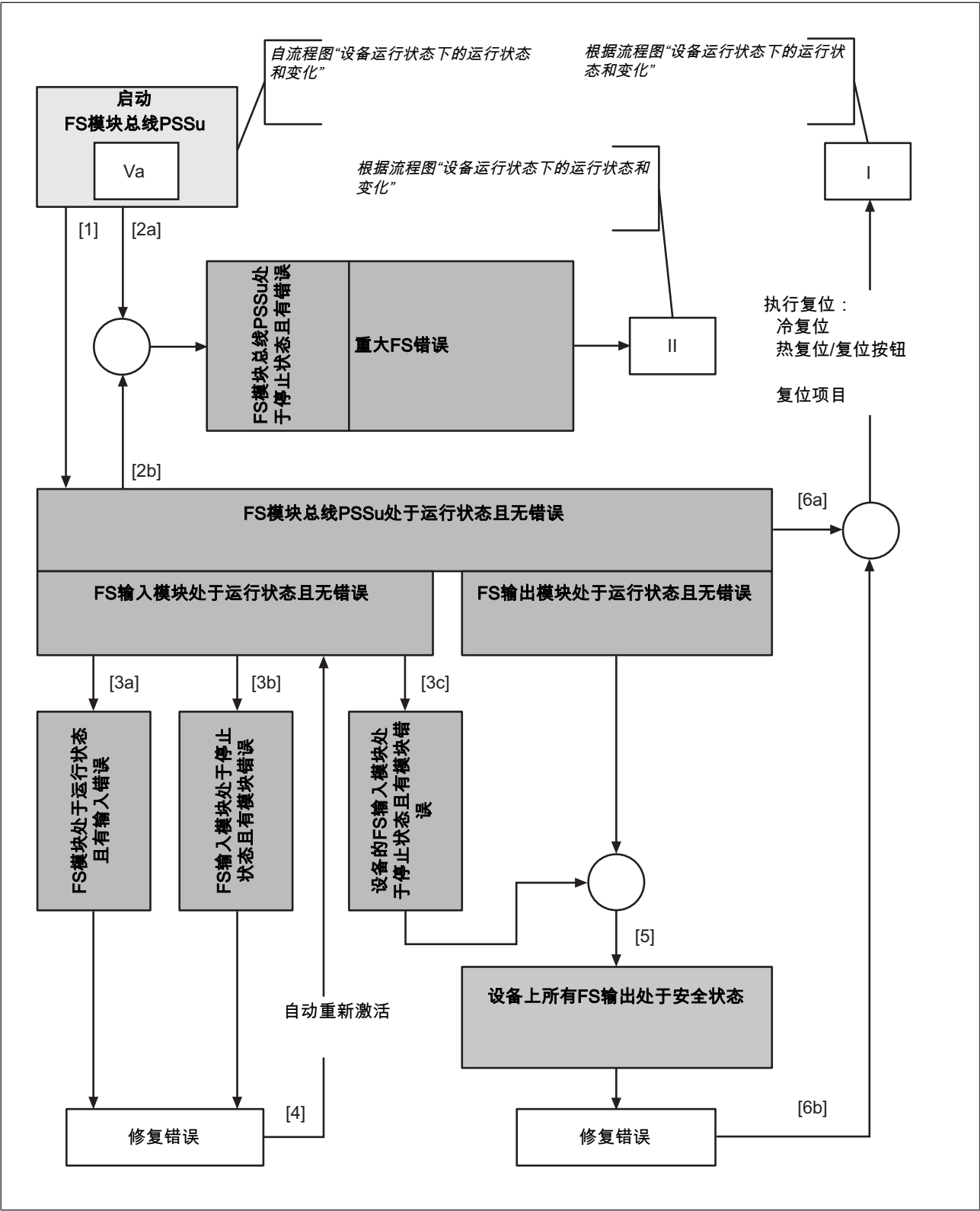


图: FS模块总线PSSu运行状态下的运行状态和变化

11.5.2 FS模块总线PSSu的运行状态

各种运行状态的描述假定PSS 4000专属设备上有一个有效设备项目。

FS模块总线PSSu可假定以下运行状态（见流程图  358）：

- ▶ 运行状态“FS模块总线处于运行状态且无错误”与
 - “FS输入模块处于运行状态且无错误”
 - “FS输入模块处于运行状态且有输入错误”
 - “FS输入模块处于停止状态且有模块错误”
 - “设备的FS输入模块处于停止状态且有模块错误”
 - “FS输出模块处于运行状态且无错误”
 - “设备上所有FS输出处于安全状态”
- ▶ 运行状态“FS模块总线PSSu处于停止状态且有错误”：
 - “重大FS错误”



重要信息

各种运行状态的描述都包括一个触发运行状态变化的选项列表。这些选项将单独介绍（见复位、重启、启动和停止选项  411）。

11.5.2.1 FS模块总线PSSu处于运行状态且无错误

此运行状态通过以下其中一个选项实现：

- ▶ 一个成功的启动过程之后，触发方式为
 - 冷启动设备或通过PAS4000对设备使用重启命令
 - 按设备上的复位按钮
 - 通过PAS4000触发复位
- (冷复位、热复位、项目复位)

影响

- ▶ FS模块总线处于运行状态且无错误。
- ▶ FS模块无错误运行，即
 - 通过FS模块总线PSSu正确记录和无错误发送出现在输入端的输入信号/输入值
 - 正确激活输出。
- ▶ 设备上的状态LED指示灯：

“MBUS”LED指示灯呈绿色常亮，假设ST模块总线PSSu也无错误运行。

11.5.2.2 FS输入模块处于运行状态且无错误

只要模块操作就绪时便可实现此运行状态，与模块总线状态无关。FS模块总线PSSu是FS输入模块向头模块提供用于数据传输的输入数据的位置。

11.5.2.3 FS 模块处于运行状态且有输入错误

一个FS输入错误只影响受影响的FS硬件输入。FS模块总线保持处于运行状态“FS模块总线PSSu处于运行状态且无错误”。

可能的原因

- ▶ 测试脉冲错误
- ▶ 输入错误

影响

- ▶ 替代值用于输入信号/输入值，有效位 = FALSE。
- ▶ FS输入模块仍处于运行状态，未受影响的FS硬件输入继续进行处理。

故障排除措施

1. 诊断
例如，使用PAS4000阅读诊断列表和/或诊断日志
2. 修复错误
3. 修复错误后，FS硬件输入自动重新激活。

11.5.2.4 FS输入模块处于停止状态且有模块错误

模块错误只影响受影响的FS输入模块。FS模块总线保持处于运行状态“FS模块总线PSSu处于运行状态且无错误”。

可能的原因

- ▶ 温度错误
- ▶ 电压错误（模块电源）
- ▶ 一个模块在操作过程中断开连接
- ▶ 在操作过程中检测到有缺陷的模块

影响

- ▶ 替代值用于所有模块的输入信号/输入值，有效位 = FALSE。
- ▶ 设备上不受影响的FS输入模块继续进行处理。

故障排除措施

1. 诊断
例如，使用PAS4000阅读诊断列表和/或诊断日志
2. 修复错误
3. 修复错误后，FS输入模块自动重新激活。

11.5.2.5 设备的FS输入模块处于停止状态且有模块错误

FS输入错误影响PSS 4000专属设备的所有FS输入模块和FS输出。FS模块总线保持处于运行状态“FS模块总线PSSu处于运行状态且无错误”。

可能的原因

- ▶ 设备检测到FS输入错误，但无法唯一地识别错误位置（如PSSu E F AI U）。

影响

- ▶ 替代值用于所有设备的输入信号/输入值，有效位 = FALSE
- ▶ 设备上的所有FS硬件输出切换至安全状态。
- ▶ 替代值用于模块的FS输出，有效位 = FALSE。
- ▶ 设备上的状态LED指示灯：
在“MBUS”LED指示灯呈红色亮起。

故障排除措施

1. 诊断
例如，使用PAS4000阅读诊断列表和/或诊断日志
2. 修复错误
3. 执行复位
(热复位/复位按钮，冷复位，项目复位)

11.5.2.6 **FS输出模块处于运行状态且无错误**

只要模块操作就绪时便可实现此运行状态，与模块总线状态无关。FS输出模块处理FS模块总线PSSu提供的输出数据。

11.5.2.7 设备上所有FS输出处于安全状态

如果错误导致此运行状态，则错误的影响仅限于检测到错误的PSS 4000专属设备的FS硬件输出。FS模块总线保持处于运行状态“FS模块总线PSSu处于运行状态且无错误”。

可能的原因

- ▶ 输出错误
例如，触点间短路，短路，输出测试错误
- ▶ 温度错误
- ▶ 电压错误（模块电源）
- ▶ 一个模块在操作过程中断开连接
- ▶ 在操作过程中检测到有缺陷的模块
- ▶ 运行状态“设备的FS输入模块处于停止状态且有模块错误”

影响

- ▶ 设备上的所有FS硬件输出切换至安全状态。
- ▶ 替代值用于模块的FS输出。
- ▶ 设备上的状态LED指示灯：
在“MBUS”LED指示灯呈红色亮起。

故障排除措施

1. 诊断
例如，使用PAS4000阅读诊断列表和/或诊断日志
2. 修复错误
3. 执行复位
(热复位/复位按钮，冷复位，项目复位)

11.5.2.8 重大 FS 错误

如果错误导致此运行状态，则FS模块总线PSSu的受影响部分将按照定义结束。实现定义的状态。

重大FS错误的影响涉及PSS 4000专属设备的所有安全相关部件（参见[运行状态“重大FS错误”](#)  331]）。

11.5.3 FS模块总线PSSu的运行状态变化

运行状态变化的描述假定设备包含一个有效的设备项目。这些数字参考了图“FS模块总线PSSu运行状态下的运行状态和变化”中运行状态的变化（见流程图 [📖 358]）。



重要信息

每个运行状态变化的描述都包括一个触发运行状态变化的选项列表。这些选项将单独介绍（见复位、重启、启动和停止选项 [📖 411]）。

[1] 从“启动系统部分”切换到“FS模块总线PSSu处于运行状态且无错误”

“启动系统部分”是PSS 4000专属设备的一种运行状态（见流程图）。如果随着系统部分的启动安全相关系统部分中未检测出任何错误，则启动FS模块总线PSSu，同时切换到状态“FS模块总线PSSu处于运行状态且无错误”。

[2a] 从“启动系统部分”切换到“重大FS错误”

如果随着系统部分的启动安全相关系统部分中检测出错误，则FS模块总线PSSu切换到运行状态“重大FS错误”。

状态“启动系统部分”和“重大FS错误”（见流程图）都是影响整个PSS 4000专属设备的运行状态。

[2b] 从“FS模块总线PSSu处于运行状态且无错误”切换到“重大FS错误”

如果FS模块总线PSSu处于运行状态时安全相关系统部分中检测出错误，FS模块总线PSSu将切换到运行状态“重大FS错误”。

运行状态“重大FS错误”（见流程图）是一种影响整个PSS 4000专属设备的运行状态。

[3a] 从“FS输入模块处于运行状态且无错误”切换到“FS模块处于运行状态且有输入错误”

如果在FS硬件输入上检测到输入错误，FS输入模块将切换到运行状态“FS模块处于运行状态且有输入错误”。

[3b] 从“FS输入模块处于运行状态且无错误”切换到“FS输入模块处于停止状态且有模块错误”

如果在FS输入模块上检测到错误，设备上的相关FS输入模块将切换到运行状态“FS输入模块处于停止状态且有模块错误”。

[3c] 从“FS输入模块处于运行状态且无错误”切换到“设备上的FS输入模块处于停止状态且有模块错误”

如果检测到FS输入错误并且PSSu专属设备无法将其唯一地分配到你FS硬件输入之一，则设备上的所有FS输入模块均切换到运行状态“FS输入模块处于停止状态且有模块错误”并且设备上的所有FS输出均切换到运行状态“设备上的所有FS输出均处于安全状态”（见 [5]）。

[4] 从运行状态之一“FS输入模块处于运行状态且有输入错误”或

“FS输入模块处于停止状态且有模块错误”切换到“FS输入模块处于运行状态且无错误”

如果修复相关错误（输入错误、模块错误），则FS输入模块上的受影响部分自动重新激活并且模块切换到运行状态“FS输入模块处于运行状态且无错误”。

[5] 从“FS输出模块处于运行状态”切换到“设备上的所有FS输出均处于安全状态”

如果检测到FS输出模块或FS输出上有错误，或者如果PSS 4000专属设备上的FS输入模块切换到运行状态“设备上的FS输入模块处于停止状态且有模块错误”，则设备上的所有FS输出均切换到安全状态。

[6a] 从“FS模块总线PSSu处于运行状态且无错误”切换到“启动系统部分”

此运行状态变化会影响PSS 4000专属设备的所有系统部分（见流程图）。

此运行状态变化可使用下列一种命令触发：

- ▶ 热复位 (PAS4000) 或复位按钮（设备）
- ▶ 冷复位 (PAS4000)
- ▶ 项目的热复位 (PAS4000)
- ▶ 项目的冷复位 (PAS4000)

[6b] 从“设备上的所有FS输出均处于安全状态”切换到“启动系统部分”

此运行状态变化会影响PSS 4000专属设备的所有系统部分（见流程图）。

修复故障后，可使用下列命令之一触发运行状态变化：

- ▶ 热复位 (PAS4000) 或复位按钮（设备）
- ▶ 冷复位 (PAS4000)
- ▶ 项目的热复位 (PAS4000)
- ▶ 项目的冷复位 (PAS4000)

11.6 ST模块总线PSSu运行状态下的运行状态和变化

以下说明专门介绍PSS 4000专属设备的ST模块总线PSSu的运行状态，必要时参考设备的运行状态。

图“ST模块总线PSSu运行状态下的运行状态和变化”（见流程图  371）提供了该运行状态的概述（灰色）：

- ▶ 方括号中的数字标示了运行状态的各种变化。
- ▶ 罗马数字I和II标示的部分参考了图“设备运行状态下的运行状态和变化”（见流程图），因为其影响涉及PSS 4000专属设备的所有系统部分，而不仅仅是ST模块总线PSSu。
- ▶ 罗马数字Vb标示的部分参考了图“设备运行状态下的运行状态和变化”（见流程图），因为ST模块总线PSSu在启动PSS 4000专属设备的系统部分时启动。

11.6.1 流程图

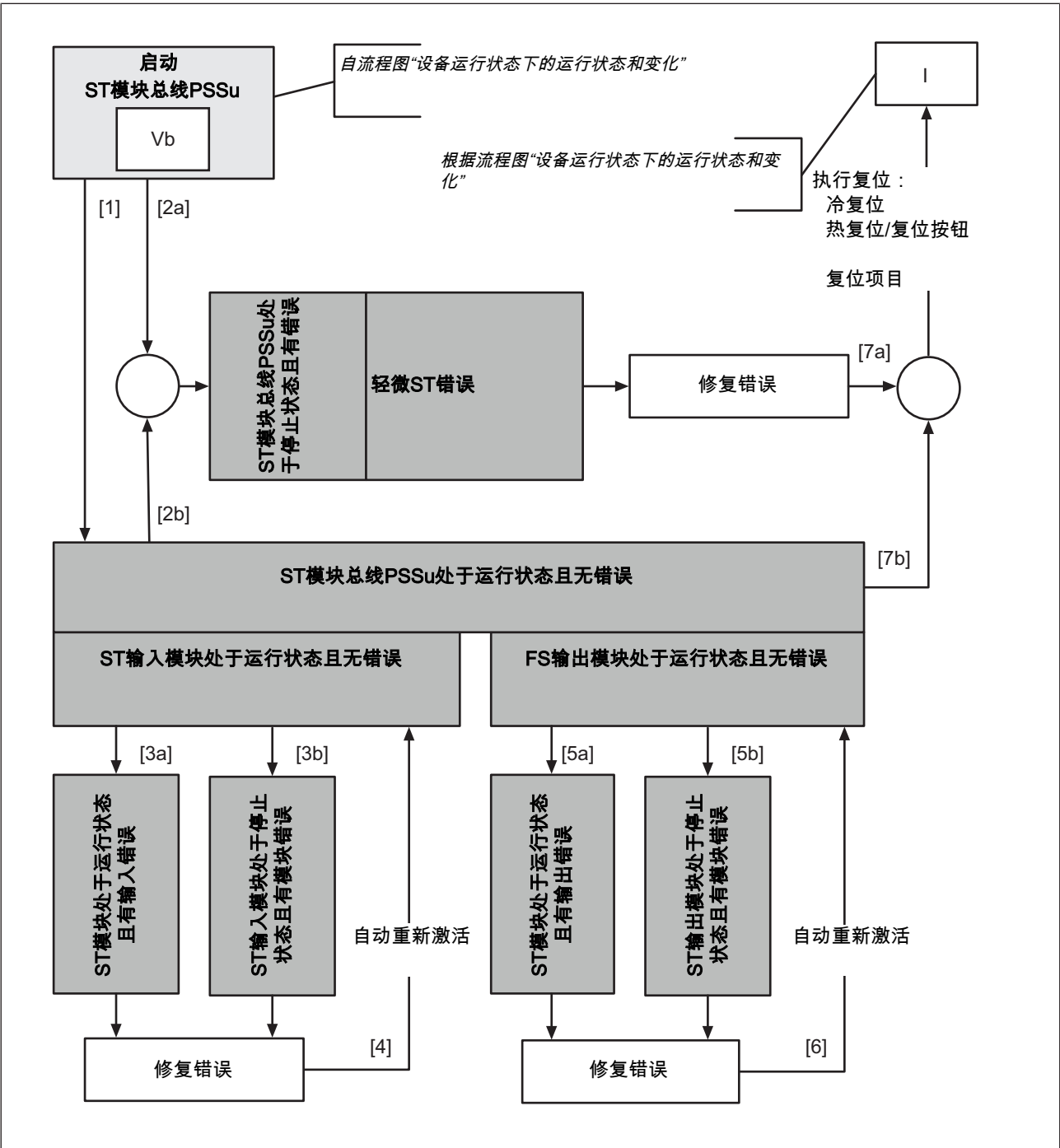


图: ST模块总线运行状态下的运行状态和变化

11.6.2 ST模块总线PSSu的运行状态

各种运行状态的描述假定PSS 4000专属设备上有一个有效设备项目。

ST模块总线可假定以下运行状态 (见流程图  371]) :

- ▶ 运行状态“ST模块总线PSSu处于运行状态且无错误”与
 - “ST输入模块处于运行状态且无错误”
 - “ST模块处于运行状态且有输入错误”
 - “ST输入模块处于停止状态且有模块错误”
 - “ST输出模块处于运行状态且无错误”
 - “ST模块处于运行状态且有输出错误”
 - “ST输出模块处于停止状态且有模块错误”
- ▶ 运行状态“ST模块总线PSSu处于停止状态且有错误”：
 - “轻微ST错误”



重要信息

各种运行状态的描述都包括一个触发运行状态变化的选项列表。这些选项将单独介绍 (见复位、重启、启动和停止选项  411]) 。

11.6.2.1 ST模块总线PSSu处于运行状态且无错误

此运行状态通过以下其中一个选项实现：

- ▶ 一个成功的启动过程之后，触发方式为
 - 冷启动设备或通过PAS4000对设备使用重启命令
 - 按设备上的复位按钮
 - 通过PAS4000触发复位
- (冷复位、热复位、项目复位)

影响

- ▶ ST模块总线PSSu处于运行状态且无错误。
- ▶ ST模块无错误运行，即
 - 通过ST模块总线PSSu正确记录和无错误发送出现在输入端的输入信号/输入值
 - 正确激活输出。
- ▶ 设备上的状态LED指示灯：

“MBUS”LED指示灯呈绿色常亮，假设FS模块总线PSSu也无错误运行。

11.6.2.2 ST输入模块处于运行状态且无错误

只要模块操作就绪时便可实现此运行状态，与模块总线状态无关。ST模块总线PSSu是ST输入模块向头模块提供用于数据传输的输入数据的位置。

11.6.2.3 ST 模块处于运行状态且有输入错误

一个输入错误只影响受影响的ST硬件输入。ST模块总线保持处于运行状态“ST模块总线PSSu处于运行状态且无错误”。

可能的原因

- ▶ 输入错误

影响

- ▶ 替代值用于输入信号/输入值，有效位 = FALSE。
- ▶ ST输入模块仍处于运行状态，未受影响的ST硬件输入继续进行处理。

故障排除措施

1. 诊断

例如，使用PAS4000阅读诊断列表和/或诊断日志

2. 修复错误

- ##### 3. 修复错误后，ST硬件输入自动重新激活。

11.6.2.4 ST输入模块处于停止状态且有模块错误

模块错误只影响受影响的ST输入模块。ST模块总线保持处于运行状态“ST模块总线PSSu处于运行状态且无错误”。

可能的原因

- ▶ 温度错误
- ▶ 电压错误（模块电源）
- ▶ 一个模块在操作过程中断开连接
- ▶ 在操作过程中检测到有缺陷的模块

影响

- ▶ 替代值用于所有模块的输入信号/输入值，有效位 = FALSE。
- ▶ 设备上不受影响的ST输入模块继续进行处理。

故障排除措施

1. 诊断
例如，使用PAS4000阅读诊断列表和/或诊断日志
2. 修复错误
3. 修复错误后，ST输入模块自动重新激活。

11.6.2.5 ST输出模块处于运行状态且无错误

只要模块操作就绪时便可实现此运行状态，与模块总线状态无关。ST输出模块处理ST模块总线提供的输出数据。

11.6.2.6 ST 模块处于运行状态且有输出错误

一个ST输出错误只影响受影响的ST硬件输出。ST模块总线保持处于运行状态“ST模块总线PSSu处于运行状态且无错误”。

可能的原因

- ▶ 输出错误
(例如, 过载、短路)

影响

- ▶ 替代值用于输出信号/输出值, 有效位 = FALSE。
- ▶ ST输出模块仍处于运行状态, 未受影响的ST硬件输出继续进行处理。

故障排除措施

1. 诊断
例如, 使用PAS4000阅读诊断列表和/或诊断日志
2. 修复错误
3. 修复错误后, ST硬件输出自动重新激活。

11.6.2.7 ST输出模块处于停止状态且有模块错误

ST输出模块中的模块错误仅影响受影响的ST输出模块。ST模块总线保持处于运行状态“ST模块总线PSSu处于运行状态且无错误”。

可能的原因

- ▶ 温度错误
- ▶ 电压错误（模块电源）
- ▶ 一个模块在操作过程中断开连接
- ▶ 在操作过程中检测到有缺陷的模块

影响

- ▶ 替代值用于所有模块的输出信号/输出值，有效位 = FALSE。
- ▶ 设备上不受影响的ST输出模块继续进行处理。
- ▶ 设备上的状态LED指示灯：
在“MBUS”LED指示灯呈红色亮起。

故障排除措施

1. 诊断
例如，使用PAS4000阅读诊断列表和/或诊断日志
2. 修复错误
3. 修复错误后，ST输出模块自动重新激活。

11.6.2.8 轻微 ST 错误

如果错误导致此运行状态，则ST模块总线PSSu的受影响部分将按照定义结束。实现定义的状态。

可能的原因

- ▶ 硬件注册表错误
(例如，设置/实际硬件注册表之间的差异)
- ▶ 启动模块总线PSSu时检测到有缺陷的ST模块

影响

- ▶ 如果启动ST模块总线PSSu时检测到错误，则不激活ST输出并且不读取ST输入。
- ▶ 如果其他设备访问此设备上的ST I/O数据，则对所有信号/值使用替代值，有效位 = FALSE。

故障排除措施

1. 诊断
例如，使用PAS4000阅读诊断列表和/或诊断日志
2. 修复错误
3. 修复错误后，必须通过一种复位命令重启设备。

11.6.3 ST模块总线PSSu的运行状态变化

运行状态变化的描述假定设备包含一个有效的设备项目。这些数字参考了图“ST模块总线PSSu运行状态下的运行状态和变化”中运行状态的变化（见流程图 [📖 371]）。



重要信息

每个运行状态变化的描述都包括一个触发运行状态变化的选项列表。这些选项将单独介绍（见[复位、重启、启动和停止选项 \[📖 411\]](#)）。

[1] 从“启动系统部分”切换到“ST模块总线PSSu处于运行状态且无错误”

“启动系统部分”是PSS 4000专属设备的一种运行状态（见示意图）。如果随着系统部分的启动未检测出任何错误，则启动ST模块总线PSSu，同时切换到状态“ST模块总线PSSu处于运行状态且无错误”。

[2a] 从“启动系统部分”切换到“轻微ST错误”

如果随着系统部分启动检测出错误，ST模块总线PSSu切换到运行状态“轻微ST错误”。

运行状态“轻微ST错误”是一种只影响PSS 4000专属设备的ST模块总线PSSu的运行状态。

[2b] 从“ST模块总线PSSu处于运行状态且无错误”切换到“轻微ST错误”

如果在ST模块总线PSSu处于运行状态时检测出错误，ST模块总线PSSu切换到运行状态“轻微ST错误”。

运行状态“轻微ST错误”是一种只影响PSS 4000专属设备的ST模块总线PSSu的运行状态。

[3a] 从“ST输入模块处于运行状态且无错误”切换到“ST输入模块处于运行状态且有输入错误”

如果在ST硬件输入上检测到输入错误，ST输入模块将切换到运行状态“ST模块处于运行状态且有输入错误”。

[3b] 从“ST输入模块处于运行状态且无错误”切换到“ST输入模块处于停止状态且有模块错误”

如果在ST输入模块上检测到模块错误，则受影响的ST输入模块将切换到运行状态“ST输入模块处于停止状态且有模块错误”。

[4] 从运行状态之一“ST输入模块处于运行状态且有输入错误”或

“ST输入模块处于停止状态且有模块错误”切换到“ST输入模块处于运行状态且无错误”

如果修复相关错误（输入错误、模块错误），则ST输入模块上的受影响部分自动重新激活并且模块切换到运行状态“ST输入模块处于运行状态且无错误”。

[5a] 从“ST输出模块处于运行状态且无错误”切换到“ST输出模块处于运行状态且有输出错误输出错误”

如果在ST硬件输出上检测到输出错误，ST输出模块将切换到运行状态“ST模块处于运行状态且有输出错误”。

[5b] 从“ST输出模块处于运行状态且无错误”切换到“ST输出模块处于停止状态且有模块错误”

如果在ST输出模块上检测到模块错误，则受影响的ST输出模块将切换到运行状态“ST输出模块处于停止状态且有模块错误”。

[6] 从运行状态之一“ST输出模块处于运行状态且有输出错误”或“ST输出模块处于停止状态且有模块错误”切换到“ST输出模块处于运行状态且无错误”

如果修复相关错误（输出错误、模块错误），则ST输出模块上的受影响部分自动重新激活并且模块切换到运行状态“ST输出模块处于运行状态且无错误”。

[7a] 从“轻微ST错误”切换到“启动系统部分”

此运行状态变化会影响PSS 4000专属设备的所有系统部分（参见“设备运行状态下的运行状态和变化”一节中的图8-3）。修复错误后，可通过一种复位命令重启ST模块总线PSSu：

- ▶ 热复位 (PAS4000) 或复位按钮（设备）
- ▶ 冷复位 (PAS4000)
- ▶ 项目的热复位 (PAS4000)
- ▶ 项目的冷复位 (PAS4000)

[7b] 从“ST模块总线PSSu处于运行状态且无错误”切换到“启动系统部分”

此运行状态变化会影响PSS 4000专属设备的所有系统部分（见示意图）。

此运行状态变化可使用下列一种命令触发：

- ▶ 热复位 (PAS4000) 或复位按钮（设备）
- ▶ 冷复位 (PAS4000)
- ▶ 项目的热复位 (PAS4000)
- ▶ 项目的冷复位 (PAS4000)

11.7 FS SafetyNET p运行状态下的运行状态和变化

以下说明专门介绍PSS 4000专属设备的FS SafetyNET p系统部分的运行状态，必要时参考设备的运行状态。

图“FS SafetyNET p运行状态下的运行状态和变化”（见流程图  384）提供了该运行状态的概述（灰色）：

- ▶ 方括号中的数字标示了运行状态的各种变化。
- ▶ 罗马数字I和II标示的部分参考了图“设备运行状态下的运行状态和变化”（见流程图），因为其影响涉及PSS 4000专属设备的所有系统部分，而不仅仅是系统部分FS SafetyNET p。
- ▶ 罗马数字VIa标示的部分参考了图“设备运行状态下的运行状态和变化”（见流程图），因为系统部分FS SafetyNET p在启动PSS 4000专属设备的系统部分时启动。

11.7.1 流程图

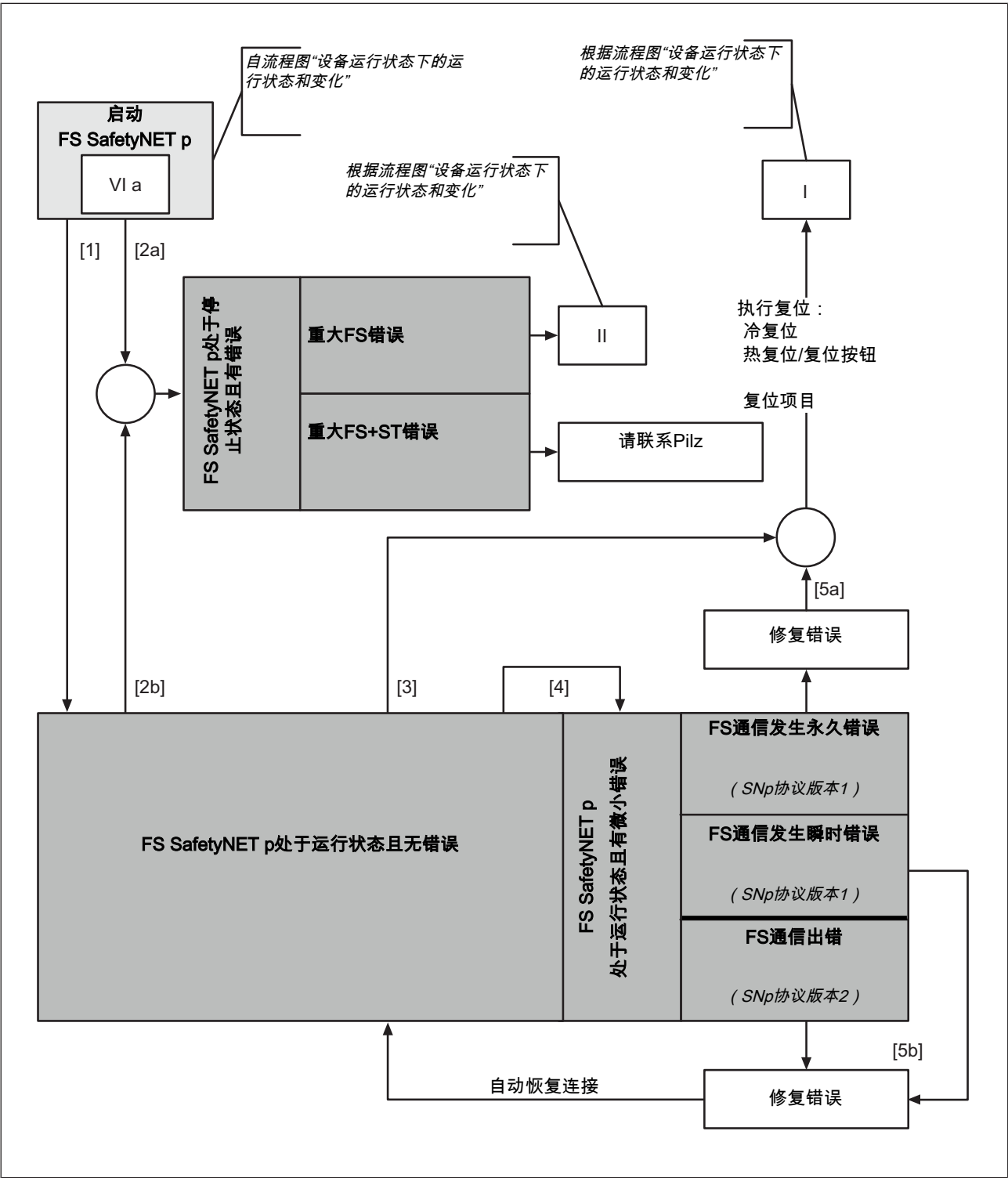


图: FS SafetyNET p运行状态下的运行状态和变化

11.7.2 FS SafetyNET p的运行状态

各种运行状态的描述假定PSS 4000专属设备上有一个有效设备项目。

系统部分FS SafetyNET p可假定以下运行状态 (见流程图  384) :

- ▶ 运行状态“FS SafetyNET p处于运行状态且无错误”
- ▶ 运行状态“FS SafetyNET p处于停止状态且有错误”：
 - “重大FS错误”
 - “重大FS+ST错误”
- ▶ 运行状态“FS SafetyNET p处于运行状态且有轻微错误”
 - SafetyNET p协议版本1：
 - “FS通信发生永久错误”
 - “外部通信发生瞬时错误”
 - SafetyNET p协议版本2：
 - FS通信发生基于连接的错误
 - FS通信发生基于设备的错误
 - FS通信发生非特定错误



重要信息

每个运行状态的描述都包括一个触发运行状态变化的选项列表。这些选项将单独介绍 (见复位、重启、启动和停止选项  411) 。

11.7.2.1 FS SafetyNET p处于运行状态且无错误

此运行状态通过以下其中一个选项实现：

- ▶ 一个成功的启动过程之后，触发方式为
 - 冷启动设备或通过PAS4000对设备使用重启命令
 - 按设备上的复位按钮
 - 通过PAS4000触发复位
- (冷复位、热复位、项目复位)

影响

- ▶ 在运行状态“FS SafetyNET p处于运行状态且无错误”下，挂起的FS过程数据可通过SafetyNET p进行无错误发送。
- ▶ 设备上的状态LED指示灯：
“FS SNp”LED指示灯呈绿色常亮。

11.7.2.2 重大 FS 错误

如果出现导致此运行状态的错误，则系统部分FS SafetyNET p的受影响部件将按照定义结束。实现定义的状态。

重大FS错误的影响涉及PSS 4000专属设备的所有安全相关部件（参见[运行状态“重大FS错误”](#)  331]）。

11.7.2.3 重大 FS+ST 错误

如果错误导致运行状态“重大FS+ST错误”，系统部分FS SafetyNET p的受影响部件将按照定义结束。实现定义的状态。

可能的原因

- ▶ 内部错误

影响

- ▶ 系统部分FS SafetyNET p和系统部分ST SafetyNET p均切换到停止状态。无法与设备交换更多过程数据
- ▶ 替代值用于受影响的处理数据，有效位 = FALSE。
- ▶ 设备上的状态LED指示灯：
“FS SNP”和“ST SNP”LED指示灯呈红色闪烁。

故障排除措施

请联系Pilz

11.7.2.4 Snp协议版本1：FS SafetyNET p接口处于运行状态且有轻微错误

如果错误导致FS通信中出现轻微错误，则受影响的系统部分将按照定义停止或结束。实现定义的状态。

可能的原因

▶ FS通信发生永久错误

如果在30s内发生了至少2次连接失败，将被视为“永久性”错误。

永久性错误示例：

- 暂时不能与设备通信，因此它已从SafetyNET p上移除。
- 设备上的总线连接器被拔出。

▶ FS通信发生瞬时故障

如果在30s内发生了最多1次连接失败，将被视为“一次性”错误。

瞬时错误示例：

- 总线电缆上的瞬时错误

影响

- ▶ 接收设备和远程设备之间的FS通信禁用；即设备未接收到或忽略了可在受影响的Rx数据区进一步处理的处理数据。
- ▶ 与所有其他设备进行的FS处理数据交换仍在继续。
- ▶ 系统部分FS SafetyNET p仍处于运行状态
- ▶ 替代值用于受影响的处理数据，有效位 = FALSE。
- ▶ 设备上的状态LED指示灯：
“FS Snp”LED指示灯呈绿色闪烁。

故障排除措施

1. 诊断

例如，使用PAS4000阅读诊断列表和/或诊断日志。

2. 修复错误

3. 复位或自动恢复连接

- FS通信发生永久错误：

如果经过1 s的FS SafetyNET p等待时间后，错误原因未再出现，则执行复位（热复位/复位按钮、冷复位、项目复位）。

- FS通信发生瞬时错误：

如果经过1 s的FS SafetyNET p等待时间后，错误原因未再出现，则FS通信会自动恢复。

FS通信恢复后，输出端会立即输出过程值。

11.7.2.5 Snp协议版本2：FS SafetyNET p接口处于运行状态且有轻微错误

如果错误导致FS通信中出现轻微错误，则受影响的系统部分将按照定义停止或结束。实现定义的状态。

可能的原因

- ▶ FS通信发生基于连接的错误
错误与通过单个连接进行的FS通信相关。
- ▶ FS通信发生基于设备的错误
错误与两个设备之间的FS通信相关。
- ▶ FS通信发生非特定错误
错误与设备和所有其远程设备之间的FS通信相关。不能明确将错误原因归结到任何远程设备上时，这样的错误就是“非特定”错误。

示例：

- ▶ 暂时不能与设备通信，因此它已从SafetyNET p上移除。
- ▶ 设备上的总线连接器被拔出。
- ▶ SafetyBUS p网络组件故障
- ▶ 总线电缆上的错误
- ▶ 电源供应不足
- ▶ 设备项目不一致

影响

- ▶ 错误类型
 - FS通信发生基于连接的错误
连接暂时禁用；即设备未接收到或忽略了可在相应Rx数据区进一步处理的处理数据。
通过其他连接进行的FS通信不受影响。
 - FS通信发生基于设备的错误
接收设备和远程设备之间的FS通信暂时禁用；即设备未接收到或忽略了可在受影响的Rx数据区进一步处理的处理数据。
和其他远程设备之间的FS通信不受影响。
 - FS通信发生非特定错误
与所有远程设备之间的FS通信暂时禁用；即设备不再接收来自其远程设备的过程数据。
- ▶ 系统部分FS SafetyNET p仍处于运行状态。
- ▶ 替代值用于受影响的处理数据，有效位 = FALSE。
- ▶ 设备上的状态LED指示灯：
“FS Snp”LED指示灯呈绿色闪烁。

故障排除措施

1. 诊断

例如，使用PAS4000阅读诊断列表和/或诊断日志。
诊断信息可用于识别涉及的错误。

2. 修复错误

3. 自动恢复FS通信

如果经过FS SafetyNET p等待时间后，错误原因未再出现，则FS通信会自动恢复。FS通信恢复后，输出端会立即输出过程值。

11.7.3 FS SafetyNET p运行状态变化

运行状态变化的描述假定设备包含一个有效的设备项目。这些数字参考了图“FS SafetyNET p运行状态下的运行状态和变化”中运行状态的变化（见流程图 [📖 384]）。



重要信息

每个运行状态变化的描述都包括一个触发运行状态变化的选项列表。这些选项将单独介绍（见复位、重启、启动和停止选项 [📖 411]）。

[1] 从“启动系统部分”切换到“FS SafetyNET p处于运行状态且无错误”

“启动系统部分”是PSS 4000专属设备的一种运行状态（见流程图）。如果随着系统部分的启动安全相关系统部分中未检测出任何错误，则启动系统部分FS SafetyNET p，同时切换到状态“FS SafetyNET p处于运行状态且无错误”。

[2a] 从“启动系统部分”切换到一种错误状态

如果随着系统部分的启动安全相关系统部分中检测出错误（见流程图），FS SafetyNET p切换到停止状态，同时实现运行状态“重大FS错误”或“重大FS+ST错误”，依错误情况而定。

[2b] 从“FS SafetyNET p处于运行状态且无错误”切换到一种错误状态

如果FS SafetyNET p处于运行状态时安全相关系统部分中检测出错误，FS SafetyNET p切换到停止状态，同时实现“重大FS错误”或“重大FS+ST错误”运行状态，依错误情况而定。

[3] 从“FS SafetyNET p处于运行状态且无错误”切换到“启动系统部分”

此运行状态变化会影响PSS 4000专属设备的所有系统部分（见流程图）。

此运行状态变化可使用下列一种命令触发：

- ▶ 热复位 (PAS4000) 或复位按钮（设备）
- ▶ 冷复位 (PAS4000)
- ▶ 项目的热复位 (PAS4000)
- ▶ 项目的冷复位 (PAS4000)

[4] 从“FS SafetyNET p处于运行状态且无错误”切换到“FS SafetyNET p处于运行状态且有轻微错误”

由于FS通信错误导致运行状态变化。导致此错误的故障的分类如下：

- ▶ SafetyNET p协议版本1：
 - FS通信发生永久错误
 - FS通信发生瞬时故障
- ▶ SafetyNET p协议版本2：
 - FS通信发生基于连接的错误
 - FS通信发生基于设备的错误
 - FS通信发生非特定错误

[5a] 从“FS SafetyNET p处于运行状态且有错误”切换到“FS SafetyNET p处于运行状态且无错误”

仅SafetyNET p协议版本1：

由于FS通信中的永久错误，导致运行状态“FS SafetyNET p处于运行状态且有错误”。修复错误后，可通过一种复位命令重启系统部分：

- ▶ 热复位 (PAS4000) 或复位按钮 (设备)
- ▶ 冷复位 (PAS4000)
- ▶ 项目的热复位 (PAS4000)
- ▶ 项目的冷复位 (PAS4000)

[5b] 从“FS SafetyNET p处于运行状态且有错误”切换到“FS SafetyNET p处于运行状态且无错误”

▶ SafetyNET p协议版本1：

由于FS通信中的瞬时错误，导致运行状态“FS SafetyNET p处于运行状态且有错误”。FS SafetyNET p等待时间结束后，如果故障已修复和/或错误未再出现，FS通信会立即自动恢复。

▶ SafetyNET p协议版本2：

由于FS通信中基于连接、基于设备或非特定的错误，导致切换到“FS SafetyNET p处于运行状态且有错误”。FS SafetyNET p等待时间结束后，如果故障已修复和/或错误未再出现，受影响的连接会立即自动恢复。

11.8 ST SafetyNET p运行状态下的运行状态和变化

以下说明专门介绍PSS 4000专属设备的ST SafetyNET p系统部分的运行状态，必要时参考设备的运行状态。

图“ST SafetyNET p运行状态下的运行状态和变化”（见流程图  395）提供了该运行状态的概述（灰色）：

- ▶ 方括号中的数字标示了运行状态的各种变化。
- ▶ 罗马数字I和II标示的部分参考了图“设备运行状态下的运行状态和变化”（见流程图），因为其影响涉及PSS 4000专属设备的所有系统部分，而不仅仅是系统部分ST SafetyNET p。
- ▶ 罗马数字VIb标示的部分参考了图“设备运行状态下的运行状态和变化”（见流程图），因为系统部分ST SafetyNET p在启动PSS 4000专属设备的系统部分时启动。

11.8.1 流程图

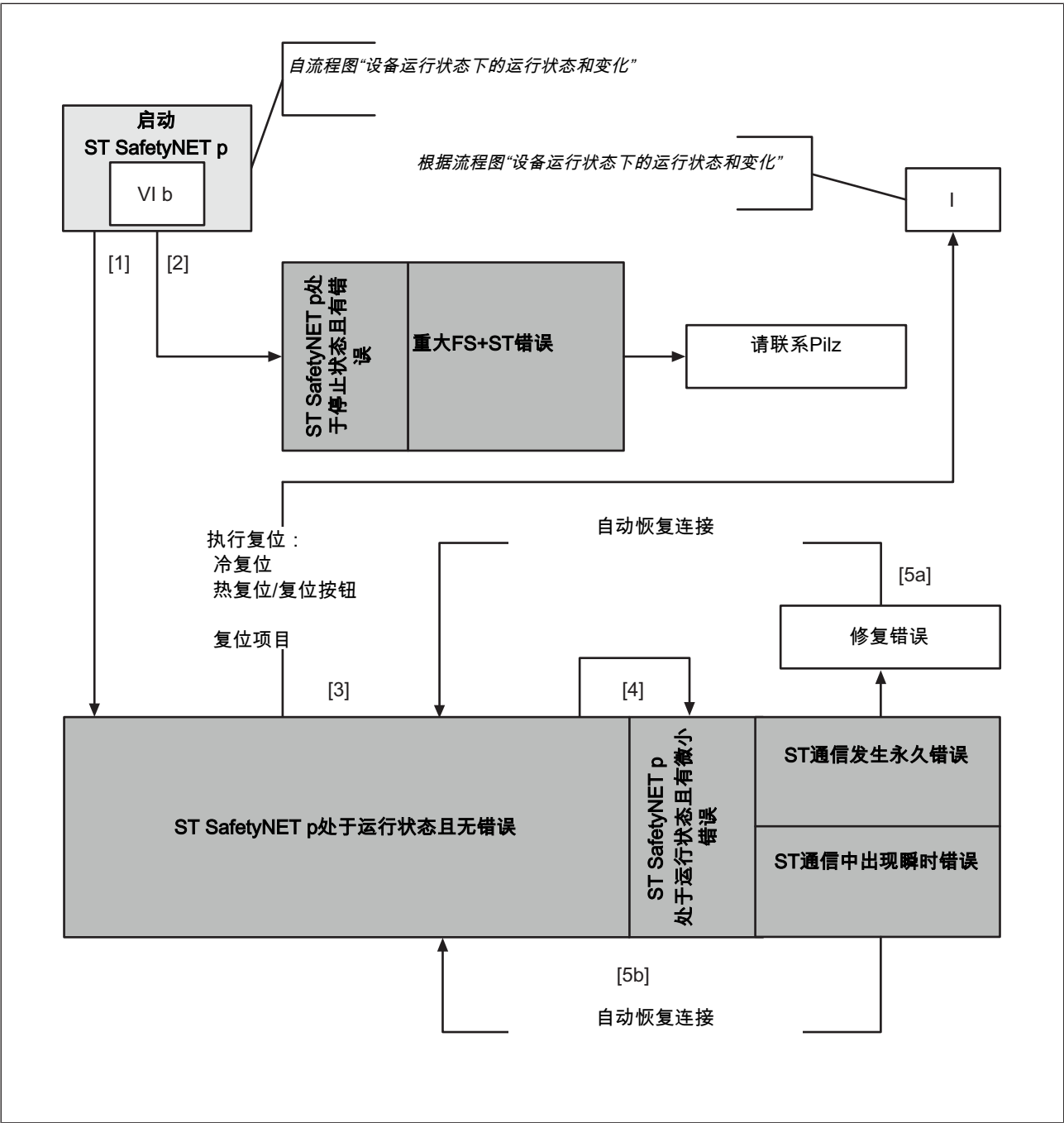


图: ST SafetyNET p运行状态下的运行状态和变化

11.8.2 ST SafetyNET p的运行状态

各种运行状态的描述假定PSS 4000专属设备上有一个有效设备项目。

系统部分SafetyNET p可假定以下运行状态（见流程图  395）：

- ▶ 运行状态“ST SafetyNET p处于运行状态且无错误”
- ▶ 运行状态“ST SafetyNET p处于停止状态且有错误”：
 - “重大FS+ST错误”
- ▶ 运行状态“ST SafetyNET p处于运行状态且有轻微错误”：
 - “ST通信发生永久错误”
 - “ST通信发生瞬时错误”



重要信息

每个运行状态的描述都包括一个触发运行状态变化的选项列表。这些选项将单独介绍（见复位、重启、启动和停止选项  411）。

11.8.2.1 ST SafetyNET p处于运行状态且无错误

此运行状态通过以下其中一个选项实现：

- ▶ 一个成功的启动过程之后，触发方式为
 - 冷启动设备或通过PAS4000对设备使用重启命令
 - 按设备上的复位按钮
 - 通过PAS4000触发复位
(冷复位、热复位、项目复位)

影响

- ▶ 在运行状态“ST SafetyNET p处于运行状态且无错误”下，挂起的ST过程数据可通过SafetyNET p进行无错误发送。
- ▶ 设备上的状态LED指示灯：
“ST SNp”LED指示灯呈绿色常亮。

11.8.2.2 重大 FS+ST 错误

如果错误导致运行状态“重大FS+ST错误”，系统部分FS SafetyNET p的受影响部件将按照定义结束。实现定义的状态。

可能的原因

- ▶ 内部错误

影响

- ▶ 系统部分FS SafetyNET p和系统部分ST SafetyNET p均切换到停止状态。无法与设备交换更多过程数据
- ▶ 替代值用于受影响的处理数据，有效位 = FALSE。
- ▶ 设备上的状态LED指示灯：
“FS SNP”和“ST SNP”LED指示灯呈红色闪烁。

故障排除措施

请联系Pilz

11.8.2.3 ST SafetyNET p处于运行状态且有轻微错误

如果故障导致ST通信出现轻微错误，则受影响的部分将按照定义停止或结束。实现定义的状态。

可能的原因

▶ ST通信发生永久错误

永久错误示例：

- 暂时不能与设备通信，因此它已从SafetyNET p上移除。
- 设备上的总线连接器被拔出。

▶ ST通信中出现瞬时错误

瞬时错误示例：

- 总线电缆上的瞬时错误

影响

- ▶ ST处理数据不再与受影响的设备交换；ST处理数据继续与所有其他设备进行交换。
- ▶ 系统部分ST SafetyNET p仍处于运行状态。
- ▶ 替代值用于受影响的处理数据，有效位 = FALSE。
- ▶ 设备上的状态LED指示灯：
“FS SNp”LED指示灯呈绿色闪烁。

故障排除措施

1. 诊断

例如，使用PAS4000阅读诊断列表和/或诊断日志

2. 修复错误

3. 恢复连接

- ST通信发生永久错误：
自动恢复连接。
- ST通信中出现瞬时错误：
自动恢复连接。

11.8.3 ST SafetyNET p运行状态变化

运行状态变化的描述假定设备包含一个有效的设备项目。这些数字参考了图“ST SafetyNET p运行状态下的运行状态和变化”中运行状态的变化（见流程图 [📖 395]）。



重要信息

每个运行状态变化的描述都包括一个触发运行状态变化的选项列表。这些选项将单独介绍（见复位、重启、启动和停止选项 [📖 411]）。

[1] 从“启动系统部分”切换到“ST SafetyNET p处于运行状态且无错误”

“启动系统部分”是PSS 4000专属设备的一种运行状态（见流程图）。如果随着系统部分的启动未检测出任何错误，则启动系统部分ST SafetyNET p，同时切换到状态“ST SafetyNET p处于运行状态且无错误”。

[2] 从“启动系统部分”切换到“重大FS+ST错误”

如果随着系统部分启动检测出错误（见流程图），系统部分ST SafetyNET p切换到停止状态，同时实现运行状态“重大FS+ST错误”。

[3] 从“ST SafetyNET p处于运行状态且无错误”切换到“启动系统部分”

此运行状态变化会影响PSS 4000专属设备的所有系统部分（见流程图）。

此运行状态变化可使用下列一种命令触发：

- ▶ 热复位 (PAS4000) 或复位按钮（设备）
- ▶ 冷复位 (PAS4000)
- ▶ 项目的热复位 (PAS4000)
- ▶ 项目的冷复位 (PAS4000)

[4] 从“ST SafetyNET p处于运行状态且无错误”切换到“ST SafetyNET p处于运行状态且有轻微错误”

由于ST通信错误导致运行状态变化。导致此错误的故障的分类如下：

- ▶ ST通信发生永久错误
- ▶ ST通信中出现瞬时错误

[5a] 从“ST SafetyNET p处于运行状态且有错误”切换到“ST SafetyNET p处于运行状态且无错误”

由于ST通信中永久出错，导致运行状态“ST SafetyNET p处于运行状态且有错误”修复故障后，连接自动恢复。

[5b] 从“ST SafetyNET p处于运行状态且有错误”切换到“ST SafetyNET p处于运行状态且无错误”

由于ST通信中的瞬时错误，导致运行状态“ST SafetyNET p处于运行状态且有错误”。自动恢复连接。

11.9 外部通信运行状态下的运行状态和变化

以下说明专门介绍外部通信的运行状态（见外部通信的通信模式）。各个系统部分的运行状态均完全相同（例如，系统部分“IP连接”、系统部分“Ethernet/IP适配器”）。必要时，参考PSS 4000专属设备的运行状态。

图“外部通信的运行状态下的运行状态和变化”（见流程图  402）提供了该运行状态的概述（灰色）：

- ▶ 方括号中的数字标示了运行状态的各种变化。
- ▶ 罗马数字I标示的部分参考了图“设备运行状态下的运行状态和变化”（见流程图），因为其影响涉及PSS 4000专属设备的所有系统部分，而不仅仅是各个外部通信的系统部分。
- ▶ 罗马数字VII标示的部分参考了图“设备运行状态下的运行状态和变化”（见流程图），因为各个外部通信的系统部分在启动PSS 4000专属设备的系统部分时启动。

11.9.1 流程图

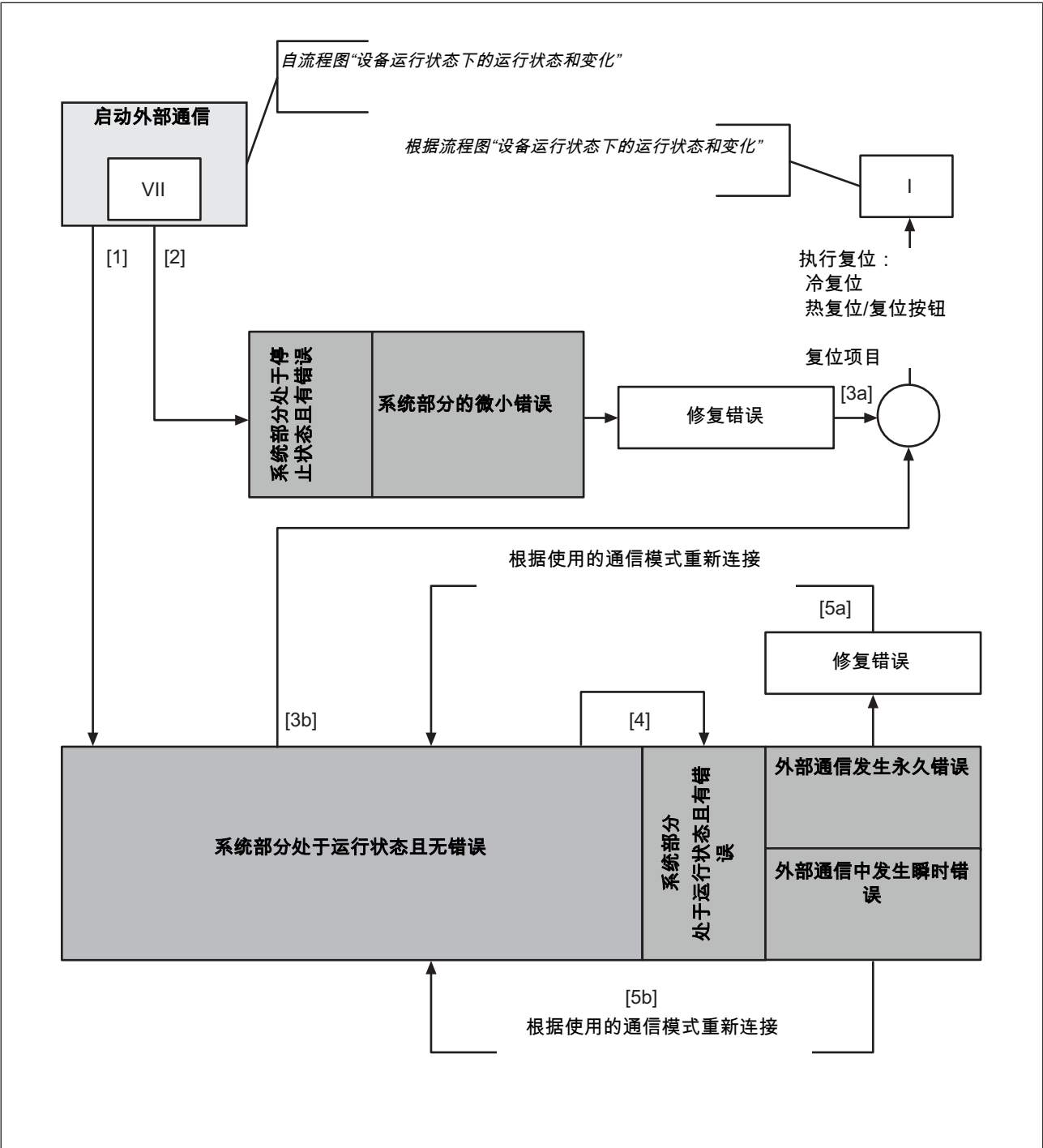


图: 外部通信运行状态下的运行状态和变化

11.9.2 外部通信的运行状态

各种运行状态的描述假定PSS 4000专属设备上有一个有效设备项目。

各个外部通信的系统部分（例如，Modbus/TCP、原始UDP、EtherNet/IP）可恢复以下运行状态（见流程图 [402]）：

- ▶ 运行状态“系统部分处于运行状态且无错误”
- ▶ 运行状态“系统部分处于停止状态且有错误”：
 - “外部通信的系统部分出现小错误”
- ▶ 运行状态“系统部分处于运行状态且有错误”：
 - “外部通信发生永久错误”
 - “外部通信中发生瞬时错误”
- ▶ 重大FS错误
(仅通过PROFIsafe! 等安全通信媒介进行通信)
- ▶ 重大FS+ST错误
(仅通过PROFIsafe! 等安全通信媒介进行通信)



重要信息

- 各种运行状态的描述都包括一个触发运行状态变化的选项列表。这些选项将单独介绍（见[复位、重启、启动和停止选项 \[411\]](#)）。

- 在一些通信模式下，可通过设备的状态LED指示灯显示各种运行状态。状态LED指示灯的呈现及其含义取决于所用的通信模式。

示例：

Modbus/TCP、原始TCP和原始UDP是基于工业以太网的协议。它们没有可显示运行状态的状态LED指示灯。

在PROFIBUS-DP从站上，“SF”和“BF”两种状态LED指示灯均可显示各种状态。

在PROFINET IO DEVICE上，“BF”状态LED指示灯可显示各种状态。

在PROFIsafe上，“SO”状态LED指示灯可显示各种状态。

在EtherNet/IP适配器上，两个状态LED指示灯“MS”和“NS”显示各种不同状态。

11.9.2.1 系统部分处于运行状态且无错误

此运行状态通过以下其中一个选项实现：

- ▶ 一个成功的启动过程之后，触发方式为
 - 冷启动设备或通过PAS4000对设备使用重启命令
 - 按设备上的复位按钮
 - 通过PAS4000触发复位
(冷复位、热复位、项目复位)

影响

- ▶ 各个外部通信 (例如，Modbus/TCP、原始UDP、EtherNET/IP) 的运行状态处于“系统部分处于运行状态且无错误”时，使用各个通信模式无错误地发送挂起的处理数据。
- ▶ 设备上的状态LED指示灯：
取决于使用的通信模式

11.9.2.2 外部通信的系统部分出现小错误

如果出现导致此运行状态的错误，该系统部分受影响的部件将按照定义结束。实现定义的状态。

可能的原因

- ▶ 配置错误

影响

- ▶ 各个外部通信的系统部分切换到停止状态。不能通过相应通信模式与设备交换过程数据。
- ▶ 替代值用于受影响的处理数据，有效位 = FALSE。
- ▶ 设备上的状态LED指示灯：
取决于使用的通信模式

故障排除措施

1. 诊断
例如，使用PAS4000阅读诊断列表和/或诊断日志。
2. 修复错误
例如，同步通信对象的配置
3. 执行复位

11.9.2.3 系统部分处于运行状态且有错误

如果错误导致外部通信中出现错误，则受影响的系统部分将按照定义停止或结束。实现定义的状态。

可能的原因

▶ 外部通信发生永久错误

永久错误示例：

- 通信对象已移除，不可访问。
- 设备上的总线连接器被拔出。

▶ 外部通信中发生瞬时错误

瞬时错误示例：

- 总线电缆上的瞬时错误，报文丢失

影响

- ▶ 不再与通信对象交换过程数据。
- ▶ 系统部分继续处于运行状态。
- ▶ 替代值用于受影响的处理数据，有效位 = FALSE。
- ▶ 设备上的状态LED指示灯：
取决于使用的通信模式

故障排除措施

1. 诊断

例如，使用PAS4000阅读诊断列表和/或诊断日志

2. 修复错误

3. 恢复连接

恢复连接选项取决于所用的通信模式，而且在多种情况下还取决于通信对象的配置选项。

如果通信模式支持，对应的系统部分将自动恢复连接。否则，该系统部分必须通过其中一种复位命令重启：

- 热复位 (PAS4000) 或复位按钮 (设备)
- 冷复位 (PAS4000)
- 项目的热复位 (PAS4000)
- 项目的冷复位 (PAS4000)



重要信息

请注意：

- 在一些环境下，需要重启通信对象
- 该故障可能是由通信对象导致的。在此情况下，在设备的系统部分可恢复连接之前，必须首先修复通信对象上的错误。

11.9.2.4 重大 FS+ST 错误

此运行状态仅当系统部分有安全相关通信通道时才会发生（例如，来自PROFIBUS-DP从站的PROFIsafe，该从站包含PROFIsafe系统部分）。如果错误导致此运行状态，则受影响的系统部分将按照定义结束。

可能的原因

- ▶ 内部错误

影响

- ▶ 系统部分（如带PROFIsafe的PROFIBUS-DP从站）切换到停止状态。
- ▶ 替代值用于受影响的处理数据，有效位 = FALSE。

故障排除措施

请联系Pilz

11.9.2.5 重大 FS 错误

此运行状态仅当系统部分有安全相关通信通道时才会发生（例如，来自PROFIBUS-DP从站的PROFIsafe，该从站包含PROFIsafe系统部分）。如果出现导致此运行状态的错误，则按定义结束通过该系统部分的安全相关通信渠道的通信（例如，带PROFIsafe的PROFIBUS-DP从站系统部分中的PROFIsafe）。实现定义的状态。

重大FS错误的影响涉及PSS 4000专属设备的所有安全相关部件（参见[运行状态“重大FS错误”](#)  341]）。

11.9.3 外部通信的运行状态变化

运行状态变化的描述假定设备包含一个有效的设备项目。这些数字参考了图“外部通信运行状态下的运行状态和变化”中运行状态的变化（见流程图 [📖 402]）。



重要信息

每个运行状态变化的描述都包括一个触发运行状态变化的选项列表。这些选项将单独介绍（见复位、重启、启动和停止选项 [📖 411]）。

[1] 从“启动系统部分”切换到“系统部分处于运行状态且无错误”

“启动系统部分”是PSS 4000专属设备的一种运行状态（见流程图）。如果随着系统部分的启动未检测出任何错误，则启动各个外部通信的系统部分，同时切换到状态“系统部分处于运行状态且无错误”。

[2] 从“启动系统部分”切换到“外部通信的系统部分发生小错误”

如果在系统启动时检测到错误（见流程图），系统部分将切换到停止状态，同时实现运行状态“外部通信的系统部分发生小错误”。

[3a] 从“外部通信的系统部分发生小错误”切换到“启动系统部分”

修复错误后，可通过一种复位命令重启外部通信的系统部分。此运行状态变化会影响设备的所有系统部分（见流程图）。

- ▶ 热复位 (PAS4000) 或复位按钮（设备）
- ▶ 冷复位 (PAS4000)
- ▶ 项目的热复位 (PAS4000)
- ▶ 项目的冷复位 (PAS4000)

[3b] 从“系统部分处于运行状态且无错误”切换到“启动系统部分”

此运行状态变化会影响设备的所有系统部分（见流程图）。

此运行状态变化可使用下列一种命令触发：

- ▶ 热复位 (PAS4000) 或复位按钮（设备）
- ▶ 冷复位 (PAS4000)
- ▶ 项目的热复位 (PAS4000)
- ▶ 项目的冷复位 (PAS4000)

[4] 从“系统部分处于运行状态且无错误”切换到“系统部分处于运行状态且有错误”

由于通信错误导致运行状态变化。导致此错误的故障的分类如下：

- ▶ 外部通信发生永久错误
- ▶ 外部通信中发生瞬时错误。

[5a] 从“系统部分处于运行状态且有错误”切换到“系统部分处于运行状态且无错误”

由于外部通信中永久出错，导致运行状态“系统部分处于运行状态且有错误”修复错误后，恢复连接选项取决于所用的通信模式，而且在多种情况下还取决于通信对象的配置选项。

如果错误的实际原因不在于通信对象，外部通信的系统部分可使用以下命令之一重启：

- ▶ 热复位 (PAS4000) 或复位按钮（设备）
- ▶ 冷复位 (PAS4000)

- ▶ 项目的热复位 (PAS4000)
- ▶ 项目的冷复位 (PAS4000)

[5b] 从“系统部分处于运行状态且有错误”切换到“系统部分处于运行状态且无错误”

由于外部通信中出现瞬时错误，导致运行状态“系统部分处于运行状态且有错误”恢复连接选项取决于所用的通信模式，而且在多种情况下还取决于通信对象的配置选项。

如果错误的实际原因不在于通信对象，外部通信的系统部分可使用以下命令之一重启：

- ▶ 热复位 (PAS4000) 或复位按钮 (设备)
- ▶ 冷复位 (PAS4000)
- ▶ 项目的热复位 (PAS4000)
- ▶ 项目的冷复位 (PAS4000)

11.10 复位、重启、启动和停止

PSS 4000 按照“降级”原则运行。降级原则的目标是，在可能的条件下，限制在控制进程中进行干预（如发生故障时）对受影响区域的影响。如有可能，所有未受影响的区域均应继续运行，而且不影响安全功能。

例如，在调试过程中，有多种选项可用于停止和启动特定工厂/机器部件。在控制进程中进行干预时，潜在的问题取决于使用的特定指令。

11.10.1 概述

11.10.1.1 复位、重启、启动和停止选项

下表概览了PAS4000中的复位、重启、启动和停止选项及相关指令：

选项	PAS4000
冷启动设备 (影响设备的所有系统部分)	---
重启项目 (影响项目的所有设备上的所有系统部分)	重新启动
重启设备 (影响设备的所有系统部分)	重新启动
复位项目 (影响项目的所有设备上的所有系统部分)	冷复位
	热复位
复位设备 (影响设备的所有系统部分)	冷复位
	热复位
通过设备的复位按钮复位	---
重启项目 (影响所有设备上的所有资源)	冷重启
	热重启
重启资源 (影响设备的资源)	FS冷重启
	ST冷重启
	FS热重启
	ST热重启
启动资源上的任务 (影响资源上的一个或多个任务)	FS热启动
	ST热启动
停止项目 (影响项目的所有设备上的所有资源)	停止
停止设备 (影响设备的所有资源)	停止
停止资源 (影响设备的资源)	FS停止
	ST停止

11.10.1.2 对变量和应用参数的影响

下表概览了复位、重启、启动或停止对局部变量 (VAR) 和资源全局变量 (VAR_GLOBAL、非O-PI 变量) 和应用参数的影响。

在一个声明的指令后，受影响的部分（例如，资源上的任务、系统部分）使用以下列变量进行启动：

操作	具有属性 RETAIN PERSISTENT的变量	变量 非保持性 [1]	应用参数
冷启动 重启	保存的值	变量被置为初始值	为应用参数配置的值
热重启 热复位			
冷重启 冷复位	变量被置为初始值		
热启动	保存的值		
停止	保存的值被保留		

[1] 如果非保持性变量用作应用参数，则“应用参数”栏适用。

注释

- ▶ 在执行任务，即便在发生电源故障或重启/重起时保留任务后，保存使用属性 RETAIN PERSISTENT 的变量内容。
- ▶ 使用属性 RETAIN PERSISTENT 的变量的保存内容可能来自电源故障之前的倒数第二个任务执行。
如保存了几个变量，则一些内容可能来自倒数第二个任务执行，其他内容来自最后一次执行。

11.10.1.3 对激活的“变量强制”的影响

下表概览了复位、重启、启动或停止对活动“变量强制”的影响：

操作	对“变量强制”的影响
冷启动 重启	停止“变量强制”， 随后需要手动启动“变量强制”。
热重启 热复位	
冷重启 冷复位	
热启动	停止“变量强制”， 随后通过系统自动启动“变量强制”。
停止	停止“变量强制”， “变量强制”重启的方式取决于后续（重新）启动操作/复位操作： - 热重启/热复位 - 冷重启/冷复位 - 热启动

11.10.1.4 对“变量控制”的影响

“变量控制”仅执行一次。复位、重启、启动或停止指令仅在尚未运行“变量控制”时有影响。

下表概览了复位、重启、启动或停止对“变量控制”的影响。

操作	对“变量控制”的影响
冷启动 重启	删除尚未运行的“变量控制”操作
热重启 热复位	
冷重启 冷复位	
热启动	在热启动之后运行尚未运行的“变量控制”操作
停止	未运行“变量控制”， 是否运行“变量控制”操作取决于后续（重新）启动操作/复位操作： - 热重启/热复位 - 冷重启/冷复位 - 热启动

11.10.1.5 在线更改处于激活状态期间的影响

下表概述了在线更改处于激活状态时复位、重启、启动或停止操作产生的影响：

操作	对激活的在线更改的影响
冷启动 重启	在线更改被禁用
热重启 热复位	
冷重启 冷复位	
热启动	在线更改仍处于激活状态
停止	在线更改仍处于激活状态 进一步影响取决于后续（重启）启动操作/复位操作： - 热重启/热复位 - 冷重启/冷复位 - 热启动

11.10.2 冷启动和重启命令

冷启动（断开然后接通模块电源的供电电压）和重启命令的影响基于设备，即它们影响 PSS 4000 专属设备的所有系统部分（FS 资源、ST 资源等）。

步骤

执行冷启动/重启指令将启动以下程序：

1. 中止处理
2. 设备切换到运行状态“启动基础系统”。
3. 达到运行状态“启动系统部分”并启动所有系统部分
4. 诊断日志中的运行条目
5. 影响

分别描述了对变量和应用参数的影响（参见[对变量和应用参数的影响](#)  413）。还分别介绍了对“变量强制”的影响（参见[对激活的“变量强制”的影响](#)  414）和对“在线更改”的影响（参见[对激活的“在线更改”的影响](#)  416）。

冷启动/重启指令期间的行为

下表介绍了处理数据和系统部分的行为：

处理数据 · 系统部分		行为	
过程数据	具有 I/O 映射的模块总线的输入数据 [1]	位模块	输入 = 当前物理输入信号
		字节模块	输入 = 当前物理输入值
	模块总线的输出数据	位模块	输出 = 零
		字节模块	输出 = 导通值 (参见模块的操作手册)
	具有 I/O 映射的 O-PI 变量 [1]	O-PI 变量被标记为无效	
系统部分	FS 资源	参见“程序”	
	ST 资源		
	FS 模块总线 PSSu		
	ST 模块总线 PSSu		
	FS SafetyNET p		
	ST SafetyNET p		
	外部通信 例如：“IP 连接”系统部分，“PROFIBUS-DP 从站”系统部分		

[1]

在其他设备中，被其他设备访问的过程数据被设置为替代值；有效位 = FALSE（参见[过程数据的有效性](#)  273）。

11.10.3 复位指令

复位（冷复位、热复位）的影响基于设备，即它影响PSS 4000专属设备的所有系统部分（FS资源、ST资源等）。冷复位和热复位的主要区别在于非易失性变量的处理方式。

就变量而言，当要在设备上触发已定义输出状态时，可以使用冷复位。

就非易失性变量而言，当设备上的期望行为与冷启动/重启命令相同时，可以使用热复位。

以下复位可用：

► 冷复位

- 冷复位项目的所有设备
- 冷复位设备

► 热复位：

- 热复位项目的所有设备
- 热复位设备
(PAS4000或复位按钮)

步骤

执行复位将启动以下程序：

1. 停止所有系统部分

- 复位一个项目：
所有资源上的任务和项目的所有设备上的所有其他系统部分上的任务一直运行到结束；然后，停止执行任何后续操作。
- 复位一个设备：
所有资源和设备的所有其他系统部分上的任务一直运行到结束；然后，停止执行任何后续操作。

2. 系统部分启动

- 复位一个项目：
项目的所有设备均切换到运行状态“启动系统部分”，包括启动所有系统部分和所有资源上在复位前处于运行状态或有任务错误的所有任务。
- 复位一个设备：
选定设备切换到运行状态“启动系统部分”，包括启动所有系统部分和所有资源上在复位前处于运行状态或有任务错误的所有任务。

3. 诊断日志

- 复位一个项目：
针对项目中的每个设备，在诊断日志中形成运行条目
- 复位一个设备：
针对选定设备，在诊断日志中形成运行条目

4. 诊断列表

- 复位一个项目：
诊断列表被删除
- 复位一个设备：
从诊断列表中删除针对选定设备的消息

5. 影响

分别描述了对变量和应用参数的影响（参见[对变量和应用参数的影响 \[413\]](#)）。还分别介绍了对“变量强制”的影响（参见[对激活的“变量强制”的影响 \[414\]](#)）和对“在线更改”的影响（参见[对激活的“在线更改”的影响 \[416\]](#)）。

复位期间的行为

下表介绍了复位期间处理数据和系统部分的行为：

处理数据 · 系统部分		行为	
过程数据	具有I/O映射的模块总线的输入数据 [1]	位模块	输入 = 当前物理输入信号
		字节模块	输入 = 当前物理输入值
	模块总线的输出数据	位模块	输出 = 零
		字节模块	输出 = 导通值 (参见模块的操作手册)
	具有I/O映射的O-PI变量 [1]	O-PI变量被标记为无效	
系统部分	FS资源	参见“程序”的部分	
	ST资源		
	FS模块总线PSSu		
	ST模块总线PSSu		
	FS SafetyNET p		
	ST SafetyNET p		
	外部通信 例如：“IP连接”系统部分，“PROFIBUS-DP从站”系统部分		

[1]

在其他设备中，被其他设备访问的过程数据被设置为替代值；有效位 = FALSE（参见[过程数据的有效性 \[273\]](#)）。

11.10.4 热启动指令

热启动（FS热启动、ST热启动）影响PSS 4000专属设备的以下系统部分：

- ▶ FS热启动：属于FS资源的受影响任务
- ▶ ST热启动：属于ST资源的受影响任务

通过热启动，该过程恰好从之前停止的点继续（运行时错误或停止指令）。热启动对诊断列表无任何作用（即保留条目）。

例如，热启动适于调试。其中的一个停止指令（参见[停止指令](#)  423）可用于暂停目标子过程（例如，为进行调整，逐步调试），然后继续进行热启动。

热启动处于运行状态“资源处于运行状态且有任务错误”

FS/ST资源处于状态“FS/ST资源处于运行状态且有任务错误：任务处于停止状态”时的FS/ST热启动流程：

前提：错误已修复

1. 在诊断日志中形成运行条目
2. 启动FS/ST资源上的受影响任务

只有因错误而不再运行的资源任务启动。热启动不影响FS/ST资源上任何无错误运行的任务。

3. 影响
分别描述了对变量和应用参数的影响（参见[对变量和应用参数的影响](#)  413）。还分别介绍了对“变量强制”的影响（参见[对激活的“变量强制”的影响](#)  414）和对“在线更改”的影响（参见[对激活的“在线更改”的影响](#)  416）。

停止指令之后热启动

停止指令之后的FS/ST热启动流程：

前提：未出现任何任务错误。

1. 在诊断日志中形成运行条目
2. 启动FS/ST资源上的受影响任务

启动选定资源上的所有任务。用户程序将从之前通过停止指令停止的点继续

3. 影响
分别描述了对变量和应用参数的影响（参见[对变量和应用参数的影响](#)  413）。还分别介绍了对“变量强制”的影响（参见[对激活的“变量强制”的影响](#)  414）和对“在线更改”的影响（参见[对激活的“在线更改”的影响](#)  416）。

11.10.5 重启指令

重启（冷重启、热重启）的影响基于资源，即它影响PSS 4000专属设备上的选定资源（ST/FS资源）。冷重启和热重启的主要区别在于重启之后用于启动资源的非易失性变量的处理方式。

就变量而言，当要触发资源（FS/ST资源）的已定义输出状态时，可以使用冷重启。

就非易失性变量而言，当资源（FS/ST资源）的期望行为与冷启动/重启命令相同时，可以使用热重启。

以下重启可用：

- ▶ 针对项目的冷重启
- ▶ 针对项目的热重启
- ▶ 设备上FS资源的FS冷重启
- ▶ 设备上ST资源的ST冷重启
- ▶ 设备上FS资源的FS热重启
- ▶ 设备上ST资源的ST热重启

由于总是在自动停止（ST/FS资源上发生错误）或手动执行停止（停止命令）之后重启，受影响的过程数据和系统部分的行为取决于资源的停止状态。当资源处于停止状态时，过程数据和系统部分的行为方式始终相同，因此停止状态的触发方式不重要（见[停止命令 - 停止状态期间的行为](#) [423]）。

在运行状态“资源处于运行状态且无错误”下重启

所选资源处于运行状态且无错误时的重启流程：

1. 停止资源

- 重启项目设备上的多个资源：

在项目的所有设备上，资源（FS和ST资源）一直运行到结束；然后，停止执行任何后续操作。

- 重启设备上的资源：

设备上的选定资源（FS/ST资源）一直运行到结束；然后，停止执行任何后续操作。

2. 诊断日志

- 重启项目：

针对项目的每个资源，在诊断日志中形成运行条目

- 重启设备上的某个资源：

针对选定资源，在诊断日志中形成运行条目

3. 诊断列表

- 重启项目：

从诊断列表中删除针对所有资源的消息。

- 重启设备上的某个资源：

从诊断列表中删除针对选定资源的消息。

4. 启动资源

- 针对项目的冷/热重启：
启动项目的所有设备上的资源（FS和ST资源）。
- 冷/热重启设备上的某个资源：
启动设备上的选定资源（FS/ST资源）。

5. 影响

分别描述了对变量和应用参数的影响（参见[对变量和应用参数的影响 \[413\]](#)）。还分别介绍了对“变量强制”的影响（参见[对激活的“变量强制”的影响 \[414\]](#)）和对“在线更改”的影响（参见[对激活的“在线更改”的影响 \[416\]](#)）。

在停止指令/出错后重启

在停止指令/出错后重启的程序：

发生错误的先决条件：错误已修复

1. 诊断日志

- 重启项目：
针对项目的每个资源，在诊断日志中形成运行条目
- 重启设备上的某个资源：
针对选定资源，在诊断日志中形成运行条目

2. 诊断列表

- 重启项目：
从诊断列表中删除针对所有资源的消息
- 重启设备上的某个资源：
从诊断列表中删除针对选定资源的消息

3. 启动资源

- 重启项目：
启动项目的所有设备上的资源（FS和ST资源）。
- 冷/热重启设备：
启动选定资源（FS/ST资源）。

4. 影响

分别描述了对变量和应用参数的影响（参见[对变量和应用参数的影响 \[413\]](#)）。还分别介绍了对“变量强制”的影响（参见[对激活的“变量强制”的影响 \[414\]](#)）和对“在线更改”的影响（参见[对激活的“在线更改”的影响 \[416\]](#)）。

11.10.6 停止指令

以下停止指令可用：

▶ 停止资源

该指令基于资源，即它影响设备上的选定资源：

- 停止FS资源：停止设备上的FS资源
- 停止ST资源：停止设备上的ST资源

▶ 停止设备

该指令基于设备，即它影响选定设备上的所有资源（FS资源、ST资源）。

▶ 停止项目

该指令基于设备，即它影响项目的所有设备上的所有资源（FS资源、ST资源）。

停止资源的流程

停止设备上的选定资源（FS资源/ST资源）将启动以下流程：

1. 停止选定资源上的所有任务

对通过选定资源处理的变量和应用参数的影响将单独介绍（参见[对变量和应用参数的影响 \[413\]](#)）。除此之外，还分别介绍了对“变量强制”的影响（参见[对激活的“变量强制”的影响 \[414\]](#)）和对“在线更改”的影响（参见[对激活的“在线更改”的影响 \[416\]](#)）。

2. 针对选定资源，在诊断日志中形成运行条目

3. 在诊断列表中输入消息

停止设备的流程

停止设备将启动以下流程：

1. 停止选定设备上的所有资源

对通过选定资源处理的变量和应用参数的影响将单独介绍（参见[对变量和应用参数的影响 \[413\]](#)）。还分别介绍了对“变量强制”的影响（参见[对激活的“变量强制”的影响 \[414\]](#)）和对“在线更改”的影响（参见[对激活的“在线更改”的影响 \[416\]](#)）。

2. 针对设备上的资源，在诊断日志中形成运行条目

3. 在诊断列表中输入消息

停止项目的流程

停止项目将启动以下流程：

1. 停止项目的所有设备上的所有资源

对通过选定资源处理的变量和应用参数的影响将单独介绍（参见[对变量和应用参数的影响 \[413\]](#)）。还分别介绍了对“变量强制”的影响（参见[对激活的“变量强制”的影响 \[414\]](#)）和对“在线更改”的影响（参见[对激活的“在线更改”的影响 \[416\]](#)）。

2. 针对项目的所有资源，在诊断列表中形成运行条目

3. 在诊断列表中输入消息

停止状态下的行为

过程数据和系统部分在资源处于停止状态时的行为始终相同，无论停止状态是由错误触发还是由手动停止命令触发。下表描述了当资源处于停止状态时过程数据和系统部分的行为：

处理数据，系统部分		行为	
过程数据	具有I/O映射的模块总线的输入数据 (关于“停止设备”，见 [1])	位模块	输入 = 当前物理输入信号
		字节模块	输入 = 当前物理输入值
	具有I/O映射的模块总线的输出数据 (关于“停止资源”，见 [2])	位模块	输出 = 零
		字节模块	输出 = 导通值 (参见模块的操作手册)
	一个或多个已停止资源的O-PI变量	O-PI变量被标记为无效 (参见 [1] 和 [2])	
系统部分	FS资源	参见以下章节： - 停止资源的流程 - 停止设备的流程 - 停止项目的流程	
	ST资源		
	FS模块总线PSSu	无影响	
	ST模块总线PSSu		
	FS SafetyNET p		
	ST SafetyNET p		
	外部通信 例如：“IP连接”系统部分，“PROFIBUS-DP从站”系统部分		

[1]

在其他PSS 4000专属设备中，被其他PSS 4000专属设备访问的过程数据被设置为替代值；有效位 = FALSE (参见[过程数据的有效性](#) [273])。

[2]

只有被分配到停止资源中O-PI变量的硬件输出的行为方式如上表所述。被分配给其他（正在运行的）资源上的O-PI变量的硬件输出由这些变量继续写入。

11.11 复位按钮的功能

所有PSS 4000专属设备都有复位按钮。

复位按钮具有多种功能：

- ▶ 针对设备执行热复位
- ▶ 考虑操作员行为
 - 要对设备执行原始复位
 - 要从SD卡传输命名数据和/或设备项目
- ▶ 切换到恢复模式

11.11.1 针对设备执行热复位

通过PSS 4000专属设备的复位按钮执行的复位对应的是热复位。对于热复位，可将设备上的复位按钮按下至多5 s。

如需更多信息，请参见[运行状态“启动系统部分”](#) [ 323]的流程图。

热复位的一般影响将单独介绍（见[复位命令](#) [ 418]）。

11.11.2 适用于设备原始复位的预定操作员操作

可使用PSS 4000专属设备上的复位按钮执行原始复位。

先决条件

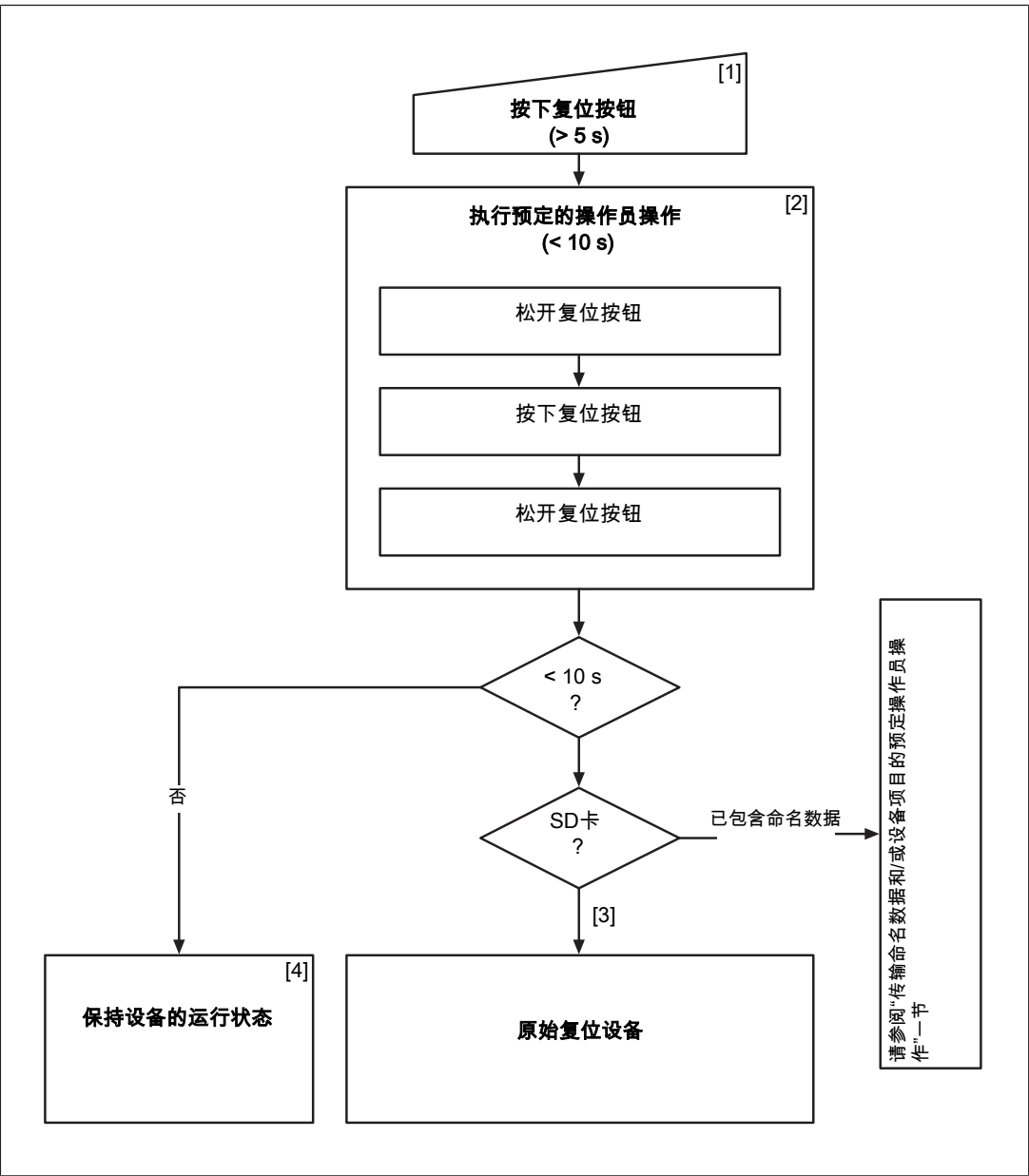
设备上的SD卡未插入或必须为空。



重要信息

请注意，有缺陷的SD卡也会导致原始复位。

原始复位程序



[1]

按设备上的复位按钮并保持5秒以上。设备保持处于当前运行状态不变。

[2]

在10秒内执行预定的操作员操作：

释放复位按钮 — 按复位按钮 — 释放复位按钮

通过DIAG LED指示灯显示开始预定的操作员操作（呈红绿色交替闪烁）。

注：一旦“DIAG”LED指示灯“呈红色闪烁”，就必须在5秒内释放复位按钮，否则，设备将重启。

[3]

检查SD卡。如果插入了空的SD卡，或者没有插入SD卡，则执行原始复位（见[原始复位](#)  435）。

注：

如果SD卡包含命名数据，将不执行原始复位（见“[用于传输命名数据和/或设备项目的预定操作员操作](#)”  429）。

[4]

如果不在10秒内执行预定的操作员操作，设备保持处于当前运行状态下不变。

11.11.3 传输命名数据和/或设备项目的预定操作员操作

可使用复位按钮将命名数据和/或设备项目从SD卡传输到PSS 4000专属设备。这个过程在维修操作中可能是有益的，因为不需要使用PAS4000。

如果不希望使用PAS4000，在以下情况下，使用复位按钮执行预定操作员操作是绝对必要的：

- ▶ 将从SD卡传输新的命名数据。这适用于除以下设备之外的所有PSS 4000专属设备：

- PSSu H FS SN SD(-T)(-R)
- PSSu H FS SN SD M12 (-T)(-R)
- PSS67 IO1 16FDI

- ▶ 对于具有相同命名数据的设备，项目将从SD卡传输。这适用于除以下设备之外的所有PSS 4000专属设备：

- PSSu H FS SN SD(-T)(-R)
- PSSu H FS SN SD M12 (-T)(-R)
- PSS67 IO1 16FDI

注：如果SD卡包含不同的命名数据和不同的设备项目，则预定操作员操作必须执行两次。第一次只会传输命名数据。

先决条件

- ▶ 必须将SD卡插到设备上。
- ▶ SD卡不得为空或有缺陷。
- ▶ SD卡上的设备项目必须与产品类型相匹配。

命名数据和/或设备项目的传输程序

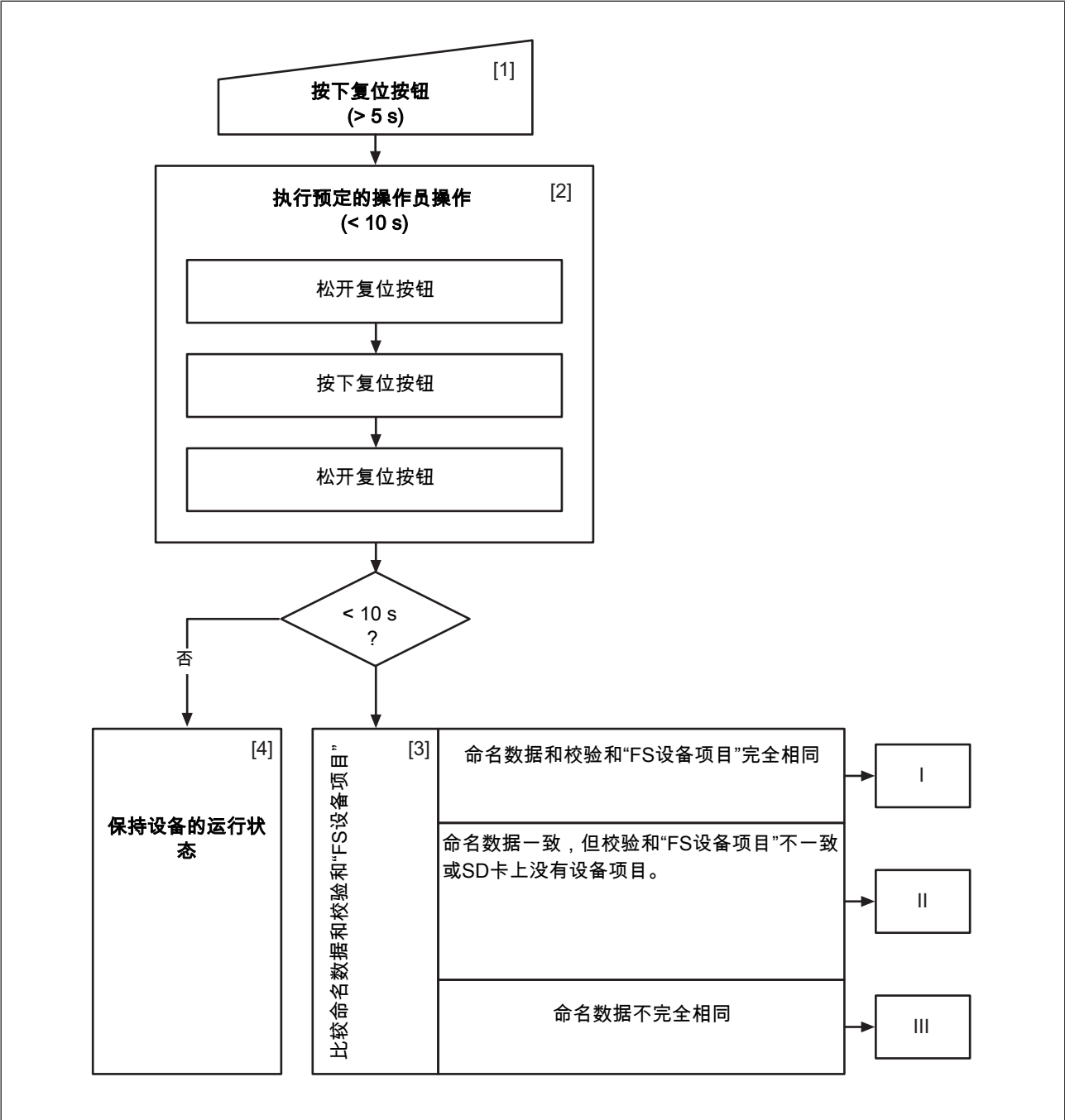


图:

- [1]
按设备上的复位按钮并保持5秒以上。设备保持处于当前运行状态不变。
- [2]
在10秒内执行预定的操作员操作：
释放复位按钮 — 按复位按钮 — 释放复位按钮
通过DIAG LED指示灯显示开始预定的操作员操作（呈红绿色交替闪烁）。

注：一旦“DIAG”LED指示灯“呈红色闪烁”，就必须在5秒内释放复位按钮，否则，设备将重启。

[3]

当SD卡上的命名数据和校验和“FS设备项目”与设备上的相应数据相比较时，需要区分各种情况。罗马数字I、II和III标示的部分参考了相应的图表和说明。

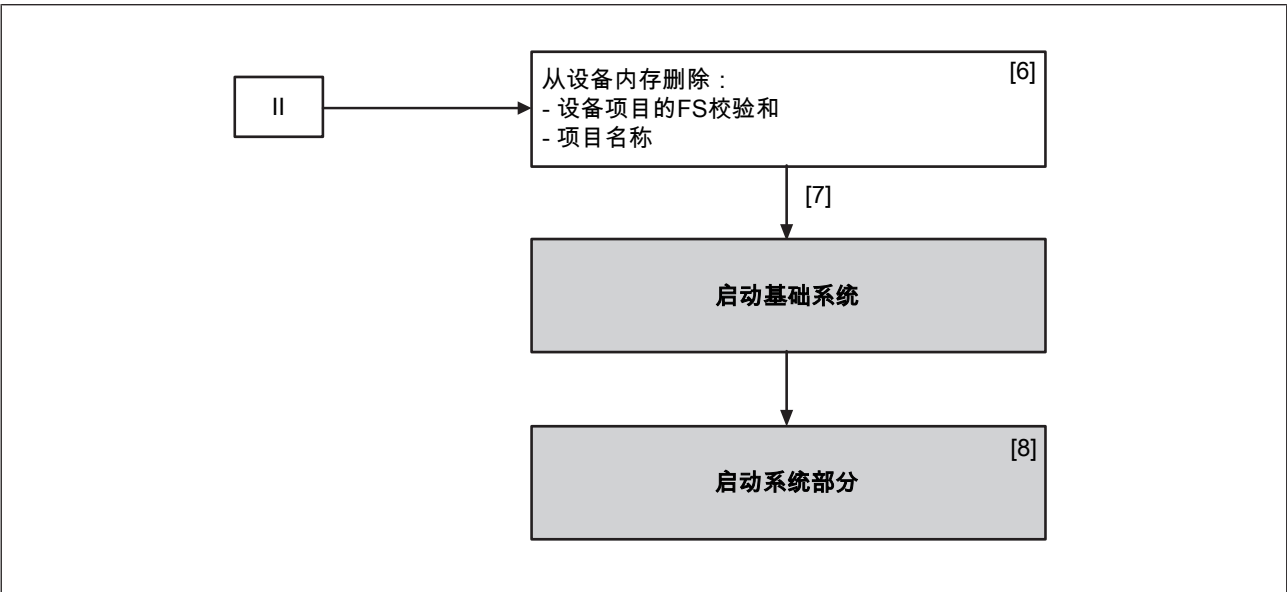
[4]

如果不在10秒内执行预定的操作员操作，设备保持处于当前运行状态下不变。

比较之后的程序



命名数据和校验和“FS设备项目”完全相同。设备保持其当前运行状态不变。



[6]

如果命名数据完全相同，但是校验和“FS设备项目”不同，或者SD卡上没有设备项目，则从设备的设备内存中删除校验和“FS设备项目”和项目名称。

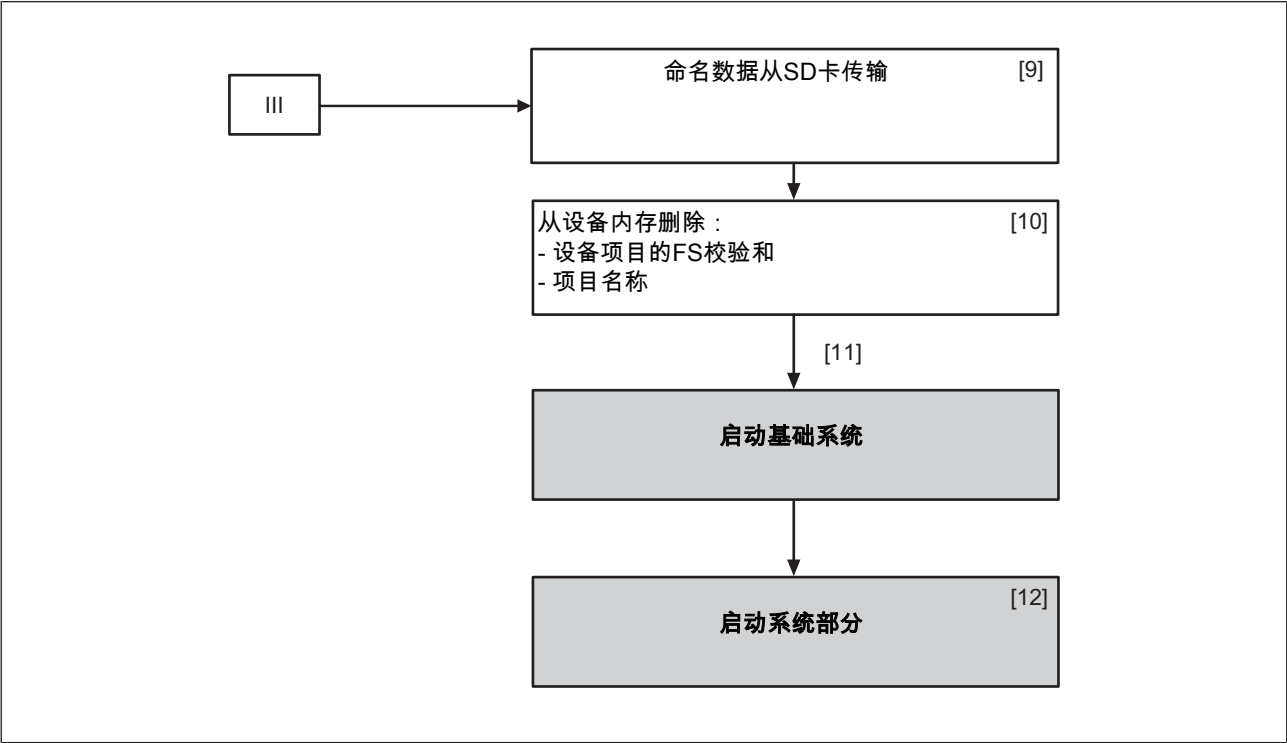
[7]

设备重启；其行为与重启命令相同（见设备运行状态下的运行状态和变化）。

[8]

如果SD卡包含与产品类型相匹配的设备项目，则在“启动系统部分”运行状态下从SD卡传输设备项目。

如果SD卡不含设备项目或包含的设备项目与产品类型不符，则设备会不带设备项目启动。为了确保设备在这种情况下包含设备项目，必须执行直接项目下载，或者必须使用包含与产品类型匹配的设备项目的SD卡再次执行预定操作员操作。



- [9]
如果命名数据不完全相同，则将SD卡中的命名数据传输到设备。
- [10]
从设备的设备内存中删除校验和“FS设备项目”和项目名称。
- [11]
设备重启；其行为与重启指令相同（见[设备运行状态下的运行状态和变化 \[318\]](#)）。
- [12]
如果SD卡包含与产品类型相匹配的设备项目，则在“启动系统部分”运行状态下从SD卡传输设备项目。如果源自旧设备项目的用户程序包含非易失性变量，该设备将使用以下非易失性变量值启动：

案例	使用属性RETAIN PERSISTENT的变量	易失性 变量 [1]	应用参数
变量在用户程序中不变，保持可用 (资源分配、FQN以及数据类型相同)	保存的值	变量被置为初始值	为应用参数配置的值
用户程序中的变量是新的	变量被置为初始值		
用户程序中的变量不再可用	变量被删除		应用参数被删除

[1] 如果非保持性变量用作应用参数，则“应用参数”栏适用。

如果SD卡不包含设备项目或包含的设备项目与产品类型不匹配，则设备会在没有设备项目的情况下启动其系统部分。为了确保设备包含设备项目，必须执行直接项目下载，或者必须使用包含相应设备项目的SD卡再次执行预定操作员操作。

11.11.4 恢复模式

可以在重新启动（接通电源）或重启设备时切换至恢复模式。在这种情况下，在测试阶段之后和系统组件启动前，启动过程有一个预定中断（参见[运行状态“启动系统部分”](#) [📖 323]）。

在恢复模式下无在线操作。

执行恢复模式

- ▶ 执行重新启动或重启，同时按住复位按钮一会儿。

注：

您可以通过“SD卡”状态LED（绿色闪烁或红光）来识别恢复模式。如果按下复位按钮的时间不够长，系统不会切换至恢复模式。设备将经历所有通常的启动阶段。

拆下SD卡

在恢复模式，可以移除SD卡而不会损坏SD上的任何文件。有两种不同的场景：

- ▶ SD卡处于一致状态（参见[日志文件系统](#) [📖 462]）：
“SD卡”状态LED指示灯呈红色闪烁。
- ▶ 出于某些原因，SD卡的文件系统无法重建一致状态（参见[日志文件系统](#) [📖 462]）。
“SD卡”状态LED指示灯呈红色亮起。

退出恢复模式

- ▶ 在恢复模式，按下复位按钮 > 10 s。
设备将重启。

11.12 初始复位

当 PSS 4000 专属设备或 PSS 4000 可操作设备从现有设备/机器中移除后，可能被重新用于另一个应用中，原始复位总是合理或确有必要的。

如果原始复位后 PSS 4000 专属设备/可操作设备又重新用于自动化系统 PSS 4000 中的项目，则需实施新的设备命名程序。

11.12.1 原始复位的影响

原始复位对PSS 4000专属设备或PSS 4000可操作设备具有以下常规作用：

- ▶ 将删除存储在设备上的所有项目相关数据和工作目录。包括：
 - 项目名称
 - 使用安全相关应用的设备：校验和“FS设备项目”
 - 使用非易失性内存的设备：非易失性变量
- ▶ 设备名称重置为默认设备名称（参见命名数据  298）。
- ▶ 在使用SD卡的设备中，将删除存储在SD卡上的所有项目相关数据和工作目录。包括：
 - 设备项目（包括所有相关系统部分的配置）
 - 使用安全相关应用的设备：校验和“FS设备项目”

还将删除并非来自系统的所有数据和工作目录。包括：

- 用户保存在SD卡上的所有用户数据，包括/userfiles文件夹和其中包含的所有目录和数据
- 如果有，/ep文件夹和备份拷贝
- ▶ 设备诊断列表中的消息变为“非活动”状态。未在设备诊断日志中记录状态变化。
- ▶ 保留设备诊断日志。
- ▶ 当前版本的PSS 4000固件保留在设备上。
- ▶ 原始复位后，PSS 4000固件在设备上重启。其作用与重启指令相同。

除了这些常规作用之外，还有特定设备作用

- ▶ PSS 4000专属设备
- ▶ PSS 4000可操作设备

11.12.1.1 对 PSS 4000 专用设备的影响

原始复位对PSS 4000专属设备具有以下特定设备作用：

- ▶ 设备上的所有输出均设置为ZERO。
- ▶ 在其他设备中，被其他设备访问的过程数据被设置为其替代值；有效位 = FALSE (参见[过程数据的有效性 \[📖 273\]](#))。
- ▶ 设备将IP地址重置为默认设置并激活其Auto-IP机制 (参见[Auto-IP机制 \[📖 79\]](#))。
- ▶ 带有系统部分PROFIBUS-DP从站的设备：
如果设备上的DIP开关设为126_D，设备的站点地址将重置为126_D。

11.12.1.2 对PSS 4000可操作设备的影响

原始重置对PSS 4000可操作设备具有以下特定于设备的效果：

- ▶ 原始复位仅对设备的 PSS 4000 固件有效。
- ▶ 设备的网络设置（IP地址等）保持不变，即原始重置不会影响设备的网络设置（参见[命名数据 \[📖 298\]](#)）。

11.12.2 执行原始复位

根据设备，原始复位执行情况如下：

- ▶ PSS 4000专属设备
或者在PAS4000中执行，或者使用设备上的复位按钮执行。
- ▶ PSS 4000可操作设备
在PAS4000中执行原始复位。

11.13 使能原理

使用使能原理，如果FS数据源有使能输出，则ST数据源可以控制FS硬件输出。当有错误发生时，FS数据源必须确保ST数据源所控制的FS硬件输出不能再被置位。

▶ 有效的ST数据源为：

- ST-O-PI变量
- 来自外部通信ST-输入数据（例如Modbus/TCP，现场总线）

▶ 有效的FS数据源为：

- FS-O-PI变量
- 来自外部通信的FS-输入数据（例如另一厂商的FS总线系统）

理论

在PAS4000中的I/O映射中，用户将ST数据源及FS数据源映射到了同一个FS数据目标（例如FS硬件输出）。基于这个I/O映射，PSS 4000进行内部评估。这意味着该评估并不是在PSSu系统的资源中进行的，因此在用户程序中不需要编程。在内部评估期间，ST数据源、ST数据源中的有效位、FS数据源、FS数据源中的有效位都进行了逻辑上的链接和评估。逻辑操作的结果控制着FS硬件输出。

需要遵循下述规则：

- ▶ 如果FS数据源和FS数据源中的有效位都是“TRUE”，则FS硬件输出会随着ST数据源导通和关断。FS硬件输出上的使能LED将亮起。
- ▶ 一旦FS数据源和/或FS数据源中的有效位是“FALSE”，就会为FS硬件输出使用替代值。对于数字量FS硬件输出而言，这意味着它会安全关断。FS硬件输出上的使能LED将不会亮。通过ST数据源进行的控制被忽略。
- ▶ 一旦ST数据源中的有效位是“FALSE”，就会为FS硬件输出使用替代值。对于数字量FS硬件输出而言，这意味着它会安全关断。FS硬件输出上的使能LED将亮起。

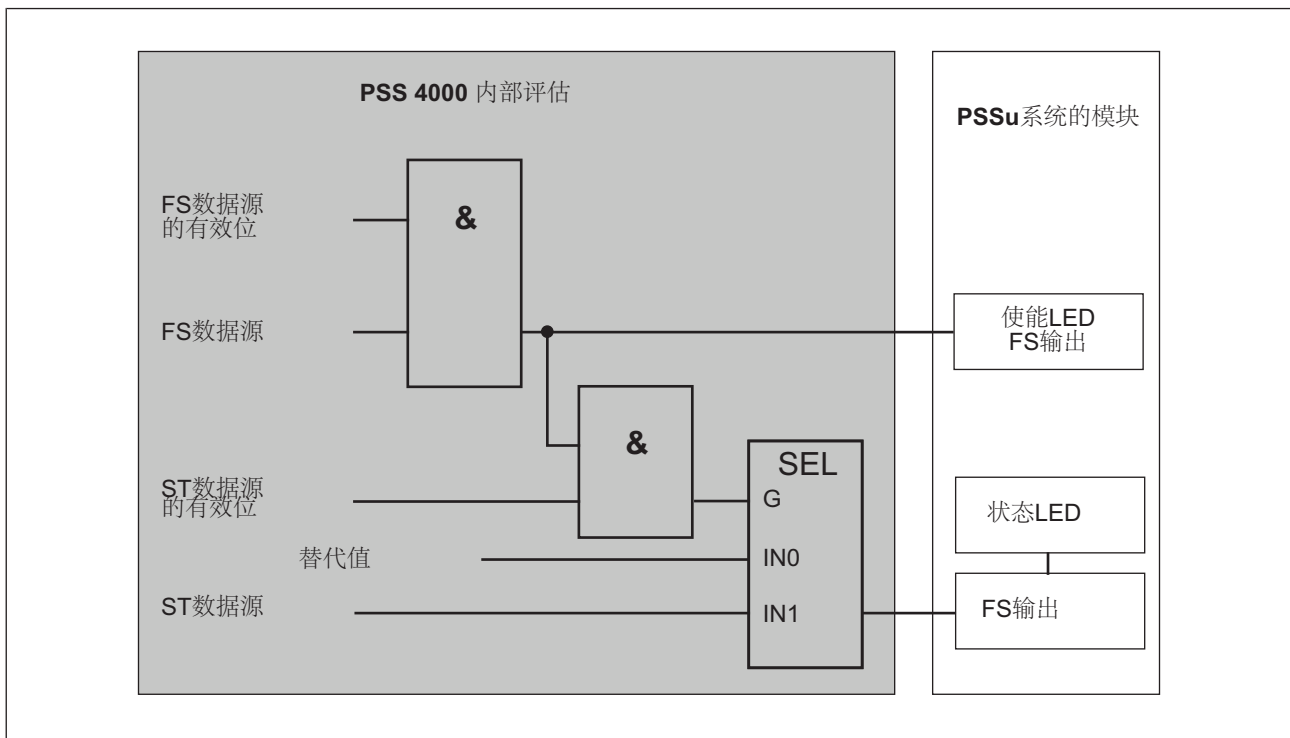


图: 以PSSu系统为例的内部评价 (原则上)

请注意：

在ST资源上处理的ST数据**不安全**。它仅能作为**附加**标准来控制安全相关的行为（例如启动/停止），千万**不能**阻止安全功能。例如，不管出于任何原因，ST资源中的停止信号没有被激活，或者启动信号被连续激活，这一定不能降低机器或过程的安全性。

11.14 响应时间

以下响应时间描述仅适用于 PSS 4000 专用设备上的输入和输出。如果输入和输出被分配到了各种 PSS 4000 专用设备上，还必须考虑 SafetyNET p 接口的处理时间和 SafetyNET p 传输时间。

如有必要，在确定整体响应时间时，还必须考虑相关外部通信关系（例如通过 Modbus/TCP、UDP 和 PROFIBUS-DP 通信）、第三方外围设备、传感器/执行器和第三方控制系统。这些影响在此不赘述。



重要信息

以下响应时间描述对 1.2.0 及更高版本的 PAS4000 有效。

“响应时间”是指预定义事件和由其触发的预定义响应之间经过的时间。

11.14.1 影响响应时间的时间

响应时间由以下时间决定：

周期性任务的循环时间 (t_{Task})

任务循环时间 t_{Task} 由用户在PAS4000中的任务配置期间定义。它定义了任务必须在多长的时间段内执行（参见[任务基本信息 \[📖 278\]](#)）。

取值范围：

- ▶ ST任务：2 ms ... 2 000 000 ms
- ▶ FS任务：6 ms ... 10 000 ms

任务循环时间的值范围 t_{Task} 取决于设备。

任务的执行时间 (t_{ProcTask})

执行时间 t_{ProcTask} 是从任务循环开始到任务执行结束（即输出的过程映像和资源全局变量可供使用的时间点）之间的时间长度（参见[数据路径的构造 - 包含任务的数据路径 \[📖 449\]](#)）。

模块总线的循环时间 (t_{MBUS})

FS模块总线和PSS 4000专用设备的ST模块总线各有一个循环时间。它们由PAS4000计算和显示。循环时间 t_{MBUS} 是在头模块和模块之间传输数据所需要的时间。

取值范围：

- ▶ ST模块总线：2 ms ... 45 ms
- ▶ FS模块总线：6 ms ... 30 ms

请注意：

- ▶ 各模块总线的循环时间始终对应于循环时间最短的任务的循环时间，前提是任务循环时间少于/等于相应模块总线的最长可能循环时间：

$$t_{\text{MBUS}} = t_{\text{Task min}}$$

- ▶ 如果在PSS 4000专用设备上仅执行一个任务，模块总线循环时间将对应于任务的循环时间，前提是任务循环时间少于/等于相应模块总线的最长可能循环时间：

$$t_{\text{MBUS}} = t_{\text{Task}}。$$

模块输入数据的处理时间 (t_{ProclM})

处理时间 t_{ProclM} ：参见模块的操作手册了解技术细则

处理时间 t_{ProclM} 是指从模块上输入信号发生实际变化到模块总线上输入数据准备就绪之间经历的时间。处理时间考虑了诸如内部运行时间、温度漂移和组件扩展等各种影响。它因模块而异。

如果可以为模块配置滤波时间，则存在如下规则：

$$t_{\text{Proclm}} = t_{\text{ProclM}} + \text{配置过滤器时间}$$

模块输出数据的处理时间 (t_{ProcOM})

处理时间 t_{ProcOM} ：参见模块操作手册中的技术细则

处理时间 t_{ProcOM} 是一个模块需要在内部处理输出数据的时间。该处理时间考虑了诸如内部运行时间、温度漂移和元件扩展等各种影响。它随模块而变化。

SafetyNET p的基本循环时间 (t_{BasicSNp})

基本循环时间 t_{BasicSNp} 描述了在项目内部运行测试（作为每个循环的一部分）以及检查数据是否可以通过SafetyNET p发送所需的时间。基本循环时间由PAS4000计算并在编译过程中显示。

▶ 项目内部SNp通信

在计算基本循环时间时，将考虑SNp通信中涉及的FS系统部分和ST系统部分。还将根据配置，考虑FS心跳循环时间 $t_{\text{SNp FS-HBT}}$ （参见FS心跳（FS-HBT）[\[109\]](#)）。因此，考虑的循环时间包括 t_{Task} 、 t_{MBUS} 、 t_{ExtCo} 和 $t_{\text{SNp FS-HBT}}$ 。

基本循环时间对应于SNp通信中涉及的FS系统部分和ST系统部分的循环时间的最大公因数，根据配置，还对应于FS心跳循环时间的手动配置值。

示例：

t_{BasicSNp} = 最大公因数 (t_{Task} , t_{MBUS} , $t_{\text{SNp FS-HBT}}$) 单位：ms

– $t_{\text{Task}} = 10 \text{ ms}$

– $t_{\text{MBUS}} = 5 \text{ ms}$

– $t_{\text{SNp FS-HBT}}$ 为120 ms (举例)

结果： $t_{\text{BasicSNp}} = 5 \text{ ms}$

▶ 跨项目SNp通信 (PASconnect接口版本1.2.x)

在计算基本循环时间时，将考虑SNp通信中涉及的FS任务和ST任务的循环时间 t_{Task} 。

基本循环时间对应SNp通信中所涉及任务的循环时间 (t_{Task}) 的最大公因数。

示例：

t_{BasicSNp} = 最大公因数 ($t_{\text{Task 1}}$, $t_{\text{Task 2}}$) 单位：ms

– $t_{\text{Task 1}} = 10 \text{ ms}$

– $t_{\text{Task 2}} = 5 \text{ ms}$

结果： $t_{\text{BasicSNp}} = 5 \text{ ms}$

▶ 跨项目SNp通信 (PASconnect接口版本1.3.x/1.4.x)

在计算基本循环时间时，将考虑SNp通信中涉及的FS任务和ST任务的循环时间 t_{Task} 。还将考虑PAS4000手动配置的FS心跳循环时间 $t_{\text{SNp FS-HBT}}$ （参见FS心跳（FS-HBT）[\[109\]](#)）。

基本循环时间对应于SNp通信中涉及任务循环时间的最大公因数，以及FS心跳循环时间的配置值。

示例：

t_{BasicSNp} = 最大公因数 ($t_{\text{Task 1}}$, $t_{\text{Task 2}}$, $t_{\text{SNp FS-HBT}}$) 单位：ms

– $t_{\text{Task 1}} = 10 \text{ ms}$

– $t_{\text{Task 2}} = 10 \text{ ms}$

– $t_{\text{SNp FS-HBT}} = 110 \text{ ms}$

结果： $t_{\text{BasicSNp}} = 10 \text{ ms}$

SafetyNET p循环时间 (t_{SNp})

对于循环时间 t_{SNp} ，根据以下标准进行区分：

- ▶ 具有项目内部SNp通信的循环时间和
具有跨项目SNp通信的循环时间 (PASconnect接口版本1.2.x)
循环时间 t_{SNp} 是指PSS 4000设备的传输连接 (Tx连接) ；即，PSS 4000设备的每个Tx连接都有它自己的循环时间 t_{SNp} 。
循环时间描述了为发送数据而循环发起Tx连接所需的时间。循环时间是基本循环时间 t_{BasicSNp} 的整数倍。这是包含传输PSS 4000设备的项目的基本循环时间。
- ▶ 具有跨项目SNp通信的循环时间 (PASconnect接口版本1.3.x/1.4.x)
循环时间 t_{SNp} 是指PSS 4000设备的接收连接 (Rx连接) ；即，PSS 4000设备的每个Rx连接都有它自己的循环时间 t_{SNp} 。
循环时间描述了接收PSS 4000设备循环检查Rx连接的数据是否可用于进一步处理的时间。循环时间是基本循环时间 t_{BasicSNp} 的整数倍。这是包含接收PSS 4000设备的项目的基本循环时间。

如果需要明确区分，循环时间 t_{SNp} 描述如下：

SNp通信	PASconnect接口版本	循环时间的描述
项目内部	- - -	$t_{\text{SNp (Tx)}}$
跨项目	1.2.x	$t_{\text{SNp (Tx)}}$
	1.3.x/1.4.x	$t_{\text{SNp (Rx)}}$

连接的循环时间由PAS4000计算并在编译过程中显示。

最大循环时间：

- ▶ ST SafetyNET p：取决于设备
- ▶ FS SafetyNET p：取决于设备

SafetyNET p的最大传输延迟时间 (t_{DelaySNp})

在项目中，使用FS心跳来定期测量传输延迟时间 (参见[FS心跳 \(FS-HBT \)](#) [📖 109])。测量的时间为从设备A中开始传输数据到数据包在设备B中可用的时间。测量的时间不得超过配置的最大传输延迟时间 t_{DelaySNp} 。

如果测量的时间超过最大传输延迟时间，则会在设备B上禁用从设备A接收的所有FS接收连接 (FS-Rx连接) (参见[周期性处理连接](#) [📖 98])。替代值用于接收数据，有效位 = FALSE。

传输延迟时间监测与单个PSS 4000设备之前的SNp连接的循环时间无关。

- ▶ 项目内部SNp通信和
跨项目SNp通信 (PASconnect接口版本1.3.x/1.4.x)
必须在PAS4000中手动配置最大传输延迟时间。
取值范围：4 ms ... 2000 ms (默认设置：25 ms)

注：

- 最大传输延迟时间应尽可能短，因为它会影响SafetyNET p数据子路径的最大响应时间 (请参阅[以SafetyNET p作为数据源的数据子路径](#) [📖 452])。对于许多应用程序而言，默认设置值较为合适。

- 当出现以下情况时，传输延迟时间可能发生问题：
 - 以太网基础设施存在问题（例如交换机、路由器、电缆）
 - 设备具有大量SNp连接
 - 设备的系统负载很高，如具有许多电子模块或大用户程序的PSS 4000设备
 在延长传输延迟时间之前，应首先检查以太网基础设施。
- 对于跨项目SNp通信，必须使用包含数据接收器的项目的传输延时时间 t_{DelaySNp} 来计算SafetyNET p数据子路径的响应时间。

► 跨项目SNp通信（PASconnect接口版本1.2.x）

传输延迟时间由PAS4000计算并在编译过程中显示。

必须使用包含数据接收器的项目的传输延时时间 t_{DelaySNp} 来计算SafetyNET p数据子路径的响应时间（参见[以SafetyNET p作为数据源的数据子路径 \[452\]](#)）。

外部通信的循环时间（ t_{ExtCo} ）

外部通信指数据交换，其中外部输出数据离开 PSS 4000 项目，同时外部输入数据进入 PSS 4000 项目（例如，通过 Modbus/TCP、TCP、UDP 和现场总线）。将从 PSS 4000 专用设备的输出数据区发送外部输出数据，具体取决于使用的通信模式。根据使用的通信模式，可以在 PSS 4000 专用设备的输入区域找到外部输入数据并从此处读取。

在本说明中，发送和接收的循环时间由 t_{ExtCo} 指定。它们的意义取决于所使用的通信模式：

► **Modbus/TCP 客户端连接**

循环时间 t_{ExtCo} 描述了作为每个循环的一部分，连接客户端开始数据传输所花费的时间。

对于PSS 4000专用设备上的每个连接客户端，可以在PAS4000中单独设置循环时间；换句话说，PSS 4000专用设备上的每个连接客户端都有自己的循环时间 t_{ExtCo} 。该循环时间可以自动计算，也可以由用户配置（在 PAS4000 中配置）。

► **Modbus/TCP 服务器连接**

循环时间 t_{ExtCo} 描述了作为每个循环的一部分，从PSS 4000专用设备的服务器分配表中读取数据所需的时间，以及从服务器分配表请求的数据传输到连接客户端所需的时间。

对于PSS 4000专用设备上的每个服务器分配表，可以在PAS4000中单独设置循环时间；换句话说，PSS 4000专用设备上的每个服务器分配表都有自己的循环时间 t_{ExtCo} 。该循环时间可以自动计算，也可以由用户配置（在 PAS4000 中配置）。

► **原始 TCP 通信“接收数据”和“发送数据”**

循环时间（ t_{ExtCo} ）描述了作为每个循环的一部分，从TCP连接读取外部I数据并开始通过TCP连接传输数据（外部O数据）所花费的时间。

对于PSS 4000专用设备上的每个TCP连接，可以在PAS4000中单独设置循环时间；换句话说，每个TCP连接都有自己的循环时间 t_{ExtCo} 。该循环时间可以自动计算，也可以由用户配置（在 PAS4000 中配置）。

► **原始 UDP 通信“接收数据”和“发送数据”**

循环时间 t_{ExtCo} 描述了作为每个循环的一部分，从UDP连接循环读取外部数据，到通过的UDP连接开始循环传输数据（外部O数据）所花费的时间。

对于PSS 4000专用设备上的每个UDP连接，可以在PAS4000中单独设置循环时间；换句话说，每个UDP连接都有自己的循环时间 t_{ExtCo} 。该循环时间可以自动计算，也可以由用户配置（在PAS4000中配置）。

► **PROFIBUS-DP 从站“接收数据”和“发送数据”：**

循环时间（ t_{ExtCo} ）描述了作为每个循环的一部分，从PROFIBUS-DP主站读入外部输入数据和开始传输请求数据（外部输出数据）所需的时间。

对于每个“PROFIBUS-DP从站”的系统部分，可以在PAS4000中定义循环时间，即每个“PROFIBUS-DP从站”系统部分都有自己的循环时间 t_{ExtCo} 用于PROFIBUS-DP的数据传输。该循环时间可以自动计算，也可以由用户配置（在PAS4000中配置）。

► **使用集成 PROFI-safe 的 PROFIBUS-DP 从站“发送数据”和“接收数据”**

循环时间（ t_{ExtCo} ）描述了作为每个循环的一部分，从PROFIBUS-DP主站/F-主机读入外部输入数据和开始传输请求数据（外部输出数据）所需的时间。

对于每个“带有PROFI-safe的PROFIBUS-DP从站”系统部分，可以在PAS4000中定义循环时间，即每个“带PROFI-safe的PROFIBUS-DP从站”系统部分都有自己的数据传输循环时间 t_{ExtCo} 。循环时间 t_{ExtCo} 应用于通过PROFIBUS-DP和PROFI-safe进行的数据传输。该循环时间可以自动计算，也可以由用户配置（在PAS4000中配置）。

请注意：

如果使用PROFI-safe通信，循环时间 t_{ExtCo} 仅可使用有限的取值范围。这种情况下，此有限的取值范围还将应用于PROFIBUS-DP从站通信。循环时间 t_{ExtCo} 取决于设备。

► **EtherNet/IP 适配端“发送数据”和“接收数据”**

循环时间 t_{ExtCo} 描述了作为每个循环的一部分，读入来自扫描端的外部输入数据和启动外部输出数据向扫描端传输所需的时间。

可以在PAS4000中为“Ethernet/IP适配端”系统部分确定循环时间。该循环时间可以自动计算，也可以由用户配置（在PAS4000中配置）。

► **PROFINET“接收数据”和“发送数据”：**

循环时间 t_{ExtCo} 描述了作为每个循环的一部分，从PROFINET IO控制器读入外部输入数据和开始传输请求数据（外部输出数据）所需的时间。

对于每个“PROFINET IO DEVICE”系统部分，可以在PAS4000中定义循环时间，即每个“PROFINET IO DEVICE”系统部分都有自己的循环时间 t_{ExtCo} 用于PROFINET的数据传输。该循环时间可以自动计算，也可以由用户配置（在PAS4000中配置）。

11.14.2 数据处理期间的处理规则

以下几点适用于PSS 4000专属设备上的数据处理：

► **模块的处理时间**

模块的处理时间（ t_{ProcOM} 和 t_{ProcIM} ）为常量。它们不受当前任务循环的影响。

► **模块总线循环时间**

ST模块总线和FS模块总线有各自的循环时间。模块总线循环时间 t_{MBUS} 总是对应于循环时间最短的任务的值，前提是任务循环时间 $\leq$ 相应模块总线的最长可能循环时间：

$$t_{\text{MBUS}} = t_{\text{Task min}}$$

► **任务循环时间**

任务循环时间（ t_{Task} ）是常量。它们不受当前任务循环的影响。

11.14.3 数据路径的构造

您可以借助于数据子路径，在整个数据路径上追溯单个I/O数据。因此，数据路径由相关的数据子路径组成。

数据路径的响应时间通过添加相关数据子路径的响应时间来计算。数据路径总是从数据源中的输入数据开始，并以数据目标中的输出数据结束。数据源/数据目标总是位于同一个系统部分中（参见系统部分 [21]）。

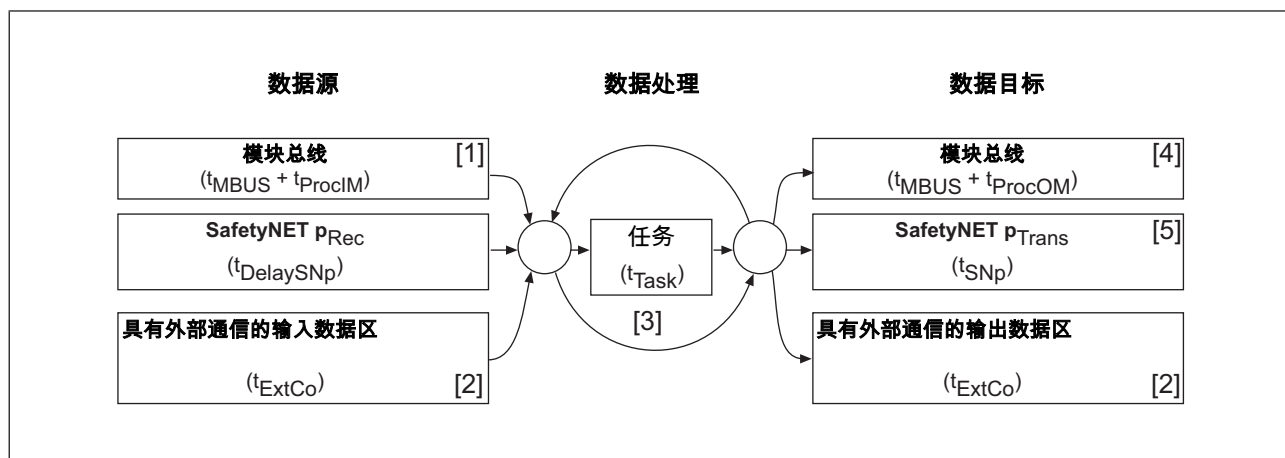


图: PSS 4000专属设备上的数据路径

[1]

如果数据源是来自模块的输入数据，则除了模块总线循环时间 (t_{MBUS})，还需考虑模块上的输入数据处理时间 (t_{ProcIM})。

[2]

对于外部通信，来自输入数据区的输入数据也被称为“外部输入数据”，而来自输出数据区的输出数据也被称为“外部输出数据”。

[3]

以下数据路径不可行：

- ▶ 数据源：模块总线（输入数据）->数据目标：模块总线（输出数据）
- ▶ 数据源：SafetyNET pRec -> 数据目标：SafetyNET pTrans

[4]

如果数据目标是来自模块的输出数据，则除了模块总线循环时间 (t_{MBUS})，还需考虑模块上的输出数据处理时间 (t_{ProcOM})。

[5]

如果将具有多个SNp连接的多个任务用于项目中，则这些SNp连接的循环时间 t_{SNp} 可能不同。必须确保使用正确的循环时间 t_{SNp} 来计算数据子路径的响应时间。可通过对所有设备的数据子路径任务 -> SafetyNET pTrans 使用最长循环时间 t_{SNp} 来简化计算。在这种情况下，过高估计了响应时间。

包含任务的数据路径

对于包含任务的数据路径，请注意：

► 任务作为数据源

数据响应时间在任务周期开始时开始，并在执行时间 t_{ProcTask} 之后结束，数据目标中具有可供进一步处理的输出过程映射和资源全局变量。

如果执行时间 t_{ProcTask} 几乎等于任务循环时间 t_{Task} 时，即为最长响应时间。

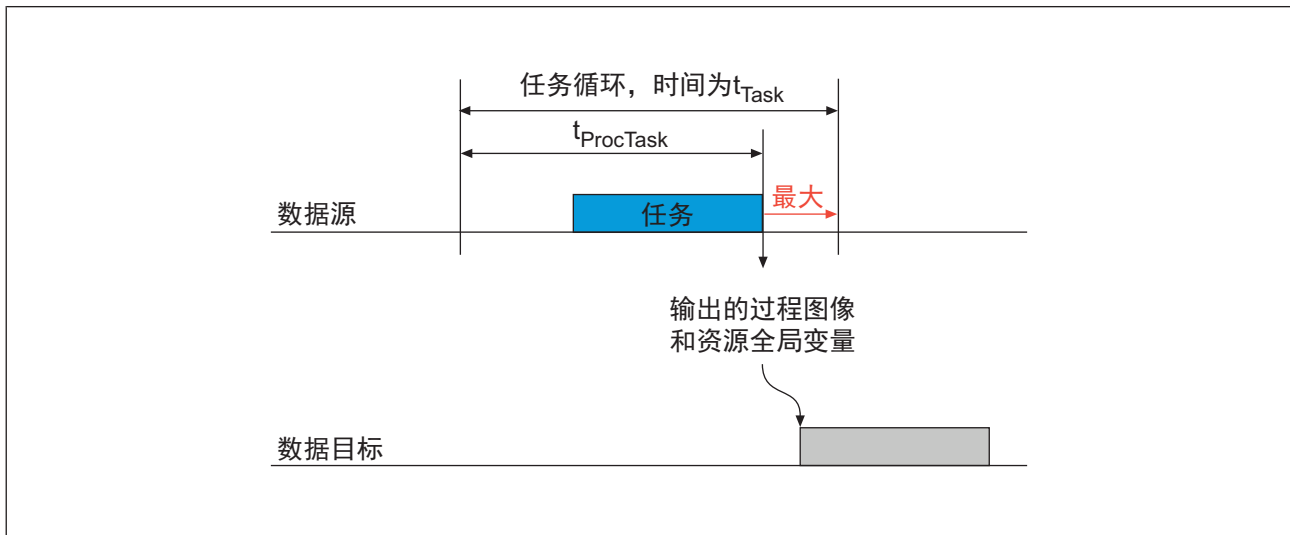


图: 将任务的POU作为数据源时的响应时间

► 以任务作为数据目标

数据响应时间在任务周期开始时开始，并在执行时间 t_{ProcTask} 之后结束，并具有可供进一步处理的输出过程映射和资源全局变量。

如果执行时间 t_{ProcTask} 几乎等于任务循环时间 t_{Task} 时，即为最长响应时间。

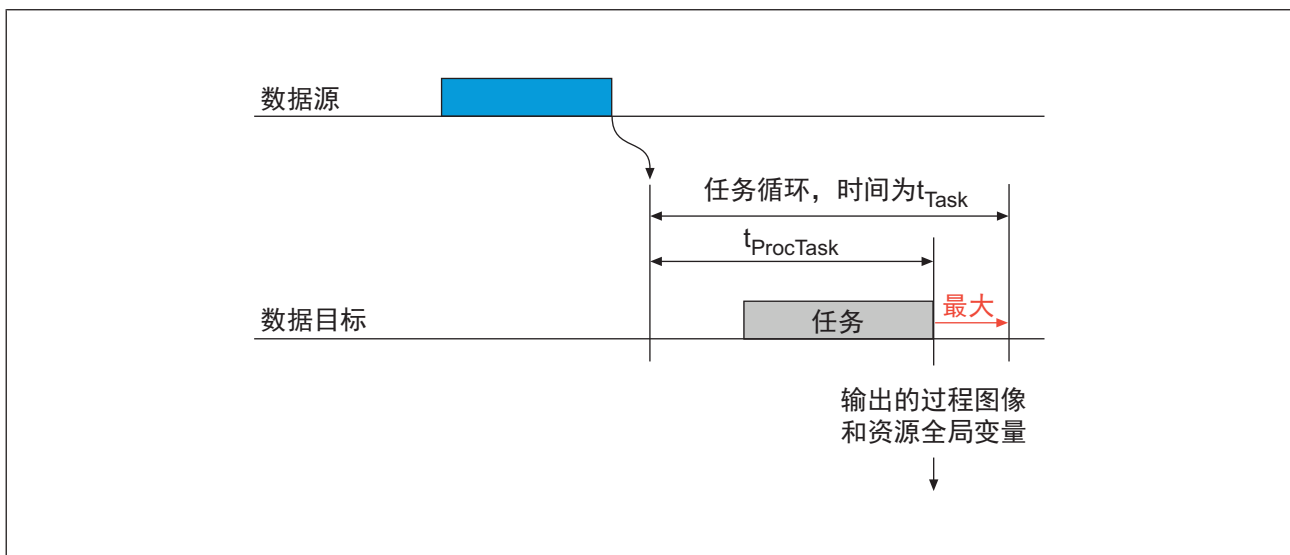


图: 将任务作为数据目标时的响应时间

11.14.4 数据子路径的最长响应时间

下列描述中包含了用于计算所有允许数据子路径的最长响应时间的公式。

11.14.4.1 以模块总线作为数据源的数据子路径的最长响应时间

模块总线 -> 任务

PSS 4000 (固件版本1.2.0 - 1.3.x) :

$$t_{\text{MBUS_Task_max}} = t_{\text{ProclM}} + 2t_{\text{Task}} + t_{\text{MBUS}}$$

PSS 4000 (固件版本1.4.0及更高) :

$$t_{\text{MBUS_Task_max}} = t_{\text{ProclM}} + 2t_{\text{Task}}$$

$t_{\text{MBUS_Task_max}}$	此数据子路径的最长响应时间
t_{ProclM}	模块输入数据的处理时间
t_{MBUS}	设备的模块总线循环时间
t_{Task}	设备上的任务的任务循环时间

模块总线 -> SafetyNET p_{Trans}

$$t_{\text{MBUS_SNp_max}} = t_{\text{ProclM}} + 2t_{\text{SNp}}$$

$t_{\text{MBUS_SNp_max}}$	此数据子路径的最长响应时间
t_{ProclM}	模块输入数据的处理时间
t_{MBUS}	设备的模块总线循环时间
t_{SNp}	用于循环启动SNp Tx连接 (发送数据) 的循环时间

模块总线 -> 具有外部通信的输出数据区

$$t_{\text{MBUS_ExtCo_max}} = t_{\text{ProclM}} + 2t_{\text{ExtCo}}$$

$t_{\text{MBUS_ExtCo_max}}$	此数据子路径的最长响应时间
t_{ProclM}	模块输入数据的处理时间
t_{MBUS}	设备的模块总线循环时间
t_{ExtCo}	从具有外部数据通信的输出数据区循环启动数据传输的循环时间

11.14.4.2 以SafetyNET p作为数据源的数据子路径

SafetyNET p_{Rec} -> 任务

项目内部SNp通信和

跨项目SNp通信 (PASconnect接口版本1.2.x) :

$$t_{\text{SNp_Task_max}} = t_{\text{DelaySNp}} + 2t_{\text{Task}}$$

$t_{\text{SNp_Task_max}}$	此数据子路径的最长响应时间
t_{DelaySNp}	▶ 项目内部SNp通信 : 项目中SafetyNET p的传输延时
	▶ 跨项目SNp通信 : 包含接收器的项目中SafetyNET p传输延时
t_{Task}	设备上的任务的任务循环时间

跨项目SNp通信 (PASconnect接口版本1.3.x/1.4.x) :

$$t_{\text{SNp_Task_max}} = t_{\text{DelaySNp}} + \text{最大}(t_{\text{SNp}}, t_{\text{Task}}) + t_{\text{Task}}$$

$t_{\text{SNp_Task_max}}$	此数据子路径的最长响应时间
t_{DelaySNp}	包含接收器的项目中SafetyNET p传输延时
t_{SNp}	接收器的循环时间 $t_{\text{SNp (Rx)}}$, 用于循环测试SNp Rx连接是否存在接收数据
t_{Task}	设备上的任务的任务循环时间

SafetyNET p_{Rec} -> 模块总线

PSS 4000 (固件版本1.2.0 - 1.3.x) :

$$t_{\text{SNp_MBUS_max}} = t_{\text{DelaySNp}} + 3t_{\text{MBUS}} + t_{\text{ProcOM}}$$

PSS 4000 (固件版本1.4.0及更高) :

$$t_{\text{SNp_MBUS_max}} = t_{\text{DelaySNp}} + 2t_{\text{MBUS}} + t_{\text{ProcOM}}$$

$t_{\text{SNp_MBUS_max}}$	此数据子路径的最长响应时间
t_{DelaySNp}	项目中SafetyNET p的传输延时
t_{MBUS}	设备的模块总线循环时间
t_{ProcOM}	具有输出的模块上的输出数据处理时间

SafetyNET p_{Rec} -> 具有外部通信的输出数据区

$$t_{\text{SNp_ExtCo_max}} = t_{\text{Delay}} + 2t_{\text{ExtCo}}$$

$t_{\text{SNp_ExtCo_max}}$	此数据子路径的最长响应时间
t_{DelaySNp}	项目中SafetyNET p的传输延时
t_{ExtCo}	从具有外部数据通信的输出数据区循环启动数据传输的循环时间

11.14.4.3 以外部输入数据作为数据源的数据子路径

具有外部通信的输入数据区 -> 模块总线

$$t_{\text{ExtCo_MBUS_max}} = t_{\text{ExtCo}} + \max(t_{\text{ExtCo}}, t_{\text{MBUS}}) + t_{\text{MBUS}} + t_{\text{ProcOM}}$$

$t_{\text{ExtCo_MBUS_max}}$	此数据子路径的最长响应时间
t_{ExtCo}	用于从具有外部通信的输入数据区循环读取外部输入数据的循环时间
t_{MBUS}	设备的模块总线循环时间
t_{ProcOM}	模块上的输出数据的处理时间
$\text{Max}(t_{\text{ExtCo}}, t_{\text{MBUS}})$	应使用两个值中的较大者

具有外部通信的输入数据区 -> 任务

$$t_{\text{ExtCo_Task_max}} = 2t_{\text{ExtCo}} + 2t_{\text{Task}}$$

$t_{\text{ExtCo_Task_max}}$	此数据子路径的最长响应时间
t_{ExtCo}	用于从输入数据区循环读取外部输入数据的循环时间
t_{Task}	设备上的任务的任务循环时间

具有外部通信的输入数据区 -> SafetyNET p_{Trans}

$$t_{\text{ExtCo_SNp_max}} = 2t_{\text{ExtCo}} + 2t_{\text{SNp}}$$

$t_{\text{ExtCo_SNp_max}}$	此数据子路径的最长响应时间
t_{ExtCo}	用于从具有外部通信的输入数据区循环读取外部输入数据的循环时间
t_{SNp}	用于循环启动SNp Tx连接（发送数据）的循环时间

具有外部通信的输入数据区 -> 具有外部通信的输出数据区

$$t_{\text{ExtCo1_ExtCo2_max}} = 2t_{\text{ExtCo1}} + 2t_{\text{ExtCo2}}$$

$t_{\text{ExtCo1_ExtCo2_max}}$	此数据子路径的最长响应时间
t_{ExtCo1}	用于从输入数据区（具有采用通信模式1的外部通信）循环读取外部输入数据的循环时间
t_{ExtCo2}	用于从输出数据区（采用通信模式2的外部通信）循环启动数据传输的循环时间

11.14.4.4 以任务作为数据源的数据子路径

任务 -> 模块总线

PSS 4000 (固件版本1.2.0 - 1.3.x) :

$$t_{Task_MBUS_max} = 2t_{MBUS} + t_{ProcOM}$$

PSS 4000 (固件版本1.4.0及更高) :

$$t_{Task_MBUS_max} = t_{MBUS} + t_{ProcOM}$$

$t_{Task_MBUS_max}$	此数据子路径的最长响应时间
t_{MBUS}	设备的模块总线循环时间
t_{ProcOM}	模块上的输出数据的处理时间

任务 -> SafetyNET p_{Trans}

$$t_{Task_SNp_max} = 2t_{SNp}$$

$t_{Task_SNp_max}$	此数据子路径的最长响应时间
t_{SNp}	发射器的循环时间 $t_{SNp(Tx)}$ · 用于循环启动SNp Tx连接 (发送数据)

任务1 -> 任务2

$$t_{Task1_Task2_max} = 2t_{Task2}$$

$t_{Task1_Task2_max}$	此数据子路径的最长响应时间
t_{Task2}	任务2的任务循环时间

任务 -> 具有外部通信的输出数据区

$$t_{Task_ExtCo_max} = 2t_{ExtCo}$$

$t_{Task_ExtCo_max}$	此数据子路径的最长响应时间
t_{ExtCo}	从具有外部数据通信的输出数据区循环启动数据传输的循环时间

11.14.4.5 一个设备的数据路径计算示例

本示例使用PSS 4000固件版本V1.4.0的PSS 4000专属设备创建。

本示例中的数据路径情况如下：

- ▶ 输入数据（如模块的硬件输入）和输出数据（如模块的硬件输出）位于同一设备上。
- ▶ 数据路径的组成如下：
模块总线（输入数据）-> 任务 -> 模块总线（输出数据）
- ▶ 为了计算最长响应时间，数据路径被分为以下数据子路径：

– 数据子路径1：模块总线（输入数据）-> 任务

数据子路径1最长响应时间的适用公式：

$$t_{\text{MBUS_Task_max}} = t_{\text{ProcIM}} + 2t_{\text{Task}}$$

– 数据子路径2：任务 -> 模块总线（输出数据）

数据子路径2最长响应时间的适用公式：

$$t_{\text{Task_MBUS_max}} = t_{\text{MBUS}} + t_{\text{ProcOM}}$$

数据路径最长响应时间的适用公式：

$$t_{\text{React_max}} = t_{\text{ProcIM}} + 2t_{\text{Task}} + t_{\text{MBUS}} + t_{\text{ProcOM}}$$

11.14.4.6 三个设备的数据路径计算示例

本示例使用PSS 4000固件版本V1.4.0的PSS 4000专属设备创建。

本示例中的数据路径情况如下：

- ▶ 输入数据（如硬件输入）位于设备A上。数据通过SafetyNET p传输到设备B。
- ▶ 在设备B上，数据在任务中接受处理，然后通过SafetyNET p传输到设备C。
- ▶ 在设备C上，数据被传输到带输出的模块。
- ▶ 数据路径的组成如下：

设备A上的模块总线（输入数据）-> SafetyNET p -> 设备B上的任务 -> SafetyNET p -> 设备C上的模块总线（输出数据）

- ▶ 为了计算最长响应时间，数据路径被分为以下数据子路径：
 - 数据子路径1：模块总线_(A)（输入数据）-> SafetyNET p_{Trans(A)}
数据子路径1最长响应时间的适用公式：
$$t_{\text{MBUS_SNp_max(A)}} = t_{\text{ProcIM}} + 2t_{\text{SNp(A)}}$$
 - 数据子路径2：SafetyNET p_{Rec(B)} -> 任务_(B)
数据子路径2最长响应时间的适用公式：
$$t_{\text{SNp_Task_max(B)}} = t_{\text{DelaySNp}} + 2t_{\text{Task(B)}}$$
 - 数据子路径3：任务_(B) -> SafetyNET p_{Trans(B)}
数据子路径3最长响应时间的适用公式：
$$t_{\text{Task_SNp_max(B)}} = 2t_{\text{SNp(B)}}$$
 - 数据子路径4：SafetyNET p_{Rec(C)} -> 模块总线_(C)（输出数据）
数据子路径4最长响应时间的适用公式：
$$t_{\text{SNp_MBUS_max(C)}} = t_{\text{DelaySNp}} + 2t_{\text{MBUS(C)}} + t_{\text{ProcOM}}$$

数据路径最长响应时间的适用公式：

$t_{\text{React_max}}$	$\begin{aligned} &= t_{\text{ProcIM}} + 2t_{\text{SNp(A)}} \\ &+ t_{\text{DelaySNp}} + 2t_{\text{Task(B)}} \\ &+ 2t_{\text{SNp(B)}} \\ &+ t_{\text{DelaySNp}} + 2t_{\text{MBUS(C)}} + t_{\text{ProcOM}} \end{aligned}$
-------------------------	--

11.15 系统时间同步

由于工业自动化系统中的设备常常牵涉复杂的网络，因此需要每台设备的系统时间都相同。更为重要的是，在准确的数据评估和处理时间关键型数据（例如，处理数据、安全相关任务的响应时间、日志时间戳）时，切勿因网络负载、数据包大小或通信协议内的机制造成延迟。

在以太网工业自动化系统中，可使用提供日期和时间的系统时钟满足此要求。至少使用一个实时时钟（取决于采用的技术），这可在自动化系统（服务器）内提供参考时间。所有其他网络设备（客户端）根据其参考时间同步其设备时间。这样，每个网络设备都有了标准化的系统时间，即使很小的偏差都会使其发生变化。

11.15.1 SNTP 系统时间同步

简单网络时间协议 (SNTP) 是一个同步协议，用于在基于以太网的网络中通信及同步时间。SNTP符合客户端-服务器工作原理。它使用UDP作为通信协议。默认情况下，(时间)服务器为此服务使用端口号为123的端口。在PSS 4000专属设备上，端口号已固定，用户无法更改。在PAS4000中，(时间)服务器称为SNTP服务器。

在自动化系统PSS 4000中，项目可以使用或不使用SNTP服务器。

如果为PAS4000中的项目配置了SNTP服务器，则SNTP用于确保项目中所有设备的诊断消息和日志条目具有相同的时间基准。对于使用各自实时时钟的不同设备，这保证了诊断信息的正确时间顺序。STNP也用于在交换设备之后自动同步时间。如果交换的单元作为SNTP服务器使用，则仅需使用PAS4000来对新设备的时间进行设置。

自动化系统PSS 4000支持SNTP单播的通信机制。这意味着在一个项目中，只能有一个SNTP服务器。所有其它网络从站自动成为SNTP客户端（例外：PC和PMI成为SNTP客户端时，可排除自动配置）。

使用单播通信机制，SNTP客户端向SNTP服务器发送时间同步请求，并从SNTP服务器接收时间信息。

在PSS 4000上，SNTP客户端与配置的SNTP服务器之间出现时间同步，循环时间 ≤ 60 秒。用户无法配置此循环时间。

项目中具有实时时钟的任何设备均可配置为项目的SNTP服务器。然而，PAS4000也支持使用外部设备。例如，它们可以是为此设计的特殊交换机。

如果PAS4000中的项目**没有**配置SNTP服务器，则使用实时时钟的每个设备都按照自己的时间基准工作。因此，项目内的诊断信息与日志条目就没有标准的时间基准。无法保证诊断信息的正确时间顺序。

这也适用于使用SNTP服务器的项目，在这些项目中，PC和PMI不是SNTP客户端。在这些项目中，每台PC和每个PMI都有自己的时基，可能与SNTP服务器的时基不同。

11.16 内存

11.16.1 内存类型

PSS 4000 设备具有多种内存和内存区。PSS 4000 设备可用的内存类型及其内存大小取决于设备。有关 Pilz PSS 4000 设备的详细信息，可从相关设备的操作手册中获得。

下表包含可用的内存类型及其内容。

内存类型	内容
程序和数据内存	FS 资源的程序和数据内存： ▸ FS 控制程序 ▸ 易失性 FS 变量 ST 资源的程序和数据内存： ▸ ST 控制程序 ▸ 易失性 ST 变量
非易失性 FS 内存	非易失性 FS 变量
非易失性 ST 内存	非易失性 ST 变量
SD 卡	▸ 设备项目 ▸ 命名数据
安全SD卡	▸ 设备项目 ▸ 命名数据 ▸ 特殊安全功能的数据



注意

在计算内存需求时，请注意管理数据始终与变量和数据一起存储；即，实际需存要求不能从数据类型的位宽推断出来。



重要信息

PSS 4000 设备需要其 SD 卡的写入权限。如激活 SD 卡的写保护，则 PSS 4000 设备将忽略写保护。

11.16.2 内存结构

为确保PSS 4000固件能够管理数据，数据介质上的目录中需要有各种工作目录。数据介质上的目录将被称为PSS 4000数据目录 (PILZ_DATA_DIR)。

使用PSS 4000专用设备时，PSS 4000数据目录位于SD卡上。使用PSS 4000可操作设备（例如，PMI和PC）时，PSS 4000数据目录位于设备上。所有PSS 4000设备的PSS 4000数据目录具有相同目录结构，即PSS 4000数据目录包含具有预定义文件夹名称的不同子目录。

就内存空间的分配而言，目录分为各种不同的目录类型。有大小不限的目录和大小有限的目录。大小有限的目录供在内存要求方面存在自我限制的功能使用。使用大小不限的目录的功能则不会这样。

对于SD卡，请注意以下内容：如果大小不限的目录占据了太多存储容量，以至没有足够的存储容量供使用大小有限的目录的功能使用，则可能会影响这些功能的性能。

目录结构

子目录	内容和用途	注释
/cfg	设备命名数据	该目录是大小不限的目录之一。
/ps	设备项目数据	该目录是大小不限的目录之一。
/ep	备份拷贝	该目录是大小不限的目录之一。
/调试	设备调试数据	该目录是大小有限的目录之一。 对于SD卡，请注意以下内容： 此目录的大小限制为最大100 MB。如果达到该存储容量，将删除原有调试数据。
/traces_st	追溯ST资源和追溯文件的配置	此目录使用40 %的可用内存。
/traces_fs	追溯FS资源和追溯文件的配置	此目录使用40 %的可用内存。
/CM-Stick	安全性数据	该目录只出现在安全SD卡上。
/userfiles	用户特定的数据和文件夹	举例来说，用户可使用该目录保存证书、文件或其他与设备或系统相关的信息。 该目录是大小不限的目录之一。



重要信息

在启动时，将从SD卡上删除所有不相关的数据和目录，即：

- 将从SD卡上删除/userfiles目录之外由用户保存的并非来自系统的数据和目录。
- PSS 4000固件功能所需的目录，以及以下目录和文件均保留在SD卡上：
 - /userfiles目录
 - CM-stick目录
 - SD卡根目录的 "journal.jnl" 文件
- 请注意，SD卡上只保留设备PSS 4000固件已知功能的目录。
例如，如果对设备使用具有更高固件版本的设备的SD卡，将删除只有在具有更高固件版本的设备上才能使用的所有功能的目录。



注意

降低文件系统的性能

文件系统的性能会随着已分配内存空间的增加而下降。当SD卡几乎全满时，性能降到最低水平。为了能够维持文件系统的性能，还将通过SD卡的可分配容量不能超过总容量的80%这一事实来限制大小有限的目录的内存容量。

请注意，在/userfiles目录中保存大量数据可能降低文件系统的性能。

确保用于应用的SD卡具有足够的内存容量。



注意

SD卡实际可用磁盘空间

SD卡标明的内存大小并非应用程序实际可用的内存大小。此外，SD卡总是储存了各种管理数据。

请注意，应用程序可以使用的SD卡实际磁盘空间可能因生产和技术原因而有所不同。

您可以显示PAS4000的内存使用情况。更多信息，请参见“资源分配”-> 显示在线资源信息下的在线帮助。

11.16.3 安全SD卡

安全SD卡不仅包含设备项目和命名数据，还包含安全功能所需的专用数据。具体而言，安全功能包括保护PSS 4000项目免于遭受未经授权访问或使用。为此，在PAS4000中，可将设备项目与安全SD卡关联。

Pilz提供安全SD卡，例如“PASkey SD卡”。

11.16.4 日志文件系统

所有PSS 4000专用设备的SD卡均使用专有的日记文件系统。在实际写入之前，所有修改均记录在特别保留的内存区域，因此，如果发生电力故障或系统崩溃，能够重新构建一致的状态。



注意

SD卡上文件损坏

从设备取出SD卡或在写入SD卡时关闭设备电源，可能会损坏文件。

仅在恢复模式或在断开状态下移除SD卡。

11.16.5 绑定SD卡

设备识别到SD卡后即可绑定，则设备便可访问该SD卡。

对于PSS 4000专用设备，一旦SD卡插入设备，在开机过程或操作过程中，SD卡即可绑定设备。

PSS 4000专用设备如果未识别到SD卡，或者无法执行日志文件系统的日志，则无法绑定SD卡。此时，无法对文件系统执行任何存取操作（例如保存、读取、修改或删除文件）。

12 调试

12.1 一般要求

根据规定确保场地安全（栅栏、警告信号等）。该系统仅可由符合资质的人员调试/重新调试。

▶ 请参考相关文档中的信息和规格。

（例如，PSS 4000 安全手册、PSSuniversal 安装手册、所用模块的操作手册）。

▶ 在调试/重新调试过程中，请确保不会导致人身伤害和/或材料损坏，即使设备/机器发生意外移动。

（例如，必要时用于危险区或整个设备/机器的物理栅栏）。

12.2 初始调试

以下描述假定

- ▶ 在决定安装场地、机械结构和电气连接时已考虑以下文件
 - PSSUniversal安装手册
 - 本系统手册中的“SafetyNET p”一章（如有必要）
 - 所用模块的操作手册
 - 所用标准现场总线的安装指南（如有必要）
 - 来自风险分析的相关文件（例如，装配说明、接线图）
- ▶ 所需的全部设备需完全装配、接线和连接
- ▶ 所有PSS 4000专属设备上均插有SD卡
- ▶ PAS4000中的项目完备
（参见PAS4000在线帮助）
- ▶ 项目已下载
（参见PAS4000在线帮助）
- ▶ 已遵守项目下载说明并已修复任何错误
（例如，登记的硬件与实际硬件一致）
- ▶ 提供调试所需的全部活动的说明（例如，来自风险分析的检查列表和测试规范）
- ▶ 此时**不**接通设备/机器的电源

步骤

1. 检查安装和接线

按照设备/机器的具体安装说明和布线图检查装配和接线。

请参阅来自风险分析的相关文档（参见PSS 4000安全手册）。

2. 接通电源

同时接通所有设备的电源电压。

为了让所有PSS 4000专属设备做好运行准备，可能需要一些时间（对于PSS 4000专属设备，最长为10 s）。您可以通过状态LED指示灯了解PSS 4000专属设备是否做好了运行准备。

3. 使用调试帮助

PAS4000可提供一些重要帮助，有助于您解决调试过程中出现的任何问题：

- 监视变量

动态监视变量的当前状态

- 控制变量

变量值一次设为一个具体的值。然后，可通过用户程序更改。

即使控制非安全相关变量时，也要确保注意PSS 4000安全手册中所规定的信息和要求！

- 强制变量

变量值永久赋值，无法通过用户程序更改。如果“强制变量”停止，该变量将一直保持其强制值，直到被新值覆盖。

即使强制非安全相关变量时，也要确保注意PSS 4000安全手册中规定的信息和要求！

- 在线更改

“在线更改”是PAS4000辅助工具，用于搜索编程错误。项目下载后，用户程序中的每个POU均可更改（应用部分以及声明部分中的临时变量），但不需要重复下载。在线更改会一直处于激活状态，直到被停用。

必须注意PSS 4000安全手册中所规定的信息和要求。

- 诊断日志

显示诊断信息接收和清除时间的日志；

此外，它还包含有关操作和调试的条目。

- 诊断列表

当前诊断信息的列表（项目诊断列表、设备诊断列表）

- 项目比较

PAS4000中的选项可用于查明PAS4000中的原始项目与机器上的项目是否完全相同

在线项目与离线项目相比较。显示校验和“FS设备项目”的差异。

4. 测试安全功能和故障检测设施

如果项目包含安全功能和故障检测设施，则使用测试规范来测试所有的设备专用安全功能和故障检测设施。

您**必须**完全测试所有专用安全功能和故障检测设置。

您**必须**注意PSS 4000安全手册中所规定的信息和要求。

5. 测试带有混合输入接口的FS块

如果您使用带有混合输入接口的FS块，则使用定义的测试程序对其进行测试（如可用性测试）。

您**必须**注意PSS 4000安全手册中所规定的信息和要求。

6. 优化任务循环时间

在调试过程中，您可以优化任务循环时间。

7. 创建备份拷贝

创建项目的备份副本，将该项目声明为原始项目并按照项目备份计划进行保存。

8. 文件

- 建档并记录在调试过程中实施的所有操作。

对于所有安全相关操作，您**必须**注意PSS 4000安全手册中所规定的信息和要求。

- 记录原始项目的校验和“FS项目”

9. 正常操作

所有设备开启并且不出现任何错误，则项目运行正常。

12.3 重新调试

对设备/机器或过程做出变更时，始终有必要进行重新调试。在所有情况下，做出以下变更后须重新调试：

- ▶ 安全要求发生了变化
- ▶ 由于发生系统错误所做的变更
- ▶ 由于新操作或生产要求所做的变更
- ▶ 通过以下方式对设备/机器的变更：
 - 添加或移除组件（例如，PSSu系统、PSSu系统模块）
 - 更换组件（如PSSu系统、PSSu系统模块以及PSS 4000专属设备的SD卡）
- ▶ 工业循环的变更

以下描述假定

- ▶ 做出任何变更之前已执行风险分析
- ▶ 添加、移除或更换组件时已考虑以下文件
 - PSSuniversal安装手册
 - 本系统手册中的“SafetyNET p”一章（如有必要）
 - 所用模块的操作手册
 - 所用标准现场总线的安装指南（如有必要）
 - 对变更所做的风险分析的相关文件
- ▶ 所有修改的组件均完全组装/插入并接线
- ▶ 所有PSS 4000专属设备上均插有SD卡
- ▶ 完成PAS4000中项目的变更
（参见PAS4000在线帮助）
- ▶ 项目已下载
（参见PAS4000在线帮助）
- ▶ 已遵守项目下载说明并已修复任何错误
（例如，登记的硬件与实际硬件一致）
- ▶ 针对重新调试所需的所有操作提供说明（例如，来自风险分析的检查列表和测试规范）
- ▶ 此时**不**接通设备/机器的电源

步骤

1. 检查安装和接线

根据设备/机器的详细安装说明和布线图，检查修改组件的装配和接线。

请参阅对更改所做的风险分析的相关文件（参见PSS 4000安全手册）。

2. 接通电源

同时接通所有设备的电源电压。

为了让所有PSS 4000专属设备做好运行准备，可能需要一些时间（对于PSS 4000专属设备，最长为10 s）。您可以通过状态LED指示灯了解PSS 4000专属设备是否做好了运行准备。

3. 使用调试帮助

PAS4000可提供一些重要帮助，有助于您解决重新调试过程中出现的任何问题：

- 监视变量

动态监视变量的当前状态

- 控制变量

变量值一次设为一个具体的值。然后，可通过用户程序更改。

即使控制非安全相关变量时，也要确保注意PSS 4000安全手册中所规定的信息和要求！

- 强制变量

变量值永久赋值，无法通过用户程序更改。如果“强制变量”停止，该变量将一直保持其强制值，直到被新值覆盖。

即使强制非安全相关变量时，也要确保注意PSS 4000安全手册中规定的信息和要求！

- 在线更改

“在线更改”是PAS4000辅助工具，用于搜索编程错误。项目下载后，用户程序中的每个POU均可更改（应用部分以及声明部分中的临时变量），但不需要重复下载。在线更改会一直处于激活状态，直到被停用。

必须注意PSS 4000安全手册中所规定的信息和要求。

- 诊断日志

显示诊断信息接收和清除时间的日志；

此外，它还包含有关操作和调试的条目。

- 诊断列表

当前诊断信息的列表（项目诊断列表、设备诊断列表）

- 项目比较

FS项目包含各种FS校验和，用户可依此奠定项目比较的基础。

- 块比较

每个FS块都包含校验和，用户可依此奠定块比较的基础

4. 测试安全功能和故障检测设施

进行变更后，如果安全分析显示安全功能需要验证和测试，则必须对变更本身进行测试，而且整个过程也需测试。必须确保仅对项目实施所需的变更。

请注意：

在项目比较期间，校验和“FS项目”可用于确定是否对FS项目进行了任何更改。如果“FS项目”的校验和没有变化，则FS项目没有变化。如果“FS项目”的校验和已更改，则FS项目已经发生了变化。在任何情况下，项目比较均无法替代事先对变更的安全分析。项目比较可用于确认分析结果。

对于FS项目的任何类型的更改，你应该注意PSS 4000安全手册中记录的程序（在“更改、维护、停用”章节的“更改”下）。

5. 测试带有混合输入接口的FS块

如果变更会影响带有混合输入接口的FS块，则使用定义的测试程序对其进行测试（如可用性测试）。

您**必须**注意PSS 4000安全手册中所规定的信息和要求。

6. 优化任务循环时间

在重新调试过程中，您可以优化任务循环时间。

7. 创建备份拷贝

创建修订项目的备份副本，声明修订项目为新的原始项目并按照项目备份计划进行保存。

8. 文件

- 记录所有变更
- 建档并记录在重新调试过程中实施的所有操作。

对于所有安全相关操作，您**必须**注意PSS 4000安全手册中所规定的信息和要求。

- 记录新原始项目的校验和“FS项目”

9. 正常操作

所有设备开启并且不出现任何错误，则项目运行正常。

13 维护、维修、重新调试

13.1 维护和维修

在开始维护或维修工作前，请注意以下几点：

- ▶ 维护和维修工作只能由符合资质的人员实施。
- ▶ 确保按照规定移除设备或机器的电源。
- ▶ 设备或机器应做好防护，以防意外重新连接。
- ▶ 在更换组件（如PSSu系统、PSSu系统模块以及PSS 4000专属设备的SD卡）时，
 - 注意PSS 4000安全手册中所规定的信息和要求
 - 在更换元件之前，将设备切换至停止状态；
如果要更换SD卡，则只能在电源关闭时进行
 - 注意，如果有其他设备访问PSS4000专属设备上的过程数据，将在其他设备中使用替代值！
 - 更换SD卡时，注意仅将用于设备的SD卡插入设备
 - 更换SD卡时，注意仅将包含正确设备项目版本的SD卡插入设备
 - 在更换SD卡时，注意可能需要实施新的设备命名程序（参见[更换设备时的设备命名](#) [📖 306]）
 - 注意重新调试的相关信息（参见[重新调试](#) [📖 466]）

PSS 4000专属设备上的维护和维修工作

PSS 4000专属设备无需维护工作。请将任何故障设备和/或模块发回到Pilz。



重要信息

更换模块和PSS 4000专属设备时，请遵从PSSuniversal安装手册中规定的组装/拆卸的相关信息。

13.2 重新调试

请遵循FS模块的安全相关特性数据中的任务时间 t_M 。

请遵从PSSUniversal安装手册和相关模块操作手册中规定关于组装/拆卸的信息。

对于PSS67设备，请注意您正在使用的设备的操作手册。

报废时，请遵循当地有关电子设备处置的规定（例如，电气和电子设备法令）。

14 OPC服务器 (经典)

14.1 概述

OPC (开放、生产力和协作) 是一个标准化的软件接口，通过它一系列厂商基于PC的软件可以进行数据交换。OPC基金会负责维护和宣传该标准。目前约有一百家公司成员，其中包括Pilz。

OPC标准现在被称为“OPC Classic”，并且指定用于Windows操作系统而定，具体取决于平台。它基于Windows技术，如OLE (对象连接与嵌入)、COM (组件对象模型) 和DCOM (分布式 COM)。

在联网设备上，OPC 服务器通常会收集诊断数据、处理数据等，并在定义的命名空间中显示。OPC客户端通常用于过程可视化和/或记录操作数据。它访问并处理OPC服务器提供的的数据。为了处理数据，OPC客户端必须包含相关OPC支持软件。

在PSS 4000自动化系统中，PC通过安装PSS 4000固件来获得PSS 4000 OPC服务器 (经典) 系统部分。通过安装PSS 4000固件，PC成为“第三方制造商的PSS 4000可操作设备” (参见[系统概述 \[19\]](#))。

以下边界条件适用于PSS 4000 OPC服务器 (经典)：

- ▶ PSS 4000 OPC服务器 (经典) 支持用于OPC经典客户端访问的各种OPC经典属性 (参见[OPC 属性 \[474\]](#))。
- ▶ PSS 4000 OPC服务器 (经典) 可安装在PC上 (参见[系统要求 \[475\]](#))。
- ▶ 使用PAS4000创建的每个项目可能最多包含4个OPC服务器。OPC经典服务器和OPC UA服务器可在此过程中结合使用。
- ▶ 可以访问同时具有多个客户端的OPC服务器。
需要服从下述规则：
 - 只有OPC经典客户端可以访问OPC经典服务器。
 - 只有OPC UA客户端可以访问OPC UA服务器。
- ▶ PSS 4000 OPC服务器 (经典) 所有基于项目的设置都在PAS4000中完成，并在下载项目时作为一个设备项目传输到PSS 4000 OPC服务器 (经典)。

14.1.1 设计选项

在最低配置中，OPC服务器将与带有可视化软件的OPC客户端位于同一PC上。

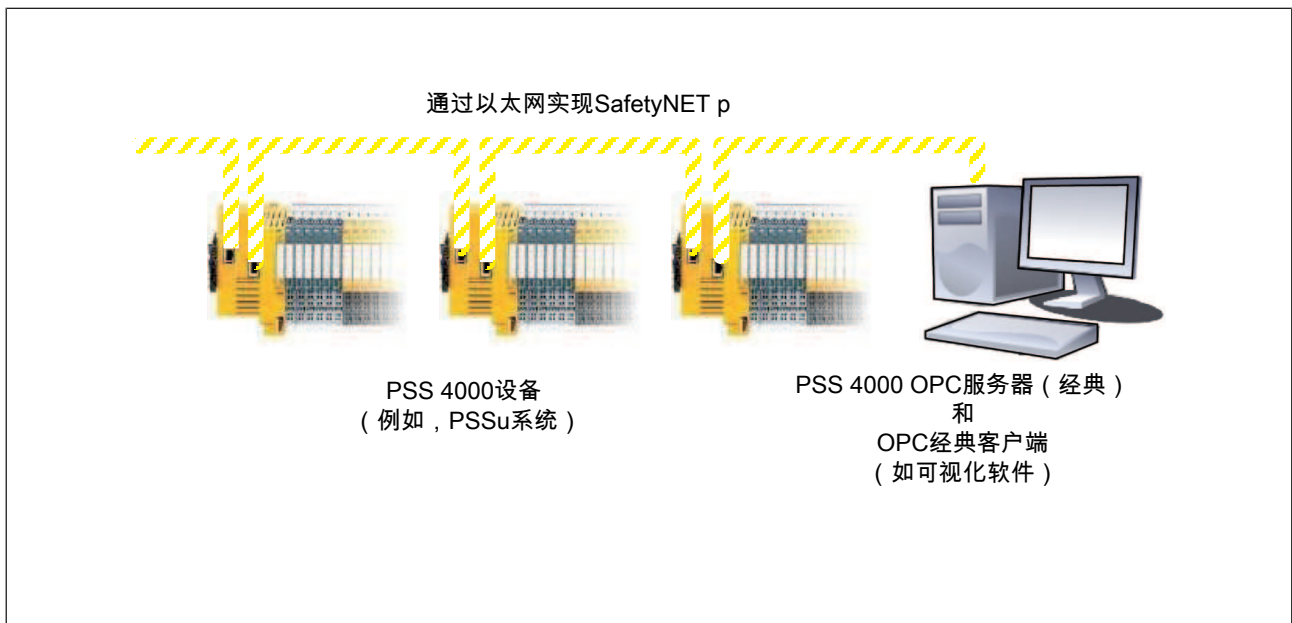


图: 最低OPC经典配置的过程可视化 (原理)

还有其他组合类型，例如：

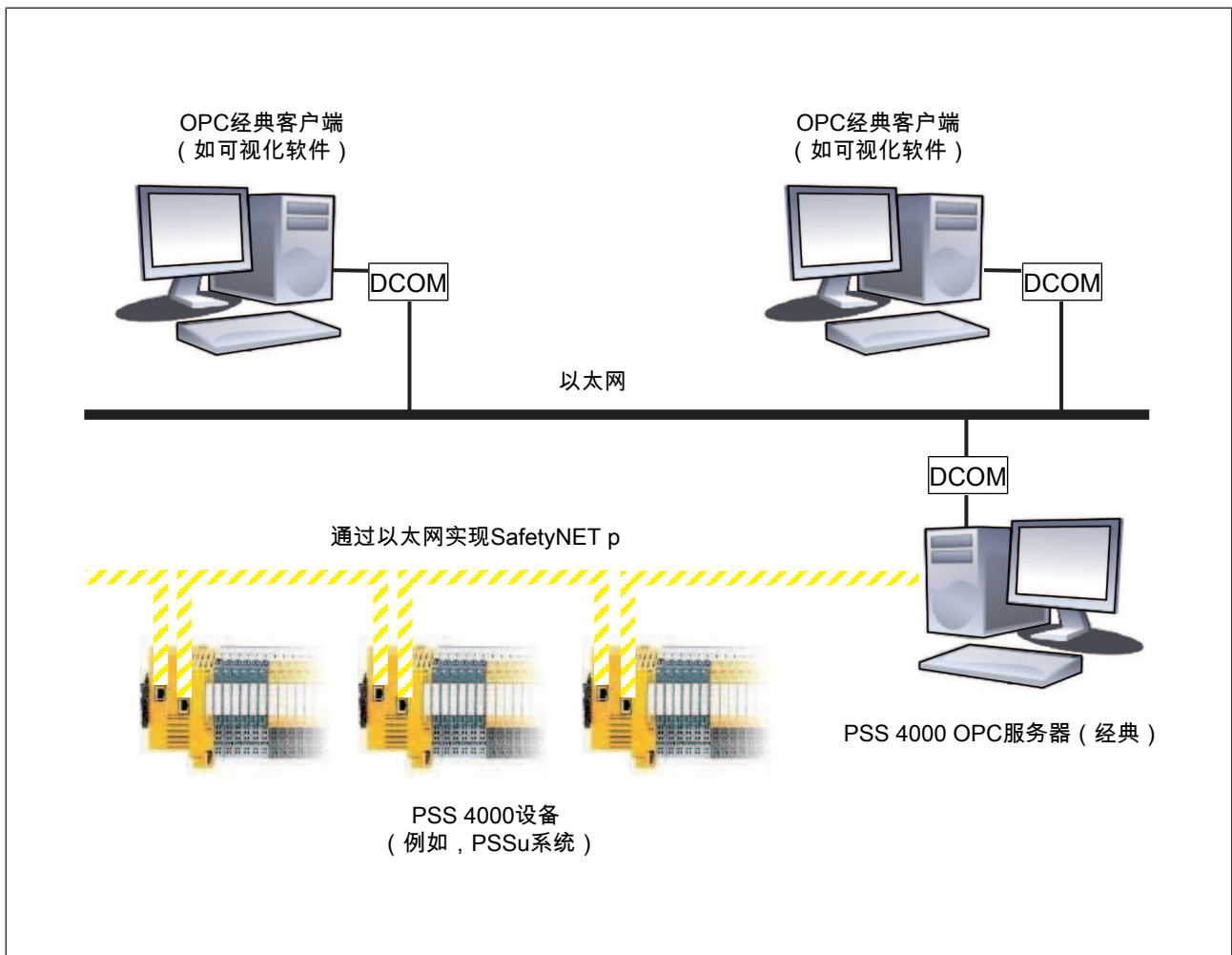


图: 通过以太网联网OPC经典服务器和OPC经典客户端 (原理)

14.1.2 OPC 属性

PSS 4000 OPC服务器 (经典) 支持以下用于OPC经典客户端访问的OPC属性：

- ▶ OPC规格
 - Data Access 1.0.a
 - Data Access 2.05
 - Data Access 3.0
- ▶ OPC接口
 - 符合数据访问规范的所有“强制性接口”
 - 访问命名空间中处理数据的符号
- ▶ OPC数据类型
 - VT_I1、VT_I2、VT_I4、VT_I8
 - VT_UI1、VT_UI2、VT_UI4、VT_UI8
 - VT_R4、VT_R8
 - VT_BOOL
 - VT_BSTR
 - VT_DATE

14.2 系统要求

必须满足各种系统的要求，使 PSS4000 固件可以安装在设备上。

14.2.1 使用 Microsoft Windows 操作系统的 PC

PSS 4000 固件可安装在使用下列一种Windows操作系统的 PC 上：

- ▶ Microsoft Windows 10 其中一版
 - Windows 10家庭版 (64位)
 - Windows 10 专业版 (64位)
 - Windows 10 企业版 (64位)

14.3 授权

当一个项目在 PAS4000 中获得许可时，OPC 服务器才可授权。有关许可的更多信息，在 PAS4000 在线帮助中提供。

14.4 安装

当前安装文件在 Pilz 主页的下载区 (www.pilz.de -> “下载”) 中提供。例如，可以输入搜索词“Software”。

软件下载仅供注册用户使用。未注册用户可以免费注册。注册时需提供一个有效的电子邮件地址。

根据应用范围，PSS 4000 固件有安装包可供使用：

► PSS 4000固件安装在**PC**上：

所需安装设置：

PSS_4000_PC_<版本号>_<标识符>.zip

(例如PSS_4000_PC_1_13_0_3000763B29.zip)

14.4.1 在 PC 上安装 PSS 4000 固件

PSS 4000固件安装在用作诊断单元的PC上：诊断单元也可以同时用作显示单元。安装 PSS 4000固件时，安装PSS 4000 OPC服务器 (经典) 和PSS 4000 OPC服务器UA。也自动为PSS 4000 OPC服务器 (经典) 安装OPC核心组件。OPC核心组件包括用于OPC服务器的各种辅助程序和软件组件。还安装了PSS 4000固件控制器。对于PSS 4000 OPC服务器UA，在安装期间创建具有公钥和相关私钥的自签名证书。



重要信息

- 如果 OPC 服务器与 PAS4000 安装在同一 PC 上，PAS4000 固件版本必须与 PSS 4000 固件的版本完全相同。
- 如果OPC服务器与PAS4000安装在同一PC上，我们建议您先安装 PAS4000，然后再安装PSS 4000固件。
- 如果OPC服务器与PAS4000安装在同一PC上，PSS 4000固件将在安装过程中将系统变量PILZ_SNP_MULTICAST_TTL设为64。
- 如果OPC服务器与PAS4000安装在同一PC上，PAS4000可能会影响 OPC服务器上的项目。如果在另一个项目中执行PAS4000的在线操作，OPC服务器上的项目可能无法使用，并且可能会中断与OPC客户端的连接。
- OPC客户端 (经典) 只能访问PSS 4000 OPC服务器 (经典)。
- OPC UA客户端只能访问PSS 4000 OPC服务器UA。



注意

启动 OPC 服务器

在 OPC 客户端能访问 OPC 服务器前，服务器必须先启动。实现此目的程序有多种：

- 通过 Autostart 菜单自动启动
在安装 PSS4000 固件时，将保留安装窗口中的默认设置。这意味着，将PSS 4000固件控制器输入Windows操作系统的Autostart菜单中。PC每次启动时，OPC服务器都会自动启动。
- 手动启动
在安装过程中，在安装窗口中取消选定Autostart菜单中负责该条目的选项。这意味着在安装和每次启动PC后，必须通过PSS 4000固件控制器手动启动OPC服务器。

通过安装程序安装

- ⇒ 双击安装文件 "PSS_4000_PC_<Version number>_Installer.exe"，按照屏幕的说明操作。

通过卸载程序卸载

- ⇒ 在Windows程序列表中，右键点击 *Pilz -> PC的PSS 4000固件<版本号>*，然后选择 **卸载**。

静默安装

PSS 4000固件也可无人值守（“静默”）安装。这种安装无需用户操作，安装程序在后台运行。

- ⇒ 在Windows命令行、Windows搜索字段或在批量文件中，输入下列一行命令，启动安装。

以默认值进行安装的命令：

"<安装文件的绝对目录>" /S

示例：

"c:\myFiles\PSS_4000_PC_<Version number>_Installer.exe" /S

以参数规范进行安装的命令：

"<Absolute directory of the install file>" /S /auto='<Value>' /lang='<Tool language>' /D= <Absolute install directory>

示例：

"c:\myFiles\PSS_4000_PC_<Version number>_Installer.exe" /S /auto='1' /lang='de' /D=C:\myPrograms

支持的自变量：

自变量	意义	区分大小写
/S	静默运行文件。	是
/auto	使用此自变量，可以控制启动PC时是否自动启动 PSS 4000固件。自变量是可选的。 取值范围： 1：在启动PC时自动启动PSS 4000固件 0：PSS 4000固件不会自动启动 默认值：1	否
/lang	如果不是以静默方式卸载，则可设置消息语言和卸载程序的语言。自变量是可选的。 取值范围： de：德语 en：英语 默认值：如果操作系统的语言为德语，则默认语言是德语，否则默认语言是英语。	否

自变量	意义	区分大小写
/D	安装目录；必须输入，作为最终自变量。自变量是可选的。 默认值：%programfiles(x86)%\PILZ	是

注：可在安装命令中添加“start /wait”，以便在完全执行安装命令之前，不会启动其他命令。
请注意，“start”和“/wait”之间必须有两个双引号。

示例：

```
Start "" /wait "c:\myFiles\PSS_4000_PC_<Version number>_Installer.exe" /S /auto='1' /lang='de' /D=C:\myProgramms
```

静默卸载

卸载也可以静默运行。

⇒ 在Windows命令行、Windows搜索字段或在批量文件中，输入下列一行命令，启动卸载。

卸载命令：

"<卸载文件的绝对目录>" /S

示例：

```
"C:\Program Files (x86)\Pilz\PAS4000 1.20.0\uninstallerData\uninstall.exe" /S
```

注：可在安装命令中添加“start /wait”，以便在完全执行卸载命令之前，不会启动其他命令。
请注意，“start”和“/wait”之间必须有两个双引号。

示例：

```
Start "" /wait "C:\Program Files (x86)\Pilz\PAS4000 1.20.0\uninstallerData\uninstall.exe" /S
```

14.4.1.1 PSS 4000 固件的首次安装

首次安装时，处理步骤如下：

1. 启动将要安装PSS 4000固件的PC。
2. 如果尚未执行此操作：

在PC上创建一个目录，将安装包（ZIP文件）拷贝到该目录并解压。将有以下文件可用：

⇒ PSS_4000_PC_<版本号>_Installer.exe
(如PSS_4000_PC_1_14_0_Installer.exe)

3. 双击EXE文件

按照屏幕说明完成安装。

在PC上执行以下任务：

- PSS 4000 OPC服务器 (经典) 与OPC核心组件一起安装
- PSS 4000 OPC服务器UA安装完成
创建了带有公钥和相关私钥的自签名证书。
- PSS 4000固件控制器安装完成
- 在注册表文件中注册软件
- 一个图标被添加到任务栏以显示PSS 4000固件控制器的状态。
右键单击该图标以选择状态（启动/停止）的更改。

这样就完成了安装。



重要信息

对于PSS 4000 OPC服务器 (经典)，请注意：注册时（PC注册表文件），安装程序配置OPC服务器的DCOM设置。当在PC上初次安装OPC服务器时，“匿名远程访问”的DCOM设置在PC重启后才可生效。

14.5 PC 的通信和安全设置

以下所述的设置仅在以下条件时需要

- ▶ PSS 4000 OPC服务器 (经典) 在PC上运行，并且
- ▶ 正在PC上运行的OPC经典客户端可通过以太网访问OPC服务器。

示例

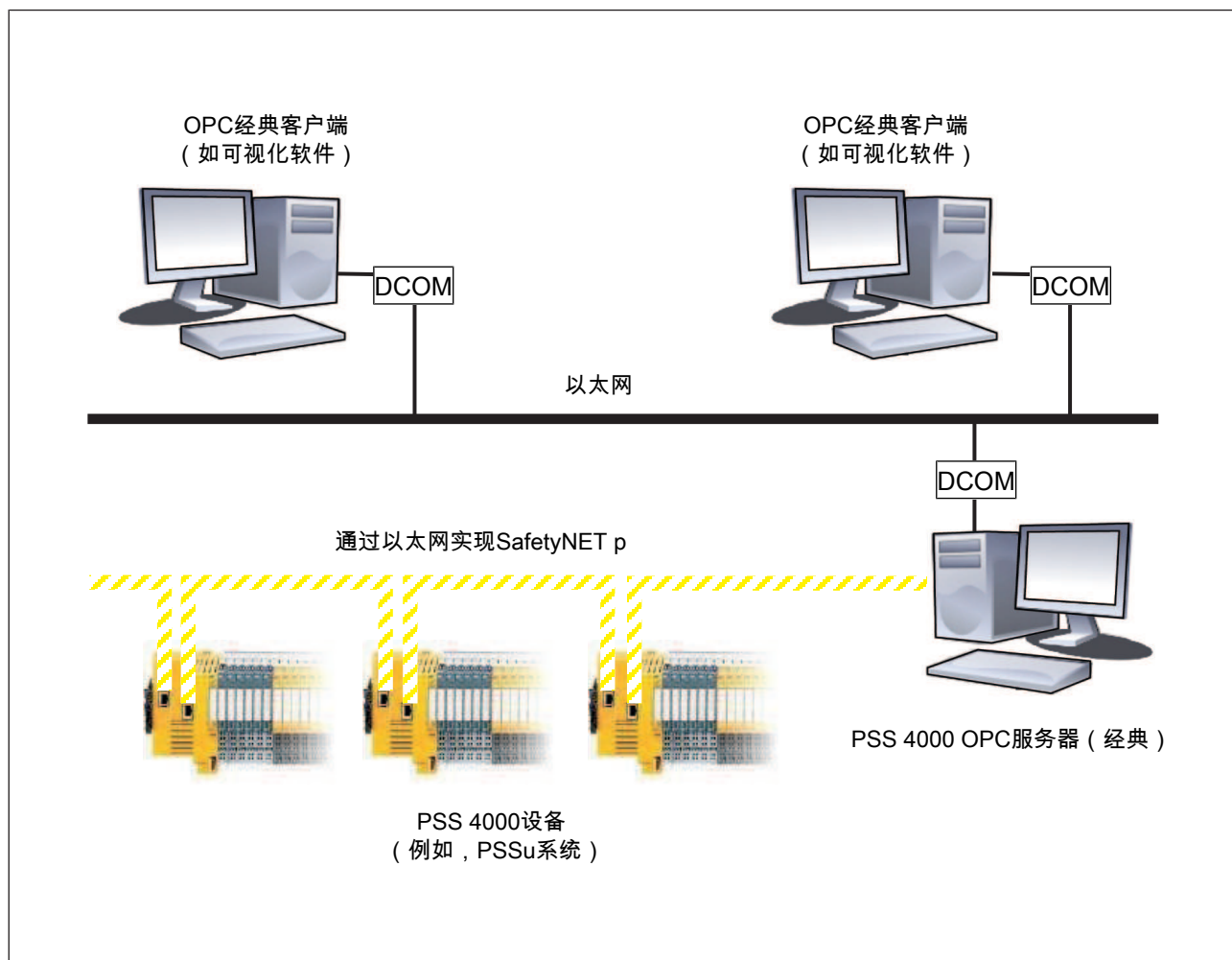


图: OPC经典客户端通过以太网访问PSS 4000 OPC服务器 (经典)

要使OPC经典客户端能够通过以太网访问PSS 4000 OPC服务器 (经典)，必须在涉及数据交换的所有PC的DCOM配置中进行各种设置。下文介绍了这些设置。

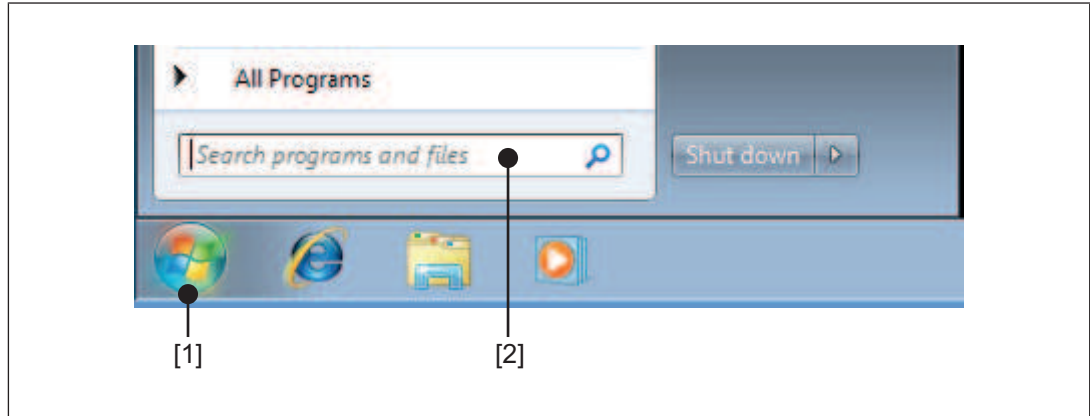
DCOM仅允许在PC之间进行经过验证的访问，因此我们建议将PC (OPC服务器、OPC客户端) 注册在同一域内。

DCOM配置中的设置授予其他网络用户对OPC服务器的访问权限。不正确的配置会有损操作系统的稳定性和稳定性。网络管理员可以优化这些配置，以通过未授权访问权限保护OPC服务器。

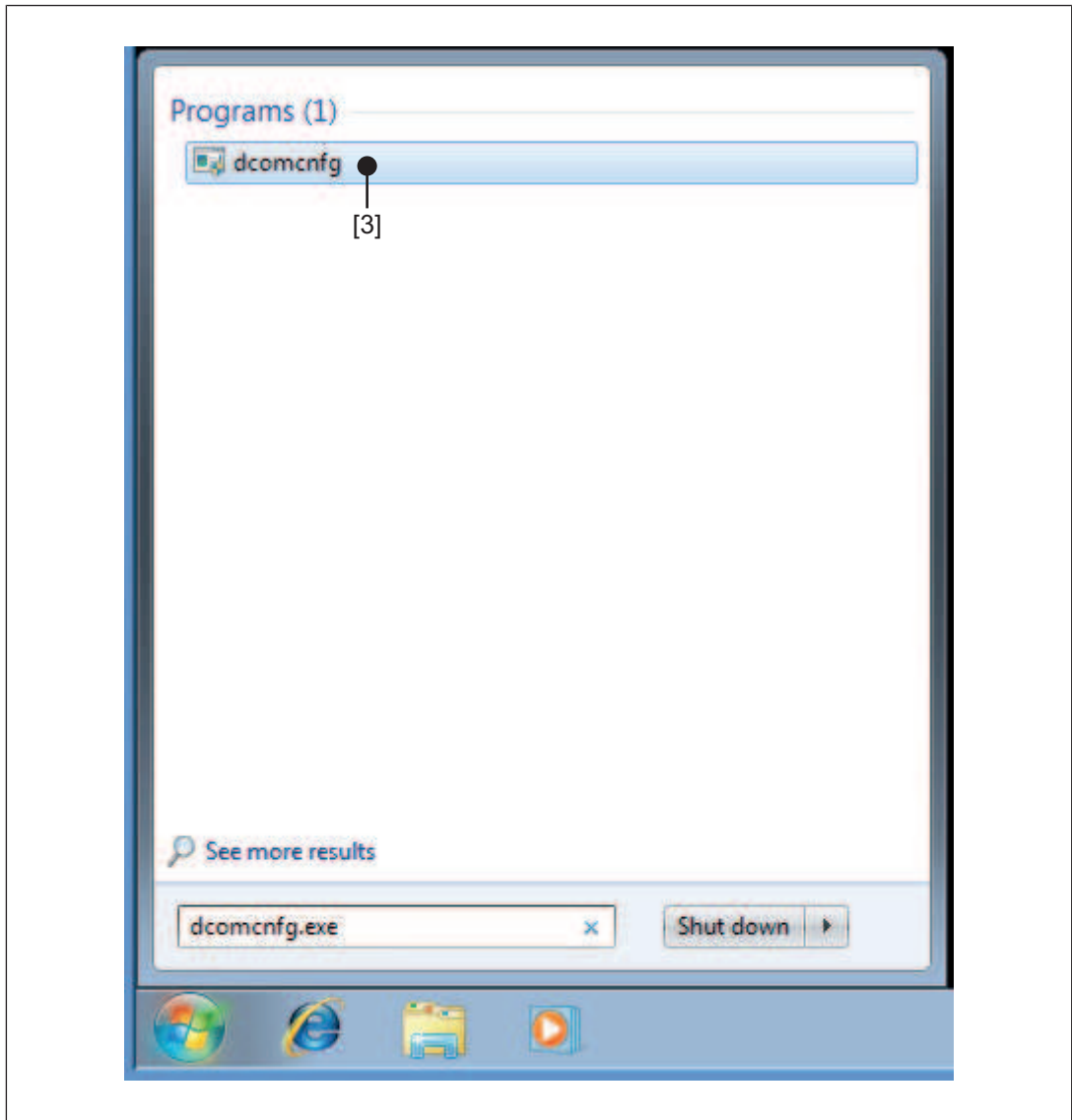
14.5.1 DCOM 配置

在下一节将通过 Microsoft Windows 7 中的对话框对所需设置和配置进行说明。显示的对话框依 Windows 版本和服务包而异。有关更多指导准则，在 Windows 帮助中提供。

14.5.1.1 开始 DCOM 配置



- ▶ 单击 Windows 开始标志 [1] 并输入“dcomcnfg.exe”作为搜索条件 [2]。
打开一个窗口，其中将显示搜索结果：程序“dcomcnfg”。



- ▶ 选择程序“dcomcnfg”[3] 并确认选项。
打开 *组件服务* 窗口。

组件服务

在 **组件服务** 窗口的导航器 (窗口左侧栏) 中打开目录
控制台根目录 / 组件服务 / 计算机 / 我的计算机。

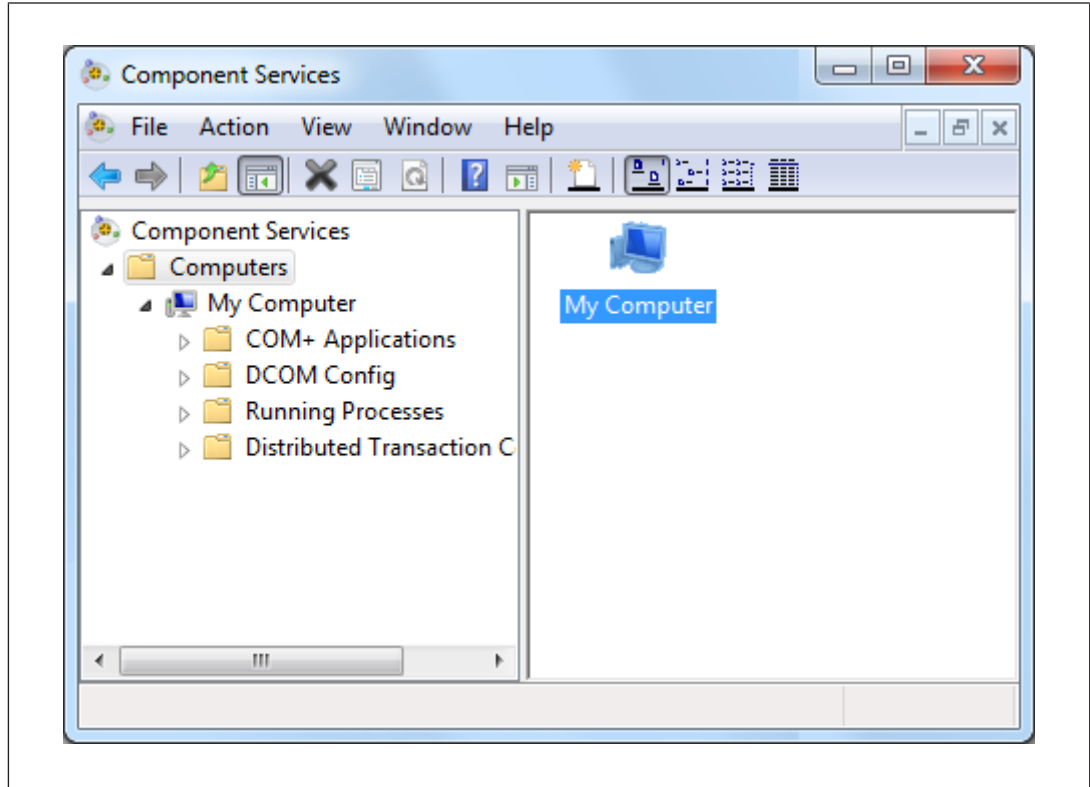


图: 组件服务窗口

► 有关配置的详细信息，请参阅以下部分：

- 适用于 OPC 服务器和 OPC 客户端的 DCOM 配置 [📖 486]
- 适用于 OPC 服务器的 DCOM 配置 [📖 492]
- 适用于 OPC 服务器的 OPCEnum 配置 [📖 501]

14.5.1.2 适用于 OPC 服务器和 OPC 客户端的 DCOM 配置

涉及数据交换的**所有** PC (OPC 服务器、OPC 客户端) 必须执行以下配置和安全设置。这些设置被称作“常规 DCOM 配置”，可为 PC 指定其他 PC 所具有的访问权限。

- ▶ 打开 **组件服务** 窗口
(参见 [开始 DCOM 配置 \[483\]](#)) 。
- ▶ 右键单击 **我的计算机** 并选择 **属性**。
打开 **我的计算机属性** 窗口。

默认属性选项卡

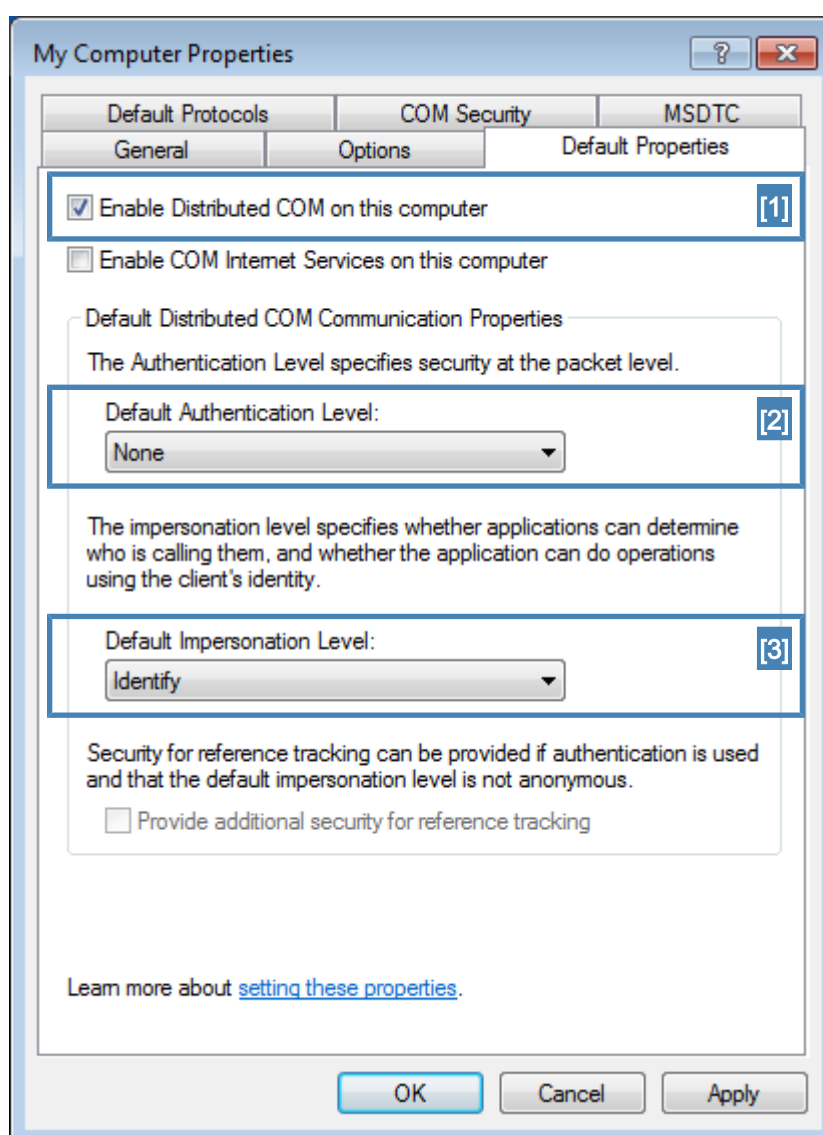


图: 默认属性选项卡

- ▶ 选择 **在此计算机上启用 DCOM (分布式 COM)** - 在 [1] 处。
- ▶ 选择 **默认身份验证级别** 下的 **无** [2]。

- ▶ 在 **默认模拟级别** 下选择 **接受身份标识** 或 **身份标识** [3] 。

默认 协议选项卡

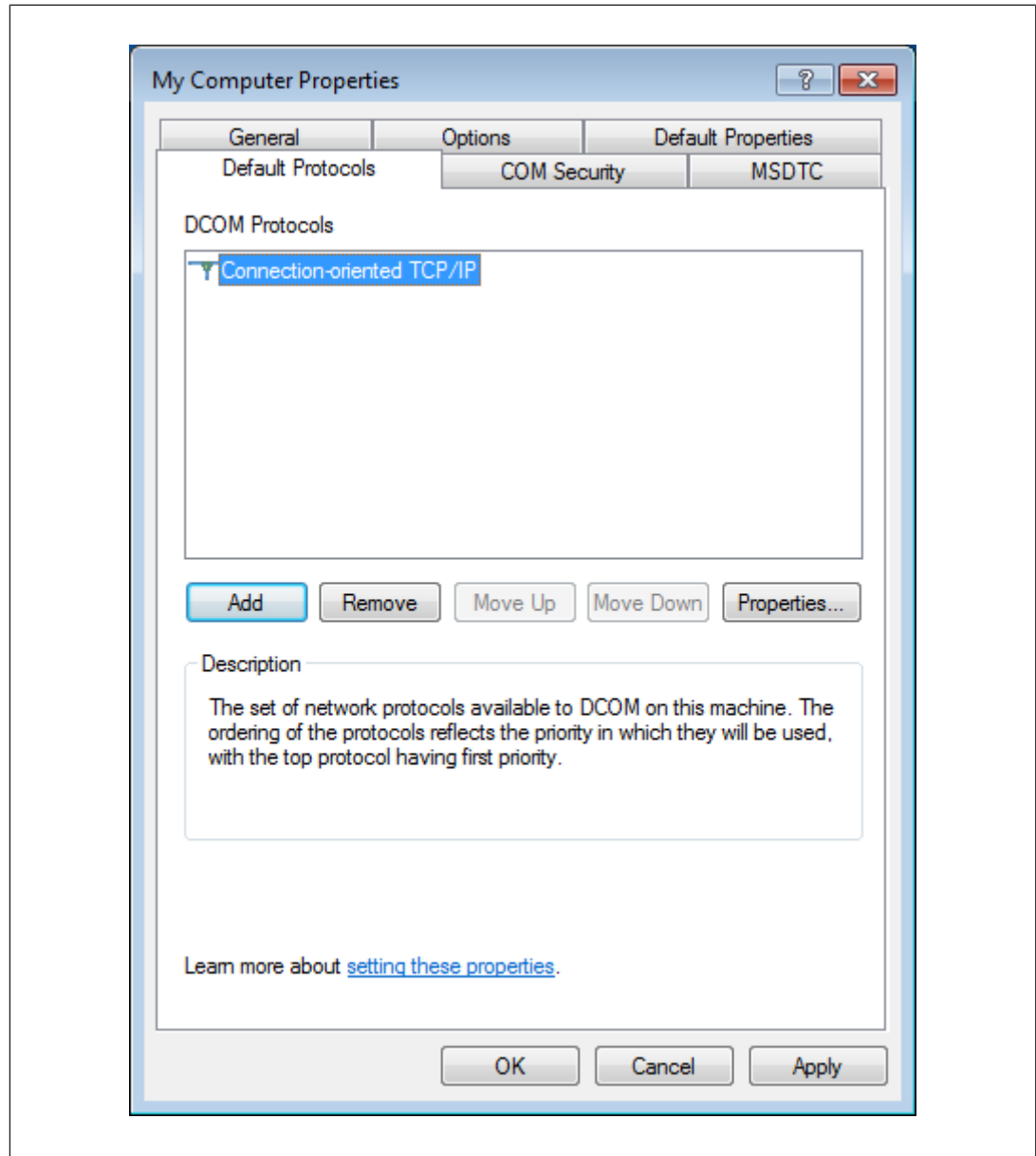


图: 默认 协议选项卡

- ▶ 如果连接协议 **面向连接的 TCP/IP** 不在 **默认 协议** 选项卡的列表中显示，可按照以下步骤添加：
 - 单击 **添加** 按钮
 - 打开 **选择 DCOM 协议** 对话框。
 - 在 **协议序列** 下，选择 **面向连接的 TCP/IP** 协议并单击 **确定**。
 - 重新激活 **默认 协议** 选项卡。
- ▶ 高亮显示 **面向连接的 TCP/IP** 协议并将其移至列表顶部。

这样将加快连接设置速度。

- ▶ 删除不需要的任何协议条目，因为这些条目会在建立连接时导致延迟。

COM 安全选项卡

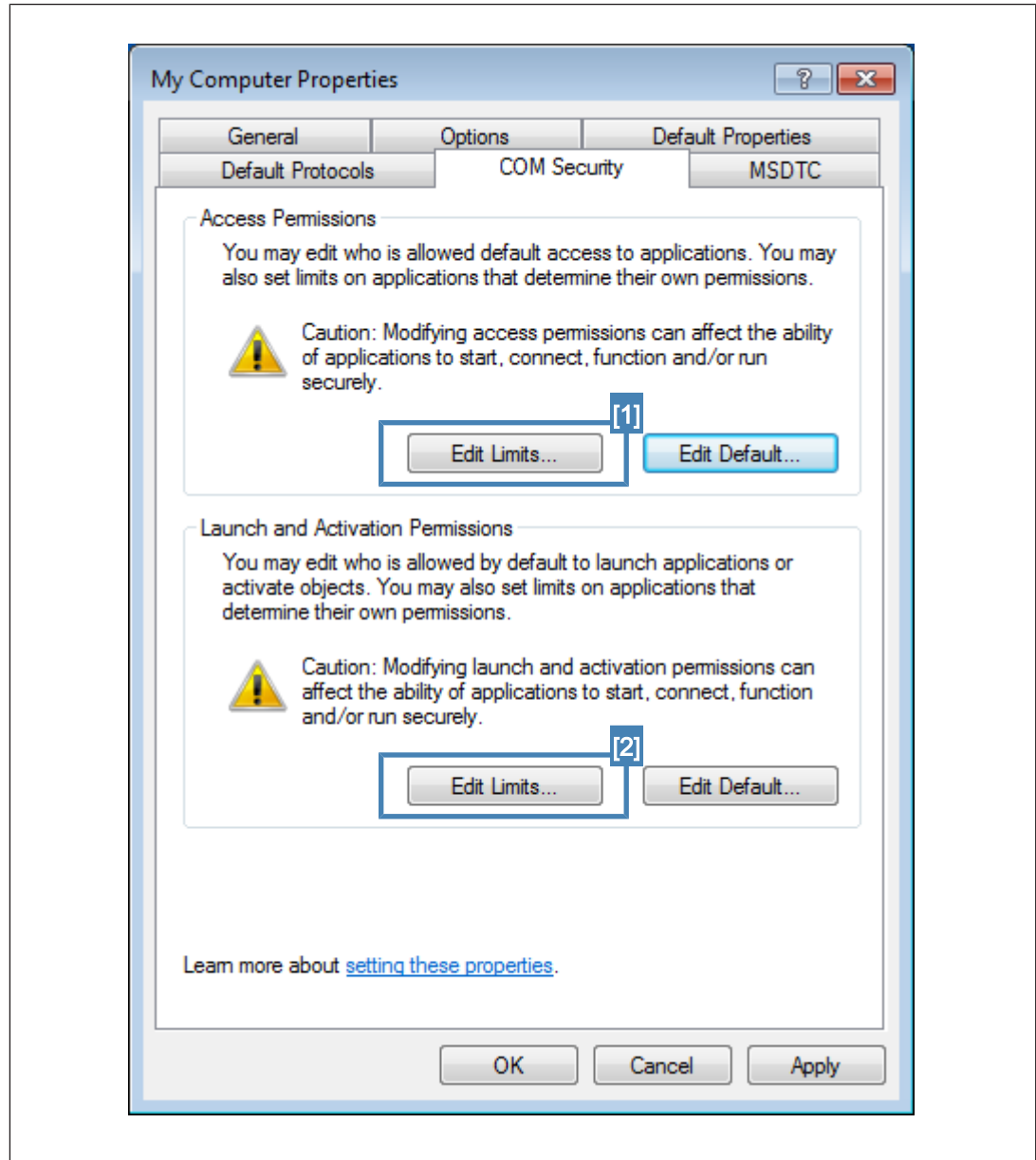


图: COM 安全选项卡

- ▶ 在 **访问权限** 下，单击 **编辑限制** [1]
打开 **访问权限** 窗口。

COM 安全窗口 -> 访问权限

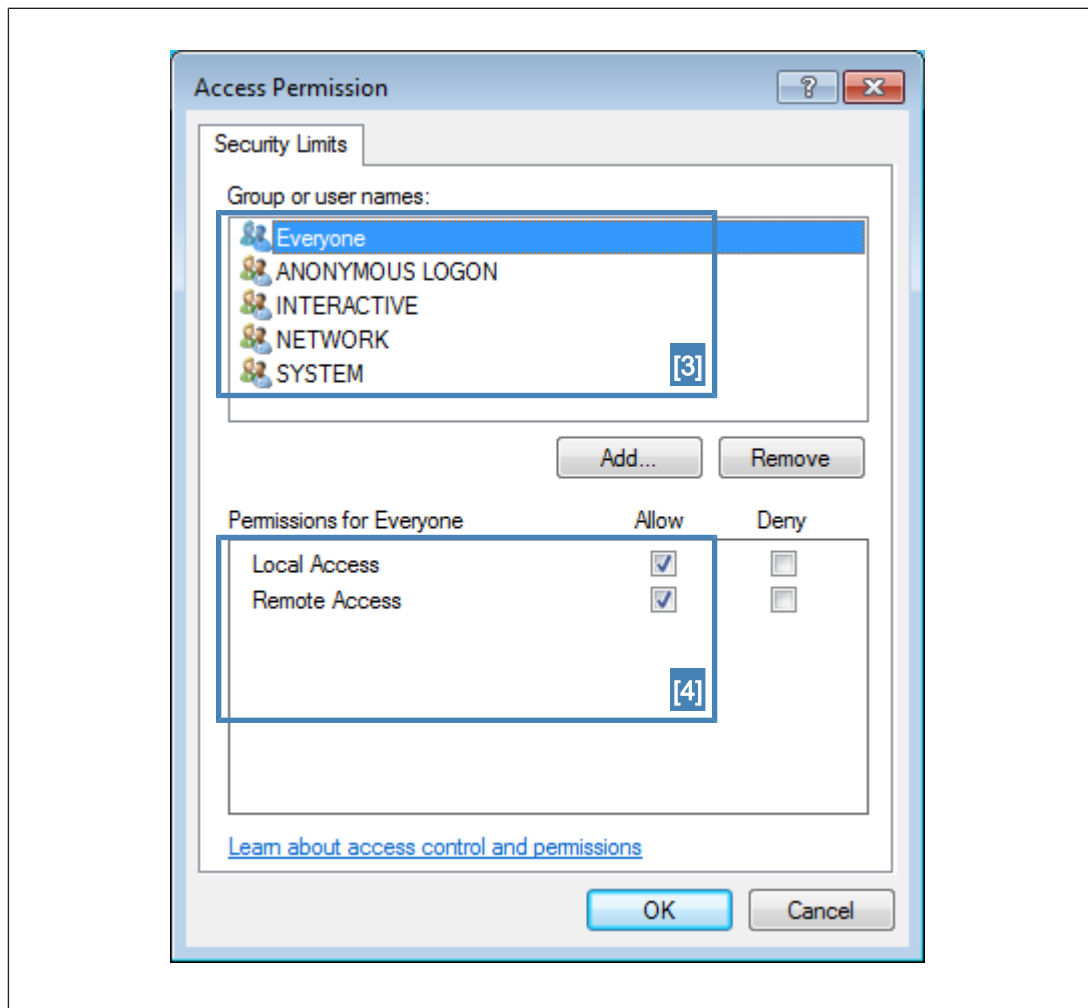


图: COM 安全窗口 -> 访问权限

- ▶ 检查以下所有组或用户名 [3] 是否可用：
 - 匿名登录
 - 交互式用户
 - 任意
 - NETWORK
 - SYSTEM
- ▶ 如果有一个组或用户名不可用，则进行添加（添加... - 高级 - 立即搜索）。

请注意为 NETWORK 用户提供的额外信息（参见[用户“NETWORK”的特殊功能 \[511\]](#)）。

然后，单击**确定**进行确认。

重新激活**访问权限**窗口。
- ▶ 单独选择每个用户 [3] 并勾选**允许**权限 [4]
 - 本地访问
 - 远程访问

- ▶ 单击 **确定**。
- 重新激活 **COM 安全** 选项卡。
- ▶ 在 **COM 安全** 选项卡的 **启动和激活权限** 下，单击 **编辑限制** [2]，
将打开 **启动和激活权限** 窗口。

COM 安全窗口 -> 启动和激活权限

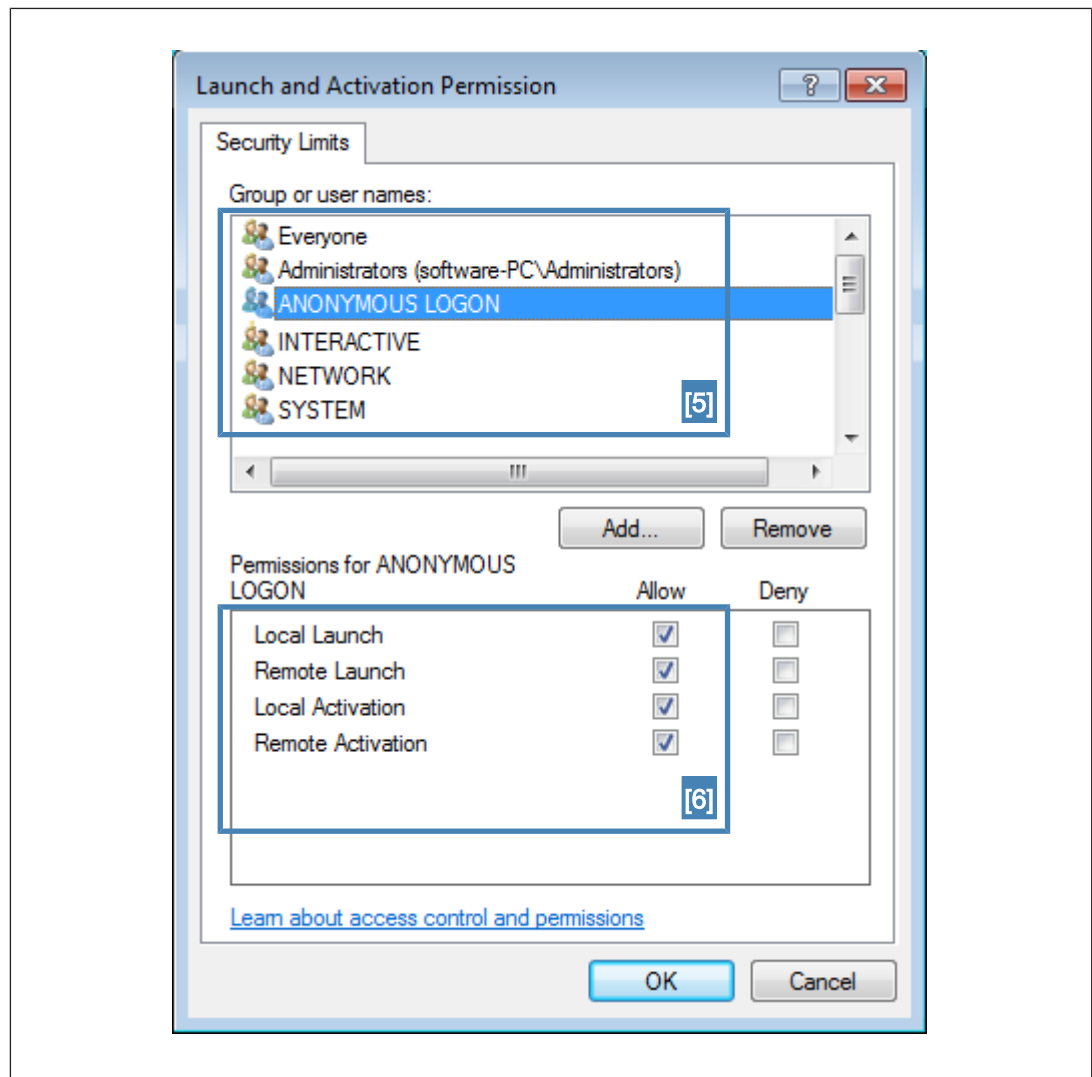


图: **COM 安全窗口 -> 启动和激活权限**

- ▶ 检查以下所有组或用户名 [5] 是否可用：
 - 管理员 (...)
 - 匿名登录
 - 交互式用户
 - 任意
 - NETWORK
 - SYSTEM

- ▶ 如果“管理员”用户不可用，则进行添加。为添加“管理员”用户，必须修改搜索路径（参见[用户“Administrators”的特殊功能 \[📖 510\]](#)）。
- ▶ 如果有一个组或用户名不可用，则可添加（**添加... - 高级 - 立即搜索**）
请注意为 NETWORK 用户提供的额外信息（参见[用户“NETWORK”的特殊功能 \[📖 511\]](#)）
然后，单击**确定**进行确认。
重新激活**启动权限**窗口。
- ▶ 单独选择每个用户 [5] 并勾选**允许**权限 [6]
 - 本地启动
 - 远程启动
 - 本地激活
 - 远程激活。
- ▶ 单击**确定**。
重新激活**COM 安全**选项卡。
- ▶ 单击**确定**以保存所有设置并关闭**我的计算机属性**窗口。
这样就完成了此工作站的常规 DCOM 配置。
- ▶ 关闭**组件服务**窗口。
该设置将在 PC 下次重启时生效。

14.5.1.3 适用于 OPC 服务器的 DCOM 配置

安装 OPC 服务器时，自动进行以下设置。出错时检查这些设置，必要时修改声明的设置。这些设置仅局限于包含 OPC 服务器的 PC。

- ▶ 打开 **组件服务** 窗口。
- (参见 [开始 DCOM 配置 \[483\]](#))
- ▶ 在 **组件服务** 窗口中打开 **DCOM 配置** 目录 [1]。

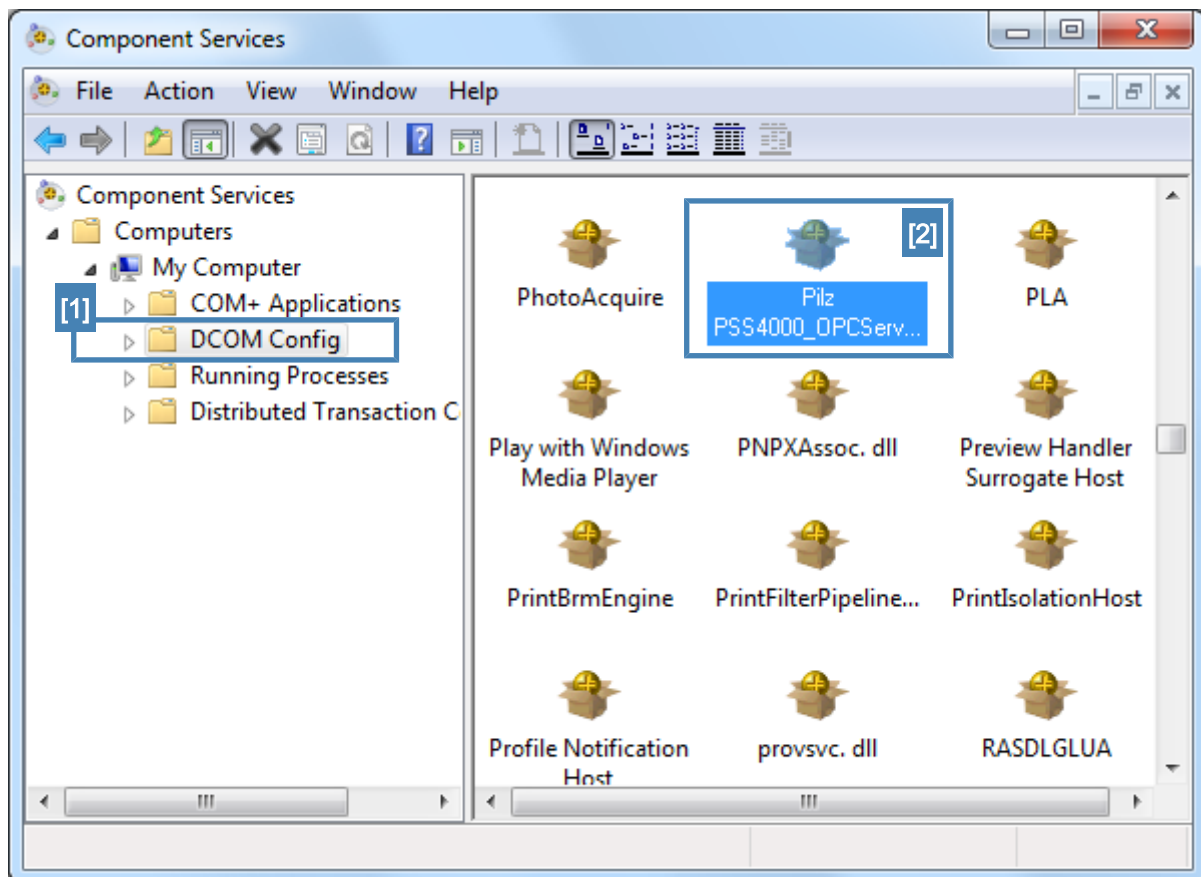


图: **组件服务** 窗口 (OPC 服务器上的 DCOM 配置)

- ▶ 右键单击应用程序 **Pilz PSS4000_OPCTServDA.DA** [2] 并选择 **属性**。
- 打开 **Pilz PSS4000_OPCTServDA.DA 属性** 窗口。

常规选项卡

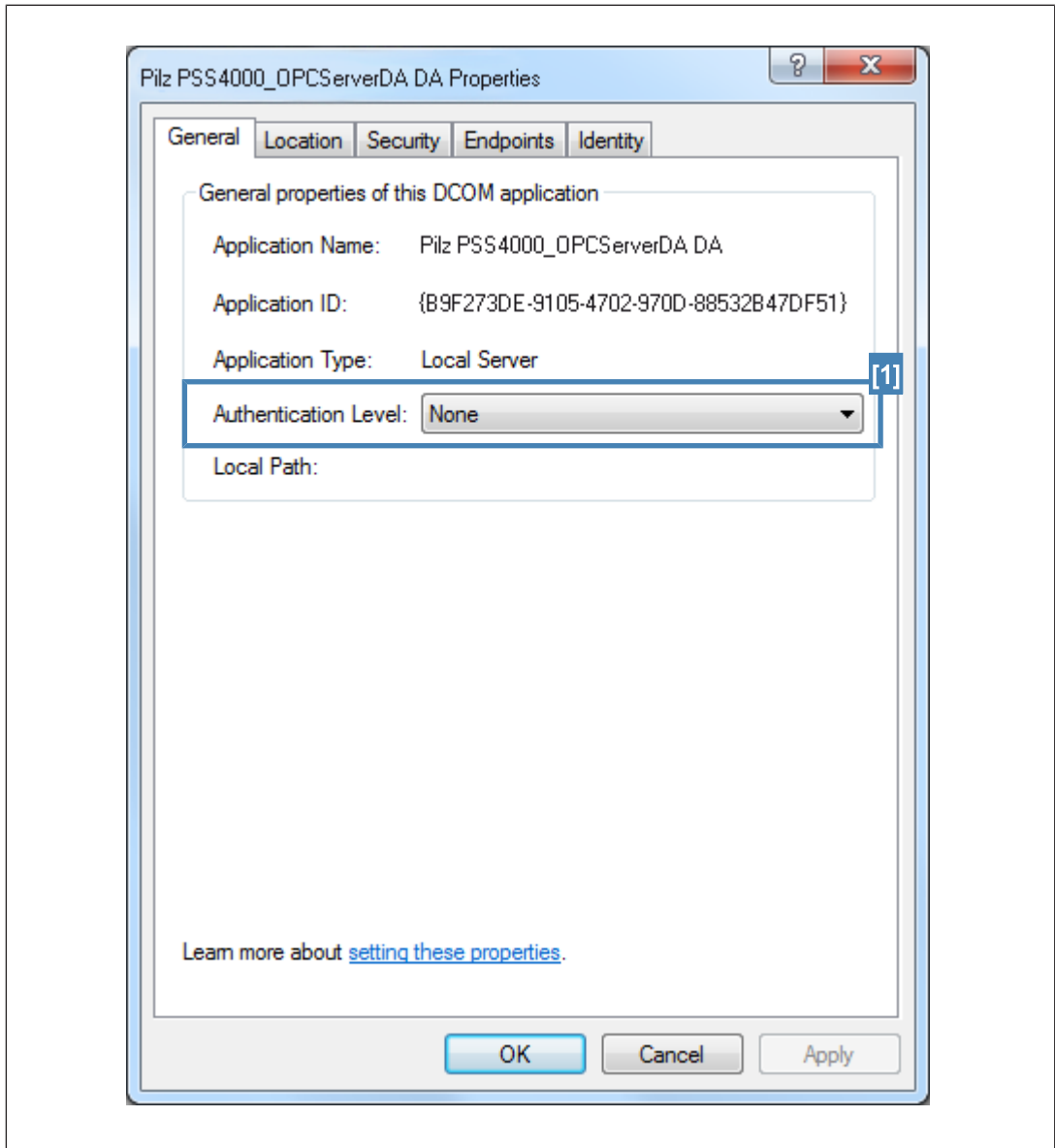


图: 常规选项卡 (OPC 服务器上的 DCOM 配置)

- 选择身份验证级别下的无 [1]。

位置选项卡

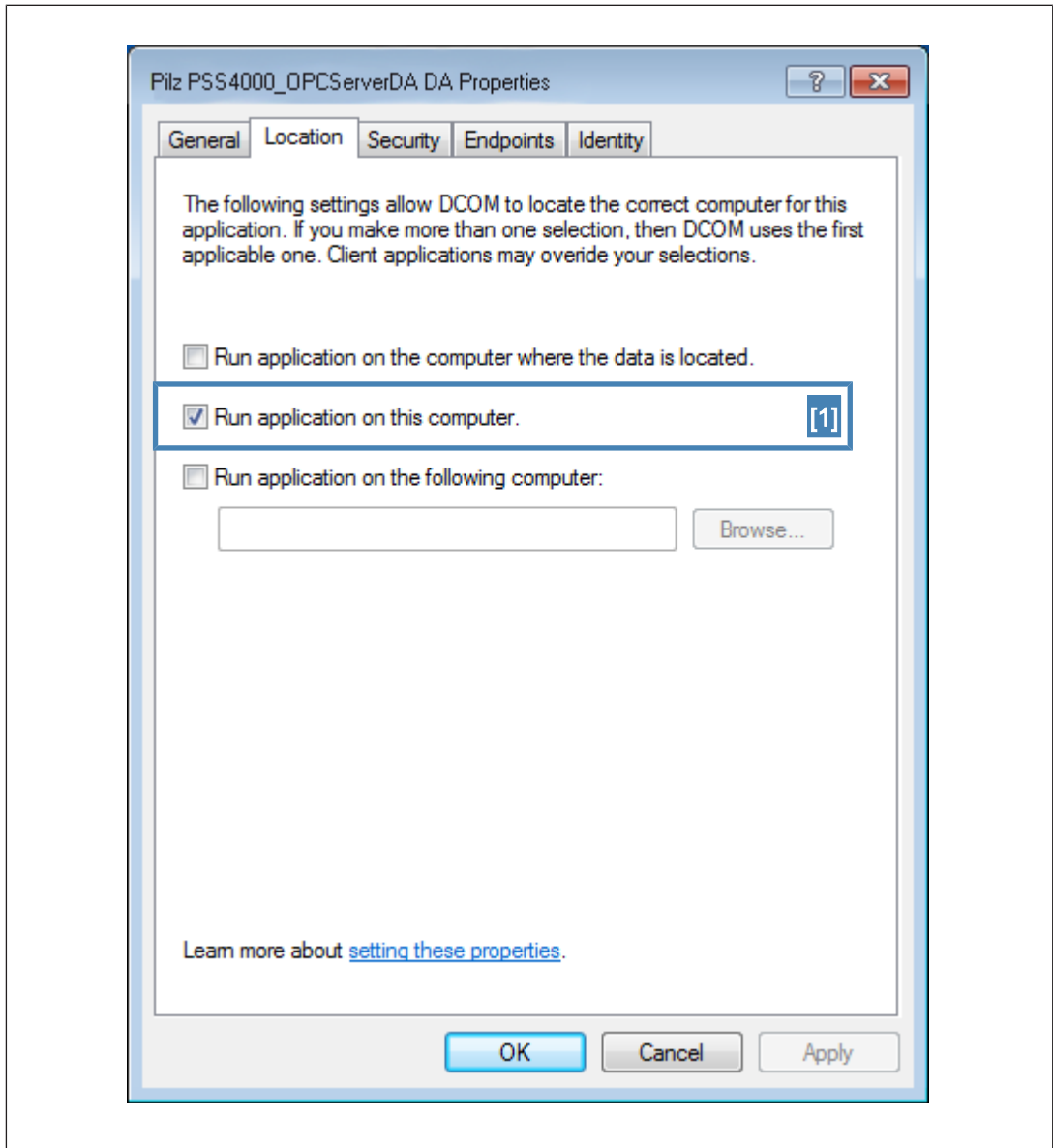


图: 位置选项卡 (OPC 服务器上的 DCOM 配置)

- 启用 **在此计算机上运行应用程序** [1] 。

安全选项卡

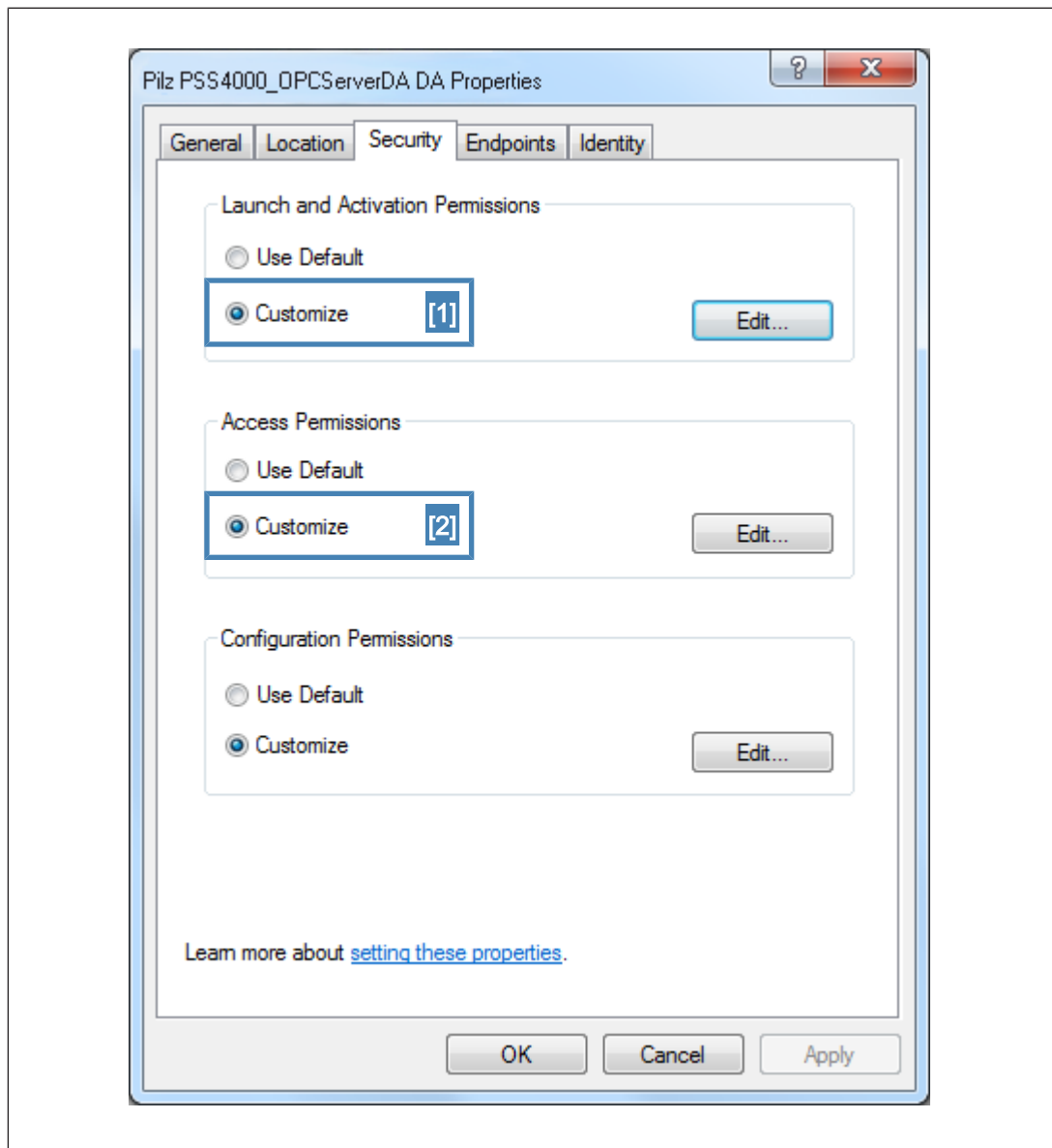


图: 安全选项卡 (OPC 服务器上的 DCOM 配置)

- ▶ 对 **启动和激活权限** [1] 和 **访问权限** [2] 选择 **定制**，然后单击 **应用**。
- ▶ 在 **启动和激活权限** [1] 中单击 **编辑**。
打开 **启动和激活权限** 窗口。

安全 -> 启动和激活权限窗口

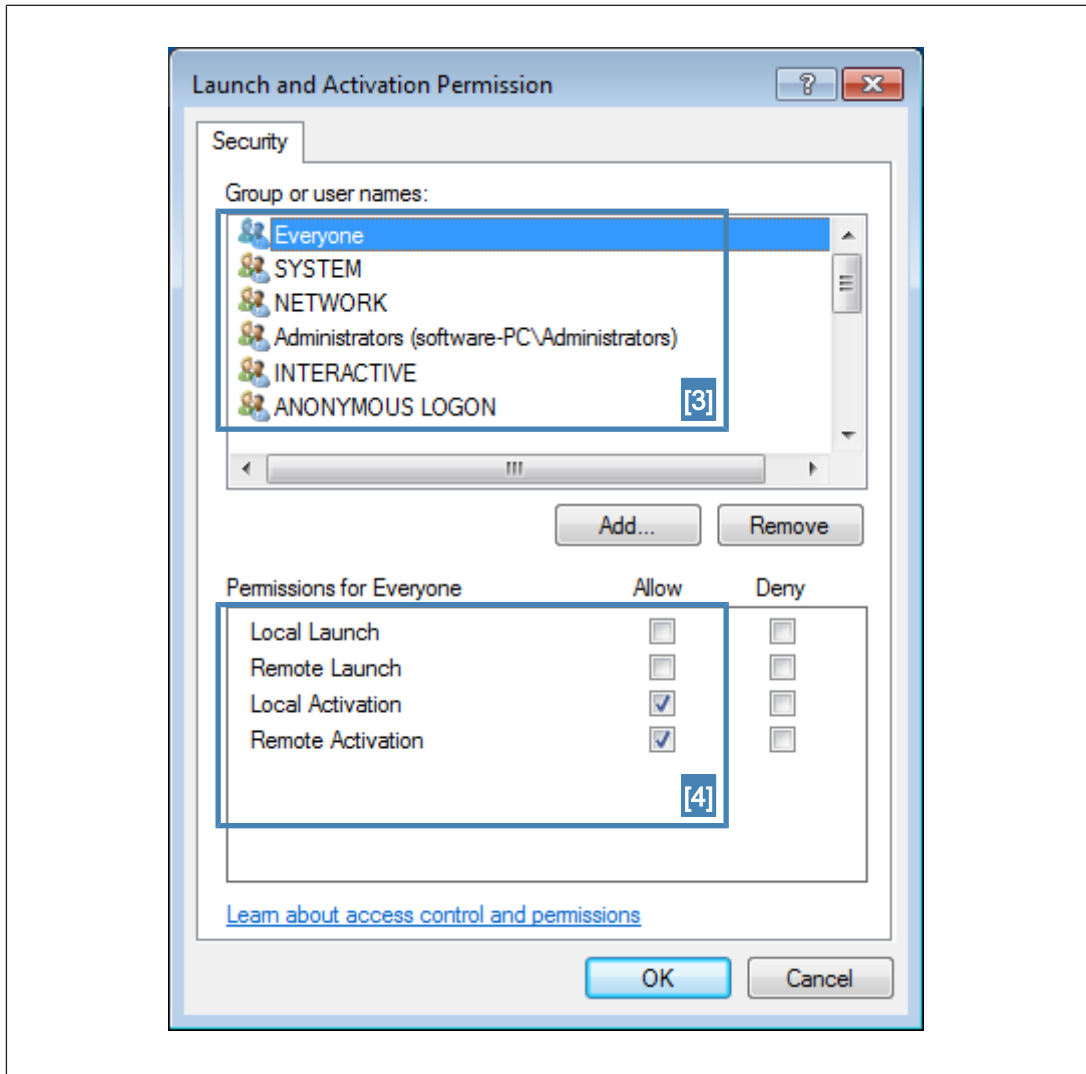


图: 启动和激活权限窗口

- ▶ 检查以下所有组或用户名 [3] 是否可用：
 - 管理员 (...)
 - 匿名登录
 - INTERACTIVE
 - 任意
 - NETWORK
 - SYSTEM
 - ▶ 如果“管理员”用户不可用，则进行添加。为能够添加“管理员”用户，必须修改搜索路径（参见用户“Administrators”的特殊功能 [510]）。
 - ▶ 如果其他组或用户名之一不可用，同样进行添加（添加... - 高级 - 立即搜索）。
- 请注意为 NETWORK 用户提供的额外信息（参见用户“NETWORK”的特殊功能 [511]）。

然后，单击 **确定** 进行确认。

重新激活 **启动和激活权限** 窗口。

- ▶ 单独选择每个用户 [3] 并勾选 **允许** 权限 [4]。

- 本地激活

- 远程激活

- ▶ 单击 **确定**。

重新激活 **安全** 选项卡。

- ▶ 在 **安全** 选项卡上，单击 **访问权限** [2] 下的 **编辑**。
- 打开 **访问权限** 窗口。

安全 -> 访问权限 窗口

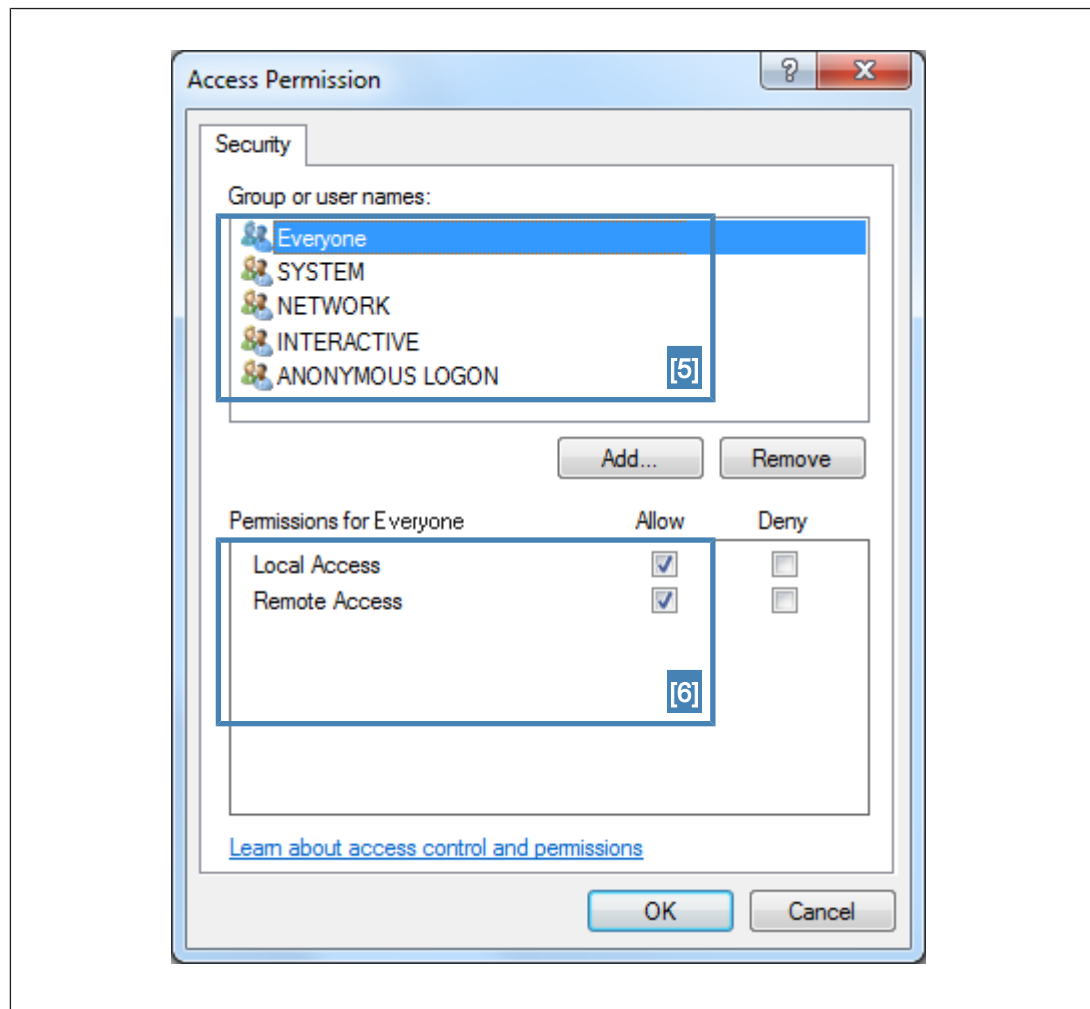


图: **访问权限** 窗口

- ▶ 检查以下所有组或用户名 [5] 是否可用：

- 匿名登录

- INTERACTIVE

- 任意

- NETWORK

- SYSTEM

- ▶ 如果有一个组或用户名不可用，则进行添加 (**添加... - 高级 - 立即搜索**) 。

请注意“NETWORK”用户的其他信息“NETWORK”用户的特殊功能。

然后，单击 **确定** 进行确认。

重新激活 **访问权限** 窗口。

- ▶ 单独选择每个用户 [5] 并勾选 **允许** 权限 [6] 。

- 本地访问

- 远程访问

- ▶ 单击 **确定** 。

将重新激活 **安全** 选项卡。

标识选项卡

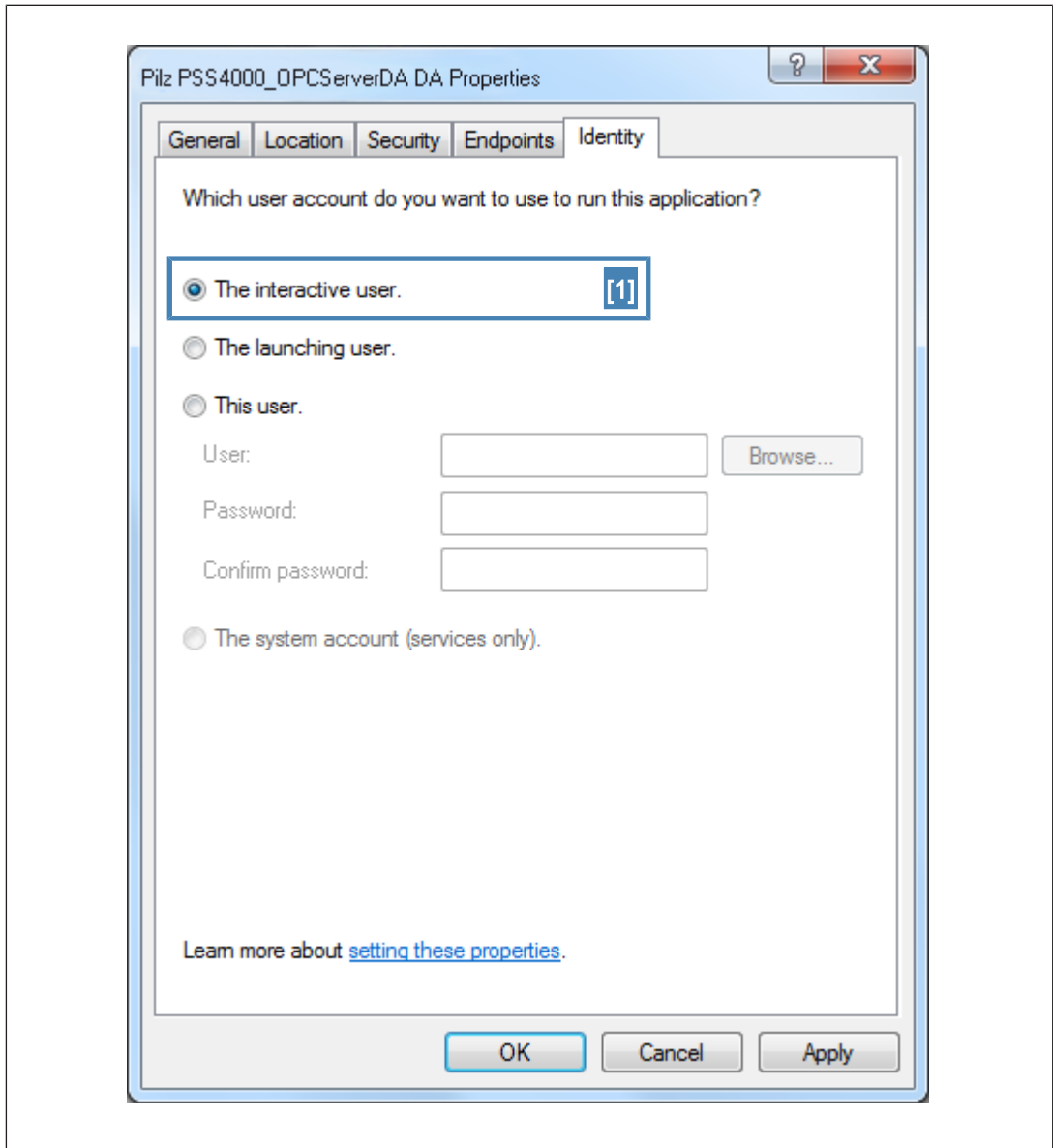


图: 标识选项卡 (OPC 服务器上的 DCOM 配置)

- 选择 **交互式用户** [1] 。

端点选项卡

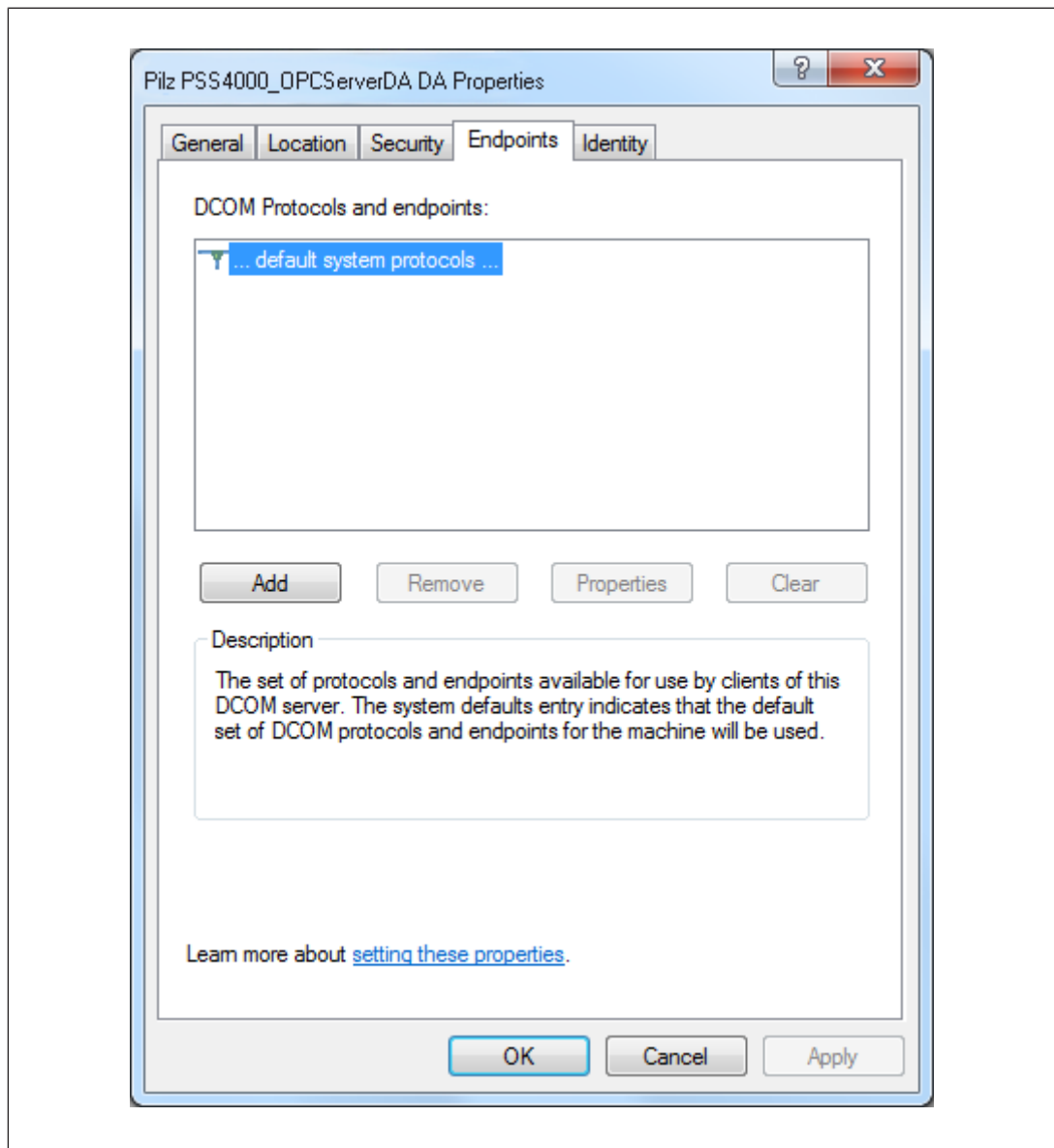


图: 端点选项卡 (OPC 服务器上的连接协议)

- ▶ 如果 **默认系统协议** 在列表中不可用，则按以下步骤添加连接协议：
 - 单击 **添加**，在 **协议序列** 下选择 **面向连接的 TCP/IP**。
 - 单击 **确定**。
 - 重新激活 **端点** 选项卡。
 - ▶ 单击 **确定** 以保存所有设置并关闭 **PVIS OPC 服务器 DA 属性** 窗口。
- 这样就完成了 OPC 服务器的 DCOM 配置。

14.5.1.4 适用于 OPC 服务器的 OPCEnum 配置

以下设置仅局限于包含 OPC 服务器的 PC。

- ▶ 打开 **组件服务** 窗口。

(参见 [开始 DCOM 配置 \[483\]](#) ”。

- ▶ 在 **组件服务** 窗口中打开 **DCOM 配置** 目录 [1]。

您可能会收到多个 DCOM 配置警告，但在进行此配置时可全部忽略。每次都单击 **否**。

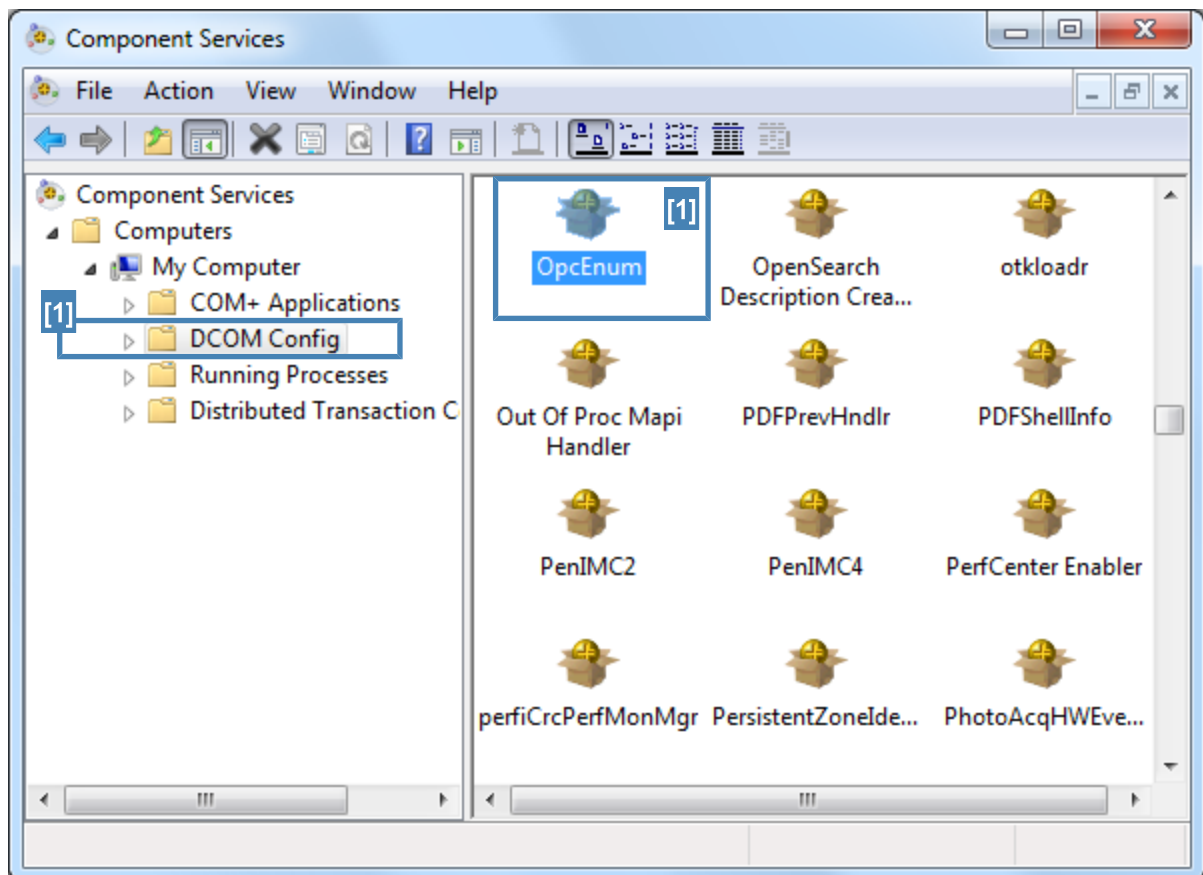


图: **组件服务** 窗口 (OPC 服务器上 OPCEnum 的 DCOM 配置)

- ▶ 右键单击 **OPCEnum** [2]，并选择 **属性**。
打开 **OPCEnum 属性** 窗口。

常规选项卡

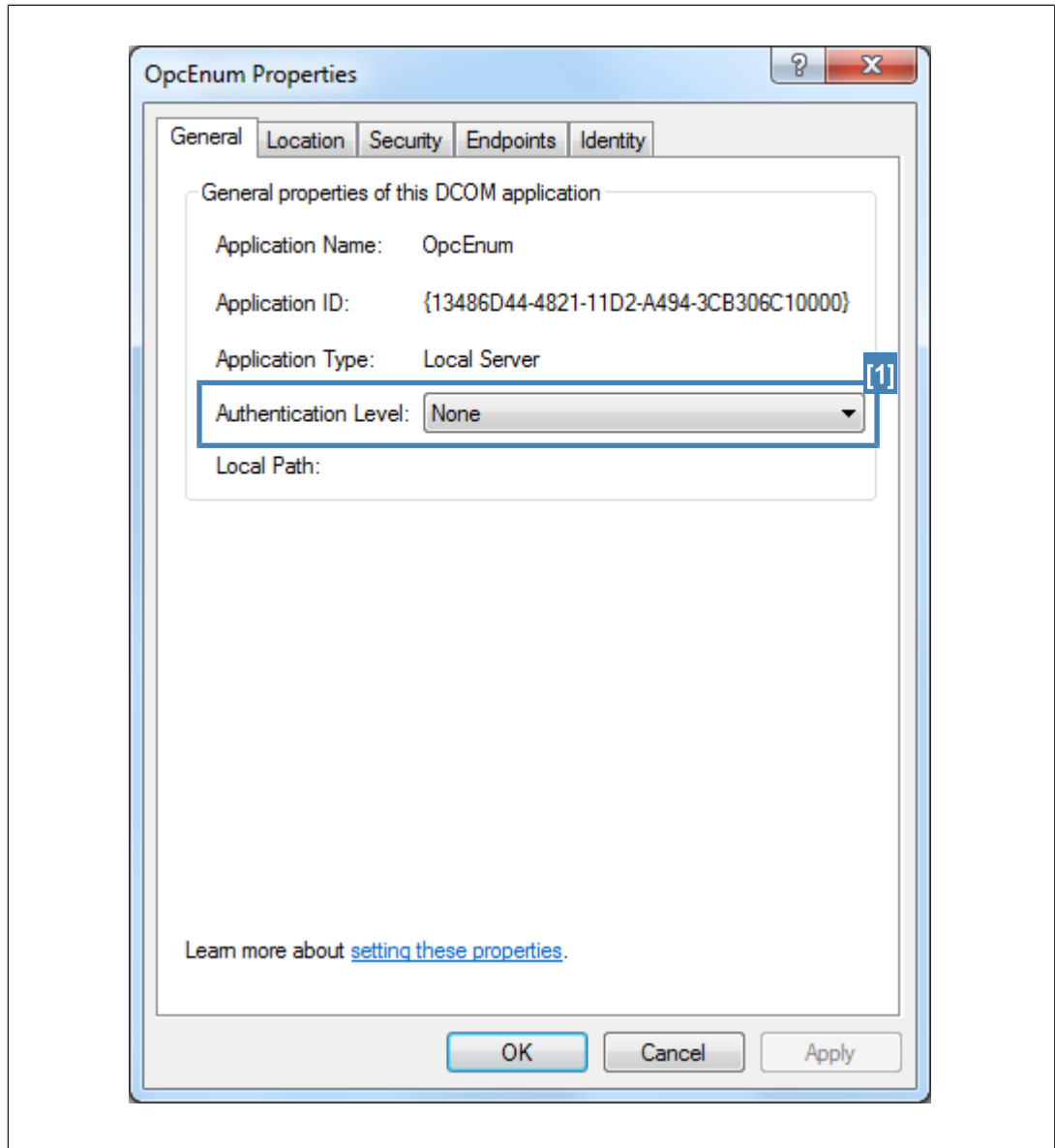


图: 常规选项卡 (OPC 服务器上 OPCEnum 的 DCOM 配置)

- 选择身份验证级别下的无[1]。

位置选项卡

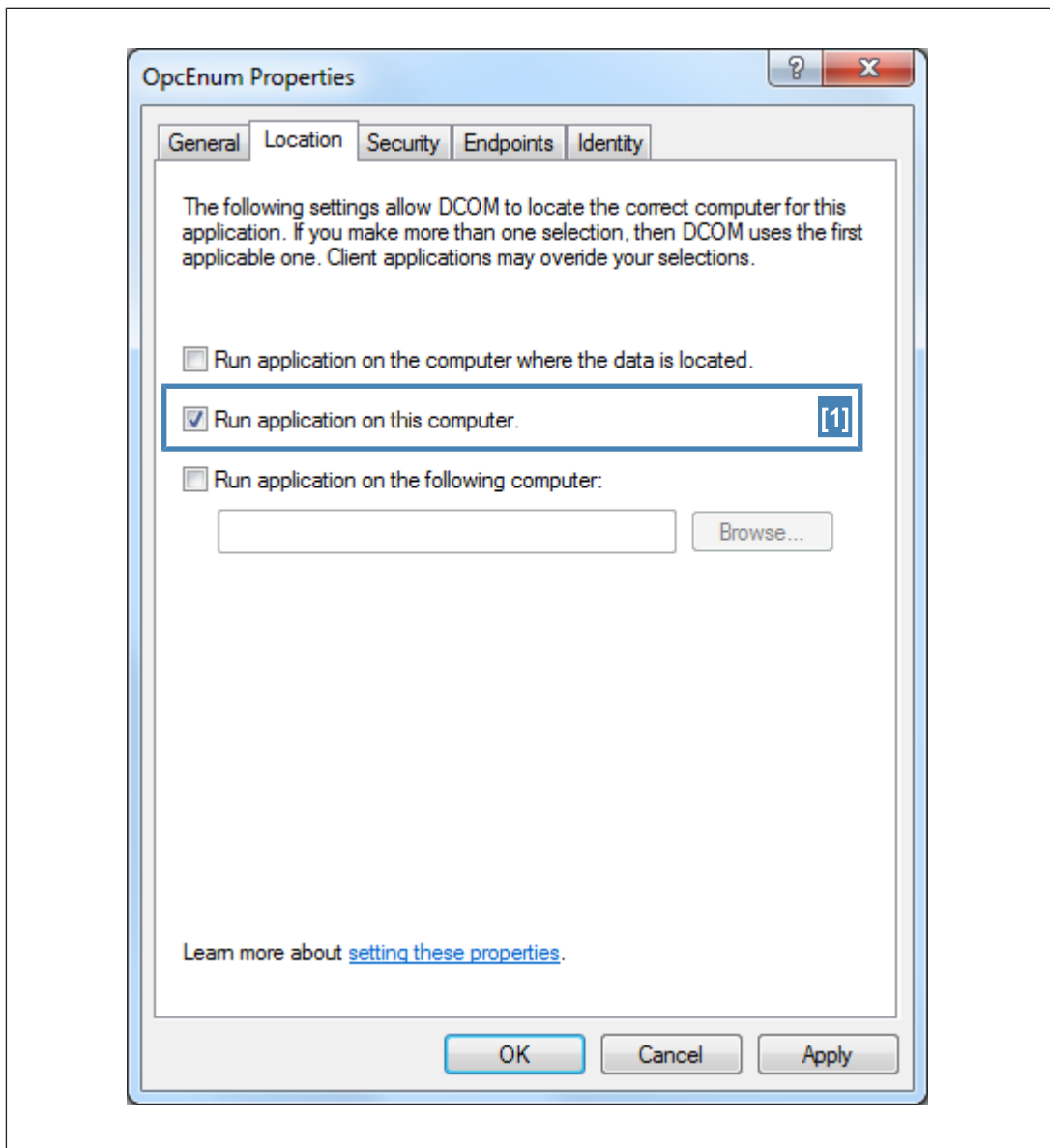


图: 位置选项卡 (OPC 服务器上 OPCEnum 的 DCOM 配置)

- 启用 **在此计算机上运行应用程序** [1] 。

安全选项卡

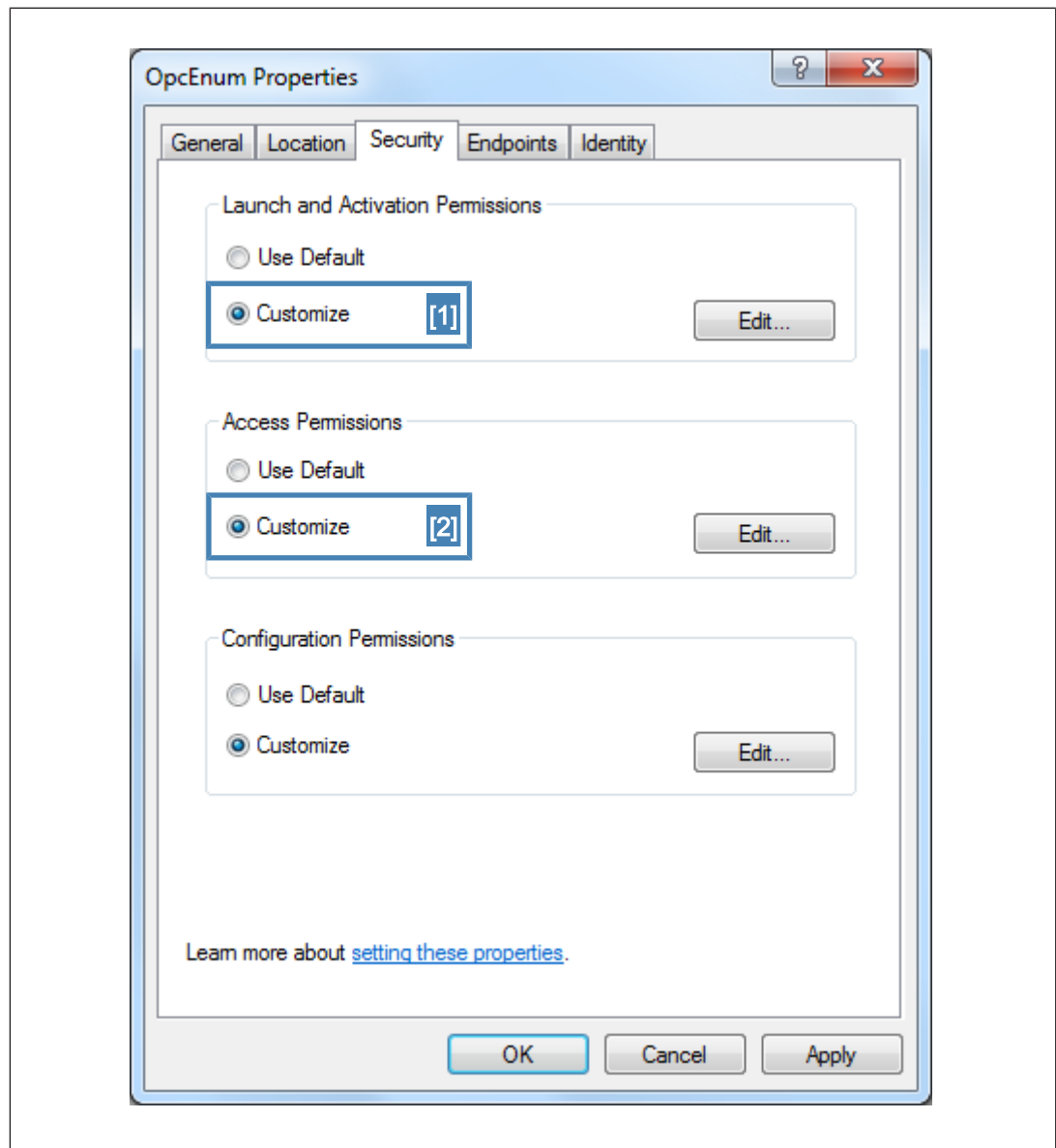


图: 安全选项卡 (OPC 服务器上 OPCEnum 的 DCOM 配置)

- ▶ 对 **启动和激活权限** [1] 和 **访问权限** [2] 选择定制，然后单击**应用**。
 - ▶ 在 **启动和激活权限** 字段 [1] 中单击 **编辑**。
- 打开 **启动和激活权限** 窗口。

安全窗口 -> 启动和激活权限

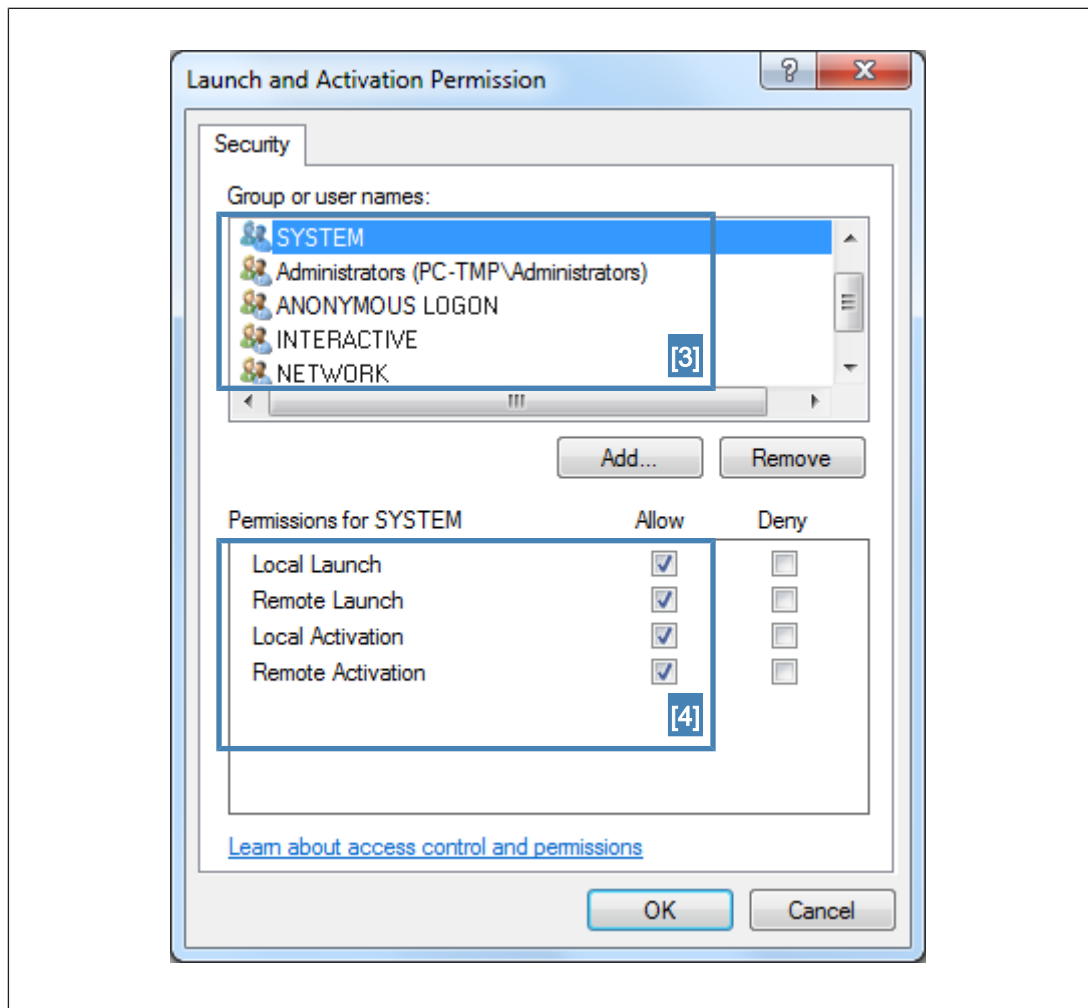


图: 启动和激活权限窗口 (OPCEnum 的 COM 安全)

- ▶ 检查以下所有组或用户名 [3] 是否可用：
 - 管理员 (...)
 - 匿名登录
 - 交互式用户
 - 任意
 - NETWORK
 - SYSTEM
- ▶ 如果“管理员”用户不可用，则进行添加。为能够添加“管理员”用户，必须修改搜索路径（参见“管理员”用户的特殊功能）。
- ▶ 如果有一个组或用户名不可用，则可添加（**添加... - 高级 - 立即搜索**）。

请注意“NETWORK”用户的其他信息（参见“NETWORK”用户的特殊功能）。

然后，单击**确定**进行确认。

重新激活**启动和激活权限**窗口。

- ▶ 单独选择每个用户 [3] 并勾选 **允许** 权限 [4]
 - 本地启动
 - 远程启动
 - 本地激活
 - 远程激活
- ▶ 单击 **确定**。
- 重新激活 **安全** 选项卡。
- ▶ 在 **安全** 选项卡上，单击 **访问权限** [2] 下的 **编辑**。
- 打开 **访问权限** 窗口。

安全窗口 -> 访问权限

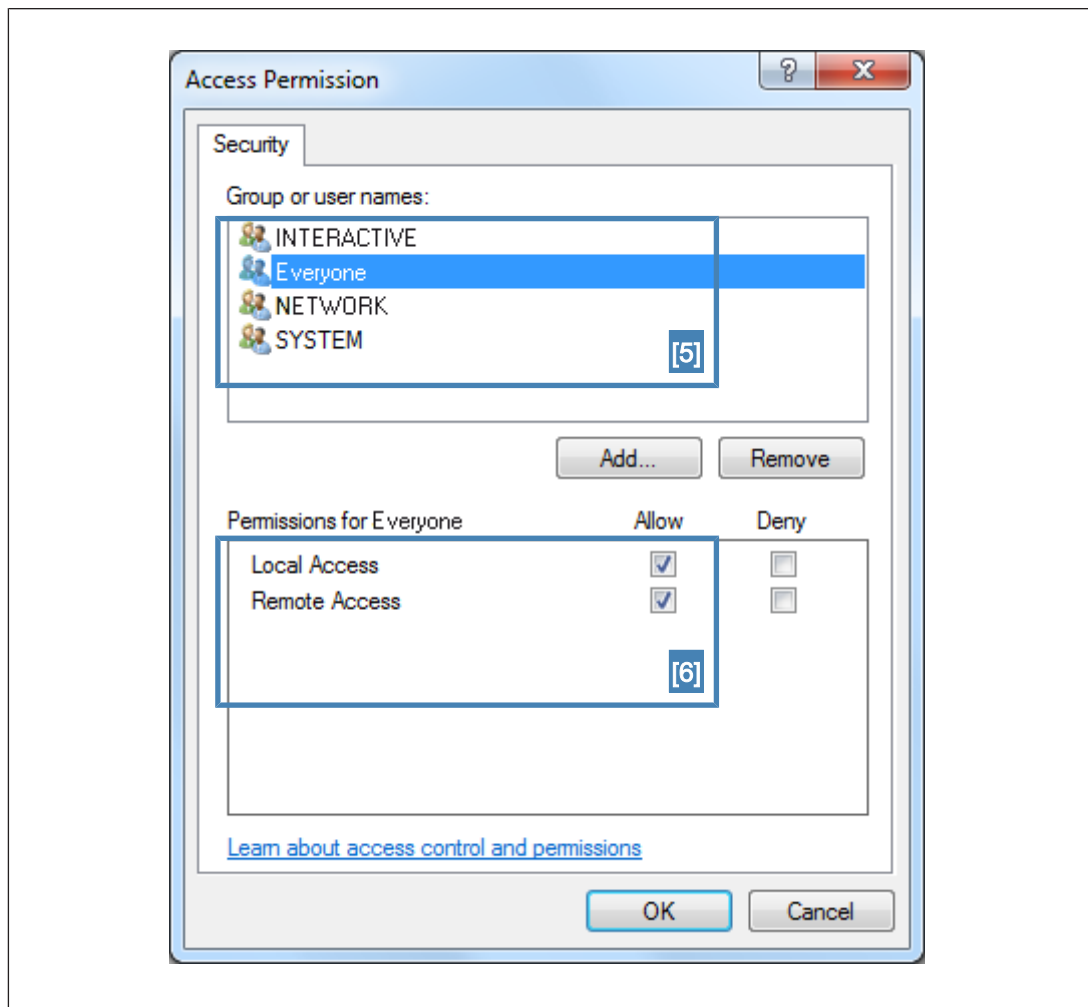


图: **访问权限** 窗口 (OPCEnum 的 COM 安全)

- ▶ 检查以下所有组或用户名 [5] 是否可用：
 - 交互式用户
 - 任意
 - NETWORK

– SYSTEM

- ▶ 如果有一个组或用户名不可用，则进行添加 (**添加...** - **高级** - **立即搜索**)。
请注意“NETWORK”用户的其他信息 (参见“NETWORK”用户的特殊功能。
然后，单击 **确定** 进行确认。
重新激活 **访问权限** 窗口。
- ▶ 单独选择每个用户 [5] 并勾选 **允许权限** [6]
 - 本地访问
 - 远程访问
- ▶ 单击 **确定**。
重新激活 **安全** 选项卡。

标识选项卡

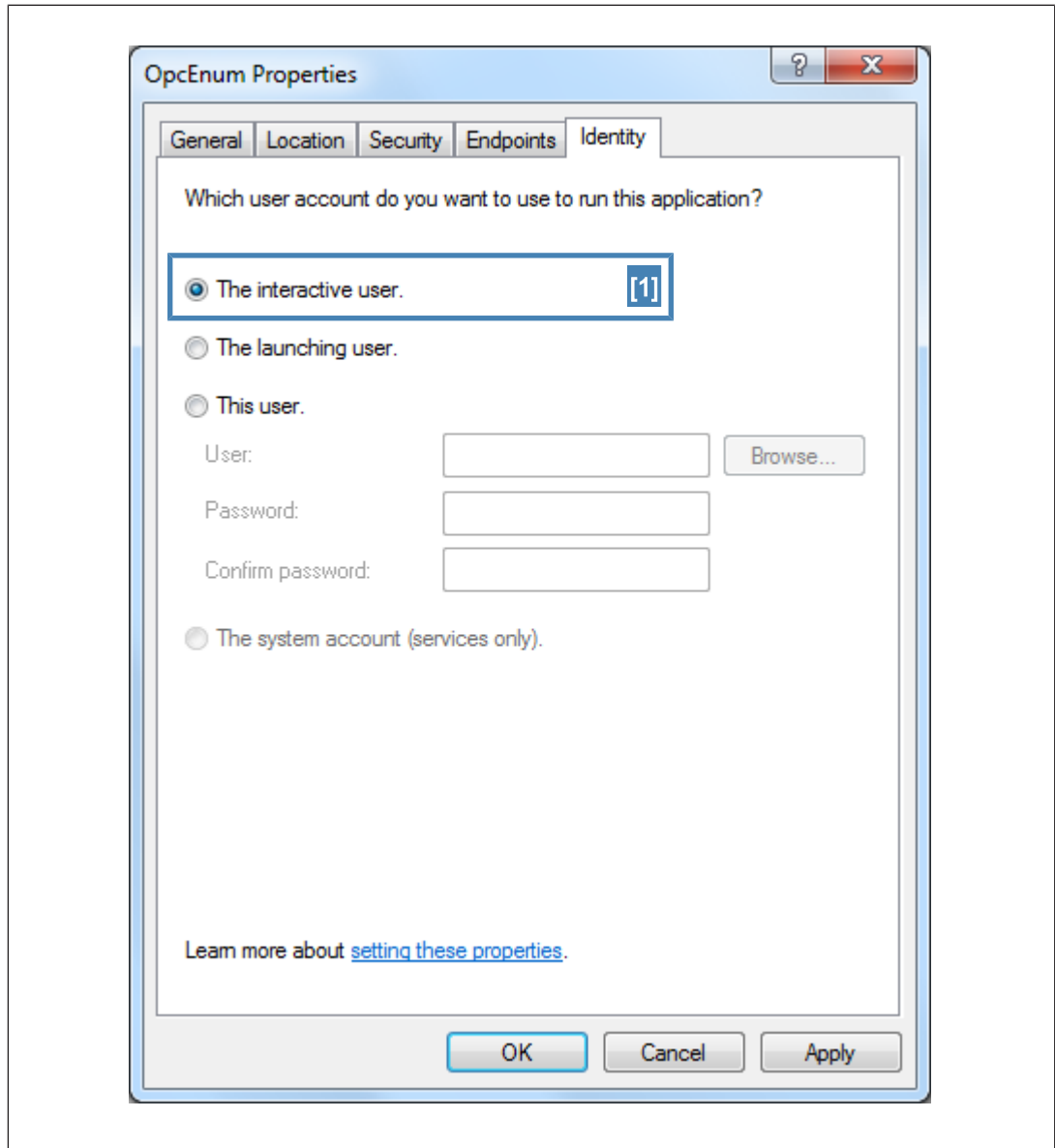


图: 标识选项卡 (OPCEnum 的 COM 安全)

- 选择 **交互式用户** [1] 。

端点选项卡

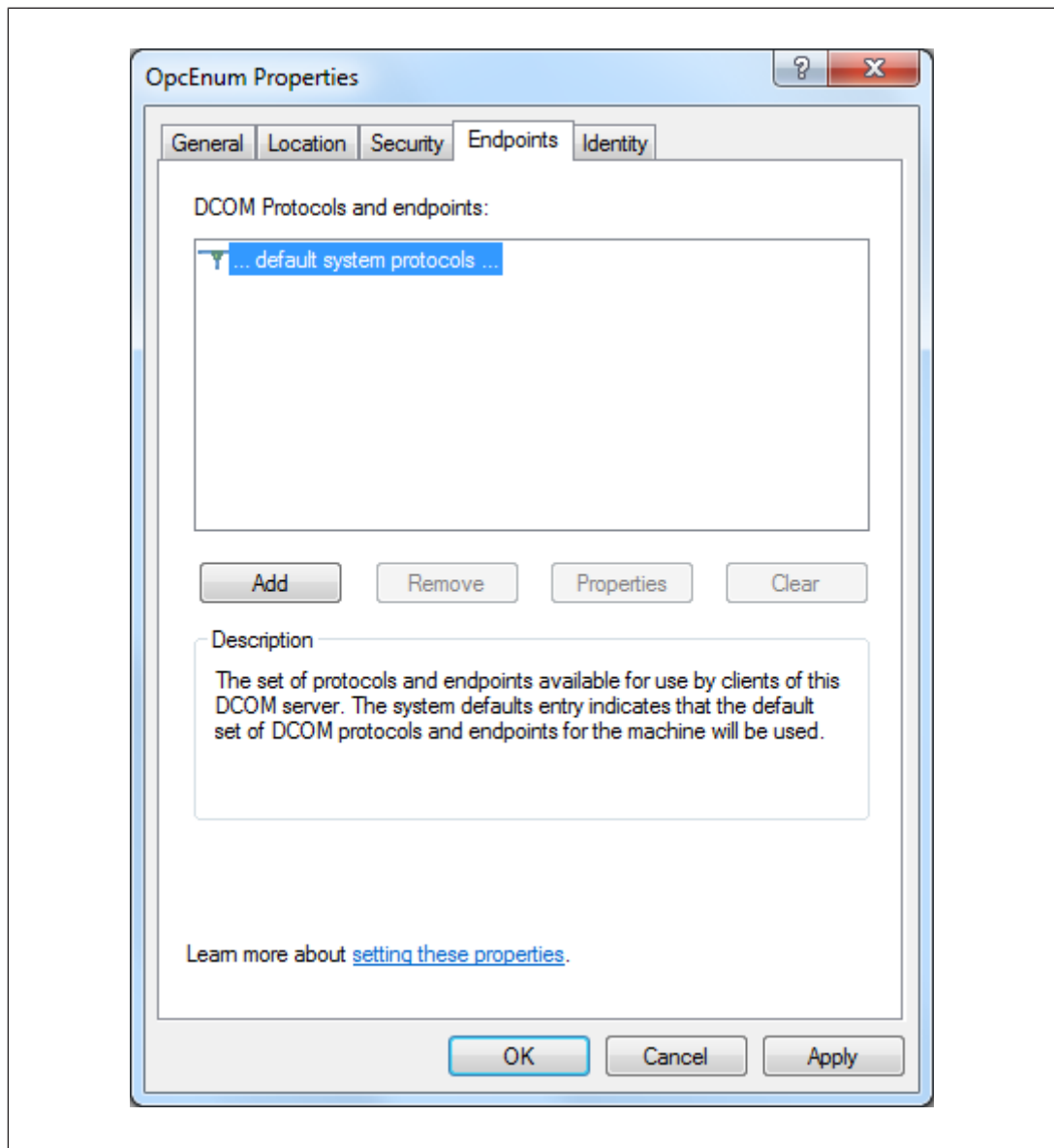


图: 端点选项卡 (OPCEnum 的连接协议)

- ▶ 如果 **默认系统协议** 在列表中不可用，则按以下步骤添加连接协议：
 - 单击 **添加**，在 **协议序列** 下选择 **面向连接的 TCP/IP**。
 - 单击 **确定**。
 - 重新激活 **端点** 选项卡。
 - ▶ 单击 **确定** 以保存所有设置并关闭 **OPCEnum 属性** 窗口。
 - ▶ 这样就完成了 OPC 服务器的 OPCEnum 配置。
 - ▶ 关闭 **组件服务** 窗口。
- 该设置将在 PC 下次重启时生效。

14.5.1.5 用户“Administrators”的特殊功能

为能够将“管理员”用户添加到权限组或用户名，首先必须修改搜索路径：

- ▶ 在相关的启动权限窗口中，依此单击**添加...**和**路径...**
- ▶ 选择用来执行 DCOM 配置的 PC（在示例中为“PC-TMP” [1]），作为（搜索）路径，并单击**确定**进行确认。
- ▶ 输入“Administrators” [2] 作为对象名称并单击**确定**。

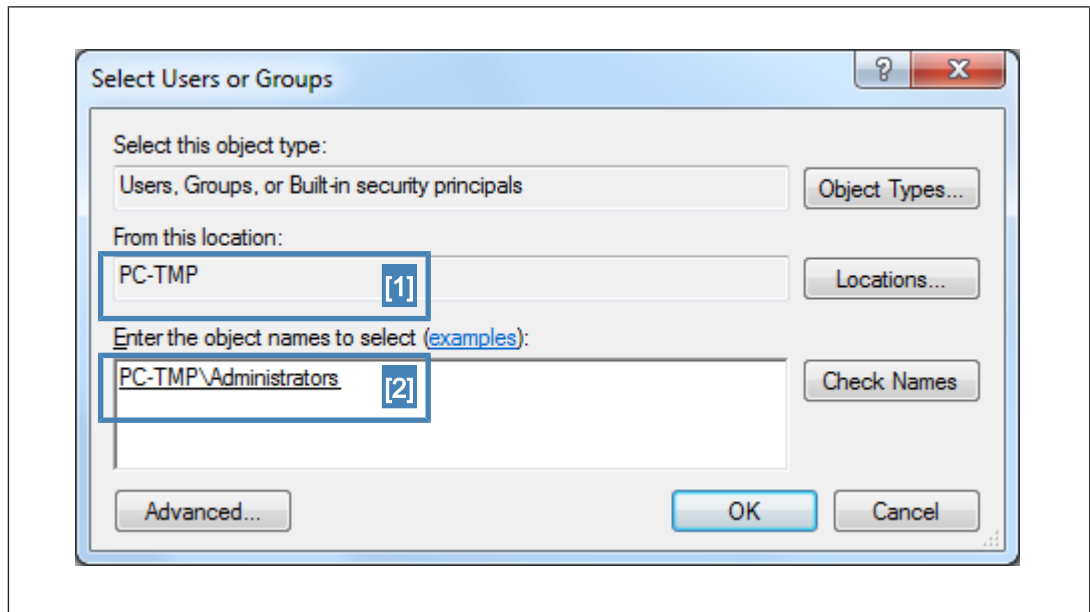


图: “选择用户或组”窗口

14.5.1.6 用户“NETWORK”的特殊功能

如果您想要在其中一个权限窗口（启动权限窗口、访问权限窗口）中添加“NETWORK”用户，在输入用户名“Network”时会收到几个用户以供选择。在此情况下，请选择“Network”用户。

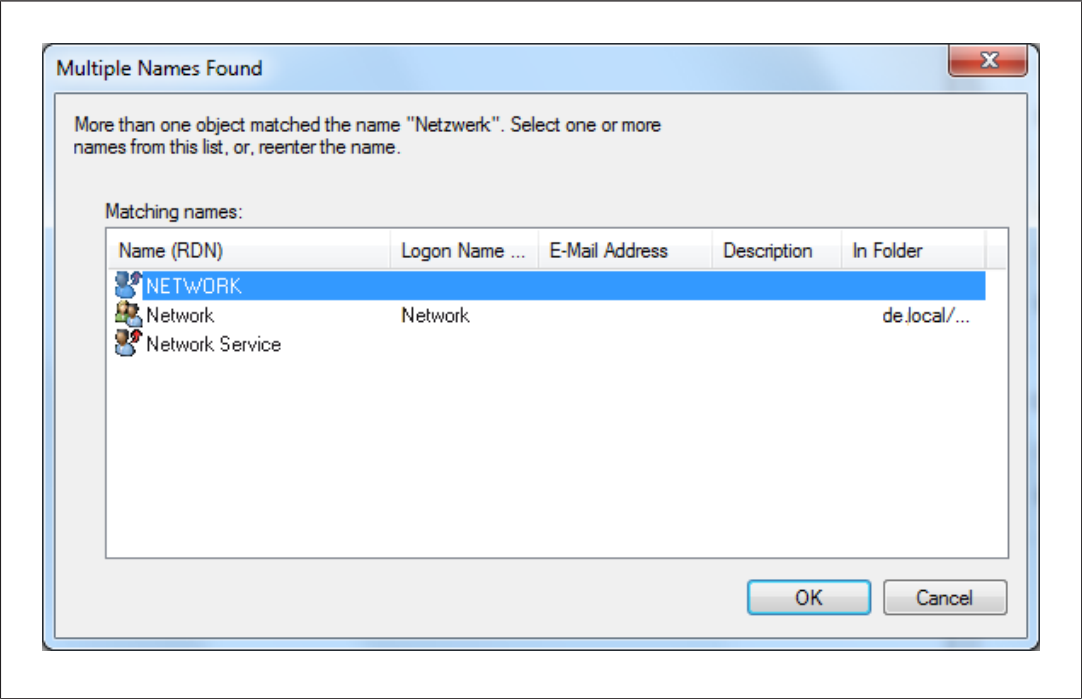


图: 选择 NETWORK 用户

14.5.2 防火墙配置

PC和网络上的防火墙或任何其他安全机制可能会阻止OPC服务器与连接设备正确通信。这时，则需要调整安全设置和防火墙设置。有关所需安全设置的当前文件可在OPC基金会的网站上找到：www.opcfoundation.org (在“下载”和“白皮书”)

防火墙允许访问明确注册的程序。以下程序必须具有访问权限：

- ▶ 所有OPC客户端
- ▶ Microsoft管理控制台
- ▶ Pilz PVIS OPC服务器DA.exe (仅用于PVIS OPC服务器)
- 或
- ▶ PSS4000_OPCTServerDA.exe (仅用于具有OPC服务器 (经典) 系统部分的PSS 4000)
- ▶ OPCenum.exe

还必须启用一个端口进行数据交换：

- ▶ 名称：DCOM
- ▶ 端口号 135
- ▶ 协议：TCP

这些设置使系统能够对网络中其他用户的PC或通过互联网授予访问权限。网络管理员可以优化这些防火墙，以防止服务器未授权的访问。

14.6 调试 OPC 服务器

要调试 OPC 服务器，处理步骤如下：

1. 配置PAS4000中的OPC服务器（参见PAS4000在线帮助）。
2. 执行项目下载。
随着项目下载，创建 OPC 服务器的设备项目并将其存储在 OPC 服务器中。OPC 服务器的设备项目包含 OPC 配置，该配置由项目配置的所有设备的配置数据和完整命名空间构成。

完成项目下载后，OPC 服务器会向 OPC 客户端提供项目配置的所有设备的完整命名空间。

14.7 数据类型分配

通过OPC标准指定各种数据类型。下表包含通过OPC服务器支持的数据类型及其在PSS 4000用户程序中指定可用的数据类型。

PSS 4000命名空间	OPC经典	用户程序 (PSS 4000)
布尔型	VT_BOOL	BOOL
SByte	VT_I1	SINT
Int16	VT_I2	INT
Int32	VT_I4	DINT
Int64	VT_I8	LINT
字节	VT_UI1	USINT
		BYTE
UInt16	VT_UI2	UINT
		WORD
UInt32	VT_UI4	UDINT
		DWORD
UInt64	VT_UI8	ULINT
		LWORD
单精度浮点数	VT_R4	REAL
双精度浮点数	VT_R8	LREAL
字符串	VT_BSTR	- - -
日期时间	VT_DATE	TIME
		DATE
		TIME_OF_DAY
		DATE_AND_TIME

14.8 访问 PSS 4000 命名空间中的数据

PSS 4000 OPC 服务器从 PSS 4000 项目收集一般项目数据和基于设备的项目数据，并显示在 PSS 4000 命名空间。PSS 4000 命名空间是具有预定义结构的专用内存区域。OPC 客户端可通过此预定义结构访问 PSS 4000 命名空间。

关于 PSS 4000 命名空间及其结构的详细信息，可以在[PSS 4000 命名空间 \[📖 565\]](#)下找到。

14.9 网络数据 (OPC服务器 (经典))

协议	方向	传输协议	端口号	可以禁用	时序要求严格	描述
SNTP	输入	UDP (IPv4)	123	是默认：禁用	否	受影响的设备： ▶ 带有PSS 4000固件的PMI/PC 应用： ▶ 时间同步 ▶ SNTP服务器
SNTP	输出	UDP (IPv4)	123	是默认：禁用	否	受影响的设备： ▶ 带有PSS 4000固件的PMI/PC 应用： ▶ 时间同步 ▶ SNTP客户端
SNp	输入/输出	UDP (IPv4)	40000	否	是	受影响的设备： ▶ 带有PSS 4000固件的PMI/PC 应用： ▶ 通过SafetyNET p通信，以进行读取和检索 – 过程数据 – 状态信息 – 事件消息

协议	方向[*]	传输协议	端口号	可以停用	时序要求严格	描述
SNp MSC	输入	UDP (IPv4)	40000	否	否	受影响的设备： ▶ 带有PSS 4000固件的PMI/PC 应用： ▶ 通过IP多路广播进行SafetyNET p通信，以 – 扫描网络 – 设备命名 – 设备标识 已实施的安全措施： ▶ 多路广播地址限于：224.0.23.61
SNp MSC	输出	UDP (IPv4)	40000	否	否	受影响的设备： ▶ 配备PC专用PSS 4000固件的PC 应用： ▶ 通过IP多路广播进行SafetyNET p通信，以 – 扫描网络 – 设备命名 – 设备标识 已实施的安全措施： ▶ 多路广播地址限于：224.0.23.61

[*]

输入：通信对象开始与设备通信。

输出：设备开始与通信对象通信。

请另行阅读[防火墙配置](#)  [512](#)部分的信息。

15 OPC服务器UA

15.1 概述

OPC代表开放性、生产力、协作，UA代表统一架构。OPC UA补充了OPC行业标准，该标准现在经常被称为具有实质性特性的经典OPC，包括平台独立性、可扩展性、高可用性、互联网能力等。

OPC UA提供了标准化的软件界面，可以使来自各种制造商的应用程序交换数据。OPC基金会负责维护和宣传该标准。

在联网设备上，OPC服务器通常会收集诊断数据、处理数据等，并在定义的命名空间中显示。OPC客户端通常用于过程可视化和/或记录操作数据。它访问并处理OPC服务器提供的的数据。为了处理数据，OPC客户端必须包含相关OPC支持软件（如Pilz的PASvisu可视化系统、Copa Data的Zenon）。

在PSS 4000自动化系统中，PC通过安装PSS 4000固件来获得PSS 4000 OPC服务器UA系统部分。通过安装PSS 4000固件，PC成为“第三方制造商的PSS 4000可操作设备”（参见[系统概述 \[19\]](#)）。

PSS 4000 OPC服务器UA从连接的控制器读取过程数据、状态信息和事件消息，并在PSS 4000命名空间中显示这些内容。OPC UA客户端可在此处检索到这些内容。



注意

PSS 4000 OPC服务器UA只能与OPC UA客户端一起使用（如Pilz的PASvisu可视化系统）。OPC客户端（经典）无法访问PSS 4000 OPC服务器UA。

以下边界条件适用于PSS 4000 OPC服务器UA：

- ▶ PSS 4000 OPC服务器UA支持用于OPC UA客户端访问的各种OPC UA属性（参见[OPC UA属性 \[520\]](#)）。
- ▶ PSS 4000 OPC服务器UA可安装在PC上（参见[系统要求 \[525\]](#)）。
- ▶ 使用PAS4000创建的每个项目可能最多包含4个OPC服务器。OPC经典服务器和OPC UA服务器可在此过程中结合使用。
- ▶ 可以访问同时具有多个客户端的OPC服务器。
需要服从下述规则：
 - 只有OPC经典客户端可以访问OPC经典服务器。
 - 只有OPC UA客户端可以访问OPC UA服务器。
- ▶ PSS 4000 OPC服务器UA所有基于项目的设置都在PAS4000中完成，并在下载项目时作为一个设备项目传输到PSS 4000 OPC服务器UA。

15.1.1 设计选项

在最低配置中，PSS 4000 OPC服务器UA将与带有可视化软件的OPC UA客户端位于同一PC上。

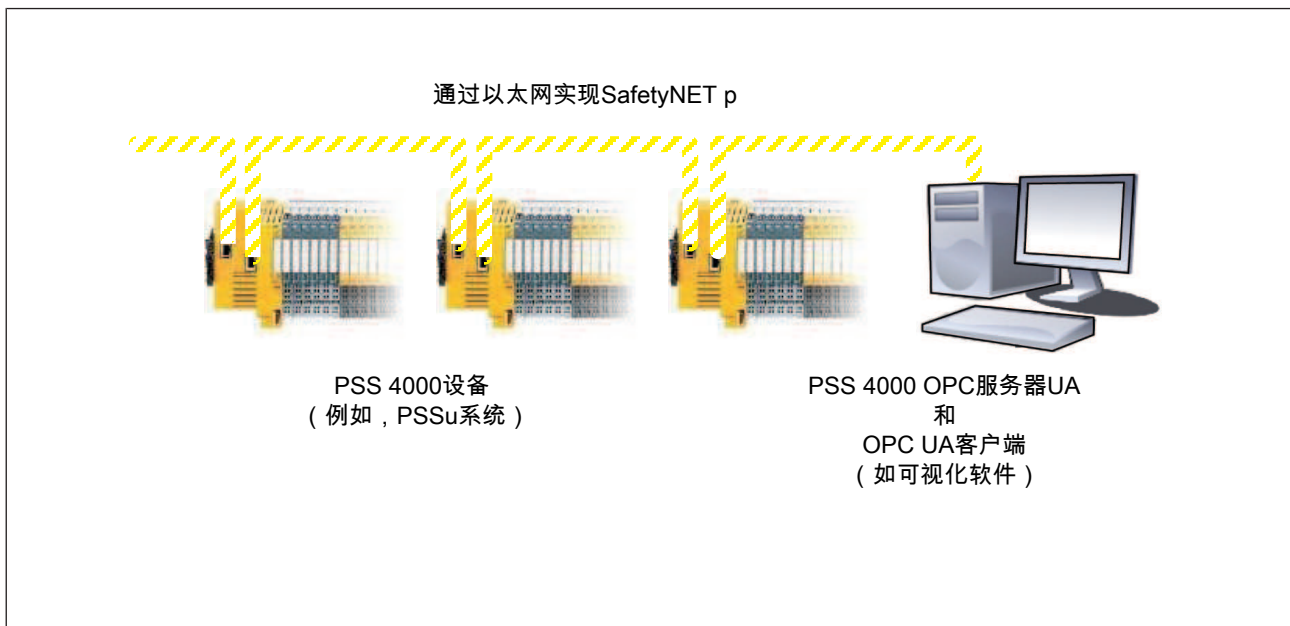


图: 最低OPC UA配置的过程可视化 (原理)

还有其他组合类型，例如：

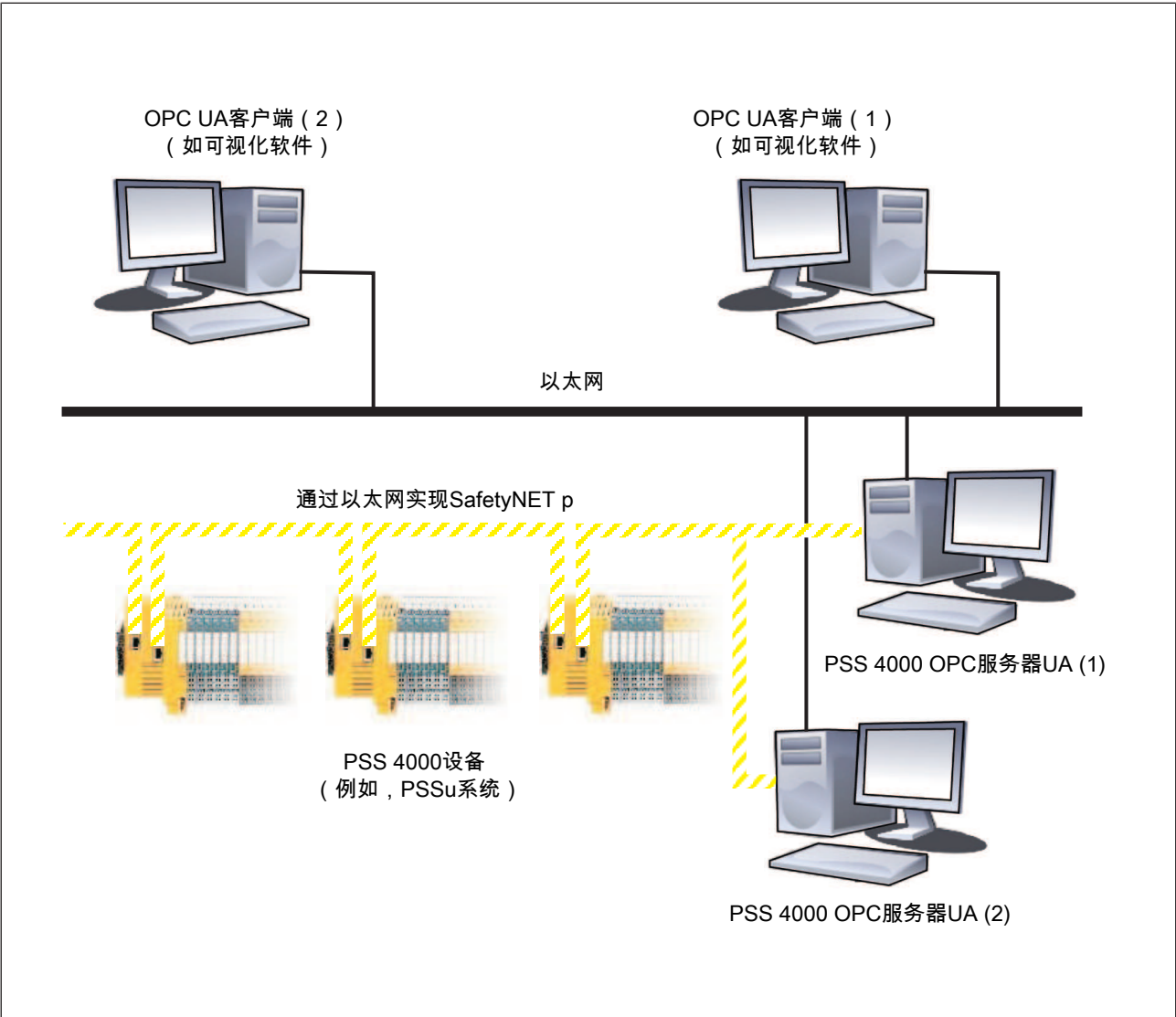


图: 采用冗余设计的OPC UA的过程可视化和通过以太网联网（原理）

15.1.2 OPC UA属性

PSS 4000 OPC服务器UA支持以下用于OPC UA客户端访问的OPC UA属性：

- ▶ 通过TCP支持UA二进制协议
- ▶ PSS 4000 OPC服务器UA的终点URL（网络中的地址）：
opc.tcp:// <IP地址>:<Port>/Pilz/PSS4000OPCServerUA
 - <IP地址> PSS 4000 OPC服务器UA的IP地址配置了PAS4000的命名数据
 - <端口> PSS 4000 OPC服务器UA的端口号，在PAS4000中配置。
 - ▶ OPC UA客户端具有读/写权限（RW权限）时的默认设置：
4853
 - ▶ OPC UA客户端具有只读权限（RO权限）时的默认设置：
4854

注：可以调整PAS4000的端口号。关于更多信息，参见[OPC UA客户端的访问权限 \[📖 524\]](#)。
- ▶ 数据访问（DA）支持
- ▶ 通过预定义的语法支持对PSS 4000命名空间中处理数据的通用访问
- ▶ 支持访问PSS 4000命名空间中处理数据的符号
- ▶ 支持OPC UA服务和服​​务集
（符合OPC统一架构 – 第4部分：服务）

服务集	支持的服务	意义
Discovery	▶ （Discovery服务器功能）	Discovery服务器功能 注：如果在PC上安装PSS 4000 OPC服务器UA，则还将安装Discovery Server。
安全通道	▶ 打开安全通道 ▶ 关闭安全通道	OPC UA客户端和OPC UA服务器之间的连接管理
会话	▶ 创建会话 ▶ 激活会话 ▶ 关闭会话 ▶ 取消	OPC UA客户端和OPC UA服务器之间的连接管理
视图	▶ 浏览 ▶ 浏览下一个 ▶ 将浏览路径转换成节点标识	在地址空间中检索信息
属性	▶ 读取 ▶ 写入	读写数据和元数据

服务集	支持的服务	意义
监控项目	▶ 创建监控项目 ▶ 修改监控项目 ▶ 设置监控模式 ▶ 设置触发 ▶ 删除监控项目	参见 [1]
订阅	▶ 创建订阅 ▶ 修改订阅 ▶ 设置发布模式 ▶ 发布 ▶ 重新发布 ▶ 删除订阅	参见 [1]

[1] “订阅”和“监控项目”服务集

OPC UA客户端可订阅由OPC UA服务器提供的数据。订阅的目的为使用监控项目对数据进行分组。

请注意“订阅”和“监控项目”服务集的限值（参见[限值](#)  522）

15.1.3 限值

说明		限值
“订阅”服务集 (另请参见 OPC UA属性 [520])		
	发布间隔	最短100 ms
		最大15000 ms
		注： ▶ 发布间隔 < 100 ms 如果OPC UA客户端使用的订阅“发布间隔”值小于100 ms，则PSS 4000 OPC服务器UA使用最小值100 ms作为“发布间隔” ▶ 发布间隔 > 15000 ms 如果OPC UA客户端使用的订阅“发布间隔”值大于15000 ms，则PSS 4000服务器UA使用最大值15000 ms作为“发布间隔”。
	每个资源的最大订阅数	最大 50
	每个订阅的最大监控项目数量，即每个订阅可请求的最大变量数	每个资源500个 注： 对于数组，不管访问类型如何，都会对每个元素进行计数 (参见 访问命名空间数组时的特殊功能 [544]) 。
“监控项目”服务集 (另请参见 OPC UA属性 [520])		
	抽样间隔	最短0 ms
		最大15000 ms
		注： ▶ 抽样间隔 = 0 PSS 4000 OPC服务器UA使用最快合理更新间隔。 ▶ 抽样间隔 > 0且< 100 ms 如果OPC UA客户端使用的监控项目“抽样间隔”值大于0 ms并小于100 ms，则PSS 4000 OPC服务器UA使用最小值100 ms作为“抽样间隔”。 ▶ “抽样间隔”>15000 ms 如果OPC UA客户端使用的监控项目“抽样间隔”值大于15000 ms，则PSS 4000 OPC服务器UA使用最大值15000 ms作为“抽样间隔”。 有关进一步指导，请参见[1]

[1] 关于“抽样间隔”的备注：

- ▶ PSS 4000 OPC服务器UA对设备 (例如，PSS 4000设备、诊断服务器) 的每一项订阅使用共同的更新间隔。
- ▶ 更新间隔

更新间隔的最小可能值为100 ms。

使用最小订阅发布间隔除以2得到的值以及根据监控项目的抽样间隔和队列长度得到更新间隔值计算更新间隔。

– 监控项目的抽样间隔 > 0：

更新间隔 = 抽样间隔 / 2

– 监控项目的抽样间隔 = 0：

更新间隔 = (订阅发布间隔 / 队列长度) / 2

– 监控项目的抽样间隔 = 1：

更新间隔 = 订阅发布间隔 / 2

- ▶ 当以SamplingInterval = 0和QueueSize = 1生成监控项目时，PSS 4000设备上的变量更改与更改过的变量在OPC UA客户端上可用之间的延时最短。

15.1.4 OPC UA客户端的访问权限

OPC UA客户端对PSS 4000 OPC服务器UA可能有读/写访问（RW权限）或只读访问（RO权限）权限。通过使用的端口来控制访问权限：

- ▶ OPC UA客户端具有读/写权限（RW客户端）时的默认设置：4853
- ▶ OPC UA客户端具有只读权限（RO客户端）时的默认设置：4854

可在PAS4000中调整端口号。



注意

阻止对RO客户端的写访问

对OPC UA服务器具有RO权限（RO客户端）的OPC UA客户端必须无法使用具有RW权限的端口。

使用防火墙来阻止OPC UA客户端对OPC UA服务器进行不必要的写访问。配置防火墙，以阻止RO客户端对读/写端点的访问，即RO客户端与OPC UA服务器之间的通信不得通过PAS4000中已配置为具有RW权限的端口进行。

15.1.5 端点安全设置

支持以下加密级别（安全策略和消息安全模式）：

- ▶ Basic 128Rsa15——签名
- ▶ Basic 128Rsa15——签名和加密
- ▶ Basic256——签名
- ▶ Basic256——签名和加密

15.2 系统要求

必须满足各种系统的要求，使 PSS4000 固件可以安装在设备上。

15.2.1 使用 Microsoft Windows 操作系统的 PC

PSS 4000 固件可安装在使用下列一种Windows操作系统的 PC 上：

- ▶ Microsoft Windows 10 其中一版
 - Windows 10家庭版 (64位)
 - Windows 10 专业版 (64位)
 - Windows 10 企业版 (64位)

15.3 授权

当一个项目在 PAS4000 中获得许可时，OPC 服务器才可授权。有关许可的更多信息，在 PAS4000 在线帮助中提供。

15.4 安装

当前安装文件在 Pilz 主页的下载区 (www.pilz.de -> “下载”) 中提供。例如，可以输入搜索词“Software”。

软件下载仅供注册用户使用。未注册用户可以免费注册。注册时需提供一个有效的电子邮件地址。

根据应用范围，PSS 4000 固件有安装包可供使用：

► PSS 4000固件安装在**PC**上：

所需安装设置：

PSS_4000_PC_<版本号>_<标识符>.zip

(例如PSS_4000_PC_1_13_0_3000763B29.zip)

15.4.1 在PC上安装PSS 4000固件

PSS 4000固件安装在用作诊断单元的PC上：诊断单元也可以同时用作显示单元。安装PSS 4000固件时，安装PSS 4000 OPC服务器（经典）和PSS 4000 OPC服务器UA。也自动为PSS 4000 OPC服务器（经典）安装OPC核心组件。OPC核心组件包括用于OPC服务器的各种辅助程序和软件组件。还安装了PSS 4000固件控制器。对于PSS 4000 OPC服务器UA，在安装期间创建具有公钥和相关私钥的自签名证书。



重要信息

- 如果 OPC 服务器与 PAS4000 安装在同一 PC 上，PAS4000 固件版本必须与 PSS 4000 固件的版本完全相同。
- 如果 OPC 服务器与 PAS4000 安装在同一 PC 上，我们建议您先安装 PAS4000，然后再安装 PSS 4000 固件。
- 如果 OPC 服务器与 PAS4000 安装在同一 PC 上，PSS 4000 固件将在安装过程中将系统变量 PILZ_SNP_MULTICAST_TTL 设为 64。
- 如果 OPC 服务器与 PAS4000 安装在同一 PC 上，PAS4000 可能会影响 OPC 服务器上的项目。如果在另一个项目中执行 PAS4000 的在线操作，OPC 服务器上的项目可能无法使用，并且可能会中断与 OPC 客户端的连接。
- OPC 客户端（经典）只能访问 PSS 4000 OPC 服务器（经典）。
- OPC UA 客户端只能访问 PSS 4000 OPC 服务器 UA。



注意

启动 OPC 服务器

在 OPC 客户端能访问 OPC 服务器前，服务器必须先启动。实现此目的程序有多种：

- 通过 Autostart 菜单自动启动
在安装 PSS4000 固件时，将保留安装窗口中的默认设置。这意味着，将 PSS 4000 固件控制器输入 Windows 操作系统的 Autostart 菜单中。PC 每次启动时，OPC 服务器都会自动启动。
- 手动启动
在安装过程中，在安装窗口中取消选定 Autostart 菜单中负责该条目的选项。这意味着在安装和每次启动 PC 后，必须通过 PSS 4000 固件控制器手动启动 OPC 服务器。

通过安装程序安装

- ⇒ 双击安装文件 "PSS_4000_PC_<Version number>_Installer.exe"，按照屏幕的说明操作。

通过卸载程序卸载

- ⇒ 在Windows程序列表中，右键点击 *Pilz -> PC的PSS 4000固件<版本号>*，然后选择 **卸载**。

静默安装

PSS 4000固件也可无人值守（“静默”）安装。这种安装无需用户操作，安装程序在后台运行。

- ⇒ 在Windows命令行、Windows搜索字段或在批量文件中，输入下列一行命令，启动安装。

以默认值进行安装的命令：

"<安装文件的绝对目录>" /S

示例：

"c:\myFiles\PSS_4000_PC_<Version number>_Installer.exe" /S

以参数规范进行安装的命令：

"<Absolute directory of the install file>" /S /auto='<Value>' /lang='<Tool language>' /D= <Absolute install directory>

示例：

"c:\myFiles\PSS_4000_PC_<Version number>_Installer.exe" /S /auto='1' /lang='de' /D=C:\myPrograms

支持的自变量：

自变量	意义	区分大小写
/S	静默运行文件。	是
/auto	使用此自变量，可以控制启动PC时是否自动启动 PSS 4000固件。自变量是可选的。 取值范围： 1：在启动PC时自动启动PSS 4000固件 0：PSS 4000固件不会自动启动 默认值：1	否
/lang	如果不是以静默方式卸载，则可设置消息语言和卸载程序的语言。自变量是可选的。 取值范围： de：德语 en：英语 默认值：如果操作系统的语言为德语，则默认语言是德语，否则默认语言是英语。	否

自变量	意义	区分大小写
/D	安装目录；必须输入，作为最终自变量。自变量是可选的。 默认值：%programfiles(x86)%\PILZ	是

注：可在安装命令中添加“start /wait”，以便在完全执行安装命令之前，不会启动其他命令。
请注意，“start”和“/wait”之间必须有两个双引号。

示例：

Start "" /wait "c:\myFiles\PSS_4000_PC_<Version number>_Installer.exe" /S /auto='1' /lang='de' /D=C:\myProgramms

静默卸载

卸载也可以静默运行。

⇒ 在Windows命令行、Windows搜索字段或在批量文件中，输入下列一行命令，启动卸载。

卸载命令：

"<卸载文件的绝对目录>" /S

示例：

"C:\Program Files (x86)\Pilz\PAS4000 1.20.0\uninstallerData\uninstall.exe" /S

注：可在安装命令中添加“start /wait”，以便在完全执行卸载命令之前，不会启动其他命令。
请注意，“start”和“/wait”之间必须有两个双引号。

示例：

Start "" /wait "C:\Program Files (x86)\Pilz\PAS4000 1.20.0\uninstallerData\uninstall.exe" /S

15.5 信息安全证书

在联网自动化技术系统中，对信息安全的需求日益提高。信息安全包括数据的真实性、机密性、完整性和可用性以及对数据访问的保护。

在Pilz的PSS 4000 OPC服务器UA上，借助符合X.509标准的证书建立信息安全。证书用于保护OPC UA客户端与OPC UA服务器之间的通信，即证书对单向通信连接的数据流量进行加密，并将一个通信用户认证给另一个用户。

客户端-服务器通信中的每个用户都需要单独的证书。PSS 4000 OPC服务器UA具有来自OPC UA客户端的有效证书并且OPC UA客户端具有来自PSS 4000 OPC服务器UA的有效证书之后，OPC UA客户端才能与PSS 4000 OPC服务器UA通信。

15.5.1 安装过程中创建证书

安装 PSS 4000 OPC 服务器UA时，创建带有公钥和相关私钥的自签名证书。此证书用于调试，不应在正常操作中使用。

我们建议您创建自己的证书以进行正常操作。如需更多信息，请参见[生成和使用自定义证书](#)  539 章节。



重要信息

极少数情况下，可能会出现第三方制造商的OPC UA客户端不接受安装过程中创建证书。此时，即使进行调试也需要生成和使用自己的证书。

15.5.2 证书存储区的目录结构

安装PSS 4000 OPC服务器UA时，创建带有公钥和相关私钥的自签名证书。（参见 [安装过程中创建证书 \[532\]](#)）。公钥和非公（私）钥保存在安装设备的证书存储区中。在安装期间，将创建一个预定义的目录结构作为证书存储区。证书存储区的位置取决于安装PSS 4000 OPC服务器UA的设备。但目录结构始终相同：

<basepath>\pki

\own	自签名证书公开部分的存储区位置 在安装过程中，自签名证书的公开部分始终存储在此文件夹中。
\private	自签名证书非公开（私人）部分的存储区位置 在安装过程中，自签名证书的非公开部分始终存储在此文件夹中。
\rejected	未知或被拒绝证书的存储区位置
\trusted	受信任证书的存储区位置



重要信息

证书只能通过新安装创建。在更新的情况下，保留证书存储区中的所有现有证书。



注意

即使生成自己的证书，也可以使用目录结构。

安装在PC上的证书存储区位置

证书存储区创建在PC的公开区域：

► C:\ProgramData\Pilz\PSS4000OPCServerUA\pki

15.5.3 验证过程

为了确保可以进行客户端-服务器通信，通信伙伴必须交换证书。对于要交换的证书，证书文件必须存储在OPC UA客户端和PSS 4000 OPC服务器UA的证书存储区的相关文件夹中（参见[证书存储区的目录结构](#)  533）。

相关的PSS 4000 OPC服务器UA和OPC UA客户端的相互验证的过程不同。该过程可以根据以下标准进行区分：

- ▶ 将PASvisu服务器用作OPC UA客户端
 - PSS 4000 OPC服务器UA和PASvisu服务器位于同一设备上
(参见[本地安装验证](#)  534)
 - PSS 4000 OPC服务器UA和PASvisu服务器安装在不同的设备上
(参见[远程安装验证](#)  534)
- ▶ 使用第三方制造商的OPC UA客户端
(参见[在第三方制造商的OPC UA客户端的情况下的认证](#)  538)

15.5.3.1 本地安装验证

PASvisu服务器用作OPC UA客户端。如果PSS 4000 OPC服务器UA与PASvisu服务器安装在同一设备上，则在安装过程中会自动交换证书：

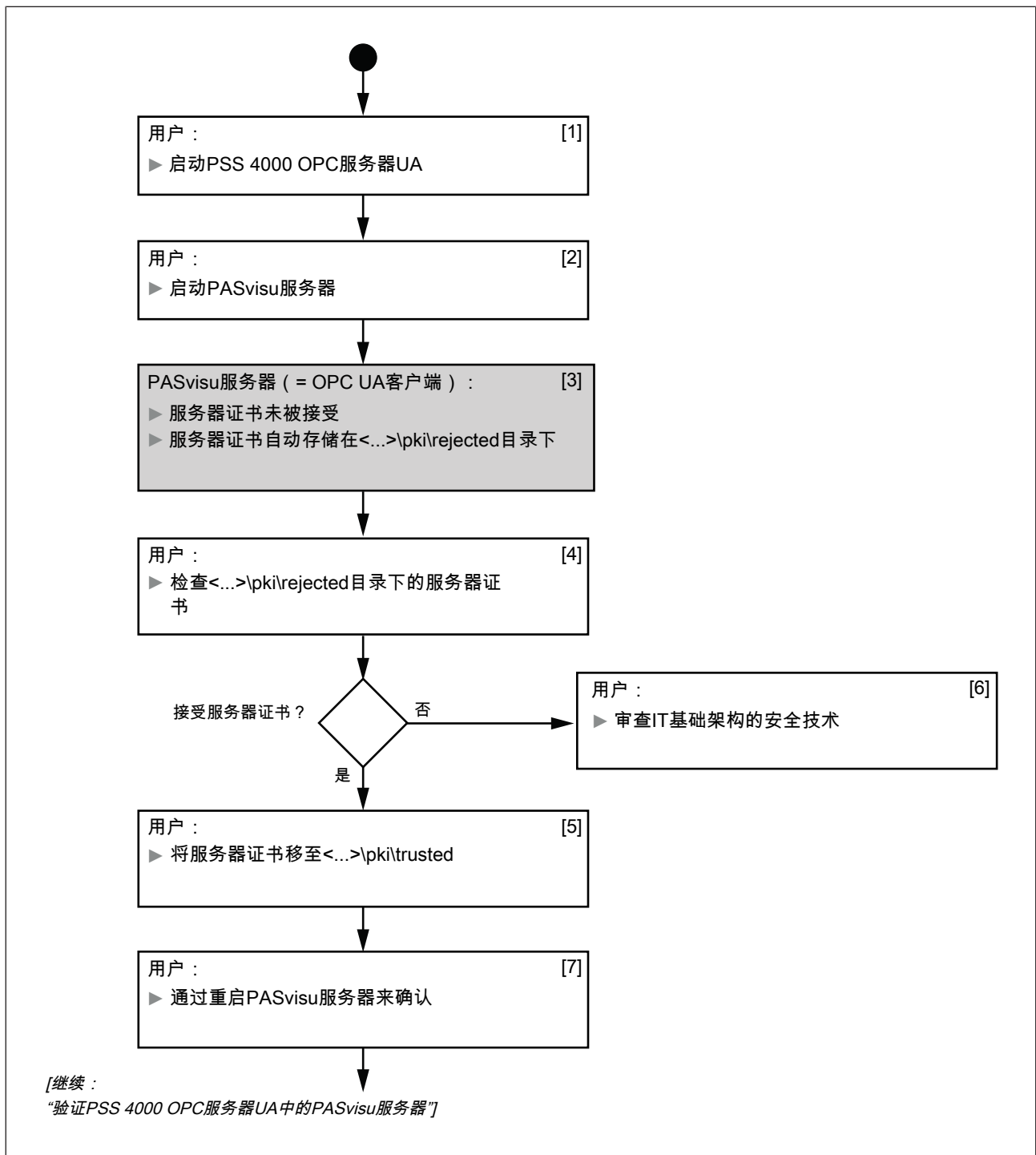
- ▶ PSS 4000 OPC服务器UA的证书（cert_Pilz_PSS 4000_OPC_Server_UA.der）被复制到PASvisu的“受信任”文件夹中。
- ▶ PASvisu服务器的证书（cert_Pilz_PASvisu_OPC_UA.der）被复制到PSS 4000 OPC服务器UA的“受信任”文件夹

用户不需要做任何其他事情。

15.5.3.2 远程安装验证

PASvisu服务器用作OPC UA客户端。如果PSS 4000 OPC服务器UA和PASvisu服务器安装在不同的设备上，则用户必须交换证书。

步骤



说明

- [1] 用户安装后首次启动PSS 4000 OPC服务器UA
- [2] 用户安装后首次启动PASvisu服务器

[3] PASvisu服务器尝试与PSS 4000 OPC服务器UA建立连接。由于安装后PASvisu服务器没有PSS 4000 OPC服务器UA的有效证书，因此PASvisu服务器作出以下反应：

► PASvisu服务器不接受服务器证书

► 服务器证书保存在PASvisu服务器证书存储区的“<...>\pki\rejected”目录中。

证书文件的名称由证书的通用名称、域组件和指纹组成。

文件名称的结构：<CN>@<DC>_[Fingerprint].der

- CN：通用名称

- DC：域组件

- 指纹：40位HEX值

示例：

Pilz_PSS4000_OPC_Server_UA_self_signed_@192.168.1.101_[0ff981ea8ba58ad04bad16f89a3cc9c0c60e7fac].der

- CN: Pilz PSS4000 OPC服务器UA (自签名)

- DC：192.168.1.101

- 指纹：0ff981ea8ba58ad04bad16f89a3cc9c0c60e7fac

注：

CN和DC中，不在A ... Z、a ... z和0 ... 9范围内的任何字符均用下划线替换。

► 未建立与PSS 4000 OPC服务器UA的连接

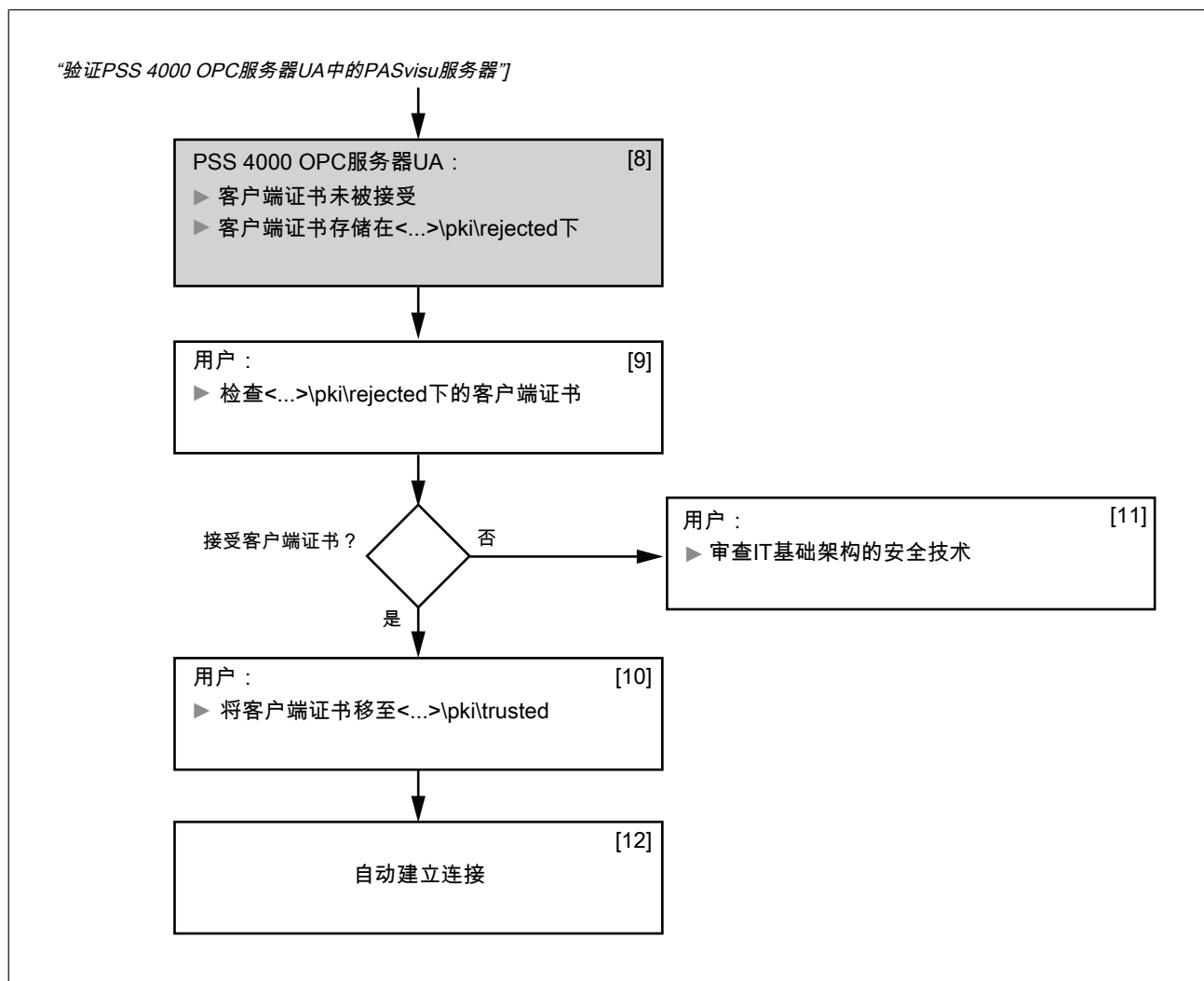
[4] 用户必须检查服务器证书是否可信任（参见[验证证书 \[541\]](#)）

[5] 如果用户认为服务器证书可信任，则必须将其从PASvisu服务器证书存储区中的“被拒绝”目录移动到“受信任”目录中。

PSS 4000 OPC服务器UA现已通过PASvisu服务器验证。

[6] 如果对服务器证书是否可信任有疑问，则应该审查IT基础设施的安全技术。

[7] 为使PSS 4000 OPC服务器UA从PASvisu服务器接收有效的证书，首先必须在两者之间建立连接。



说明

[8] 由于安装后PSS 4000 OPC服务器UA没有PASvisu服务器的有效证书，因此PSS 4000 OPC服务器UA作出以下反应：

- ▶ PSS 4000 OPC服务器UA不接受客户端证书
- ▶ 客户端证书保存在PSS 4000 OPC服务器UA证书存储区的“<...>\pki\rejected”目录中。

证书文件的名称由通用名称、域组件和指纹组成。

文件名称的结构： <CN>_<DC>_[Fingerprint].der

- CN: 通用名称

- DC：域组件

- 指纹：40位HEX值

示例：

Pilz_PASvisu_OPC_UA_192_168_1_170_[c0340c57bcf7a6e7d1097735d3358351b942755c].der

- CN: Pilz PASvisu OPC UA

- DC: 192.168.1.170

- 指纹：c0340c57bcf7a6e7d1097735d3358351b942755c

注：

CN和DC中，不在A ... Z、a ... z和0 ... 9范围内的任何字符均用下划线替换。

► 未建立与PASvisu服务器的连接

[9] 用户必须检查客户端证书是否可信任（参见[验证证书 \[541\]](#)）。

[10] 如果用户认为客户端证书可信任，则必须将其从“被拒绝”目录移动到PSS 4000 OPC服务器UA证书存储区的“受信任”目录。

PASvisu服务器现已通过PSS 4000 OPC服务器UA验证。

[11] 如果对客户端证书是否可信任有疑问，则应该审查IT基础设施的安全技术。

[12] 在相互验证后，PASvisu服务器自动与PSS 4000 OPC服务器UA建立连接。



注意

在验证期间，仅在以下情况下才将证书（客户端或服务器证书）保存在“<...>\pki\rejected”目录中：

- 目录“<...>\pki\rejected”中没有相同指纹的证书
- 目录“<...>\pki\trusted”中没有相同指纹的有效证书

15.5.3.3

在第三方制造商的OPC UA客户端的情况下的认证

如果第三方制造商的OPC UA客户端与Pilz的PSS 4000 OPC服务器UA一起使用，则必须由用户交换证书。对于OPC UA客户端，请按照第三方制造商操作手册的说明进行操作。

步骤

► OPC UA客户端

请按照第三方制造商操作手册的验证说明进行操作。

注：

某些OPC UA客户端需要有关OPC UA服务器证书存储目录的信息。安装后，Pilz的PSS 4000 OPC服务器UA的证书位于目录<...>\pki\own（参见[证书存储区的目录结构 \[533\]](#)）。

► PSS 4000 OPC服务器UA

Pilz的PSS 4000 OPC服务器UA的步骤在原则上与PASvisu服务器用作OPC UA客户端时的步骤相同（参见[远程安装验证 \[534\]](#)）。

15.5.4 生成和使用自定义证书

可以使用自生成证书取代安装PSS 4000 OPC服务器UA和/或PASvisu服务器时创建的证书。这需要第三方制造商的合适工具。该工具必须用于生成具有公开部分和非公开（私人）部分的证书。



重要信息

安装PSS 4000 OPC服务器UA和/或PASvisu服务器时创建的证书仅用于调试。我们建议您创建自定义证书以进行正常操作。

证书要求

PSS 4000 OPC服务器UA不验证其自定义服务器证书。因此，应确保服务器证书和客户端证书都包含以下选项：

- ▶ CA : FALSE
- ▶ 如果使用参数NID_key_usage，则不能设置值cRLSign。
- ▶ 加密算法：sha1RSA – 1024位

PSS 4000 OPC服务器UA和PASvisu服务器使用“sha1WithRSAEncryption”签名算法。密钥长度为1024位。



重要信息

在创建和使用自定义证书时，请注意以下文档：

- OPC基金会的OPC UA规范
- BSI规范
- 相关OPC UA客户端的文档
- 用于创建证书的工具文档

合并证书

为了使证书生效，证书的公开部分和私人部分必须具有正确的文件名称，且相应部分必须位于证书存储区的正确目录中（参见[证书存储区的目录结构 \[533\]](#)）。

- ▶ 公开部分的文件名称：
 - PSS 4000 OPC服务器UA：“cert_Pilz_PSS4000_OPC_Server_UA.der”
 - PASvisu服务器：“cert_Pilz_PASvisu_OPC_UA.der”
- ▶ 私人部分的文件名称：
 - PSS 4000 OPC服务器UA：“private_key_Pilz_PSS4000_OPC_Server_UA.pem”
 - PASvisu服务器：“private_key_Pilz_PASvisu_OPC_UA.pem”

证书的公开和私人部分的存储区位置

安装在PC上的证书存储区位置：

- ▶ <%ALLUSERSPROFILE%>\Pilz\PSS4000OPCServerUA\pki
 - \own\cert_Pilz_PSS4000_OPC_Server_UA.der
 - \private\private_key_Pilz_PSS4000_OPC_Server_UA.pem
- ▶ <%ALLUSERSPROFILE%>\Pilz\PASvisu Builder\pki
 - \own\cert_Pilz_PASvisu_OPC_UA.der
 - \private\private_key_Pilz_PASvisu_OPC_UA.pem

15.5.5 使证书无效

如果用户从目录<...>\pki\trusted中删除证书，则证书无效（参见[证书存储区的目录结构](#) [📖 533]）。

15.5.6 验证证书

在验证过程中，将证书从目录<...>\pki\rejected复制到目录<...>\pki\trusted之前，用户应该验证证书是否可信任（参见[远程安装验证](#) [📖 534]）。

► PASvisu服务器

应将PASvisu服务器的<...>\pki\rejected目录中的证书内容与PSS 4000 OPC服务器UA的<...>\pki\own目录中的证书内容进行比较。只需比较指纹就够了。

► PSS 4000 OPC服务器UA

应将PSS 4000 OPC服务器UA的<...>\pki\rejected目录中的证书内容与PASvisu服务器的<...>\pki\own目录中的证书内容进行比较。只需比较指纹就够了。

使用PC时的步骤

► 双击证书以查看内容。

要比较的两个证书的内容必须相同。



重要信息

在建立连接时，PSS 4000 OPC服务器UA检查本地系统时间是否在客户端证书的有效范围（持续时间）内。如非此情况，则无法建立连接。

15.6 防火墙配置

PC 和网络上的防火墙或任何其他安全机制可能会阻止 OPC 服务器与连接设备正确通信。在这种情况下，则需要调整安全设置和防火墙设置。

防火墙允许访问明确注册的程序。以下程序必须具有访问权限：

- ▶ 所有OPC UA客户端
- ▶ PSS4000_OPCTServerUA.exe

还必须启用一个端口进行数据交换：

- ▶ OPC服务器UA的端口号 - Discovery服务器：4840
- ▶ OPC UA客户端（RW客户端）具有读/写权限（RW权限）时的PSS 4000 OPC服务器UA端口号：
默认设置：4853
- ▶ OPC UA客户端（RO客户端）具有只读权限（RO权限）时的PSS 4000 OPC服务器UA端口号：
默认设置：端口4854



注意

阻止对RO客户端的写访问

对OPC UA服务器具有RO权限（RO客户端）的OPC UA客户端必须无法使用具有RW权限的端口。

使用防火墙来阻止OPC UA客户端对OPC UA服务器进行不必要的写访问。配置防火墙，以阻止RO客户端对读/写端点的访问，即RO客户端与OPC UA服务器之间的通信不得通过PAS4000中已配置为具有RW权限的端口进行。

- ▶ 日志：TCP

这些设置使系统能够对网络中其他用户的 PC 或通过互联网授予访问权限。网络管理员可以优化这些防火墙，以防止服务器未授权的访问。

请另行阅读[网络数据（OPC服务器UA）](#) [📖 545] 部分的信息。

15.7 数据类型分配

通过OPC UA标准指定各种数据类型。下表包含通过PSS 4000 OPC服务器UA支持的数据类型及其在PSS 4000用户程序中指定可用的数据类型：

PSS 4000命名空间	OPC UA	用户程序 (PSS 4000)
布尔型	布尔型	BOOL
SByte	SByte	SINT
字节	字节	BYTE
		USINT
双精度浮点数	双精度浮点数	LREAL
		TIME
单精度浮点数	单精度浮点数	REAL
Int16	Int16	INT
Int32	Int32	DINT
Int64	Int64	LINT
字符串	LocalizedText	- - -
UInt16	UInt16	WORD
		UINT
UInt32	UInt32	DWORD
		UDINT
UInt64	UInt64	LWORD
		ULINT
日期时间	日期时间	DATE
		TIME_OF_DAY
		DATE_AND_TIME

15.7.1 访问 PSS 4000 命名空间中的数据

PSS 4000 OPC 服务器从 PSS 4000 项目收集一般项目数据和基于设备的项目数据，并显示在 PSS 4000 命名空间。PSS 4000 命名空间是具有预定义结构的专用内存区域。OPC 客户端可通过此预定义结构访问 PSS 4000 命名空间。

关于 PSS 4000 命名空间及其结构的详细信息，可以在[PSS 4000 命名空间 \[📖 565\]](#)下找到。

15.7.2 访问命名空间数组时的特殊功能

命名空间中的数组通常表示为单个节点；即，数组的各个元素不能作为单独的节点访问。但是，较新的 OPC UA 客户端能够使用 `IndexRange` 函数来访问数组的各个元素。这种类型的访问也称为“基于索引的访问”。

要启用不支持基于索引访问的 OPC UA 客户端来访问数组的各个元素，可以在命名空间中使用其所有元素表示数组；即，在 PSS 4000 OPC 服务器 UA 的命名空间中，数组的所有元素都可以作为单独的节点进行访问。请注意，这种类型的访问会导致 OPC UA 服务器上的内存需求更高，因为必须在命名空间中将每个数组的元素作为单个节点提供。

可以通过 `PAS4000` 为 PSS 4000 OPC 服务器 UA 配置命名空间中表示数组的方式。

15.8 网络数据 (OPC服务器UA)

协议	方向[门]	传输协议	端口号	是否禁用	是否强制安全	描述
SNTP	输入	UDP (IPv4)	123	是 默认：禁用	否	受影响的设备： ▶ 带有PSS 4000固件的PMI/PC 应用： ▶ 时间同步 ▶ SNTP服务器
SNTP	输出	UDP (IPv4)	123	是 默认：禁用	否	受影响的设备： ▶ 带有PSS 4000固件的PMI/PC 应用： ▶ 时间同步 ▶ SNTP客户端
SNp	输入/ 输出	UDP (IPv4)	40000	否	是	受影响的设备： ▶ 带有PSS 4000固件的PMI/PC 应用： ▶ 通过SafetyNET p通信，以进行读取和检索 – 过程数据 – 状态信息 – 事件消息
SNp MSC	输入	UDP (IPv4)	40000	否	否	受影响的设备： ▶ 带有PSS 4000固件的PMI/PC 应用： ▶ 通过IP多路广播进行SafetyNET p通信，以 – 扫描网络 – 设备命名 – 设备标识 已实施的安全措施： ▶ 多路广播地址限于：224.0.23.61

协议	方向[*]	传输协议	端口号	可以停用	时序要求严格	描述
SNp MSC	输出	UDP (IPv4)	40000	否	否	受影响的设备： ▶ 带有PSS 4000固件的PC 应用： ▶ 通过IP多路广播进行SafetyNET p通信，以 – 扫描网络 – 设备命名 – 设备标识 已实施的安全措施： ▶ 多路广播地址限于：224.0.23.61
OPC UA DA	输入	TCP (IPv4)	1 ... 65535 默认：4853、4854	是 默认：禁用	否	受影响的设备： ▶ 带有PSS 4000固件的PMI/PC 端口号的默认设置： ▶ 具有RW权限的OPC UA客户端：4853 ▶ 具有RO权限的OPC UA客户端：4854 已实施的安全措施： ▶ 通过证书，对PSS 4000 OPC服务器UA和相关OPC UA客户端进行相互验证 ▶ 证书符合标准X.509及签名和加密方法
OPC服务器 UA - Discovery 服务器	输入	TCP (IPv4)	4840	是 默认：有效	否	受影响的设备： ▶ 配备PC专用PSS 4000固件的PC

[*]

输入：通信对象开始与设备通信。

输出：设备开始与通信对象通信。

请另行阅读[防火墙配置](#)  [542](#)部分的信息。

16 诊断的基本信息

为将机器的停机时间降到最低，需要进行有效的诊断。诊断必须提供所有必要信息，以便快速修复错误、预防错误以及分析机器状态。

自动化系统PSS 4000对系统诊断与过程诊断进行了区分。

► 系统诊断

硬件及固件诊断，包括硬件配置或用户程序中的错误。

系统诊断全部由Pilz提供。用户仅能进行少量调整，例如为位置信息输入附加信息。

► 过程诊断

流程与状态的诊断。过程诊断由用户在用户程序内创建。Pilz块带有过程诊断，用户可通过调整满足自身需要。

在运行期间，系统消息和过程消息被输入到[诊断列表 \[548\]](#)中。每个设备都有自己的设备诊断列表。诊断服务器将项目中所有设备的设备诊断列表合并，形成项目诊断列表。

诊断列表仅包含当前消息。修复错误后，会从诊断列表中删除消息。

诊断消息在诊断列表中的显示顺序取决于诊断信息的优先级。这样就能很容易地看出哪个消息最重要。

在系统诊断中，区分第一个错误和后续错误。仅报告第一个错误。这避免了诊断列表中出现不必要的消息。

如果PSS 4000专属设备退出运行状态，则系统部分会在轻微偏移时切换至停止状态。诊断信息可能会作为结果显示，这些消息看起来是多余的，但实际上正确代表了操作状态。

除了描述已发生的事件并指明其位置，诊断信息还包含建议的解决方法。这些信息可以告诉您采取什么措施、哪个区域受到影响以及由谁负责纠正问题。

[诊断日志 \[561\]](#)记录诊断信息到达和被清除的时间。诊断日志还包含关于运行状态任何变化（例如设备的重启）的信息，以及Pilz技术支持的信息。

每个设备都有自己的设备诊断日志。诊断服务器将项目中所有设备的设备诊断日志合并，形成项目诊断日志。

[诊断服务器 \[564\]](#)将项目诊断列表和日志转发到诊断客户端（例如PSS 4000 OPC服务器）。然后，诊断客户端将该信息提供给显示屏（例如配备PASvisu项目的PMI）。

项目诊断列表和项目诊断日志也显示在PAS4000中。PAS4000中的诊断列表和诊断日志可能与显示屏上的诊断列表和诊断日志略有不同（如带有PASvisu项目的PMI），因为它们也包含诸如有关在线操作的消息/条目。

不显示设备诊断列表和日志。

16.1 诊断列表

在运行期间，[诊断信息 \[549\]](#) 输入到诊断列表中。

诊断列表仅包含当前消息，即处于“激活”状态的诊断消息（参见[诊断信息的状态 \[551\]](#)）。

如果一条诊断信息的状态切换为“激活”，就会在诊断列表中输入这条新的诊断信息。一旦诊断信息的状态切换为“非激活”，该诊断信息就被删除。

每个设备都有自己的设备诊断列表。项目中所有设备的设备诊断列表都会在项目诊断列表内进行合并。

► 设备诊断列表

- 由设备的固件所生成
- 包含设备的诊断信息（只是原始数据，不是文本）
- 内存至少支持128条诊断信息
- 如果达到了诊断信息的最大数目，则最低优先级的诊断信息将被删除
- 如果在短时间内产生了过多过程诊断消息，以致于来不及保存，将在设备诊断列表中输入相应的诊断消息，并忽略所有其他过程诊断消息
- 如果在短时间内产生了过多系统诊断消息，以致于来不及保存，将在设备诊断列表中输入相应的诊断消息；系统仍将尝试处理尽可能多的系统诊断消息，但是可能会遗漏某些消息
- 出现原始复位时被删除
- 无法显示；用作项目诊断列表的基础

► 项目诊断列表

- 由[诊断服务器 \[564\]](#)生成
- 包含项目中所有设备的纯文本诊断信息
- 内存至少支持256条诊断信息
- 如果达到了诊断信息的最大数目，则最低优先级的诊断信息将被删除
- 永远是最新的，因为它会一直和设备诊断列表保持同步
- 如果诊断服务器与某设备失去联系，则会从项目诊断列表中删除该设备的所有诊断信息，并在项目诊断列表中输入一条相应的诊断信息
- PAS4000中的诊断列表可能与显示屏上的诊断列表略有不同（如带有PASvisu项目的PMI），因为它们也包含诸如有关在线操作的消息

16.1.1 诊断信息

有下列诊断信息：

▸ 系统消息

当系统诊断中发生事件时发出的消息

▸ 过程消息

当过程诊断中发生事件时，即满足所设的条件时发出的消息。

在运行期间，诊断信息输入到诊断列表中。

诊断信息中包含有事件的描述。每条诊断信息都含有一个解决方法。故障排除措施中介绍了应对该事件的方法。故障排除措施中含有 8 个步骤，即所谓的“动作”。

诊断信息的组成：

▸ 时间戳

诊断信息被激活的时间。在诊断信息中，以世界标准时间 (UTC) 存储时间。当显示诊断信息时，在显示设备的本地时间中显示时间戳。本地时间基于显示设备的时区设置，由世界时间计算而来。

▸ 诊断标识符

在系统诊断中，使用诊断标识符来唯一标识一条诊断信息。在过程诊断中，使用诊断标识符来唯一标识诊断信息的诊断项。

(参见 [诊断标识符 \[📖 559\]](#))

▸ 严重程度和优先级

诊断信息的重要性

(参见 [严重程度和优先级 \[📖 552\]](#))

▸ 范围

事件种类的近似描述

(参见 [范围 \[📖 554\]](#))

▸ 描述 (消息文本)

所发生状况的描述

▸ 位置信息

事件发生位置的信息 (参见 [位置信息 \[📖 555\]](#))。

诊断信息的位置信息包含以下细节：

- 设备
- 设备ID
- 地址
- 位置描述

▸ 参数列表

包含了技术支持人员评估诊断信息所需要的所有信息。这是诊断标识符及所有参数。

▸ 状态

表明诊断信息的状态：“激活”或“非激活”

(参见 [诊断信息的状态 \[📖 551\]](#))

动作组件

▸ 范围

操作类型的近似描述

(参见 [范围](#)  554)

▸ 责任

操作责任人相关的信息

(参见 [责任](#)  553)

▸ 描述 (操作文本)

所需执行的操作描述

▸ 位置信息

操作执行位置的信息 (参见 [位置信息](#)  555) 。

操作部分的位置信息包含以下细节：

- 设备
- 设备ID
- 地址
- 位置描述

16.1.1.1 诊断信息的状态

诊断信息的状态取决于触发它的事件。

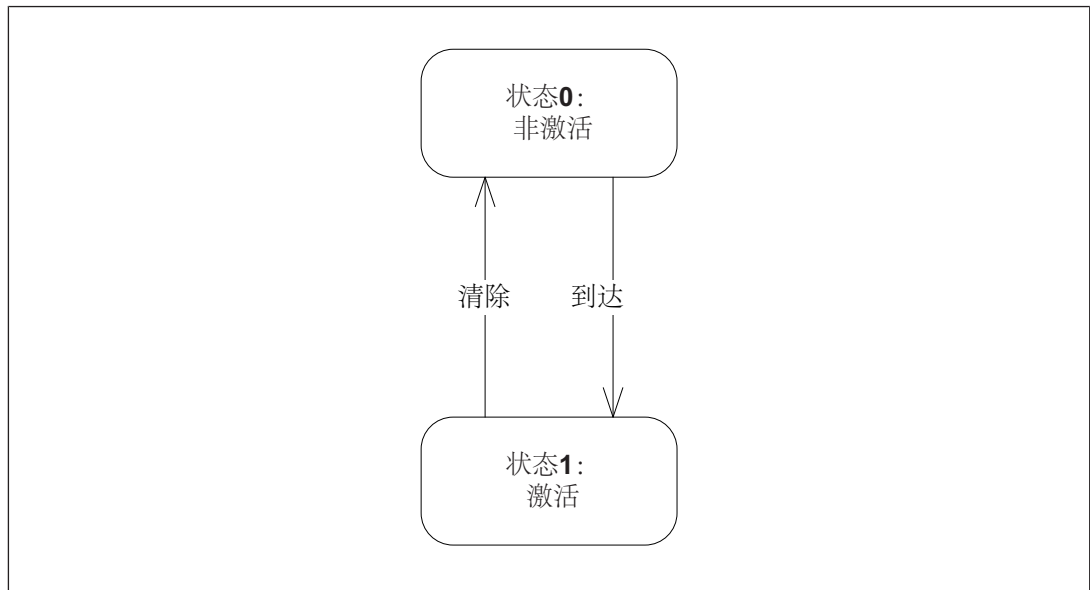


图: 诊断信息的状态

► 系统诊断

如果事件存在（例如输入电路短路），则诊断信息变为“激活”（状态变更：“到达”）。如果错误得到修复，则诊断信息变为“非激活”（状态变更：“清除”）。

► 过程诊断

如果程序条件满足，诊断信息变为“激活”（状态变更：“到达”）。如果条件不再满足，诊断信息变为“非激活”（状态变更：“清除”）。

诊断列表只含有状态1的诊断信息。

诊断信息每次发生状态变更，都会在诊断日志中触发一条日志。

状态变更由下列字符串表示：

- <+> 意为“到达”
- <-> 意为“清除”

16.1.1.2 严重程度和优先级

诊断信息在重要性上有区别。它们分为三个严重等级：

- 
错误
 用户必须立即响应诊断信息。该诊断信息提供的系统状态信息是，一个或多个功能已经发生故障，或受到了负面影响。
- 
警告
 要求用户注意的诊断信息。该诊断信息用于警示用户注意潜在的或紧迫的关键系统状态。
- 
状态信息
 该诊断信息说明了过程和/或系统的当前状态。该诊断信息用于提供信息；当前运行并没有受到阻碍或负面影响。

优先级提供了更精确的归类。每个严重程度等级具有5个优先级。优先级 1为最高优先级，优先级 15为最低优先级。

严重程度	优先级	优先级名称
错误	1	
	2	
	3	错误
	4	
	5	
警告	6	
	7	
	8	警告
	9	
	10	
状态信息	11	
	12	
	13	状态信息
	14	
	15	

用户可为这些优先级指定名称。优先级3“错误”、优先级8“警告”、优先级13“状态信息”这些名称是由Pilz预定义的，因为在系统诊断或Pilz生成的过程诊断中会使用它们。

用户可以修改这些预定义的名称，但不能删除它们。

16.1.1.3 责任

责任表示负责执行解决方法的个人或小组。

部分责任是由 Pilz 预定义的，用户则最多可定义 15 条责任。系统诊断和 Pilz 生成的过程诊断中使用预定义的责任。用户可更改预定义责任的名称，但不得将其删除。

预定义责任：

► 操作符

该动作设计安全设备的释放、执行及运行。

责任人：如设备操作人员

► 电气维护工程师

此操作涉及 Pilz 设备以外的机械/电气/电子系统，如校正短路、检查电源电压、检查开关触点。

责任人：如维护工程师

► 设备更换

设备存在缺陷，必须更换。

责任人：如维护工程师

► 项目工程师

此操作仅可采用 PAS4000，或需具备特定的编程知识才能执行，例如如检查或调整硬件配置、编程。

责任人：如维护工程师、程序员、项目工程师

► 通信

此操作仅可由了解 SafetyNET p/IP 连接/现场总线技术的用户执行，例如，他们能够检查总线负载，或检查线缆长度。

责任人：如维护工程师、总线专家

► ---

并不提供也不需要提供责任的细节。

16.1.1.4 范围

范围大致描述了事件/操作的类型。对于诊断信息及解决方法，都有范围声明。

部分范围是由 Pilz 预定义的，用户最多可定义 15 个范围。系统诊断和 Pilz 生成的过程诊断中使用预定义的范围。用户可更改预定义范围的名称，但不得将其删除。

预定义范围：

- ▶ 硬件

影响机器、电气系统、电子系统或操作系统。

示例：设备存在缺陷、外设错误（例如布线、执行器/传感器或供电故障）、总线错误（例如 SafetyNET p 或以太网错误）

- ▶ 项目配置

影响用户程序及硬件配置。

示例：在用户程序中，出现除数为零

- ▶ 操作

影响任务序列或运行。

示例：顺序故障（汽缸未能抵达终点位置）、安全设备被触发（如急停按钮被操作）

- ▶ 工厂

影响硬件或项目配置。

- ▶ ---

并不提供也不需要提供范围的细节。

16.1.1.5 位置信息

对于诊断信息和每条解决方法，都有位置信息。诊断信息包含了事件发生的具体位置。操作信息包含了需要采取行动的具体位置。

位置信息包含以下细节：

- ▶ 设备
 - 相关因素
- ▶ 设备ID
 - 设备标识符用于在项目中标识一个硬件，它应该是唯一的。
- ▶ 地址
 - 地址是自动生成的。
- ▶ 位置描述
 - 附加位置信息，例如，设备所在的控制柜信息。

信息内容取决于位置。可能是下列位置：

- ▶ 模块/设备
- ▶ 终端
- ▶ 传感器/触发装置
- ▶ 块实例
- ▶ 在用户程序中的位置
- ▶ 其它位置

每个位置和详细位置信息的说明如下。



重要信息

如果在诊断列表或诊断日志中没有出现位置信息，而是出现了“<???”，则可能当前项目还没有下载到所有设备，或者没有进行所有的I/O映射（参见[诊断服务器](#) [📖 564]）。

模块/设备

仅用于系统诊断信息与日志条目中。

- ▶ 设备
 - 用户为模块/设备输入的作为“设备文本”位置信息的文本；默认设置为模块/设备的产品类型（如“PSSu E F 4DI”）。
 - 在少数情况下，在PSS 4000专属设备上无法确定哪个模块触发了诊断信息。在这种情况下，设备显示“匿名模块”字样。
- ▶ 设备ID
 - 用户输入的模块/设备的设备ID（例如“-4A1”）
- ▶ 地址
 - 模块/设备的自动生成地址
- ▶ 位置描述

用户输入的关于模块/设备的附加信息

终端

在系统诊断或过程诊断中，如果底层的PI变量映射到了模块总线的I/O数据，则：

- ▶ 设备

端子所在模块/设备的“设备”位置信息（参见“模块/设备”下的“设备”）

- ▶ 设备ID

端子所在模块/设备的设备ID，包括端子的详细信息（例如“-4A1:12”，其中“12”指的是端子）

- ▶ 地址

自动生成的端子地址

- ▶ 位置描述

模块/设备的附加信息，由用户输入；无法为端子自身输入位置描述

在过程诊断中，如果底层的PI变量映射到了外部I/O数据，则：

- ▶ 设备

包含外部I/O数据的模块/设备的“设备”位置信息（参见“模块/设备”下的“设备”）

- ▶ 设备ID

包含外部I/O数据的模块/设备的设备ID（参见“模块/设备”下的“设备ID”）

- ▶ 地址

外部I/O数据的自动生成地址

- ▶ 位置描述

包含外部I/O数据的模块/设备的位置说明（参见“模块/设备”下的“位置说明”）

在过程诊断中，如果底层的PI变量映射到了另一PI变量，则：

- ▶ 设备

被映射PI变量资源所在的模块/设备的“设备”位置信息（参见“模块/设备”下的“设备”）

- ▶ 设备ID

被映射PI变量资源所在的模块/设备的设备ID（参见“模块/设备”下的“设备ID”）

- ▶ 地址

被映射PI变量的自动生成地址

- ▶ 位置描述

被映射PI变量资源所在的模块/设备的位置说明（参见“模块/设备”下的位置说明）

传感器/触发装置

在系统诊断或过程诊断中，如果底层的PI变量映射到了模块总线的I/O数据，则：

- ▶ 设备

用户为传感器/执行机构输入的作为位置信息“设备文本”的文本

- ▶ 设备ID

用户输入的传感器/执行机构的设备ID

- ▶ 地址

传感器/执行机构所连接端子的自动生成地址

► 位置描述

用户输入的关于传感器/执行机构的附加信息

在过程诊断中，如果底层的PI变量映射到了外部I/O数据，则：

► 设备

包含外部I/O数据的模块/设备的“设备”位置信息（参见“模块/设备”下的“设备”）

► 设备ID

包含外部I/O数据的模块/设备的设备ID（参见“模块/设备”下的“设备ID”）

► 地址

外部I/O数据的自动生成地址

► 位置描述

包含外部I/O数据的模块/设备的位置说明（参见“模块/设备”下的“位置说明”）

在过程诊断中，如果底层的PI变量映射到了另一PI变量，则：

► 设备

被映射PI变量资源所在的模块/设备的“设备”位置信息（参见“模块/设备”下的“设备”）

► 设备ID

被映射PI变量资源所在的模块/设备的设备ID（参见“模块/设备”下的“设备ID”）

► 地址

被映射PI变量的自动生成地址

► 位置描述

被映射PI变量资源所在的模块/设备的位置说明（参见“模块/设备”下的位置说明）

块实例

仅用在过程诊断信息与日志条目中。

► 设备

Multi块/POU类型的名称

► 设备ID

未用

► 地址

Multi块/POU的FQN（PSS 4000命名空间中的全名）

► 位置描述

未用

在用户程序中的位置

仅用于系统诊断信息与日志条目中。

► 设备

Multi块/POU类型的名称

► 设备ID

未用

► 地址

Multi块/POU的FQN (PSS 4000命名空间中的全名) , 具有附加位置数据

Multi块上的位置数据: Multi编辑器中的X和Y坐标; X是列号, Y是行号。行号和列号可显示在Multi编辑器中。

IL-POU和STL-POU的位置数据: 行号

LD-POU上的位置数据: 网络编号

如果Multi块/POU是封装的, 则FQN (PSS 4000名字域中的全名) 会在受影响的Multi块/POU之前结束, 具有最后一个未封装Multi块/POU的详细信息。该位置命名了封装的Multi块/POU被调用的点。

► 位置描述

未用

其它位置

如果上面所列的位置信息不合适, 也可以自由定义位置信息。

► 设备

过程诊断: 任意; 在诊断项的类型或实例中定义

系统诊断: 为位置命名 (例如“硬件配置”或“用户程序”)

► 设备ID

过程诊断: 任意; 在诊断项的类型或实例中定义

系统诊断: 未用

► 地址

未用

► 位置描述

过程诊断: 任意; 在诊断项的类型或实例中定义

系统诊断: 未用

16.1.1.6 诊断标识符

在系统诊断中，使用诊断标识符来唯一标识一条诊断信息。在过程诊断中，使用诊断标识符来唯一标识诊断信息的诊断项。在过程诊断中，唯一性仅限于项目。

诊断标识符包括三部分：

<类型> - <等级> - <标号>

► 种类

使用一个字母表示诊断类型

S: 系统诊断

P: 过程诊断，由Pilz生成

C: 过程诊断，由用户生成

► 等级

等级由最多4位的十进制数表示。等级的意义取决于诊断的类型。

– 系统诊断

等级定义了错误类型，例如设备错误，用户程序

系统诊断中的等级：

100 ... 110 设备错误

120 由设备项目导致的错误

121 由命名数据导致的错误

122 由启动命令导致的错误

123 由固件更新导致的错误

200 ... 220 硬件寄存器/硬件配置中的错误

300 FS或ST资源系统部分中的错误

303 授权缺失

310 VISU资源系统部分中的错误

400 外围错误

410 电源电压故障

600 ... 602 FS或ST SafetyNET p系统部分中的错误

700 ... 710 FS或ST模块总线系统部分中的错误

801 PAS4000中的内部错误

908 以太网错误

910、911 IP连接系统部分中的错误

912、913 PROFIBUS-DP从站系统部分中的错误

914, 915 EtherNet/IP适配器系统部分中的错误

916、917 PROFI-safe系统部分中的错误

918、919 PROFINET IO DEVICE系统部分中的错误

9000诊断日志中的运行条目

9001诊断日志中的自检条目

9900诊断日志中的调试条目

– 过程诊断，由Pilz生成

类别表明诊断信息所属的Pilz块。类别指的是块的类型，而不是实例。

– 过程诊断，由用户生成

用户可决定类别的定义。我们建议，将类别与Pilz过程诊断用在类似地方。

► 数目

在一个类别内，诊断信息/诊断项的唯一编号。编号是4位的十进制数。

16.2 诊断日志

诊断日志记录诊断信息到达或被清除的时间。诊断日志还包含关于运行状态任何变化（例如设备的重启）的信息，以及 Pilz 技术支持的信息。

每个设备都有自己的设备诊断日志。项目中所有设备的 [日志条目 \[📖 562\]](#) 均被组合到项目诊断日志中。

► 设备诊断日志

- 由设备的固件所生成
- 包含设备的日志条目（只是原始数据，不是文本）
- 内存至少可存储256条日志；
一个内存区为系统、过程、自检条目预留，另一个内存区为运行条目预留（参见 [日志条目 \[📖 562\]](#)）
- 如果日志条目达到了最大数，则最旧的日志条目会被删除；
对于系统、过程、自检条目的内存区内，以及运行条目内存区内，会分别进行这种处理
- 无法显示；用作项目诊断日志的基础

► 项目诊断日志

- 由 [诊断服务器 \[📖 564\]](#) 生成
- 包含项目中所有设备的纯文本日志条目
- 内存至少可存储4096条日志；
为系统、过程、自检条目预留一个内存区，为运行条目预留另一个内存区（参见 [日志条目 \[📖 562\]](#)）
- 如果日志条目达到了最大数，则最旧的日志条目会被删除；
对于系统、过程、自检条目的内存区内，以及运行条目内存区内，会分别进行这种处理。（因此，项目诊断日志可能包含非常旧的运行条目，同时包含新系统、过程和自检条目，反之亦然。）
- 永远是最新的，因为它会一直和设备诊断日志保持同步
- 如果诊断服务器与某设备失去联系，则该设备以前的所有日志条目都将保留在项目诊断日志中。还会有一个日志条目，表明连接丢失。
- PAS4000中的诊断日志可能与显示屏上的诊断日志略有不同（如带有PASvisu项目的PMI），因为它也包含诸如有关在线操作的条目

16.2.1 日志条目

共有下列日志条目：

► 系统条目

系统消息状态变化的信息，即收到系统消息的时刻或清除系统消息的时刻。系统条目是系统诊断的一部分。

► 过程条目

过程消息状态变化的信息，即收到过程消息的时刻或清除系统消息的时刻。过程条目是过程诊断的一部分。

► 运行条目

运行状态变更的信息（例如，设备重启的时刻）或与运行相关的任何其它变化（例如，执行项目下载）。运行条目是系统诊断的一部分。

► 自检条目

在“启动基础系统”运行状态的自检过程中发生故障的信息，这意味着设备可能无法启动。

► 调试条目

Pilz技术支持信息。调试条目是系统诊断的一部分，只有由技术支持将其启用时才能看到。

在运行期间，日志条目输入到诊断日志中。

对于系统条目和过程条目而言，日志条目与诊断信息是匹配的，只是省去了一些信息，例如解决方法。时间戳的意义不同；显示的是状态变更，而不是状态。

日志条目的组成部分（列表中不包含运行条目和调试条目）：

► 时间戳

诊断信息状态变更的时间（参见[诊断信息的状态 \[551\]](#)）。在日志条目中，以世界标准时间 (UTC) 存储时间。当显示日志条目时，在显示设备的本地时间中显示时间戳。本地时间基于显示设备的时区设置，由世界时间计算而来。

► 状态变更

状态变更的符号表示（参见[诊断信息的状态 \[551\]](#)）

<+> 意为“到达”

<-> 意为“清除”

或

<#> 意思是运行条目、自检条目及调试条目

► 诊断标识符

诊断信息的诊断标识符（参见[诊断标识符 \[559\]](#)）

► 严重程度和优先级

诊断信息的重要性（参见[严重程度和优先级 \[552\]](#)）

► 范围

事件种类的近似描述（参见[范围 \[554\]](#)）

► 描述

所发生状况的描述

► 位置信息

事件发生位置的信息（参见[位置信息](#)  555）。

诊断日志的位置信息包含以下细节：

- 设备
- 设备ID
- 地址
- 位置描述

16.3 诊断服务器

如果您希望显示项目的诊断数据，则需要诊断服务器。

诊断服务器将项目诊断列表和日志转发到诊断客户端（例如PSS 4000 OPC服务器）。然后，诊断客户端将该信息提供给显示屏（例如配备PASvisu项目的PMI）。

诊断服务器收集项目中每个设备的设备诊断列表和设备诊断日志的原始数据，以纯文本格式生成项目诊断列表和项目诊断日志。换句话说，诊断服务器引用设备诊断列表和设备诊断日志中的消息文本和位置信息，将它们替换为可读的文本。

诊断服务器始终需要当前项目数据：用户程序、硬件配置、资源分配和I/O映射。

如果诊断服务器无法使用当前项目数据，则无法正确替换对消息文本和位置信息的引用。在这种情况下，它们将被替换为错误的消息文本/位置信息，或者当没有文本可用时，表示为“<???”。这种情况也有可能因为诊断服务器有当前项目数据，但是项目内的设备仍然工作于该项目的较旧版本。

► 显示在显示屏上

如果要在显示屏上显示项目诊断列表和日志（例如配备PASvisu项目的PMI），则项目将需要使用OPC服务器（PSS 4000 OPC服务器UA）。

安装OPC服务器的PSS 4000设备也会自动提供诊断服务器系统部分。每个OPC服务器都自带诊断服务器。

系统诊断和过程诊断所显示的文本，当项目在PAS4000中生成时可用，当项目下载时会传输。

► 显示在PAS4000上

PAS4000自带诊断服务器。

显示PAS4000随附的诊断文本，用于系统诊断。过程诊断所显示的文本是在生成项目时可用的诊断文本。



重要信息

如果当前项目已经下载到诊断服务器和项目中的所有设备，则诊断列表和诊断日志就会正确显示。

如果安装有OPC服务器的电脑被用作诊断服务器，则您还需要将当前项目下载到该电脑（如果在下载期间，OPC服务器连接到了SafetyNET p，这会在直接项目下载期间自动发生）。

我们还建议，诊断服务器所在设备的PSS 4000固件版本应该等于或高于项目版本。

若要在PAS4000中显示文本，您需要在PAS4000中激活当前项目。始终使用PAS4000的最新版本。

经过长时间的运行之后，有些日志条目已不在项目设备上，但它们可能仍然存储于诊断服务器上的项目诊断日志中。当诊断服务器所在的设备热复位，或PAS4000冷启动时，这些旧的日志条目将被删除。

17 PSS 4000 命名空间

PSS 4000 OPC 服务器从 PSS 4000 项目收集一般项目数据和基于设备的项目数据，并显示在 PSS 4000 命名空间。PSS 4000 命名空间是具有预定义结构的专用内存区域。OPC 客户端可通过此预定义结构访问 PSS 4000 命名空间。

在多数情况下，命名空间可通过 OPC 客户端上的浏览器查看。

PSS 4000 OPC 服务器始终可以访问 PSS 4000 命名空间中的一般项目数据和基于设备的项目数据，这些数据是在最后一次下载 PSS 4000 项目时随设备项目一起传输的。

访问 PSS 4000 命名空间中的变量

OPC 客户端可访问 PSS 4000 项目用户程序中的局部变量 (VAR) 和资源全局变量 (VAR_GLOBAL)。是否可实现读或写访问不是取决于变量的数据类型而是变量所在的资源：

变量	访问权限
FS 资源上的 PI 变量	读取
FS 资源上的所有变量，不包括 PI 变量	
ST 资源上的 PI 变量	
ST 资源上的所有变量，不包括 PI 变量	读和写

PSS 4000 命名空间的结构呈现

在以下部分中，PSS 4000 命名空间以树形结构图的形式呈现。该树形结构分支为多个层次，每层又相应地进行细分。分支点被称作节点并且进行标记。这些节点用于构建数据结构（= 元素）。这些元素仅存在于最低层级。唯一地识别命名空间中的元素的全名被称为全限定名 (FQN)。FQN 由分层节点名称（声明路径）和元素名称组成。根据 OPC 客户端上的浏览器，显示形式各异。但树形结构仍相同。

由于复杂性，以下部分仅可连续的介绍单个区域。为确保您仍能保持概览信息，在每个区域的开始部分声明访问该区域节点的完整路径。在陈述路径时，使用圆点分割各个节点。

例如，“State”区域的路径输入如下：
pss4000.net.myDevice1.Device.State。

因此，“State”区域中“Diag”元素的 FQN 为：
pss4000.net.myDevice1.Device.State.Diag

符号的定义

在图表和表格中，标记符号显示在尖括号中。实际应用中会被相应的当前名称所取代。例如，<设备>会变为 myDevice1。

PSS 4000 命名空间中主要区域的结构

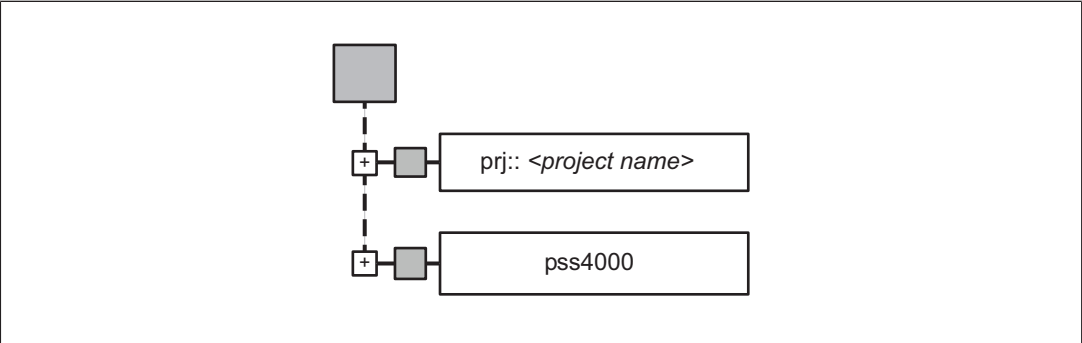


图: 主区域中的节点名称

节点名称	意义
<i>prj::</i> <项目名称>	包含在 PAS4000 中配置的项目名称的常规项目数据区。 例如："myProject"
pss4000	基于设备的项目数据区

17.1 常规项目数据

区域结构

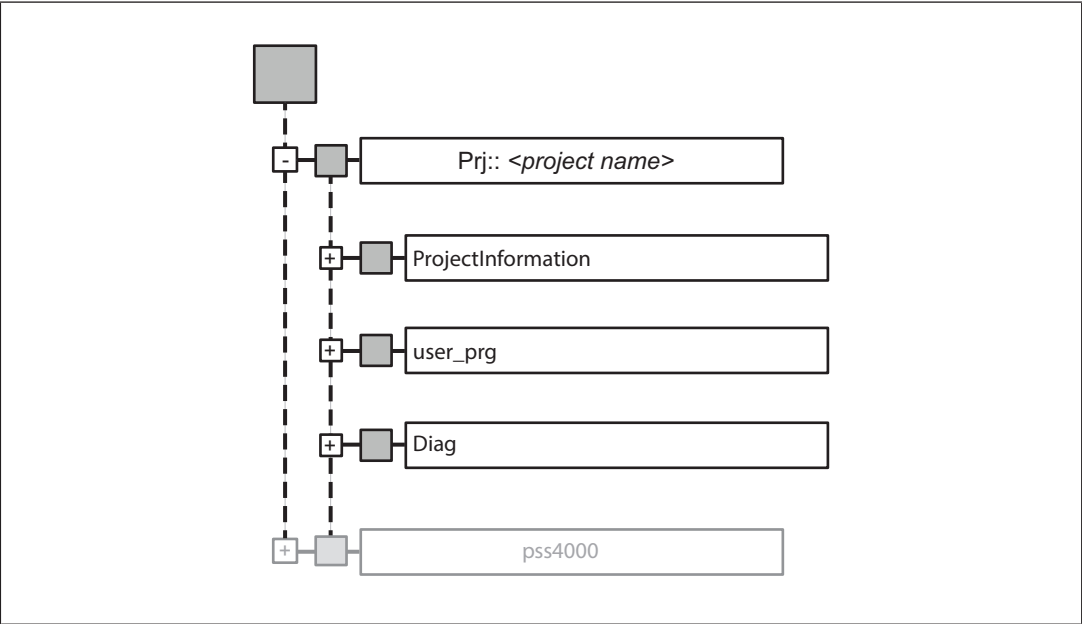


图: “常规项目数据”的结构

节点名称 (路径声明)		意义
prj::<project name>	项目信息	包含基于项目信息的区域
	(prj:: <项目名称>.ProjectInformation.)	
	user_prg	包含有关程序信息的区域 (例如 · POU 变量、组件块变量、资源 全局变量)
	(prj:: <项目名称>.user_prg.)	
	诊断	包含诊断列表信息和诊断日志条目的区域
	(prj:: <项目名称>.Diag.)	

17.1.1 项目信息

声明路径：prj::<项目名称>ProjectInformation。

节点号	节点名称	意义
1	ChecksumFSProject	校验和“FS 项目” 数据类型：UInt32
	(prj::<项目名称>.ProjectInformation.ChecksumFSProject)	
2	ChecksumFSProjectAppParams	校验和“FS项目的应用参数” 数据类型：UInt32
	(prj::<项目名称>.ProjectInformation.ChecksumFSProject)	
3	ChecksumFSProjectWithoutAppParams	校验和“无应用参数的FS项目” 数据类型：UInt32
	(prj::<项目名称>.ProjectInformation.ChecksumFSProjectWithoutAppParams)	



重要信息

校验和“FS项目”、“FS项目的应用参数”和“不带应用参数的FS项目”在PAS4000和PASvisu服务器中显示为十六进制值。要确保可在第3方可视化系统上正确显示校验和，请选择：“十六进制显示”UInt32值。

17.1.2 user_prg

声明路径：prj::<项目名称>.user_prg.

节点号	节点名 (声明路径)	意义	
1	var_global	项目资源全局变量区 该区域包含用户创建的所有资源全局变量。	
		OPC 服务器中资源全局变量的访问权限：	
		FS 资源上的 PI 变量	读取
		FS 资源上的所有变量，不包括 PI 变量	
		ST 资源上的 PI 变量	
		ST 资源上的所有变量，不包括 PI 变量	读和写
	(prj:: <项目名称>.user_prog.var_global.)		
1.1	<全局变量名称>	资源全局变量名称	
	prj:: <项目名称>.user_prog.var_global. <全局变量名称>		

节点号	节点名 (声明路径)	意义	
2	应用	项目变量的路径 该区域包括项目的路径以及用户创建的 VAR 类型的变量，包括 PI 变量。 请注意： VAR_IN_OUT、VAR_EXTERNAL 和 VAR_TEMP 类型的变量不在 OPC 服务器中显示。	
		OPC 服务器中变量的访问权限：	
		FS 资源上的 PI 变量	读取
		FS 资源上的所有变量，不包括 PI 变量	
		ST 资源上的 PI 变量	
		ST 资源上的所有变量，不包括 PI 变量	读和写
	单元元素变量的FQN： prj::<project name>.user_prog.app.<path of variable>.<name of variable> 多元素变量的FQN： ▶ STRUCT类型变量的FQN： prj::<project name>.user_prog.app.<path of variable>.<name of variable>.<name of the structure element> ▶ 访问配置为“完整数组”时数组类型变量的FQN： prj::<project name>.user_prog.app.<path of array>.<name of array> ▶ 访问配置为“基于索引”时数组类型变量的FQN： prj::<project name>.user_prog.app.<path of array>.<name of array>.<Index of array element> 注： 在PAS4000中配置OPC服务器时，设置为“完整数组”或“基于索引”的访问配置。		

17.1.3 诊断

声明路径：(prj::<项目名称>.Diag)

诊断列表：

节点号	节点名 (声明路径)	意义
1	列表	包含诊断列表信息的区域
	(prj::<项目名称>.Diag.List.)	
1.1	数目	严重程度等级的消息数
	(prj::<项目名称>.Diag.List.Number.)	
1.1.1	错误	“错误”严重程度的消息数 数据类型：UInt32
1.1.2	警告	“警告”严重程度的消息数 数据类型：UInt32
1.1.3	通知	“状态信息”严重程度的消息数 数据类型：UInt32
1.2	行	诊断列表中的行数
	(prj::<项目名称>.Diag.List.Line.)	
1.2.1	<行号>	有关行号的信息 取值范围：1 ... 100
	(prj::<项目名称>.Diag.List.Line.<行号>.)	
1.2.1.1	优先级编号	优先级编号 数据类型：字节
1.2.1.2	优先级	优先级名称 数据类型：字符串
1.2.1.3	描述	消息文本 数据类型：字符串
1.2.1.4	范围编号	范围编号 数据类型：字节
1.2.1.5	范围	范围名称 数据类型：字符串
1.2.1.6	时间戳	时间戳 数据类型：日期时间
1.2.1.7	诊断	诊断标识符 数据类型：字符串

节点号	节点名 (声明路径)	意义
1.2.1.8	状态编号	诊断信息的状态编号
		状态
		1
		数据类型：字节
1.2.1.9	 状态	诊断信息的状态： 数据类型：字符串
1.2.1.10	参数列表	参数列表 数据类型：字符串
1.2.1.11	位置	位置信息
	(prj::<项目名称>.Diag.List.Line.<行号>.Location.)	
1.2.1.11.1	地址	地址 数据类型：字符串
1.2.1.11.2	设备ID	设备ID 数据类型：字符串
1.2.1.11.3	设备	设备 数据类型：字符串
1.2.1.11.4	描述	位置描述 数据类型：字符串
1.2.1.12	动作	补救措施
	(prj::<项目名称>.Diag.List.Line.<行号>.Action.)	
1.2.1.12.1	<操作编号>	措施编号 取值范围：1 ... 8
	(prj::<项目名称>.Diag.List.Line.<行号>.Action.<操作编号>.)	
1.2.1.12.1.1	描述	操作文本 数据类型：字符串
1.2.1.12.1.2	范围编号	范围编号 数据类型：字节
1.2.1.12.1.3	范围	范围名称 数据类型：字符串
1.2.1.12.1.4	责任编号	责任编号 数据类型：字节
1.2.1.12.1.5	责任	责任名称 数据类型：字符串

节点号	节点名 (声明路径)	意义
1.2.1.12.1.6	位置 (prj::<项目名称>.Diag.List.Line.<行号>.Action.<操作编号>.Location.)	位置信息
1.2.1.12.1.6.1	地址	地址 数据类型：字符串
1.2.1.12.1.6.2	设备ID	设备ID 数据类型：字符串
1.2.1.12.1.6.3	设备	设备 数据类型：字符串
1.2.1.12.1.6.4	描述	位置描述 数据类型：字符串

诊断日志：

节点号	节点名 (声明路径)	意义
2	日志 (prj::<项目名称>.Diag.Log.)	包含诊断日志条目的区域
2.1	数目	日志条目的数量 数据类型：UInt32
2.2	行 (prj::<项目名称>.Diag.Log.Line.)	诊断日志中的行数
2.2.1	<行号> (prj::<项目名称>.Diag.Log.Line.<行号>.)	行号信息 取值范围1..."数字" (参见2.1；最大为4096)
2.2.1.1	优先级编号	优先级编号 数据类型：字节
2.2.1.2	优先级	优先级名称 数据类型：字符串
2.2.1.3	描述	消息文本 数据类型：字符串
2.2.1.4	范围编号	范围编号 数据类型：字节
2.2.1.5	范围	范围名称 数据类型：字符串
2.2.1.6	时间戳	时间戳 数据类型：日期时间

节点号	节点名 (声明路径)	意义	
2.2.1.7	诊断	诊断标识符 数据类型：字符串	
2.2.1.8	状态变更编号	状态变更的状态编号	
		状态	意义
		0	已清除信息
		1	已接收信息
		101	实施的日志条目 (对于运行条目、自检条目及重新调试条目)
		数据类型：字节	
2.2.1.9	状态变更	状态变更	
		显示	意义
		已清除	已清除信息
		已接收	已接收信息
		已记录	实施的日志条目 (对于运行条目、自检条目及重新调试条目)
		数据类型：字符串	
2.2.1.10	参数列表	参数列表 数据类型：字符串	
2.2.1.11	位置	位置信息	
	(prj::<项目名称>.Diag.Log.Line.<行号>.Location.)		
2.2.1.11.1	地址	地址 数据类型：字符串	
2.2.1.11.2	设备ID	设备ID 数据类型：字符串	
2.2.1.11.3	设备	设备 数据类型：字符串	
2.2.1.11.4	描述	位置描述 数据类型：字符串	

17.2 基于设备的项目数据

区域结构

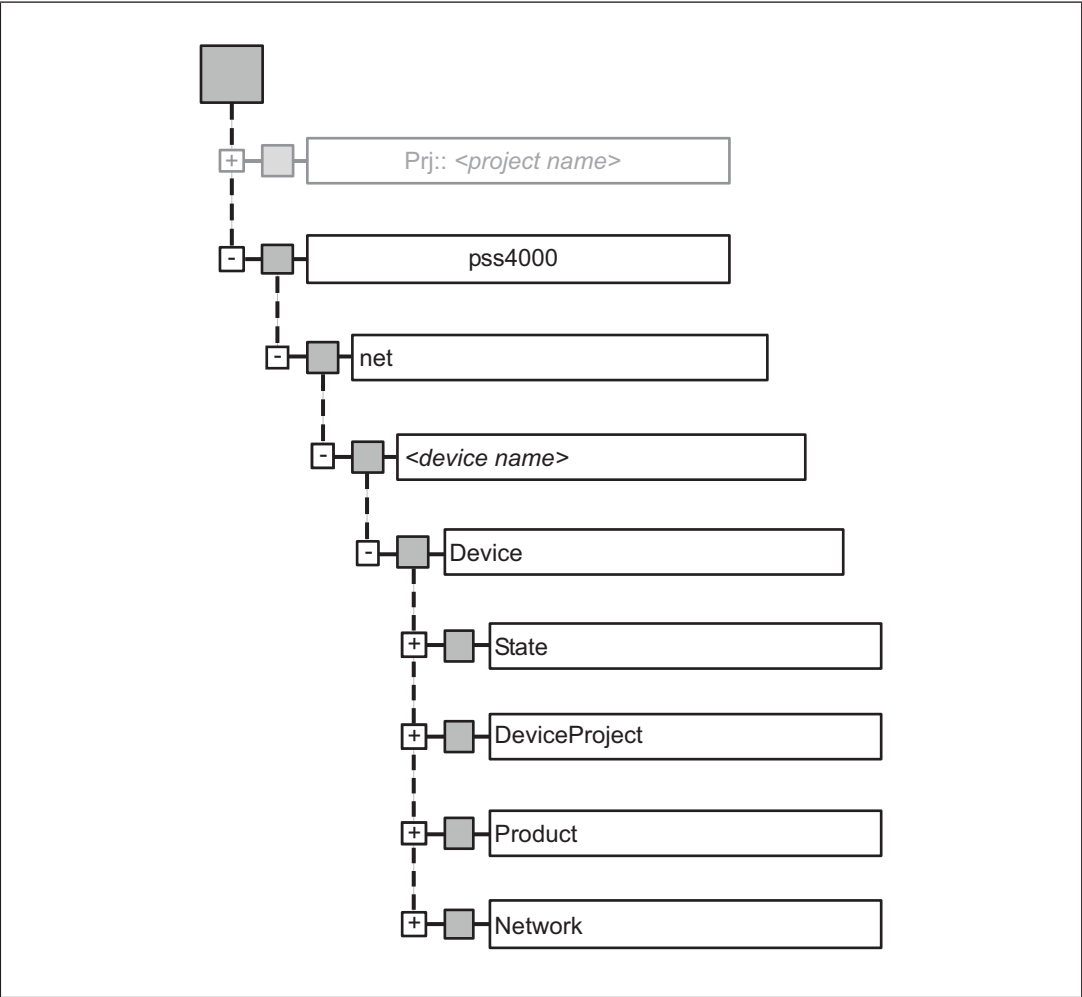


图: “基于设备的项目数据”的结构

节点名称			意义
pss4000.	网络		网络区域
		<设备名称>。	包含在设备命名期间配置的设备名称的设备区域 (PSS 4000独有的设备/可操作设备)
		设备。	包含基于设备信息的区域
		状态	包含有关设备的诊断状态的区域 (pss4000.net.<设备名称>.Device.State.)
		设备项目	包含有关设备项目信息的区域 (pss4000.net.<设备名称>.Device.DeviceProject.)
		产品	包含产品信息的区域 (pss4000.net.<设备名称>.Device.Product.)
		网络	包含设备的网络参数的区域 (pss4000.net.<设备名称>.Device.Network.)
		FS资源	包含有关FS资源任务的信息的区域 (pss4000.net.(<设备名称>.Device.FS-Resource.)
		ST资源	包含有关ST资源任务的信息的区域 (pss4000.net.(<设备名称>.Device.ST-Resource.)

17.2.1 状态

路径声明：pss4000.net.<设备名称>.Device.State.

节点号	节点名称	意义	
1	诊断	PSS 4000设备上系统部分的状态	
		状态	意义
		0	正在准备设备诊断列表和设备诊断日志
		1	开始“预定的操作员操作” (复位按钮的功能)
		2	至少一个FS系统部分出现重大FS错误 (参见诊断列表) 。
		3	至少一个系统部分出现严重程度为“错误”的消息 (参见诊断表) 。
		4	设备出现严重程度至少为“警告”的消息 (参见诊断列表) 。
		5	设备没有出现严重程度为“错误”或“警告”的消息 。
		数据类型：字节	
2	STRun	ST资源的状态	
		状态	意义
		0	ST资源未启动
		1	运行状态“ST 资源处于运行状态且有错误”： - 任务处于终止状态或者 - 任务处于停止状态 至少一个 ST 资源任务当前未运行。 项目已授权 。
		2	运行状态“ST资源处于运行状态且无错误”： ST资源任务正在运行且无错误。 项目已授权 。
		3	运行状态“ST 资源处于运行状态且有错误”： - 任务处于终止状态或者 - 任务处于停止状态 至少一个 ST 资源任务当前未运行。 项目未授权 。
		4	运行状态“ST资源处于运行状态且无错误”： ST 资源的任务当前在无错误运行。 项目未授权 。
		数据类型：字节	

节点号	节点名称	意义	
3	FSRun	FS资源的状态	
		状态	意义
		0	FS资源未启动
		1	运行状态“FS 资源处于运行状态且有错误”： - 任务处于终止状态或者 - 任务处于停止状态 至少一个 FS 资源任务当前未运行。 项目已授权。
		2	运行状态“FS资源处于运行状态且无错误”： FS 资源的任务当前在无错误运行。 项目已授权。
		3	运行状态“FS 资源处于运行状态且有错误”： - 任务处于终止状态或者 - 任务处于停止状态 至少一个 FS 资源任务当前未运行。 项目未授权。
		4	运行状态“FS资源处于运行状态且无错误”： FS 资源的任务当前在无错误运行。 项目未授权。
		数据类型：字节	
4	STForce	ST资源上强制和在线更改的状态	
		状态	意义
		0	在ST资源上，强制激活且无在线更改激活
		1	在ST资源上，强制激活和/或至少一处在在线更改激活
		数据类型：字节	
5	FSForce	FS 资源上强制和在线更改的状态	
		状态	意义
		0	在FS资源上，强制激活且无在线更改激活
		1	在FS资源上，强制激活和/或至少一处在在线更改激活
		数据类型：字节	

节点号	节点名称	意义	
6	STSafetyNETp	系统部分ST SafetyNET p RTFN的状态	
		状态	意义
		0	运行状态“ST SafetyNET p RTFN因以下错误处于停止状态：重大 FS+ST 错误
		1	ST SafetyNET p RTFN未启动
		2	运行状态“ST SafetyNET p RTFN 处于运行状态且有轻微错误”
		3	运行状态“ST SafetyNET p RTFN处于运行状态且无错误”
		4	运行状态“ST SafetyNET p RTFN因以下错误处于停止状态：重大 FS+ST 错误
		数据类型：字节	
7	FSSafetyNETp	系统部分 FS SafetyNET p RTFN 的状态	
		状态	意义
		0	运行状态“FS SafetyNET p RTFN 处于停止状态且有错误：主要 FS 错误”
		1	FS SafetyNET p RTFN未启动
		2	运行状态“FS SafetyNET p RTFN 处于运行状态且有轻微错误”
		3	运行状态“FS SafetyNET p RTFN处于运行状态且无错误”
		4	运行状态“FS SafetyNET p RTFN 处于停止状态且有错误：重大 FS+ST 错误
		数据类型：字节	

节点号	节点名称	意义	
8	模块总线	系统部分FS和ST模块总线的状态	
		状态	意义
		0	运行状态“设备上所有 FS 输出均处于安全状态”，或者 至少一个模块无法访问（例如，在运行时模块已被删除，设置/实际硬件注册不匹配）
		1	不存在任何模块
		2	FS和ST模块总线正无故障运行
		3	运行状态“FS模块总线因以下错误处于停止状态：主要 FS 错误”
		数据类型：字节	

节点号	节点名称	意义	
9	介质	数据介质的状态和设备标识	
		状态	意义
		0	用户激活了设备标识 ▶ SafetyNET p (PAS4000) 中的 PSS 4000 设备标识 或 ▶ PROFINET 中的 PROFINET IO 设备标识 (PROFINET 工程工具)
		1	移动数据介质丢失 或 未检测到移动数据介质 或 移动数据介质有缺陷
		2	移动数据介质上的产品类型与PSS 4000专用/可操作设备不匹配 (在PSSu系统上：头模块的产品类型) 或 移动数据介质上没有设备项目可用
		3	PSS 4000独有的设备/可操作设备上的命名数据和设备项目与移动数据介质不匹配
		4	PSS 4000独有的设备/可操作设备上的命名数据和设备项目与移动数据介质相匹配
		5	预留
		6	▶ “将设备项目与设备绑定”功能： 设备项目需要配有特定设备密钥的设备， 但该设备上不存在此设备密钥。 和/或 ▶ “将设备项目与SD卡绑定”功能： 设备项目绑定SD卡，但SD卡未插入该设备。
		数据类型：字节	

节点号	节点名称	意义
10	SFProfibus	“SF”状态 LED 指示灯 (PROFIBUS-DP) 只能结合“BF”状态 LED 指示灯进行评估 (参见设备/ 头模块的操作手册) 。
		状态 意义
		0 LED指示灯“呈红色常亮”
		1 LED 指示灯“熄灭”
		数据类型：字节
11	BFProfibus	“BF”状态 LED 指示灯 (PROFIBUS-DP) 只能结合“SF”状态 LED 指示灯进行评估 (参见设备/ 头模块的操作手册) 。
		状态 意义
		0 LED指示灯“呈红色常亮”
		1 LED指示灯“呈红色闪烁”
		2 LED指示灯“呈绿色常亮”
		3 LED 指示灯“熄灭”
		数据类型：字节
12	SOPROFIsafe	“SO”状态 LED 指示灯 (PROFIsafe) PROFIsafe 状态符合 PROFIsafe 技术参数
		状态 意义
		0 LED 指示灯“熄灭” 没有配置 F 模块或 已配置 F 模块但是不处于“已请求操作员确 认”或“安全操作”状态
		1 LED 指示灯“呈绿色闪烁” 至少一个 F 模块请求了“操作员确认” (已请 求 OA_C)
		3 LED 指示灯“呈绿色常亮” PROFIsafe 通信正常
		数据类型：字节

节点号	节点名称	意义	
13	MSEtherNetIP	"MS"状态LED指示灯 (EtherNet/IP) 模块状态符合EtherNet/IP技术参数	
		状态	意义
		0	LED 指示灯"呈红色常亮" 至少一个 FS 系统部分出现重大 FS 错误
		1	LED指示灯"呈红色快速闪烁" 设备出现至少一个严重程度为"警告"的消息，没有严重程度为"错误"的消息，并且当前没有向扫描端下载无效数据。
		2	LED 指示灯"呈绿色常亮" 设备没有出现严重程度为"错误"或"警告"的消息
		3	LED 指示灯"熄灭" 无电源 或 设备未激活 或 设备未配置
		数据类型：字节	
14	NSEtherNetIP	"NS"状态 LED 指示灯 (EtherNet/IP) 网络状态符合 EtherNet/IP 技术参数	
		状态	意义
		0	LED 指示灯"呈红色快速闪烁" 连接超时
		1	LED 指示灯"呈绿色快速闪烁" 无网络连接
		2	LED指示灯"呈绿色常亮" 网络连接可用，并且 EtherNet/IP通信正常
		3	LED 指示灯"熄灭" 无数据通信 或 EtherNet/IP 未配置 或 没有配置 IP 地址
		数据类型：字节	

节点号	节点名称	意义	
15	BFProfinet	“BF”状态 LED 指示灯（PROFINET IO 总线故障） 总线状态符合 PROFINET IO 技术参数	
		状态	意义
		0	LED 指示灯“呈红色常亮” 无 PROFINET IO 控制器连接
		1	LED 指示灯“呈红色闪烁” PROFINET IO 连接可用，参数设置错误导致不可进行数据交换
		2	LED 指示灯“呈绿色常亮” PROFINET IO 设备处于“运行”状态，可进行数据交换
		3	LED 指示灯“熄灭” PROFINET IO 设备已停用；即未配置虚拟 PROFINET IO 模块。
		数据类型：字节	

17.2.2 设备项目

路径声明：pss4000.net.<device name>.Device.DeviceProject

节点号	节点名称	意义	
1	名称	设备<设备名称>所属PAS4000项目的名称 数据类型：字符串	
2	校验和FS	设备<设备名称>的校验和“FS设备项目” 数据类型：UInt32	
3	ChecksumFSProjectAppParams	设备<设备名称>的校验和“FS设备项目的应用参数” 数据类型：UInt32	
4	ChecksumFSProjectWithoutApp-Params	设备<设备名称>的校验和“无应用参数的FS设备项目” 数据类型：UInt32	
5	编译时间	PAS4000项目的编译时间 数据类型：日期时间	
6	版本	设备<设备名称>所属PAS4000项目的版本 数据类型：字符串	
7	许可证状态	项目许可状态的状态信息	
		状态	意义
		0	未授权或项目未激活
		1	已授权
		数据类型：字节	

17.2.3 产品

路径声明：pss4000.net.<设备名称>.Device.Product.

节点号	节点名称	意义
1	序列号	设备<设备名称>的序列号， PSSu系统： 头模块的序列号 数据类型：字符串
2	OrderNo	设备<设备名称>的订单号， PSSu系统： 头模块的订单号 数据类型：字符串
3	产品类型	设备<设备名称>的产品类型， PSSu系统：头模块名称 数据类型：字符串
4	固件版本	设备<设备名称>的固件版本， PSSu系统： 头模块的固件版本 数据类型：字符串
5	固件修订版	设备<设备名称>固件的修订版本号， PSSu系统： 头模块固件的修订版本号 数据类型：字符串
6	固件更新	设备<设备名称>固件最后更新的时间， PSSu系统： 头模块固件最后更新的时间 数据类型：日期时间
7	硬件版本	设备<设备名称>的硬件版本， 显示格式：<主硬件版本>.<次硬件版本> 例如：3.1 PSSu系统： 头模块的硬件版本 数据类型：字符串

节点号	节点名称	意义	
8	主硬件版本	设备 <设备名称> 的主要硬件版本， PSSu系统： 头模块的主要硬件版本 数据类型：字节	
9	次硬件版本	设备 <设备名称> 的次要硬件版本， PSSu系统： 头模块的次要硬件版本 数据类型：字节	
10	Pilz安全SD卡序列号	设备安全SD卡的序列号（如：PASkey SD卡） <设备名称> 数据类型：字符串	
11	设备密钥	设备密钥 如果已经将功能“将设备项目与设备绑定”的设备密钥写入设备，将显示部分密钥。在线帮助中提供了有关该主题的更多信息。 数据类型：字符串	
12	设备密钥限制项目	有关是否要在设备上执行项目的信息需要匹配的项目密钥。在线帮助中提供了有关功能“将设备项目与设备绑定”的更多信息。	
		显示	意义
		FALSE	项目不需要项目密钥
		TRUE	项目需要匹配的项目密钥
		数据类型：布尔型	

17.2.4 网络

路径声明：pss4000.net.<设备名称>.Device.Network.

节点号	节点名称	意义
1	IP地址V4	设备的IP地址 <设备名称> 数据类型：字符串
2	子网掩码V4	子网掩码 数据类型：字符串
3	网关V4	标准网关的IP地址， 数据类型：字符串
4	DHCP	设备<设备名称>的DHCP设置：
		显示 意义
		FALSE DHCP未激活
		TRUE DHCP已激活
		数据类型：布尔型
5	DNS1V4	首选DNS服务器的地址 数据类型：字符串
6	DNS2V4	备用DNS服务器的地址 数据类型：字符串
7	MAC地址	设备<设备名称>的MAC地址， 数据类型：字符串
8	SNTP	设备<设备名称>的SNTP设置
		显示 意义
		FALSE 设备未配置为项目SNTP服务器
		TRUE 设备在项目中作为SNTP服务器运行
		数据类型：布尔型
9	SNTPV4	设备获取时间的SNTP服务器的IP地址
		数据类型：字符串
10	实时时钟	设备当前时间 数据类型：日期时间

17.2.5 FS 资源

声明路径：pss4000.net.<设备名称>.Device.FS-Resource.

节点号	节点名 (声明路径)	意义	
1	用户程序内存已使用	设备 <设备名称>上用于用户程序的内存 (包含激活的在线更改)	
	数据类型：UInt32		
(pss4000.net.<设备名称>.Device.FS-Resource. 用户程序内存已使用)			
2	用户程序内存大小	设备 <设备名称>上用于用户程序的内存大小	
	数据类型：UInt32		
(pss4000.net.<设备名称>.Device.FS-Resource. 用户程序内存大小)			
3	<任务名称>	在设备 <设备名称> FS资源中的任务名称	
	(pss4000.net.<设备名称>.Device.FS-Resource.<任务名称>.)		
3.1	状态	任务状态	
		状态	意义
		1	任务处于停止状态
		2	任务处于运行状态
		3	任务处于终止状态
		数据类型：UInt32	
	(pss4000.net.<设备名称>.Device.FS-Resource.<任务名称>.State)		
3.2	进程时间	任务执行时间 _{t_{ProcTask}} 执行时间只适用于周期性任务 (参见响应时间 [📖 443])	
	(pss4000.net.<设备名称>.Device.FS-Resource.<任务名称>. 进程时间.)		
3.2.1	最小值	最短执行时间 该显示时间是从任务启动开始检测到的最短执行时间。	
数据类型：UInt32			

节点号	节点名 (声明路径)	意义
3.2.2	最大值	最长执行时间 该显示时间是从任务启动开始检测到的最长执行时间。 数据类型：UInt32
3.2.3	电流	当前任务执行时间 数据类型：UInt32

17.2.6 ST 资源

声明路径：pss4000.net.<设备名称>.Device.ST-Resource.

节点号	节点名 (声明路径)	意义	
1	用户程序内存已使用	设备 <设备名称> 上用于用户程序的内存 (包含激活的在线更改) 数据类型：UInt32	
	(pss4000.net.<设备名称>.Device.ST-Resource. 用户程序内存已使用)		
2	用户程序内存大小	设备 <设备名称> 上用于用户程序的内存大小 数据类型：UInt32	
	(pss4000.net.<设备名称>.Device.ST-Resource. 用户程序内存大小)		
3	<任务名称>	在设备 <设备名称> ST资源中的任务名称	
	(pss4000.net.<设备名称>.Device.ST-Resource.<任务名称>.)		
3.1	状态	任务状态	
		状态	意义
		1	任务处于停止状态
		2	任务处于运行状态
		3	任务处于终止状态
		数据类型：UInt32	
3.2	进程时间	任务执行时间 _{t_{ProcTask}} 执行时间只适用于周期性任务 (参见 响应时间  443)	
	(pss4000.net.<设备名称>.Device.ST-Resource.<任务名称>. 进程时间.)		
3.2.1	最小值	最短执行时间 该显示时间是从任务启动开始检测到的最短执行时间。 数据类型：UInt32	

节点号	节点名 (声明路径)	意义
3.2.2	最大值	最长执行时间 该显示时间是从任务启动开始检测到的最长执行时间。 数据类型：UInt32
3.2.3	电流	当前任务执行时间 数据类型：UInt32

17.3 PSS 4000命名空间的数据类型

下面记录的数据类型可以出现在PSS 4000命名空间中。请注意，PSS 4000命名空间的数据类型必须分配给相关客户端/服务器上可用的数据类型。适用的分配列表可用于Pilz客户端和服务器。请参阅相关Pilz客户端和服务器的文档。

数据类型	意义
布尔型	位值/布尔型 数据宽度：1位 数值范围：TRUE/FALSE
字节	正整数 数据宽度：8位（1个字节） 数值范围：0 ... 255
双精度浮点数	双精度浮点数（符合IEEE 754） 数据宽度：64位（8个字节）
单精度浮点数	单精度浮点数（符合IEEE 754） 数据宽度：32位（4个字节）
Int16	整数 数据宽度：16位（1个单词） 数值范围：-32768 ... 32767
Int32	整数 数据宽度：32位（2个单词） 数值范围：- 2147483648 ... 2147483647
Int64	整数 数据宽度：64位（4个单词） 数值范围：- 9223372036854775808 ... 9223372036854775807
LocalizedText	带有语言标识符的文本 编码参见“字符串”
SByte	整数 数据宽度：8位（1个字节） 数值范围：-128 ... 127
字符串	Unicode格式的字符串
UInt16	正整数 数据宽度：16位（1个单词） 数值范围：0 ... 65535
UInt32	正整数 数据宽度：32位（2个单词） 数值范围：0 ... 4294967295
UInt64	正整数 数据宽度：64位（4个单词） 数值范围：0 ... 18446744073709551615
日期时间	正整数 数据宽度：64位（4个单词） DateTime显示的值解释为从1601-01-01 00:00:00起经过的100纳秒间隔的数量。

18 附录

18.1 适用于各种服务的端口号默认出厂设置

各种服务的端口号都有标准的默认设置。

服务		默认设置	意义
SafetyNET p		40000	SafetyNET p 协议
DNS		53	域名服务协议
OPC 通过 DCOM	连接设置 (服务器)	135	分布式组件对象模型协议
	通信 (服务器)	动态	
DHCP		67、68	动态主机配置协议
Modbus/TCP		502	TCP 上的 Modbus
SNTP		123	简单网络时间协议

18.2 以太网参数的出厂默认设置

在出厂状态下或原始重置后，PSS 4000 专用设备上的 Auto IP 机制处于激活状态。以太网参数的设置如下：

参数	默认设置	意义
IP 地址	Auto-IP 机制已激活： 169.254.1.0 至 169.254.254.255	Auto-IP 机制随机分配 IP 地址。
子网掩码	255.255.0.0	Auto IP 机制分配规定的子网掩码。
标准网关的地址	已停用 (0.0.0.0)	当 SafetyNET p 已通过网关划分为子网，并且在通信对象看来产品位于网关后方时，配置可作为一个选项。
首选 DNS 服务器的地址	已停用 (0.0.0.0)	当使用了域名服务时，配置可作为一个选项。
备用 DNS 服务器的地址		

BDI

基础诊断项目的英文缩写

FB

功能块的英文缩写

FQN

全限定名的缩写

FS

故障安全的英文缩写

FS 资源

安全相关控制码的执行单元

FS项目

“FS项目”包括来自用户程序、硬件配置、资源分配和I/O映射的项目的所有安全相关要素。

FW

固件的英文缩写

HW

硬件的英文缩写

I/O 映射

PI 变量到现场总线 I/O 数据，外部通信 I/O 数据以及另一 PI 变量的映射

IL

指令表 (Instruction List) 的英文缩写

I-PI 变量

过程映像内的变量，可映射到模块总线内的 I 数据，外部通信的 I 数据或某个 O-PI 变量。

O-PI 变量

过程映像内的变量，可映射到模块总线内的 O 数据，外部通信的 O 数据或某个 I-PI 变量。

PI 变量

过程映像内的变量，可映射到模块总线内的 I/O 数据，外部通信的 I/O 数据或另一 PI 变量。

POU

程序组织单元的英文缩写

PRG

PRoGram 的英文缩写

PSS 4000项目

在 PAS4000中创建，用于控制和监测某一系统（工厂、机器）的项目。项目 = 用户程序 + 硬件配置 + 网络配置

SafetyNET p 基础设施

参见以太网基础设施

ST

标准型 (STandard) 的英文缩写

ST 资源

非安全相关控制码的执行单元

ST项目

ST项目包括不属于FS项目的所有项目要素。

SW

软件的英文缩写

安全条件

电力从安全电路中撤除的条件。

变量列表

含有执行控制、强制或监视变量的变量的列表。

标准 (ST)

非安全相关，与故障安全型相对应

标准总线系统

非安全相关的总线系统（例如，DeviceNet 或 PROFIBUS），与 Pilz SafetyBUS p 或 SafetyNET p 相对应（另见“现场总线”）

测试脉冲

测试脉冲接线到一路输入端，以便检测该路输入的接线错误，例如 24 V DC 或 0 V 电源断路、短路，或两路输入间端接。

插线电缆

最大长度为 5 m 的 1:1 电缆；主要用于同一机柜（控制柜等）内的以太网组件。

程序 (PRG)

IEC 61131-1：“针对 PLC 系统控制机器或过程的信号处理需要，而进行的所有必要的编程语言元素和结构的逻辑装配。”

程序块

Multi 功能块和 POU 的概括性术语

程序组织单元 (POU)

根据 IEC 61131-3 中的定义：功能、功能块或程序

调试

编程和调试期间的故障排除和故障恢复。

功能块 (FB)

IEC 61131-3: 可编程控制器编程语言元素包括：1) 划分到输入、输出和内部变量区的数据结构的定义；2) 调用某个功能块类型实例时，对数据结构元素执行的一系列运算。

固件

由制造商创建，用于在某个设备上运行并执行设备专属功能的软件。

固件更新

更新设备固件

故障安全 (FS)

安全相关，故障安全；故障安全系统在遇到故障时会切换到安全状态。

过程数据质量

表明过程数据是否与“过程值”或“替换”值相关的信息。

过程值

过程数据的实际数值；与替代值形成对应关系

基础诊断项目 (BDI)

诊断：用户程序的一部分，用于根据预定义的诊断目的，处理待监控的过程状态。基础诊断项目还包括了一条或多条诊断消息及诊断日志条目相关的信息和文本。

集线器

以太网基础设施硬件，用于星型连接若干个以太网用户；其中的一个端口接收到数据包时，将会将其发送到所有其它端口。

建立

将单独的设备（设备项目）代码植入项目的过程。

交叉电缆

用于进行以太网组件及 PLC 或网络组件等终端设备（集线器、交换机）布线的交叉电缆。

交换机

以太网基础设施硬件，用于星型连接若干个以太网用户；其中的一个端口接收到数据包时，将对其进行分析，并仅发送到注册用户注册的端口。广播消息将会被转发。

控制变量

变量值一次设为一个具体的值。改值可通过用户程序进行更改。

路由器

以太网基础架构硬件，根据网络 ID（IP 地址分段）连接不同的网络，路由器决定将哪些数据包传送到不同网络中。

强制变量

永久分配、无法通过用户程序更改的变量值。

全限定名 (FQN)

唯一地识别命名空间中的元素的全名

认证

由验证机构对产品是否符合适用的法规和标准进行测试的程序；验证合规，将会通过发放证书予以确认。

认证机构

符合《机械指令 2006/42/EC》第 14 款要求的验证机构；或者：负责检测、确认产品符合适用的法规和标准要求的指定机构（通常为政府机构）。

任务

为定期触发或触发执行一组关联的 IEC 61131 程序与/或逻辑基础程序块（参见 IEC 61131）而提供的执行控制元素。

设备编辑器

用于定义某个设备的设置以及从设备内调用信息的软件工具

设备项目

下载到某个设备中的一部分项目。

胜任的个人

由于经过培训、工作经验和目前的专业活动而具有依照安全技术通用标准和指导原则进行测试、评估和操作装置、系统、设备或机械的必要知识和权限的个人。

实时系统

其内的计算结果的有效性不仅依赖于逻辑的准确性，还依赖于产生结果的时刻的系统。响应过早或过晚都属于错误响应。

使能原理

使 ST 部分具有写入 FS 部分权限的配置；FS 输出可通过 ST 部分切换。

适时性

某个事件在预定义的时间框架内发生；提前或延后发生的事件都是无效的。

数据一致性

将特定时间记录的数据，以及在预定义时段内视为当前或相关的数据汇集在一起。

替换值

如果由于某一错误导致过程数据无法确定，则采用替换值代替。

位模块

电子/紧凑型模块，在过程映像中，其每个数据需要一个位。示例：数字量输入/输出模块

下载

将数据传输到某一设备的过程，例如从 PC 传输到某一设备

校验和

通过对象（例如，项目或程序组织单元 (POU)）构成的和。此项功能可用于检测对象是否已经过修改。

一致性范围

某个数据源内的一致性数据量（例如，“FS 模块总线的 FS-I 数据”的一致性范围）

已封装

项目元素（例如，程序组织单元、部件程序块）的属性。项目元素被封装后（必要时需要进行认证），可能不可修改或显示。

以太网基础设施

在以太网网络中传输数据所需的所有硬件（例如，电缆、可插拔接头、适配器、交换机、路由器、集线器）以及软件（例如，网络服务及其配置）。

硬件输出

实体的设备输出

硬件输入

实体的设备输入

诊断列表

诊断：项目当前诊断消息列表

诊断日志

诊断：显示项目诊断消息接收和清除时间的日志。此外，其还包含运算条目、自检条目及调试条目。

诊断项目

诊断：基础诊断项目和汇总诊断项目的统称术语。

指令表 (IL)

基于文本、面向机器的编程语言；所有运算均以文本形式显示

资源

执行代码的单元，例如 FS 资源、ST 资源

资源分配

资源的程序类型、程序组织单元或基础程序块分配

自动 IP 分配机制

无需配置和/或自动分配 169.254.0.0/16 范围内的空余 IP 地址的技术

自动交叉

双绞线接口上的发送线路和接收线路自动交叉功能；支持此功能的设备可以通过 1:1 电缆（插线电缆）代替交叉线进行相互连接。

自动侦测

自动检测数据速率和双工模式

字节模块

数据需要不同的过程映像数据宽度（位、字节或字）的电子模块。示例：计数器模块

► 支持

Pilz 提供全天 24 小时技术支持。

美洲

巴西

+55 11 97569-2804

墨西哥

+52 55 5572 1300

美国（免费热线）

+1 877-PILZUSA (745-9872)

加拿大

+1 888 315 7459

亚洲

中国

+86 21 60880878-216

日本

+81 45 471-2281

韩国

+82 31 778 3300

澳大利亚和大洋洲

澳大利亚

+61 3 95600621

新西兰

+64 9 6345350

欧洲

奥地利

+43 1 7986263-0

比利时&卢森堡

+32 9 3217570

英国

+44 1536 462203

法国

+33 3 88104003

德国

+49 711 3409-444

爱尔兰

+353 21 4804983

意大利, 马耳他

+39 0362 1826711

斯堪迪纳维亚半岛(北欧)

+45 74436332

西班牙

+34 938497433

瑞士

+41 62 88979-32

荷兰

+31 347 320477

土耳其

+90 216 5775552

亦可拨打我们的国际热线:

+49 711 3409-222

support@pilz.com

Pilz 采用生态材料及节能科技开发环境友好型产品。

我们的办事处和生产机构采用生态型设计,

环保、节能。因而 Pilz 可提供可持续性、

高能效产品及环境友好型解决方案。



我们是具有全球性的代表。

请访问 Pilz 官网 www.pilz.com 了解详情, 亦可直接接洽 Pilz 总公司。

总部: Pilz GmbH & Co. KG, Felix-Wankel-Straße 2, 73760 Ostfildern, 德国

电话: +49 711 3409-0, 传真: +49 711 3409-133, E-Mail: info@pilz.com, Internet: www.pilz.com

PILZ

THE SPIRIT OF SAFETY

1001467-ZH-CHS-30, 2022-06 Printed in Germany
© Pilz GmbH & Co. KG, 2019

CECE®, CHRE®, CMSE®, InduraNET p®, Leansafe®, Master of Safety®, PAS4000®, PAScale®, PASconfig®, Pilz®, PTT®, PLID®, PMQprime®, PMQprotego®, PMClendo®, PMD®, PMI®, PNOZ®, PRBT®, PRCN®, PSEN®, PSS®, PVS®, SafetyBUS p®, SafetyNET p®, THE SPIRIT OF SAFETY® 为 Pilz 有限公司在部分国家注册并受相应法律保护之商标。谨在此注明, 产品的具体特点可能与本文中所需内容有所出入; 这取决于文件发布时的状态以及设备的适用范围。对于本资料中的文字和图片, 我们并不担保其有效、准确且完整。若您有任何疑问之处, 请联系我们的技术支持部门。