SIEMENS

SIMATIC

容错系统 S7-400H

系统手册

05/2008
A5E00447391-05

前言 1
容错自动化系统 2
S7-400H 安装选项 3
入门指南 4
安装 CPU 41xH 5
CPU 41x-H 的特殊功能 6
PROFIBUS DP 模式下的 S7–400H 7
S7-400H 的系统状态和运行状态 8
链接和更新 9
在 S7–400H 中使用 I/O 10
通讯 11
使用 STEP 7 组态 12
操作期间的组件故障及更换 13
运行时修改系统 14
同步模块 15
S7-400 周期和反应时间 16
技术规范 17
冗余自动化系统的特性值 A
单机操作 B
从 S5H 移植到 S7-400H C
容错系统和标准系统之间的区别 D
S7-400H 支持的功能模块和通讯处理器 E
冗余 I/O 的连接实例 F

法律资讯

警告提示系统

为了您的人身安全以及避免财产损失，必须注意本手册中的提示。人身安全的提示用一个警告三角表示，仅与财产损失有关的提示不带警告三角。警告提示根据危险等级由高到低如下表示。

⚠危险
表示如果不采取相应的小心措施，**将会**导致死亡或者严重的人身伤害。

⚠警告
表示如果不采取相应的小心措施，**可能**导致死亡或者严重的人身伤害。

⚠小心
带有警告三角，表示如果不采取相应的小心措施，可能导致轻微的人身伤害。

小心
不带警告三角，表示如果不采取相应的小心措施，可能导致财产损失。

注意
表示如果不注意相应的提示，可能会出现不希望的结果或状态。

当出现多个危险等级的情况下，每次总是使用最高等级的警告提示。如果在某个警告提示中带有警告可能导致人身伤害的警告三角，则可能在该警告提示中另外还附带有可能导致财产损失的警告。

合格的专业人员

仅允许安装和驱动与本文件相关的附属设备或系统。设备或系统的调试和运行仅允许由**合格的专业人员**进行。本文件安全技术提示中的合格专业人员是指根据安全技术标准具有从事进行设备、系统和电路的运行，接地和标识资格的人员。

按规定使用 Siemens 产品

请注意下列说明：

⚠警告
Siemens 产品只允许用于目录和相关技术文件中规定的使用情况。如果要使用其他公司的产品和组件，必须得到 Siemens 推荐和允许。正确的运输、储存、组装、装配、安装、调试、操作和维护是产品安全、正常运行的前提。必须保证允许的环境条件。必须注意相关文件中的提示。

商标

所有带有标记符号 ® 的都是西门子股份有限公司的注册商标。标签中的其他符号可能是一些其他商标，这是出于保护所有者权利的 目地由第三方使用而特别标示的。

责任免除

我们已对印刷品中所述内容与硬件和软件的一致性作过检查。然而不排除存在偏差的可能性，因此我们不保证印刷品中所述内容与硬件和软件完全一致。印刷品中的数据都按规定经过检测，必要的修正值包含在下一版本中。

Siemens AG
Industry Sector
Postfach 48 48
90026 NÜRNBERG
德国

A5E00447391-05
℗ 12/2008

Copyright © Siemens AG 2008.
本公司保留技术更改的权利

目录

1 前言 19

1.1 前言 19

2 容错自动化系统 25

2.1 SIMATIC系列的冗余自动化系统 25

2.2 增大系统可用性 27

3 S7-400H安装选项 31

3.1 S7-400H安装选项 31

3.2 装配容错站的规则 34

3.3 S7-400H基本系统 35

3.4 用于S7-400H的I/O模块 37

3.5 通讯 38

3.6 组态和编程工具 38

3.7 用户程序 39

3.8 说明文档 40

4 入门指南 41

4.1 入门指南 41

4.2 要求 42

4.3 硬件安装和S7-400H调试 43

4.4 容错系统故障响应实例 45

5 安装CPU 41xH 47
5.1 CPU的控制和显示元件 47
5.2 CPU的监视功能 52
5.3 状态和错误显示 55
5.4 模式选择器开关 59
5.5 安全等级 60
5.6 存储器复位的操作顺序 62
5.7 存储卡的结构和功能 65
5.8 多点接口(MPI) 69
5.9 PROFIBUS DP接口 70
5.10 S7-400H CPU的参数总览 71
6 CPU 41x-H的特殊功能 73
6.1 不使用存储卡更新固件 73
6.2 在RUN模式下更新固件 75
6.3 读取服务数据 77
7 PROFIBUS DP模式下的S7–400H 79
7.1 CPU 41x–H作为PROFIBUS DP主站 79
7.1.1 41xH CPU的DP地址区 80
7.1.2 CPU 41xH作为PROFIBUS DP主站 81
7.1.3 41xH CPU作为PROFIBUS DP主站运行时的诊断功能 84
7.2 一致性数据 89
7.2.1 通讯块和功能的一致性 90
7.2.2 访问CPU RAM 90
7.2.3 SFB 14 "GET"/读变量与SFB 15 "PUT"/写变量的一致性规则 91
7.2.4 从DP标准从站一致性地读取数据和将数据一致性地写入到DP标准从站 91
7.2.5 不使用SFC 14 或SFC 15 进行一致性数据访问 92

8 S7-400H的系统状态和运行状态 95

8.1 S7-400H的系统状态和运行状态 95

8.2 简介 96

8.3 S7-400H的系统状态 99

8.4 CPU的运行状态 100
8.4.1 STOP运行状态 101
8.4.2 STARTUP运行状态 102
8.4.3 LINK-UP和UPDATE运行状态 103
8.4.4 RUN运行状态 103
8.4.5 HOLD运行状态 105
8.4.6 TROUBLESHOOTING运行状态 105

8.5 自检 107

8.6 基于时间的响应 111

8.7 S7-400H系统中硬件中断的评估 111

9 链接和更新 113

9.1 链接和更新的影响 113

9.2 链接和更新的条件 115

9.3 链接和更新 116
9.3.1 链接顺序 120
9.3.2 更新顺序 122
9.3.3 切换到已修改了组态或扩展了存储器组态的CPU 125
9.3.4 禁止链接和更新 128

9.4 时间监视 129
9.4.1 基于时间的响应 132
9.4.2 确定监视时间 133
9.4.3 用于链接和更新的性能值 140
9.4.4 对基于时间的响应的影响 141

9.5 链接和更新操作的特性 142

10 在S7–400H中使用I/O 143

10.1 在S7–400H中使用I/O 143

10.2 简介 144

10.3 使用单通道单向I/O 145

10.4 使用单通道双向I/O 147

10.5 连接冗余I/O 152
10.5.1 连接冗余I/O 152
10.5.2 用于冗余的信号模块 161
10.5.3 判断取消激活状态 181

10.6 连接冗余I/O的其它选项 182

11 通讯 189

11.1 通讯 189

11.2 基本原理 190

11.3 可使用的网络 194

11.4 可使用的通讯服务 194

11.5 通过容错S7 连接进行通讯 195
11.5.1 容错系统之间的通讯 197
11.5.2 容错系统和容错CPU之间的通讯 200
11.5.3 容错系统和PC之间的通讯 201

11.6 通过S7 连接进行通讯 203
11.6.1 通过S7 连接进行通讯 - 单向模式 204
11.6.2 通过冗余S7 连接进行通讯 206
11.6.3 通过ET 200M上的点对点CP进行通讯 207
11.6.4 到单通道系统的自定义链接 208

11.7 通讯性能 209

11.8 通讯中的常见问题 211

12 使用STEP 7 组态 213

12.1 使用STEP 7 组态 213

12.2 使用STEP 7 组态 213
12.2.1 装配容错站的规则 214
12.2.2 组态硬件 215
12.2.3 为容错站中的模块分配参数 215
12.2.4 设置CPU参数的建议 216
12.2.5 组态联网 217

12.3 STEP 7 中的编程设备功能 219

13 操作期间的组件故障及更换 221

13.1 操作期间的组件故障及更换 221

13.2 操作期间的组件故障及更换 221
13.2.1 CPU的故障及更换 221
13.2.2 电源模块故障及更换 224
13.2.3 输入/输出或功能模块的故障及更换 225
13.2.4 通讯模块的故障及更换 227
13.2.5 同步模块或光纤电缆的故障及更换 228
13.2.6 IM 460 和IM 461 接口模块故障及更换 232

13.3 分布式I/O中的组件故障及更换 233
13.3.1 PROFIBUSDP主站的故障及更换 233
13.3.2 冗余PROFIBUSDP接口模块的故障及更换 235
13.3.3 PROFIBUSDP从站的故障及更换 236
13.3.4 PROFIBUSDP电缆的故障及更换 237

14 运行时修改系统 239

14.1 运行时修改系统 239

14.2 可能的硬件修改 240

14.3 在PCS 7 中添加组件 245
14.3.1 PCS 7，步骤 1：修改硬件 247
14.3.2 PCS 7，步骤 2：离线修改硬件配置 248
14.3.3 PCS 7，步骤 3：停止备用站CPU 249
14.3.4 PCS 7，步骤 4：在备用站CPU中装载新的硬件配置 249
14.3.5 PCS 7，步骤 5：切换到已修改了组态的CPU 250
14.3.6 PCS 7，步骤 6：转换为冗余状态 252
14.3.7 PCS 7，步骤 7：编辑和下载用户程序 253
14.3.8 在PCS 7 中添加接口模块 254

14.4 在PCS 7 中删除组件 256
14.4.1 PCS 7，步骤I：离线修改硬件配置 257
14.4.2 PCS 7，步骤II： 编辑和下载用户程序 258
14.4.3 PCS 7，步骤III：停止备用站CPU 259
14.4.4 PCS 7，步骤IV：在备用站CPU中装载新的硬件配置 259
14.4.5 PCS 7，步骤V：切换到已修改了组态的CPU 260
14.4.6 PCS 7，步骤VI：转换为冗余状态 262
14.4.7 PCS 7，步骤VII：修改硬件 263
14.4.8 在PCS 7 中删除接口模块 264

14.5 在STEP 7 中添加组件 266
14.5.1 STEP 7，步骤 1：添加硬件 268
14.5.2 STEP 7，步骤 2：离线修改硬件配置 269
14.5.3 STEP 7，步骤 3：扩展和下载OB 269
14.5.4 STEP 7，步骤 4：停止备用站CPU 270

14.5.5 STEP 7，步骤 5：在备用站CPU中装载新的硬件配置 270
14.5.6 STEP 7，步骤 6：切换到已修改了组态的CPU 271
14.5.7 STEP 7，步骤 7：转换为冗余状态 272
14.5.8 STEP 7，步骤 8：编辑和下载用户程序 273
14.5.9 在STEP 7 中添加接口模块 274

14.6 在STEP 7 中删除组件 276
14.6.1 STEP 7，步骤I：离线修改硬件配置 277
14.6.2 STEP 7，步骤II：编辑和下载用户程序 278
14.6.3 STEP 7，步骤III：停止备用站CPU 279
14.6.4 STEP 7，步骤IV：在备用站CPU中装载新的硬件配置 279
14.6.5 STEP 7，步骤V：切换到已修改了组态的CPU 280
14.6.6 STEP 7，步骤VI：转换为冗余状态 281
14.6.7 STEP 7，步骤VII：修改硬件 282
14.6.8 STEP 7，步骤VIII：编辑和下载组织块 282
14.6.9 在STEP 7 中删除接口模块 283

14.7 编辑CPU参数 285
14.7.1 编辑CPU参数 285
14.7.2 步骤A：离线编辑CPU参数 288
14.7.3 步骤B：停止备用站CPU 288
14.7.4 步骤C： 在备用站CPU中装载新的硬件配置 289
14.7.5 步骤D：切换到已修改了组态的CPU 289
14.7.6 步骤E：转换为冗余状态 290

14.8 改变CPU存储器组态 292
14.8.1 改变CPU存储器组态 292
14.8.2 扩展装载存储器 292
14.8.3 改变装载存储器的类型 294

14.9 重新组态模块 297
14.9.1 重新组态模块 297
14.9.2 步骤A：离线编辑参数 298
14.9.3 步骤B： 停止备用站CPU 299
14.9.4 步骤C：在备用站CPU中装载新的硬件配置 299
14.9.5 步骤D：切换到已修改了组态的CPU 300
14.9.6 步骤E：转换为冗余状态 302

15 同步模块 303

15.1 用于S7–400H的同步模块 303

15.2 安装光纤电缆 307

15.3 选择光纤电缆 310

16 S7-400 周期和反应时间 317
16.1 周期 318
16.2 计算周期 320
16.3 不同的周期 327
16.4 通讯负载 329
16.5 反应时间 332
16.6 计算周期和反应时间 338
16.7 周期和反应时间计算实例 339
16.8 中断反应时间 343
16.9 中断反应时间计算实例 345
16.10 延迟和监视狗中断的再现能力 346
17 技术规范 347
17.1 CPU 412–3H；(6ES7412–3HJ14–0AB0)的技术规范 347
17.2 CPU 414–4H；(6ES7414–4HM14–0AB0)的技术规范 357
17.3 CPU 417–4H；(6ES7417–4HT14–0AB0)的技术规范 368
17.4 存储卡的技术规范 380
17.5 用于冗余I/O的FC和FB的运行时间 382
A 冗余自动化系统的特性值 385
A.1 基本原理 386
A.2 比较选定组态的MTBF 391
A.2.1 包含中央I/O的系统组态 391
A.2.2 包含分布式I/O的系统组态 393
A.2.3 比较包含标准和容错通讯的系统组态 396
B 单机操作 397
C 从S5H移植到S7-400H 405
C.1 常规内容 405
C.2 组态、编程和诊断 406

D 容错系统和标准系统之间的区别 407

E S7-400H支持的功能模块和通讯处理器 411

F 冗余I/O的连接实例 415

F.1 SM 321；DI 16 x DC 24 V，6ES7321-1BH02-0AA0 415

F.2 SM 321；DI 32 x DC 24 V，6ES7321-1BL00-0AA0 416

F.3 SM 321；DI 16 x AC 120/230V，6ES7321–1FH00–0AA0 417

F.4 SM 321；DI 8 x AC 120/230 V，6ES7321-1FF01-0AA0 418

F.5 SM 321；DI 16 x DC 24 V，6ES7321–7BH00–0AB0 419

F.6 SM 321；DI 16 x DC 24 V，6ES7321–7BH01–0AB0 420

F.7 SM 326；DO 10 x DC 24V/2A，6ES7326–2BF01–0AB0 421

F.8 SM 326；DI 8 x NAMUR，6ES7326-1RF00-0AB0 422

F.9 SM 326；DI 24 x DC 24 V，6ES7326-1BK00-0AB0 423

F.10 SM 421；DI 32 x UC 120 V，6ES7421-1EL00-0AA0 424

F.11 SM 421；DI 16 x DC 24 V，6ES7421-7BH01-0AB0 425

F.12 SM 421；DI 32 x DC 24 V，6ES7421-1BL00-0AB0 426

F.13 SM 421；DI 32 x DC 24 V，6ES7421-1BL01-0AB0 427

F.14 SM 322；DO 8 x DC 24V/2A，6ES7322–1BF01–0AA0 428

F.15 SM 322；DO 32 x DC 24 V/0,5 A，6ES7322-1BL00-0AA0 429

F.16 SM 322；DO 8 x AC 230 V/2 A，6ES7322-1FF01-0AA0 430

F.17 SM 322；DO 4 x DC 24 V/10 mA [EEx ib]，6ES7322-5SD00-0AB0 431

F.18 SM 322；DO 4 x DC 15 V/20 mA [EEx ib]，6ES7322–5RD00–0AB0 432

F.19 SM 322；DO 8 x DC 24 V/0,5 A，6ES7322-8BF00-0AB0 433

F.20 SM 322；DO 16 x DC 24 V/0.5 A，6ES7322–8BH01–0AB0 434

F.21 SM 332；AO 8 x 12 位；6ES7332-5HF00-0AB0 435

F.22 SM 332；AO 4 x 0/4...20 mA [EEx ib]，6ES7332-5RD00-0AB0 436

F.23 SM 422；DO 16 x AC 120/230 V/2 A，6ES7422-1FH00-0AA0 437

F.24 SM 422；DO 32 x DC 24 V/0,5 A，6ES7422-7BL00-0AB0 438

F.25 SM 331；AI 4 x 15 位[EEx ib]；6ES7331-7RD00-0AB0 439

F.26 SM 331；AI 8 x 12 位，6ES7331-7KF02-0AB0 440

F.27 SM 331；AI 8 x 16 位，6ES7331–7NF00–0AB0 441

F.28 SM 331；AI 8 x 16 位，6ES7331–7NF10–0AB0 442

F.29 SM 331；AI 6xTC 16 位 iso，6ES7331-7PE10-0AB0 443
F.30 SM 331；AI 8 x 0/4...20mA HART，6ES7331-7TF01-0AB0 444
F.31 SM 332；AO 4 x 12 位；6ES7332–5HD01–0AB0 446
F.32 SM 332；AO 8 x 0/4...20mA HART，6ES7332-8TF01-0AB0 447
F.33 SM 431；AI 16 x 16 位，6ES7431–7QH00–0AB0 448
词汇表 449
索引 453

表格

表格 5- 1 CPU上的LED 49
表格 5- 2 模式选择器开关设置 59
表格 5- 3 CPU的防护等级 60
表格 5- 4 存储卡类型 66
表格 7- 1 41x CPU，作为PROFIBUS DP的MPI/DP接口 80
表格 7- 2 对于作为DP主站的 41x CPU，“BUSF”LED的含义 84
表格 7- 3 通过STEP 7 读出诊断信息 85
表格 7- 4 作为DP从站的CPU 41xH的事件检测 88
表格 8- 1 S7-400H系统状态的总览 99
表格 8- 2 导致冗余丢失的错误原因 104
表格 8- 3 自检期间对错误的响应 107
表格 8- 4 对再次发生的比较错误的响应 108
表格 8- 5 对校验和错误的响应 108
表格 8- 6 第二次发生单向调用OB 121 硬件故障、校验和错误 109
表格 9- 1 链接和更新功能的属性 113
表格 9- 2 链接和更新的条件 115
表格 9- 3 用户程序部分的典型值 140
表格 10- 1 支持单通道双向I/O的接口 147
表格 10- 2 用于冗余的信号模块 161
表格 10- 3 使用/不使用二极管互连数字量输出模块 172
表格 10- 4 模拟量输入模块和编码器 178
表格 10- 5 冗余I/O实例，OB 1 部分 185
表格 10- 6 冗余I/O实例，OB 122 部分 186
表格 10- 7 有关冗余使用 I/O 的监视时间 187
表格 14- 1 可修改的CPU参数 285
表格 15- 1 附件光纤电缆 310
表格 15- 2 光纤电缆规范，用于室内应用场合 311
表格 15- 3 光纤电缆规范，室外应用场合 313
表格 16- 1 循环程序执行 318
表格 16- 2 影响周期的因素 320

表格 16- 3 过程映像传送时间的分配，CPU 412-3H 321
表格 16- 4 过程映像传送时间的一部分，CPU 414-4H 322
表格 16- 5 过程映像传送时间的一部分，CPU 417-4H 324
表格 16- 6 延长周期 325
表格 16- 7 扫描周期校验点处的操作系统执行时间 325
表格 16- 8 周期因嵌套中断而延长 326
表格 16- 9 CPU对I/O模块的直接访问 336
表格 16- 10 CPU通过本地链接对扩展设备中的I/O模块的直接访问 337
表格 16- 11 CPU通过远程链接对扩展设备中的I/O模块的直接访问 337
表格 16- 12 反应时间计算实例 338
表格 16- 13 过程和诊断反应时间；无通讯时的最大中断反应时间 343
表格 16- 14 CPU的时间延迟中断和循环中断的再现能力 346
表格 17- 1 用于冗余I/O的块的运行时间 382

图形

图 2-1 冗余自动化系统的操作目的 25
图 2-2 使用SIMATIC的全集成自动化解决方案 27
图 2-3 无错误/故障情况下网络中冗余状况的实例 28
图 2-4 有错误/故障情况下 2 选 1 系统冗余状况的实例 28
图 2-5 完全失效情况下 2 选 1 系统冗余状况的实例 29
图 3-1 总览 32
图 3-2 S7-400H基本系统的硬件 35
图 3-3 容错系统的用户文档 40
图 4-1 硬件安装 43
图 5-1 CPU 412-3H上控制和显示元件的布局 47
图 5-2 CPU 4144H/4174H控制和显示元件的布局 48
图 5-3 插孔 51
图 5-4 模式选择器开关设置 59
图 5-5 存储卡的设计 65
图 7-1 通过CPU 41xH进行诊断 86
图 7-2 DP主站和DP从站的诊断地址 87
图 7-3 DP从站属性 93
图 8-1 同步子系统 97
图 8-2 容错系统的系统模式和运行模式 100
图 9-1 链接和更新的顺序 117
图 9-2 更新顺序 118
图 9-3 更新期间输入信号最小信号持续时间的实例 119
图 9-4 与更新相关的时间的含义 130
图 9-5 最小I/O保持时间与优先级大于 15 的最大禁止时间之间的关系 134
图 10-1 单通道双向ET 200M分布式I/O 148
图 10-2 中央单元和扩展单元中的冗余I/O 152
图 10-3 单向DP从站中的冗余I/O 153
图 10-4 双向DP从站中的冗余I/O 154
图 10-5 单模式下的冗余I/O 155
图 10-6 带一个编码器的 2 选 1 组态中的容错数字量输入模块 170

图 10-7 带两个编码器的 2 选 1 组态中的容错数字量输入模块 171
图 10-8 2 选 1 组态中的容错数字量输出模块 172
图 10-9 带一个编码器的 2 选 1 组态中的容错模拟量输入模块 174
图 10-10 带两个编码器的 2 选 1 结构中的容错模拟量输入模块 178
图 10-11 2 选 1 组态中的容错模拟量输出模块 179
图 10-12 冗余单向和双向I/O 182
图 10-13 OB 1 的流程图 184
图 11-1 S7 连接的实例 191
图 11-2 根据组态而产生的子连接数量的实例 192
图 11-3 包含冗余系统和容错环的冗余实例 197
图 11-4 包含容错系统和冗余总线系统的冗余实例 198
图 11-5 包含附加CP冗余的容错系统实例 198
图 11-6 包含容错系统和容错CPU的冗余实例 200
图 11-7 包含容错系统和冗余总线系统的冗余实例 201
图 11-8 在PC中包含容错系统、冗余总线系统和CP冗余的冗余实例。 202
图 11-9 将标准和容错系统链接到冗余环的实例 204
图 11-10 将标准和容错系统链接到冗余总线系统的实例 205
图 11-11 冗余系统以及具有冗余标准连接的冗余总线系统的冗余实例 206
图 11-12 容错系统与单通道第三方系统链接的实例 207
图 11-13 将容错系统与单通道外部系统链接的实例 208
图 11-14 作为数据吞吐量的变量的通讯负载(基本配置文件) 209
图 11-15 通讯负载作为响应时间的函数（基本配置文件） 210
图 15-1 同步模块 304
图 15-2 光纤电缆，使用分配盒安装 315
图 16-1 周期的元素和构成 319
图 16-2 不同的周期 327
图 16-3 最小周期 328
图 16-4 公式： 通讯负载的影响 329
图 16-5 时间片的分配 329
图 16-6 周期与通讯负载的相关性 331
图 16-7 PROFIBUS DP网络上的DP周期 333

图 16-8 最短反应时间.....334
图 16-9 最长反应时间.....335
图 A-1 MDT.....387
图 A-2 MTBF.....388
图 A-3 共因故障(CCF).....389
图 A-4 可用性.....390
图 B-1 总览：为实现在运行期间修改系统的系统结构.....401
图 F-1 SM 321 互连实例；DI 16 x DC 24 V.....415
图 F-2 SM 321 互连实例；DI 32 x DC 24 V.....416
图 F-3 SM 321 互连实例；DI 16 x AC 120/230 V.....417
图 F-4 SM 321 互连实例；DI 8 x AC 120/230 V.....418
图 F-5 SM 321 互连实例；DI 16 x DC 24V.....419
图 F-6 SM 321 互连实例；DI 16 x DC 24V.....420
图 F-7 SM 326 互连实例；DO 10 x DC 24 V/2 A.....421
图 F-8 SM 326 互连实例；DI 8 x NAMUR.....422
图 F-9 SM 326 互连实例；DI 24 x DC 24 V.....423
图 F-10 SM 421 互连实例；DI 32 x UC 120 V.....424
图 F-11 SM 421 互连实例；DI 16 x 24 V.....425
图 F-12 SM 421 互连实例；DI 32 x 24 V.....426
图 F-13 SM 421 互连实例；DI 32 x 24 V.....427
图 F-14 SM 322 互连实例；DO 8 x DC 24 V/2 A.....428
图 F-15 SM 322 互连实例；DO 32 x DC 24 V/0.5 A.....429
图 F-16 SM 322 互连实例；DO 8 x AC 230 V/2 A.....430
图 F-17 SM 322 互连实例；DO 16 x DC 24 V/10 mA [EEx ib].....431
图 F-18 SM 322 互连实例；DO 16 x DC 15 V/20 mA [EEx ib].....432
图 F-19 SM 322 互连实例；DO 8 x DC 24 V/0.5 A.....433
图 F-20 SM 322 互连实例；DO 16 x DC 24 V/0.5 A.....434
图 F-21 SM 332 互连实例，AO 8 x 12 位.....435
图 F-22 SM 332 互连实例；AO 4 x 0/4...20 mA [EEx ib].....436
图 F-23 SM 422 互连实例；DO 16 x 120/230 V/2 A.....437
图 F-24 SM 422 互连实例；DO 32 x DC 24 V/0.5 A.....438

图 F-25 SM 331 互连实例；AI 4 x 15 位[EEx ib] 439
图 F-26 SM 331 互连实例；AI 8 x 12 位 440
图 F-27 SM 331 互连实例；AI 8 x 16 位 441
图 F-28 SM 331 互连实例；AI 8 x 16 位 442
图 F-29 SM 331 AI 6xTC 16 位iso互连实例 443
图 F-30 互连实例 1 SM 331；AI 8 x 0/4...20mA HART 444
图 F-31 互连实例 2 SM 331；AI 8 x 0/4...20mA HART 445
图 F-32 SM 332 互连实例，AO 4 x 12 位 446
图 F-33 互连实例 3 SM 332；AO 8 x 0/4...20mA HART 447
图 F-34 SM 431 互连实例；AI 16 x 16 位 448

1 前言

1.1 前言

本手册用途

本手册提供有用的参考，并包含 S7-400H CPU 操作选项、功能和技术规范的信息。

欲知与安装 S7-400H 系统有关的这些模块和其它模块的安装和接线信息，请参考*《S7-400 可编程控制器，安装》*手册。

所需的基本知识

阅读本手册需要具备自动化工程的基本知识。

我们假设读者已经相当了解计算机或 PC 类设备(例如，在操作系统 Windows 2000 或 XP 下运行的编程设备)。 S7-400H 需使用 STEP 7 基本软件来组态，因此应熟悉该软件的操作。 相关知识参见*《使用 STEP 7 编程》*手册。

尤其在安全相关区域中操作 S7-400H 系统时，务必要始终遵守*《S7-400 自动化系统，硬件和安装》*手册附录中提供的有关电气控制系统安全的信息。

本手册适用范围

本手册与下列组件有关：

- CPU 412–3H；6ES7412–3HJ14–0AB0，其中，固件版本为 V4.5.0 或更高
- CPU 414–4H；6ES7414–4HM14–0AB0，其中，固件版本为 V4.5.0 或更高
- CPU 417–4H；6ES7417–4HT14–0AB0，其中，固件版本为 V4.5.0 或更高

基本系统组件所要求的版本或订货号

系统组件	所要求的版本或订货号
PROFIBUS DP CP443-5 扩展型上的外部主站	订货号为 6GK7443–5DX03–0XE0，硬件版本为 V1 或更高，固件版本为 V5.1.4 或更高
	订货号为 6GK7443–5DX04–0XE0，硬件版本为 V1 或更高，固件版本为 V6.4.0 或更高
通讯模块 CP4431 (工业以太网、TCP/ISO 传输)	订货号为 6GK7443–1EX10–0XE0，硬件版本为 V1 或更高，固件版本为 V2.6.7 或更高
	订货号为 6GK7443–1EX11–0XE0，硬件版本为 V1 或更高，固件版本为 V2.6.7 或更高
通讯模块 CP4435 基本型 (PROFIBUS；S7 通讯)	订货号为 6GK7443–5FX02–0XE0，硬件版本为 V2 或更高，固件版本为 V3.2 或更高

说明

不同模块可能还有其它限制。 请参考相关产品信息和 FAQ 或 SIAMTIC NET 新闻中的信息。

安装 STEP 7 硬件更新组件

除了 STEP 7 外，您还需要一个硬件更新组件。 更新文件可从 Internet 的 STEP 7 网页上直接下载。 操作时，可在“STEP 7 -> 配置硬件”中选择“选项-> 安装硬件更新”菜单命令。

认证

有关认证和标准的详细资料，请参考*《S7-400 可编程控制器，模块数据》*手册第 1.1 节：标准和认证。

在线帮助

除了本手册外，在软件的集成在线帮助系统中也可以找到有关软件使用方法的详细支持信息。

帮助系统可通过几种界面访问：

- **帮助**菜单包含多个命令： **目录**打开帮助索引。 有关 H 系统的帮助，可在**组态 H 系统**中找到。
- **使用帮助**提供了关于在线帮助系统使用方法的详细说明。
- 上下文相关帮助系统提供关于当前上下文的信息，例如，关于一个已打开对话框或当前窗口的信息。 单击“帮助”或使用 F1 键可调用该帮助。
- 状态栏会提供另一种形式的上下文相关帮助。 当鼠标指针位于一条命令上时，它就会显示菜单命令的简短描述。
- 当鼠标指针位于工具栏按钮上时，该工具栏按钮的简短信息文本也会显示出来。

如果需要阅读印刷版的在线帮助信息，可以打印各主题、篇章或整个帮助系统。

查找信息

本手册介绍了多种快速查找具体信息的途径：

- 在本手册的开头，可以找到完整的目录。
- 各节中每页的左侧栏提供了每节内容的总览。
- 附录之后是词汇表，词汇表定义了本手册中使用的重要专业术语。
- 本手册的最后有一个详尽的索引，可用来快速访问与具体主题有关的信息。

回收和处理

S7-400H 系统含环保材料，可以回收使用。为了使旧设备的回收和处置更符合环保要求，请联系一家经认证的电子废料处理服务机构。

其它支持

如果您对本手册中所述的产品有任何疑问，而在本文档中未找到答案，请与我们当地办事处的 Siemens 合作伙伴联系。

可在以下网站找到有关联系人的信息：

http://www.siemens.com/automation/partner

可在以下网站找到各种 SIMATIC 产品和系统的技术文档指南：

http://www.siemens.de/simatic-tech-doku-portal

以下网站提供在线目录和在线订购系统：

http://mall.ad.siemens.com/

H/F 研究中心

纽伦堡的 H/F 研究中心提供关于
容错 SIMATIC S7 自动化系统的专题讨论会，
以及组态和调试支持，
并帮助您找到设备故障的解决方案。
电话：+49 (911) 895-4759
传真： +49 (911) 895-5193
电子邮件： hf-cc.aud@siemens.com

培训中心

我们提供了一系列相关课程，来帮助您熟悉 SIMATIC S7 自动化系统。 请与您所在地区的培训中心联系，或直接与位于
Nuremberg，90327 Germany 的培训中心总部联系。 电话： +49 (911) 895–3200
Internet： http://www.sitrain.com

自动化与驱动集团技术支持

全球范围，全天 24 小时：

全球(纽伦堡) **技术支持**		
当地时间： 全天 24 小时，全年 365 天 电话： +49 (0) 180 5050-222 传真：+49 (0) 180 5050-223 电子邮件： adsupport@siemens.com 格林尼治标准时间： +1:00		
欧洲/非洲(纽伦堡) **授权**	**美国(约翰逊城)** **技术支持与授权**	**亚洲/澳大利亚(北京)** **技术支持与授权**
当地时间： 周一至周五 上午 8:00 到下午 5:00 电话： +49 (0) 180 5050-222 传真：+49 (0) 180 5050-223 电子邮件： adsupport@siemens.com 格林尼治标准时间： +1:00	当地时间：周一至周五上午 8:00 到下午 5:00 电话： +1 (423) 262 2522 传真：+1 (423) 262 2289 电子邮件： simatic.hotline@sea.siemens.com 格林尼治标准时间：-5:00	当地时间：周一至周五上午 8:00 到下午 5:00 电话： +86 10 64 75 75 75 传真：+86 10 64 74 74 74 电子邮件： adsupport.asia@siemens.com 格林尼治标准时间： +8:00
技术支持和授权热线使用德语和英语两种语言。		

Internet 上的服务与支持

除文档外，我们还在 Internet 上在线提供一个全面的知识库，网址为：

http://www.siemens.com/automation/service&support

在那里您会找到：

- 不断为您提供产品最新信息的新闻快递。
- 用以查找所需文档的知识管理器
- 世界各地用户和专家交流经验的论坛。

- 您当地的自动化与驱动产品代表信息。
- 现场服务、修理和备件信息。“服务”页面上的更多信息。

2 容错自动化系统

2.1 SIMATIC 系列的冗余自动化系统

冗余自动化系统的操作目的

在实践中，冗余自动化系统可用来实现更高程度的可用性或容错功能。

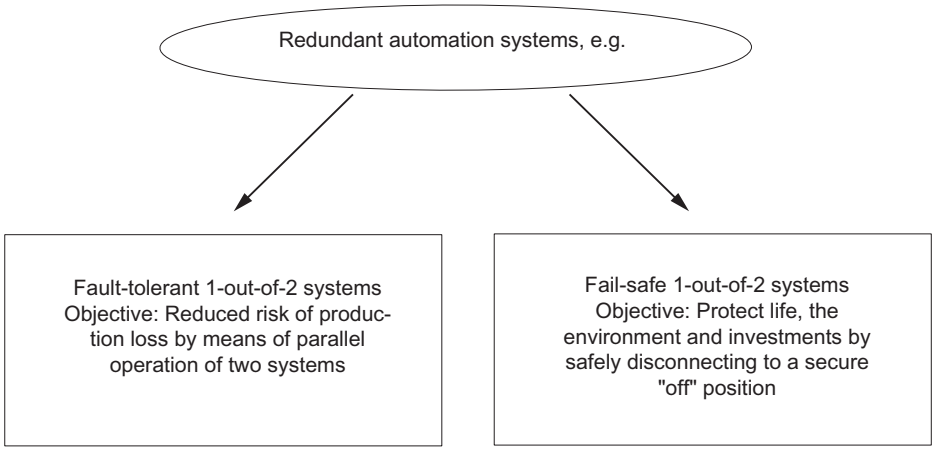


图 2-1 冗余自动化系统的操作目的

请注意容错和故障安全系统之间的区别。
S7-400H 是容错自动化系统，只有在其它措施配合下控制安全相关过程时才需要使用。

为何需要容错自动化系统？

采用容错自动化系统的目的在于降低生产停机时间，无论停机原因是出错/故障还是实施维护。

停机时间的成本越高，就越有必要使用容错系统。 通过避免生产损失，可以很快收回容错系统普遍较高的投资成本。

软件冗余

对于很多应用领域，冗余质量的要求或可能需要冗余自动化系统的工厂区域范围，并不能说明一定需要一套专业的容错系统。 通常情况下，简单的软件机制就足以在产生问题时使出故障的控制任务在替代系统上继续运行。

S7-300 和 S7-400 标准系统上可实施可选的“SIMATIC S7 软件冗余”软件包，以控制容许在出现故障时经数秒延迟切换到替代系统的过程，如供水工程、水处理系统或运输流量控制过程。

冗余 I/O

当系统包含两套输入/输出模块，而这些模块以冗余对的形式组态并运行时，它们即称为冗余I/O。 使用冗余I/O最大程度地提高了可用性，因为系统可以容许CPU或信号模块的故障。 如果需要冗余I/O，可使用“功能I/O冗余”块库中的块来实现，请参见 连接冗余I/O (页 152)小节。

2.2 增大系统可用性

S7-400H 自动化系统能满足对一流自动化系统在可用性、智能度和分布式输出方面的较高要求。系统提供了过程数据采集和准备所需的所有功能，其中包括装配和设备的开环回路控制、闭环回路控制及监视功能。

全集成系统

S7-400H 自动化系统能够和所有其它 SIMATIC 组件 (例如 SIMATIC PCS7 控制系统) 协调地工作。从控制室直到传感器和执行器的全集成系统是行业发展的必然结果，它能确保系统性能最优。

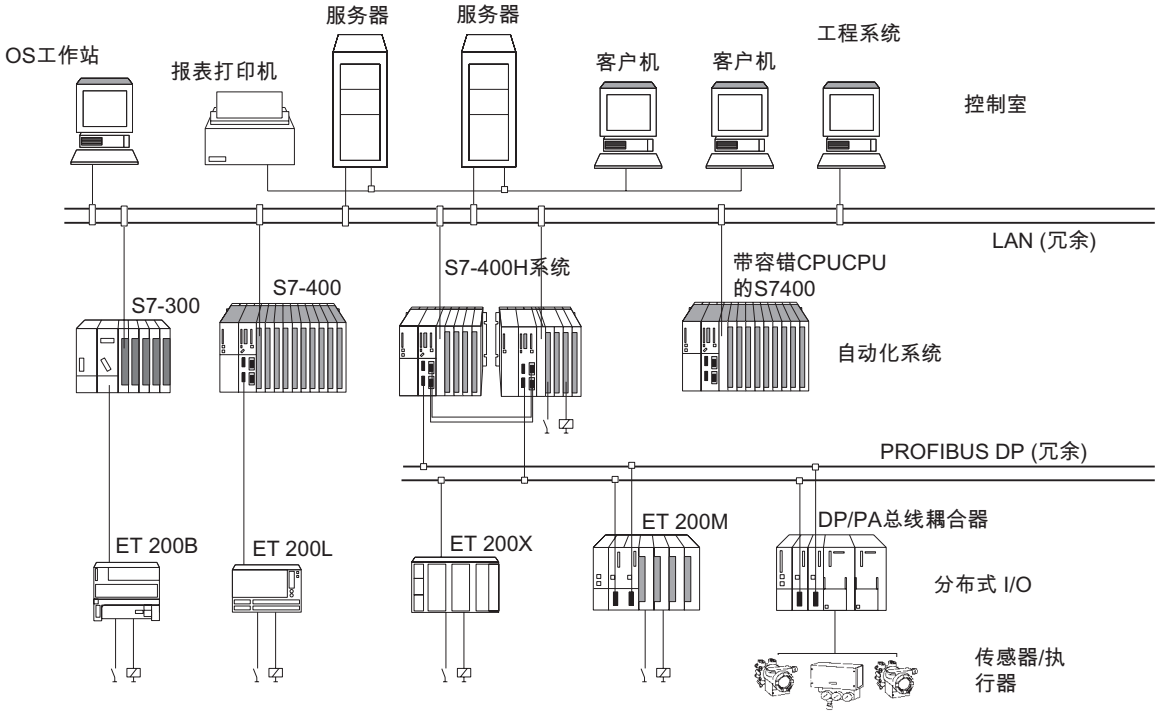


图 2-2 使用 SIMATIC 的全集成自动化解决方案

通过组件重复实现的分级可用性

S7-400H 的冗余结构可确保其随时的可用性。 这意味着所有重要组件均重复存在。

这一冗余结构包括 CPU、电源模块以及用于两个 CPU 的硬件。

您可以根据特定的自动化过程自定决定通过重复任何其它组件来增强可用性。

冗余节点

冗余节点意味着通过冗余组件实现故障时的系统可靠性。 每个冗余节点可视为独立的部分，当节点内部的某个组件发生故障时，并不会导致其它节点或整个系统的可靠性受到限制。

可使用块图简单地说明整个系统的可用性。对于 2 选 1 系统，冗余节点的一个组件发生故障时不会削弱整个系统的可操作性。 冗余节点链中最薄弱的环节决定了整个系统的可用性。

无错误/故障

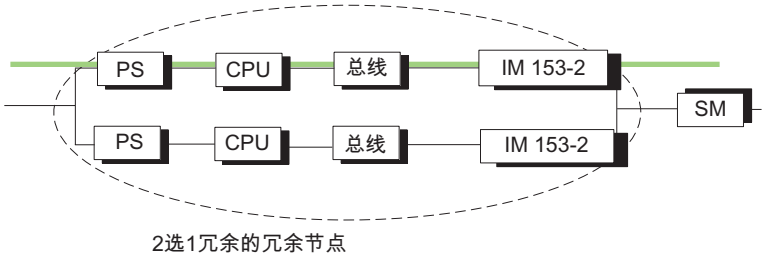


图 2-3　　无错误/故障情况下网络中冗余状况的实例

有错误/故障

下图说明了一个组件发生故障时并不削弱整个系统功能的原理。

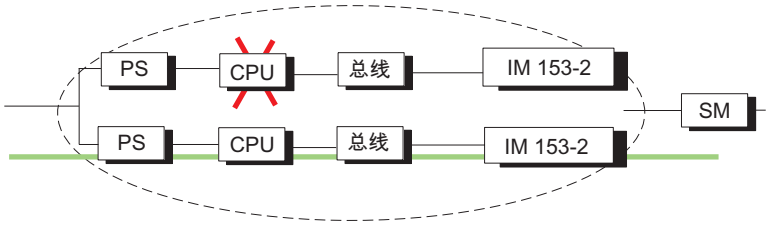


图 2-4　　有错误/故障情况下 2 选 1 系统冗余状况的实例

冗余节点故障(完全失效)

下图显示了因 2 选 1 冗余节点中的两个子单元均发生故障(完全失效)而导致系统不能运行的情况。

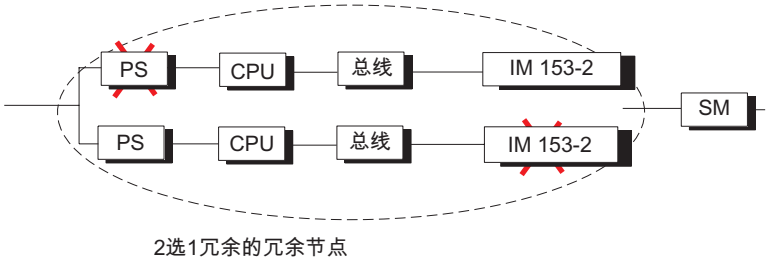


图 2-5　　完全失效情况下 2 选 1 系统冗余状况的实例

S7-400H 安装选项

3

3.1 S7-400H 安装选项

第一个说明部分介绍冗余 S7-400H 自动化系统的基本组态和 S7-400H 基本系统的组件。然后将介绍可用来扩展此基本系统的硬件组件。

第二部分介绍用来对 S7-400H 进行组态和编程的软件工具。包括可供 S7-400 基本系统使用的附加软件和扩展功能，可用它们来创建用户程序并利用 S7-400H 的所有属性来提高可用性。

关于组态的重要信息

⚠警告

开放式设备

S7-400 模块属于开放式设备，也就是说，S7-400 必须安装在只能通过钥匙或工具才能进入的控制室、机柜或配电室中。只有经指导或经授权的人员才能进入该类控制室、机柜或配电室。

下图显示了一个具有共享分布式 I/O 并连接到冗余工厂总线的 S7-400H 组态实例。下面几页内容介绍安装和操作 S7-400H 时所需的硬件和软件。

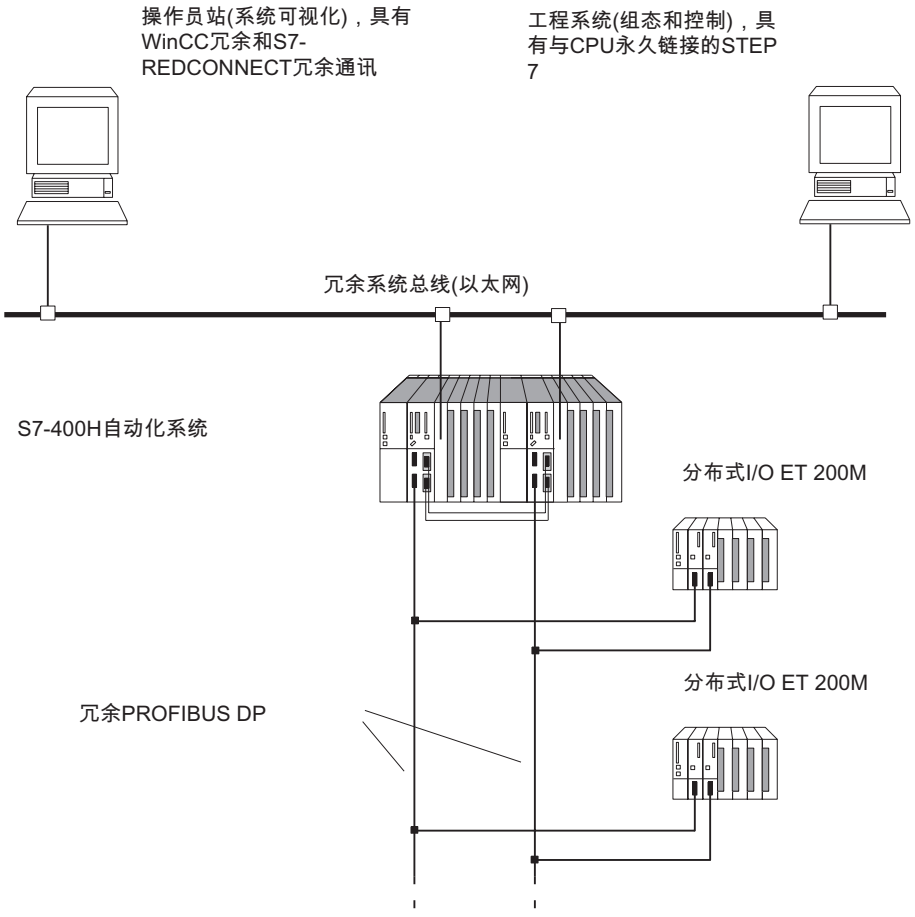


图 3-1　　总览

更多信息

S7-400 标准系统的组件也同样用于容错 S7-400H 自动化系统中。 有关 S7–400 所有硬件组件的详细说明，请参考*《S7-400 自动化系统模块规范》*手册。

为 S7-400 标准系统规定的用户程序设计和组件使用规则同样适用于容错 S7-400H 自动化系统。请参见*《使用 STEP 7 编程》*手册的描述以及*《用于 S7-300/400 的系统软件；标准和系统功能》*参考手册。

3.2 装配容错站的规则

除了遵守通常适用于 S7-400 的模块安排规则外，容错站还必须遵守下列规则：

- CPU 必须始终插入相同的插槽中。
- 在任何情况下，冗余使用的外部 DP 主站接口或通讯模块都必须插入到相同的插槽中。
- 用于冗余 DP 主站系统的外部 DP 主站接口模块只能插入中央机架而不能插入扩展机架中。
- 冗余使用的模块(例如，CPU 417-4H、DP 从站接口模块 IM 153-2)必须完全相同，即它们必须具有相同的订货号、相同的版本以及相同的固件版本。

3.3 S7-400H 基本系统

基本系统的硬件

基本系统包含进行容错控制所需的硬件组件。 下图显示了该配置中的组件。

基本系统可由S7-400 的标准模块扩展。只有功能模块和通讯模块有使用限制；参见附录 S7-400H支持的功能模块和通讯处理器 (页 411)。

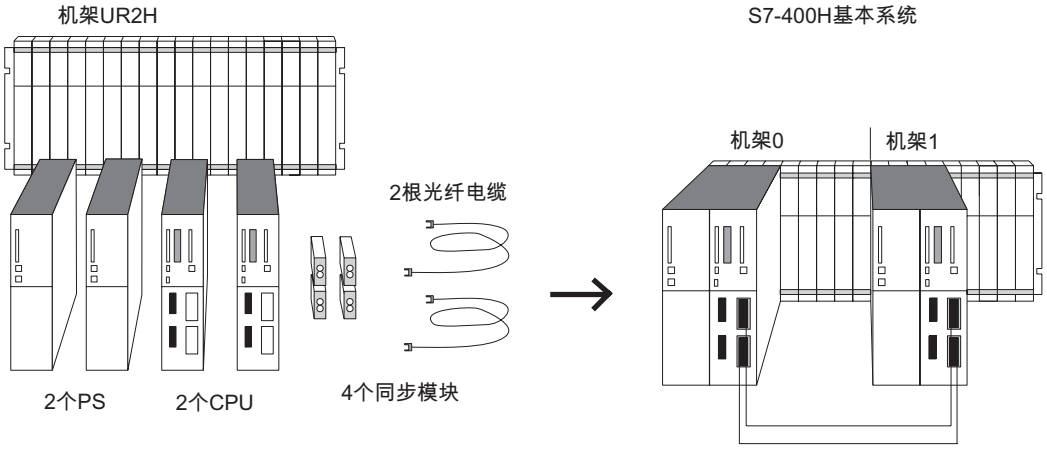


图 3-2 S7-400H 基本系统的硬件

中央模块

两个中央模块是 S7-400H 的核心。 使用 CPU **背面**的开关来设置机架号。 以下章节中，我们将机架 0 中的 CPU 称为 CPU 0，将机架 1 中的 CPU 称为 CPU 1。

用于 S7-400H 的机架

UR2H 机架支持安装两个独立的子系统，其中每个子系统 9 个插槽，适合安装在 19"机柜中。

也可以在两个单独的机架上安装 S7-400H。 为此，提供了机架 UR1 和 UR2。

电源

您需要为每个容错 CPU (或确切地说，为 S7-400H 两个子系统中的每一个)配置一个 S7-400 标准电源模块。

可使用的电源模块额定输入电压为 24 V DC 和 120/230 V AC，输出电流为 10 和 20 A。

为了增强电源的可用性，也可以在每个子系统中使用两个冗余电源。 对于这种配置，应使用 PS 407 10 A R 电源模块，额定电压为 120/230 V AC，输出电流为 10 A。

同步模块

同步模块用于链接两个 CPU。 它们安装在 CPU 中并通过光缆互连。

同步模块有两种类型：一种用于 10 米以内的距离，另一种用于两 CPU 距离高达 10 千米的场合。

容错系统要求使用相同类型的 4 个同步模块。 有关同步模块的更多信息，请参考 用于 S7–400H的同步模块 (页 303)小节。

光纤电缆

光纤电缆用来互连同步模块，以形成两个中央模块之间的冗余链接。它们将上方及两个下方同步模块对互连。

适合在S7-400H中使用的光缆规格可参见 选择光纤电缆 (页 310)小节。

3.4 用于 S7-400H 的 I/O 模块

S7-400H 可配备 SIMATIC S7 系列的 I/O 模块。 该 I/O 可用在下列设备中：

- 中央设备
- 扩展设备
- 分布于 PROFIBUS DP 上。

适合在S7-400H中使用的功能模块(FM)和通讯模块(CP)可参见附录 S7-400H支持的功能模块和通讯处理器 (页 411)。

I/O 组态版本

I/O 模块组态的版本：

- 具有标准可用性的单通道、单向组态

  具有单通道、单向组态： 单输入/输出模块。 I/O 模块只位于一个单元中，且始终由该单元进行寻址。

  但当工作在冗余模式时，CPU 通过冗余耦合器互连，因此可相同地执行用户程序。

- 具有更强可用性的单通道、双向组态。

  双向单通道分布式组态只包含一套 I/O 模块，但可由两个单元寻址。

- 具有最高可用性的冗余双通道组态

  冗余双通道组态包含两套可由两个单元寻址的 I/O 模块。

附加信息

有关I/O用法的详细信息，请参考第 在S7–400H中使用I/O (页 143)章。

3.5 通讯

S7-400H 支持下列通讯方法和机制：

- 带工业以太网的系统总线
- 点对点连接

这同时适用于可使用的中央式和分布式组件。附录 E 中列出了适用的通讯模块。

通讯可用性

针对 S7-400H 可以改变通讯可用性。S7-400H 支持多种解决方案来满足您的通讯要求。这些解决方案上至简单的线性网络结构，下至冗余双光纤环。

只有 S7 通讯功能支持在 PROFIBUS 或工业以太网上进行容错通讯。

编程和组态

除使用附加硬件组件外，S7-400H 在组态和编程方面与标准系统基本没有区别。只需组态容错连接；无需进行特殊编程。

容错通讯所需的所有通讯功能均集成在容错 CPU 的操作系统中。这些功能会自动在后台运行以实现各种功能，例如监视通讯连接或在出错时自动切换到冗余连接。

更多信息

有关S7-400H通讯的详细信息，请参考第 通讯 (页 189)章。

3.6 组态和编程工具

与 S7-400 相似，S7-400H 也使用 STEP 7 进行组态和编程。

编写用户程序时只需考量少许限制因素。但对于容错组态，有一些额外的细节需要注意。操作系统会监视冗余组件并在出错时自动切换到备用组件。您已经在 STEP 7 程序组态了相关信息并将其传送到系统中。

有关详细信息，请参考在线帮助、第 使用STEP 7 组态 (页 213)章和附录 容错系统和标准系统之间的区别 (页 407)。

可选软件

S7-400H 系统同样支持 S7-400 系统中所用的所有标准工具、工程工具和运行系统软件。

3.7 用户程序

标准 S7-400 系统的设计和编程规则也适用于 S7-400H。

就用户程序的执行而言，S7-400H 的运行方式与标准系统完全相同。操作系统的集成同步功能会自动在后台执行。无需在用户程序中组态这些功能。

在冗余操作中，用户程序会在两个 CPU 上冗余地存储并由事件驱动同步执行。

但我们提供了多个用来优化程序的块，用以改善其对因更新等操作而导致的任何周期延长情况的响应。

S7-400H 专用的块

除 S7-400 和 S7-400H 系统中支持的块外，S7-400H 软件还另外提供了可用来影响冗余功能的块。

可以使用下列组织块来响应 S7-400H 的冗余错误：

- OB 70，I/O 冗余错误
- OB 72，CPU 冗余错误

SFC 90 "H_CTRL"可用来以下列方式影响容错系统：

- 可以禁止主站 CPU 上的链接。
- 可以禁止主站 CPU 上的更新。
- 可以删除、恢复或立即启动周期性自检的测试组件。

注意
需要的 OB 必须将以下错误 OB 下载到 S7-400H CPU 中： OB 70、OB 72、OB 80、OB 82、OB 83、OB 85、OB 86、OB 87、OB 88、OB 121 和 OB 122。如果略过此步骤，出现错误时容错系统会进入 STOP 模式。

更多信息

有关上面所列块的详细编程信息，请参考*《使用 STEP 7 编程》*手册及*《用于 S7-300/400 的系统软件；系统和标准功能》*参考手册。

3.8 说明文档

下图提供了对 S7-400H 自动化系统中各组件和选件的概况描述。

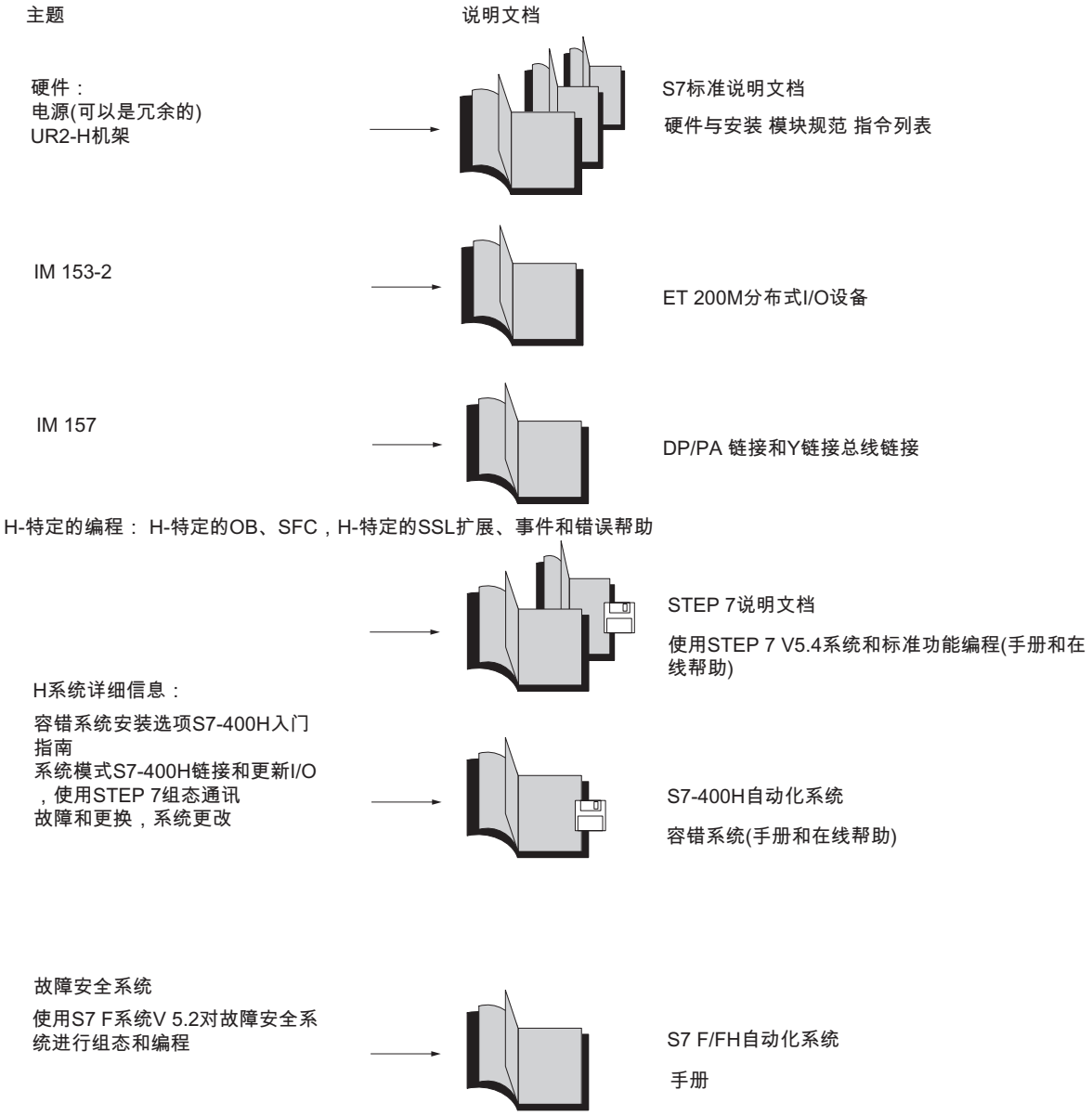


图 3-3 容错系统的用户文档

4 入门指南

4.1 入门指南

该指南以一个具体实例为例，一步步讲述调试系统所要执行的步骤，并展示出在某个工作应用场合下的结果。您将了解到 S7-400H 可编程逻辑控制器的运行方式，熟悉它针对故障所做的响应。

逐步执行该实例约需要 1 至 2 小时，时间的长短取决于您从前的经验。

4.2 要求

必须满足以下要求：

在编程设备上正确地安装标准的STEP 7 软件有效版本；请参见 使用STEP 7 组态 (页 213)小节。 安装所有必需的硬件更新。

硬件组态所需的模块：

- S7-400H 自动化系统由下列组件构成：
  - 1 个 UR2H 机架
  - 2 个电源模块 PS 407 10A
  - 2 个 H–CPU
  - 4 个同步模块
  - 2 根光缆
- 一个带有源背板总线的 ET 200M 分布式 I/O 设备，以及
  - 2 个 IM 153-2
  - 1 个数字量输入模块 SM321 DI 16 x DC24V
  - 1 个数字量输出模块 SM322 DO 16 x DC24V
- 所有必需的附件，例如 PROFIBUS 电缆等

4.3 硬件安装和 S7-400H 调试

安装硬件

按照以下步骤安装下图所示的 S7-400H：

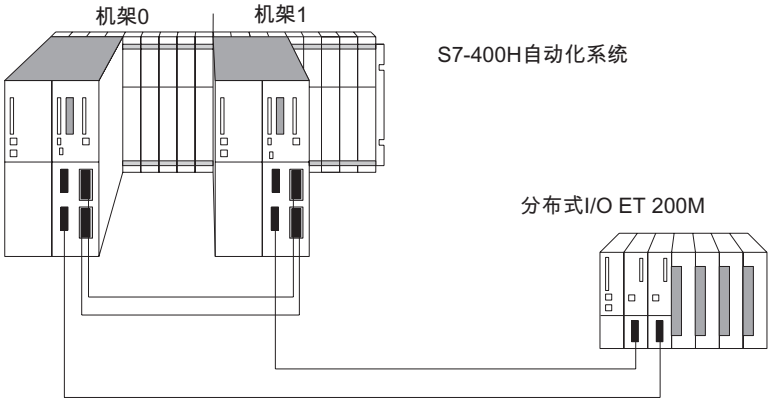


图 4-1 硬件安装

1. 按《*S7-400 自动化系统，安装*》和《*模块规范*》手册所述安装 S7-400H 自动化系统的两个模块。
2. 使用 CPU 背面的开关来设置机架号。

   错误设置机架号会妨碍在线访问，在某些情况下 CPU 甚至无法启动。
3. 按《*S7-400 自动化系统，安装*》手册所述安装 CPU 的同步模块。
4. 连接光缆。

   务必将 CPU 的两个上方及下方同步模块互连。 敷设光缆，防止它们受到任何损坏。

   此外，还应确保两条光缆经过不同的路径。 这样可以增强可用性，使光缆避免发生潜在的双重错误，例如由于同时破坏两条电缆而引起的故障。

   在开启电源或系统前，务必先将光缆连接到两个 CPU。 否则，两个 CPU 都会作为主 CPU 来执行用户程序。
5. 按《*ET 200M 分布式 I/O 设备*》手册所述组态分布式 I/O。
6. 将编程设备连接到第一个 H-CPU，即 CPU0。 该 CPU 将成为 S7-400H 的主 CPU。
7. 通电后会运行高质量 RAM 测试。 测试过程大约需要 10 分钟。 测试期间不能访问 CPU，且 STOP LED 灯会一直闪烁。 如果使用备用电池，以后通电时将不再执行此测试。

调试 S7-400H

按下面所述的步骤调试 S7-400H：

1. 在 SIMATIC 管理器中，打开实例项目“HProject”。 其组态与“要求”中所述的硬件组态一致。
2. 选择硬件对象，右键单击，然后选择快捷菜单命令“对象 -> 打开”，以打开项目的硬件组态。 如果组态相符，则继续执行步骤 6。
3. 如果硬件组态与项目不符 (例如模块类型、MPI 地址或 DP 地址等内容不同)，则应相应地编辑并保存项目。 欲知更多信息，请参考 SIAMTIC 管理器的基本帮助信息。
4. 打开“S7 程序”文件夹中的用户程序。

   在离线视图中，此“S7 程序”文件夹只分配给 CPU0。 采用上述硬件组态时，可以执行该用户程序。 该程序会激活数字输入模块的 LED 指示灯。
5. 必要时根据硬件组态编辑该用户程序，然后保存。
6. 选择“PLC -> 下载”将用户程序下载至 CPU0。
7. 将 CPU0 的模式选择器开关设为 RUN，然后再设置 CPU1 上开关，以启动 S7-400H 自动化系统。 CPU 执行暖启动，并调用 OB 100。

   结果： CPU0 作为主 CPU 启动，CPU1 作为备用 CPU 启动。 链接并更新备用 CPU 后，S7-400H 处于冗余模式并执行用户程序。 该程序会激活数字输入模块的 LED 指示灯。

说明

也可使用 STEP 7 启动和停止 S7-400H 自动化系统。

更多相关信息，请参考在线帮助。

只能使用编程设备命令“冷启动”来执行冷启动。 执行冷启动之前，CPU 必须处于 STOP 模式，模式选择器开关必须设为 RUN。 冷启动例程中会调用 OB 102。

4.4 容错系统故障响应实例

实例 1：CPU 或电源模块故障

初始状态：S7-400H 处于冗余模式。

1. 通过关闭电源来模拟 CPU0 发生故障的情形。

   结果：CPU1 上的 LED 灯 REDF、IFM1F 和 IFM2F 亮起。CPU1 进入单模式并继续处理用户程序。

2. 重新接通电源。

   结果：

   – CPU0 执行自动链接和更新。

   – CPU0 切换到 RUN 模式，现在以备用模式工作。

   – S7-400H 处于冗余模式。

实例 2：光缆故障

初始状态：S7-400H 处于冗余模式。每个 CPU 的模式选择器开关均设为 RUN。

1. 断开其中一根光缆。

   结果：两个 CPU 上的 LED 灯 REDF 和 IFM1F 或 IFM2F (取决于断开哪根光缆)现在都亮起。 备用 CPU 将切换到故障诊断模式。 另一个 CPU 仍为主 CPU 并在单模式下继续运行。

2. 重新连接光缆。

   结果： 备用 CPU 将执行自动链接和更新。S7-400H 恢复冗余模式。

安装 CPU 41xH

5

5.1 CPU 的控制和显示元件

CPU 412-3H 上的控制和显示元件

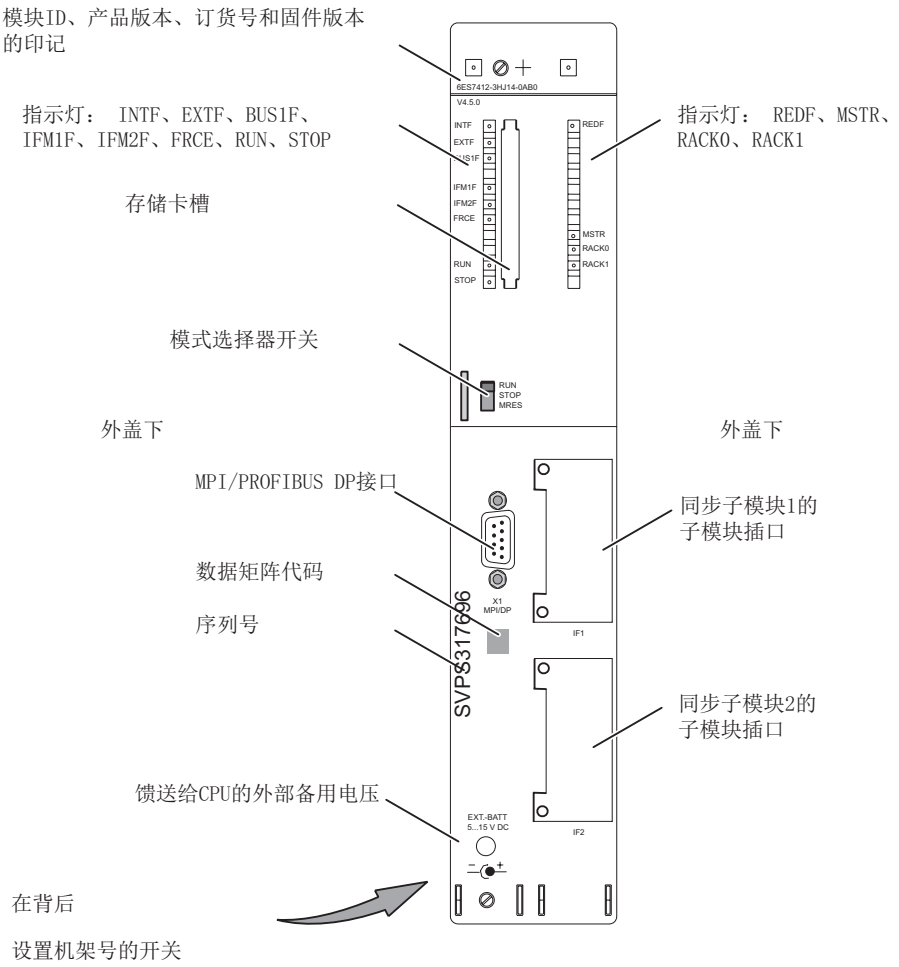


图 5-1 CPU 412-3H 上控制和显示元件的布局

CPU 4144H/4174H 的控制和显示元件

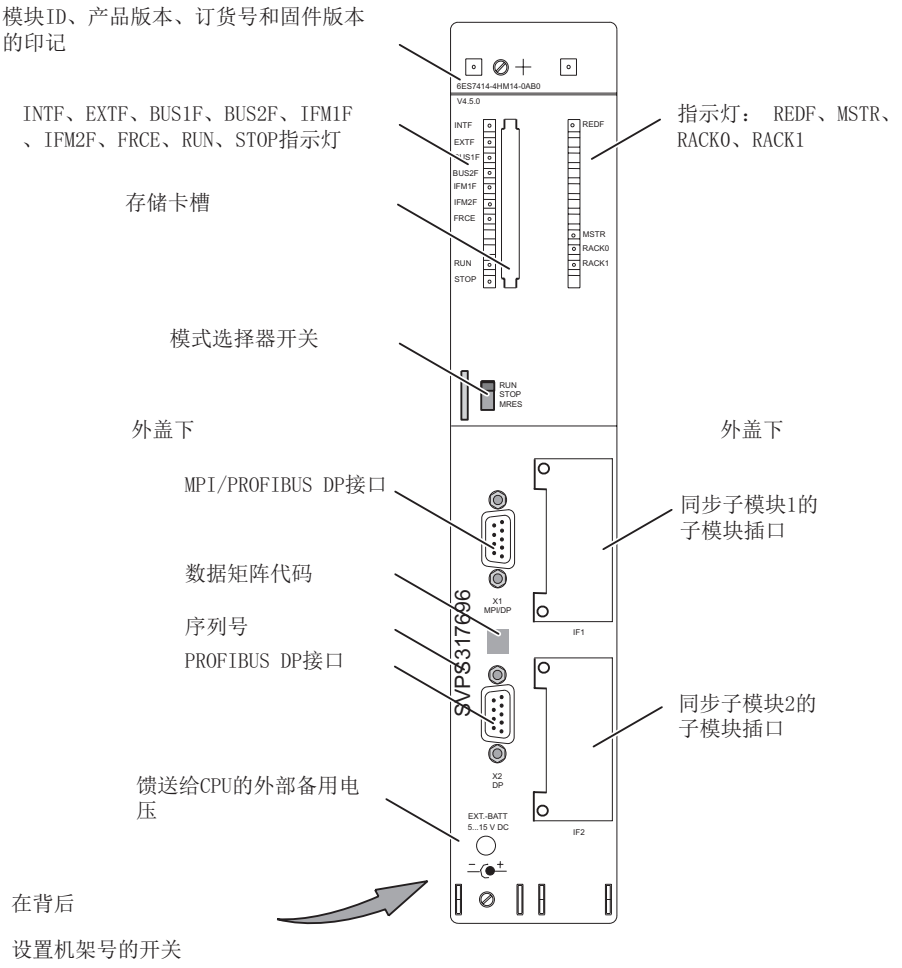


图 5-2　　CPU 4144H/4174H 控制和显示元件的布局

LED 显示

下表概要说明了各 CPU 上的 LED 指示灯。

CPU的监视功能 (页 52)和 状态和错误显示 (页 55)两节介绍了这些LED指示灯所指示的状态和错误/故障。

表格 5- 1　CPU 上的 LED

LED	颜色	涵义
INTF	红色	内部错误
EXTF	红色	外部错误
FRCE	黄色	强制请求处于激活状态
RUN	绿色	RUN 模式
STOP	黄色	STOP 模式
BUS1F	红色	MPI/PROFIBUS DP 接口 1 上出现总线故障
BUS2F	红色	PROFIBUS DP 接口 2 上出现总线故障
MSTR	黄色	CPU 控制过程
REDF	红色	冗余故障
RACK0	黄色	机架 0 中的 CPU
RACK1	黄色	机架 1 中的 CPU
IFM1F	红色	同步模块 1 出错
IFM2F	红色	同步模块 2 出错

模式选择器

可使用模式选择器开关设置 CPU 的当前模式。 模式选择器开关是具有 3 个位置的摇臂开关。

模式选择器开关 (页 59)小节介绍了模式选择器开关的功能。

存储卡槽

可将存储卡插入此插槽。

存储卡有两种类型：

- RAM 卡

  可通过 RAM 卡扩展 CPU 装载存储器。

- 闪存卡

  闪存卡可在没有备用电池时用来对用户程序和数据进行故障安全备份。 可在编程设备或 CPU 中对闪存卡进行编程。 闪存卡也扩展了 CPU 的装载存储器。

  有关存储卡的详细信息，请参考 存储卡的结构和功能 (页 65)小节。

用于接口模块的插槽

可将 H-Sync 模块插入此插槽。

MPI/DP 接口

例如，可将以下设备连接到 CPU 的 MPI 接口：

- 编程设备
- 操作员控制和监视设备
- 有关S7-400 或S7300 控制器的更多信息，请参见 多点接口(MPI) (页 69)小节。

要使用带斜式电缆出口的总线连接器，请参见*《S7-400 自动化系统，硬件和安装》*手册。

也可将 MPI 接口组态成 DP 主站接口使用，从而成为可连接多达 32 个 DP 从站的 PROFIBUS DP 接口。

PROFIBUS DP 接口

PROFIBUS DP 接口支持连接分布式 I/O、编程设备和 OP。

设置机架号

使用 CPU 后面板上的选择器开关来设置机架号。 开关有两个位置： 1 (上)和 0 (下)。 给一个 CPU 分配机架号 0，给伙伴 CPU 分配机架号 1。两个 CPU 的缺省设置都是机架号 0。

将外部备用电压连接到“EXT. BATT.”插口

S7-400H 电源模块支持使用两个备用电池。 这样可以：

- 备份存储在 RAM 中的用户程序。
- 保留位存储器、定时器、计数器、系统数据和动态数据块中的数据。
- 备份内部时钟。

将介于 5 V DC 和 15 V DC 之间的直流电压连接到 CPU 的“EXT. BATT.”插口也可实现同样的备份。

“EXT. BATT.”输入的属性：

- 反极性保护
- 短路电流限制为 20 mA

要将辅助电压连接到“EXT. BATT”输入端，需要下图所示的一根带 2.5 毫米直径插头的电缆。 注意插孔的极性。

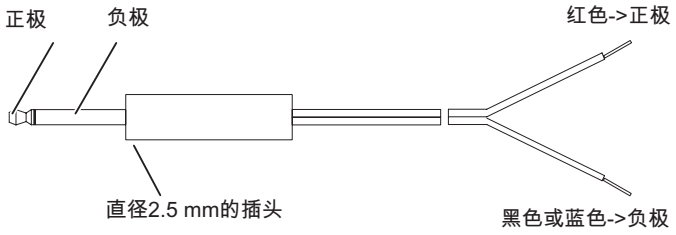


图 5-3　　插孔

可使用订货号 A5E00728552A 订购配有电缆的插头。

说明

如果更换电源模块并希望在更换期间备份存储在 RAM 中的用户程序和数据，应按前面所述，将一个辅助电源连接到“EXT. BATT.”输入端。

5.2 CPU 的监视功能

监视功能和错误消息

CPU 的硬件和操作系统提供了监视功能，可确保操作正确并在出错时按既定方案做出响应。有多种错误可以在用户程序中触发响应。

下表概况了可能出现的错误、原因及 CPU 的相应响应。

每个 CPU 中还提供了其它的测试和信息功能，可以在 STEP 7 中调用。

错误等级	错误原因	操作系统的响应	错误指示 LED
访问错误	模块故障(SM、FM、CP)	在错误排除之前，LED“EXTF”一直点亮。 在 SM 中： • 调用 OB122 • 将相关信息输入诊断缓冲区 • 在输入模块中：为累加器或过程映像中的日期输入“null” 在其它模块中： • 调用 OB122	EXTF
超时错误	• 用户程序执行时间(OB1 及所有中断和错误 OB 的执行时间)超过指定的最大循环时间。 • OB 请求错误 • 启动信息缓冲区溢出 • 日时钟错误中断	在错误排除之前，LED“INTF”一直点亮。 调用 OB80。 如果未装载 OB：CPU 进入 STOP 模式。	INTF
电源模块故障(不是供电线路故障)	在中央或扩展机架中： • 电源模块中至少一个备用电池电量过低。 • 丢失备用电压。 • 电源模块的 24 V 电源发生故障。	调用 OB 81 如果未装载 OB：CPU 保持 RUN 模式。	EXTF
诊断中断	一个支持中断的 I/O 模块报告出现诊断中断。	调用 OB 82 如果未装载 OB：CPU 进入 STOP 模式。	EXTF

错误等级	错误原因	操作系统的响应	错误指示 LED
拆卸/插入中断	拆卸或插入了一个 SM，插入的模块类型错误。	调用 OB 83 如果未装载 OB：CPU 进入 STOP 模式。	EXTF
CPU 硬件故障	• 检测到存储器错误并已排除 • 冗余链接：数据传输错误。	调用 OB 84 如果未装载 OB：CPU 保持 RUN 模式。	INTF
程序执行错误	• 优先级被调用，但相应 OB 不能使用。 • 如果是 SFB 调用：背景数据块丢失或出现故障	调用 OB 85 如果未装载 OB：CPU 进入 STOP 模式。	INTF
	• 过程映像更新出错		EXTF
机架/站故障	• 扩展机架中的电源故障 • DP 段故障 • 耦合段故障：IM 丢失或发生故障，电缆中断	调用 OB 86 如果未装载 OB：CPU 进入 STOP 模式。	EXTF
执行取消	程序块的执行被取消。取消的原因可能有： • 括号的嵌套深度超出最大值 • 主控继电器的嵌套深度超出最大值 • 同步错误的嵌套深度超出最大值 • 块调用(U 堆栈)的嵌套深度超出最大值 • 块调用(B 堆栈)的嵌套深度超出最大值 • 本地数据分配出错	调用 OB 88 如果未装载 OB：CPU 进入 STOP 模式。	INTF

错误等级	错误原因	操作系统的响应	错误指示 LED
编程错误	用户程序错误： • BCD 转换错误 • 范围长度错误 • 范围错误 • 对齐错误 • 写错误 • 定时器编号错误 • 计数器编号错误 • 块编号错误 • 未加载块	调用 OB 121 如果未装载 OB：CPU 进入 STOP 模式。	INTF
MC7 代码错误	所编译的用户程序错误(例如，非法 OP 代码或跳出块结尾)	CPU 进入 STOP 模式。 需要重启或 CPU 存储器复位。	INTF

5.3 状态和错误显示

RUN 和 STOP LED 灯

RUN 和 STOP LED 灯提供关于当前 CPU 操作状态的信息。

LED		涵义
RUN	STOP	
亮	熄灭	CPU 处于 RUN 模式。
熄灭	亮	CPU 处于 STOP 模式。 未执行用户程序。 可以冷启动/热启动。 如果 STOP 状态是由某个错误触发，错误指示灯(INTF 或 EXTF)也会被置位。
闪烁 2 Hz	闪烁 2 Hz	CPU 处于 DEFECTIVE 模式。 所有其它 LED 灯均以 2 Hz 的频率闪烁。
闪烁 0.5 Hz	亮	由测试功能触发了 HOLD 状态。
闪烁 2 Hz	亮	执行了冷启动/重启动。 依据所调用 OB 的长度而定，冷启动/重启动可能需要一分钟或更长时间。如果 CPU 仍未切换为 RUN 模式，可能是系统组态有错误。
熄灭	闪烁 2 Hz	未缓冲上电的自检正在运行。 自检大约需要 10 分钟。 CPU 存储器正在复位
x	闪烁 0.5 Hz	CPU 请求存储器复位。
闪烁 0.5 Hz	闪烁 0.5 Hz	故障诊断模式

熄灭 = LED 熄灭；亮 = LED 点亮；闪烁 = LED 以指定频率闪烁；x = LED 状态不相关

MSTR、RACK0 和 RACK1 LED 灯

三个 LED 灯 MSTR、RACK0 和 RACK1 提供在 CPU 上设置的机架号的相关信息，并指示出控制双向 I/O 所用的 CPU。

LED			涵义
MSTR	RACK0	RACK1	
亮	x	x	CPU 控制双向 I/O
x	亮	熄灭	机架号 0 上的 CPU
x	熄灭	亮	机架号 1 上的 CPU

熄灭 = LED 熄灭；亮 = LED 点亮；x = LED 状态不相关

INTF、EXTF 和 FRCE LED 灯

三个 LED 灯 INTF、EXTF 和 FRCE 提供了有关用户程序执行期间的错误和特殊事件的信息。

LED			涵义
INTF	EXTF	FRCE	
亮	x	x	检测到一个内部错误(编程或参数分配错误)。
x	亮	x	检测到一个外部错误(即，原因不在 CPU 模块上的错误)。
x	x	亮	强制请求处于激活状态。

亮 = LED 点亮；x = LED 状态不相关

BUSF1 和 BUSF2 LED 灯

BUSF1 和 BUSF2 LED 灯指示 MPI/DP 和 PROFIBUS DP 接口上的错误。

LED		涵义
BUS1F	BUS2F	
亮	x	在 MPI/DP 接口上发现错误。
x	亮	在 PROFIBUS DP 接口上发现错误。
闪烁	x	DP 主站： PROFIBUS DP 接口 1 上的一个或多个从站无响应。 DP 从站： DP 主站不进行寻址。
x	闪烁	DP 主站： PROFIBUS DP 接口 2 上的一个或多个从站无响应。 DP 从站： DP 主站不进行寻址。

亮 = LED 点亮；闪烁 = LED 闪烁；x = LED 状态不相关

IFM1F 和 IFM2F LED 灯

IFM1F 和 IFM2F LED 灯指示第一个或第二个同步模块上的错误。

LED		涵义
IFM1F	IFM2F	
亮	x	同步模块 1 上检测到错误。
x	亮	同步模块 2 上检测到错误。

亮 = LED 点亮；x = LED 状态不相关

REDF LED

REDF LED 指示具体的系统状态和冗余错误。

REDF LED	系统状态	基本要求
闪烁 0.5 Hz	链接	-
闪烁 2 Hz	更新	-
熄灭	冗余(CPU 为冗余)	无冗余错误
亮	冗余(CPU 为冗余)	发生 I/O 冗余错误： • DP 主站故障，或部分或整个 DP 主站系统故障 • DP 从站冗余丢失

熄灭 = LED 熄灭；亮 = LED 点亮；闪烁 = LED 以指定频率闪烁

诊断缓冲区

在 STEP 7 中，可选择“PLC -> 模块状态”，以从诊断缓冲区中读取错误原因。

5.4 模式选择器开关

模式选择器开关的功能

该开关可用来将 CPU 设置为 RUN 或 STOP 模式，或将 CPU 存储器复位。STEP 7 提供了更多的模式切换选项。

位置

模式选择器开关为摇臂开关。 下图显示了模式选择器的所有可能位置。

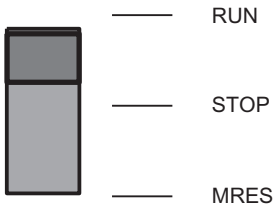


图 5-4 模式选择器开关设置

下表介绍模式选择器的设置。 如果发生错误或出现启动问题，CPU 将进入或保持 STOP 模式，这和模式选择器开关的位置无关。

表格 5- 2 模式选择器开关设置

设置	说明
RUN	如果没有启动问题或错误，而且 CPU 能够切换至 RUN 模式，则 CPU 将运行用户程序或保持空闲状态。可以访问 I/O。
STOP	CPU 不执行用户程序。 在默认的参数设置中，输出模块是禁用的。
MRES (CPU 存储器复位；主站复位)	有关CPU存储器复位切换开关的位置，可参见 存储器复位的操作顺序 (页 62)小节。

5.5 安全等级

可以为项目定义一个安全等级，以防止有人在未经授权的情况下访问 CPU 程序。这些安全设置的目的在于允许用户访问没有密码保护的特定编程设备功能，允许用户在 CPU 上执行这些功能。利用密码登录后，用户则可以执行所有 PG 功能。

设置安全等级

可以在 STEP 7 的“组态硬件”下将 CPU 安全等级设置为 1 - 3。

如果不知道密码，可以通过模式选择器开关将 CPU 存储器手动复位，以清除安全设置。执行这类操作时，CPU 不能包含闪存卡。

下表列出了 S7-400 CPU 的防护等级。

表格 5- 3　CPU 的防护等级

CPU 功能	防护等级 1	防护等级 2	防护等级 3
块列表显示	允许访问	允许访问	允许访问
监视变量	允许访问	允许访问	允许访问
模块状态 STACKS	允许访问	允许访问	允许访问
操作员控制和监视功能	允许访问	允许访问	允许访问
S7 通讯	允许访问	允许访问	允许访问
读取时间	允许访问	允许访问	允许访问
设置时间	允许访问	允许访问	允许访问
状态块	允许访问	允许访问	需要密码
上传到 PG	允许访问	允许访问	需要密码
下载到 CPU	允许访问	需要密码	需要密码
删除块	允许访问	需要密码	需要密码
压缩存储器	允许访问	需要密码	需要密码
将用户程序下载到存储卡	允许访问	需要密码	需要密码
控制选择	允许访问	需要密码	需要密码
控制变量	允许访问	需要密码	需要密码
断点	允许访问	需要密码	需要密码
清除断点	允许访问	需要密码	需要密码
CPU 存储器复位	允许访问	需要密码	需要密码

CPU 功能	防护等级 1	防护等级 2	防护等级 3
强制	允许访问	需要密码	需要密码
不使用存储卡的情况下更新固件	允许访问	需要密码	需要密码

使用 SFC 109“PROTECT”设置安全等级

SFC 109“PROTECT”用于在安全等级 1 和 2 之间进行切换。

5.6 存储器复位的操作顺序

实例 A： 您想要将一个新的用户程序下载到 CPU 中。

1. 将开关设为 STOP 位置。

   结果： STOP LED 亮起。

2. 将开关切换到 MRES，然后保持在该位置。 该模式选择器开关位置有一个按钮式动作触点。

   结果： STOP LED 熄灭一秒钟，然后又亮起一秒种，再熄灭一秒钟，然后一直亮起。

3. 然后释放开关，使其在接下来的三秒内返回到 MRES 位置，接着再次释放。

   结果： STOP LED 以 2 Hz 的频率至少闪烁 3 秒（复位存储器），然后保持亮起。

实例 B： STOP LED 以 0.5 Hz 的频率缓慢闪烁，指示 CPU 正在请求存储器复位（系统存储器复位请求，例如取出或插入存储卡后）。

将开关切换到 MRES，然后重新释放。

结果： STOP LED 以 2 Hz 的频率至少闪烁 3 秒，执行存储器复位，然后 LED 保持亮起。

存储器复位期间对 CPU 有何影响

执行存储器复位时，CPU 会执行以下处理步骤：

- CPU 删除主存储器中的整个用户程序。
- CPU 从装载存储器中删除用户程序。 这一过程会将程序从板载 RAM 和任何 RAM 卡中删除。 如果以闪存卡扩展了装载存储器，存储在闪存卡上的用户程序元素不会随之删除。
- CPU 会将所有计数器、存储器标志和定时器复位，但不复位日时钟。
- CPU 测试自身的硬件。
- CPU 将其参数设置为缺省设置。
- 如果插入了闪存卡，则在存储器复位后，CPU 会将存储在闪存卡上的用户程序和系统参数复制到主存储器中。

存储器复位后所保留的数据...

存储器复位后下列数据会保留下来：

- 诊断缓冲区的内容

  如果存储器复位期间未插入闪存卡，CPU 会将诊断缓冲区容量复位成其缺省设置（120 个条目），也就是说，在诊断缓冲区中保留最近的 120 个条目。

  可以使用 STEP 7 读取诊断缓冲区的内容。

- MPI 接口参数。 这些参数定义 MPI 地址和最高 MPI 地址。 请注意下表中显示的特性。
- 时间
- 运行时间计数器的状态和数值

特性： MPI 参数

MPI 参数在 CPU 存储器复位期间起着特殊的作用。 下表列出了存储器复位后有效的 MPI 参数。

存储器复位...	MPI 参数...
插入了闪存卡	... 存储在闪存卡上的有效
未插入闪存卡	保持在 CPU 中且有效

冷启动

- 冷启动使用存储在装载存储器中的起始值初始化过程映像、所有存储器标志位、定时器、计数器和数据块，而和这些数据是否组态成具有保持性无关。
- 以 OB 1 或 OB 102 (如果有)为起点恢复程序执行。

暖重启

- 重新启动会复位过程映像以及非保持性标志、定时器、时间和计数器。

  保持性存储器标志、定时器、计数器和所有数据块保持其最后的有效值。

- 以 OB 1 或 OB 101 (如果有)为起点恢复程序执行。
- 掉电后，暖启动功能仅在备份模式下可用。

重启动/暖重启的操作顺序

1. 将开关设为 STOP 位置。

   结果： STOP LED 亮起。

2. 将开关设置为 RUN。

   结果： STOP LED 熄灭，RUN LED 点亮。

CPU 是执行重新启动还是热启动取决于其组态。

冷启动的操作顺序

只能使用编程设备命令“冷启动”来执行冷启动。 执行冷启动之前，CPU 必须处于 STOP 模式，模式选择器开关必须设为 RUN。

5.7 存储卡的结构和功能

订货号

技术规范中列出了存储卡的订货号，请参见 存储卡的技术规范 (页 380)小节。

存储卡的设计

存储卡的大小与 PCMCIA 卡相当。要将其插入 CPU 的前面板插槽中。

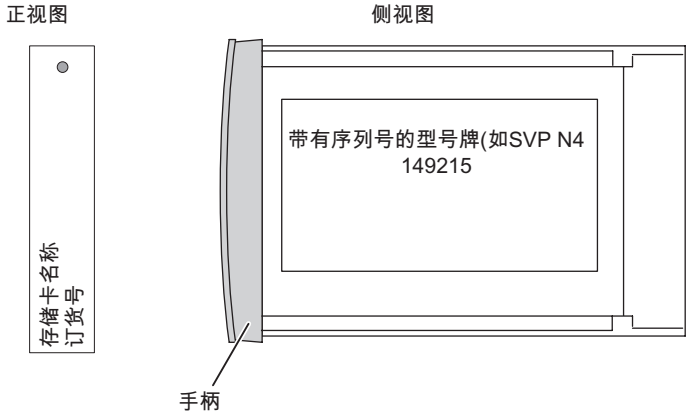


图 5-5 存储卡的设计

存储卡的功能

存储卡和 CPU 上的一个集成存储区一起构成 CPU 的装载存储器。在运行期间，装载存储器包含了完整的用户程序，包括用来反编译用户程序的注释、符号和特殊附加信息以及所有模块参数。

存储在存储卡上的数据

下列数据可以存储在存储卡上：

- 用户程序，即 OB、FB、FC、DB 和系统数据
- 决定 CPU 行为的参数
- 决定 I/O 模块行为的参数。
- 适当存储卡上的全套项目文件。

用于 S7–400 的存储卡类型

有两种类型的存储卡可用于 S7-400：

- RAM 卡
- 闪存卡

使用哪种类型的存储卡？

使用 RAM 卡还是使用闪存卡取决于具体应用场合。

表格 5- 4　存储卡类型

如果...	则...
还希望能在 RUN 模式中编辑程序，	使用 **RAM 卡**
希望在断电时(即在没有备用电池时或在 CPU 之外)在存储卡上永久备份用户程序，	使用**闪存卡**

RAM 卡

插入 RAM 卡以将用户程序下载到 CPU 中。通过选择“PLC -> 将程序下载至存储卡”来下载 STEP 7 中的用户程序。

CPU 处于 STOP 或 RUN 模式时，可将整个用户程序或个别元素(如 FB、FC、OB、DB 或 SDB)装载到装载存储器中。

从 CPU 中移除 RAM 卡时，存储在该卡上的信息将丢失。RAM 卡不配备集成的备用电池。

如果电源配备了一个可用的备用电池，或 CPU 的“EXT. BATT.”输入端有一个外部备用电压，那么如果切断电源时 RAM 卡仍插在 CPU 中，而 CPU 仍插在机架中，RAM 卡的内容会保留下来。

闪存卡

如果使用闪存卡，则有两种装载用户程序的方法：

- 使用模式选择器开关将 CPU 设置为 STOP。将闪存卡插入到 CPU 中，然后通过选择“PLC -> 将用户程序下载至存储卡”将 STEP 7 中的用户程序下载至闪存卡。
- 在离线模式下在编程设备/编程适配器上将用户程序装载到闪存卡中，然后将该闪存卡插入到 CPU 中。

闪存卡为非易失性存储器，也就是说，闪存卡从 CPU 中移除后或者在没有备用电压(电源模块中没有备用电池或 CPU 的“EXT. BATT.”输入端没有外部备用电压)的情况下操作 S7-400 时，卡中的数据仍会保留下来。

务必将整个用户程序下载到闪存卡。

下载附加的用户程序元素

可以将更多用户程序元素从编程设备下载至 CPU 的集成装载存储器中。请注意，CPU 会在存储器复位时删除该集成 RAM 中的内容，也就是说，在 CPU 存储器复位后，将以存储在闪存卡上的用户程序更新装载存储器。

使用哪种存储卡容量？

存储卡的容量由用户程序的范围决定。

使用 SIMATIC 管理器确定存储空间需求

可以通过选择“属性 块文件夹离线”对话框(块 -> 对象属性 -> 块选项卡)来离线查看块长度。

离线视图会显示下列长度：

- PLC 装载存储器的大小(除去系统数据后所有块的总和)
- PLC 的 RAM 大小(除去系统数据后所有块的总和)

工程设备(PG/PC)的块长度不在块容器的属性中显示。

块长度以“字节”为单位显示。

块属性中会显示下列数值：

- 所需本地数据量：以字节为单位的本地数据长度
- MC7：以字节为单位的 MC7 代码长度
- DB 用户数据的长度
- PLC 装载存储器中的长度
- PLC 的 RAM 中的长度(只有在硬件分配已知时。)

这些视图始终显示这些块数据，而与位于在线视图还是离线视图窗口无关。

打开一个块容器并设置了“查看详细信息”后，项目视图会始终指示 RAM 需求，而与块容器是出现在在线视图还是离线视图窗口中无关。

可以通过选择所有相关块来累加块长度。SIMATIC 管理器会在其状态栏中输出所选块的总长度。

该视图不会指示不能下载至 PLC 的块长度(例如 VAT)。

工程系统(PG/PC)的块长度不在详细视图中显示。

5.8 多点接口(MPI)

可连接设备

MPI 可以连接多种节点，例如：

- 编程设备(PG/PC)
- 操作和监视设备(OP 和 TD)
- 其它 SIMATIC S7 PLC

各种兼容设备从接口获得 24 V 的电源。 此电压是不隔离的。

PG/OP-CPU 通讯

CPU 能并行处理与编程设备/OP 的多个在线连接。 缺省情况下，其中有一个连接始终预留给编程设备，有一个预留给 OP/操作和监视设备。

CPU-CPU 通讯

CPU 通过 S7 通讯交换数据。

有关更多信息，请参见*《使用 STEP 7 编程》*手册。

接口

务必使用用于 PROFIBUS DP 或 PG 电缆并带斜电缆引出端的总线连接器，来将设备连接到 MPI (参见*《安装手册》*第 7 章)。

作为 DP 接口的 MPI 接口

也可以将 MPI 接口组态成 DP 接口。 为此，在 SIAMTIC 管理器中的 STEP 7 下重新组态 MPI 接口。 这一功能可用来组态带多达 32 个从站的 DP 段。

5.9 PROFIBUS DP 接口

可连接设备

可将任何符合 DP 标准的从站连接到 PROFIBUS DP 接口。

这里，CPU 代表 DP 主站，连接到被动从站，或在单机模式下通过 PROFIBUS DP 现场总线连接到其它 DP 主站。

各种兼容设备从接口获得 24 V 的电源。此电压是不隔离的。

连接器

务必使用用于 PROFIBUS DP 和 PROFIBUS 电缆的总线连接器来将设备连接到 PROFIBUS DP 接口(*请参考《安装手册》*)。

冗余模式

在冗余模式下，PROFIBUS DP 接口有相同的参数。

5.10 S7-400H CPU 的参数总览

缺省值

通过在 STEP 7 中选择“配置硬件”可以确定与 CPU 相关的缺省值。

参数块

CPU 的响应和属性在存储于系统数据块内的参数中设置。CPU 有一个定义的缺省设置。通过在硬件配置中编辑参数，可以修改这些缺省值。

下表提供了可组态 CPU 系统属性的总览。

- 常规属性，例如 CPU 名称
- 启动
- 周期/时钟存储器，例如周期监视时间
- 保持性，即能保留的存储器标志、定时器和计数器的数目
- 存储器，例如本地数据

  注：如果通过修改参数来更改 RAM 分配，则该 RAM 会在向 CPU 下载系统数据时被重组。其结果是删除用 SFC 创建的数据块，并从装载存储器为其余数据块分配初始值。

  如果更改下列参数设置，则用于逻辑块和数据块的 RAM 区域将修改：

  – “周期/时钟存储器”选项卡中的过程映像大小(以字节为单位)

  – “存储器”选项卡中的通讯资源

  – “诊断/时钟”选项卡中的诊断缓冲区大小

  – “存储器”选项卡中所有优先级的本地数据量
- 给优先级分配中断(硬件中断、延时中断、异步错误中断)
- 日时钟中断，例如启动、间隔持续时间和优先级
- 周期中断（例如，优先级、间隔持续时间）
- 诊断/时钟（例如，日时钟同步）
- 防护等级
- 容错参数

参数分配工具

可以在 STEP 7 中使用“HW Config”来设置各个 CPU 参数。

说明

在修改下面列出的参数时，操作系统会初始化下列各值：

- 过程输入映像的大小
- 过程输出映像的大小
- 本地数据的大小
- 诊断缓冲区条目数
- 通讯资源

这些初始化包括：

- 使用装载值初始化数据块
- 删除 M、C、T、I 和 O，无论保持性设置(0)为何
- 删除由 SFC 生成的 DB
- 终止永久组态的动态连接

系统冷启动那样的方式启动

更多设置

- 容错 CPU 的机架号，0 或 1

  使用 CPU 后面板上的选择器开关来更改机架号。
- 容错 CPU 的工作模式： 单机或冗余模式

  欲知容错 CPU 工作模式更改方式的信息，请参考附录 B。

6 CPU 41x-H 的特殊功能

6.1 不使用存储卡更新固件

基本操作步骤

要更新 CPU 的固件，将接收多个包含当前固件的文件 (*.UPD)。 将这些文件下载到 CPU。 无需存储卡便可执行在线更新。 但是，仍然可以使用存储卡更新固件。

要求

必须能在线（例如，通过 PROFIBUS、MPI 或工业以太网）访问要更新固件的 CPU。 必须能在编程设备/PC 文件系统中获得包含最新固件版本的文件。 一个文件夹可以只包含一个固件版本的文件。 如果 CPU 的防护等级设为 2 或 3，则要需要有密码才能更新固件。

说明

如果 H-CPU 通过 CP 连接到工业以太网，则可通过工业以太网更新 H-CPU 的固件。如果传输率很低，则通过 MPI 更新固件会需要很长时间（例如，以 187.5 Kbps 的传输率大约需要 10 分钟）。

操作步骤

按照以下步骤更新 CPU 的固件：

1. 在 HW Config 中打开包含要更新的 CPU 的站。
2. 选择 CPU。
3. 选择“PLC > 更新固件 (Update Firmware)”菜单命令。
4. 在“更新固件”(Update Firmware) 对话框中，使用“浏览”(Browse) 按钮选择固件更新文件 (*.UPD) 的路径。

   选择文件后，“更新固件”(Update Firmware) 对话框底部的信息将指示该文件适合的模块以及这些模块的固件版本。
5. 单击“运行”(Run)。

STEP 7 验证所选文件是否可由 CPU 解释，然后将此文件下载到 CPU 中。 如果上述过程需要更改 CPU 的运行状态，则系统将要求您在相关的对话框中执行此操作。

注意
不使用备用电池情况下的通电/断电 如果在没有备用电池的情况下固件更新被某个电源周期中断，则 CPU 的操作系统可能不会再工作。 如果 INTF 和 EXTF 这两个 LED 同时闪烁，说明出现这一情况。 要排除这一情况，只能从存储卡中重新装载固件。

6.2 在 RUN 模式下更新固件

要求

主站和备用站 CPU 中装载存储器的大小相同。 两个同步链接均存在且正在工作。

从 STEP7 V5.4 SP3 起的操作步骤

要在 RUN 模式下更新 H 系统 CPU 的固件，请遵循以下步骤：

1. 将其中一个 CPU 设置为 STOP 模式
2. 在 HW Config 中选择此 CPU。
3. 选择“PLC > 更新固件”菜单命令。

   “更新固件”对话框随即打开。 选择要从中向所选 CPU 装载当前固件的固件文件。
4. 在 SIMATIC 管理器或 HW Config 中，选择“PLC > 工作模式 > 切换到 CPU 41xH”，然后选中“修改操作系统”复选框。
5. 对另一个 CPU 重复执行第 1 到 3 步。
6. 链接和更新两个 CPU。

两个 CPU 的固件(操作系统)已更新并处于冗余模式。

从 STEP7 V5.3 SP2 并一直到 STEP7 V5.4 SP2 的操作步骤

要在 RUN 模式下更新 H 系统 CPU 的固件，请遵循以下步骤：

1. 使用“PLC -> CPU 工作模式”将 SIMATIC 管理器中的一个 CPU 设置为 STOP 模式。
2. 在 HW Config 中选择此 CPU。
3. 选择“PLC > 更新固件”菜单命令。

   “更新固件”对话框随即打开。 选择要从中向所选 CPU 装载当前固件的固件文件。
4. 在 SIMATIC 管理器或 HW Config 中，选择“PLC > 工作模式 > 切换到 CPU 41xH”，然后选中“修改操作系统”复选框。
5. 对另一个 CPU 重复执行第 1 到 3 步。
6. 链接和更新两个 CPU。

两个 CPU 的固件(操作系统)已更新并处于冗余模式。

注意
从 STEP7 V5.3 SP2 并一直到 STEP7 V5.4 SP2 需遵注意以下事项： 如果使用这些 STEP7 版本从 HW Config 运行“PLC -> 更新固件”，则在 SIMATIC 管理器中将 CPU 设置为 STOP 模式前，**这两个** CPU 都将进入 STOP 模式。

说明

主站和备用站 CPU 固件版本的第三个数字只能差 1，并且只能更新到较新的版本。

实例： 从 V4.5.0 版本更新到 V4.5.1 版本

请注意固件下载区域显示的所有信息。

S7-400H的系统状态和运行状态 (页 95)小节所述的限制条件也适用于RUN模式下的固件更新

6.3 读取服务数据

使用案例

如果由于服务事件而需要联系客户支持部门，该服务部门可能会要求您提供有关系统 CPU 状态的具体诊断信息。此信息存储在诊断缓冲区及实际服务数据中。

选择“PLC -> 保存服务数据”命令读取该信息，并将数据保存为两个文件，然后将它们发送给客户支持部门。

请注意：

- 如有可能，请在 CPU 进入 STOP 模式或容错系统丢失同步后立即保存服务数据。
- 必须保存 H 系统中两个 CPU 的服务数据。

步骤

1. 选择"PLC -> 保存服务数据"命令

   在下一个对话框中，选择文件路径和文件名。

2. 保存文件。
3. 按要求将这些文件转发给客户支持部门。

7 PROFIBUS DP 模式下的 S7–400H

7.1 CPU 41x–H 作为 PROFIBUS DP 主站

简介

本章描述了 CPU 作为 DP 主站的使用方法以及针对直接数据交换进行组态的方法。

更多参考

欲知关于设计和组态 PROFIBUS 子网以及 PROFIBUS 子网诊断的详细资料和信息，请参考 **STEP 7** 在线帮助。

附加信息

欲知从 PROFIBUS DP 移植到 PROFIBUS DPV1 的详细资料和信息，请参考下面网页

http://support.automation.siemens.com

第 7027576 号文章

7.1.1 41xH CPU 的 DP 地址区

41xH CPU 的地址区

表格 7- 1 41x CPU，作为 PROFIBUS DP 的 MPI/DP 接口

地址区	412-3H	414-4H	4174H
作为 PROFIBUS DP 的 MPI 接口，各种情况下的输入和输出(字节)	2048	2048	2048
作为 PROFIBUS DP 的 DP 接口，各种情况下的输入和输出(字节)	-	6144	8192
对于这些地址，可为每个过程映象中的 I/O 组态最多 x 个字节	-	0 到 8192	0 到 16384

DP 诊断地址在输入地址区中占用至少一个字节用于 DP 主站和每个 DP 从站。 在这些地址处，可通过 SFC 13 的 LADDR 参数为相关节点调用 DP 标准诊断。 DP 诊断地址在项目数据组态时定义。 如果不指定任何 DP 诊断地址，STEP 7 会自动从最高字节地址处开始向下分配相应地址作为 DP 诊断地址。

在 DPV1 主站模式下，通常给从站分配两个诊断地址。

7.1.2 CPU 41xH 作为 PROFIBUS DP 主站

要求

要作为 PROFIBUS DP 主站使用，需要组态相关的 CPU 接口，也就是说要在 **STEP 7** 中进行下列设置：

- 分配网络
- 将 CPU 组态为 PROFIBUS DP 主站
- 分配一个 PROFIBUS 地址
- 选择工作模式(S7 兼容或 DPV1)

  缺省设置为 DPV1
- 将 DP 从站链接到 DP 主站系统

说明

其中一个 PROFIBUS DP 从站是 CPU 31x 或 CPU 41x 吗？

如果是，它在 PROFIBUS DP 目录中属于“预组态”站。 在 PROFIBUS DP 主站中为此 DP 从站 CPU 分配一个从站诊断地址。 将 PROFIBUS DP 主站链接到 DP 从站 CPU，并指定用于与 DP 从站 CPU 进行数据交换的地址区。

通过 PROFIBUS 监视/修改、编程

如果不使用 MPI 接口，可以使用 PROFIBUS DP 接口来对 CPU 编程或执行监视/修改编程设备功能。

注意
如果通过 PROFIBUS DP 接口执行，“编程”或“监视/修改”应用程序会使 DP 周期延长。

DP 主站系统启动

使用以下参数设置 PROFIBUS DP 主站的启动监视：

- 来自模块的准备就绪消息
- 参数传送至模块

换句话说，DP 从站必须在设定时间内启动，并由 CPU(作为 PROFIBUS DP 主站)进行组态。

PROFIBUS DP 主站的 PROFIBUS 地址

允许使用所有 PROFIBUS 地址。

从 IEC 61158 移植到 DPV1 的步骤

用于分布式 I/O 的 IEC 61158 标准已进一步得到了增强。 增强内容并入 IEC 61158 / IEC 61784–1:2002 Ed1 CP 3/1 中。SIMATIC 文档为此使用术语“DPV1”。 新版本有了许多扩展和简化。

SIEMENS 自动化组件具有 DPV1 功能。 要使用这些新功能，首先应对系统进行一些修改。 关于从 IEC 61158 移植到 DPV1 的完整说明，请参见客户支持 Internet 网站上题为“从 IEC 61158 移植到 DPV1”的 FAQ 部分，FAQ 文献 ID 为 7027576。

支持 PROFIBUS DPV1 功能的组件

DPV1 主站

- 集成了 DP 接口的 S7-400 CPU。
- CP 443-5，订货号 6GK7443–5DX03–0XE0、6GK7443–5DX04–0XE0。

DPV1 从站

- STEP 7 硬件目录中相应系列名称下列出的 DP 从站在信息文本中可被识别为 DPV1 从站。
- 通过 V3 或更高版本 GSD 文件集成在 STEP 7 中的 DP 从站。

DPV1 组件有哪些操作模式？

- S7 兼容模式

  在此模式下，组件与 IEC 61158 兼容。但这时不能使用完整的 DPV1 功能。

- DPV1 模式

  在此模式下，可使用 DPV1 的全部功能。 站中不支持 DPV1 的自动化组件仍可像以前一样使用。

DPV1 和 IEC 61158 是否兼容

在转换为 DPV1 后，可继续使用所有现有从站。 但它们不支持 DPV1 的增强功能。

不转换到 DPV1 模式也可以使用 DPV1 从站。 这种情况下，它们像常规从站那样运行。 SIEMENS DPV1 从站可以在 S7 兼容模式下运行。 要集成来自其他制造商的 DPV1 从站，需要符合 V3 版本之前 IEC 61158 标准的 GSD 文件。

使用 SFC 103“DP_TOPOL”发现 DP 主站系统的总线拓扑

如果在运行期间发生故障，诊断中继器可以方便故障模块和 DP 电缆中断处的查找。 该模块是用来发现 DP 链的拓扑并检测其引发的所有故障的从站。

可使用 SFC 103“DP_TOPOL”触发诊断中继器对 DP 主站系统总线拓扑的识别。 SFC 103 在相应的在线帮助和 *《系统和标准功能》*手册中有介绍。 欲知关于诊断中继器的信息，请参考 *《用于 PROFIBUS DP 的诊断中继器》*手册，订货号为 6ES7972-0AB00–8BA0。

7.1.3 41xH CPU 作为 PROFIBUS DP 主站运行时的诊断功能

使用 LED 进行诊断

下表介绍 BUSF LED 的含义。 出现问题时，给组态为 PROFIBUS DP 接口的接口分配的 BUSF LED 将始终点亮或闪烁。

表格 7- 2　对于作为 DP 主站的 41x CPU，“BUSF”LED 的含义

BUSF	含义	要执行的操作
灭	组态正确； 所有已组态的从站都可寻址	-
亮	• DP 接口故障 • 多 DP 主站操作模式中波特率不同(仅单机模式)	• 对诊断信息进行判断， 重新组态或更正组态。
闪烁	• 站故障 • 所分配的从站中至少有一个不能寻址 • 总线错误(硬件故障)	• 检查总线电缆是否已连接到 CPU 41x 或者总线是否中断。 • 等到 41x CPU 上电。 如果 LED 不停止闪烁，则检查 DP 从站或对 DP 从站的诊断信息进行判断。 • 检查总线电缆是否短路或断裂。

通过 STEP 7 读出诊断信息

表格 7- 3　通过 STEP 7 读出诊断信息

DP 主站	STEP 7 中的块或选项卡	应用	请参见...
41x CPU	“DP 从站诊断”选项卡	在 **STEP 7** 用户界面上以纯文本形式显示从站诊断信息	**STEP 7** 在线帮助中的“硬件诊断”部分，以及*《使用 STEP 7 配置硬件和连接》*手册。
	SFC 13“DPNRM_DG”	读取从站诊断数据， 也就是说，将这些数据保存到用户程序的数据区 处理 SFC 13 过程中发生错误时，不一定会将忙碌位置位为“0”。 因此，只要处理 SFC 13，就必须检查 RET_VAL 参数。	有关 CPU 41x 组态的信息，请参考*《CPU 数据》*参考手册；有关 SFC 的信息，请参考*《系统和标准功能》*参考手册。 有关其它从站组态的信息，请参考相应的说明
	SFC 59“RD_REC”	读出 S7 诊断的数据记录(将这些数据记录保存到用户程序的数据区)	请参考*《系统和标准功能》参考手册*
	SFC 51“RDSYSST”	读出 SSL 子列表。使用 SSL ID W#16#00B3 在诊断中断中调用 SFC 51，然后读出从站 CPU 的 SSL。	
	SFB 52 "RDREC"	对于 DPV1 从站 读取 S7 诊断的数据记录，也就是说，将这些数据保存到用户程序的数据区	
	SFB 54 "RALRM"	对于 DPV1 从站： 读取相关中断 OB 中的中断信息	

评估用户程序中的诊断数据

下图显示用户程序中诊断数据的评估方法。

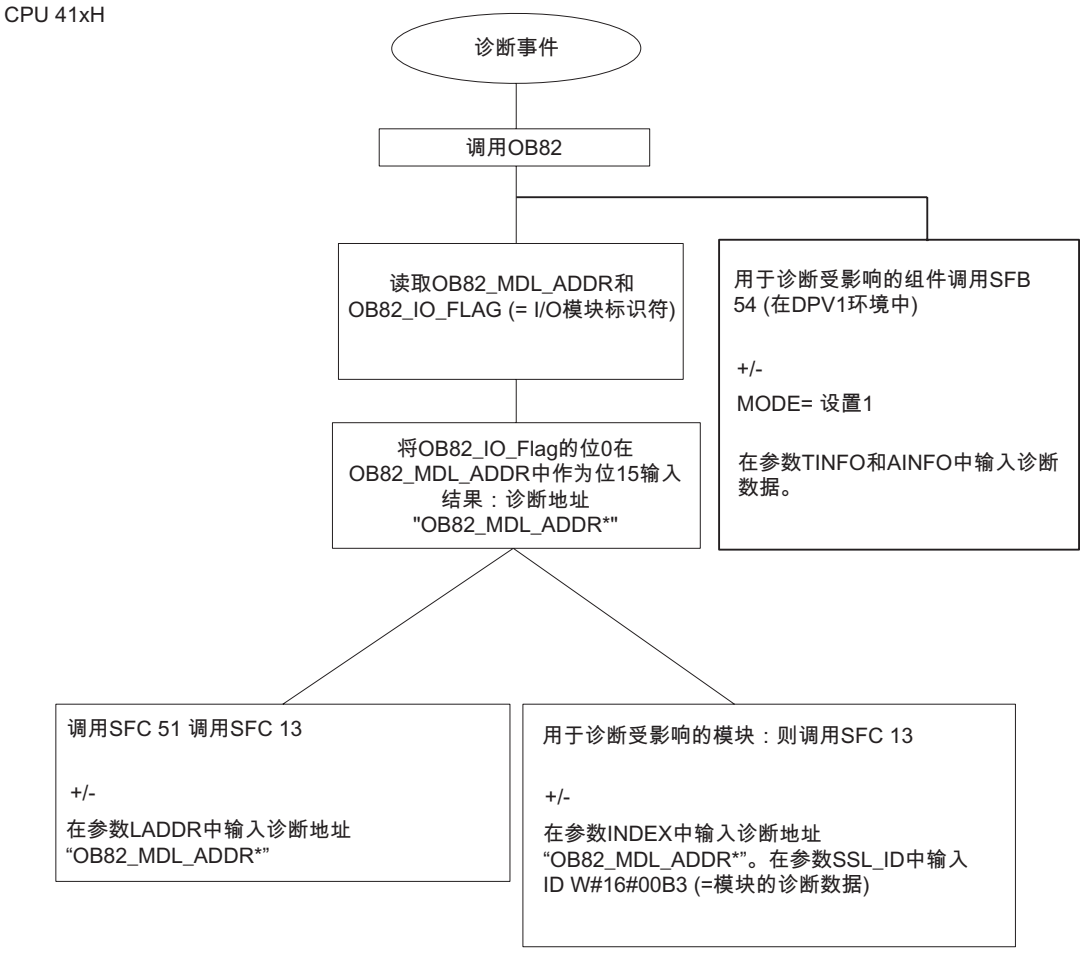


图 7-1　　通过 CPU 41xH 进行诊断

与 DP 从站功能相关的诊断地址

在 41xH CPU 上分配 PROFIBUS DP 的诊断地址。 在组态中验证是否将 DP 诊断地址向 DP 主站和 DP 从站各分配了一次。

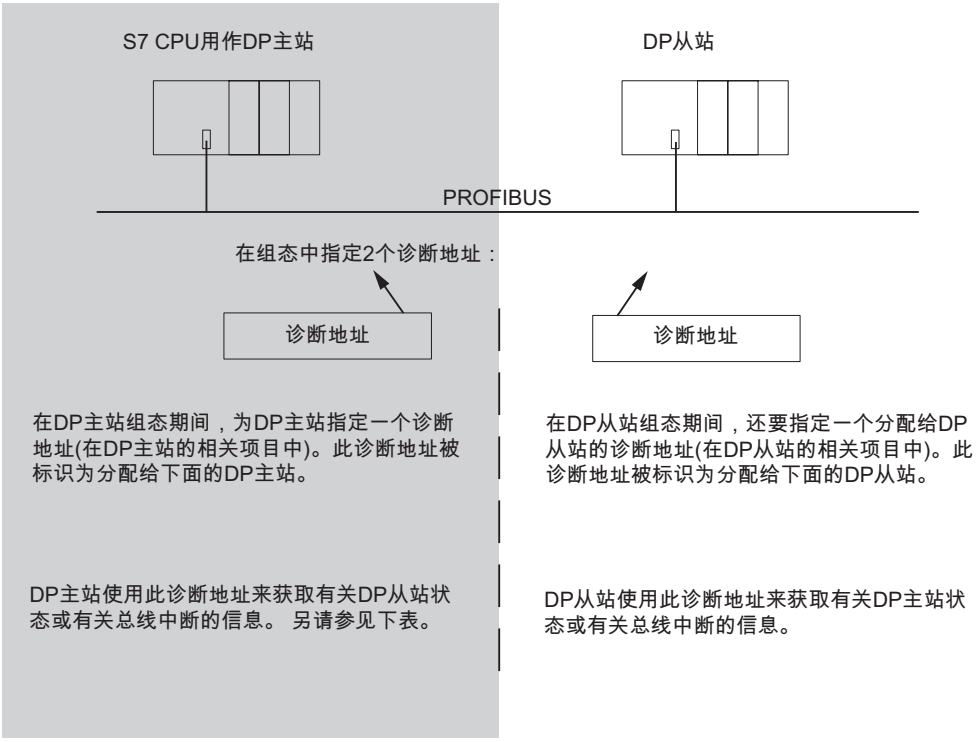


图 7-2　　DP 主站和 DP 从站的诊断地址

事件检测

下表显示了处于 DP 主站模式的 CPU 41xH 如何检测 DP 从站运行状态的变化或数据传送的中断。

表格 7- 4　作为 DP 从站的 CPU 41xH 的事件检测

事件	DP 主站上的动作
因总线连接器短路或断开导致总线中断	• 调用 OB 86，以**站故障**消息作为事件进入状态；DP 从站的诊断地址分配给 DP 主站 • 对于 I/O 访问： 调用 OB 122，I/O 访问错误
DP 从站： RUN → STOP	• 调用 OB 82，同时发出**模块错误**消息作为事件进入状态；DP 从站的诊断地址分配给 DP 主站；变量 OB 82_MDL_STOP=1
DP 从站： STOP → RUN	• 调用 OB 82，同时发出**模块正常**消息作为事件离开状态；DP 从站的诊断地址分配给 DP 主站；变量 OB 82_MDL_STOP=0

在用户程序中评估

下表显示了如何在 DP 主站中评估 DP 从站的 RUN-STOP 切换。 参见上表。

在 DP 主站上	在 DP 从站上(CPU 41x)
• 诊断地址实例： 主站诊断地址=1023 主站系统上的从站诊断地址 =1022	• 诊断地址实例： 从站诊断地址=422 主站诊断地址 = 无关
至少出现以下信息时，CPU 才会调用 OB 82： • OB 82_MDL_ADDR:=1022 • OB 82_EV_CLASS:=B#16#39 作为事件进入状态 • OB 82_MDL_DEFECT:=模块故障 CPU 诊断缓冲区也包含此信息 用户程序也应设置为通过 SFC 13 "DPNRM_DG"读取 DP 从站的诊断数据。 在 DPV1 环境中使用 SFB 54。 这样会输出完整的中断信息。	CPU： RUN → STOP CPU 生成一个 DP 从站诊断帧。

7.2 一致性数据

就内容和某一个时刻写入的过程状态而言属于一个整体的数据称为一致性数据。为保持数据一致性，不要在传送期间修改或更新这些数据。

实例 1：

为了在循环程序执行期间给 CPU 提供一致的过程信号映像，在程序执行之前将过程信号写入输入的过程映像，或在程序执行后将处理结果写入输出的过程映像。在随后的程序扫描期间，当对“输入”(I)和“输出”(O)操作数区域寻址时，用户程序会寻址 CPU 内部输入和输出映像所在的存储区，而并不直接访问信号模块。

实例 2：

当通讯块(例如 SFB 14 "GET"或 SFB 15 "PUT")被较高优先级的过程报警 OB 中断时，可能会出现不一致性。当用户程序修改该过程报警 OB 中经通讯块处理过的任何数据时，有些已传送的数据会保持其在过程报警处理之前的原始状态，而其它数据代表的是过程报警处理之后的数据。

这会导致出现不一致数据，也就是说，数据不再相关。

SFC 81 "UBLKMOV"

使用 SFC 81 ”UBLKMOV”可以一致地将源存储区的内容复制到其它存储区，即目标区域。其它操作系统活动不会中断这一复制操作。

SFC 81 "UBLKMOV"允许复制下列存储区：

- 存储器标志
- DB 内容
- 输入的过程映像
- 输出的过程映像

可复制的最大数据量为 512 字节。应考虑操作列表中所列的特定于 CPU 的限制。

由于复制操作不会中断，因此使用 SFC 81 "UBLKMOV"时 CPU 的中断响应时间可能会增大。

源存储区和目标存储区不得重叠。如果指定的目标存储区大于源存储区，该功能将源存储区中所含的全部数据复制到目标存储区中。如果指定的目标存储区小于源存储区，则该功能复制的数据量最多只能为可写入目标区中的数据量。

7.2.1 通讯块和功能的一致性

使用 S7-400 时，通讯数据不是在扫描周期的校验点进行处理；而是在程序周期期间的固定时间片内处理。

系统始终都可以一致性地处理字节、字和双字数据格式，也就是说，对 1 个字节、1 个字(2 个字节)或 1 个双字(4 个字节)的传送或处理不会中断。

当用户程序调用 SFB 12 BSEND"和 SFB 13 BRCV"之类的通讯块(它们只能成对地使用，并访问共享数据)时，对该数据区的访问可以通过实际的“DONE”参数来协调。因此可以在用户程序中确保通过通讯块本地传输通讯区时的数据一致性。

相反，在 PLC 的用户程序中，S7 通讯功能不需要块(例如 SFB 14“GET”和 SFB 15“PUT”)。这时，必须在编程阶段考量到一致性数据的量。

7.2.2 访问 CPU RAM

操作系统的通讯功能以固定的块长度访问 CPU RAM。块长度与 CPU 有关。S7-400 CPU 的变量长度可达 472 个字节。

这样能确保中断响应时间不会因为通讯负载而延迟。由于该访问与用户程序异步执行，因此不能传送无限字节数的一致性数据。

下面介绍了确保数据一致性所应遵循的规则。

7.2.3 SFB 14 "GET"/读变量与 SFB 15 "PUT"/写变量的一致性规则

SFB 14

如果遵守下列要点，则可以一致性地接收数据：

在激活一个新请求之前，判断接收区 RD_i 的整个当前使用部分。

SFB 15

启动一个发送操作时(REQ 的上升沿)，系统会复制发送数据区 SD_i 中要从用户程序传送的数据。可以在块调用后向将这些区域写入新数据，这样不会有损坏当前发送数据的风险。

说明

传送完成

当 DONE 的值变为 1 时，传送操作才完成。

7.2.4 从 DP 标准从站一致性地读取数据和将数据一致性地写入到 DP 标准从站

使用 SFC 14 "DPRD_DAT"从 DP 标准从站一致地读取数据

使用 SFC 14 "DPRD_DAT" (读取 DP 标准从站的一致性数据)可从 DP 标准从站读取一致性数据。

如果在数据传输期间没有出错，则将所读取的数据会进入由 RECORD 定义的目标范围。

目标范围的长度必须与通过 STEP 7 为所选模块组态的区域长度相同。

通过调用 SFC 14，只能访问已组态起始地址处的一个模块/DP ID 的数据。

使用 SFC 15 "DPWR_DAT"将数据一致性地写入 DP 标准从站

使用 SFC 15 "DPWR_DAT"(“将一致性数据写入 DP 标准从站”)可将 RECORD 中的一致性数据传送到指定的 DP 标准从站。

源存储区的长度必须与通过 STEP 7 为所选模块组态的区域长度相同。

传输到 DP 从站的一致性用户数据的上限

PROFIBUS DP 标准规定了传输到 DP 从站的一致性用户数据的上限。

因此，在块中可将最大为 64 个字(128 字节)的用户数据一致地传送到 DP 从站。

可以在组态中定义一致性数据的长度。在特殊标识格式(SIF)中，可以将一致性数据的最大长度定义为 64 个字(128 个字节)，128 个字节用于输入，128 个字节用于输出。不允许使用更大的长度值。

这一上限只适用于纯用户数据。诊断和参数数据会组合成完整数据记录，从而始终一致性地传送。

在通用标识格式(GIF)中，可以将一致性数据的最大长度定义为 16 个字(32 个字节)，32 个字节用于输入，32 个字节用于输出。不允许使用更大的长度值。

在此须注意一点：作为 DP 从站操作的 41x CPU 通常必须支持其通过常规标识格式在外部主站上进行组态(由 GSD 文件实现)。因此，作为 DP 从站操作的 41x CPU 在 PROFIBUS DP 的传送内存中只支持最大长度为 16 个字(32 个字节)。

7.2.5 不使用 SFC 14 或 SFC 15 进行一致性数据访问

在不使用 SFC14 或 SFC15 的情况下也可以实现大于 4 个字节的一致性数据访问。要一致性传送的 DP 从站数据区将被写入一个过程映像分区。因此，该区域中的数据始终具有一致性。然后可以使用装载/传送命令(例如 L EW 1)访问过程映像分区。对于访问一致性数据及实施和组态驱动器或其它 DP 从站等设备而言，这是一种非常简单而有效(低运行负载)的方法。

直接访问具一致性组态的数据区(
例如 L PEW 或 T PAW)**不会**导致发生 I/O 访问错误。

将 SFC14/15 解决方案转换为过程映像解决方案时，重点要注意以下事项：

- 从 SFC14/15 方法向过程映像方法转换时，建议不要同时使用系统功能和过程映像。虽然通过系统功能 SFC15 写入数据时会更新过程映像，但读取时并不会这样。换句话说，这样无法保证过程映像值与系统功能 SFC14 数值之间的一致性。
- SFC14/15 方法与过程映像方法一样，都会通过 SFC 50 "RD_LGADR"输出另一个地址区。
- 使用 CP 443-5 ext 时，系统功能和过程映象的同时使用将导致下列错误：阻止对过程映象进行读/写访问，且/或 SFC 14/15 不能再执行任何读/写访问操作。

实例：

下面的过程映像分区 3 "TPA 3"的实例说明了 HW Config 中的一种可能组态：

- TPA 3(输出)：这 50 个字节一致性地存储在过程映像分区 3 中(下拉列表“一致性包含 -> 整个长度”)，从而可以通过标准的“装载输入 xy”命令来读取。
- 在下拉菜单中的“输入”下选择“过程映像分区 -> ---”，这表示：不向过程映像写入数据。必须使用系统功能 SFC14/15。

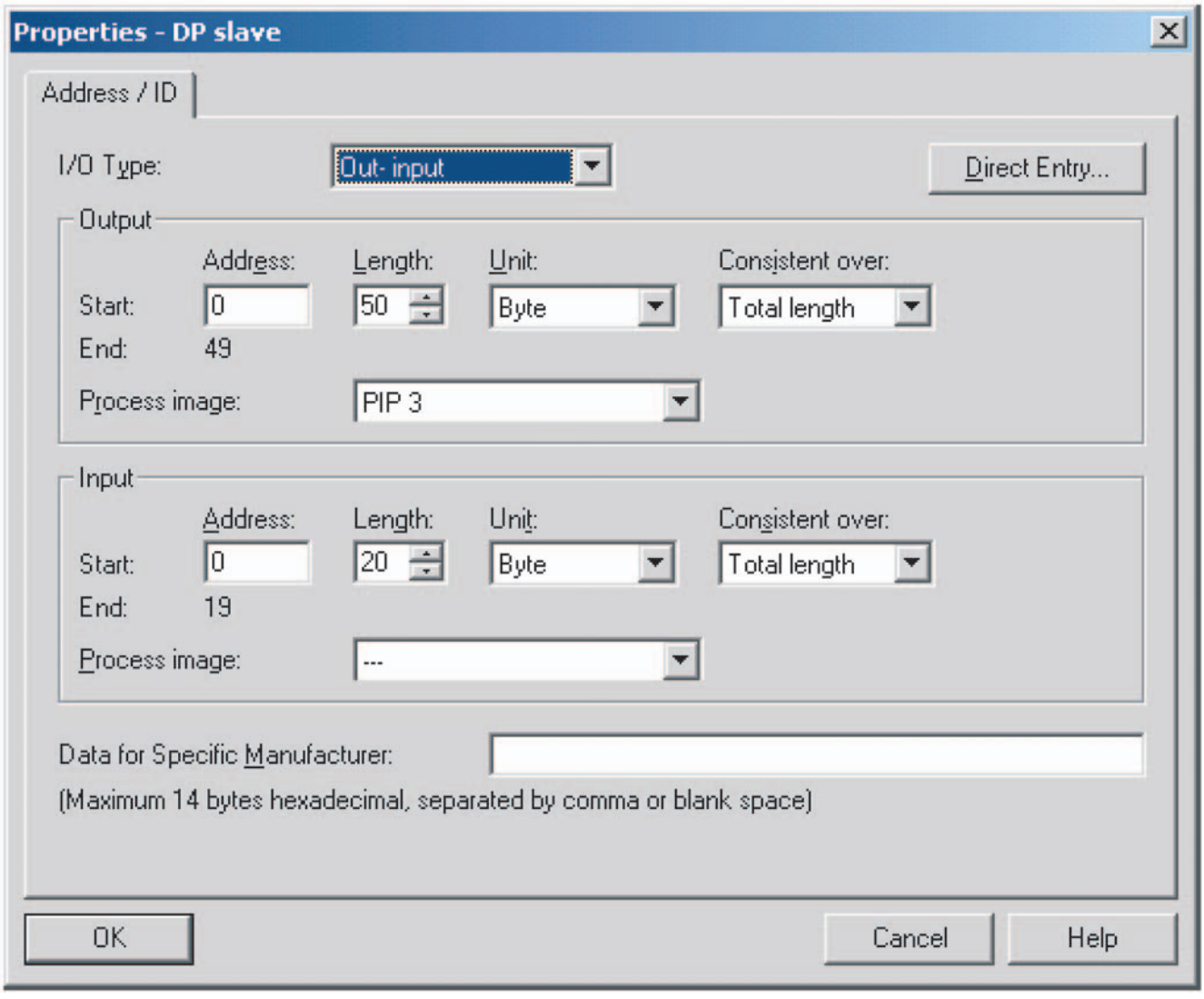


图 7-3　　DP 从站属性

8 S7-400H 的系统状态和运行状态

8.1 S7-400H 的系统状态和运行状态

本章简要介绍 S7-400H 容错系统。

您将了解在描述容错系统工作状况时所使用的基本概念。

之后，您还将看到有关容错系统模式的信息。这些模式取决于不同容错 CPU 的运行状态，这将在后续章节中介绍。

描述这些运行状态时，这里会侧重介绍与标准 CPU 不同的特性。有关相应运行状态中 CPU 常规特性的描述，请参见*《使用 STEP 7 编程》*手册。

最后一部分详细介绍容错 CPU 与众不同的时间响应。

8.2 简介

S7-400H 由通过光缆同步的两个冗余组态子系统组成。

这两个子系统构建了一个基于“主动冗余”原理以双通道(2 选 1)结构运行的冗余自动化系统。

主动冗余的含义是什么？

主动冗余通常也称功能冗余，意味着所有冗余资源都处于工作状态，同时参与控制任务的执行。

对于 S7-400H，这意味着两个 CPU 中的用户程序完全相同并由 CPU 同步执行。

约定

为区别两个单元，我们在描述中采用传统的表示法，即以“主站”和“备用站”来描述双通道容错系统。备用站始终与主站同步处理事件，在操作前不会明确等待任何错误。

主站和备用站 CPU 之间的差别对确保可再现的错误响应非常重要。因此，当冗余链接失败时备用站 CPU 可能进入 STOP 模式，而主站 CPU 仍保持 RUN 模式。

主站/备用站分配

首次接通 S7-400H 的电源时，要启动的第一个 CPU 采用主站模式，而伙伴 CPU 则采用备用站模式。

当两个 CPU 同时上电时，将保持预设的主站/备用站分配。

在下列情况下，该主站/备用站设置发生改变：

1. 备用站 CPU 在主站 CPU 之前启动(至少 3 秒的时间间隔)
2. 冗余主站 CPU 出现故障或进入 STOP 模式
3. 在TROUBLESHOOTING模式中未发现错误(另请参见 TROUBLESHOOTING运行状态 (页 105)小节)

同步子系统

主站 CPU 与备用站 CPU 通过光缆链接。冗余 CPU 通过这种耦合来保持以事件驱动的方式同步执行程序。



图 8-1　　同步子系统

同步操作由操作系统自动执行，不会影响用户程序。 用户程序的创建方法与标准 S7-400 CPU 相同。

事件驱动式同步

S7-400H 采用了 Siemens 专利的“事件驱动式同步”方法。 这种方法已在实践中得到了检验，并已应用于 S7-115H 和 S5-155H 控制器。

事件驱动式同步是指当发生可能导致子系统内部状态不同的事件时主站和备用站始终会同步它们的数据。

主站和备用站 CPU 在下列情况下进行同步：

- 直接访问 I/O
- 发生中断
- 更新了用户定时器，例如 S7 定时器
- 通讯功能修改了数据

CPU 冗余丢失时不间断的无扰动运行

事件驱动式同步方法确保了即使主站 CPU 发生故障也能由备用站 CPU 继续无扰动地运行。

自检

故障和错误必须尽快地检测、定位并报告。因此，S7-400H 中集成了大量完全在后台自动运行的自检功能。

它们会测试下列组件和功能：

- 中央模块的链接
- 处理器
- CPU 的内部存储器
- I/O 总线

如果自检过程检测到错误，容错系统会尝试将其排除或抑制其影响。

有关自检的详细信息，请参见 自检 (页 107)小节。

8.3 S7-400H 的系统状态

系统状态 S7-400H 来自两个 CPU 的运行状态。 “系统状态”一词是两个 CPU 当前运行状态的简化说法。

实例： 我们不说“主站 CPU 处于 RUN 模式，备用站 CPU 处于 LINK-UP 模式”，而是说“S7-400H 系统处于链接模式”。

系统状态总览

下表是 S7-400H 系统各种可能状态的总览。

表格 8- 1　S7-400H 系统状态的总览

S7-400H 的系统状态	两个 CPU 的运行状态	
	主站	备用站
停止	STOP	STOP、断电、DEFECTIVE
启动	STARTUP	STOP、断电、DEFECTIVE、无同步
单模式	RUN	STOP、TROUBLESHOOTING、断电、DERECTIVE、无同步
链接	RUN	STARTUP、LINK-UP
更新	RUN	UPDATE
冗余	RUN	RUN
暂停	HOLD	STOP、TROUBLESHOOTING、断电、DERECTIVE、无同步

8.4 CPU 的运行状态

运行状态描述了 CPU 在任何给定时间点的行为。了解 CPU 运行状态有助于对启动、测试和错误诊断进行编程。

从上电到系统冗余的运行状态

一般说来，两个 CPU 有着相同的权限，这样任何一个 CPU 都可以作为主站或备用站 CPU。为便于清晰阐述，示意图中假设主站 CPU (CPU 0)在备用站 CPU (CPU 1)通电之前启动。

下图显示了两个CPU从上电到系统冗余模式的运行状态。 HOLDHOLD运行状态 (页 105)和TROUBLESHOOTINGTROUBLESHOOTING运行状态 (页 105)模式是两种特殊模式，下图中未做展示。

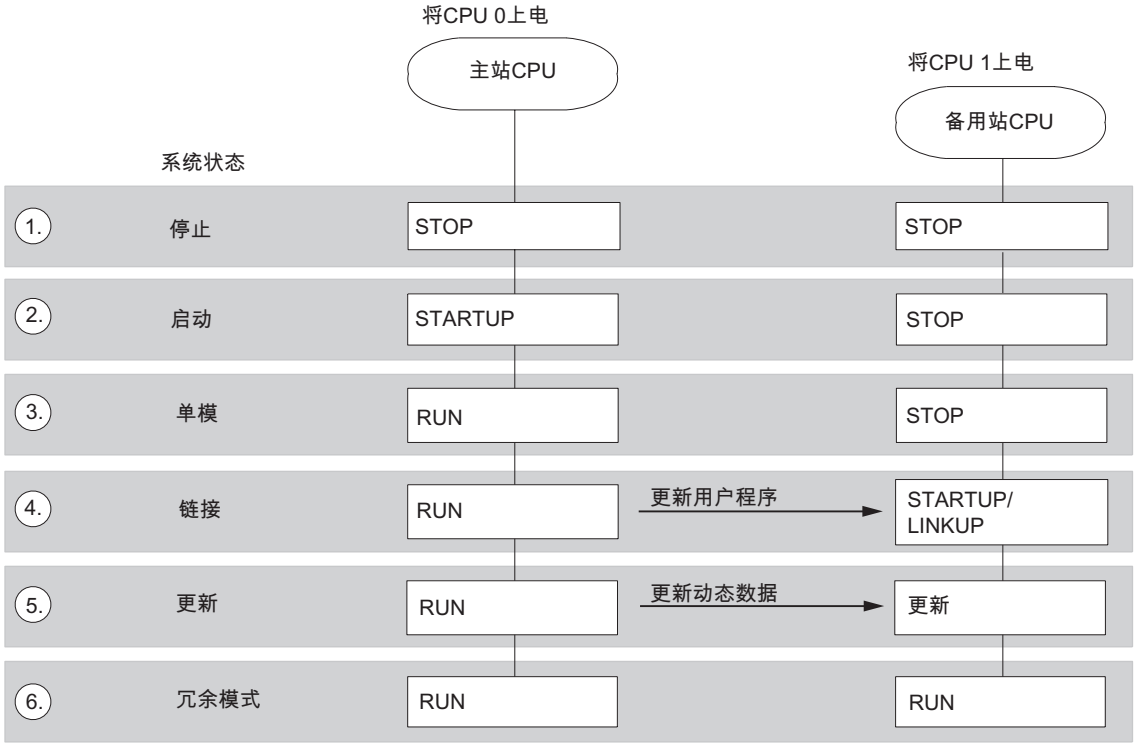


图 8-2 容错系统的系统模式和运行模式

图解说明

要点	描述
1.	接通电源后，两个 CPU (CPU 0 和 CPU 1)都处于 STOP 模式。
2.	CPU 0 进入STARTUP状态，并根据启动模式执行OB 100 或OB 102；另请参见 STARTUP运行状态 (页 102)小节。
3.	如果启动成功，主站 CPU (CPU 0)会切换到单模式。主站 CPU 单独执行用户程序。 在向 LINK-UP 系统状态过渡时，无法通过“监视”选项打开任何块，且不能激活任何变量表。
4.	如果备用站CPU (CPU 1)请求LINK-UP，主站CPU和备用站CPU会比较它们的用户程序。 如果用户程序之间存在差别，主站CPU会更新备用站CPU的用户程序，另请参见 LINK-UP和UPDATE运行状态 (页 103)小节。
5.	链接成功后，即开始更新，请参见 更新顺序 (页 122)小节。 主站CPU会更新备用站CPU的动态数据。 动态数据包括输入、输出、定时器、计数器、位存储器和数据块。 更新后，两个CPU的存储器将具有相同的内容；另请参见 LINK-UP和UPDATE运行状态 (页 103)小节。
6.	更新后，主站 CPU 和备用站 CPU 都处于 RUN 模式。 两个 CPU 彼此同步地处理用户程序。例外情况：因组态/程序修改而进行主站/备用站切换。 只有两个 CPU 版本相同而且固件版本也相同时，才支持冗余模式。

8.4.1 STOP 运行状态

除了下面的补充说明外，STOP 状态下 S7-400H CPU 的特性与标准 S7-400 CPU 相同。

在两个 CPU 都处于 STOP 模式时，如果将某个组态下载到其中一个 CPU，应遵循以下几点：

- 首先启动下载了组态的 CPU，以便将其设置为主站模式。
- 通过在编程设备上发出系统启动请求，首先启动有在线连接的 CPU，而不管处于主站还是备用站状态。

注意
系统启动可能会触发主站备用站的切换。

存储器复位

存储器复位功能只影响所选的 CPU。要将两个 CPU 复位，必须依次进行。

8.4.2 STARTUP 运行状态

除了下面的补充说明外，STARTUP 状态下 S7-400H CPU 的特性与标准 S7-400 CPU 相同。

启动模式

容错 CPU 会区别冷启动和暖启动。

容错 CPU 不支持热启动。

主站 CPU 的启动过程

S7-400H 的启动系统状态始终由主站 CPU 处理。

在 STARTUP 期间，主站 CPU 将现有 I/O 组态与在 STEP 7 中创建的硬件配置进行比较。如果发现任何差异，主站 CPU 会按与标准 S7-400 CPU 相同的方式做出响应。

主站 CPU 检查并组态：

- 双向 I/O
- 其上所分配的单向 I/O

启动备用站 CPU

备用 CPU 站启动例程不调用 OB 100 或 OB 102。

备用站 CPU 检查并组态：

- 其上所分配的单向 I/O

附加信息

有关 STARTUP 状态的详细信息，请参见*《使用 STEP 7 编程》*手册。

8.4.3 LINK-UP 和 UPDATE 运行状态

主站 CPU 在容错系统进入冗余模式之前会检查并更新备用站 CPU 的存储器内容。这一操作涉及两个连续的阶段，即链接和更新。

在链接和更新阶段，主站 CPU 始终处于 RUN 状态，备用站 CPU 处于 LINK-UP 或 UPDATE 状态。

除了旨在建立系统冗余的链接和更新功能外，系统还支持伴随有主站/备用站切换的链接和更新。

有关链接和更新的详细信息，请参阅 链接和更新 (页 113)小节。

8.4.4 RUN 运行状态

除了下面的补充说明外，RUN 状态下 S7-400H CPU 的特性与标准 S7-400 CPU 相同。

用户程序至少两个 CPU 之一在下列系统状态中执行：

- 单模式
- 链接、更新
- 冗余

单模式、链接、更新

在上述系统状态中，主站 CPU 处于 RUN 模式，并以单模式执行用户程序。

冗余模式

冗余状态时，主站和备用站 CPU 始终处于 RUN 模式，同步执行用户程序并相互检查。

在冗余状态下不能使用断点测试用户程序。

只有具有相同版本和相同固件版本 CPU 的才支持冗余状态。 当发生下表所列的错误之一时，冗余将丢失。

表格 8- 2　导致冗余丢失的错误原因

错误原因	响应
一个 CPU 出现故障	CPU的故障及更换 (页 221)
冗余链接出现故障(同步模块或光缆)	同步模块或光纤电缆的故障及更换 (页 228)
RAM 比较错误	TROUBLESHOOTING运行状态 (页 105)

模块的冗余使用

下列规则适用于冗余状态：

在冗余模式下互连的模块(如 DP 从站接口模块 IM 153-2)必须是相同的对，也就是说，两个冗余链接的模块有相同的订货号、版本和固件版本。

8.4.5 HOLD 运行状态

除了下面的补充说明外，HOLD 状态下 S7-400H CPU 的特性与标准 S7-400 CPU 相同。

HOLD 状态有着特殊的作用，它只用于测试。

什么时候出现 HOLD 运行状态？

只有在 STARUP 期间和单机模式 RUN 状态下才能向 HOLD 状态过渡。

特征

- 当容错 CPU 处于 HOLD 状态时，不能使用链接和更新操作，且备用站 CPU 保持 STOP 模式并输出一条诊断消息。
- 当容错系统保持冗余状态时，不能设置断点。

8.4.6 TROUBLESHOOTING 运行状态

只有从冗余模式进入 TROUBLESHOOTING 模式。 故障诊断期间，CPU 退出冗余模式，另一个 CPU 成为主站并在单机模式下继续工作。

说明

如果故障诊断期间主站 CPU 的状态变为 STOP，则会在备用站 CPU 上继续故障诊断。但故障诊断完成时，备用站 CPU 不会再次启动。

自检例程会比较主站 CPU 和备用站 CPU，并在发现差别时报告错误。错误可能由硬件故障、校验和错误及 RAM/PIO 比较错误引起。

下列事件将触发 TROUBLESHOOTING 状态：

1. 如果在冗余模式中单向调用 OB 121 (只在一个 CPU 中)，CPU 会认为硬件发生故障并进入 TROUBLESHOOTING 状态。需要时，伙伴 CPU 采用主站模式并继续以单机模式工作。
2. 当只有一个冗余 CPU 发生校验和错误时，该 CPU 将进入 TROUBLESHOOTING 状态。需要时，伙伴 CPU 采用主站模式并继续以单机模式工作。
3. 在冗余模式中检测到 RAM/PIQ 比较错误时，备用站 CPU 进入 TROUBLESHOOTING 状态(缺省响应)，主站 CPU 以单模式继续工作。

   可以在组态中修改对 RAM/PIO 比较错误的响应(例如，备用站 CPU 进入 STOP 模式)。

4. 当只有一个冗余 CPU 上发生多位错误时，该 CPU 将进入 TROUBLESHOOTING 状态。需要时，伙伴 CPU 采用主站模式并继续以单机模式工作。

   但： 当一个冗余 CPU 出现单位错误时，会调用 OB 84。 CPU 不会切换到 TROUBLESHOOTING 模式。

5. 如果冗余模式期间丢失同步，备用站 CPU 将切换为 TROUBLESHOOTING 模式。 另一个 CPU 仍为主站并在单模式下继续运行。

TROUBLESHOOTING 模式可以找到有故障的 CPU。 备用站 CPU 执行完整自检，而主站 CPU 保持 RUN 模式。

如果检测到硬件故障，CPU 将切换到
DEFECTIVE 模式。如果未检测到任何错误，CPU 会重新链接。
容错系统返回冗余系统状态。 随后将发生自动主站备用站切换。这样能确保当在故障诊断模式中检测到下一个错误时，可以检测原主站 CPU 的硬件。

不能与TROUBLESHOOTING模式下的CPU进行任何通讯，例如编程设备不能访问 CPU。 TROUBLESHOOTING模式由RUN和STOP LED指示，请参见 状态和错误显示 (页 55)小节。

有关自检的详细信息，请参见 自检 (页 107)小节

8.5 自检

运行自检

如果在没有备用电压的情况下上电(例如首次插入 CPU 后上电，或在没有备用电池时上电)或者处于 TROUBLESHOOTING 状态，CPU 会执行完整的自检程序。 自检过程大约需要 10 分钟。

当容错系统的 CPU 请求存储器复位然后关闭备用电源时，无论备有功能如何都将执行自检。 例如，拆除存储卡时 CPU 会请求存储器复位。

在 RUN 模式下，操作系统将自检例程分成多个小程序段，即在多个连续周期中处理的测试时间片。 周期性自检在特定的时间内执行单个完整测试。 可以在组态中修改 90 分钟的缺省时间值。

自检期间对错误的响应

如果自检返回一个错误，会发生下列响应：

表格 8- 3　自检期间对错误的响应

错误等级	系统响应
不单向调用 OB 121 时的硬件故障	故障 CPU 进入 DEFECTIVE 状态。 容错系统切换到单模式。 错误原因被写入诊断缓冲区。
单向调用 OB 121 硬件故障	带单向 OB 121 的 CPU 进入 TROUBLESHOOTING 状态。 容错系统切换至单机模式(参见下文)。
RAM/PIO 比较错误	错误原因被写入诊断缓冲区。 CPU 进入组态的系统状态或运行状态(参见下文)。
校验和错误	响应取决于错误情况(参见下文)。
多位错误	故障 CPU 进入 TROUBLESHOOTING 状态。

单向调用 OB 121 硬件故障

如果在上次无备份电压上电之后首次调用单向 OB 121 时发生硬件故障，故障 CPU 会进入 TROUBLESHOOTING 状态。 容错系统切换到单模式。 错误原因被写入诊断缓冲区。

RAM/PIO 比较错误

如果自检返回 RAM/PIO 比较错误，则容错系统退出冗余模式，备用站 CPU 进入 TROUBLESHOOTING 状态(缺省组态)。 错误原因被写入诊断缓冲区。

如果 RAM/PIQ 比较错误再次发生，则具体响应取决于错误是发生在故障诊断后的第一个自检周期内还是之后的自检周期内。

表格 8- 4　对再次发生的比较错误的响应

比较错误再次发生...	响应
在故障诊断后的第一个自检周期内	备用站 CPU 首先进入 TROUBLESHOOTING 状态，然后进入 STOP 状态。 容错系统切换到单模式。
故障诊断后的两个或多个自检周期后	备用站 CPU 进入 TROUBLESHOOTING 状态。 容错系统切换到单模式。

校验和错误

如果在上一次无备份上电后发生检验和错误，系统会有如下响应：

表格 8- 5　对校验和错误的响应

检测时间	系统响应
在上电后的启动测试期间	故障 CPU 进入 DEFECTIVE 状态。 容错系统切换到单模式。
在周期性自检期间 (STOP 或单模式)	错误被更正。 CPU 保持 STOP 模式或单模式。
在周期性自检期间 (冗余系统状态)	错误被更正。 故障 CPU 进入 TROUBLESHOOTING 状态。 容错系统切换到单模式。
在 TROUBLESHOOTING 状态中	故障 CPU 进入 DEFECTIVE 状态。
单位错误	CPU 在检测到并排除错误后调用 OB 84。

错误原因被写入诊断缓冲区。

在 F 系统中，在 STOP 或单模式中首次发生校验和错误时，F 程序会收到自检程序检测到错误的通知。 *《S7-400F 和 S7-400FH 自动化系统》*手册中描述了 F 程序对错误的响应。

第二次发生单向调用 OB 121 硬件故障、校验和错误

下表描述了在 41x4H CPU 的各种工作模式下，A 41x4H CPU 对第二次发生单向调用 OB 121 硬件故障和校验和错误的响应。

表格 8- 6　第二次发生单向调用 OB 121 硬件故障、校验和错误

错误	处于单模式的 CPU	处于单机模式的 CPU	处于冗余模式的 CPU
单向调用 OB 121 硬件故障	执行 OB 121	执行 OB 121	故障 CPU 进入 TROUBLESHOOTING 状态。 容错系统切换到单模式。
校验和错误	如果两个错误发生在连续的两个测试周期内，CPU 会进入 DEFECTIVE 状态。 (在 HW Config 中组态测试周期的长度)	如果两个错误发生在连续的两个测试周期内，CPU 会进入 DEFECTIVE 状态。 (在 HW Config 中组态测试周期的长度)	如果在故障诊断状态中发生由第一个错误事件触发的另一个错误，则 CPU 进入 DEFECTIVE 状态。

如果在两倍测试周期时间过后在单模式/单机模式下出现另一个校验和错误，CPU 的响应与第一次发生该错误时一样。 如果在故障诊断结束后在冗余模式下出现另一个错误(单向调用 OB 121 硬件错误、检验和错误)，CPU 的响应与第一次发生该错误时一样。

多位错误

当容错系统运行在冗余模式下时，如果检测到多位错误，CPU 会切换到 TROUBLESHOOTING 模式。 故障诊断结束时，CPU 可以自动链接并自行更新，并恢复冗余操作。 向故障诊断模式过渡时，诊断缓冲区中会报告触发错误的地址。

单位错误

CPU 在检测到并排除错误后调用 OB 84。

干预周期性自检

SFC 90“H_CTRL”允许您干预周期性自检的范围和执行。 例如，可以从整体测试中去掉和重新引入多个测试组件。 此外，还可以明确调用特定的测试组件，然后启动对这些组件的处理。

有关 SFC 90“H_CTRL”的详细信息，请参考*《用于 S7-300/400 的系统软件，系统和标准功能》*手册。

注意
在故障安全系统中，不能先禁止再重新启用周期性自检。 要获得更详细的资料，请参见*《S7-400F 和 S7-400FH 可编程控制器》*手册。

8.6 基于时间的响应

指令运行时间

STEP 7 指令的执行时间请参见 S7-400 CPU 的操作列表。

处理 I/O 直接访问

请注意，任何 I/O 访问都需要进行两个单元同步，这样会使周期延长。

因此，在用户程序中应避免直接 I/O 访问，而应使用过程映像(或过程映像分区，例如当处理循环中断时)来访问数据。这样会自动提高性能，因为在过程映像中可以始终立即同步整套数值。

响应时间

有关计算响应时间的详细信息，请参考 S7-400 周期和反应时间 (页 317)小节。

请注意，备用站 CPU 的任何更新都会延长中断响应时间。

中断响应时间取决于优先级，因为在更新期间会分级延迟中断。

8.7 S7-400H 系统中硬件中断的评估

在 S7-400H 系统中使用硬件中断触发模块时，通过直接访问从硬件中断 OB 读取的过程值可能与中断时有效的过程值不匹配。 这时应评估硬件中断 OB 中的临时变量(启动信息)。

因此在使用过程中断触发模块 SM 321-7BH00 时，请不要对同一输入端的上升沿或下降沿采取不同的响应，因为这样会需要直接访问 I/O。如果要在用户程序中对两个沿变换采取不同的响应，请将信号分配给来自不同通道组的两个输入，将一个输入组态给上升沿，另一个组态给下降沿。

链接和更新

9

9.1 链接和更新的影响

链接和更新由两个 CPU 上的 REDF LED 指示。在链接期间，这些 LED 以 0.5 Hz 的频率闪烁，在更新期间，以 2 Hz 的频率闪烁。

链接和更新对用户程序执行和通讯功能有着多种影响。

表格 9- 1　链接和更新功能的属性

过程	链接	更新
用户程序的执行	处理所有的优先级(OB)。	优先级的处理分程序段延迟。所有请求都在更新之后得到满足。 要获得详细资料，请参见下面几节。
删除、装载、生成和压缩块	不能删除、装载、创建或压缩块。 这类动作处于忙碌状态时，会禁止执行链接和更新。	不能删除、装载、创建或压缩块。
通讯功能、PG 操作的执行	执行通讯功能。	功能的执行会分程序段地被限制并延迟。所有延迟的功能都在更新之后执行。 要获得详细资料，请参见下面几节。
CPU 自检	不执行	不执行
测试和调试功能，例如“监视与控制变量”，“监视(开/关)”	禁止测试和调试功能。 当此类动作处于忙碌状态时，会禁止链接和更新操作。	禁止测试和调试功能。

过程	链接	更新
处理与主站 CPU 的连接	保持所有连接；不能进行任何新连接。	保持所有连接；不能进行任何新连接。 中止的连接直到更新结束才恢复
处理与备用站 CPU 的连接	所有连接都被取消；不能进行任何新连接。	所有连接都已断开。它们是在链接期间被取消的。

9.2 链接和更新的条件

编程设备上可使用哪些命令启动链接和更新操作是由主站 CPU 和备用站 CPU 上的条件决定的。 下表显示了这些条件与可用于链接和更新操作的编程设备命令之间的关系。

表格 9- 2 链接和更新的条件

以 PG 命令链接和更新：	主站和备用站 CPU 中装载存储器的大小和类型	主站和备用站 CPU 中的 FW 版本	可用的同步链接数	主站和备用站 CPU 的硬件版本
重启动备用站	完全相同	完全相同	2	完全相同
切换到已修改了组态的 CPU	RAM 和 EPROM 混合	完全相同	2	完全相同
切换到具有扩展存储器组态的 CPU	备用站 CPU 中的装载存储器的大小大于主站存储器的大小	完全相同	2	完全相同
切换到操作系统已修改的 CPU	完全相同	不同	2	完全相同
修改了硬件版本的 CPU	完全相同	完全相同	2	不同
一个完整的冗余链接中只有一个同步链接可用	完全相同	完全相同	1	完全相同

9.3 链接和更新

链接和更新操作有两种类型：

- 在一个“常规”的链接和更新操作中，容错系统应从单模式切换到冗余模式。 然后，两个 CPU 将彼此同步处理同一个程序。
- 当 CPU 的链接和更新带有主站/备用站切换时，带已修改组件的第二个 CPU 可控制该过程。硬件配置/存储器组态或操作系统可能已被修改。

  为返回冗余状态，随后必须执行“常规”链接和更新。

如何启动链接和更新操作？

初始状态：单机模式，也就是说，通过光缆连接的容错系统当中，只有一个 CPU 处于 RUN 模式。

要建立系统冗余，按如下方式启动链接和更新操作：

- 将备用站 CPU 的模式选择器开关从 STOP 切换到 RUN。
- 如果在断电之前，CPU 不处于 STOP 模式，则给备用站上电(模式选择器开关处于 RUN 位置)
- 由操作员在 PG/ES 上输入。

带主站/备用站切换的链接和更新操作始终在 PG/ES 上启动。

注意
如果备用站 CPU 上的链接和更新操作被中断(例如由于断电、STOP)，则可能引起数据不一致，从而导致 CPU 请求存储器复位。 在备用站上复位存储器后，以再次运行链接和更新功能。

链接和更新操作的流程图

下图概述了链接和更新的一般顺序。 初始状态时，主站在单模式下运行。 本图中假设 CPU 0 为主站。

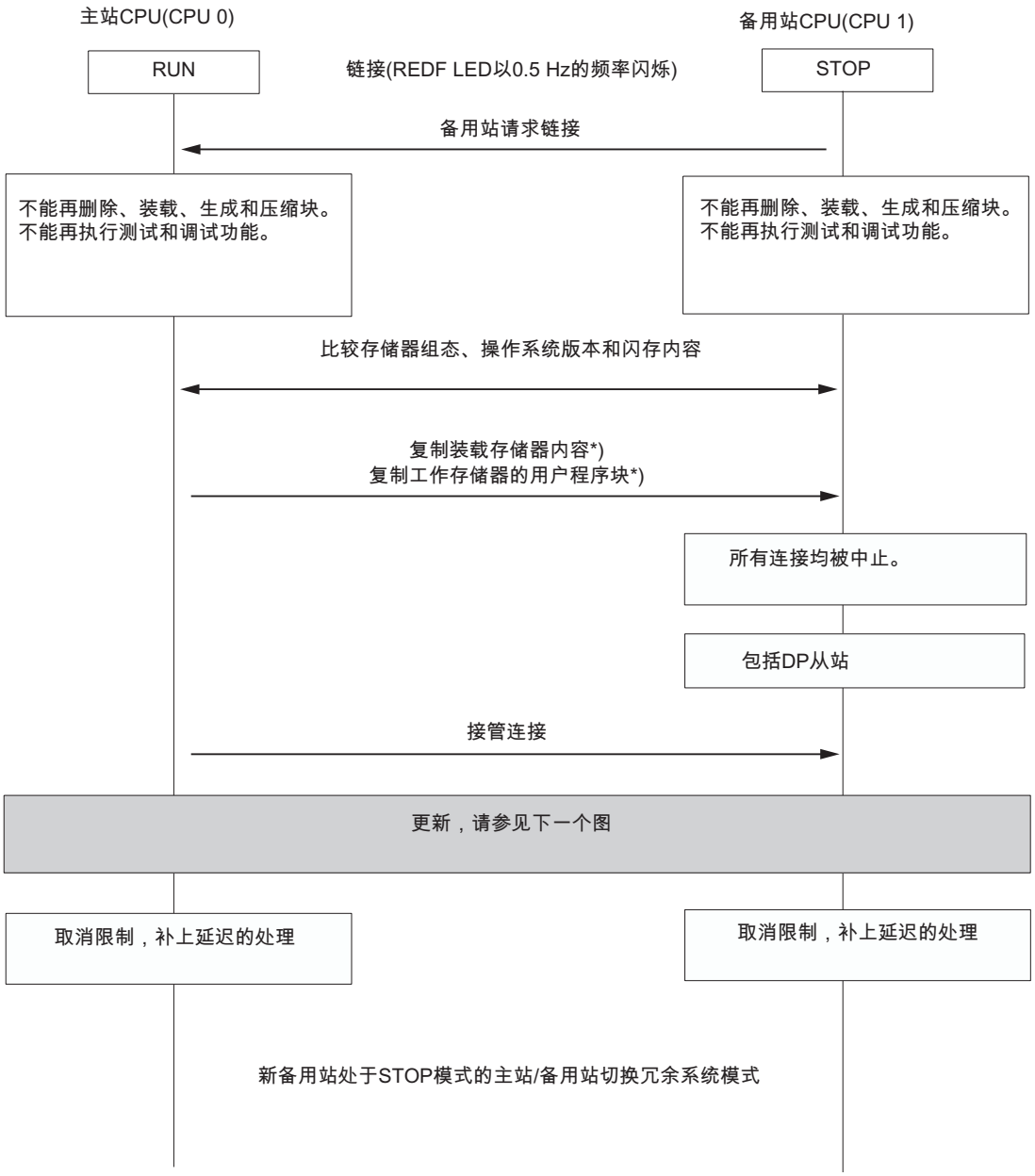
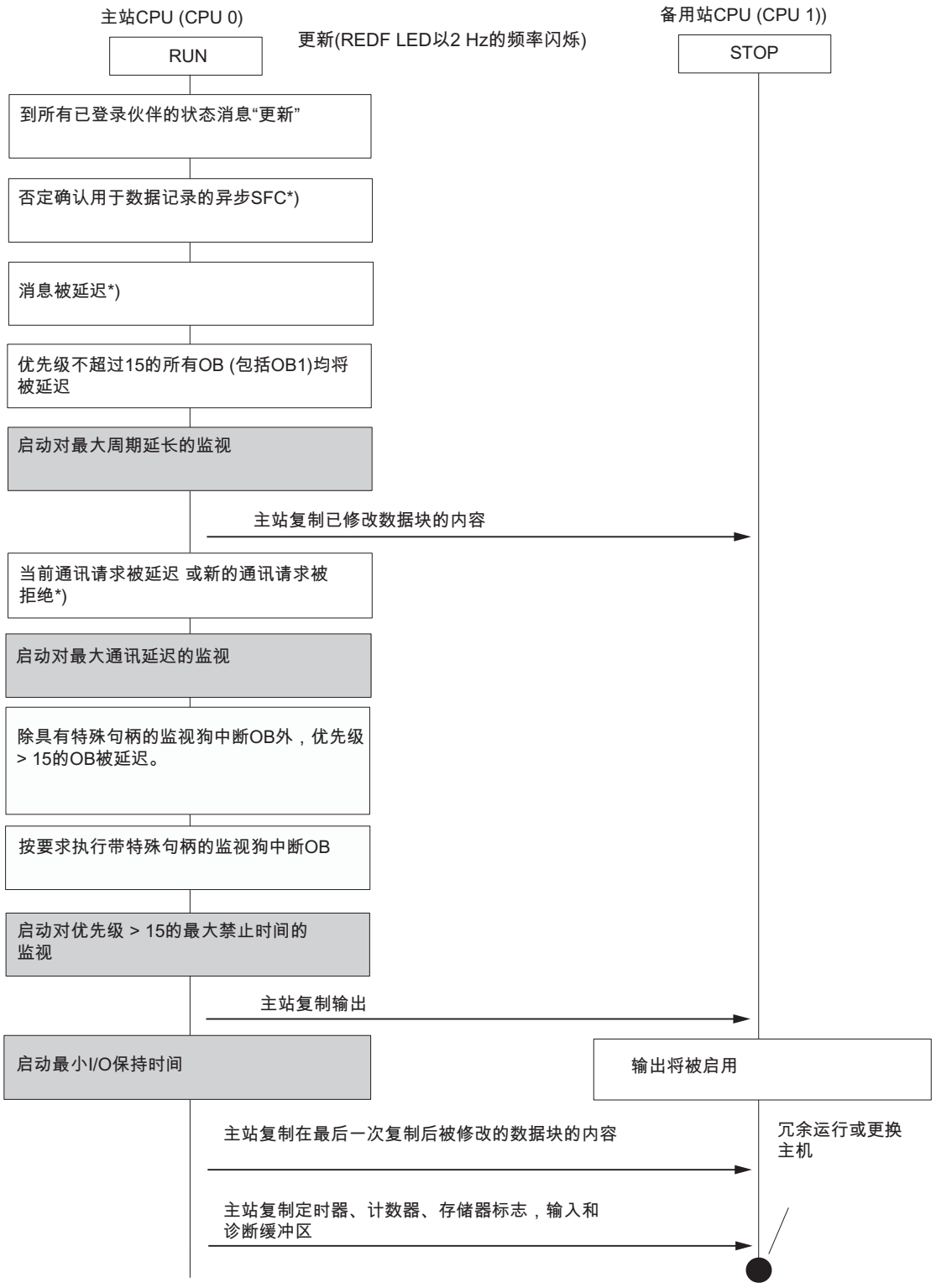


图 9-1　　链接和更新的顺序

*) 如果设置了“切换到已修改了组态的CPU”选项，将不会复制装载存储器的内容；切换到已修改了组态或扩展了存储器组态的CPU (页 125)小节列出了从主站CPU工作存储器的用户程序块(OB、FC、FB、DB、SDB)中复制的内容。



*)要获得相关SFC、SFB和通讯功能的详细资料，请参见后续章节。

图 9-2　　更新顺序

更新期间输入信号的最小持续时间

在更新期间，程序的执行将停止一段时间(下面几节详细说明了此问题)。 要确保 CPU 可以可靠地检测到更新期间输入信号的变化，必须满足下列条件：

最小信号持续时间 > 2 x I/O 更新所需时间(只对 DP)
+ 优先级的调用时间间隔
+ 优先级的程序执行时间
+ 更新所需时间
+ 较高优先级的程序执行时间

实例：

按优先级大于 15(例如 OB 40)计算的输入信号最小信号持续时间。

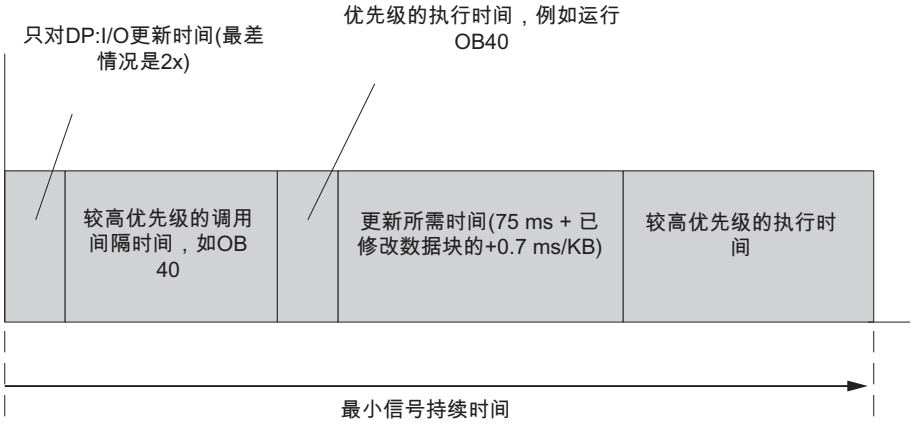


图 9-3　　更新期间输入信号最小信号持续时间的实例

9.3.1 链接顺序

链接时，需要确定是否执行主站/备用站切换，或者是否通过将系统设置为冗余状态来结束操作。

旨在建立系统冗余的链接

为了排除两个子系统的差异，主站 CPU 和备用站 CPU 会进行比较。

比较内容如下：

1. 存储器组态的一致性
2. 操作系统版本的一致性
3. 装载存储器(闪存卡)内容的一致性
4. 装载存储器(集成 RAM 和 SRAM 卡)内容的一致性

如果第 1、2 或 3 项不一致，备用站 CPU 会切换至 STOP 模式，并输出一条出错消息。

如果第 4 项不一致，则主站 CPU 会将用户程序从其 RAM 的装载存储器复制到备用站 CPU。

存储在闪存卡的装载存储器中的用户程序不会被传送。
启动链接前必须实现一致。

带主站/备用站切换的链接

STEP 7 支持下列选项：

- “切换到已修改了组态的 CPU”
- “切换到具有扩展存储器组态的 CPU”
- “切换到已修改了操作系统的 CPU”
- “切换到已修改了硬件版本的 CPU”
- “仅通过一个完整的冗余链接切换到 CPU”

切换到已修改了组态的 CPU

您可能已修改了备用站 CPU 上的下列元素：

- 硬件配置
- 装载存储器的类型(例如，已将 RAM 卡替换为闪存卡)。新的装载存储器可能大于或小于原来的装载存储器。

在链接期间，主站不会将任何块传送到备用站。 欲知详细信息，请参见 切换到已修改了组态或扩展了存储器组态的CPU (页 125)小节。

欲知上述情况所需步骤的信息(修改硬件配置或装载存储器的存储器类型)，请参见 操作期间的组件故障及更换 (页 221)小节。

说明

即使未修改备用站 CPU 上的硬件配置或装载存储器类型，仍将执行主站/备用站切换，原主站 CPU 会切换至 STOP 模式。

切换到具有扩展存储器组态的 CPU

您可能已扩展备用站 CPU 上的装载存储器。用于存储装载存储器的存储介质必须相同，即 RAM 卡或闪存卡。如果扩展闪存卡，它们的内容必须完全相同。

在链接期间，系统会将用户程序块(OB、FC、FB、DB 和 SDB)从主站的装载存储器和工作存储器传送到备用站 CPU。例外情况： 如果装载存储器模块是闪存卡，则系统只传送来自工作存储器的块。

欲知有关更改存储器模块类型或扩展装载存储器的信息，请参见 改变CPU存储器组态 (页 292)小节。

注意

如果在备用站 CPU 上更改了装载存储器的类型或修改了操作系统，则该 CPU 不会切换到 RUN 模式，而是返回 STOP 模式，并将一条相应信息写入诊断缓冲区。
如果未在备用站 CPU 上扩展装载存储器，则该 CPU 不会切换到 RUN 模式，而是返回 STOP 模式，并将一条相应信息写入诊断缓冲区。
系统不会执行主站/备用站切换，原主站 CPU 保持 RUN 模式。

9.3.2 更新顺序

更新期间发生了什么？

更新期间，通讯功能和 OB 需要分程序段执行。同样，所有动态数据(数据块、定时器、计数器以及存储器标志的内容)都将传送给备用站 CPU。

更新步骤：

1. 在更新结束之前，访问 I/O 模块的所有异步 SFC (SFC 13、51、52、53、55-59)都会启动一个“否定”确认，返回值 W#16#80C3 (SFC 13、55-59)或 W#16#8085 (SFC 51)。返回这些值后，用户程序将重复执行作业。
2. 消息功能会延迟到更新结束(参见下表)。
3. OB 1 与优先级不超过 15 的所有 OB 的执行都将延迟。

   对于循环中断，不允许生成新的 OB 请求，因此不会存储新的循环中断，这样就不会发生新的请求错误。

   系统会等待更新结束，然后针对每个循环中断 OB 生成并处理最多一个请求。延迟中断的时间戳无法估算。
4. 传送自链接后修改的所有数据块内容。
5. 下列通讯请求会收到否定确认：
   - 使用 OCM 功能读/写数据记录
   - 使用 STEP 7 读取诊断信息
   - 禁用和启用消息
   - 登录和退出消息
   - 消息确认
6. 对于初次调用用来 RAM 内容的通讯功能，系统会返回一个否定确认。参见*《用于 S7-300/400 的系统软件，系统和标准功能》*。待更新结束后，所有剩余的通讯功能都将延迟执行。
7. 系统禁止生成对优先级大于 15 的所有 OB 的新请求，因此不会保存新中断，这样就不会生成任何请求错误。

   排队的中断会在更新结束后被再次请求和处理。延迟中断的时间戳不能估算。

   系统不再执行用户程序或更新 I/O。

8. 对于优先级大于 15 但具有特殊处理的循环中断 OB，系统会生成启动事件并根据需要执行该 OB。

说明

当需要在指定时间内对某些模块或程序元素寻址时，具有特殊处理的循环中断 OB 非常重要。这是故障安全系统中的一个典型情况。要获得详细资料，请参见*《S7-400F 和 S7-400FH 可编程控制器》*和*《S7-300 可编程控制器，故障安全信号模块》*手册。

9. 再次传送输出数据和所有已修改的数据块内容。传送定时器、计数器、存储器标志和输入。传送诊断缓冲区内容。

   在这一数据同步期间，系统会中断用于诊断中断、延迟中断和 S7 定时器的时钟脉冲。 这将导致循环中断与日时钟中断之间的同步性丧失。

10. 解除所有限制。执行被延迟的中断和通讯功能。所有 OB 也将再次执行。

    对于延迟的循环中断 OB 来说，不能再保证与先前调用相同的循环时间。

说明

过程和诊断中断由 I/O 存储。由分布式 I/O 模块发出的这类中断请求会在块重新激活后执行。对于由中央 I/O 模块发出的这类请求，只有在禁用状态期间未重复出现相同中断请求的情况下，才能执行。

如果 PG/ES 请求了主站/备用站切换，一旦完成更新，原备用站 CPU 将进入主站模式，而原主站 CPU 进入 STOP 模式。如果未做此请求，两个 CPU 都将进入 RUN 模式(冗余系统状态)，并同步执行用户程序。

如果进行主站/备用站切换，在更新后的第一个周期中，OB 1 会被分配一个独立的标识符(请参见*《S7-300/400 系统软件，系统和标准功能》参考*手册)。 欲知关于组态修改导致的其它结果的信息，请参见 切换到已修改了组态或扩展了存储器组态的CPU (页 125)小节。

延迟的消息功能

所列出的 SFC、SFB 和操作系统服务会触发将消息输出给所有已登录伙伴的操作。 这些功能在更新启动后会将被延迟。

- SFC 17 "ALARM_SQ"、SFC 18 "ALARM_S"、SFC 107 "ALARM_DQ"、SFC 108 ALARM_D"
- SFC 52 "WR_USMSG"
- SFB 31 "NOTIFY_8P"、SFB 33 "ALARM"、SFB 34 "ALARM_8"、SFB 35 "ALARM_8P"、SFB 36 "NOTIFY"、SFB 37 "AR_SEND"
- 过程控制消息
- 系统诊断消息

从这时起，SFC 9“EN_MSG”和 SFC 10“DIS_MSG”所发起任何启用和禁止消息的请求都将被拒绝，返回一个负值。

通讯功能和产生的作业

当 CPU 收到下面指定的一个作业后，必须随即生成通讯作业并将其输出到其它模块。 例如，这些作业包括从分布式 I/O 读取或向分布式 I/O 写入参数数据记录。在更新结束前这些作业会遭拒绝。

- 使用 OCM 功能读/写数据记录
- 使用 SSL 信息读取数据记录
- 禁用和启用消息
- 登录和退出消息
- 消息确认

说明

所列的最后三个功能由 WinCC 系统注册，并在更新结束时自动重复执行。

9.3.3 切换到已修改了组态或扩展了存储器组态的 CPU

切换到已修改了组态的 CPU

您可能已修改了备用站 CPU 上的下列元素：

- 硬件配置
- 装载存储器的存储器模块类型。 例如，可能已将 RAM 卡更换为闪存卡。 新的装载存储器可能大于或小于原来的装载存储器。

有关上述情况所需步骤的信息，请参见 操作期间的组件故障及更换 (页 221)小节。

说明

即使未修改备用站 CPU 上的硬件配置或装载存储器类型，仍将执行主站/备用站切换，原主站 CPU 切换至 STOP 模式。

说明

如果使用 NETPRO 下载了连接，则不能再将装载存储器的存储器类型由 RAM 改为闪存。

在 STEP 7 中带着“切换到已修改了组态的 CPU”选项启动链接和更新操作时，系统会在存储器内容处理方面做如下响应。

装载存储器

不会将装载存储器的内容从主站 CPU 复制到备用站 CPU。

工作存储器

下列内容会从主站 CPU 的 RAM 传送到备用站 CPU：

- 在两个装载存储器中分配了相同接口时间戳且具有属性“只读”和“未链接”的所有数据块的内容。
- 在主站 CPU 中由 SFC 生成的数据块。

  备用站 CPU 中由 SFC 生成的 DB 将被删除。

  如果在备用站 CPU 的装载存储器中找到具有相同编号的数据块，则取消链接，并将一个条目写入诊断缓冲区中。
- 过程映像、定时器、计数器和存储器标志
- 诊断缓冲区

  如果备用站 CPU 诊断缓冲区的组态大小小于主站 CPU 诊断缓冲区的组态大小，则传送的记录条目数等于为备用站 CPU 组态的条目数。 传送时，会从主站 CPU 中选择最新的条目。

如果内存不足，则取消链接，并在诊断缓冲区中输入一个条目。

已修改数据块中 S7 通讯的 SFB 实例的状态将恢复为初次调用之前的状态。

说明

当切换到组态已修改的 CPU 时，主站和备用站的装载存储器的大小可能不同。

切换到具有扩展存储器组态的 CPU

您可能已扩展备用站 CPU 上的装载存储器。 用于存储装载存储器的存储介质（即 RAM 卡或闪存卡）必须相同。 如果扩展闪存卡，它们的内容必须完全相同。

注意
如果在备用站 CPU 上实施了不同类型的装载存储器模块或操作系统，则该 CPU 不会进入 RUN 模式，而是返回 STOP 模式，并将一条相应消息写入诊断缓冲区。 如果未在备用站 CPU 上扩展装载存储器，则该 CPU 不会进入 RUN 模式，而是返回 STOP 模式，并将一条相应消息写入诊断缓冲区。 系统不会执行主站/备用站切换，原主站 CPU 保持 RUN 模式。

欲知有关更改存储器模块类型或扩展装载存储器的信息，请参见 操作期间的组件故障及更换 (页 221)小节。

在 STEP 7 中带着“切换到具有扩展存储器组态的 CPU”选项启动链接和更新操作时，系统会在存储器内容处理方面做如下响应。

RAM 和装载存储器

在链接期间，系统将用户程序块(OB、FC、FB、DB 和 SDB)从主站的装载存储器传送到备用站的 RAM 上。 例外情况： 如果装载存储器模块是闪存卡，则系统只传送来自工作存储器的块。

9.3.4 禁止链接和更新

链接和更新必然带来一个周期的延时。 这其中包括不更新I/O的一个周期；请参见 时间监视 (页 129)小节。 尤其是在使用分布式I/O并且在更新后进行主站/备用站切换时(即，在RUN模式中修改组态时)，应考量到这一特性。

⚠小心
链接和更新操作务必在过程未处于关键状态时执行。

可以在 SFC 90“H_CTRL”上为链接和更新操作设置特定的起始时间。 有关该 SFC 的详细信息，请参考*《用于 S7-300/400 的系统软件，系统和标准功能》*手册。

注意
如果过程通常容许周期延长，则没有必要调用 SFC 90“H_CTRL”。 CPU 在链接和更新期间不执行自测试。 因此，在故障安全系统中应避免更新操作的延迟时间过长。 要获得更详细的资料，请参见*《S7-400F 和 S7-400FH 可编程控制器》*手册。

时间敏感型过程的实例

一个带 50 毫米凸轮的滑块以 v = 10 km/h = 2.78 m/s = 2.78 mm/ms 的恒定速度沿轴向运动。轴上有一个开关。 在Δt = 18 ms 期间内开关由凸轮驱动。

为了使 CPU 能检测开关激励，用于优先级 > 15 的禁止时间(参见下面的定义)必须明显低于 18 ms。

对于优先级 > 15 的操作的最大禁止时间，STEP 7 仅支持 0 ms 或 100 到 60000 ms 之间的设置，因此需要采取下列措施之一来实现：

- 将链接与更新的起始时间改为过程处于非关键状态的时间。 可使用 SFC 90 "H_CTRL"设置该时间(参见上面)。
- 使用长得多的凸轮和/或大幅降低滑块与开关的逼近速度。

9.4 时间监视

在更新期间程序中断执行一段时间。 如果这一中断时间对您的过程很重要，则请阅读本节。如果确实如此，则组态下面所述的监视时间之一。

在更新操作期间，容错系统将监视优先级大于 15 的周期延长、通讯延迟和的禁止时间，以确保不超出它们的最大值，进而保持所组态的最小的 I/O 保持时间。

注意
如果没有定义任何缺省的监视时间，应在周期监视时间中为更新留出时间量。这时，更新会取消，容错系统切换为单模式：之前的主站 CPU 保持 RUN 模式，而备用站 CPU 进入 STOP 模式。 可以组态所有的监视时间，也可以一个也不组态。

在组态监视时间时，须考虑技术要求。

下面详细介绍监视时间。

- 最大周期延长
  - 周期延长：周期延长是在更新期间既不执行 OB 1 也不执行其它任何优先级低于 15 的 OB 的一段时间。在这一时间段内，“常规”周期监视功能会禁用。
  - 最大周期延长：最大周期延长表示组态的最大允许值。
- 最大通讯延迟
  - 通讯延迟：通讯延迟表示更新过程中 CPU 不执行任何通讯功能的时间段。 注意：主站 CPU 会保持所有现有的通讯链接。
  - 最大通讯延迟：最大通讯延迟表示组态的最大允许值。
- 优先级大于 15 的最大禁止时间
  - 优先级大于 15 的禁止时间：更新期间 CPU 既不执行任何 OB (从而不执行任何用户程序)也不执行任何其它 I/O 更新的时间段。
  - 优先级大于 15 的最大禁止时间：优先级大于 15 的最大禁止时间表示组态的最大允许值。

- 最小 I/O 保持时间：

  这代表两点之间的时间间隔，起点是将输出从主站 CPU 复制到备用站 CPU，终点是向冗余系统状态过渡或主站/备用站切换(原主站 CPU 进入 STOP 模式，新主站 CPU 进入 RUN 模式)。在这一阶段内，两个 CPU 同时控制输出，以防止当系统执行带主站/备用站切换的更新时 I/O 被关闭。
  最小 I/O 保持时间在执行带主站/备用站切换的更新时尤为重要。如果将最小 I/O 保持时间设为 0，则在 Run 模式中修改系统时输出可能会关闭。

在图 9-2 的高亮显示框中指出了监视起始时间。当系统进入冗余状态或进行主站/从站切换(即更新完毕时新主站过渡到 RUN 模式)时，这些时间结束。

下图提供了相关更新时间的总览。

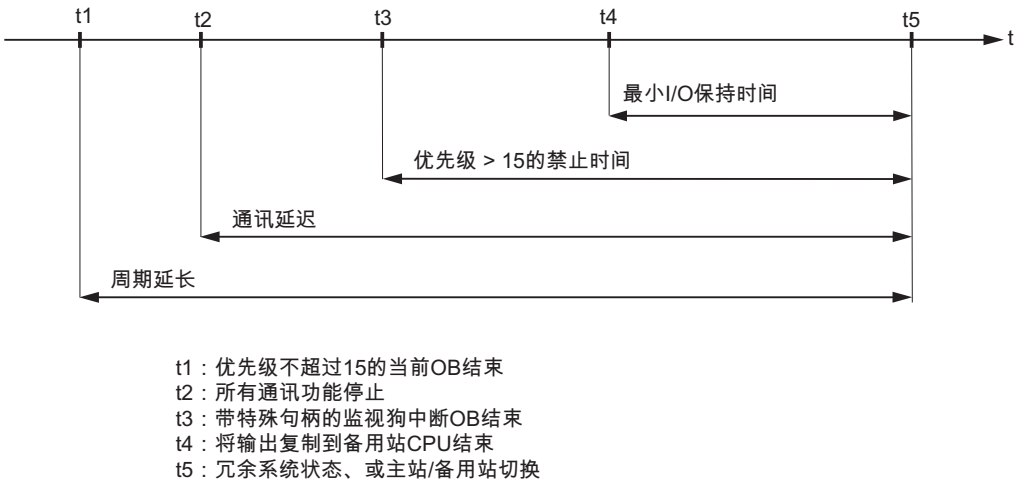


图 9-4　　与更新相关的时间的含义

对超时的响应

当其中一个监视时间超出了所组态的最大值时，将启动下列步骤：

1. 取消更新
2. 容错系统保持单模式，先前的主站 CPU 处于 RUN 模式。
3. 在诊断缓冲区中输入取消原因
4. 调用 OB72 (带相应启动信息)

然后备用站 CPU 重新估算其系统数据块。
至少一分钟以后，CPU 将再次尝试执行链接与更新操作。 如果 10 次重试后仍不成功，CPU 将放弃尝试。 因而，您将需要亲自重新启动链接和更新。

导致监视超时的原因有：

- 高中断负载(例如来自 I/O 模块)
- 导致当前功能执行时间延长的高通讯负载
- 在最后的更新阶段，系统需要将大量数据复制到
  备用站 CPU。

9.4.1 基于时间的响应

链接期间基于时间的响应

链接操作对工厂控制系统的影响应绝对保持最小。因此，自动化系统的当前负载是链接时间增大的决定性因素。链接所需的时间尤其由下列各项确定：

- 通讯负载
- 周期

下面内容适用于自动化系统的无负载运行：

链接运行时间 = 以 MB 为单位的装载存储器和工作存储器大小 x 1 秒 + 基本负载

基本负载为数秒。

每当自动化系统出现高负载，与存储器有关的那部分时间每多 1MB 就会延长达 1 分钟。

更新期间基于时间的响应

更新传送时间由已修改数据块的数目和总长度(而非一个数据块内的数据修改量)决定。另外还由当前的过程状态和通讯负载决定。

为优先级大于 15 所组态的最大禁止时间可以近似地解释为 RAM 中数据量的函数。RAM 中的代码量与此无关。

9.4.2 确定监视时间

使用 STEP 7 或公式确定

STEP 7 会自动为每个新组态计算下列监视时间。 您也可以使用下述公式和步骤来计算这些时间。 它们等同于 STEP 7 中提供的公式。

- 最大周期延长
- 最大通讯延迟
- 用于优先级的最大禁止时间
- 最小 I/O 保持时间

也可以在 HW Config 中使用“属性 CPU -> H 参数”来启动监视时间的自动计算。

监视时间精度

说明
通过 STEP 7 或公式确定的监视时间仅代表建议值。

这些时间基于带两个通讯伙伴和一般水平通讯负载的容错系统计算而来。

您的系统配置可能与此相差很大，因此请遵循下列原则。

- 通讯负载高时，周期延长系数可能会急剧增大。
- 运行时对系统的任何修改都可能使周期显著延长。
- 增加优先级大于 15 的程序数目(尤其是通讯块数目)会自动增大通讯延迟和周期延长。
- 在高性能的小型系统中，甚至可以减少所计算的监视时间。

组态监视时间

在组态监视时间时，必须考量以下相关性；STEP 7 会对遵循情况进行检查：

最大周期延长
>最大通讯延迟
(优先级 > 15 的最大禁止时间)
>最小 I/O 保持时间

如果在 CPU 中组态了不同的监视时间，并执行带主站/备用站切换的链接和更新操作，系统始终会应用两个数值中较大的那个。

计算最小 I/O 保持时间(T_{PH})

下列内容适用于最小 I/O 保持时间的计算：

- 对于中央 I/O： T_{PH} = 30 ms
- 对于分布式 I/O： T_{PH} = 3 x T_{TRmax}

  其中 T_{TRmax} = 容错站所有 DP 主站系统的最大目标循环时间

使用中央 I/O 和分布式 I/O 时，合成的最小 I/O 保持时间为：

T_{PH} = MAX (30 ms, 3 x T_{TRmax})

下图显示了最小 I/O 保持时间与优先级大于 15 的最大禁止时间之间的关系。

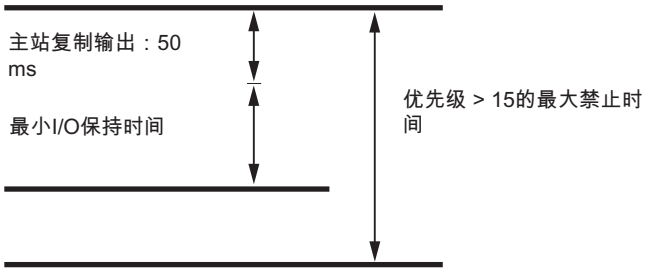


图 9-5　　最小 I/O 保持时间与优先级大于 15 的最大禁止时间之间的关系

请注意下列条件：

50 ms + 最小 I/O 保持时间 ≤
(优先级 > 15 的最大禁止时间)

可以得出：大的最小 I/O 保持时间能够确定优先级 > 15 的最大禁止时间。

计算优先级 > 15 的最大禁止时间(T_{P15})

优先级 > 15 的最大禁止时间取决于四个主要因素：

- 如图 8-2 所示，当完成更新时，自最后一次向备用站 CPU 复制数据后发生修改的数据块的所有内容都将重新传送到备用站 CPU。 以高优先级写入的 **DB 的数目和结构**是这一操作持续时间的决定性因素，因此也是优先级 > 15 的最大禁止时间的决定性因素。相关信息参见下述的纠正方法。
- 在最后的更新阶段，所有 OB 均被延迟或禁止。 为避免因编程不理想而不必要地延长优先级 > 15 的最大禁止时间，应始终在**选定的循环中断**中处理时间敏感型的 I/O 组件。 这对于故障安全用户程序而言，意义尤其重大。 假如已经给该中断分配了一个大于 15 的优先级，则可以在项目中组态该循环中断，并在启动优先级 > 15 的最大禁止时间之后立即自动执行该中断。
- 在带有主站/备用站切换的链接和更新操作中(参见 链接顺序 (页 120)小节)，还需要在更新结束时切换双向DP从站上的当前通讯通道。 这一操作会延长一段时间，在这段时间内既不能读取有效数值，也不能输出有效数值。 时间的长短由**硬件配置**决定。
- **过程中的技术条件**也是 I/O 更新延迟时间长短的决定因素。 这在故障安全系统的时间监视过程中尤为重要。

说明

要获得详细信息，请参见*《S7-400F 和 S7-400FH 自动化系统》*和*《S7-300 自动化系统，故障安全信号模块》*手册。 这尤其适用于故障安全模块的内部执行时间。

1. 根据 STEP 7 中的总线参数，为每个 DP 主站系统定义：
   - 用于 DP 主站系统的 T_{TR}
   - DP 切换时间(下文表示为 $_{DP\_UM}$)
2. 根据双向 DP 从站的技术数据，为每个 DP 主站系统定义：
   - 当前通讯通道的最大切换时间
     (下文表示为 T_{SLAVE_UM})。
3. 根据系统的技术缺省值，定义：
   - I/O 模块无更新时间段的最大允许长度(下文表示为 T_{PTO})。
4. 根据用户程序，定义：
   - 最高优先级或选定(参见上文)循环中断的周期时间(T_{WA})
   - 此循环中断中程序的执行时间(T_{PROG})

5. 对于每个 DP 主站系统，其结果是：

   T_{P15} (DP 主站系统) = T_{PTO} - (2 x T_{TR} + T_{WA} + T_{PROG} + T_{DP_UM} + T_{SLAVE_UM}) [1]

注意
如果 T_{P15}(DP 主站系统) < 0，则立即停止计算。 在下面的计算实例后，给出了可能的纠正方法。 进行适当的修改，然后从 1 开始重新计算。

6. 选择所有 T_{P15} (DP 主站系统)数值中的最小值。

   该时间称为 TP15_HW。

7. 定义 I/O 优先级 > 15 的最大禁止时间的份额，该时间由最小 I/O 保持时间(T_{P15_OD})确定：

   T_{P15_OD} = 50 ms + 最小 I/O 保持时间[2]

注意
如果 T_{P15_OD} > T_{P15_HW}，则立即停止计算。在下面的计算实例后，给出了可能的纠正方法。进行适当的修改，然后从 1 开始重新计算。

8. 使用 链接顺序 (页 120)小节中的信息，计算优先级 > 15 的最大禁止时间中由用户程序定义的那部分时间(T_{P15_AWP})。

注意
如果 T_{P15_AWP} > T_{P15_HW}，则立即停止计算。在下面的计算实例后，给出了可能的纠正方法。进行适当的修改，然后从 1 开始重新计算。

9. 现在可以得出优先级 > 15 的最大禁止时间的建议值：

   T_{P15} = MAX (T_{P15_AWP}， T_{P15_OD}) [3]

TP15 计算实例

在后面的步骤中，将采用现有的组态并定义更新期间允许操作系统不执行任何程序或 I/O 更新的最长时间。

假定有两个 DP 主站系统： DP 主站系统_1 通过 CPU 的 MPI/DP 接口“连接到”CPU，DP 主站系统_2 则通过外部 DP 主站接口进行连接。

1. 根据 STEP 7 中的总线参数：

   T_{TR_1} = 25 ms

   T_{TR_2} = 30 ms

   $T_{DP\_UM\_1}$ = 100 ms

   $T_{DP\_UM\_2}$ = 80 ms

2. 根据所用 DP 从站的技术数据：

   $T_{SLAVE\_UM\_1}$ = 30 ms

   $T_{SLAVE\_UM\_2}$ = 50 ms

3. 根据系统的技术要求：

   T_{PTO_1} = 1250 ms

   T_{PTO_2} = 1200 ms

4. 根据用户程序：

   T_{WA} = 300 ms

   T_{PROG} = 50 ms

5. 根据公式[1]：

   T_{P15} (DP 主站系统_1)

   = 1250 ms - (2 x 25 ms + 300 ms + 50 ms + 100 ms + 30 ms) = 720 ms

   T_{P15} (DP 主站系统_2)

   = 1200 ms - (2 x 25 ms + 300 ms + 50 ms + 80 ms + 30 ms) = 660 ms

检查： 由于 $T_{P15} < 0$，继续计算

1. T_{P15_HW} = MIN (720 ms, 660 ms) = 660 ms

2. 根据公式[2]：

T_{P15_OD} = 50 ms + T_{PH} = 50 ms + 90 ms = 140 ms

检查： 由于 T_{P15_OD} = 140 ms < T_{P15_HW} = 660 ms，继续计算

1. 根据第 7.4.4 节内容，用户程序数据为 170 KB：

   T_{P15_AWP} = 194 ms

检查： 由于 T_{P15_AWP} = 194 ms < T_{P15_HW} = 660 ms，继续计算

1. 根据公式[3]，现在可以得出优先级 > 15 的最大禁止时间的建议值：

T_{P15} = MAX (194 ms, 140 ms)

T_{P15} = 194 ms

也就是说，如果在 STEP 7 中将优先级 > 15 的最大禁止时间设置为 194 ms，则可以确保系统能够在 1250 ms 或 1200 ms 的信号持续时间下检测到更新期间的任何信号变化。

无法计算 T_{P15} 时的纠正方法

如果通过计算优先级大于 15 的最大禁止时间得不到任何建议，可通过多种措施对此进行纠正：

- 缩短所组态循环中断的循环中断周期。
- 如果 T_{TR} 时间特别高，可将从站分布到多个 DP 主站系统。
- 增大受影响 DP 主站系统上的传输率。
- 在单独的 DP 主站系统中组态 DP/PA 链接和 Y 链接。
- 如果各 DP 从站的切换时间差别很大，进而(通常)导致 T_{PTO} 的差别很大，可将这些从站分布到多个 DP 主站系统。
- 如果预计各 DP 主站系统上不会因中断或参数分配而导致负载过高，则还可以将计算出的 T_{TR} 时间减小约 20%至 30%。 但这样会增加分布式 I/O 发生站故障的风险。
- 时间值 T_{P15_AWP} 仅供参考，具体值取决于实际的程序结构。 可以采用下列措施来缩短该时间，例如：
  - 将经常变化的数据与不经常变化的数据保存在不同的 DB 中。
  - 在工作存储器中给这些 DB 分配更小的长度。

如果只减小时间 T_{P15_AWP} 而不采取上述措施，将存在更新操作因监视超时而被中止的风险。

计算最大通讯延迟

使用以下公式：

最大通讯延迟 =
4 x (优先级大于 15 的最大禁止时间)

这一时间的决定性因素是系统的过程状态和通讯负载。 这可以理解为绝对负载，或相对于用户程序大小的负载。 可能需要调整该时间。

计算最大周期延长

建议使用下列公式：

最大周期延长 =
10 x (优先级 > 15 的最大禁止时间)

这一时间的决定性因素是系统的过程状态和通讯负载。 这可以理解为绝对负载，或相对于用户程序大小的负载。 可能需要调整该时间。

参见

用于链接和更新的性能值 (页 140)

9.4.3 用于链接和更新的性能值

优先级大于 15 的最大禁止时间中由用户程序决定的那部分时间 T_{P15_AWP}

可使用下列公式计算优先级大于 15 的最大禁止时间中由用户程序决定的那部分时间 T_{P15_AWP}：

T_{P15_AWP}(以 ms 为单位) = 0.7 x 工作存储器中 DB 的大小(以 KB 为单位) + 75

下表显示了基于一些工作存储器数据典型值算出的时间。

表格 9- 3 用户程序部分的典型值

工作存储器数据	T_{P15_AWP}
500 KB	220 ms
1 MB	400 ms
2 MB	0.8 s
5 MB	1.8 s
10 MB	3.6 s

此公式基于下列假设：

- 在优先级大于 15 的中断延迟之前有 80%的数据块被修改过。
  尤其对于故障安全系统，这一计算值必须更加精确，以避免驱动程序块出现超时(参见确定监视时间 (页 133)小节)。
- 对于当前或排队的通讯功能，在数据块所占用的工作存储器中每 MB 数据留出的更新时间约为 100 ms。
  根据自动化系统的通讯负载而定，在设置 T_{P15_AWP} 时，需要加上或减去某一数值。

9.4.4 对基于时间的响应的影响

不发生任何 I/O 更新的这一时间段长度主要取决于下列影响因素：

- 更新期间所修改的数据块的数目和大小
- S7 通讯中 SFB 的实例数目和用来生成块相关消息的 SFB 的数目
- 运行时的修改系统
- 通过动态数据量框架进行的设置
- 分布式 I/O 的扩展(更低的波特率和更多的从站数会增加 I/O 更新所需的时间)。

在最坏的情况下，这一时间段长度会有下列增量：

- 所使用的最大监视狗中断周期
- 所有监视狗中断 OB 的持续时间
- 中断延迟开始前执行的高优先级中断 OB 的持续时间

显式延迟更新

使用 SFC 90 "H_CTRL"延迟更新，并只在系统状态显示通讯负载或中断负载较低时恢复正常。

⚠小心
更新延迟会增加容错系统单模式操作的时间。

9.5 链接和更新操作的特性

更新期间的输入信号要求

之前读取的任何过程信号都会保持，而不包括在更新过程中。只有在更新结束后仍保持更改后的状态，CPU 才会识别出更新期间过程信号的变化。

CPU 不会检测在更新期间生成的脉冲信号(信号变换"0 → 1 → 0" or "1 → 0 →1")。

因此，应确保两个信号变换之间的时间间隔(脉冲周期)始终大于所需的更新周期。

通讯链接和功能

主站 CPU 的连接不会关闭。但在更新结束前，CPU 不会执行任何相关的通讯请求。它们会排队等待在出现下列一种情况时继续执行：

- 更新结束，系统处于冗余状态。
- 更新和主站/备用站切换完成，系统处于单模式。
- 更新被中止(例如由于超时)，系统返回单模式。

更新期间不能进行通讯模块的初次调用。

链接中止时的 CPU 存储器复位请求

如果链接操作在主站装载存储器的内容向备用站 CPU 复制的过程中被中止，备用站 CPU 会请求存储器复位。这将在诊断缓冲区中由事件 ID W#16#6523 指示。

10 在 S7–400H 中使用 I/O

10.1 在 S7–400H 中使用 I/O

本节概况介绍 S7-400H 自动化系统上的不同 I/O 安装类型及其可用性。此外还提供了有关所选 I/O 安装类型的组态和编程信息。

10.2 简介

I/O 安装类型

除电源模块和 CPU(始终是冗余的)外，操作系统还支持下列 I/O 安装类型：

I/O 类型	安装类型	可用性
数字输入	单通道单向、 单通道双向、 双通道冗余	正常、 增强、 高
数字量输出	单通道单向、 单通道双向、 双通道冗余	正常、 增强、 高
模拟输入	单通道单向、 单通道双向、 双通道冗余	正常、 增强、 高
模拟输出	单通道单向、 单通道双向、 双通道冗余	正常、 增强、 高

还可以在用户级别实现双通道冗余组态。 不过需要在用户程序中实现高可用性(请参见 连接冗余I/O的其它选项 (页 182)小节)。

寻址

无论是使用单通道单向 I/O 还是单通道双向 I/O，始终在同一地址处访问 I/O。

I/O 组态的限制

如果中央机架中的插槽不够，最多可在 S7-400H 组态中添加 20 个扩展单元。

偶数号的模块机架始终分配给中央单元 0，奇数号的机架始终分配给中央单元 1。

对于采用分布式 I/O 的应用环境，每个子系统都支持连接最多 12 个 DP 主站系统(CPU 集成接口上两个 DP 主站系统以及 10 个外部 DP 主站系统)。

集成 MPI/DP 接口支持最多 32 个从站的运行。可以在集成的 DP 主站接口和外部 DP 主站系统上连接最多 125 个分布式 I/O 设备。

10.3 使用单通道单向 I/O

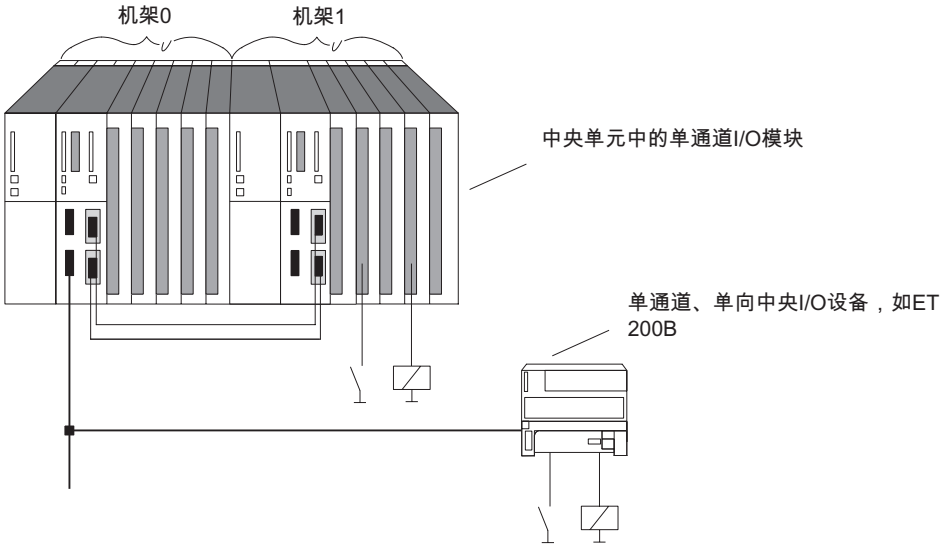
什么是单通道单向 I/O?

在单通道单向组态中，输入/输出模块只出现一次(单通道)。I/O 模块只位于一个单元中，且始终由该单元进行寻址。

单通道单向 I/O 组态可能位于：

- CPU 和扩展单元
- 分布式 I/O 设备

单通道单向 I/O 安装类型对许多情况(从单独的 I/O 通道直到只需要标准可用性的系统组件)下的操作都非常有用。



单通道单向 I/O 组态

单通道单向 I/O 和用户程序

当系统处于冗余状态时，从单向组件(例如数字量输入)读取的数据会自动传送到第二个子系统。

传送结束时，从单通道单向 I/O 读取的数据即位于两个子系统上，并可以在完全相同的用户程序中进行估算。 对于在冗余系统状态中进行的数据处理，I/O 是连接到主站还是备用站 CPU 并不重要。

在单模式中，不能访问分配给伙伴子系统的单向 I/O。 请记住要在程序中考虑到这一问题： 确保只将功能分配给仅能在特定条件下执行的单通道单向 I/O。 这样可以保证特定的 I/O 访问功能只在冗余系统状态和相关子系统的单模式下被调用。

注意
当系统处于单模式(例如，直接访问)时，用户程序还必须针对单通道单向输出模块更新过程映像。 如果使用过程映像分区，用户程序必须在 OB 72 中更新它们 (SFC 27“UPDAT_PO”)(恢复冗余)。 否则，在系统切换到冗余模式后，将使用原值对备用站 CPU 的单通道单向输出模块进行初始化。

单通道单向 I/O 的故障

带单通道单向 I/O 的容错系统对错误的响应与标准 S7-400 系统相同，也就是说：

- I/O 发生故障后即不能再使用。
- 如果 I/O 连接的子系统发生故障，则该子系统的整个过程 I/O 都不能再使用。

10.4 使用单通道双向 I/O

什么是单通道双向 I/O?

在单通道双向组态中，输入/输出模块只出现一次(单通道)。

在冗余模式中，这些模块可以由两个子系统寻址。

在单模式下，主站子系统始终可以对**整个双向 I/O** 寻址(与单向 I/O 相反)。

系统支持单通道双向 I/O 组态，该组态包括带有源背板总线的 ET 200M 分布式 I/O 模块，以及冗余 PROFIBUS DP 从站接口模块。

您可使用下列接口：

表格 10- 1 支持单通道双向 I/O 的接口

接口	订货号
IM 1532	6ES7153–2BA81–0XB0 6ES7153–2BA02–0XB0 6ES7153–2BA01–0XB0 6ES7153–2BA00–0XB0
IM 153–2FO	6ES7153–2AB02–0XB0 6ES7153–2AB01–0XB0 6ES7153–2AB00–0XB0 6ES7153–2AA02–0XB0

每个 S7-400H 子系统均通过一个 DP 主站接口与 ET 200M 的两个 DP 从站接口之一互连。

PROFIBUS PA 可以通过 DP/PA 链接与冗余系统互连。

您可使用下列 DP/PA 链接：

DP/PA 连接	订货号
IM 157	6ES7157–0BA82–0XA0 6ES7157–0AA82–0XA0 6ES7157–0AA81–0XA0 6ES7157–0AA80–0XA0
ET 200M 作为 DP/PA 链接	6ES7153–2BA02–0XB0 6ES7153–2BA01–0XB0 6ES7153–2BA81–0XB0

单通道 DP 主站系统可以通过 Y 链接与冗余系统互连。
所支持的 IM 157 Y 链接： 6ES7197-1LB00 0XA0

对于容许在 ET 200M 内发生单个模块故障的系统组件，建议采用单通道双向 I/O 组态。

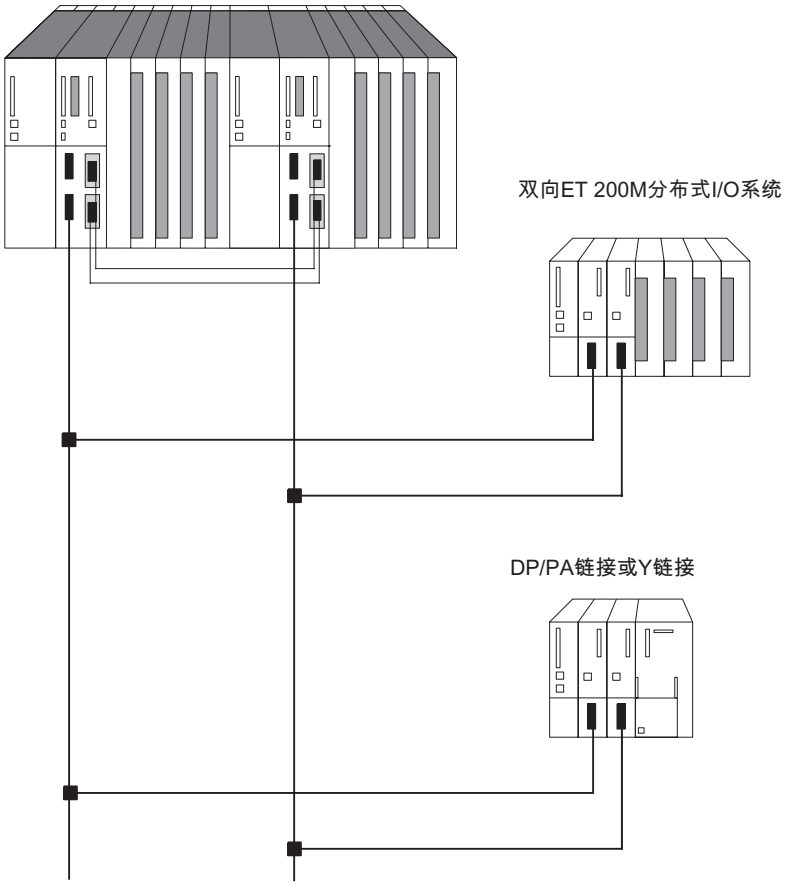


图 10-1　　单通道双向 ET 200M 分布式 I/O

规则

单通道双向 I/O 组态必须始终对称，也就是说：

- H CPU 和其它 DP 主站必须安装在两个子系统的相同插槽(例如，两个子系统的插槽 4)中，或者
- DP 主站必须连接到两个子系统的相同集成接口上(例如，连接到两个 H CPU 的 PROFIBUS DP 接口)。

单通道双向 I/O 和用户程序

在冗余模式下，原则上任何子系统都可以访问单通道双向 I/O。数据将通过同步链接自动传输并进行比较。 由于同步访问，因此两个子系统始终可以使用完全相同的数值。

在任何给定时刻，容错系统都只使用其中一个接口。 当前接口由相应 IM 153-2 或 IM 157 上的 ACT LED 指示。

通过当前活动接口(IM 153-2 或 IM 157)的路径称为**主动通道**，通过另一接口的路径称为**被动通道**。 DP 周期始终在两个通道上都处于活动状态。 但只有主动通道的输入和输出值才会在用户程序中进行处理或输出到 I/O。对于异步活动(例如，中断处理和数据记录交换)也是这样。

单通道双向 I/O 的故障

带单通道双向 I/O 的容错系统对错误做如下反应：

- I/O 发生故障后即不能再使用。
- 在某些故障情况下(例如，子系统、DP主站系统或DP从站接口模块IM153-2 或IM 157 发生故障；请参见 通讯 (页 189)章节)，过程仍可以使用单通道双向I/O。
  这通过主动通道和被动通道之间的故障切换来实现。 这种故障切换在每个DP站上分别执行。 故障分为以下两种类型：
  - 只影响一个站的故障(例如，当前主动通道的 DP 从站接口模块发生故障)
  - 影响 DP 主站系统中所有站的故障。
    包括拔下 DP 主站接口、关闭 DP 主站系统(例如，CP 443-5 上从 RUN 模式切换到 STOP 模式)以及 DP 主站系统上电缆线短路。

下面的内容适用于受故障影响的每个站： 如果两个 DP 从站接口模块当前都处于工作状态，而主动通道发生故障，则原被动通道自动进入主动状态。 OB 70 启动时冗余丢失情况会报告给用户程序(事件 W#16#73A3)。

问题排除后，即恢复冗余模式。 这也将启动 OB 70 (事件 W#16#72A3)。 这种情况下，不会发生主动通道和被动通道之间的切换。

如果一个通道已经发生故障，而剩余的(主动)通道也发生故障，意味着发生完全站故障。这将启动 OB 86 (事件 W#16#39C4)。

说明

如果 DP 主站接口模块能检测到整个 DP 主站系统的故障(例如由于短路引发的故障)，则只报告该事件(“主站系统进入故障状态”W#16#39C3)。 操作系统不再报告个别站故障。这一特性可用来加快主动通道和被动通道之间的故障切换。

主动通道故障切换的持续时间

最大故障切换时间为

DP 错误检测时间 + DP 故障切换时间 + DP 从站接口模块的故障切换时间

前两个值可以在 STEP 7 中通过 DP 主站系统总线参数确定。最后一个值可以从相关 DP 从站接口模块的手册*(《分布式 I/O ET 200M》*和*《DP/PA 总线链接》*)中获得。

注意
使用故障安全模块时，始终为每个故障安全模块设置一个比容错系统中主动通道故障切换时间更长的监视时间。 如果忽略这一规则，故障安全模块有可能在主动通道故障切换期间发生故障。

注意
上述计算还包括 OB 70 或 OB 86 中的处理时间。DP 站的处理时间**不得超过 1 ms**。 在处理量较大时，应将此处理与所述 OB 的直接执行分开进行。 请注意，只有在信号持续时间大于指定的故障切换时间时，CPU 才能检测到信号变化。当整个 DP 主站系统故障切换时，速度最慢的组件的故障切换时间即为所有 DP 组件的故障切换时间。 故障切换时间和相关的最小信号持续时间通常由 DP/PA 链接或 Y 链接确定。 因此我们建议将 DP/PA 链接和 Y 链接连接到单独的 DP 主站系统。 使用故障安全模块时，始终为每个故障安全模块设置一个比容错系统中主动通道故障切换时间更长的监视时间。 如果忽略这一点，故障安全模块在主动通道故障切换期间可能会发生故障。

在链接和更新期间切换主动通道

在带主/从站切换的链接和更新期间(参见 链接顺序 (页 120)小节)，双向I/O所有工作站上的主动和被动通道都将进行切换。同时会调用OB 72。

主动通道无扰动切换

为防止在主动通道和被动通道切换期间发生暂时的 I/O 故障或输出替换值，在切换结束且新主动通道接管控制过程之前，双向 I/O 的 DP 站会暂停输出。

为确保在切换期间检测到 DP 站的完全故障，切换操作由多个 DP 站和 DP 主站系统进行监视。

如果最小I/O保持时间设置正确(参见 时间监视 (页 129)小节)，则不会由于切换而丢失任何中断或数据记录。 必要时会进行自动重复。

系统组态和项目工程

应将具有不同故障切换时间的双向 I/O 分配给单独的链路。 这样做有很多优点，例如可以简化监视时间的计算。

10.5 连接冗余 I/O

10.5.1 连接冗余 I/O

什么是冗余 I/O?

当系统包含两套输入/输出模块，而这些模块以冗余对的形式组态并运行时，它们即称为冗余 I/O。 使用冗余 I/O 最大程度地提高了可用性，因为系统可以容许 CPU 或信号模块的故障。

组态

支持下列冗余 I/O 组态：

1. CPU 和扩展单元中的冗余信号模块
   信号模块在 CPU 0 和 CPU 1 子系统中成对安装。

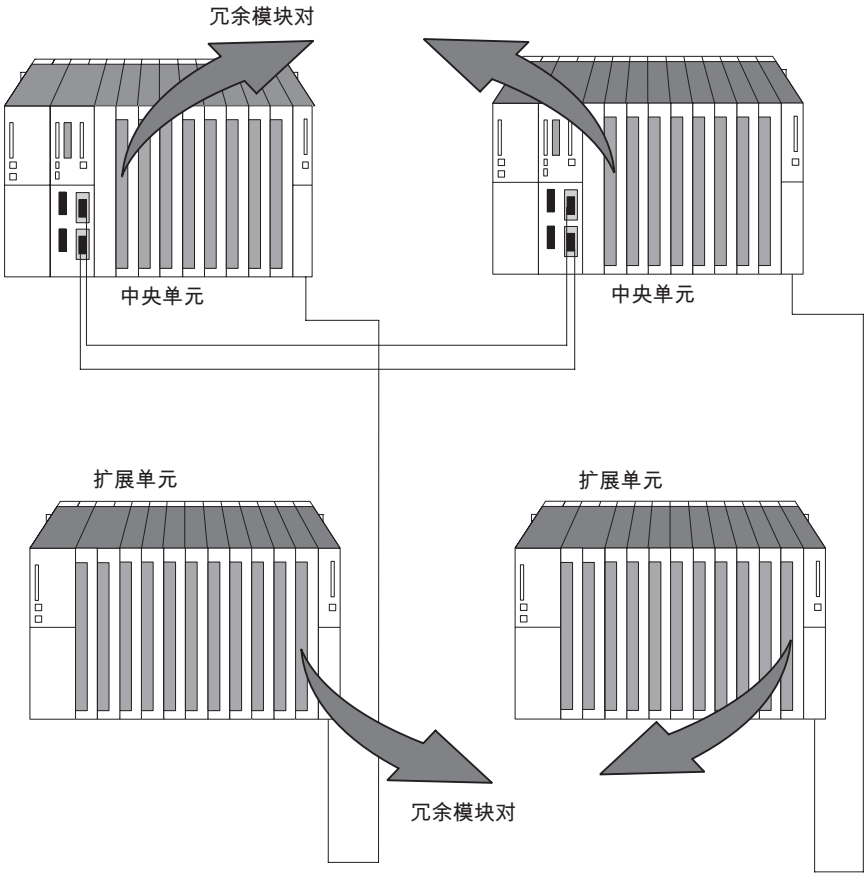


图 10-2　　中央单元和扩展单元中的冗余 I/O

2. 单向 DP 从站中的冗余 I/O

   为此，在带有源背板总线的 ET 200M 分布式 I/O 设备中，信号模块成对安装。

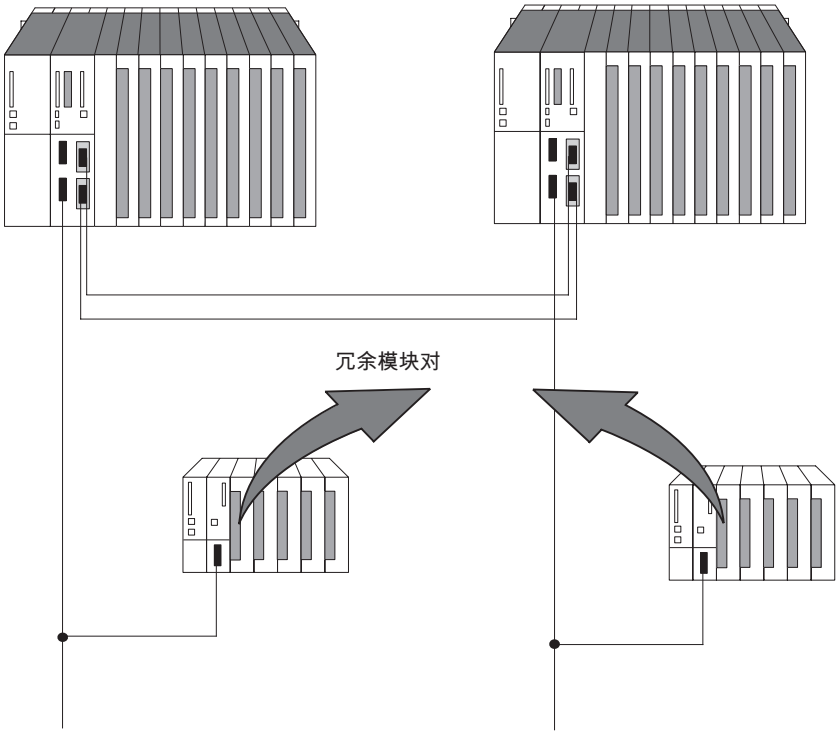


图 10-3　　单向 DP 从站中的冗余 I/O

3. 双向 DP 从站中的冗余 I/O

   为实现这种组态，应在带有源背板总线的 ET 200M 分布式 I/O 设备中成对安装信号模块。

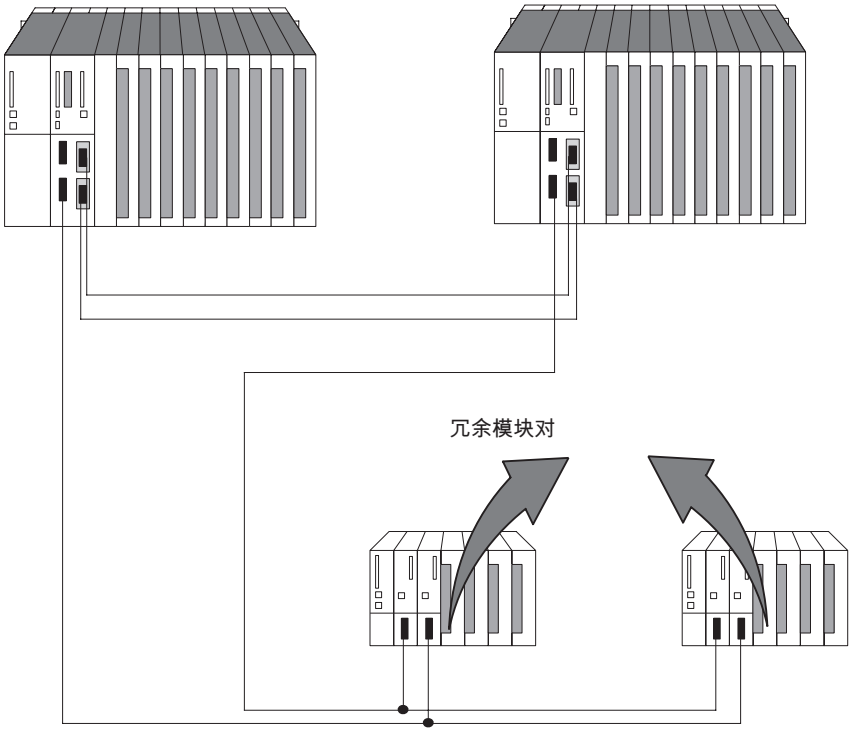


图 10-4　　双向 DP 从站中的冗余 I/O

4. 单模式下连接到容错 CPU 的冗余 I/O

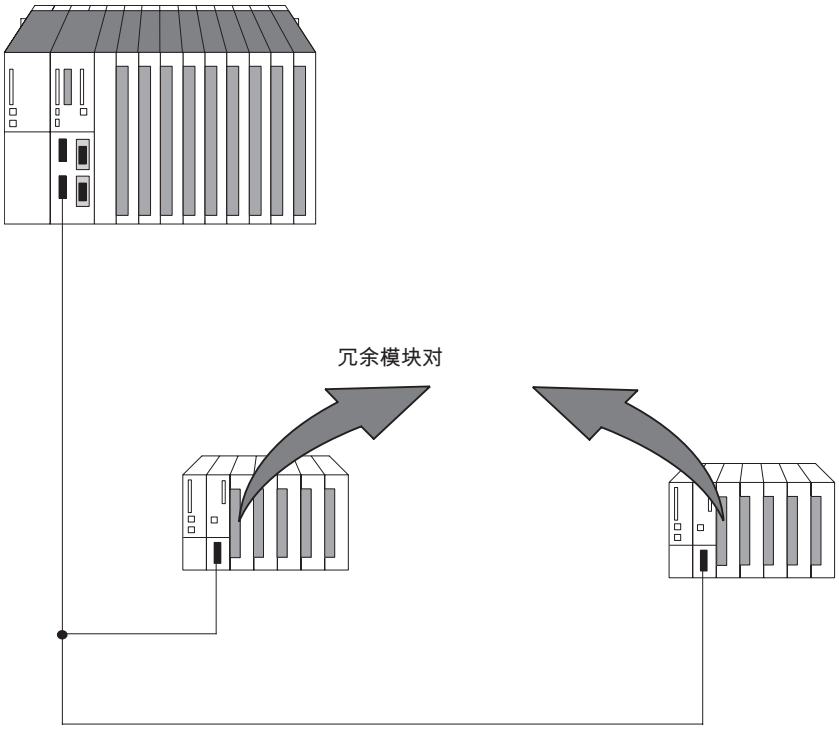


图 10-5　　单模式下的冗余 I/O

通道组冗余的原理

无论通道错误是由于差异还是由于诊断中断(OB 82)引起，都不会导致相应的通道组被取消激活。 激活操作会激活涉及的所有通道以及由于模块错误而取消激活的模块。 通道组取消激活在下列情况下会显著提高系统的可用性：

- 编码器故障发生率相对频繁
- 维修时间长
- 一个模块上的多个通道发生错误

视模块而定，通道组可以是模块的一个单通道、一个由多个通道或所有通道组成的组。因此，可以以通道组冗余的方式运行所有可用的冗余模块。

有关可用冗余模块的最新列表，请参阅 http://support.automation.siemens.com/下的常见问题解答。

说明

运行冗余模块

如果是第一次操作信号模块，请使用通道组冗余。 这样可以确保在使用冗余模块时获得最大的灵活性。

面向模块冗余的原理

冗余总是应用于整个模块，而不是单个通道。 第一个冗余模块中出现通道错误时，整个模块及其通道被取消激活。 在排除第一个错误并激活第一个模块之前，如果在第二个模块的另一个通道中出现错误，则系统无法处理第二个错误。

可在“用于冗余的信号模块”小节中确定哪些模块可以以模块冗余的方式运行。

有关可用冗余模块的最新列表，请参阅 http://support.automation.siemens.com/下的常见问题解答。

面向通道冗余的原理

无论通道错误是否由于差异或诊断中断(OB 82)引起，都不会导致整个模块取消激活。 相反，只会取消激活有关通道。 激活操作会激活有关通道以及由于模块错误而取消激活的模块。

可在“用于冗余的信号模块”小节中确定哪些模块可采用通道冗余运行。

有关可用冗余模块的最新列表，请参阅 http://support.automation.siemens.com/下的常见问题解答。

“功能 I/O 冗余”块库

支持冗余 I/O 的每个“功能 I/O 冗余”块库都包含下列块：

- FC 450 "RED_INIT"： 初始化功能
- FC 451 "RED_DEPA"： 启动激活
- FB 450 "RED_IN"： 用于读取冗余输入的功能块
- FB 451 "RED_OUT"： 用于控制冗余输出的功能块
- FB 452 "RED_DIAG"： 用于诊断冗余 I/O 的功能块
- FB 453 "RED_STATUS"： 用于冗余状态信息的功能块

冗余 I/O 的管理数据块数目应在 HW Config 的“属性 CPU -> H 参数”中组态。 为这些数据块分配空闲的 DB 编号。 数据块在 CPU 启动期间由 FC 450 "RED_INIT"创建。 管理数据块编号的缺省设置为 1 和 2。这些数据块不是 FB 450 "RED_IN"或 FB 451 "RED_OUT"的背景数据块。

用于通道组冗余的块位于“冗余 IO CGP V50”库中。

用于通道组冗余的块位于“冗余 IO CGP V40”库中。

用于通道组冗余的块位于“冗余 IO MGP V30”库中。

这些库可在 SIMATIC Manaer 中通过“文件 -> 打开 -> 库”打开。

关于这些块功能和用法的说明，请参见相应的在线帮助。

注意
块库 只能使用同一个库中的模块。 不允许同时使用不同库中的块。 如果想要使用“冗余 IO CGP V5.0”替换某个更早的库“冗余 IO (V1)”或“冗余 IO CGP”，首先必须相应地编辑您的用户程序。 更多相关信息，请参见上下文相关的块帮助或 STEP 7 自述文件。

切换到通道组冗余

为了激活通道组禁用，必须停止自动化系统（存储器复位并在 STOP 模式下重新装载用户程序）。

请注意以下几点：

不允许在一个 CPU 中混合使用不同库中的块，这将导致意外情况。

转换项目时，务必从块文件夹中删除名为 FB 450-453 和 FC 450-451 的所有库块，并用 Red-IO CGP V5.0 中的块代替。在每个相关的程序中执行这一步骤。 编译并装载项目。

使用块

在使用块之前，应在 HW Config 中将冗余模块组态为冗余。

下表列出了需要链接各个块的 OB：

块	OB
FC 450 "RED_INIT"	• OB 72“CPU 冗余错误”（仅限 H 系统） FC 450 只有在启动事件 B#16#33“由操作员执行备用站-主站切换”后执行。 • OB 80“超时错误”（仅单模式下） FC 450 只在启动事件“重新组态后继续 RUN”后执行。 • OB 100“重新启动”（重新创建管理 DB，请参见在线帮助） • OB 102“冷重启”
FC 451 "RED_DEPA"	如果在插入模块后在 OB 83 中调用了 FC 451，该功能允许大约 3 秒的延迟激活。
FB 450 "RED_IN"	• OB 1“循环程序” • OB 30 到 OB 38“循环中断”
FB 451 "RED_OUT"	• OB 1“循环程序” • OB 30 到 OB 38“循环中断”

块	OB
FB 452 "RED_DIAG"	• OB 72“CPU 冗余错误” • OB 82“诊断中断” • OB 83“插/拔模块中断” • OB 85“程序执行错误”
FB 453 "RED_STATUS"	• OB 1“循环程序”(仅限 H 系统) • OB 30 到 OB 38“循环中断”

要在循环中断中通过过程映像分区对冗余模块寻址，必须将相关的过程映像分区分配给该模块对和循环中断。 调用用户程序之前，在此循环中断中调用 FB 450 "RED_IN"。 调用用户程序之后，在此循环中断中调用 FB 451 "RED_OUT"。

用户程序可以处理的有效数值总是位于两个冗余模块的较低地址处。 也就是说，应用程序只能使用较低地址；较高地址处的数值与应用程序无关。

说明

使用过程映像分区时 FB 450 "RED_IN"和 451 "RED_OUT"的用法

对于所需要的每个优先级(OB 1、OB 30 ... OB 38)，应使用独立的过程映像分区。

冗余 I/O 的硬件配置和项目工程

要使用冗余 I/O，请遵循下列步骤：

1. 插入要冗余运行的所有模块。 请记住项目工程的下列基本规则。
2. 使用 HW Config 在相关模块的对象属性中组态模块冗余。

   找到每个模块的伙伴模块，或接受缺省设置

   在集中式组态中： 如果模块位于偶数机架的插槽 X 中，建议选择位于下一个奇数编号机架相同插槽中的模块。
   如果模块位于奇数机架的插槽 X 中，建议选择前一个偶数编号机架相同插槽中的模块。

   单向 DP 从站的分布式组态： 如果模块插在从站的 X 插槽中，只要 DP 主站系统处于冗余状态，建议选择伙伴 DP 子系统相同 PROFIBUS 地址处从站的相同 X 插槽中的模块。

   双向 DP 从站单机模式下的分布式组态： 如果具有 DP 地址的从站中的模块插入到插槽 X 中，建议选择具有下一个 PROFIBUS 地址的从站中插槽 X 上的模块。
3. 为输入模块输入剩余的冗余参数。

注意
在拆除不支持诊断功能且未取消激活的冗余数字量输入模块之前，必须切断站或机架的电源。 否则，可能会将错误的模块取消激活。 例如，在更换冗余模块的前连接器时，这一步骤是必要的。 冗余模块必须在输入或输出的过程映像中， 且始终通过过程映像访问。 使用冗余模块时，选择“HW Config -> CPU 41xH 属性”中的“周期/时钟存储器”标签，然后设置下列参数： “OB 85 在 I/O 访问出错时调用 > 只有进入和离开的错误”

10.5.2 用于冗余的信号模块

用作冗余 I/O 的信号模块

下列信号模块可用作冗余 I/O。有关模块使用的最新信息，请参见自述文件以及 http://www.siemens.com/automation/service&support 网页中的 SIMATIC 常见问题解答 (用关键字“Redundant I/O”搜索)。

表格 10- 2 用于冗余的信号模块

通道组 (V5.x)	模块 (V3.x)	通道 (V 4.x)	模块	订货号
中央： 双通道冗余 DI				
X	X		DI 16xDC 24V 中断	6ES7421–7BH0x–0AB0
			使用非冗余编码器 • 该模块支持“断线”诊断功能。 要实现该功能，则需确保在使用一个编码器检测两个并联输入时，即使信号状态为“0”，总电流也在 2.4 mA 和 4.9 mA 之间。 这可通过在编码器上安装一个电阻负载来实现。 电阻负载值取决于开关类型，对接触式开关而言，通常在 6800 和 8200 Ω 之间。 对 Beros 而言，根据下列公式计算电阻负载： (30V / (4.9mA – I_R_Bero) < R < (20V / (2.4mA – I_R_Bero)	
X	X		DI 32xDC 24 V	6ES7421-1BL0x-0AA0
X	X		DI 32xUC 120V	6ES7421-1EL00-0AA0
分布式： 双通道冗余 DI				
X	X		DI16xDC 24 V，中断	6ES7321-7BH00-0AB0
X	X	X	DI16xDC 24 V	6ES7321-7BH01-0AB0

通道组 (V5.x)	模块 (V3.x)	通道 (V 4.x)	模块	订货号
			如果一个通道上出现错误，则整个组(2 个通道)取消激活。 使用非冗余编码器 • 该模块支持“断线”诊断功能。 要实现该功能，则需确保在使用一个编码器检测两个并联输入时，即使信号状态为“0”，总电流也在 2.4 mA 和 4.9 mA 之间。 这可通过在编码器上安装一个电阻负载来实现。 电阻负载值取决于开关类型，对接触式开关而言，通常在 6800 和 8200 Ω 之间。 对 Beros 而言，根据下列公式计算电阻负载： (30V / (4.9mA – I_R_Bero) < R < (20V / (2.4mA – I_R_Bero)	
X	X		DI16xDC 24 V	6ES7321-1BH02-0AA0
			在某些系统状态下，当第二个模块的前连接器卸下后，可以快速读取第一个模块的错误值。 这可以通过使用如图 F.1 中那样的串联二极管来预防。	
X	X		DI32xDC 24 V	6ES7321-1BL00-0AA0
			在某些系统状态下，当第二个模块的前连接器卸下后，可以快速读取第一个模块的错误值。 这可以通过使用如图 F.2 中那样的串联二极管来预防。	
X	X		DI 8xAC 120/230V	6ES7321-1FF01-0AA0
X	X		DI 4xNamur [EEx ib]	6ES7321-7RD00-0AB0
			在冗余模式下，不能将该模块应用在危险区域。 使用非冗余编码器 • 只能连接 2 线制 NAMUR 编码器或触点编码器。 • 编码器回路的等电位联结应始终在同一个点(最好在编码器的负极)。 • 选择编码器时，应将其特性与指定的输入特性做比较。 请记住，无论使用一个输入还是两个输入，都务必保证这一功能。 NAMUR 编码器有效值实例：对于“0”，电流 > 0.2 mA；对于“1”，电流 > 4.2 mA。	
X	X		DI 16xNamur	6ES7321-7TH00-0AB0

通道组 (V5.x)	模块 (V3.x)	通道 (V 4.x)	模块	订货号
			使用非冗余编码器 • 编码器回路的等电位联结应始终在同一个点(最好在编码器的负极)。 • 两个冗余模块应使用公共的负载电源。 • 选择编码器时，应将其特性与指定的输入特性做比较。 请记住，无论使用一个输入还是两个输入，都务必保证这一功能。 NAMUR 编码器有效值实例： 对于“0”，电流 > 0.7 mA；对于“1”，电流 > 4.2 mA。	
X	X		DI 24xDC 24 V	6ES7326-1BK00-0AB0
			标准操作中的 F 模块	
X	X		DI 8xNAMUR [EEx ib]	6ES7326-1RF00-0AB0
			标准操作中的 F 模块	
中央： 双通道冗余 DO				
X	X		DO 32xDC 24V/0.5A	6ES7422-7BL00-0AB0
			不能精确判断诊断信息“P 短路”、“M 短路”和断线。 在组态中分别取消选择这些信息。	
X	X		DO 16xAC 120/230V/2A	6ES7422-1FH00-0AA0
分布式： 双通道冗余 DO				
X	X		DO8xDC 24 V/0.5 A	6ES7322-8BF00-0AB0
			诊断信息“P 短路”和断线无法确切地判断。 在组态中分别取消选择这些信息。 由于该模块只能在面向模块的冗余模式下运行，因此诊断消息“M 短路”和“L+ - 监视”会引起模块错误。	
X	X		DO8xDC 24 V/2 A	6ES7322-1BF01-0AA0
X	X		DO32xDC 24 V/0.5 A	6ES7322-1BL00-0AA0
X	X		DO8xAC 120/230 V/2 A	6ES7322-1FF01-0AA0
X	X		DO 4x24 V/10 mA [EEx ib]	6ES7322-5SD00-0AB0
			在冗余模式下，不能将该模块应用在危险区域。	
X	X		DO 4x24 V/10 mA [EEx ib]	6ES7322-5RD00-0AB0
			在冗余模式下，不能将该模块应用在危险区域。	
X	X	X	DO 16xDC 24 V/0.5 A	6ES7322-8BH01-0AB0
			• 负载电路的等电位联结应始终在同一个点(最好在负载的负极)。 • 不能进行通道诊断。	

通道组 (V5.x)	模块 (V3.x)	通道 (V 4.x)	模块	订货号
X	X	X	DO 10xDC 24 V/2 A，产品版本 V3 以上	6ES7326.2BF01.0AB0
			输入和输出必须具有相同地址。	
中央： 双通道冗余 AI				
X	X		AI 16x16 位	6ES7431.7QH00.0AB0
			用于电压测量 • 当模块带测量传感器运行或连接了热电偶时，不得激活 HW Config 中的“断线”诊断功能。 用于间接电流测量 • 使用 50 ohm 电阻(测量范围+/- 1V)或 250 ohm(测量范围 1 - 5 V)将电流转换为电压，请参见图 10-9。电阻的容差必须附加到模块错误中。 用于直接电流测量 • 合适的稳压二极管 BZX85C6v2 或 1N4734A (6.2 V，因为有 50 ohm 的输入电阻) • 4 线制测量传感器的负载能力： R_B > 325 ohms (最差情况： 1 个输入 + 1 个稳压二极管，S7 过冲值为 24 mA，到 $R_B = (R_E * I_{max} + U_{z\,max}) / I_{max)}$ • 使用 2 线制测量传感器时电路中的输入电压： $U_{e\text{-}2w}$ < 8 V (最差情况： 1 个输入 + 1 个稳压二极管，S7 过冲值为 24 mA，到 $U_{e\text{-}2w} = R_E * I_{max} + U_{z\,max}$) **注：** 图 10-10 所示电路只能使用有源（4 线制）测量传感器，或者带外接电源的无源（2 线制）测量传感器。 务必将模块通道组态成作为“4 线制测量传感器”运行，并将测量范围设置到位置“C”。 无法通过模块(2DMU)向测量传感器供电。	

通道组 (V5.x)	模块 (V3.x)	通道 (V 4.x)	模块	订货号
分布式： 双通道冗余 AI				
X	X		AI8x12 位	6ES7331.7KF02.0AB0
			用于电压测量 • 当模块带测量传感器运行或连接了热电偶时，不得激活 HW Config 中的“断线”诊断功能。 用于间接电流测量 • 确定测量误差时，请遵循以下几点： 在测量范围大于 2.5 V 时，通过并联两个输入，可以将总输入电阻从额定值 100 kilohm 减小到 50 kilohm。 • 当模块带测量传感器运行或连接了热电偶时，不得激活 HW Config 中的“断线”诊断功能。 • 使用 50 ohm 电阻(测量范围+/- 1V)或 250 ohm(测量范围 1 - 5 V)将电流转换为电压，请参见图 10-9。电阻的容差必须附加到模块错误中。 • 该模块不适用于直接电流测量。 使用冗余编码器： • 可使用具有下列电压设置的冗余编码器： +/- 80 mV (只是不带断线监视) +/- 250 mV (只是不带断线监视) +/- 500 mV (不能组态断线监视) +/- 1 V (不能组态断线监视) +/- 2.5 V (不能组态断线监视) +/- 5 V (不能组态断线监视) +/- 10 V (不能组态断线监视) 1 到 5 V (不能组态断线监视)	
X	X	X	AI 8x16 位	6ES7331-7NF00-0AB0

通道组 (V5.x)	模块 (V3.x)	通道 (V 4.x)	模块	订货号
			用于电压测量 • 当模块带测量传感器运行时，不得激活 HW Config 中的“断线”诊断功能。 用于间接电流测量 • 使用间接电流测量时，确保量表电阻与实际输入连接可靠，因为单独的电缆发生断线时，该连接不能保证可靠的断线检测。 • 使用一个 250 ohm 电阻（测量范围 1 - 5 V）将电流转换为电压；请参见图 10-9。 用于直接电流测量 • 合适的稳压二极管： BZX85C8v2 或 1N4738A (8.2 V，因为输入电阻为 250 ohm) • 与电路有关的附加误差： 如果一个模块发生故障，则另一个模块可能突然出现约 0.1%的附加误差。 • 4 线制测量传感器的负载能力： R_B > 610 ohm (最差情况： 1 个输入 + 1 个稳压二极管，S7 过冲值为 24 mA，到 $R_B = (R_E * I_{max} + U_{z\,max}) / I_{max)}$ • 使用 2 线制测量传感器时电路中的输入电压： $U_{e\text{-}2w}$ < 15 V (最差情况： 1 个输入 + 1 个稳压二极管，S7 过冲值为 24 mA，到 $U_{e\text{-}2w} = R_E * I_{max} + U_{z\,max}$)	
X	X		AI 8x16 位	6ES7331-7NF10-0AB0

通道组 (V5.x)	模块 (V3.x)	通道 (V 4.x)	模块	订货号
			用于电压测量 • 当模块带测量传感器运行或连接了热电偶时，不得激活 HW Config 中的“断线”诊断功能。 用于间接电流测量 • 使用一个 250 ohm 电阻（测量范围 1 - 5 V）将电流转换为电压；请参见图 10-9。 用于直接电流测量 • 合适的稳压二极管： BZX85C8v2 或 1N4738A (8.2 V，因为输入电阻为 250 ohm) • 4 线制测量传感器的负载能力： R_B > 610 ohm (最差情况： 1 个输入 + 1 个稳压二极管，S7 过冲值为 24 mA，到 $R_B = (R_E * I_{max} + U_{z\,max}) / I_{max)}$ • 使用 2 线制测量传感器时电路中的输入电压： U_{e-2w} < 15 V (最差情况： 1 个输入 + 1 个稳压二极管，S7 过冲值为 24 mA，到 $U_{e-2w} = R_E * I_{max} + U_{z\,max}$)	
X			AI 6xTC 16 位 iso，6ES7331-7PE10-0AB0	6ES7331-7PE10-0AB0
			用于电压测量 • 当模块带热电偶运行时，不得激活 HW Config 中的“断线”诊断功能。 用于间接电流测量 • 由于最大电压范围是+/- 1 V，因此可以仅通过 50 ohm 电阻来执行间接电流测量。 系统允许的电流只能在+/- 20 mA 的范围内。	
X	X		AI 4x15 位 [EEx ib]	6ES7331-7RD00-0AB0

通道组 (V5.x)	模块 (V3.x)	通道 (V 4.x)	模块	订货号
			在冗余模式下，不能将该模块应用在危险区域。 它不适用于间接电流测量。 用于直接电流测量 • 合适的稳压二极管 BZX85C6v2 或 1N4734A (6.2 V，因为有 50 ohm 的输入电阻) • 4 线制测量传感器的负载能力： RB > 325 ohm 最差情况： 1 个输入 + 1 个稳压二极管，S7 过冲值为 24 mA，到 RB = (RE * I_{max} + $U_{z\ max}$) / I_{max} • 2 线制测量传感器的输入电压： Ue–2w < 8 V 最差情况： 1 个输入 + 1 个稳压二极管，S7 过冲值为 24 mA，到 Ue–2w = RE * I_{max} + $U_{z\ max}$ **注：** 只能连接带 24 V 外接电源的 2 线制测量传感器或 4 制线测量传感器。图 8-10 所示的电路中不能使用测量传感器的内部电源，因为该电源输出仅输出 13 V，因此在最差情况下只能向测量传感器提供 5 V 电压。	
X	X		AI 6x13 位	6ES7336-1HE00-0AB0
			标准操作中的 F 模块	
X	X	X	AI 8x0/4...20mA HART	6ES7331-7TF01-0AB0
			请参见*《分布式 I/O 设备 ET 200M；HART 模拟量模块》*手册	
分布式： 双通道冗余 AO				
X	X		AO4x12 位	6ES7332-5HD01-0AB0
X	X	X	AO8x12 位	6ES7332-5HF00-0AB0
X	X		AO4x0/4...20 mA [EEx ib]	6ES7332-5RD00-0AB0
			在冗余模式下，不能将该模块应用在危险区域。	
X	X	X	AO 8x0/4...20mA HART	6ES7332-8TF01-0AB0
			请参见*《分布式 I/O 设备 ET 200M；HART 模拟量模块》*手册	

注意
需要为 F 模块安装 F 组态包。 F 组态包可从 Internet 免费下载。 即从下面网址上的客户支持中心获取： http://www.siemens.com/automation/service&support。

信号模块冗余组态的质量等级

出错时模块的可用性取决于其诊断的可能性以及通道的分组情况。

将数字量输入模块用作冗余 I/O

通过下列参数的设置来组态冗余形式的数字量输入模块：

- 差异时间(允许冗余输入信号不同的最长时间)。组态的差异时间必须是过程映像更新时间的倍数，因此，也是各通道基本转换时间的倍数。
  如果在组态的差异时间过后输入值仍然存在差异，则会发生错误。
- 对输入值差异的响应

首先，检查成对冗余模块的输入信号是否一致。 如果数值一致，则将一致的数值写入过程输入映像的低位存储区。 如果存在差异而且是第一次出现差异，则相应标记该差异并启动差异时间。

在差异时间内，最近的匹配(无差异)数值被写入模块低位地址过程映像中。 这一过程会重复执行，直到在差异时间内数值再次匹配，或者超过某一位的差异时间。

如果在所组态的差异时间过后差异仍然存在，则会发生错误。

根据下列策略来找到出错的一方：

1. 在差异时间内，最近的匹配数值作为结果保留。
2. 一旦过了差异时间，就会显示下列出错消息：
   错误代码 7960： “冗余 I/O： 数字量输入上的差异时间已过，尚未确定错误位置”。
   不会取消激活，也不会在静态错误映像中输入任何记录。 过了差异时间后，直到发生下一个信号变化，所组态的响应才会执行。
3. 如果这时发生另一个信号变化，则发生变化的模块/通道是完好的模块/通道，另一个模块/通道停止工作。

注意
系统确定差异实际所需的时间取决于多种因素： 总线延迟时间、用户程序中的周期时间和调用时间、转换时间等等。因此，冗余输入信号有差异的时间可能比组态的差异时间长。

调用 OB 82 也会使带诊断功能的模块取消激活。

使用带非冗余编码器的冗余数字量输入模块

带有非冗余编码器时，数字量输入模块可在 2 选 1 组态中使用：

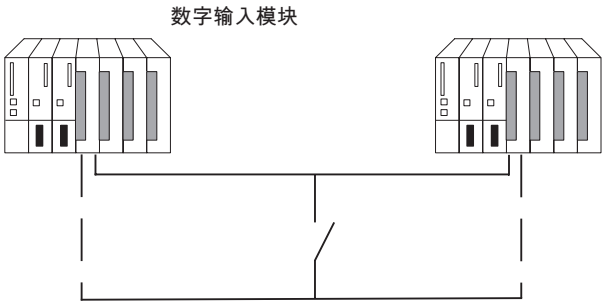


图 10-6　　带一个编码器的 2 选 1 组态中的容错数字量输入模块

冗余数字量输入模块的使用增大了它们的可用性。

差异分析会检测数字量输入模块的“持续 1”和“持续 0”错误。 “持续 1”错误表示输入端恒为数值 1，“持续 0”错误表示没有输入电压。 其原因有多种，例如可能是由 L+或 M 短路引起。

模块和编码器之间的机壳接地连接电流应尽可能小。

编码器连接到多个数字量输入模块时，冗余模块必须以相同的参考电位工作。

如果想在运行期间更换模块而又未使用冗余编码器，则需要使用去耦二极管。

连接实例可参见附录 F。

说明

请记住，接近开关(Beros)必须为两个数字量输入模块的通道提供电流。 但是各模块的技术数据仅给出了每路输入所需的电流。

冗余数字量输入模块与冗余编码器一起使用

采用冗余编码器时，数字量输入模块可在 2 选 1 组态中使用：

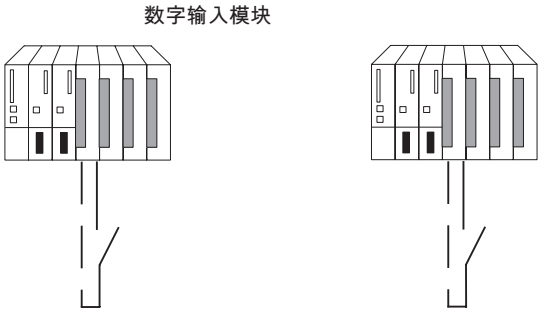


图 10-7　　带两个编码器的 2 选 1 组态中的容错数字量输入模块

使用冗余编码器也会增强它们的可用性。 差异分析可以检测除非冗余负载电源电压故障外的所有错误。 通过安装冗余负载电源可以增强可用性。

连接实例可参见附录 F。

冗余数字量输出模块

通过并联两个数字量输出模块或故障安全数字量输出模块的两个输出(2 选 1 组态)，可以实现执行器的冗余控制。

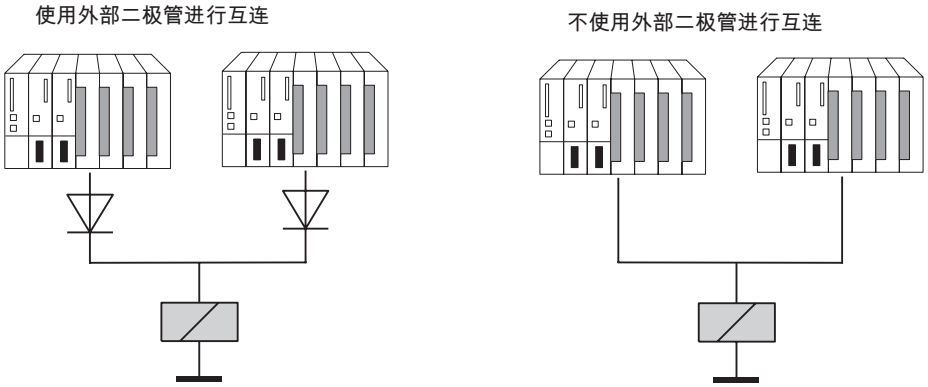


图 10-8　　2 选 1 组态中的容错数字量输出模块

数字量输出模块必须连接到一个公共负载电源电压。

连接实例可参见附录 F。

使用外部二极管互连与不使用外部二极管互连的对比

下表列出了应使用外部二极管进行互连的冗余数字量输出模块：

表格 10- 3　使用/不使用二极管互连数字量输出模块

模块	使用二极管	不使用二极管
6ES74227BL000AB0	X	-
6ES74221FH000AA0	-	X
6ES73262BF010AB0	X	X
6ES73221BL000AA0	X	-
6ES7322–1BF01–0AA0	X	-
6ES73228BF000AB0	X	X
6ES73221FF010AA0	-	X
6ES7322–8BH01–0AB0	-	X
6ES7322–5RD00–0AB0	X	-
6ES73225SD000AB0	X	-

关于连接二极管电路的信息

- 合适的二极管类型包括 1N4003 ... 1N4007 系列，或其它 U_r >=200 V 且 I_F >= 1 A 的二极管。
- 建议隔离模块机壳接地与负载接地。 两者之间必须采用等电位联结。

将模拟量输入模块用作冗余 I/O

组态冗余模式下的模拟量输入模块时，应指定以下参数的设置：

- 容差窗口(组态为测量范围端值的百分比)
  容差窗口内的两个模拟量数值被视为相等。
- 差异时间(允许冗余输入信号可超出容差范围的最长时间)。组态的差异时间必须是过程映像更新时间的倍数，因此，也是各通道基本转换时间的倍数。
  如果组态的差异时间过后输入值差异仍存在，将生成一个错误。
  如果将相同的传感器连接到两个模拟输入模块上，缺省差异时间值通常就足够了。 如果连接不同的传感器，尤其是不同的温度传感器，则必须增大差异时间。
- 应用数值
  应用数值表示输入到用户程序中的两个模拟量输入数值。

系统会检查两个读入的模拟值是否在所组态的容差窗口内。 如果是，则将应用数值写入过程输入映像的低位数据存储区。 如果存在差异而且是第一次出现差异，则相应标记该差异并启动差异时间。

在差异时间期间，最近的有效值被写入模块低位地址过程映像中，供当前过程使用。 如果过了差异时间，具有已组态标准值的模块/通道被声明为有效，另一个模块/通道则将被禁用。 如果两个模块的最大值被组态成标准值，则该值将用于进一步的程序执行，而另一个模块/通道则将被取消激活。 如果组态了最小值，则该模块/通道会将该数据提供给过程，而具有最大值的模块将被取消激活。 任何情况下，取消激活的模块/通道都会进入诊断缓冲区。

如果在差异时间内排除了差异，仍将执行冗余输入信号分析。

注意
系统确定差异实际所需的时间取决于多种因素： 总线延迟时间、用户程序中的周期时间和调用时间、转换时间等等。因此，冗余输入信号有差异的时间可能比组态的差异时间长。

说明

当通道通过 16#7FFF 报告上溢或通过 16#8000 报告下溢时，将不进行差异分析。相关模块/通道会立即取消激活。

因此应在 HW Config 中通过“测量类型”参数禁止所有未使用的输入。

带非冗余编码器的冗余模拟量输入模块

采用非冗余编码器时，模拟量输入模块可在 2 选 1 组态中使用：

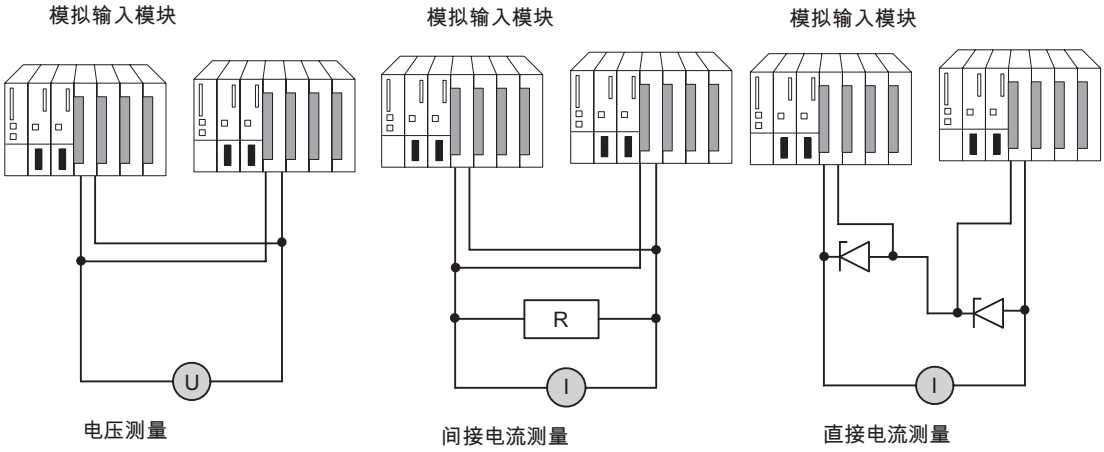


图 10-9　　带一个编码器的 2 选 1 组态中的容错模拟量输入模块

一个编码器连接到多个模拟量输入模块时，请记住下列内容：

- 将模拟量输入模块并行连接到电压编码器(示意图左边部分)。
- 可以使用一个外部负载将电流转换成电压，以使用并联的电压模拟量输入模块(示意图中间部分)。
- 2 线制测量传感器通过外部供电，使您可以在线修理模块。

故障安全模拟量输入模块的冗余将增大可用性。

连接实例可参见附录 F。

用于间接电流测量的冗余模拟量输入模块

以下内容适用于模拟量输入模块的连线：

- 适合该电路的编码器是带电压输出和热电偶的有源测量传感器。
- 当模块带测量传感器运行或连接了热电偶时，不得激活 HW Config 中的“断线”诊断功能。
- 合适的编码器类型为有源 4 线制和无源 2 线制测量传感器，其输出范围为+/-20 mA、0...20 mA 和 4...20 mA。 2 线制测量传感器由外部辅助电压供电。
- 电阻和输入电压范围的选择条件是测量精度、数字格式、最大分辨率和可能的诊断。
- 除了列出的选项外，也可以使用符合欧姆定律的其它输入电阻和电压组合。 但请注意，这些组合可能导致丢失数字格式、诊断功能和分辨率。 测量误差很大程度上取决于某些模块测量电阻的大小。
- 使用一个容差为+/ 0.1%和 TC 15 ppm 的测量电阻。

特定模块的附加条件

AI 8x12 位 6ES7331–7K..02–0AB0

- 使用一个 50 ohm 或 250 ohm 的电阻将电流转换成电压：

电阻	50 ohm	250 ohm	
电流测量范围	+/-20mA	+/-20 mA *)	4..0.20mA
要设置的输入范围	+/-1 V	+/-5 V	1...5 V
测量范围指示块位置	"A"	"B"	
分辨率	12 位+符号	12 位+符号	12 位
S7 数字格式	x	x	
与电路有关的测量误差 2 个并联输入 1 个输入	- -	0,5% 0,25%	
“断线”诊断	-	-	x *)
用于 4 线制测量传感器的负载	50 ohm	250 ohm	
2 线制测量传感器的输入电压	> 1.2 V	> 6 V	
*) 断线时，AI 8x12 位模块输出诊断中断和测量值“7FFF”。			

所列测量误差只来自一个或两个电压输入与测量电阻的互连。 这里未考虑容差或模块的基本/操作误差限制。

测量结果的差异由一个或两个输入的测量误差指示，这取决于是两个输入还是只有一个输入（出错情况下）获得了测量传感器的电流。

AI 8x16 位 6ES7331–7NF00–0AB0

- 使用一个 250 ohm 的电阻将电流转换成电压：

电阻	**250 ohm *)**	
电流测量范围	+/-20mA	4..0.20mA
要设置的输入范围	+/-5 V	1...5 V
分辨率	15 位+符号	15 位
S7 数字格式	x	
与电路有关的测量误差 2 个并联输入 1 个输入	- -	
“断线”诊断	-	x
用于 4 线制测量传感器的负载	250 ohm	
2 线制测量传感器的输入电压	> 6 V	
*) 可以使用模块内部可自由连接的 250 ohm 电阻		

AI 16x16-位 6ES7431–7QH00–0AB0

- 使用一个 50 ohm 或 250 ohm 的电阻将电流转换成电压：

电阻	50 ohm	250 ohm	
电流测量范围	+/-20mA	+/-20mA	4..0.20mA
要组态的输入范围	+/-1 V	+/-5 V	1...5 V
测量范围指示块位置	"A"	"A"	
分辨率	15 位+符号	15 位+符号	15 位
S7 数字格式	x	x	
与电路有关的测量误差 1) 2 个并联输入 1 个输入	- -	- -	
“断线”诊断	-	-	x
用于 4 线制测量传感器的负载	50 ohm	250 ohm	
2 线制测量传感器的输入电压	> 1.2V	> 6 V	

用于直接电流测量的冗余模拟量输入模块

根据图 8-10，模拟量输入模块接线有如下要求：

- 合适的编码器类型为有源 4 线制和无源 2 线制测量传感器，其输出范围为+/-20 mA、0...20 mA 和 4...20 mA。 2 线制测量传感器由外部辅助电压供电。
- “断线”诊断功能只支持 4...20 mA 的输入范围。 在这种情况下，排除所有其它单极性或双极性范围。
- 合适的二极管包括 BZX85 或 1N47..A 系列(稳压二极管 1.3 W)，电压等于为模块指定的电压。 选择其它元件时，其反向电流应尽可能低。
- 由于最大反向电流为 1 µA，此类电路和指定二极管将产生基本测量误差。 在 20 mA 范围内，分辨率为 16 位时，这会导致一个小于 2 位的误差。 上面所示电路中的各模拟量输入会导致附加误差，这可能会成为一个限制条件。 手册中指定的误差必须与所有模块的这类误差相加。
- 所使用的 4 线制测量传感器必须能够驱动从上述电路得出的负载电阻。 详细情况请参见各模块的技术规范。
- 连接 2 线制测量传感器时，请注意稳压二极管电路在测量传感器的电源预算中占有很大的比重。 因此，在各模块的技术规范中都列出了其所要求的输入电压。 加上测量传感器数据表中指定的内在电源，最小电源电压的算法是 $L+ > U_{e-2w} + U_{EV-MU}$

带冗余编码器的冗余模拟量输入模块

带有双冗余编码器时，在 2 选 1 结构中最好使用故障安全模拟量输入模块：

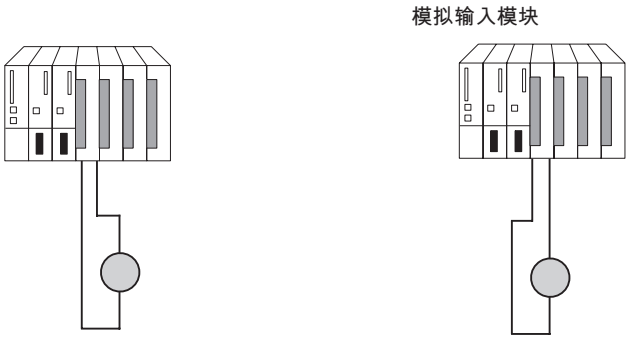


图 10-10　带两个编码器的 2 选 1 结构中的容错模拟量输入模块

使用冗余编码器也会增强它们的可用性。

差异分析还会检测除非冗余负载电源电压故障外的外部错误。

连接实例可参见附录 F。

本文档开头的一般性说明都适用。

冗余编码器与非冗余编码器的对比

下表显示了在冗余模式下哪些模拟量输入模块可以与冗余或非冗余编码器一起使用：

表格 10- 4　模拟量输入模块和编码器

模块	冗余编码器	非冗余编码器
6ES74317QH000AB0	X	X
6ES7336–1HE00–0AB0	X	-
6ES7331–7KF02–0AB0	X	X
6ES73317NF000AB0	X	X
6ES73317RD000AB0	X	X

冗余模拟量输出模块

通过并联两个模拟量输出模块的两个输出，实现最终控制元件的容错控制(2 选 1 结构)。

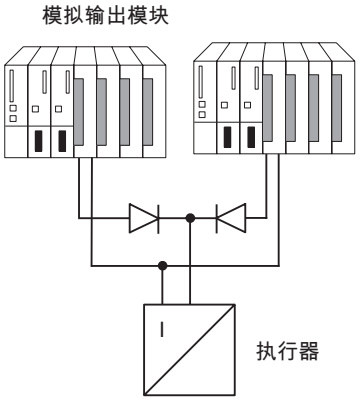


图 10-11　2 选 1 组态中的容错模拟量输出模块

以下内容适用于模拟量输出模块的连线：

- 以星形结构进行接地连接可避免输出误差(模拟量输出模块的受限共模抑制)。

关于连接二极管电路的信息

- 合适的二极管类型包括 1N4003 ... 1N4007 系列，或其它 U_r >=200 V 且 I_F >= 1 A 的二极管。
- 建议隔离模块接地与负载接地。 二者必须连接到不同的电位体上。 两者之间必须采用等电位联结。

模拟输出信号

只有具有电流输出(0 到 20 mA、4 到 20 mA)的模拟量输出模块才能冗余工作。

输出值除以 2，两个模块各输出一半值。 如果其中一个模块出现故障，则故障会被检测出来，另一个模块就会输出完整的值。 这样，因错误而在输出模块上引起的电涌不会太高。

说明

输出值暂时降低到一半，并且在程序做出响应后即可恢复正确值。

取消激活或 CPU STOP 时，冗余模拟量输出输出的最小输出电流为大约每个模块 120 µA，即总电流大约为 240 µA。 考虑到允差，也就是说输出值总是正数。 所组态的替代值(0 mA)至少能够产生这种输出值。 在冗余模式下，CPU STOP 时，当前输出会自动组态为“无电流和无电压”。

注意

如果有两个冗余模拟量输出模块，当第二个模块出现错误时，只要第一个模块仍在禁用中，故障通道就仅输出一半的电流值，并一直到这两个模块中有一个已修复。此时，即使这两个模块都被取消激活也如此。

激活模块

禁用的模块由下列事件激活：

- 容错系统启动时
- H 系统切换为“冗余”状态时
- 在运行期间修改系统后
- 如果调用 FC 451“RED_DEPA”且至少有一个冗余通道或模块被取消激活。

在上述任一事件发生后，都会在 FB 450 "RED IN"中执行激活操作。 激活所有模块后，诊断缓冲区中会有相应记录。

说明

如果为冗余模块分配了过程映像分区，且 CPU 中没有相应的 OB 时，全部激活可能需要约 1 分钟。

10.5.3 判断取消激活状态

过程

首先，通过计算状态/控制字“FB_RED_IN.STATUS_CONTROL_W”中的状态字节，确定取消激活状态。 然后，如果得知一个或多个模块被取消激活，则在 MODUL_STATUS_WORD 中判断相应模块对的状态。

使用状态字节判断取消激活状态

状态字“FB_RED_IN.STATUS_CONTROL_W”位于 FB 450“RED_IN”的背景 DB 中。 状态字节返回冗余 I/O 的状态信息。 状态字节的分配在相应块库的在线帮助中有介绍。

通过 MODUL_STATUS_WORD 判断单个模块对的取消激活状态

MODUL_STATUS_WORD 是 FB 453 的输出参数且可以进行相应互连。 它返回有关各模块对的状态的信息。

MODUL_STATUS_WORD 状态字节的分配在相应块库的在线帮助中有介绍。

10.6 连接冗余 I/O 的其它选项

用户层上的冗余 I/O

如果不能使用系统支持的冗余I/O（连接冗余I/O (页 152)小节），例如，可能因为相关模块未列出在所支持的组件中，则可在用户层上实现冗余I/O的使用。

组态

支持下列冗余 I/O 组态：

1. 包含单向中央和/或分布式 I/O 的冗余组态。

   对于此组态，在每种情况下，都需要将一个信号模块分别插入到 CPU 0 子系统和 CPU 1 子系统中。

2. 包含双向 I/O 的冗余组态

   将一个信号模块分别插入到两个具有有源背板总线的 ET 200M 分布式 I/O 设备中。

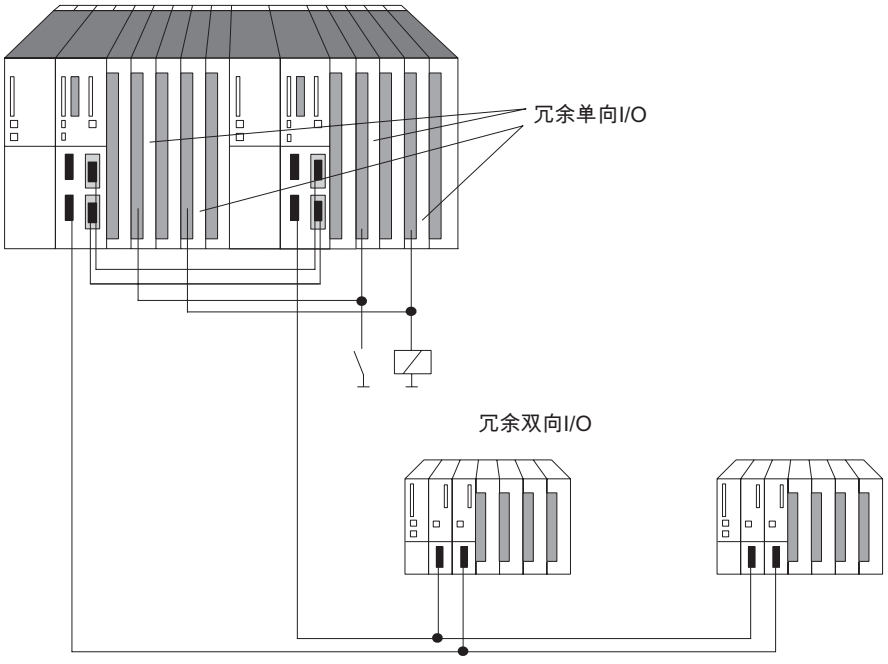


图 10-12 冗余单向和双向 I/O

注意
使用冗余I/O时，可能需要为已计算出的监视时间加上前置时间，请参见 确定监视时间 (页 133)小节。

冗余 I/O 的硬件配置和项目工程

使用冗余 I/O 的建议策略：

1. 按如下使用 I/O：
   - 在单向组态中，每种情况下都是一个子系统使用一个信号模块
   - 在双向组态中，每种情况下都是两个 ET 200M 分布式 I/O 设备各使用一个信号模块。
2. I/O 的接线应该确保可以由两个子系统寻址。
3. 组态信号模块，使其具有不同的逻辑地址。

注意
建议不要使用相同的逻辑地址来组态输入模块和输出模块。 否则，除了要查询逻辑地址外，还需要查询 OB 122 中故障模块的类型（输入或输出）。 当系统处于单模式(例如，直接访问)时，用户程序还必须更新冗余、单向输出模块的过程映像。 如果使用过程映像分区，用户程序必须在 OB 72 中更新它们 (SFC 27“UPDAT_PO”)(恢复冗余)。 否则，在系统更改到冗余模式后，将使用原值对备用站 CPU 的单通道、单向输出模块进行初始化。

用户程序中的冗余 I/O

下面的实例程序显示了两个冗余数字量输入模块的用法：

- 模块 A 位于机架 0，逻辑基址为 8，
- 模块 B 位于机架 1，逻辑基址为 12。

通过直接访问在 OB 1 中读取两个模块之一。 对于下列情况，通常假定所述模块为 A(变量 MODA 的值为 TRUE)。 如果没有发生错误，则以所读取的数值继续处理。

在发生 I/O 访问错误后，将通过直接访问读取模块 B (OB 1 中的“重试”)。 如果没有发生错误，则以所读取的数值继续处理模块 B。 然而，如果在此也出现了错误，则两个模块当前都有故障，而且会以替换值继续运行。

实例程序基于的事实是：在模块 A 发生访问错误或替换模块 A 之后，通常首先在 OB 1 中处理模块 B。 不会首先在 OB 1 中重新处理模块 A，除非在模块 B 上发生访问错误。

注意
MODA 和 IOAE_BIT 变量也必须在 OB 1 和 OB 122 之外有效。 然而，ATTEMPT2 变量仅在 OB 1 中使用。

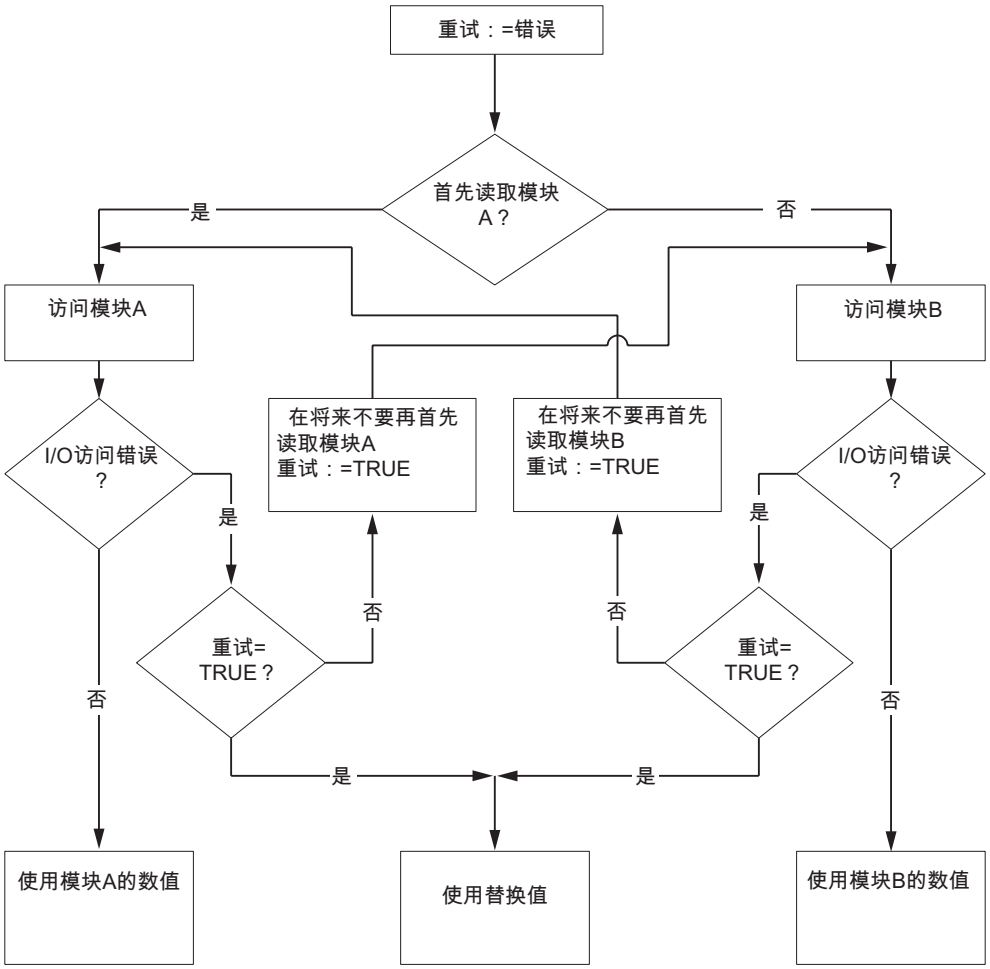


图 10-13　　OB 1 的流程图

STL 实例

下面列出了用户程序(OB 1、OB 122)所需的元素。

表格 10- 5　冗余 I/O 实例，OB 1 部分

STL	描述
NOP 0;	
SET;	
R ATTEMPT2;	//初始化
A MODA;	//首先读取模块 A?
JCN CMOB;	//如果否，则继续模块 B
CMOA: SET;	
R IOAE_BIT;	//删除 IOAE 位
L PID 8;	//从 CPU 0 中读取
A IOAE_BIT;	//在 OB 122 中检测到了 IOAE 吗?
JCN IOOK;	//如果否，过程访问则正常
A ATTEMPT2;	//是第二次尝试该访问吗?
JC CMO0;	//如果是，则使用替换值
SET;	
R MODA;	//以后不要再首先读取模块 A
S ATTEMPT2;	
CMOB: SET;	
R IOAE_BIT;	//删除 IOAE 位
L PID 12;	//从 CPU 1 中读取
A IOAE_BIT;	//在 OB 122 中检测到了 IOAE 吗?
JCN IOOK;	//如果否，过程访问则正常
A ATTEMPT2;	//是第二次尝试该访问吗?
JC CMO0;	//如果是，则使用替换值
SET;	
S MODA;	//在将来重新首先读取模块 A
S ATTEMPT2;	
JU CMOA;	
CMO0: L SUBS;	//替换值
IOOK:	//要使用的数值位于 ACCU1 中

表格 10- 6　冗余 I/O 实例，OB 122 部分

STL	描述
	//模块 A 引起 IOAE 了吗?
L OB 122_MEM_ADDR;	//相关的逻辑基址
L W#16#8;	
==I ;	//模块 A?
JCN M01;	//如果否，继续 M01
	//访问模块 A 期间的 IOAE
SET;	
= IOAE_BIT;	//设置 IOAE 位
JU CONT;	
	//模块 B 引起 IOAE 了吗?
M01: NOP 0;	
L OB 122_MEM_ADDR;	//相关的逻辑基址
L W#16#C;	
==I ;	//模块 B?
JCN CONT;	//如果否，继续 CONT
	//访问模块 B 期间的 IOAE
SET;	
= IOAE_BIT;	//设置 IOAE 位
CONT: NOP 0;	

链接和更新时的监视时间

注意
如果已使 I/O 模块冗余并在程序中对此进行了考虑，则可能需要给已计算出的监视时间加上一个前置时间，以使输出模块上不会出现波动(HW Config -> CPU 属性 -> H 参数)。

仅当将下列表格中的模块作为冗余时，才需要前置时间。

表格 10- 7　有关冗余使用 I/O 的监视时间

模块类型	前置时间(ms)
ET 200M： 标准输出模块	2
ET 200M： HART 输出模块	10
ET 200M： F 输出模块	50
带模拟量输出的 ET 200L–SC	≤ 80
带模拟量输出或技术模块的 ET 200S	≤ 20

步骤如下：

- 根据表格计算前置时间。 如果已冗余使用表格中的多种模块类型，则使用最大前置时间。
- 将其加到目前为止已算出的所有监视时间上。

11 通讯

11.1 通讯

本节介绍了与容错系统进行的通讯及其指定特性。

它阐述了基本原理、可用于容错通讯的总线系统和可用的连接类型。

它包含使用容错和标准连接的通讯功能的信息，并解释如何组态和编程这些功能。

- 同时还可以在**容错 S7 连接**上查找到通讯实例，并了解它所提供的优点。
- 通过比较，可以得知如何在 **S7 连接**上进行通讯，以及如何使用 S7 连接在冗余模式中通讯。

11.2 基本原理

概述

整个系统可用性要求的上升使得提高通讯系统的故障安全非常必要，包括进行冗余通讯。

下面概述了您应该知道的使用容错通讯的基本原理。

冗余通讯系统

可以通过介质冗余、重复设置组件单元或重复设置所有总线组件来增强通讯系统的可用性。

在一个组件发生故障时，各个监视和同步机制确保由备用组件接管通讯功能，同时系统仍然处于运行状态。

如果要使用容错 S7 连接，冗余通讯系统则非常重要。

容错通讯

容错通讯是在容错 S7 连接上部署 S7 通讯 SFB。

容错的 S7 连接仅在使用冗余通讯系统时可行。

冗余节点

冗余节点表示两个容错系统之间通讯的故障安全。由冗余节点表示包含多通道组件的系统。当节点中的组件故障没有导致其它节点的可靠性受到损失时，冗余节点是独立的。

与容错通讯类似，只能容许出现单个错误/故障。 如果通讯端点之间出现多个错误/故障，通讯就不能再得到保证。

连接(S7 连接)

连接表示执行一个通讯服务的两个通讯伙伴的逻辑分配。每个连接都有两个端点，包含用于寻址通讯伙伴所需的信息和用于建立连接的其它属性。

S7 连接是两个标准 CPU 之间或从一个标准 CPU 到容错系统 CPU 之间的通讯链接。

与包含至少两个部分连接的容错 S7 连接相反，S7 连接实际上只包含一个连接。如果该连接发生故障，则通讯将终止。

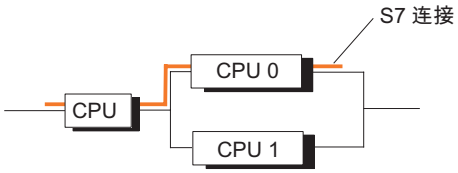


图 11-1　　S7 连接的实例

说明

一般说来，该手册中的“连接”表示“已组态的 S7 连接”。对于其它连接类型，请参考手册*《用于 PROFIBUS 的 SIMATIC NET NCM S7》*和*《用于工业以太网的 SIMATIC NET NCM S7》*。

容错 S7 连接

要求通讯组件具有高可用性(例如，CP 和总线)意味着需要在所涉及的系统之间实现冗余通讯连接。

与 S7 连接不同，容错 S7 连接至少由两个下层子连接组成。 从用户程序、组态和连接诊断的角度来看，具有其下层子连接的容错 S7 连接仅由一个 ID 表示(如同标准 S7 连接)。根据组态，它最多包含四个子连接，其中始终建立(激活)两个子连接，以在发生错误时保持通讯。 子连接的数量取决于可能的备选路径(请参见下图)，且被自动标识。

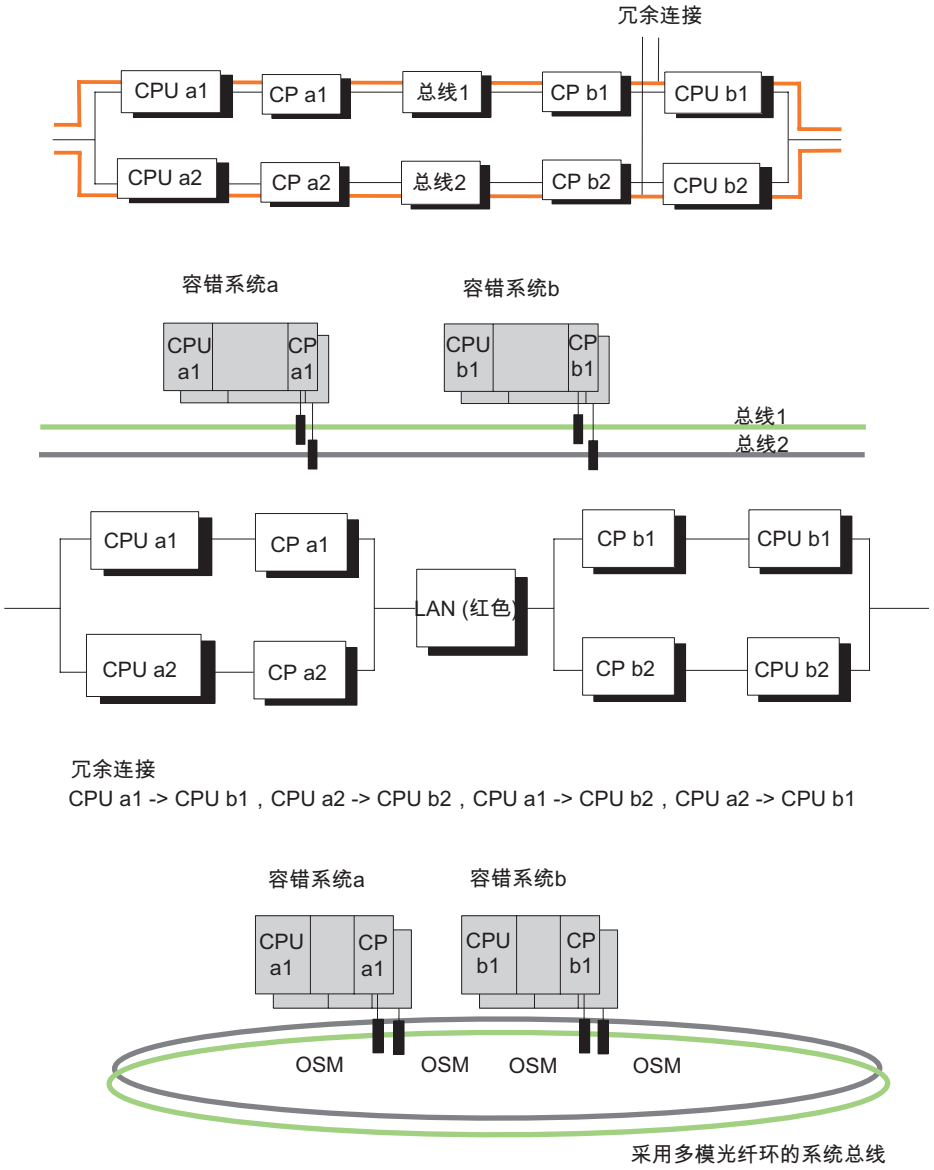


图 11-2　　根据组态而产生的子连接数量的实例

如果激活的子连接发生故障，则已建立的第二个子连接将自动接管通讯。

容错 S7 连接的资源要求

容错 CPU 支持 62/30/14 个容错 S7 连接的操作(请参见技术规范)。 在 CP 上，每个子连接都需要一个连接资源。

注意
如果已为容错站组态了多个容错S7 连接，则建立这些连接可能需要相当长一段时间。如果已组态的最大通讯延迟设置得过短，则将中止链接和更新，且不再会达到冗余系统状态(请参见 时间监视 (页 129)小节)。

11.3 可使用的网络

物理传送介质的选择取决于所要求的扩展、目标容错和传输率。下列总线系统用于与容错系统进行通讯：

- 工业以太网(光纤电缆、三轴或双绞线铜电缆)
- PROFIBUS (光纤电缆或铜电缆)

欲知适用网络的更多信息，请参考*《与 SIMATIC 通讯》*、*《工业双绞线网络》*和*《PROFIBUS 网络》*手册。

11.4 可使用的通讯服务

可以使用下列服务：

- 通过 PROFIBUS 和工业以太网使用容错 S7 连接的 S7 通讯。容错 S7 连接只能在 SIMATIC S7 站之间实现。 容错通讯可通过仅使用 ISO 协议的工业以太网实现。
- 通过 MPI、PROFIBUS 和工业以太网使用 S7 连接的 S7 通讯
- 通过 PROFIBUS 的标准通讯(例如，FMS)
- 通过 PROFIBUS 和工业以太网的 S5 兼容的通讯(例如，SEND 和 RECEIVE 块)

不支持下列各项：

- S7 基本通讯
- 全局数据通讯
- 通过工业以太网进行的开放式通讯

11.5 通过容错 S7 连接进行通讯

通讯系统的可用性

容错通讯通过附加冗余通讯组件（例如 CP 和总线电缆）扩展整个 SIAMTIC 系统。 为了阐述使用光学或电气网络时通讯系统的实际可用性，下文给出了通讯冗余的可能性。

要求

使用 STEP 7 组态容错连接的基本要求是所组态的硬件设备。

冗余系统两个子系统中的硬件配置**必须**完全相同。 尤其是插槽。

根据所使用的网络，CP可用于容错通讯和故障安全通讯，请参见附录 S7-400H支持的功能模块和通讯处理器 (页 411)
仅支持使用ISO协议的工业以太网。

要能在容错系统和 PC 之间使用容错的 S7 连接，必须在 PC 上安装“S7-REDCONNECT”软件包。 请参考“S7REDCONNECT”上的产品信息，获取可用于 PC 端的 CP 的更多信息。

组态

系统的可用性(包括通讯)在组态期间设置。 请参考 STEP 7 文档，以获得如何组态连接的信息。

容错 S7 连接只使用 S7 通讯。 要设置该连接，请打开“新建连接”对话框，然后选择“S7 连接容错”类型。

由 STEP 7 确定所要求的冗余连接数目，它是冗余节点的函数。 如果网络支持，则最多可以生成 4 个冗余连接。 不能通过使用更多 CP 来实现更多冗余。

必要时，还可以在“属性 - 连接”对话框中修改容错连接的指定属性。 使用一个以上 CP 时，还应该在该对话框中设置连接路径。 这会很实用，因为缺省状态下，所有连接最初是通过第一个 CP 进行的。如果所有连接当时都忙，则通过第二个 CP 进行连接，依此类推。

编程

容错通讯可以在容错 CPU 上配置，并通过 S7 通讯实现。

这只能在 S7 项目/多项目中进行。

在 STEP 7 中使用通讯 SFB 编程容错通讯。 这些块可用于在子网上(工业以太网、PROFIBUS)传送数据。 集成在操作系统中的标准通讯 SFB 提供已确认数据传送选项。除了数据传送外，还可以使用其它通讯功能，用于控制和监视通讯伙伴。

为标准通讯编写的用户程序也可以为容错通讯运行而无需修改。 电缆和连接冗余对用户程序没有影响。

注意

欲知编程通讯的信息，请参考 STEP 7 文档(例如，*使用 STEP 7 编程*)。

START 和 STOP 通讯功能仅作用于一个 CPU 或容错系统的所有 CPU (要获得更详细信息，请参考*《用于 S7300/400 的系统软件，系统和标准功能》*参考手册)。

通讯请求为活动状态时中断通过容错 S7 连接的子连接会导致延迟时间延长。

注意
运行时下载连接组态 如果在运行时下载连接组态，将中止所有已建立的连接。

11.5.1 容错系统之间的通讯

可用性

增强链接系统之间可用性的最简单方法就是使用一个多模(双工)光纤环或双电气总线系统来实现冗余系统总线。这种情况下，所连接的节点可能只由标准组件组成。

使用多模光纤环拓扑，可以最好地提高可用性。如果其中一根多模光纤电缆断裂，则所涉及系统之间的通讯将保持。此时，系统像连接到一个总线系统(线路)一样进行通讯。环形拓扑本质上包含两个冗余组件，因此自动组成 2 选 1 冗余节点。可以建立线形或星形拓扑的光纤网络。但线形不提供电缆冗余。

如果一个电缆段发生故障，则仍然保持伙伴系统之间的通讯(2 选 1 冗余)。

下面的实例阐述了两种不同情况之间的区别。

注意

CP 所要求的连接资源数目取决于正在使用的网络。

如果实施两个光纤环(请参见下图)，每个 CP 则需要两个连接资源。与此相反，如果使用双电气网络(请参见下图后面的图)，每个 CP 则只需要一个连接资源。

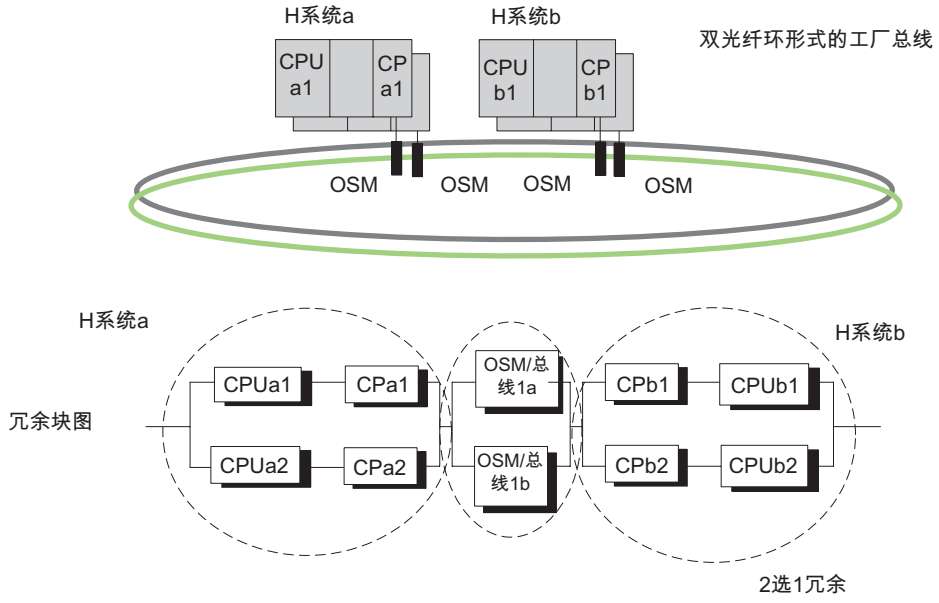


图 11-3 包含冗余系统和容错环的冗余实例

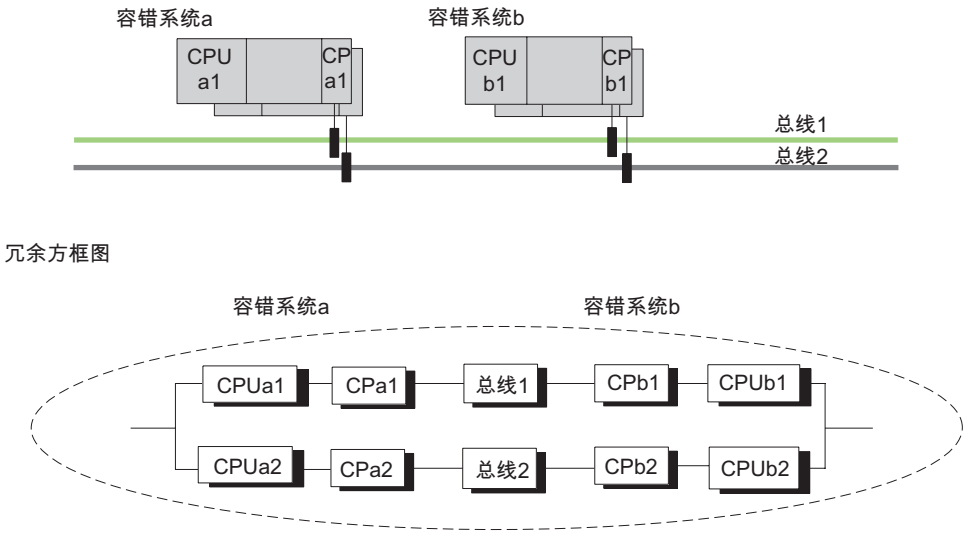


图 11-4　　包含容错系统和冗余总线系统的冗余实例

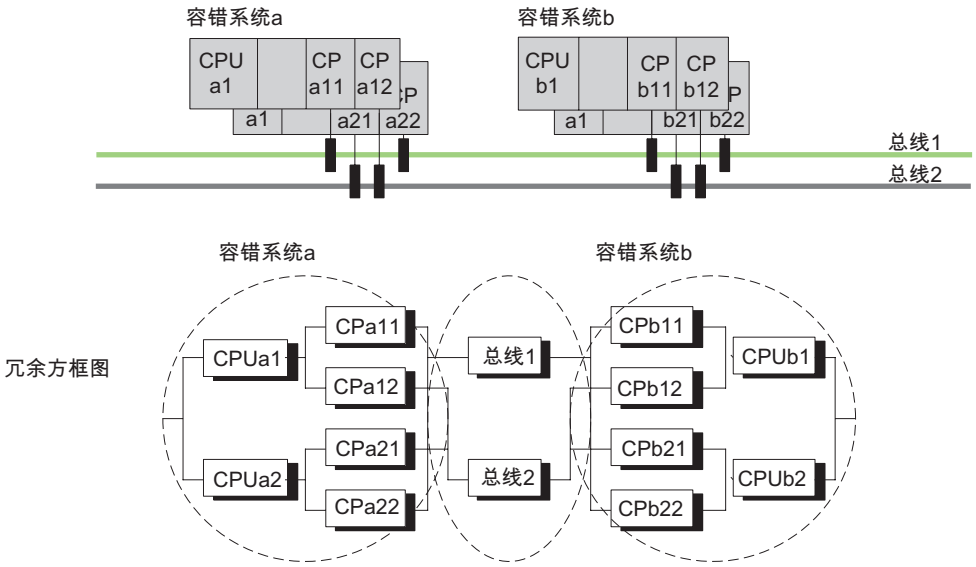


图 11-5　　包含附加 CP 冗余的容错系统实例

对故障的反应

如果使用两个光纤环，只有容错系统中发生双重错误(例如，一个系统中的 CPUa1 和 CPa2)时，才会导致在所涉及的系统之间全都出现通讯故障(请参见第一个图)。

如果在冗余电气总线系统的第一种情况下发生双重错误(例如，CPUa1 和 CPb2)(请参见第二个图)，则将导致在所涉及的系统之间全都出现通讯故障。

对于具有 CP 冗余的冗余电气总线系统(请参见第三个图)，只在容错系统内发生双重错误(例如，CPUa1 和 CPUa2)或三重错误(例如，CPUa1、CPa22 和总线 2)时，才会导致在所涉及的系统之间全都发生通讯故障。

容错 S7 连接

通讯请求为活动状态时中断通过容错 S7 连接的子连接会导致延迟时间延长。

11.5.2 容错系统和容错 CPU 之间的通讯

可用性

可以使用一个冗余系统总线和在标准系统上使用一个容错 CPU 增强可用性。

例如，如果通讯伙伴为容错 CPU，则与带 416 CPU 的系统相反，还可以组态冗余连接。

注意

容错连接使用 CP b1 上的两个连接资源，用于冗余连接。每个连接资源分别在 CP a1 和 CP a2 上占用。 此时，使用标准系统中的更多 CP 可以增加资源。

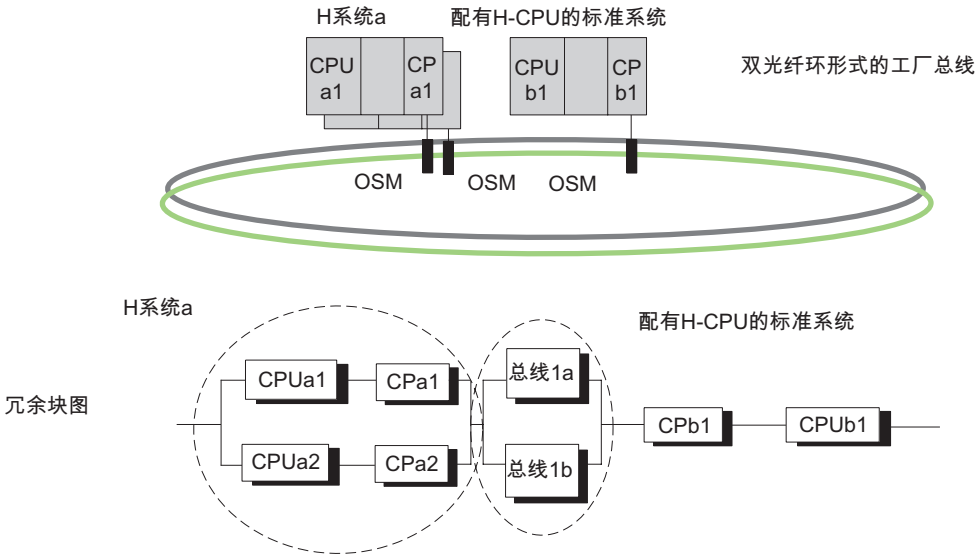


图 11-6 包含容错系统和容错 CPU 的冗余实例

对故障的反应

容错系统中的双重错误(即，CPUa1 和 CPa2)和标准系统中的单个错误(CPUb1)将导致在所涉及的系统之间全都出现通讯故障(请参见上图)。

11.5.3 容错系统和 PC 之间的通讯

可用性

当容错系统与 PC 链接时，整个系统的可用性不仅取决于 PC (OS)及其数据保持，还取决于自动化系统的数据采集。

由于硬件和软件特性，PC 不是容错的。但是，它们可以在系统内冗余组态。 通过合适的软件(如 WinCC 冗余)确保该类 PC (OS)系统及其数据管理的可用性。

通过容错连接进行通讯。

“S7-REDCONNECT”软件包 V1.3 或以上版本对于 PC 上的容错通讯是很重要的。它支持将 PC 连接到带一个 CP 的光纤网络，或连接到带 2 个 CP 的冗余总线系统。

组态连接

必须对 PC 进行工程设计并将其组态为 SIMATIC PC 站。 在 PC 端不需要容错通讯的附加项目工程。在 PC 端，由 STEP 7 项目以 XDB 文件格式进行连接组态。

可以在 WinCC 文档中获得如何使用 STEP 7 容错 S7 通讯将 PC 集成到 OS 系统中的信息。

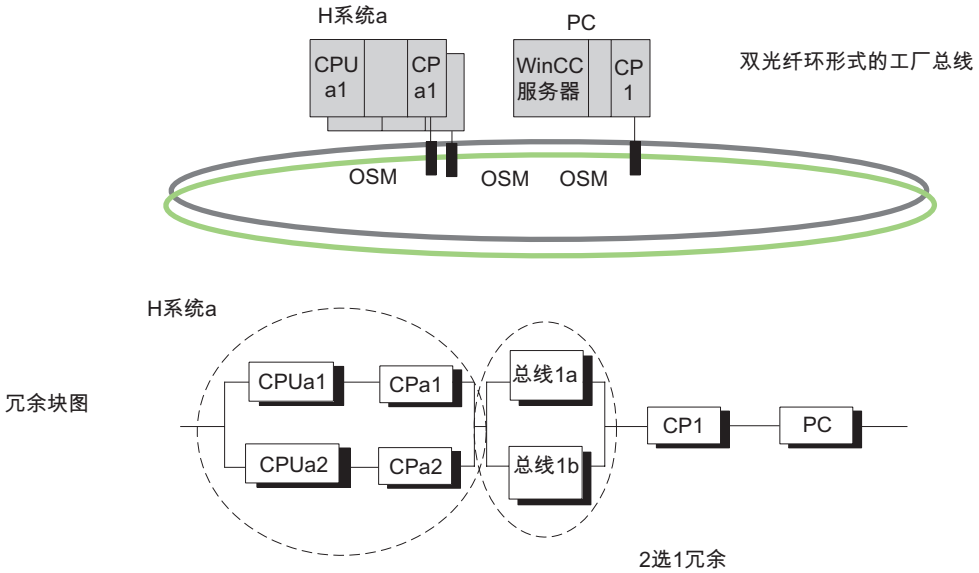


图 11-7 包含容错系统和冗余总线系统的冗余实例

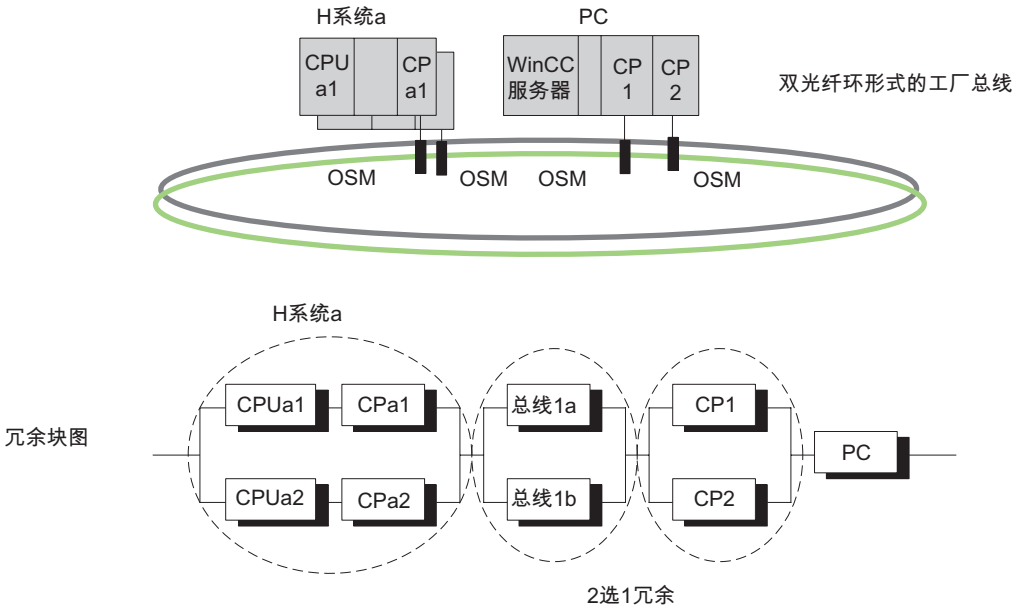


图 11-8　　在 PC 中包含容错系统、冗余总线系统和 CP 冗余的冗余实例。

对故障的反应

容错系统中的双重错误(即，CPUa1 和 CPa2)和 PC 的故障将导致在所涉及的系统之间全都出现通讯故障(请参见上图)。

作为工程系统(ES)的 PC/PG

为了能够将 PC 用作工程系统，需要在 HW Config 中将其组态为同名的 PC 站。 ES 被分配给 CPU，而且能够在该 CPU 上执行 STEP 7 功能。

如果 CPU 发生故障，则 ES 和容错系统之间也不再能进行通讯。

11.6 通过 S7 连接进行通讯

与标准系统进行通讯

不支持容错和标准系统之间的容错通讯。 下面的实例阐述了通讯系统的实际可用性。

组态

在 STEP 7 中组态 S7 连接。

编程

容错系统中的标准通讯支持所有通讯功能。

在 STEP 7 中使用通讯 SFB 进行通讯编程。

注意

START 和 STOP 通讯功能仅作用于一个 CPU 或容错系统的所有 CPU (要获得更详细信息，请参考*《用于 S7300/400 的系统软件，系统和标准功能》*参考手册)。

注意
运行时下载连接组态 如果在运行时下载连接组态，将中止所有已建立的连接。

11.6.1 通过 S7 连接进行通讯 - 单向模式

可用性

同样，通过使用一个用于在容错和标准系统之间进行通讯的冗余系统总线可增强可用性。

在一个组态为多模光纤环的系统总线上，当多模光纤电缆断裂时，伙伴系统之间的通讯将保持。 因而，系统就像连接到一个总线系统(线性结构)一样进行通讯；请参见下图。

对于链接的容错和标准系统，不能通过一个双电气总线系统提高通讯可用性。 为了可以将第二个总线系统用作冗余系统，还需要组态一个 S7 连接，并在用户程序中对其进行相应的管理(请参见下图后面的图)。

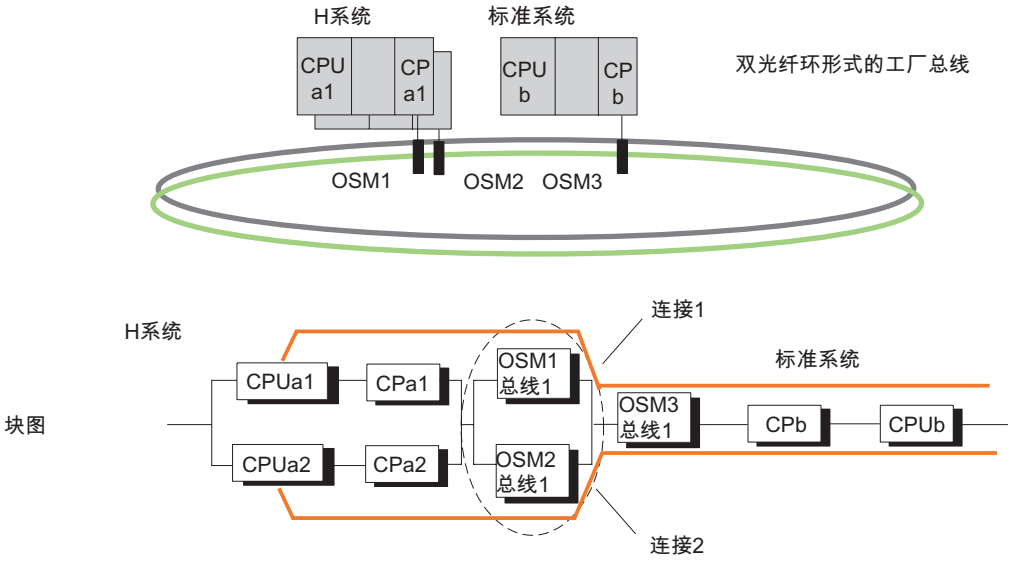


图 11-9 将标准和容错系统链接到冗余环的实例

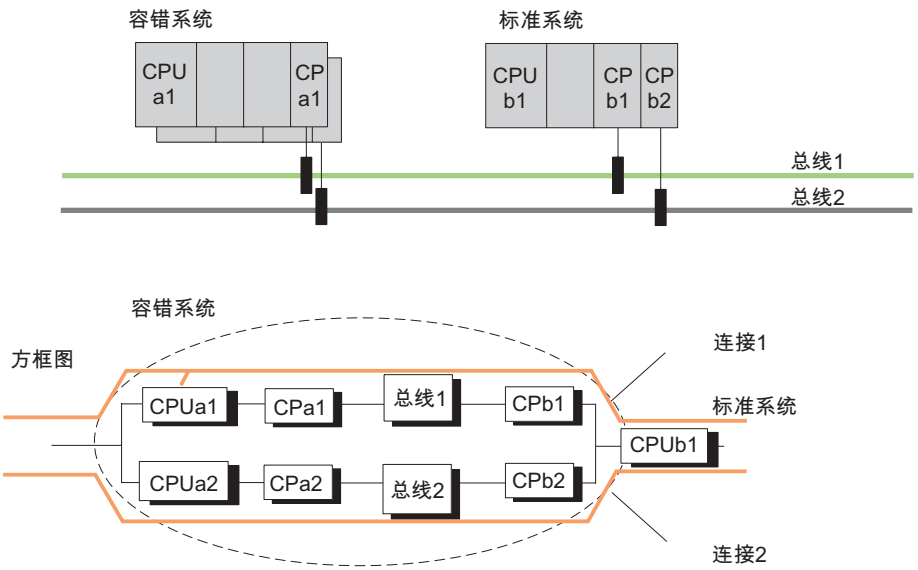


图 11-10　将标准和容错系统链接到冗余总线系统的实例

对故障的反应

两个光纤环和总线系统

由于在此使用标准 S7 连接(连接在子系统的 CPU 处终止，在这种情况下为 CPUa1)，冗余系统中的错误(例如，CPUa1 或 CPa1)或系统 b 中的错误(例如，CP b)将导致在这些伙伴系统之间全都出现通讯故障(请参见上图)。

总线系统对故障的反应没有什么区别。

标准和容错系统的链接

驱动程序块“S7H4_BSR”： 可使用“S7H4_BSR”驱动程序块将 H 系统链接到 S7–400。 有关更详细的信息，请联系 H/F 研究中心

电话：+49 (911) 895-4759
传真：+49 (911) 895-4519
电子邮件： hf-cc.aud@siemens.com

其它方式： 容错系统中的 SFB 15“PUT”和 SFB 14“GET”： 或者，通过两个标准连接使用两个 SFB 15“PUT”块。首先调用第一个块。 如果在执行块时没有出错消息，则将传送视为成功。如果有出错消息，通过第二个块重复数据传送。 如果以后检测到连接中止，则再次传送数据以免信息丢失。 可对 SFB 14“GET”使用相同的方法。

如果可能，使用 S7 通讯机制进行通讯。

11.6.2 通过冗余 S7 连接进行通讯

可用性

可以在一个标准系统上使用一个冗余总线系统和两个单独的 CP 增强可用性。

冗余通讯还可以与标准连接一起使用。 在这种情况下，必须在程序中组态两个单独的 S7 连接，以实现连接冗余。 在用户程序中，两个连接都要求实现监视功能，以便能检测故障，以及切换到备用连接。

下图显示了这样一种组态。

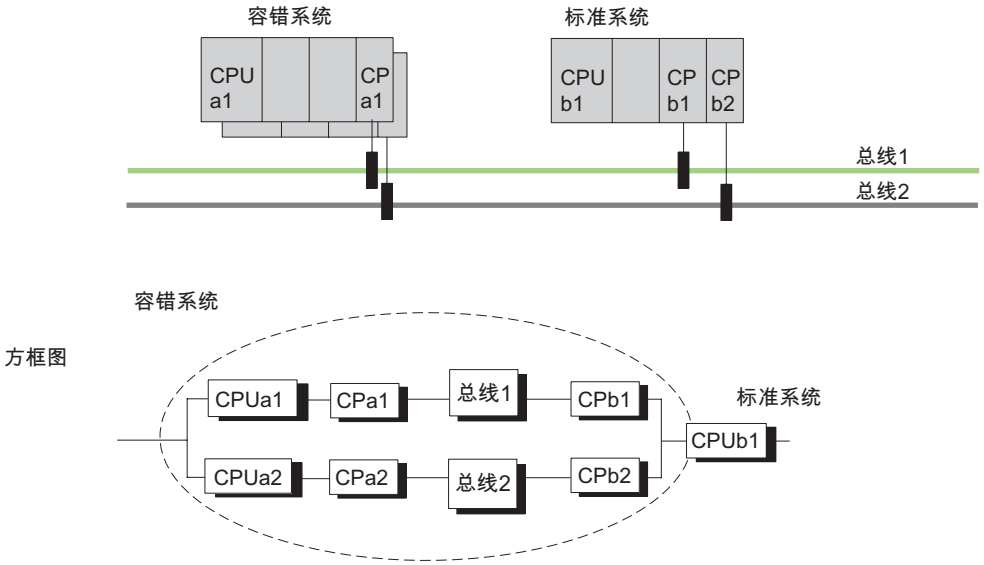


图 11-11 冗余系统以及具有冗余标准连接的冗余总线系统的冗余实例

对故障的反应

容错系统中的双重错误(即，CPUa1 和 CPa 2)或标准系统中的双重错误(CPb1 和 CPb2)以及标准系统中的单个错误(CPb1)将导致在所涉及的伙伴之间全都出现通讯故障(请参见上图)。

11.6.3 通过 ET 200M 上的点对点 CP 进行通讯

通过 ET 200M 连接

从容错系统到单通道系统的链接常常只能通过点对点连接才能进行，因为许多系统没有其它可选连接方式。

为了使单通道系统的数据也可供冗余系统的 CPU 使用，必须在分布式机架中随同两个 IM 153-2 模块一起安装点对点 CP (CP 341)。

组态连接

没有必要在点对点 CP 和容错系统之间进行冗余连接。

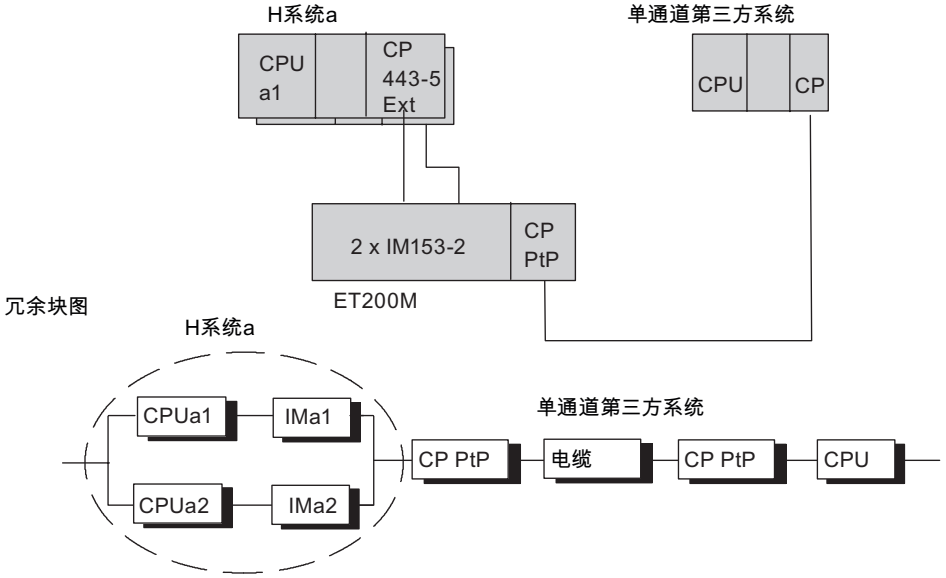


图 11-12 容错系统与单通道第三方系统链接的实例

对故障的反应

容错系统中的双重错误(即，CPUa1 和 IM153-2)和第三方系统中的单个错误将导致在所涉及的系统之间全都出现通讯故障(请参见上图)。

点对点 CP 也可插入“H 系统 a”中央。然而，例如，在该组态中，即使一个 CPU 发生故障也会引起完全通讯故障。

11.6.4 到单通道系统的自定义链接

通过 PC 用作网关的连接

容错系统和单通道系统也可以通过网关进行链接(无连接冗余)。根据可用性要求，使用一个或两个 CP 将网关链接到系统总线。可以在网关和容错系统之间组态容错连接。网关允许链接任何种类的单通道系统(例如具有制造商特定协议的 TCP/IP)。

网关中用户编程的软件实例可实现将单通道转换为容错系统，因此允许将任何单通道系统链接到容错系统。

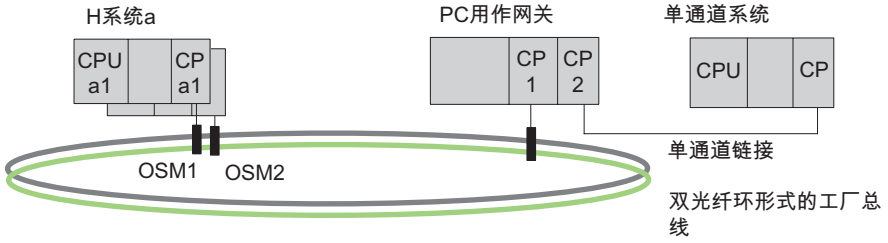
组态连接

不要求在网关 CP 和单通道系统之间进行冗余连接。

网关 CP 位于具有到容错系统的容错连接的 PC 系统上。

要能在容错系统 A 和网关之间组态容错的 S7 连接，必须首先在网关上安装 S7-REDCONNECT。必须在用户程序中实现用于准备通过单通道链接传送数据的功能。

欲知更多信息，请参考“*工业通讯 IK10*”目录。



冗余块图

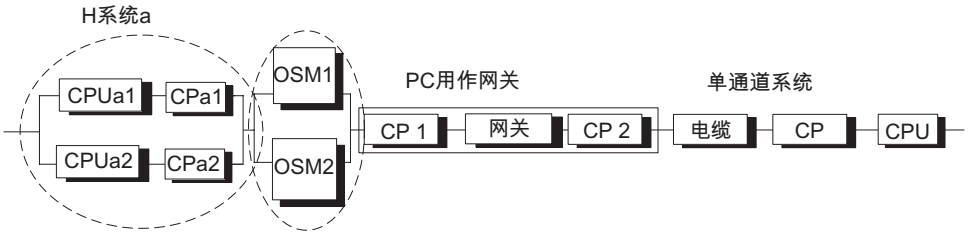


图 11-13 将容错系统与单通道外部系统链接的实例

11.7 通讯性能

与单机模式下的容错 CPU 或与标准 CPU 相比，运行于冗余模式的容错系统的通讯性能(响应时间或数据吞吐量)明显偏低。

该说明的目的在于给您提供一些标准，以用来判断各种通讯机制对通讯性能的影响。

通讯负载的定义

通讯负载等于通讯机制每秒钟发送到 CPU 的请求与 CPU 发出的请求和消息的总和。

较高的通讯负载将增加 CPU 的响应时间，表示 CPU 花费较多的时间对请求(例如读取请求)或输出请求和消息作出反应。

运行范围

在每个自动化系统中，都有一个线性运行范围，在该范围内通讯负载的增加也将导致数据吞吐量的增加。于是这会产生自动化任务可接受的合理的响应时间。

进一步增大通讯负载将使数据吞吐量达到饱和范围。在某些情况下，自动化系统可能会因此不再能够在所要求的响应时间内处理要求的请求量。数据吞吐量达到最大值，响应时间以指数上升；请参见下图。

由于设备内的附加内部负载，数据吞吐量也可能会有一定程度的降低。

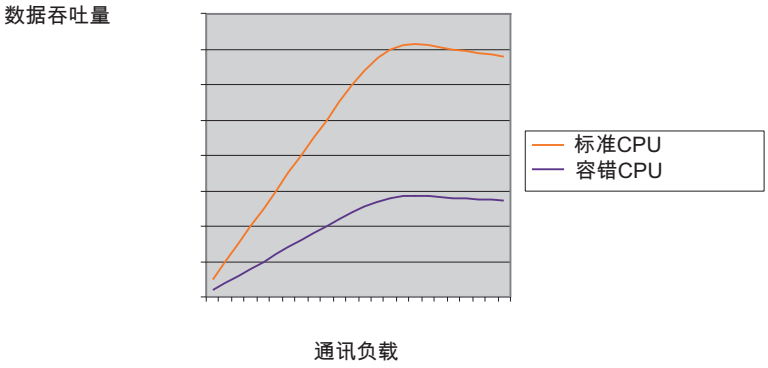


图 11-14　作为数据吞吐量的变量的通讯负载(基本配置文件)

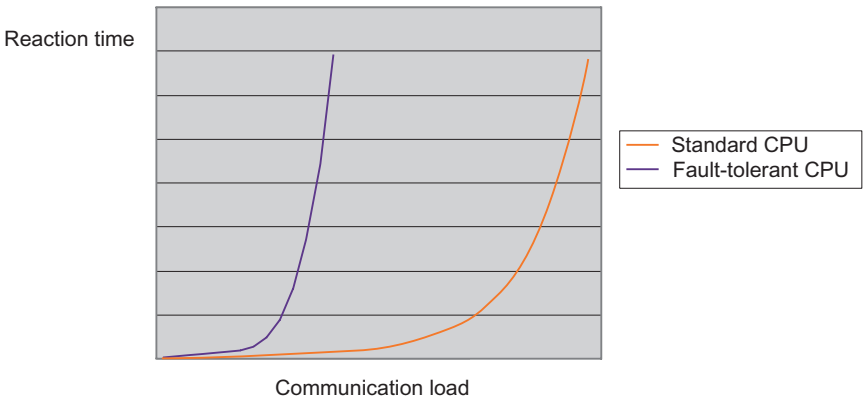


图 11-15　通讯负载作为响应时间的函数（基本配置文件）

标准和容错系统

至此所述的内容适用于标准系统和容错系统。 由于标准系统中的通讯性能明显高于冗余 H 系统的通讯性能，因而在当今工厂中，很少能达到饱和点。

相反，容错系统始终需要同步才会保持并行运行。 这就增加了块执行时间，而降低了通讯性能。这意味着会更早达到性能极限值。如果冗余容错系统没有运行在其性能限制内，则与标准系统相比，其性能标准将降低 2-3 倍。

哪些变量影响通讯负载？

通讯负载受以下变量的影响：

- 连接数/已连接的 OCM 系统数
- 变量数、显示在 OP 上画面中的变量数或使用 WinCC 的变量数。
- 通讯类型(OCM、S7 通讯、S7 消息功能、S5 兼容的通讯等)
- 由于通讯负载引起的组态的最大周期时间延长

以下几节介绍了影响通讯性能的因素。

11.8 通讯中的常见问题

尽可能降低每秒钟的通讯请求率。 利用通讯请求的最大用户数据长度，例如将若干变量或数据区编组到一个读取请求中。

每个请求都要求一定的处理时间，因此该过程完成之前，不能检查其状态。

可以从下面网站上免费下载用于估算处理时间的工具：

http://www4.ad.siemens.de/view/cs/de/1651770，文章标识号为 1651770

调用通讯请求应该允许事件驱动的数据传输。 只有在完成请求之后才能检查数据传输事件。

在周期内继续并逐步减少地调用通讯块，以实现通讯负载的均衡分布。

如果不希望传送任何用户数据，则可以使用条件跳转，跳过块调用。

使用 S7 通讯功能而不是 S5 兼容的通讯功能，可以显著提高 S7 组件之间的通讯性能。

由于 S5 兼容的通讯功能(FB“AG_SEND”、FB“AG_RECV”、AP_RED)生成显著较高的通讯负载，因此只有在 S7 组件与非 S7 组件进行通讯时才使用这些功能。

AP_Red 软件包

使用“AP_RED”软件包时，用户数据长度限制为 240 个字节。 如果必须传送较大的数据量，则可在连续块调用中传送这些数据。

“AP_RED”软件包使用 FB“AG_SEND”和 FB“AG_RCV”机制。 只使用 AP_RED 链接 SIMATIC S5 / S5-H PLC，或只支持 S5 兼容通讯的外部设备。

S7 通讯(SFB 12“BSEND”和 SFB 13“BRCV”)

在用户程序中调用 SFB 12“BSEND”的频率不要高于通讯伙伴上调用相应 SFB 13“BRCV”的频率。

S7 通讯(SFB 8“USEND”和 SFB 9“URCV”)

SFB 8“USEND”应该始终为事件驱动，因为该块可能产生很高的通讯负载。

在用户程序中调用 SFB 8“USEND”的频率不要高于通讯伙伴上调用相应 SFB 9“URCV”的频率。

SIMATIC OP、SIMATIC MP

不要在容错系统中安装 4 个以上 OP 或 MP。 如果确实需要更多 OP/MP，则必须修订自动化任务。 请联系 SIMATIC 销售商以获取支持。

不要选择小于 1 s 的屏幕刷新周期时间，并根据需要将其增加到 2 s。

确认在同一个周期时间内请求所有屏幕变量，以便组成读取请求的优化组。

OPC 服务器

当使用 OPC 将用于可视化任务的多个 HMI 设备连接到容错系统时，应该使访问容错系统的 OPC 服务器的数目尽可能少。 OPC 客户机应始终寻址共享的 OPC 服务器，然后它会从容错系统取回数据。

通过使用 WinCC 及其客户机/服务器原理，可以调整数据交换。

第三方供应商的各个 HMI 设备均支持 S7 通讯协议。 您应该利用该选项。

使用 STEP 7 组态

12

12.1 使用 STEP 7 组态

本节概述了组态容错系统时要注意的基本问题。

第二节概述了 STEP 7 中的 PG 功能。

要获得详细信息，请参考基本帮助中的*组态容错系统*。

12.2 使用 STEP 7 组态

组态 S7-400H 的基本方法与组态 S7-400 所用的方法没有什么区别，也就是说，都包括下列内容：

- 创建项目和站
- 组态硬件和网络
- 将系统数据载入到 PLC

即使对此需要采取不同步骤，但大部分步骤与 S7-400 相同。

注意
所需的 OB 始终将下列错误 OB 下载到 S7-400H CPU 中：OB 70、OB 72、OB 80、OB 82、OB 83、OB 85、OB 86、OB 87、OB 88、OB 121 和 OB 122。如果忽略该步骤，则当发生错误时，容错 CPU 将进入 STOP 模式。

创建容错站

SIMATIC 容错站(“H”站)表示 SIMATIC 管理器中的一种单独站类型。 它允许组态两个中央单元，其中的每个单元都有一个 CPU，从而构成了冗余站组态。

12.2.1 装配容错站的规则

除了遵守通常适用于 S7-400 的模块排列规则外，容错站还必须遵守下列规则：

- 必须始终将 CPU 插入相同的插槽中。
- 在任何情况下，都必须将冗余使用的外部 DP 主站接口或通讯模块插入到相同的插槽中。
- 用于冗余 DP 主站系统的外部 DP 主站接口模块只能插入中央单元而不是扩展单元中。
- 冗余使用的模块(例如，CPU 417-4H、DP 从站接口模块 IM 153-2)必须完全相同，即它们必须具有相同的订货号、相同的版本以及相同的固件版本。

安装规则

- 一个容错站最多可包含 20 个扩展机架。
- 偶数号的安装机架只能分配给中央单元 0，而奇数号的安装机架只能分配给中央单元 1。
- 只能在安装机架 0 - 6 中操作带通讯总线接口的模块。
- 双向 I/O 中不允许使用具有通讯总线功能的模块。
- 在扩展机架中操作用于冗余通讯的 CP 时，请注意安装机架号：

  编号必须连续，且从偶数号开始 - 例如，安装机架号 2 和 3，而不是安装机架号 3 和 4。
- 如果中央单元包含 DP 主站模块，则还可为编号大于 9 的 DP 主站分配一个机架号。由此，可以使用的扩展机架的数目减少。

STEP 7 自动监视是否遵守规则，并在组态期间以适当的方式对其进行考虑。

12.2.2 组态硬件

实现冗余硬件配置的最简单方法包括，首先在一个机架中装配所有冗余组件，给它们分配参数，然后复制这些组件。

之后，可以指定各个地址(只对单向 I/O！)，并在单个机架中排列其它非冗余模块。

显示硬件配置时的特性

为了可以快速识别一个冗余 DP 主站系统，该系统由两个紧挨排列的平行 DP 电缆表示。

12.2.3 为容错站中的模块分配参数

简介

给容错站中的模块分配参数与给 S7-400 标准站中的模块分配参数没有区别。

步骤

所有冗余组件的参数(除了 MPI 和通讯地址以外)都必须完全相同。

CPU 特例

只能编辑 CPU0 (机架 0 上的 CPU)的参数。为它指定的任何数值都自动分配给 CPU1 (机架 1 上的 CPU)。除了下列参数外，CPU1 的设置不能更改：

- CPU 的 MPI 地址
- CPU 名、设备标识、位置 ID

在 I/O 地址空间中组态被寻址模块

始终在 I/O 地址空间中组态被寻址的模块，以便完全在过程影像中或者完全在外部查找该模块。

否则，将无法保证一致性，而且数据也可能受到损坏。

使用字或双字语句进行 I/O 访问

当用于 I/O 访问的字或双字只包含第一个字节或前三个字节，而不包含地址空间的剩余字节时，系统将数值装载到累加器“0”中。

实例：I/O 处于 S7-400H CPU 中的地址 8 和 9；地址 10 和 11 未使用。 访问 L ID 8 将会使系统将数值 DW#16#00000000 装载到累加器中。

12.2.4 设置 CPU 参数的建议

确定周期特性的 CPU 参数

可以在“周期/时钟存储器”选项卡上指定确定系统周期特性的 CPU 参数。

所建议的设置为：

- 扫描周期监视时间尽可能长(例如，6000ms)
- 当出现下列 I/O 访问错误时，调用 OB 85：只有进入和离开错误

诊断缓冲区中的消息数目

在“诊断/时钟”选项卡上指定诊断缓冲区中的消息数目。

建议设置一个较大的数字(例如，1500)。

用于为模块传送参数的监视时间

在“启动”选项卡上指定该监视时间。它取决于容错站的组态。如果监视时间太短，则 CPU 将在诊断缓冲区中输入 W#16#6547 事件。

对于某些从站(例如，IM 157)，这些参数封装在系统数据块中。参数的传输时间取决于下列因素：

- 总线系统的波特率(高波特率 => 短传输时间)
- 参数和系统数据块的大小(参数长 => 传输时间长)
- 总线系统上的负载(从站多 => 传输时间长)；
  注意：总线负载在 DP 主站重新启动期间处于峰值，例如，在断电/上电后

所建议的设置为： 600 相当于 60 s。

说明

指定的容错 CPU 参数以及相关的监视时间是自动计算的。这包括设置 CPU 专用的所有数据块的总存储器负载的缺省值。 如果容错系统没有链接，则检查工作存储器分配(HW Config > CPU 属性 > H 参数 > 所有数据块使用的工作存储器)。

注意
如果连接了 DP/PA 连接器或 Y 连接器(IM157，订货号为 6ES7157-0AA00-0XA0、6ES7157-0AA80-0XA0、6ES7157-0AA81-0XA0)，CP 443-5 扩展型(订货号为 6GK7443–5DX03)就只能在 S7-400H 或 S7–400FH 中用于 1.5 Mbps 的传输率。纠正方法：请参见 http://www.siemens.com/automation/service&support 下的 FAQ 11168943。

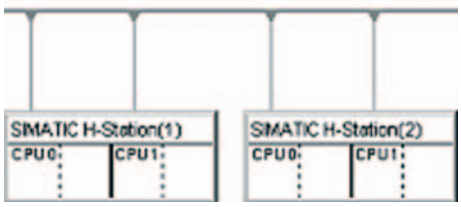
12.2.5 组态联网

容错 S7 连接是“组态网络”应用程序的一种单独连接类型。下列通讯伙伴可以相互进行通讯：

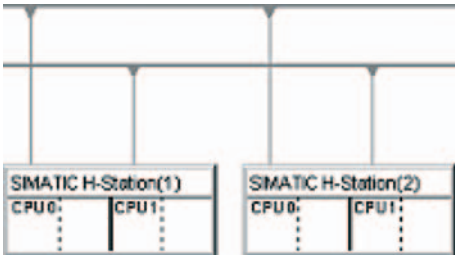
- S7–400 H 站(带 2 个容错 CPU)-> S7–400 H 站(带 2 个容错 CPU)
- S7–400 H 站(带 1 个容错 CPU) -> S7–400 H 站(带 2 个容错 CPU)
- S7–400 H 站(带 1 个容错 CPU) -> S7–400 H 站(带 1 个容错 CPU)
- SIMATIC PC 站 -> S7–400 H 站(带 2 个容错 CPU)

在组态这种连接类型时，应用程序自动确定可能的连接路径数目：

- 如果有两个独立但完全相同的子网可供使用，且都适用于 S7 连接(DP 主站系统)，则将使用两个连接路径。实际上，它们通常是电气网络，每个子网中有一个 CP：



- 如果只有一个 DP 主站系统可供使用 - 实际上通常为光纤电缆 - 则两个容错站之间的连接使用四个连接路径。所有 CP 都位于该子网中：



将网络组态下载至容错站

可以通过一次传输，将网络组态下载至整个容错站。其要求与将网络组态下载到标准站的相同。

12.3 STEP 7 中的编程设备功能

在 SIMATIC 管理器中显示

为了正确处理容错站的特性，SIMATIC 管理器显示和编辑系统的方式与 S7-400 标准站的方式不同，其区别如下：

- 在离线视图中，只在容错站的 CPU0 下显示 S7 程序。 在 CPU1 下将看不到任何 S7 程序。
- 在在线视图中，S7 程序将显示在两个 CPU 下，且在两个位置上都可对其进行选择。

通讯功能

对于编程设备(PG)通讯功能，例如下载和删除块，即使该功能影响冗余链接上的整个系统，也必须选择两个 CPU 之一。

- 在冗余操作中，其中一个中央处理单元中被修改的数据将影响冗余链接上的其它 CPU。
- 在没有冗余链接 - 换句话说，在单模式中 - 被修改的数据起初只影响被编辑的 CPU。在下一次链接和更新中，主站 CPU 将这些块应用到备用站 CPU 中。 例外： 组态修改后，不应用新的块(只有未改变的数据块)。 这时由用户负责装载块。

13 操作期间的组件故障及更换

13.1 操作期间的组件故障及更换

对于容错 PLC 的非中断操作的一个关键因素是，在正在进行的操作中(RUN 模式)更换有故障的组件。快速修理将恢复容错冗余。

在以下各节中，我们将向您演示如何简单、快速地修理和更换 S7-400H 中的组件。同样请参考*《S7-400 可编程控制器，硬件和安装》*安装手册内相应各节中的提示

13.2 操作期间的组件故障及更换

可以更换哪些组件？

操作期间可以更换下列组件：

- 中央单元(例如 CPU 417–4H)
- 电源模块 - (例如，PS 405 和 PS 407)
- 信号和功能模块
- 通讯模块
- 同步模块和光纤电缆
- 接口模块 - (例如，IM 460 和 IM 461)

13.2.1 CPU 的故障及更换

不必整个更换 CPU。如果只有装载存储器发生故障，则更换相应的存储器模块已经足够。下面描述两种情况。

更换 CPU 的开始条件

故障	系统如何反应？
S7-400H 处于冗余模式，且一个 **CPU** 发生故障。	• 伙伴 CPU 切换到单模式。 • 伙伴 CPU 在诊断缓冲区和 OB 72 中报告事件。

更换要求

只有在“新”CPU 满足下列条件时，才能进行模块更换

- 具有与故障 CPU 相同的操作系统版本以及
- 它装配了与故障 CPU 相同的装载存储器。

注意
新CPU发货时总是装有最新的操作系统版本。 如果该版本不同于其余CPU的操作系统版本，则需要使用相同的操作系统版本来配备该新CPU。 或者，为该新CPU创建操作系统更新卡，并用它在该CPU上装载操作系统或者在HW Config中通过“PLC -> 更新固件”来装载所需的操作系统，请参见 不使用存储卡更新固件 (页 73)小节。

步骤

按照下面的步骤**更换 CPU**：

步骤	必须完成哪些工作？	系统如何反应？
1	关闭电源模块。	• 关闭整个子系统(系统以单模式工作)。
2	更换 CPU 模块。 确保在 CPU 上正确设置了机架号。	–
3	插入同步模块。	–
4	插入同步模块的光纤电缆接口。	–
5	重新打开电源模块。	• CPU 运行自检，然后切换到 STOP 模式。

步骤	必须完成哪些工作？	系统如何反应？
6	在被更换的 CPU 上执行 CPU 存储器复位。	–
7	启动更换的 CPU(例如，STOP³RUN 或使用 PG 进行启动)。	• CPU 执行自动链接和更新。 • CPU 切换到 RUN 模式，并作为备用站 CPU 进行操作。

更换装载存储器的开始条件

故障	系统如何反应？
S7-400H 处于冗余模式，且出现了**装载存储器访问错误**。	• 相关 CPU 切换到 STOP 模式，并请求存储器复位。 • 伙伴 CPU 切换到单模式。

步骤

按照下面的步骤**更换装载存储器**：

步骤	必须完成哪些工作？	系统如何反应？
1	更换已停止的 CPU 上的存储卡。	–
2	在带已更换存储卡的 CPU 上执行存储器复位。	–
3	启动 CPU。	• CPU 执行自动链接和更新。 • CPU 切换到 RUN 模式，并作为备用站 CPU 进行操作。

13.2.2 电源模块故障及更换

启动状态

两个 CPU 都处于 RUN 模式中。

故障	系统如何反应？
S7-400H 处于冗余模式，且一个电源模块发生故障。	• 伙伴 CPU 切换到单模式。 • 伙伴 CPU 在诊断缓冲区和 OB 72 中报告事件。

步骤

替换中央机架中的电源模块：

步骤	必须完成哪些工作？	系统如何反应？
1	关闭电源(PS 405 的 24 V DC 电源或 PS 407 的 120/230 V AC 电源)。	• 关闭整个子系统(系统以单模式运行)。
2	更换模块。	–
3	重新打开电源模块。	• CPU 执行自检。 • CPU 执行自动链接和更新。 • CPU 切换到 RUN 模式(冗余模式)，并作为备用站 CPU 运行。

说明

冗余电源

如果使用一个冗余电源(PS 407 10A R)，则将两个电源模块分配给一个容错 CPU。如果冗余 PS 407 10A R 电源模块的某个部分发生故障，相应 CPU 仍将保持运行。可以在操作期间更换故障部分。

其它电源模块

如果故障涉及中央机架外(例如，在扩展机架或 I/O 设备中)的电源模块，则将该故障报告为机架故障(中央)或站故障(远程)。在此情况下，只需关闭相关电源模块的电源。

13.2.3 输入/输出或功能模块的故障及更换

启动状态

故障	系统如何反应？
S7-400H 处于冗余模式，且输入/输出或功能模块发生故障。	• 两个 CPU 都通过相关 OB 在诊断缓冲区中报告事件。

步骤

> ⚠小心
>
> **请注意不同的步骤。**
> 不正确的步骤可能会造成轻微的人身伤害或设备损坏。
> 对于 S7-300 模块和 S7-400 模块，更换输入/输出或功能模块的步骤是不同的。
> 更换模块时，请使用正确的步骤。 以下针对 S7-300 和 S7-400 介绍了其正确的操作步骤。

要更换 S7-300 的信号和功能模块，请执行以下步骤：

步骤	必须完成哪些工作？	系统如何反应？
1	取下故障模块(在 RUN 模式下)。	• 两个 CPU 彼此同步地处理插入/取出模块中断 OB 83。
2	断开前连接器和接线。	• 如果相关模块能够进行诊断中断且诊断中断已在组态中启用，则调用 OB 82。 • 当通过直接访问来访问模块时，调用 OB 122。 • 如果使用过程映像访问模块，则调用 OB 85
3	将前连接器插入新模块中。	• 如果相关模块能够进行诊断中断且诊断中断已在组态中启用，则调用 OB 82。
4	插入新模块。	• 两个 CPU 彼此同步地处理插入/取出模块中断 OB 83。 • 由相关 CPU 将参数自动分配给模块，可以重新寻址模块。

要更换 S7-400 的信号和功能模块，请执行以下步骤：

步骤	必须完成哪些工作？	系统如何反应？
1	断开前连接器和接线。	• 如果相关模块能够进行诊断中断且诊断中断已在组态中启用，则调用 OB 82。 • 当通过直接访问来访问模块时，调用 OB 122。 • 如果使用过程映像访问模块，则调用 OB 85
2	取下故障模块(在 RUN 模式下)。	• 两个 CPU 彼此同步地处理插入/取出模块中断 OB 83。
3	插入新模块。	• 两个 CPU 彼此同步地处理插入/取出模块中断 OB 83。 • 由相关 CPU 将参数自动分配给模块，可以重新寻址模块。
4	将前连接器插入新模块中。	• 如果相关模块能够进行诊断中断且诊断中断已在组态中启用，则调用 OB 82。

13.2.4 通讯模块的故障及更换

本节描述用于 PROFIBUS 和工业以太网的通讯模块的故障及更换。

PROFIBUSDP主站的故障及更换 (页 233)小节描述了用于PROFIBUS DP的通讯模块的故障及更换。

启动状态

故障	系统如何反应？
S7-400H 处于冗余模式，且一个通讯模块发生故障。	• 两个 CPU 都通过相关 OB 在诊断缓冲区中报告事件。 • 在通过标准连接的通讯中： 连接失败 • 在通过冗余连接的通讯中： 通过另一个通道保持通讯，不中断。

步骤

要更换 PROFIBUS 或工业以太网的通讯模块：

步骤	必须完成哪些工作？	系统如何反应？
1	取出模块。	• 两个 CPU 彼此同步地处理插入/取出模块中断 OB 83。
2	确保新模块在其集成的 FLASH EPROM 中没有参数数据，然后将其插入。	• 两个 CPU 彼此同步地处理插入/取出模块中断 OB 83。 • 相应 CPU 自动组态模块。
3	重新接通模块电源。	• 模块继续执行通讯(系统自动建立通讯连接)。

13.2.5 同步模块或光纤电缆的故障及更换

在本节中，将介绍三种不同的错误情况：

- 同步模块或光纤电缆发生故障
- 两个同步模块或光纤电缆相继发生故障
- 两个同步模块或光纤电缆同时发生故障

CPU 通过 LED 和诊断显示底层或顶层冗余链接是否发生故障。更换了故障部分(光纤电缆或同步模块)之后，LED IFM1F 和 IFM2F 熄灭。

启动状态

故障	系统如何反应？
光纤电缆或同步模块发生故障： S7-400H 处于冗余模式，并且光纤电缆或同步模块发生故障。	• 主站 CPU 通过 OB 72 在诊断缓冲区中报告事件。 • 主站 CPU 保持 RUN 模式；备用站 CPU 切换到 STOP 模式 • 同步模块的诊断 LED 点亮

步骤

按照下面的步骤更换同步模块或光纤电缆：

步骤	必须完成哪些工作？	系统如何反应？
1	首先，检查光纤电缆。	–
2	启动备用站 CPU(例如，从 STOP 模式切换到 RUN 模式或者使用 PG 进行启动)。	可能存在以下反应： 1. CPU 切换到 RUN 模式。 2. CPU 切换到 STOP 模式。 在这种情况下，继续执行步骤 3。
3	从备用站 CPU 上取下故障同步模块。	–
4	将新同步模块插入到备用站 CPU 中。	–
5	插入同步模块的光纤电缆接口。	• 同步模块上的诊断 LED 熄灭 • 两个 CPU 都在诊断缓冲区中报告事件

步骤	必须完成哪些工作？	系统如何反应？
6	启动备用站 CPU(例如，从 STOP 模式切换到 RUN 模式或者使用 PG 进行启动)。	可能存在以下反应： 1. CPU 切换到 RUN 模式。 2. CPU 切换到 STOP 模式。 在这种情况下，继续执行步骤 7。
7	如果在步骤 6 中备用站 CPU 切换到 STOP 模式，则： 从主站 CPU 中取下同步模块。	• 主站 CPU 处理插入/取下模块中断 OB 83 和冗余错误 OB 72 (进入状态)。
8	将新同步模块插入到主站 CPU 中。	• 主站 CPU 处理插入/取下模块中断 OB 83 和冗余错误 OB 72 (退出状态)。
9	插入同步模块的光纤电缆接口。	–
10	启动备用站 CPU(例如，从 STOP 模式切换到 RUN 模式或者使用 PG 进行启动)。	• CPU 执行自动链接和更新。 • CPU 切换到 RUN 模式(冗余模式)，并作为备用站 CPU 运行。

说明

如果两个光纤电缆或同步模块相继被损坏或更换，系统反应则如上所述。

唯一例外就是备用站 CPU 不会切换到 STOP 模式，而是请求存储器复位。

启动状态

故障	系统如何反应？
两个光纤电缆或同步模块都发生故障： S7-400H 处于冗余模式，且**两个**光纤电缆或同步模块都发生故障。	• 两个 CPU 都通过 OB 72 在诊断缓冲区中报告事件。 • 两个 CPU 都成为主站 CPU，且保持 RUN 模式。 • 同步模块的诊断 LED 点亮

步骤

上述的两个错误会导致丢失冗余。在这种情况下，可如下操作：

步骤	必须完成哪些工作？	系统如何反应？
1	关闭一个子系统。	–
2	更换故障组件。	–
3	重新接通子系统电源。	• IFM1F 和 IFMF2F 的 LED 熄灭。备用站 LED 点亮。
4	启动 CPU (例如，通过编程设备启动或 STOP³RUN)。	• CPU 执行自动链接和更新。 • CPU 切换到 RUN 模式(冗余模式)，并作为备用站 CPU 运行。

IM 460 和 IM 461 接口模块的故障及更换

IM 460 和 IM 461 接口模块可用于连接扩展模块。

启动状态

故障	系统如何反应？
S7-400H 处于冗余模式，且一个接口模块发生故障。	• 所连接的扩展单元关闭。 • 两个 CPU 都通过 OB 86 在诊断缓冲区中报告事件。

步骤

按照下面的步骤更换接口模块：

步骤	必须完成哪些工作？	系统如何反应？
1	关闭中央单元的电源。	• 伙伴 CPU 切换到单模式。
2	关闭要更换接口模块的扩展单元的电源。	–
3	取下接口模块。	–
4	插入新的接口模块，然后重新打开扩展单元的电源。	–
5	重新接通中央单元的电源，然后启动 CPU。	• CPU 执行自动链接和更新。 • CPU 切换到 RUN 模式，并作为备用站 CPU 进行操作。

13.2.6 IM 460 和 IM 461 接口模块故障及更换

启动状态

故障	系统如何反应？
S7-400H 处于冗余模式，且一个接口模块发生故障。	• 所连接的扩展单元关闭。 • 两个 CPU 都通过 OB 86 在诊断缓冲区中报告事件。

步骤

按照下面的步骤更换接口模块：

步骤	必须完成哪些工作？	系统如何反应？
1	关闭中央单元的电源。	• 伙伴 CPU 切换到单模式。
2	关闭要更换接口模块的扩展单元的电源。	–
3	取下接口模块	–
4	插入新的接口模块，然后重新打开扩展单元的电源。	–
5	重新接通中央单元的电源，然后启动 CPU。	• CPU 执行自动链接和更新。 • CPU 切换到 RUN 模式，并作为备用站 CPU 进行操作。

13.3 分布式 I/O 中的组件故障及更换

可以更换哪些组件？

可以在运行期间更换分布式 I/O 的下列组件：

- PROFIBUS-DP 主站
- PROFIBUSDP 接口模块(IM 153-2 或 IM 157)
- PROFIBUSDP 从站
- PROFIBUS-DP 电缆

说明

输入/输出或功能模块的故障及更换 (页 225)小节描述了更换分布式站中的I/O和功能模块。

13.3.1 PROFIBUSDP 主站的故障及更换

启动状态

故障	系统如何反应？
S7-400H 处于冗余模式，且一个 DP 主站模块发生故障。	• 对于单通道、单向 I/O： DP 主站不再能处理所连接的 DP 从站。 • 对于双向 I/O： 通过伙伴的 DP 主站寻址 DP 从站。

步骤

要更换 PROFIBUS-DP 主站：

步骤	必须完成哪些工作？	系统如何反应？
1	关闭中央机架的电源。	容错系统切换到单模式。
2	拔下受影响的 DP 主站模块的 Profibus–DP 电缆。	–
3	更换受影响的模块。	–
4	重新插入 Profibus–DP 电缆。	–
5	接通中央机架的电源。	• CPU 执行自动链接和更新。 • CPU 切换到 RUN 模式，并作为备用站 CPU 进行操作。

13.3.2 冗余 PROFIBUSDP 接口模块的故障及更换

启动状态

故障	系统如何反应？
S7-400H 处于冗余模式，且 PROFIBUS-DP 接口模块(IM 1532、IM 157)发生故障。	两个 CPU 都通过 OB 70 在诊断缓冲区中报告事件。

更换步骤

要更换 PROFIBUS-DP 接口模块：

步骤	必须完成哪些工作？	系统如何反应？
1	关闭受影响的 DP 接口模块的电源。	–
2	拔下已连接的总线连接器。	–
3	插入新的 PROFIBUS-DP 接口模块，然后重新接通电源。	–
4	重新插入总线连接器。	• 各 CPU 同步处理机架故障 OB 70 (离开的事件)。 • 系统重新可以冗余访问站。

13.3.3 PROFIBUSDP 从站的故障及更换

启动状态

故障	系统如何反应？
S7-400H 处于冗余模式，且一个 DP 从站发生故障。	两个 CPU 都通过相应 OB 在诊断缓冲区中报告事件。

步骤

要替换 DP 从站：

步骤	必须完成哪些工作？	系统如何反应？
1	关闭 DP 从站的电源。	–
2	拔下已连接的总线连接器。	–
3	更换 DP 从站。	–
4	插入总线连接器，然后重新接通电源。	• 各 CPU 同步处理机架故障 OB 86 (离开的事件)。 • DP 从站可以由相关的 DP 主站系统寻址。

13.3.4 PROFIBUSDP 电缆的故障及更换

启动状态

故障	系统如何反应？
S7-400H 处于冗余模式，且 PROFIBUS-DP 电缆处于故障状态。	• 对于单通道、单向 I/O： 启动了机架故障 OB (OB 86) (进入的事件)。DP 主站不再能处理所连接的 DP 从站(站故障)。 • 对于双向 I/O： 启动了 I/O 冗余错误 OB (OB 70) (进入的事件)。通过伙伴的 DP 主站寻址 DP 从站。

更换步骤

要更换 PROFIBUS-DP 电缆：

步骤	必须完成哪些工作？	系统如何反应？
1	检查接线，并定位被中断的 PROFIBUSDP 电缆。	–
2	更换故障电缆。	–
3	将故障模块切换到 RUN 模式。	各 CPU 同步处理错误 OB • 对于单向 I/O： 机架故障 OB 86 (离开的事件) DP 从站可以由 DP 主站系统寻址。 • 对于双向 I/O： I/O 冗余错误 OB70 (离开的事件)。 DP 从站可以由两个 DP 主站系统寻址。

14 运行时修改系统

14.1 运行时修改系统

除了故障组件的热插拔选择(如同 操作期间的组件故障及更换 (页 221)小节所述)之外，

还可在不中断程序运行的情况下，在 H 系统中对工厂进行更改。

更改步骤取决于是在 PCS 7 中还是在 STEP 7 中使用用户软件。

设计以下所述的运行期间的更改步骤，

目的是在完成这些操作步骤后能够从开始的冗余模式(请参见 S7-400H的系统状态 (页 99)小节)返回到此模式。

注意
请严格遵守本节中所述的关于运行期间对系统进行修改的各项规则。 如果违反某条或多条规则，则容错系统的响应可能导致其可用性受到限制，甚至导致整个可编程逻辑控制器出现故障。 只有在无冗余错误时，即 REDF LED 未点亮时，才可在运行期间执行系统修改。 否则自动化系统可能出现故障。 冗余错误的原因记录在诊断缓冲区中。

该描述不考虑与安全相关组件。 要获得有关处理故障安全系统的更详细资料，请参见*《S7-400F 和 S7-400FH 可编程控制器》*手册。

14.2 可能的硬件修改

如何进行硬件修改？

如果相关的硬件组件均适用于热插拔，则可在冗余状态下执行硬件修改。然而，必须暂时在单机模式中操作容错系统，因为在冗余模式中下载任何新的硬件配置数据都将不可避免地导致其中一个 CPU 切换为 STOP 模式。这时，只由一个 CPU 控制过程，而同时可以在伙伴 CPU 上执行相关修改。

⚠警告
在硬件修改期间，可以拆下或增加模块。如果想要改变容错系统，拆下某些模块并增加其它模块，则必须进行两处硬件修改。

注意
始终使用“组态硬件”功能将组态修改下载至 CPU。

必须在过程中多次更新冗余 CPU 的装载存储器数据。因此，建议至少临时使用一个 RAM 模块扩展集成的装载存储器。

如果闪存卡的最大存储空间与所提供的最大 RAM 卡一样大，则只能根据要求用 RAM 卡来替代闪存卡。如果不能获取一个其容量与闪存空间相匹配的 RAM 模块，则将组态和程序修改中的相关动作分成多个较小的步骤，以在集成装载存储器中提供足够的空间。

同步链接

无论何时进行硬件修改，都要确保在启动或打开备用站 CPU **之前**在两个 CPU 间建立同步链接。 如果 CPU 的电源是接通的，指示模块接口错误的 IFM1F 和 IFM2F 的 LED 在两个 CPU 上都应该**熄灭**。

如果其中一个 IFM 的 LED 再次点亮，即使在更换了相关的同步模块、同步电缆甚至备用站 CPU 之后，主站 CPU 上也会存在问题。 但是，在这种情况下，可以切换到备用站 CPU，方法是：在 STEP 7“切换”对话框中选择“仅通过一个完整的冗余链接”选项。

可修改哪些组件？

在运行期间，对硬件配置可进行下列修改：

- 在中央或扩展单元上添加或删除模块(例如单向 I/O 模块)。

注意
始终在安装或删除 IM460 和 IM461 接口模块、外部 CP4435 扩展型 DP 主站接口模块和相应连接电缆之前，关闭电源。

- 添加或删除分布式 I/O 的组件，例如
  - 带一个冗余接口模块的 DP 从站(例如，ET 200M、DP/PA 连接器或 Y 连接器)
  - 单向 DP 从站(在任意 DP 主站系统中)
  - 模块化 DP 从站中的模块
  - DP/PA 连接器
  - PA 设备
- 改变特定的 CPU 参数
- 改变 CPU 存储器组态
- 重新组态模块
- 将模块分配给其它过程映像分区
- 升级 CPU 版本
- 改变仅多带一个冗余链接的主站。

进行任何修改时，都要遵守组态容错站的规则(请参见 装配容错站的规则 (页 34)小节)。

在系统规划阶段应注意哪些事项？

为了在运行期间扩展双向 I/O，在系统规划阶段必须考虑下面几点：

- 在冗余 DP 主站系统的两条电缆上，应为分支线或分隔点提供足够多的分支点(支线的传输速率不允许为 12 Mbps)。这些既可以按固定的时间间隔来提供，也可以在所有正常访问点上提供。
- 两条电缆必须进行唯一标识，以便当前正在使用的线路不会意外关闭。这种标识不仅在线路的端点应是可见的，而且在每个可能的新连接点上也应是可见的。对此，最好使用不同颜色的电缆。
- 模块化 DP 从站(ET 200M)、DP/PA 连接器和 Y 连接器都必须使用有源背板总线进行安装，且应尽可能地装配所需要的所有总线模块，因为在运行期间将无法安装和拆除总线模块。
- 始终使用有源总线端接器终接 PROFIBUS DP 和 PROFIBUS PA 总线电缆的终端，以确保在重新组态系统时正确终接电缆。
- 应使用 SpliTConnect 产品系列中的组件(请参见交互目录 CA01)构建 PROFIBUS PA 总线系统，这样，就不需要再进行线路隔离。
- 禁止删除和重新创建已装载的数据块。换句话说，SFC 22 (CREATE_DB)和 SFC 23 (DEL_DB)不能应用于由已装载 DB 占用的 DB 号。
- 始终确保当修改系统组态时，用户程序的当前状态在 PG/ES 处可作为块格式的 STEP 7 项目使用。仅将用户程序从其中一个 CPU 上传到 PG/ES 或从 STL 源代码重新编译代码是不够的。

修改硬件配置

除了某些例外情况外，组态中的所有元素均可在运行期间进行修改。通常，对组态的任何修改都将影响用户程序。

不得修改下列内容：

- 某些 CPU 参数(要获得详细资料，请参考相关小节)
- 冗余 DP 主站系统的传输速率(波特率)
- S7 和 S7H 连接

对用户程序和连接组态的修改

对用户程序和连接组态的修改均将在冗余模式下装载到 PLC 中。具体步骤取决于所用的软件。 要获得更详细的资料，请参考*《使用 STEP 7 编程》*手册和*《PCS 7，组态手册》*。

说明

重新装载连接/网关后，就再也不能从 RAM 卡更改到 FLASH 卡。

特性

- 将改变保持在可管理的范围内。建议您每进行一次重新组态时只修改一个 DP 主站和/或少量 DP 从站(例如不多于 5 个)。
- 使用 IM 153-2 时，只能在电源关闭的情况下插入有源总线模块。

注意

当使用实施为用户级的单向I/O的冗余I/O时，请记住以下事项(请参见 连接冗余I/O的其它选项 (页 182)小节)：

由于在系统修改后执行了链接和更新过程，原主站 CPU 的 I/O 数据可能会从过程映像中临时删除，直到将“新”主站 CPU 的所有(改变的)I/O 数据写入到过程映像为止。

在修改系统后首次更新过程影像期间，您可能（错误地）认为冗余 I/O 彻底发生了故障或者认为存在冗余 I/O。 因而，在过程影像完全更新之前，就无法正确评估冗余状态。

针对冗余操作而启用的模块就不会出现这种现象(请参见 连接冗余I/O (页 152)小节)。

准备工作

为了使容错系统在单模式下运行的时间最短，在进行硬件修改**之前**，应执行下列步骤：

- 检查CPU是否为新组态数据和用户程序提供了足够的内存容量。 如有必要，首先扩展存储器组态(请参见 改变CPU存储器组态 (页 292)小节)。
- 始终确保已插入但未组态的模块不对过程产生意外影响。

步骤

按照下面的步骤在运行期间执行任意的系统更改：

1. 在 HW Config 中执行更改。
2. 在 STOP 模式下，将更改的工程下载到 CPU
3. 如以下各节中所介绍的那样进行系统更改。
4. 在成功完成修改之前，不要保存已修改的项目工程。

14.3 在 PCS 7 中添加组件

启动状态

已验证了CPU参数(例如，监视时间)与规划的新程序相匹配。 如果它们不匹配，则首先调整CPU参数(请参见 编辑CPU参数 (页 285)小节)。

容错系统正在冗余模式下工作。

步骤

执行下面所列的步骤，在 PCS 7 中将硬件组件添加到一个容错系统中。在小节中列出了每个步骤的详细信息。

步骤	必须完成哪些工作？	请参见小节
1	修改硬件	PCS 7，步骤 1：修改硬件 (页 247)
2	离线修改硬件配置	PCS 7，步骤 2：离线修改硬件配置 (页 248)
3	停止备用站 CPU	PCS 7，步骤 3：停止备用站CPU (页 249)
4	在备用站 CPU 中装载新的硬件配置	PCS 7，步骤 4：在备用站CPU中装载新的硬件配置 (页 249)
5	切换到已修改了组态的 CPU	PCS 7，步骤 5：切换到已修改了组态的 CPU (页 250)
6	转换为冗余状态	PCS 7，步骤 6：转换为冗余状态 (页 252)
7	编辑和下载用户程序	PCS 7，步骤 7：编辑和下载用户程序 (页 253)

例外

该系统修改步骤在下列情况下不适用：

- 使用现有模块上的空闲通道
- 有关添加接口模块的更多信息(请参见 在PCS 7 中添加接口模块 (页 254)小节)

说明

从STEP 7 V5.3 SP2 开始，在更改硬件配置后，装载操作大部分会自动运行。 也就是说，不必再执行 PCS 7，步骤 3：停止备用站CPU (页 249)至 PCS 7，步骤 6：转换为冗余状态 (页 252)小节中所述的操作步骤。 系统特性保持不变，如曾经所描述的一样。

有关详细信息，请参见 HW Config 在线帮助中的“下载到模块 -> 在 RUN 模式下下载站组态”。

14.3.1 PCS 7，步骤 1：修改硬件

启动状态

容错系统正在冗余模式下工作。

步骤

1. 为系统添加新组件。
   - 在机架中插入新的中央模块。
   - 在现有模块化 DP 站中插入新模块
   - 为现有 DP 主站系统添加新的 DP 站。

注意
对于双向 I/O：务必在结束对冗余 DP 主站系统的一个段的所有修改后，才能修改下一个段。

2. 将所需要的传感器和执行器连接到新组件。

结果

插入未组态的模块不对用户程序产生影响。这也同样适用于添加 DP 站。

容错系统正在冗余模式下工作。

新组件尚未编址。

14.3.2 PCS 7，步骤 2：离线修改硬件配置

启动状态

容错系统正在冗余模式下工作。

步骤

1. 离线完成与所添加硬件有关的所有硬件配置的修改。为将要使用的新通道分配适当的图标。
2. 编译新的硬件配置，但**不要**将其装载到 PLC 中。

结果

已修改的硬件配置位于 PG/ES 中。PLC 继续使用原组态在冗余模式下工作。

组态连接

在完成硬件修改**后**，必须在两个连接伙伴上组态与已添加 CP 的互连。

14.3.3 PCS 7，步骤 3：停止备用站 CPU

启动状态

容错系统正在冗余模式下工作。

步骤

1. 在 SIMATIC 管理器中，选择容错系统的一个 CPU，然后从菜单中选择“PLC > 工作模式”。
2. 从“工作模式”对话框中，选择备用站 CPU，然后单击“停止”。

结果

备用站 CPU 切换进入 STOP 模式，主站 CPU 仍然处于 RUN 模式，而容错系统在单模式下工作。 不再对备用站 CPU 的单向 I/O 进行寻址。

虽然单向 I/O 的 I/O 访问错误将导致调用 OB 85，但由于丢失高优先级 CPU 冗余 (OB 72)，所以将不报告这些错误。将不调用 OB 70 (I/O 冗余丢失)。

14.3.4 PCS 7，步骤 4：在备用站 CPU 中装载新的硬件配置

启动状态

容错系统正在单模式下工作。

步骤

将已编译的硬件配置装载到处于 STOP 模式的备用站 CPU 中。

注意
禁止在单模式中下载用户程序和连接组态。

结果

备用站 CPU 的新硬件配置尚未对正在进行的操作起作用。

14.3.5 PCS 7，步骤 5：切换到已修改了组态的 CPU

启动状态

已修改的硬件配置已装载到备用站 CPU。

步骤

1. 在 SIMATIC 管理器中，选择容错系统的一个 CPU，然后从菜单中选择“PLC > 工作模式”。
2. 在“工作模式”对话框中，单击“切换到...”按钮。

在“切换”对话框中，选择“使用修改的组态”选项，并单击“切换”按钮。

1. 通过“确定”对确认提示进行确认。

结果

备用站CPU链接并进行更新(请参见 链接和更新 (页 113)小节)，并且成为主站。原主站CPU切换到STOP模式，容错系统使用新硬件配置以单模式工作。

I/O 的反应

I/O 类型	原主站 CPU 的单向 I/O	新主站 CPU 的单向 I/O	双向 I/O
已添加的 I/O 模块	未被 CPU 编址。	由 CPU 进行组态和更新。 驱动程序块尚不存在。检测到过程或诊断中断，但没有报告。	
仍存在的 I/O 模块	不再由 CPU 进行编址。 输出模块输出已组态的替代值或保持值。	由 CPU 重新进行组态 [1]和更新。	继续操作，不进行中断。
已添加的 DP 站	未被 CPU 编址。	参见已添加的 I/O 模块(请参见上面)	

[1]首先复位中央模块。 在该阶段，输出模块暂时输出 0 (而不是输出已组态的替代值或保持值)。

对监视超时的反应

当其中一个监视时间超出已组态的最大值时，将中止更新过程，不改变主站。容错系统处于单模式，使用原主站CPU，并在某些条件下尝试在稍后改变主站。 有关更多信息，请参考 时间监视 (页 129)小节。

14.3.6 PCS 7，步骤 6：转换为冗余状态

启动状态

现在，容错系统使用新硬件配置在单模式下工作。

步骤

1. 在 SIMATIC 管理器中，选择容错系统的一个 CPU，然后从菜单中选择“PLC > 工作模式”。
2. 从“工作模式”对话框中，选择备用站 CPU，然后单击“暖启动”。

结果

备用站 CPU 链接并进行了更新。现在，容错系统使用新硬件配置在冗余模式下工作。

I/O 的反应

I/O 类型	备用站 CPU 的单向 I/O	主站 CPU 的单向 I/O	双向 I/O
已添加的 I/O 模块	由 CPU 进行组态和更新。 驱动程序块尚不存在。发生的任何中断都不报告。	均由 CPU 进行更新。 驱动程序块尚不存在。检测到过程或诊断中断，但没有报告。	
仍存在的 I/O 模块	由 CPU 重新进行组态[1]和更新。	继续操作，不进行中断。	
已添加的 DP 站	参见已添加的 I/O 模块(请参见上面)	驱动程序块尚不存在。发生的任何中断都不报告。	
1)首先重置中央模块。 在该阶段，输出模块暂时输出 0 (而不是输出已组态的替代值或保持值)。			

对监视超时的反应

当其中一个监视时间超出已组态的最大值时，将中止更新过程。容错系统处于单模式，使用原主站CPU，并在某些条件下尝试在稍后执行链接和更新。 有关更多信息，请参考 时间监视 (页 129)小节。

14.3.7 PCS 7，步骤 7：编辑和下载用户程序

启动状态

现在，容错系统使用新硬件配置在冗余模式下工作。

> **⚠小心**
>
> 在冗余状态下不能进行下列程序修改，否则，将导致系统模式切换为 STOP (两个 CPU 都处于 STOP 模式)：
>
> - 对 FB 接口或 FB 背景数据的结构修改。
> - 对全局 DB 的结构修改。
> - 压缩 CFC 用户程序。
>
> 在由于进行了这类修改而重新编译和重新装载整个程序之前，必须将参数值重新读回 CFC，否则将可能丢失对块参数的修改。 有关该主题的更多详细信息，请参见*《用于 S7 的 CFC，连续功能图》*手册。

步骤

1. 调整程序，使其与新硬件配置相匹配。您可添加下列组件：
   - CFC 和 SFC 图表
   - 现有图表中的块
   - 连接和参数设置
2. 为已添加的通道驱动程序分配参数，并将这些驱动程序与新分配的图标互连(请参见 PCS 7，步骤 2：离线修改硬件配置 (页 248)小节)。
3. 在 SIMATIC 管理器中，选择图表文件夹，然后选择“选项 > 图表 > 生成模块驱动程序”菜单命令。
4. 只编译图表中的修改，并将其装载到 PLC 中。

   > **注意**
   >
   > 直到首次调用 FC 后，才会对其输出值进行定义。 在互连 FC 输出时要对此加以考虑。

5. 为两个通讯伙伴上的新 CP 组态互连，然后将其下载至 PLC。

结果

容错系统在冗余模式下使用新用户程序处理整个系统硬件。

14.3.8 在 PCS 7 中添加接口模块

在安装 IM460 和 IM461 接口模块、外部 CP443-5 扩展型 DP 主站接口模块和其连接电缆之前，始终要关闭电源。

始终关闭整个子系统的电源。 要确保这样不会影响此过程，务必将该子系统设置为 STOP 模式后再执行该操作。

步骤

1. 离线更改硬件配置(请参见 PCS 7，步骤 2：离线修改硬件配置 (页 248)小节)
2. 停止备用站CPU (请参见 PCS 7，步骤 3：停止备用站CPU (页 249)小节)
3. 将新硬件配置下载至备用站CPU (请参见 PCS 7，步骤 4：在备用站CPU中装载新的硬件配置 (页 249)小节)
4. 要扩展当前备用站 CPU 的子系统：
   - 关闭备用站子系统的电源。
   - 将新 IM460 插入中央单元，然后建立与新扩展单元的连接。

     或
   - 将新扩展单元添加到现有链中。

     或
   - 插入新的外部 DP 主站接口，并安装新的 DP 主站系统。
   - 再次打开备用站子系统的电源。
5. 切换到已修改了组态的CPU (请参见 PCS 7，步骤 5：切换到已修改了组态的CPU (页 250)小节)
6. 要扩展原主站 CPU (当前处于 STOP 模式)的子系统：
   - 关闭备用站子系统的电源。
   - 将新 IM460 插入中央单元，然后建立与新扩展单元的连接。

     或
   - 将新扩展单元添加到现有链中。

     或
   - 插入新的外部 DP 主站接口，并安装新的 DP 主站系统。
   - 再次打开备用站子系统的电源。

7. 切换到冗余模式(请参见 PCS 7，步骤 6：转换为冗余状态 (页 252)小节)
8. 修改并下载用户程序(请参见 PCS 7，步骤 7：编辑和下载用户程序 (页 253)小节)

14.4 在 PCS 7 中删除组件

启动状态

已验证了CPU参数(例如，监视时间)与规划的新程序相匹配。 如果它们不匹配，则首先调整CPU参数(请参见 编辑CPU参数 (页 285)小节)。

对于要控制的过程来说，将要删除的模块及其所连接的传感器和执行器，都将不再具有任何意义。容错系统正在冗余模式下工作。

步骤

执行下面所列的步骤，在 PCS 7 中将硬件组件从容错系统删除。在小节中列出了每个步骤的详细信息。

步骤	必须完成哪些工作？	请参见小节
I	离线修改硬件配置	PCS 7，步骤I：离线修改硬件配置 (页 257)
II	编辑和下载用户程序	PCS 7，步骤II： 编辑和下载用户程序 (页 258)
III	停止备用站 CPU	PCS 7，步骤III：停止备用站CPU (页 259)
IV	在备用站 CPU 中装载新的硬件配置	PCS 7，步骤IV：在备用站CPU中装载新的硬件配置 (页 259)
V	切换到已修改了组态的 CPU	PCS 7，步骤V：切换到已修改了组态的CPU (页 260)
VI	转换为冗余状态	PCS 7，步骤VI：转换为冗余状态 (页 262)
VII	修改硬件	PCS 7，步骤VII：修改硬件 (页 263)

例外

这种常规的系统修改步骤不适用于删除接口模块(请参见 在PCS 7 中删除接口模块 (页 264)小节)。

说明

更改硬件配置后，实际上会自动下载该硬件配置。 也就是说，不必再执行 PCS 7，步骤 III：停止备用站CPU (页 259)至 PCS 7，步骤VI：转换为冗余状态 (页 262)小节中所述的操作步骤。 系统特性保持不变，如曾经所描述的一样。

有关详细信息，请参见 HW Config 在线帮助中的“下载到模块 -> 在 RUN 模式下下载站组态”。

14.4.1 PCS 7，步骤 I：离线修改硬件配置

启动状态

容错系统正在冗余模式下工作。

步骤

1. 只离线完成与要删除的硬件有关的组态修改。在操作时，可删除不再使用的通道的图标。
2. 编译新的硬件配置，但**不要**将其装载到 PLC 中。

结果

已修改的硬件配置位于 PG/ES 中。PLC 继续使用原组态在冗余模式下工作。

14.4.2 PCS 7，步骤 II： 编辑和下载用户程序

启动状态

容错系统正在冗余模式下工作。

⚠小心
在冗余状态下不能进行下列程序修改，否则，将导致系统模式切换为 STOP (两个 CPU 都处于 STOP 模式)： • 对 FB 接口或 FB 背景数据的结构修改。 • 对全局 DB 的结构修改。 • 压缩 CFC 用户程序。 在由于进行了这类修改而重新编译和重新装载整个程序之前，必须将参数值重新读回 CFC，否则将可能丢失对块参数的修改。 有关该主题的更多详细信息，请参见*《用于 S7 的 CFC，连续功能图》*手册。

步骤

1. 只编辑与硬件删除有关的程序元素。 可删除下列组件：
   - CFC 和 SFC 图表
   - 现有图表中的块
   - 通道驱动程序、互连和参数设置
2. 在 SIMATIC 管理器中，选择图表文件夹，然后选择“选项 > 图表 > 生成模块驱动程序”菜单命令。

   这将删除不再需要的驱动程序块。
3. 只编译图表中的修改，并将其下载到 PLC 中。

注意
直到首次调用 FC 后，才会对其输出值进行定义。 在互连 FC 输出时要对此加以考虑。

结果

容错系统正在冗余模式下工作。 新用户程序将不再尝试访问要删除的硬件。

14.4.3 PCS 7，步骤 III：停止备用站 CPU

启动状态

容错系统正在冗余模式下工作。用户程序将不再尝试访问要删除的硬件。

步骤

1. 在 SIMATIC 管理器中，选择容错系统的一个 CPU，然后从菜单中选择“PLC > 工作模式”。
2. 从“工作模式”对话框中，选择备用站 CPU，然后单击“停止”。

结果

备用站 CPU 切换到 STOP 模式，主站 CPU 仍然处于 RUN 模式，而容错系统在单模式下工作。 不再对备用站 CPU 的单向 I/O 进行寻址。

14.4.4 PCS 7，步骤 IV：在备用站 CPU 中装载新的硬件配置

启动状态

容错系统正在单模式下工作。

步骤

将已编译的硬件配置装载到处于 STOP 模式的备用站 CPU 中。

注意
禁止在单模式中下载用户程序和连接组态。

结果

备用站 CPU 的新硬件配置尚未对正在进行的操作起作用。

14.4.5 PCS 7，步骤 V：切换到已修改了组态的 CPU

启动状态

已修改的硬件配置已下载到备用站 CPU。

步骤

1. 在 SIMATIC 管理器中，选择容错系统的一个 CPU，然后从菜单中选择“PLC > 工作模式”。
2. 在“工作模式”对话框中，单击“切换到...”按钮。
3. 在“切换”对话框中，选择“使用修改的组态”选项，并单击“切换”按钮。
4. 通过“确定”对确认提示进行确认。

结果

备用站CPU链接并进行更新(请参见 链接和更新 (页 113)小节)，且变成了主站。原主站CPU切换到STOP模式，容错系统使用新硬件配置以单模式工作。

I/O 的反应

I/O 类型	原主站 CPU 的单向 I/O	新主站 CPU 的单向 I/O	双向 I/O
将要删除的 I/O 模块 1)	不再由 CPU 进行编址。 驱动程序块不再存在。		
仍存在的 I/O 模块	不再由 CPU 进行编址。 输出模块输出已组态的替代值或保持值。	由 CPU 提供新参数设置 2)并进行更新。	继续操作，不进行中断。
将要删除的 DP 站	参见将要删除的 I/O 模块(请参见上面)		
1)不再包含在硬件配置中，但仍为插入状态 2)首先重置中央模块。 在该阶段，输出模块暂时输出 0 (而不是输出已组态的替代值或保持值)。			

对监视超时的反应

当其中一个监视时间超出已组态的最大值时，将中止更新过程，不改变主站。 容错系统保持原主站CPU的单模式，并且如果满足了某些条件，将稍后尝试主站切换。 有关更多信息，请参考 时间监视 (页 129)小节。

14.4.6 PCS 7，步骤 VI：转换为冗余状态

启动状态

现在，容错系统使用新硬件配置在单模式下工作。

步骤

1. 在 SIMATIC 管理器中，选择容错系统的一个 CPU，然后从菜单中选择“PLC > 工作模式”。
2. 从“工作模式”对话框中，选择备用站 CPU，然后单击“暖启动”。

结果

备用站 CPU 链接并进行了更新。现在，容错系统使用新硬件配置在冗余模式下工作。

I/O 的反应

I/O 类型	备用站 CPU 的单向 I/O	主站 CPU 的单向 I/O	双向 I/O
将要删除的 I/O 模块 1)	不再由 CPU 进行编址。 驱动程序块不再存在。		
仍存在的 I/O 模块	由 CPU 提供新参数设置 2)并进行更新。	继续操作，不进行中断。	
将要删除的 DP 站	参见将要删除的 I/O 模块(请参见上面)		
1)不再包含在硬件配置中，但仍为插入状态 2)首先重置中央模块。 在该阶段，输出模块暂时输出 0 (而不是输出已组态的替代值或保持值)。			

对监视超时的反应

当其中一个监视时间超出已组态的最大值时，将中止更新过程。 容错系统保持原主站 CPU的单模式，并且如果满足了某些条件，将稍后尝试链接和更新。 有关更多信息，请参考 时间监视 (页 129)小节。

14.4.7 PCS 7，步骤 VII：修改硬件

启动状态

现在，容错系统使用新硬件配置在冗余模式下工作。

步骤

1. 从要删除的组件上断开所有传感器和执行器。
2. 从机架中拔出不再需要的单向 I/O 的模块。
3. 从模块化 DP 站中拔出不再需要的组件。
4. 从 DP 主站系统中删除不再需要的 DP 站。

注意
对于双向 I/O：务必在结束对冗余 DP 主站系统的一个段的所有修改后，才能修改下一个段。

结果

删除未组态的模块不影响用户程序。这也同样适用于删除 DP 站。

容错系统正在冗余模式下工作。

14.4.8 在 PCS 7 中删除接口模块

在删除 IM460 和 IM461 接口模块、外部 CP 443-5 扩展型 DP 主站接口模块和其连接电缆之前，始终要关闭电源。

始终关闭整个子系统的电源。 要确保这样不会影响此过程，务必将该子系统设置为 STOP 模式后再执行该操作。

步骤

1. 离线更改硬件配置(请参见 PCS 7，步骤I：离线修改硬件配置 (页 257)小节)
2. 修改并下载用户程序(请参见 PCS 7，步骤II： 编辑和下载用户程序 (页 258)小节)
3. 停止备用站CPU (请参见 PCS 7，步骤III：停止备用站CPU (页 259)小节)
4. 将新硬件配置下载至备用站CPU (请参见 PCS 7，步骤IV：在备用站CPU中装载新的硬件配置 (页 259)小节)
5. 按照以下步骤从备用站 CPU 的子系统中删除接口模块：
   - 关闭备用站子系统的电源。
   - 删除中央单元中的 IM460。

     或
   - 从现有链中删除扩展单元。

     或
   - 删除外部 DP 主站接口模块。
   - 再次打开备用站子系统的电源。
6. 切换到已修改了组态的CPU (请参见 PCS 7，步骤V：切换到已修改了组态的CPU (页 260)小节)

7. 要从原主站 CPU (当前处于 STOP 模式)子系统中删除接口模块：
   - 关闭备用站子系统的电源。
   - 删除中央单元中的 IM460。

     或
   - 从现有链中删除扩展单元。

     或
   - 删除外部 DP 主站接口模块。
   - 再次打开备用站子系统的电源。
8. 切换到冗余模式(请参见 PCS 7，步骤VI：转换为冗余状态 (页 262)小节)

14.5 在 STEP 7 中添加组件

启动状态

已验证了CPU参数(例如，监视时间)与规划的新程序相匹配。 如果它们不匹配，则首先调整CPU参数(请参见 编辑CPU参数 (页 285)小节)。

容错系统正在冗余模式下工作。

步骤

执行下面所列的步骤，在 PCS 7 中将硬件组件添加到一个容错系统中。在小节中列出了每个步骤的详细信息。

步骤	必须完成哪些工作？	请参见小节
1	修改硬件	STEP 7，步骤 1：添加硬件 (页 268)
2	离线修改硬件配置	STEP 7，步骤 2：离线修改硬件配置 (页 269)
3	扩展和下载 OB	STEP 7，步骤 3：扩展和下载OB (页 269)
4	停止备用站 CPU	STEP 7，步骤 4：停止备用站CPU (页 270)
5	在备用站 CPU 中装载新的硬件配置	STEP 7，步骤 5：在备用站CPU中装载新的硬件配置 (页 270)
6	切换到已修改了组态的 CPU	STEP 7，步骤 6：切换到已修改了组态的CPU (页 271)
7	切换到冗余模式	STEP 7，步骤 7：转换为冗余状态 (页 272)
8	编辑和下载用户程序	STEP 7，步骤 8：编辑和下载用户程序 (页 273)

例外

该系统修改步骤在下列情况下不适用：

- 使用现有模块上的空闲通道
- 有关添加接口模块的更多信息(请参见 在STEP 7 中添加接口模块 (页 274)小节)

说明

更改硬件配置后，实际上会自动下载该硬件配置。 也就是说，不必再执行 STEP 7，步骤 4：停止备用站CPU (页 270)至 STEP 7，步骤 8：编辑和下载用户程序 (页 273)小节中所述的操作步骤。 系统特性保持不变，如曾经所描述的一样。

有关详细信息，请参见 HW Config 在线帮助中的“下载到模块 -> 在 RUN 模式下下载站组态”。

14.5.1 STEP 7，步骤 1：添加硬件

启动状态

容错系统正在冗余模式下工作。

步骤

1. 为系统添加新组件。
   - 在机架中插入新的中央模块。
   - 在现有模块化 DP 站中插入新模块
   - 为现有 DP 主站系统添加新的 DP 站。

注意
对于双向 I/O：务必在结束对冗余 DP 主站系统的一个段的所有修改后，才能修改下一个段。

2. 将所需要的传感器和执行器连接到新组件。

结果

插入未组态的模块不对用户程序产生影响。这也同样适用于添加 DP 站。

容错系统正在冗余模式下工作。

新组件尚未编址。

14.5.2 STEP 7，步骤 2：离线修改硬件配置

启动状态

容错系统正在冗余模式下工作。所添加的模块尚未进行编址。

步骤

1. 离线完成与所添加硬件有关的所有硬件配置的修改。
2. 编译新的硬件配置，但**不要**将其装载到 PLC 中。

结果

已修改的硬件组态位于 PG。PLC 继续使用原组态在冗余模式下工作。

组态连接

在完成硬件修改**后**，必须在两个连接伙伴上组态与已添加 CP 的互连。

14.5.3 STEP 7，步骤 3：扩展和下载 OB

启动状态

容错系统正在冗余模式下工作。

步骤

1. 验证中断 OB 4x、82、83、85、86、OB88 和 122 能按期望对新组件的任何中断作出反应。
2. 将已修改的 OB 和相应的程序元素下载至 PLC。

结果

容错系统正在冗余模式下工作。

14.5.4 STEP 7，步骤 4：停止备用站 CPU

启动状态

容错系统正在冗余模式下工作。

步骤

1. 在 SIMATIC 管理器中，选择容错系统的一个 CPU，然后从菜单中选择“PLC > 工作模式”。
2. 从“工作模式”对话框中，选择备用站 CPU，然后单击“停止”。

结果

备用站 CPU 切换到 STOP 模式，主站 CPU 仍然处于 RUN 模式，而容错系统在单模式下工作。 不再对备用站 CPU 的单向 I/O 进行寻址。由于高优先级的 CPU 冗余丢失(OB72)而不调用 OB 70 (I/O 冗余丢失)。

14.5.5 STEP 7，步骤 5：在备用站 CPU 中装载新的硬件配置

启动状态

容错系统正在单模式下工作。

步骤

将已编译的硬件配置装载到处于 STOP 模式的备用站 CPU 中。

注意
禁止在单模式中下载用户程序和连接组态。

结果

备用站 CPU 的新硬件配置尚未对正在进行的操作起作用。

14.5.6 STEP 7，步骤 6：切换到已修改了组态的 CPU

启动状态

已修改的硬件配置已下载到备用站 CPU。

步骤

1. 在 SIMATIC 管理器中，选择容错系统的一个 CPU，然后从菜单中选择“PLC > 工作模式”。
2. 在“工作模式”对话框中，单击“切换到...”按钮。
3. 在“切换”对话框中，选择“使用修改的组态”选项，并单击“切换”按钮。
4. 通过“确定”对确认提示进行确认。

结果

备用站 CPU 链接并进行更新，并且成为主站。原主站 CPU 切换到 STOP 模式，容错系统使用新硬件配置在单模式下工作。

I/O 的反应

I/O 类型	原主站 CPU 的单向 I/O	新主站 CPU 的单向 I/O	双向 I/O
已添加的 I/O 模块	未被 CPU 编址。	由 CPU 提供新参数设置并进行更新。 输出模块临时输出已组态的替换值。	
仍存在的 I/O 模块	不再由 CPU 进行编址。 输出模块输出已组态的替代值或保持值。	由 CPU 提供新参数设置 1) 并进行更新。	继续操作，不进行中断。
已添加的 DP 站	未被 CPU 编址。	参见已添加的 I/O 模块(请参见上面)	
1)首先重置中央模块。 在该阶段，输出模块暂时输出 0 (而不是输出已组态的替代值或保持值)。			

对监视超时的反应

当其中一个监视时间超出已组态的最大值时，将中止更新过程，不改变主站。 容错系统保持原主站CPU的单模式，并且如果满足了某些条件，将稍后尝试主站切换。 有关更多信息，请参考 时间监视 (页 129)小节。

14.5.7 STEP 7，步骤 7：转换为冗余状态

启动状态

现在，容错系统使用新硬件配置在单模式下工作。

步骤

1. 在 SIMATIC 管理器中，选择容错系统的一个 CPU，然后从菜单中选择“PLC > 工作模式”。
2. 从“工作模式”对话框中，选择备用站 CPU，然后单击“暖启动”。

结果

备用站 CPU 链接并进行了更新。现在，容错系统使用新硬件配置在冗余模式下工作。

I/O 的反应

I/O 类型	备用站 CPU 的单向 I/O	主站 CPU 的单向 I/O	双向 I/O
已添加的 I/O 模块	由 CPU 提供新参数设置并进行更新。 输出模块临时输出已组态的替换值。	均由 CPU 进行更新。	均由 CPU 进行更新。 生成插入中断；必须在 OB83 中忽略。
仍存在的 I/O 模块	由 CPU 提供新参数设置 1) 并进行更新。	继续操作，不进行中断。	
已添加的 DP 站	参见已添加的 I/O 模块(请参见上面)	均由 CPU 进行更新。	
1)首先重置中央模块。 在该阶段，输出模块暂时输出 0 (而不是输出已组态的替代值或保持值)。			

对监视超时的反应

当其中一个监视时间超出已组态的最大值时，将中止更新过程。 容错系统保持原主站 CPU的单模式，并且如果满足了某些条件，将稍后尝试链接和更新。 有关更多信息，请参考 时间监视 (页 129)小节。

14.5.8 STEP 7，步骤 8：编辑和下载用户程序

启动状态

现在，容错系统使用新硬件配置在冗余模式下工作。

限制

⚠小心
尝试在冗余模式中修改 FB 接口或 FB 背景数据的结构，都将导致两个 CPU 的系统进入 STOP 模式。

步骤

1. 调整程序，使其与新硬件配置相匹配。

   可以添加、编辑或删除 OB、FB、FC 和 DB。

2. 只将程序改动下载至 PLC 中。
3. 为两个通讯伙伴上的新 CP 组态互连，然后将其下载至 PLC。

结果

容错系统在冗余模式下使用新用户程序处理整个系统硬件。

14.5.9 在 STEP 7 中添加接口模块

在安装 IM460 和 IM461 接口模块、外部 CP443-5 扩展型 DP 主站接口模块和其连接电缆之前，始终要关闭电源。

始终关闭整个子系统的电源。 要确保这样不会影响此过程，务必将该子系统设置为 STOP 模式后再执行该操作。

步骤

1. 离线更改硬件配置(请参见 STEP 7，步骤 2：离线修改硬件配置 (页 269)小节)
2. 扩展和下载组织块(请参见 STEP 7，步骤 3：扩展和下载OB (页 269)小节)
3. 停止备用站CPU (请参见 STEP 7，步骤 4：停止备用站CPU (页 270)小节)
4. 将新硬件配置下载至备用站CPU (请参见 STEP 7，步骤 5：在备用站CPU中装载新的硬件配置 (页 270)小节)
5. 要扩展当前备用站 CPU 的子系统：
   - 关闭备用站子系统的电源。
   - 将新 IM460 插入中央单元，然后建立与新扩展单元的连接。

     或
   - 将新扩展单元添加到现有链中。

     或
   - 插入新的外部 DP 主站接口，并安装新的 DP 主站系统。
   - 再次打开备用站子系统的电源。
6. 切换到已修改了组态的CPU (请参见 STEP 7，步骤 6：切换到已修改了组态的CPU (页 271)小节)
7. 要扩展原主站 CPU (当前处于 STOP 模式)的子系统：
   - 关闭备用站子系统的电源。
   - 将新 IM460 插入中央单元，然后建立与新扩展单元的连接。

     或
   - 将新扩展单元添加到现有链中。

     或
   - 插入新的外部 DP 主站接口，并安装新的 DP 主站系统。
   - 再次打开备用站子系统的电源。

8. 切换到冗余模式(请参见 STEP 7，步骤 7：转换为冗余状态 (页 272)小节)
9. 修改并下载用户程序(请参见 STEP 7，步骤 8：编辑和下载用户程序 (页 273)小节)

14.6 在 STEP 7 中删除组件

启动状态

已验证了CPU参数(例如，监视时间)与规划的新程序相匹配。 如果它们不匹配，则首先调整CPU参数(请参见 编辑CPU参数 (页 285)小节)。

对于要控制的过程来说，将要删除的模块及其所连接的传感器和执行器，都将不再具有任何意义。容错系统正在冗余模式下工作。

步骤

执行下面所列的步骤，在 STEP 7 中将硬件组件从容错系统删除。在小节中列出了每个步骤的详细信息。

步骤	必须完成哪些工作？	请参见小节
I	离线修改硬件配置	STEP 7，步骤I：离线修改硬件配置 (页 277)
II	编辑和下载用户程序	STEP 7，步骤II：编辑和下载用户程序 (页 278)
III	停止备用站 CPU	STEP 7，步骤III：停止备用站 CPU (页 279)
IV	在备用站 CPU 中装载新的硬件配置	STEP 7，步骤IV：在备用站CPU中装载新的硬件配置 (页 279)
V	切换到已修改了组态的 CPU	STEP 7，步骤V：切换到已修改了组态的CPU (页 280)
VI	切换到冗余模式	STEP 7，步骤VI：转换为冗余状态 (页 281)
VII	修改硬件	STEP 7，步骤VII：修改硬件 (页 282)
VIII	编辑和下载组织块	STEP 7，步骤VIII：编辑和下载组织块 (页 282)

例外

这种常规的系统修改步骤不适用于删除接口模块(请参见 在STEP 7 中删除接口模块 (页 283)小节)。

说明

更改硬件配置后，实际上会自动下载该硬件配置。 也就是说，不必再执行 STEP 7，步骤 III：停止备用站CPU (页 279)至 STEP 7，步骤VI：转换为冗余状态 (页 281)小节中所述的操作步骤。 系统特性保持不变，如曾经所描述的一样。

有关详细信息，请参见 HW Config 在线帮助中的“下载到模块 -> 在 RUN 模式下下载站组态”。

14.6.1 STEP 7，步骤 I：离线修改硬件配置

启动状态

容错系统正在冗余模式下工作。

步骤

1. 离线完成与要删除硬件有关的所有硬件配置的修改。
2. 编译新的硬件配置，但**不要**将其装载到 PLC 中。

结果

已修改的硬件组态位于 PG 中。PLC 继续使用原组态在冗余模式下工作。

14.6.2 STEP 7，步骤 II：编辑和下载用户程序

启动状态

容错系统正在冗余模式下工作。

限制

⚠小心
尝试在冗余模式中修改 FB 接口或 FB 背景数据的结构，都将导致两个 CPU 的系统进入 STOP 模式。

步骤

1. 只编辑与硬件删除有关的程序元素。

   可以添加、编辑或删除 OB、FB、FC 和 DB。

2. 只将程序改动下载至 PLC 中。

结果

容错系统正在冗余模式下工作。新用户程序将不再尝试访问要删除的硬件。

14.6.3 STEP 7，步骤 III：停止备用站 CPU

启动状态

容错系统正在冗余模式下工作。用户程序将不再尝试访问要删除的硬件。

步骤

1. 在 SIMATIC 管理器中，选择容错系统的一个 CPU，然后从菜单中选择“PLC > 工作模式”。
2. 从“工作模式”对话框中，选择备用站 CPU，然后单击“停止”。

结果

备用站 CPU 切换到 STOP 模式，主站 CPU 仍然处于 RUN 模式，而容错系统在单模式下工作。 不再对备用站 CPU 的单向 I/O 进行寻址。

14.6.4 STEP 7，步骤 IV：在备用站 CPU 中装载新的硬件配置

启动状态

容错系统正在单模式下工作。

步骤

将已编译的硬件配置装载到处于 STOP 模式的备用站 CPU 中。

注意
禁止在单模式中下载用户程序和连接组态。

结果

备用站 CPU 的新硬件配置尚未对正在进行的操作起作用。

14.6.5 STEP 7，步骤 V：切换到已修改了组态的 CPU

启动状态

已修改的硬件配置已下载到备用站 CPU。

步骤

1. 在 SIMATIC 管理器中，选择容错系统的一个 CPU，然后从菜单中选择“PLC > 工作模式”。
2. 在“工作模式”对话框中，单击“切换到...”按钮。
3. 在“切换”对话框中，选择“使用修改的组态”选项，并单击“切换”按钮。
4. 通过“确定”对确认提示进行确认。

结果

备用站CPU链接并进行更新(请参见 链接和更新 (页 113)小节)，并且成为主站。原主站CPU将切换到STOP模式，容错系统继续在单模式下运行。

I/O 的反应

I/O 类型	原主站 CPU 的单向 I/O	新主站 CPU 的单向 I/O	双向 I/O
将要删除的 I/O 模块 1)	不再由 CPU 进行编址。		
仍存在的 I/O 模块	不再由 CPU 进行编址。 输出模块输出已组态的替代值或保持值。	由 CPU 提供新参数设置 2) 并进行更新。	继续操作，不进行中断。
将要删除的 DP 站	参见将要删除的 I/O 模块(请参见上面)		
1)不再包含在硬件配置中，但仍为插入状态 2)首先重置中央模块。 在该阶段，输出模块暂时输出 0 (而不是输出已组态的替代值或保持值)。			

对监视超时的反应

当其中一个监视时间超出已组态的最大值时，将中止更新过程，不改变主站。 容错系统保持原主站CPU的单模式，并且如果满足了某些条件，将稍后尝试主站切换。 有关更多信息，请参考 时间监视 (页 129)小节。

14.6.6 STEP 7，步骤 VI：转换为冗余状态

启动状态

现在，容错系统使用新(受限)硬件配置在单模式下工作。

步骤

1. 在 SIMATIC 管理器中，选择容错系统的一个 CPU，然后从菜单中选择“PLC > 工作模式”。
2. 从“工作模式”对话框中，选择备用站 CPU，然后单击“暖启动”。

结果

备用站 CPU 链接并进行了更新。容错系统正在冗余模式下工作。

I/O 的反应

I/O 类型	备用站 CPU 的单向 I/O	主站 CPU 的单向 I/O	双向 I/O
将要删除的 I/O 模块 1)	不再由 CPU 进行编址。		
仍存在的 I/O 模块	由 CPU 提供新参数设置 2) 并进行更新。	继续操作，不进行中断。	
将要删除的 DP 站	参见将要删除的 I/O 模块(请参见上面)		
1)不再包含在硬件配置中，但仍为插入状态 2)首先重置中央模块。 在该阶段，输出模块暂时输出 0 (而不是输出已组态的替代值或保持值)。			

对监视超时的反应

当其中一个监视时间超出已组态的最大值时，将中止更新过程。 容错系统保持原主站 CPU的单模式，并且如果满足了某些条件，将稍后尝试链接和更新。 有关更多信息，请参考 时间监视 (页 129)小节。

14.6.7 STEP 7，步骤 VII：修改硬件

启动状态

现在，容错系统使用新硬件配置在冗余模式下工作。

步骤

1. 从要删除的组件上断开所有传感器和执行器。
2. 从系统中删除相关组件。
   - 从机架中删除中央模块。
   - 从模块化 DP 站中删除模块
   - 从 DP 主站系统中删除 DP 站。

注意
对于双向 I/O：务必在结束对冗余 DP 主站系统的一个段的所有修改后，才能修改下一个段。

结果

删除未组态的模块不影响用户程序。这也同样适用于删除 DP 站。

容错系统正在冗余模式下工作。

14.6.8 STEP 7，步骤 VIII：编辑和下载组织块

启动状态

容错系统正在冗余模式下工作。

步骤

1. 确保中断 OB 4x 和 82 不再包含任何已删除组件的中断。
2. 将已修改的 OB 和相应的程序元素下载至 PLC。

结果

容错系统正在冗余模式下工作。

14.6.9 在 STEP 7 中删除接口模块

在删除 IM460 和 IM461 接口模块、外部 CP 443-5 扩展型 DP 主站接口模块和其连接电缆之前，始终要关闭电源。

始终关闭整个子系统的电源。 要确保这样不会影响此过程，务必将该子系统设置为 STOP 模式后再执行该操作。

步骤

1. 离线更改硬件配置(请参见 STEP 7，步骤I：离线修改硬件配置 (页 277)小节)
2. 修改并下载用户程序(请参见 STEP 7，步骤II：编辑和下载用户程序 (页 278)小节)
3. 停止备用站CPU (请参见 STEP 7，步骤III：停止备用站CPU (页 279)小节)
4. 将新硬件配置下载至备用站CPU (请参见 STEP 7，步骤IV：在备用站CPU中装载新的硬件配置 (页 279)小节)
5. 按照以下步骤从备用站 CPU 的子系统中删除接口模块：
   - 关闭备用站子系统的电源。
   - 删除中央单元中的 IM460。

     或
   - 从现有链中删除扩展单元。

     或
   - 删除外部 DP 主站接口模块。
   - 再次打开备用站子系统的电源。
6. 切换到已修改了组态的CPU (请参见 STEP 7，步骤V：切换到已修改了组态的CPU (页 280)小节)
7. 要从原主站 CPU (当前处于 STOP 模式)子系统中删除接口模块：
   - 关闭备用站子系统的电源。
   - 删除中央单元中的 IM460。

     或
   - 从现有链中删除扩展单元。

     或
   - 删除外部 DP 主站接口模块。
   - 再次打开备用站子系统的电源。

8. 切换到冗余模式(请参见 STEP 7，步骤VI：转换为冗余状态 (页 281)小节)
9. 修改并下载用户组织块(请参见 STEP 7，步骤VIII：编辑和下载组织块 (页 282)小节)

14.7 编辑 CPU 参数

14.7.1 编辑 CPU 参数

在运行时只能编辑某些 CPU 参数(对象属性)。这些参数在屏幕上用蓝色文本高亮显示。如果在 Windows 控制面板中已经设置了蓝色作为对话框的文本颜色，则以黑色字符指示可编辑的参数。

注意
如果编辑任何被保护的参数，则系统将拒绝切换到包含那些已修改参数的 CPU 的任何尝试。 错误事件 W#16#5966 将被触发并被写入到诊断缓冲区，之后，需要在参数组态中将错误更改的参数恢复到它们上次的有效值。

表格 14- 1　可修改的 CPU 参数

选项卡	可编辑的参数
启动	用于模块发出准备就绪信号的监视时间
	用于为模块传送参数的监视时间
周期/时钟存储器	周期监视时间
	因通讯产生的周期负载
	输入的过程映像的大小*)
	输出的过程映像的大小*)
存储器	用于各种优先级的本地数据*)
	通讯资源：通讯请求的最大数目。只能增大该参数的已组态数值。*).
日时钟中断(用于每个日时钟中断 OB)	“激活的”复选框
	“执行”列表框
	启动日期
	时间
循环中断(针对每个循环中断 OB)	执行
	相位偏移量
诊断/时钟	修正系数
安全性	保护级别和密码

选项卡	可编辑的参数
H 参数	测试周期时间
	最大周期延长
	最大通讯延迟
	优先级大于 15 的最大禁止时间
	最小 I/O 保持时间
*) 修改这些参数同样会修改存储器内容。	

选定的新数值应与当前载入的用户程序以及规划的新用户程序相匹配。

启动状态

容错系统正在冗余模式下工作。

步骤

要编辑容错系统的 CPU 参数，请执行下面概括的步骤。在小节中列出了每个步骤的详细信息。

步骤	必须完成哪些工作？	请参见小节
A	离线编辑 CPU 参数	步骤A：离线编辑CPU参数 (页 288)
B	停止备用站 CPU	步骤B：停止备用站CPU (页 288)
C	将已修改的 CPU 参数下载至备用站 CPU	步骤C： 在备用站CPU中装载新的硬件配置 (页 289)
D	切换到已修改了组态的 CPU	步骤D：切换到已修改了组态的 CPU (页 289)
E	切换到冗余模式	步骤E：转换为冗余状态 (页 290)

说明

更改硬件配置后，实际上会自动下载该硬件配置。 也就是说，不必再执行 步骤B：停止备用站CPU (页 288)至 步骤E：转换为冗余状态 (页 290)小节中所述的操作步骤。 系统特性保持不变，如曾经所描述的一样。

有关详细信息，请参见 HW Config 在线帮助中的“下载到模块 -> 在 RUN 模式下下载站组态”。 有关详细信息，请参见 HW Config 在线帮助中的“下载到模块 -> 在 RUN 模式下下载站组态”。

14.7.2 步骤 A：离线编辑 CPU 参数

启动状态

容错系统正在冗余模式下工作。

步骤

1. 在 HW Config 中离线编辑相关的 CPU 属性。
2. 编译新的硬件配置，但**不要**将其装载到 PLC 中。

结果

已修改的硬件配置位于 PG/ES 中。PLC 继续使用原组态在冗余模式下工作。

14.7.3 步骤 B：停止备用站 CPU

启动状态

容错系统正在冗余模式下工作。

步骤

1. 在 SIMATIC 管理器中，选择容错系统的一个 CPU，然后从菜单中选择“PLC > 工作模式”。
2. 从“工作模式”对话框中，选择备用站 CPU，然后单击“停止”。

结果

备用站 CPU 切换到 STOP 模式，主站 CPU 仍然处于 RUN 模式，而容错系统在单模式下工作。 不再对备用站 CPU 的单向 I/O 进行寻址。

14.7.4 步骤 C： 在备用站 CPU 中装载新的硬件配置

启动状态

容错系统正在单模式下工作。

步骤

将已编译的硬件配置装载到处于 STOP 模式的备用站 CPU 中。

注意
禁止在单模式中下载用户程序和连接组态。

结果

备用站 CPU 的新硬件配置中的已修改的 CPU 参数尚未对正在进行的操作产生影响。

14.7.5 步骤 D：切换到已修改了组态的 CPU

启动状态

已修改的硬件配置已下载到备用站 CPU。

步骤

1. 在 SIMATIC 管理器中，选择容错系统的一个 CPU，然后从菜单中选择“PLC > 工作模式”。
2. 在“工作模式”对话框中，单击“切换到...”按钮。
3. 在“切换”对话框中，选择“使用修改的组态”选项，并单击“切换”按钮。
4. 通过“确定”对确认提示进行确认。

结果

备用站 CPU 链接并进行更新，并且成为主站。原主站 CPU 将切换到 STOP 模式，容错系统继续在单模式下运行。

I/O 的反应

I/O 类型	原主站 CPU 的单向 I/O	新主站 CPU 的单向 I/O	双向 I/O
I/O 模块	不再由 CPU 进行编址。 输出模块输出已组态的替代值或保持值。	由 CPU 提供新参数设置 1) 并进行更新。	继续操作，不进行中断。
1)首先重置中央模块。 在该阶段，输出模块暂时输出 0 (而不是输出已组态的替代值或保持值)。			

对监视超时的反应

当其中一个监视时间超出已组态的最大值时，将中止更新过程，不改变主站。 容错系统保持原主站CPU的单模式，并且如果满足了某些条件，将稍后尝试主站切换。 有关更多信息，请参考 时间监视 (页 129)小节。

当 CPU 中监视时间的数值不同时，始终采用较高的数值。

14.7.6 步骤 E：转换为冗余状态

启动状态

容错系统使用已修改的 CPU 参数在单模式下工作。

步骤

1. 在 SIMATIC 管理器中，选择容错系统的一个 CPU，然后从菜单中选择“PLC > 工作模式”。
2. 从“工作模式”对话框中，选择备用站 CPU，然后单击“暖启动”。

结果

备用站 CPU 链接并进行了更新。容错系统正在冗余模式下工作。

I/O 的反应

I/O 类型	备用站 CPU 的单向 I/O	主站 CPU 的单向 I/O	双向 I/O
I/O 模块	由 CPU 提供新参数设置 1) 并进行更新。	继续操作，不进行中断。	
1)首先重置中央模块。 在该阶段，输出模块暂时输出 0 (而不是输出已组态的替代值或保持值)。			

对监视超时的反应

当其中一个监视时间超出已组态的最大值时，将中止更新过程。 容错系统保持原主站CPU的单模式，并且如果满足了某些条件，将稍后尝试链接和更新。 有关更多信息，请参考 时间监视 (页 129)小节。

当 CPU 中监视时间的数值不同时，始终采用较高的数值。

14.8 改变 CPU 存储器组态

14.8.1 改变 CPU 存储器组态

只有在两个 CPU 都具有相同的存储器组态时，才能实现冗余系统状态。为此，必须满足下列条件：

- 两个 CPU 上装载存储器(RAM 或 FLASH)的大小和类型必须匹配。

可在运行时修改 CPU 的存储器组态。S7-400H 存储器可进行的修改：

- 扩展装载存储器
- 改变装载存储器的类型

14.8.2 扩展装载存储器

可以使用的存储器扩展方法如下：

- 通过插入存储卡将装载存储器升级为具有更多存储空间
- 如果以前没有插入存储卡，则通过插入 RAM 卡升级装载存储器

如果采用此方法改变存储器，则在链接过程中，会将整个用户程序从主站CPU复制到备用站CPU中(请参见 更新顺序 (页 122)小节)。

限制

最好使用 RAM 卡扩展存储器，因为这可以确保在链接过程中将用户程序复制到备用站 CPU 的装载存储器中。

原理上，使用闪存卡来扩展装载存储器是可行的。 然而，之后还需要专门将整个用户程序和硬件配置下载至新的闪存卡(请参见 改变装载存储器的类型 (页 294)小节中的步骤)。

启动状态

容错系统正在冗余模式下工作。

步骤

按照下列顺序进行操作：

步骤	必须完成哪些工作？	系统如何反应？
1	使用 PG 将备用站 CPU 切换到 STOP 模式。	系统正在单模式下运行。
2	按要求用一个具有较高容量的卡替换 CPU 中的存储卡。	备用站 CPU 请求存储器复位。
3	使用 PG 复位备用站 CPU。	–
4	通过菜单命令“PLC > 模式 > 切换到具有扩展存储器组态的 CPU”，启动备用站 CPU。	• 备用站 CPU 链接并进行更新，并且成为主站。 • 原主站 CPU 切换到 STOP 模式。 • 系统在单模式下工作。
5	关闭第二个 CPU 的电源。	禁用子系统。
6	按步骤 2 到 3 中为第一个 CPU 所进行的操作，修改第二个 CPU 的存储器组态。	–
7	通过 PG 启动第二个 CPU。	• 第二个 CPU 被链接并进行了更新。 • 系统现在重新在冗余模式下工作。

14.8.3 改变装载存储器的类型

下列类型的存储卡均可用作装载存储器：

- 用于测试和调试阶段的 RAM 卡
- 用于永久存储已完成的用户程序的闪存卡

新存储卡的大小在这里无关紧要。

如果采用该方法更改存储器组态，系统就不会将任何程序元素从主站CPU传送到备用站CPU。 它而是仅传送用户程序中未更改块的内容(请参见 切换到已修改了组态或扩展了存储器组态的CPU (页 125)小节)。

用户将负责将整个用户程序下载至新的装载存储器。

启动状态

容错系统正在冗余模式下工作。

用户程序的当前状态在 PG/ES 上作为 STEP 7 项目以块格式供使用。

⚠小心
在此，不能配置从 PLC 上传的用户程序。 不允许重新编译来自 STL 源文件的用户程序，因为该动作将在所有块上设置一个新的时间戳，从而在切换主站/备用站时防止复制块内容。

步骤

按照下列顺序进行操作：

步骤	必须完成哪些工作？	系统如何反应？
1	使用 PG 将备用站 CPU 切换到 STOP 模式。	系统正在单模式下运行。
2	用一个具有所要求类型的新存储卡，替换备用站 CPU 中已存在的存储卡。	备用站 CPU 请求存储器复位。
3	使用 PG 复位备用站 CPU。	–
4	在 STEP 7 中，通过选择“将用户程序下载至存储卡”命令，将程序数据下载到备用站 CPU。 **注意**：从选择对话框中选择正确的 CPU。	–
5	通过菜单命令“PLC > 模式 > 切换到已修改了组态的 CPU”，启动备用站 CPU。	• 备用站 CPU 链接并进行更新，并且成为主站。 • 原主站 CPU 切换到 STOP 模式。 • 系统在单模式下工作。
6	按步骤 2 中为第一个 CPU 所进行的操作，修改第二个 CPU 的存储器组态。	–
7	将用户程序和硬件配置下载到第二个 CPU 中。	–
8	通过 PG 启动第二个 CPU。	• 第二个 CPU 被链接并进行了更新。 • 系统现在重新在冗余模式下工作。

注意
如果要更改闪存卡，可通过用户程序和硬件配置提前装载它们，而不将其插入 CPU 中。 之后可忽略步骤 4 和步骤 7。 然而，必须使用相同的顺序装载两个 CPU 中的存储卡。改变装载存储器中的块顺序将导致链接中止。

写入到容错系统中的一个闪存卡

始终可在容错系统处于 RUN 模式时写入闪存卡，而无需停止容错系统。 然而，这只有在两个 CPU 中硬件配置和用户程序的在线数据与工程师站中相应的离线数据相匹配时才行。

按照下面概述的步骤进行操作：

1. 将备用站 CPU 设置成 STOP 模式，然后将闪存卡插入到 CPU 中。
2. 使用 STEP 7 运行 CPU 存储器复位。
3. 使用 STEP 7 下载硬件配置。
4. 通过 STEP 7 的“将用户程序下载至存储卡”命令下载程序数据。注意：从选择对话框中选择正确的 CPU。
5. 使用“工作模式”对话框切换到已修改了组态的 CPU。 这会切换主站/备用站角色；带有闪存卡的 CPU 现在就是主站 CPU。备用站 CPU 现在处于 STOP 模式。
6. 接着，将闪存卡插入到处于 STOP 模式的 CPU 中。 使用 STEP 7 运行 CPU 存储器复位。
7. 执行步骤 4： 通过 STEP 7 的“将用户程序下载至存储卡”命令下载程序数据。注意：从选择对话框中选择正确的 CPU。
8. 使用“工作模式”对话框运行备用站 CPU 的暖启动。系统状态现在改变为“冗余”模式。

当从容错系统中移除闪存卡时，前面所述的在线和离线数据一致性也适用。 此外，可用的 RAM 大小不得小于 STEP 7 程序的实际大小(STEP 7 程序 > 块容器 > 属性“块”)。

1. 将备用站 CPU 设置到 STOP 模式，然后移除闪存卡。按要求调整存储器组态。
2. 使用 STEP 7 运行 CPU 存储器复位。
3. 使用 STEP 7 下载块容器。
4. 使用“工作模式”对话框切换到已修改了组态的 CPU。
5. 从现在处于 STOP 模式的 CPU 中移除闪存卡。按要求调整 RAM 组态，然后执行 CPU 存储器复位。
6. 使用“工作模式”对话框运行备用站 CPU 的暖启动。系统状态现在改变为“冗余”模式。

14.9 重新组态模块

14.9.1 重新组态模块

请参见“硬件目录”窗口中的信息文本，确定在执行操作时可以重新组态哪些模块(信号模块和功能模块)。在相关的技术文档中描述单个模块的特殊反应。

注意
如果编辑任何被保护的参数，则系统将拒绝切换到包含那些已修改参数的 CPU 的任何尝试。 错误事件 W#16#5966 将被触发并被写入到诊断缓冲区，之后，需要在参数组态中将错误更改的参数恢复到它们上次的有效值。

选定的新数值必须与当前和计划的用户程序相匹配。

启动状态

容错系统正在冗余模式下工作。

步骤

要编辑容错系统中模块的参数，请执行下面概括的步骤。在小节中列出了每个步骤的详细信息。

步骤	必须完成哪些工作？	请参见小节
A	离线编辑参数	步骤A：离线编辑参数 (页 298)
B	停止备用站 CPU	步骤B： 停止备用站CPU (页 299)
C	将已修改的 CPU 参数下载至备用站 CPU	步骤C：在备用站CPU中装载新的硬件配置 (页 299)
D	切换到已修改了组态的 CPU	步骤D：切换到已修改了组态的 CPU (页 300)
E	切换到冗余模式	步骤E：转换为冗余状态 (页 302)

说明

更改硬件配置后，实际上会自动下载该硬件配置。 也就是说，不必再执行 步骤B： 停止备用站CPU (页 299)至 步骤E：转换为冗余状态 (页 302)小节中所述的操作步骤。 系统特性保持不变，如曾经所描述的一样。

有关详细信息，请参见 HW Config 在线帮助中的“下载到模块 -> 在 RUN 模式下下载站组态”。

14.9.2 步骤 A：离线编辑参数

启动状态

容错系统正在冗余模式下工作。

步骤

1. 在 HW Config 中离线编辑模块参数。
2. 编译新的硬件配置，但**不要**将其装载到 PLC 中。

结果

已修改的硬件配置位于 PG/ES 中。PLC 继续使用原组态在冗余模式下工作。

14.9.3 步骤 B： 停止备用站 CPU

启动状态

容错系统正在冗余模式下工作。

步骤

1. 在 SIMATIC 管理器中，选择容错系统的一个 CPU，然后从菜单中选择“PLC > 工作模式”。
2. 从“工作模式”对话框中，选择备用站 CPU，然后单击“停止”。

结果

备用站 CPU 切换到 STOP 模式，主站 CPU 仍然处于 RUN 模式，而容错系统在单模式下工作。 不再对备用站 CPU 的单向 I/O 进行寻址。

14.9.4 步骤 C：在备用站 CPU 中装载新的硬件配置

启动状态

容错系统正在单模式下工作。

步骤

将已编译的硬件配置装载到处于 STOP 模式的备用站 CPU 中。

注意
禁止在单模式中下载用户程序和连接组态。

结果

备用站 CPU 的新硬件组态中的已修改的 CPU 参数尚未对正在进行的操作产生影响。

14.9.5 步骤 D：切换到已修改了组态的 CPU

启动状态

已修改的硬件配置已下载到备用站 CPU。

步骤

1. 在 SIMATIC 管理器中，选择容错系统的一个 CPU，然后从菜单中选择“PLC > 工作模式”。
2. 在“工作模式”对话框中，单击“切换到...”按钮。
3. 在“切换”对话框中，选择“使用修改的组态”选项，并单击“切换”按钮。
4. 通过“确定”对确认提示进行确认。

结果

备用站 CPU 链接并进行更新，并且成为主站。原主站 CPU 将切换到 STOP 模式，容错系统继续在单模式下运行。

I/O 的反应

I/O 类型	原主站 CPU 的单向 I/O	新主站 CPU 的单向 I/O	双向 I/O
I/O 模块	不再由 CPU 进行编址。 输出模块输出已组态的替代值或保持值。	由 CPU 提供新参数设置 1) 并进行更新。	继续操作，不进行中断。
1)首先重置中央模块。 在该阶段，输出模块暂时输出 0 (而不是输出已组态的替代值或保持值)。			

对监视超时的反应

当其中一个监视时间超出已组态的最大值时，将中止更新过程，不改变主站。 容错系统保持原主站CPU的单模式，并且如果满足了某些条件，将稍后尝试主站切换。 有关更多信息，请参考 时间监视 (页 129)小节。

当 CPU 中监视时间的数值不同时，始终采用较高的数值。

调用 OB 83

在将参数数据记录传送到期望的模块之后，调用 OB 83。顺序如下：

1. 在对 STEP 7 中的模块进行参数改变并在 RUN 模式下将其载入 CPU 之后，OB 83 启动(触发事件 W#16#3367)。OB 启动信息中的相关信息是逻辑基址(OB83_MDL_ADDR)和模块类型(OB83_MDL_TYPE)。从现在开始，模块的输入和/或初始数据可能不再正确，将数据记录发送到该模块的 SFC 均不处于激活状态。

2. 在终止 OB 83 后，重设模块参数。

3. 在终止参数重设操作后，OB 83 再次启动(如果参数设置成功则触发事件 W#16#3267，如果不成功则触发事件 W#16#3968)。模块的输入和初始数据与插入中断后的相同，这表示在某些情况下，可能仍然不是正确的。为了即时生效，可以再次调用 SFC 将数据记录发送到模块。

14.9.6 步骤 E：转换为冗余状态

启动状态

容错系统使用已修改的参数在单模式下工作。

步骤

1. 在 SIMATIC 管理器中，选择容错系统的一个 CPU，然后从菜单中选择“PLC > 工作模式”。
2. 从“工作模式”对话框中，选择备用站 CPU，然后单击“暖启动”。

结果

备用站 CPU 链接并进行了更新。容错系统正在冗余模式下工作。

I/O 的反应

I/O 类型	备用站 CPU 的单向 I/O	主站 CPU 的单向 I/O	双向 I/O
I/O 模块	由 CPU 提供新参数设置 1) 并进行更新。	继续操作，不进行中断。	
1)首先重置中央模块。 在该阶段，输出模块暂时输出 0 (而不是输出已组态的替代值或保持值)。			

对监视超时的反应

当其中一个监视时间超出已组态的最大值时，将中止更新过程。 容错系统保持原主站 CPU的单模式，并且如果满足了某些条件，将稍后尝试链接和更新。 有关更多信息，请参考 时间监视 (页 129)小节。

当 CPU 中监视时间的数值不同时，始终采用较高的数值。

15 同步模块

15.1 用于 S7–400H 的同步模块

同步模块的功能

两个冗余的 S7-400H CPU 之间的通讯使用同步模块。每个 CPU 需要两个同步模块，通过光缆成对连接。

系统支持热交换同步模块，从而允许用户参与容错系统的维护工作，以及在无需停止设备的情况下控制冗余连接的故障。

如果在冗余模式下移除同步模块，就会丢失同步。 备用站 CPU 将切换到故障诊断模式。另一个 CPU 仍为主站 CPU 并在单模式下继续运行。 插入新同步模块并重新建立冗余连接后，备用站 CPU 就会链接并进行更新。

S7-400H CPU 之间的距离

提供两种类型的同步模块：

订货号	CPU 之间的最大距离
6ES7960–1AA04–0XA0	10 m
6ES7960–1AB04–0XA0	10 km

同步电缆增长可能会延长通讯周期。每增加一千米电缆，周期最多可延长 10%。

说明

容错系统要求使用相同类型的四个同步模块。

机械配置

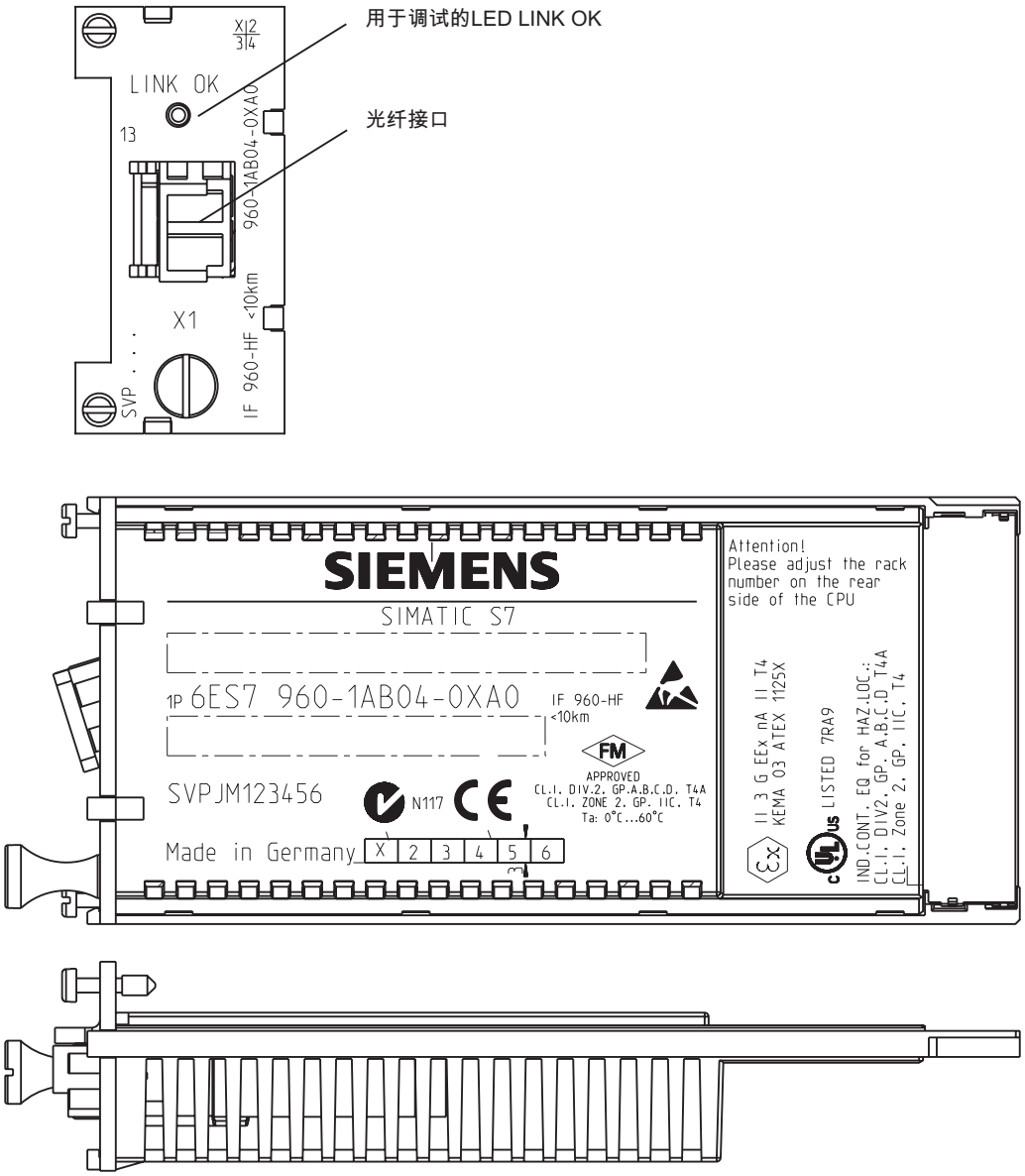


图 15-1　　同步模块

⚠小心
避免伤害。 同步模块装备有激光系统，按照 IEC 60825-1 分类为“1 类激光产品”。 避免直接接触激光光束。不要打开外壳。始终遵守该手册中提供的信息，并将手册放在手边以便参考。



LED LINK OK

在调试容错系统期间，可以使用同步模块上的“LINK OK”LED 来检查 CPU 之间的连接质量。

LED LINK OK	涵义
亮	连接正常
闪烁	连接不可靠，信号受到了干扰 检查连接器和电缆 检查以确定光纤电缆的安装符合 安装光纤电缆 (页 307)小节中的准则
熄灭	连接被中断，或灯的亮度不够 检查连接器和电缆 检查以确定光纤电缆的安装符合 安装光纤电缆 (页 307)小节中的准则

OB 84

在冗余模式下运行时，如果检测到两个 CPU 间的冗余链接性能减弱，CPU 操作系统将调用 OB 84。

未使用模块的光纤接口

存储时，未用模块的光纤接口必须用模型插头密封上，以保护光学设备。装运时，插头位于同步模块中。

技术规范

技术规范	6ES7960–1AA04–0XA0	6ES7960–1AB04–0XA0
CPU 之间的最大距离	10 m	10 km
电源电压	5.1 V，由 CPU 提供	5.1 V，由 CPU 提供
电流消耗	210 mA	250 mA
功率损耗 光收发器的波长	1.1 W 850 nm	1.3 W 1300 nm
光纤电缆的最大允许衰减	7 dB	12 dB
最大允许的电缆长度差	9 m	50 m
尺寸 W x H x D (mm)	25 x 53 x 140	25 x 53 x 140
重量	0.065 kg	0.065 kg

15.2 安装光纤电缆

简介

只能经过培训的合格人员才能安装光纤电缆。始终遵守与楼宇安全相关的准则和法规。安装必须非常小心，因为错误安装是最常见的错误来源。原因为：

- 由于弯曲半径不足，光纤电缆出现打结现象。
- 由于踩踏或紧压电缆，或由于其它电缆负荷过重，造成压力过大，使得电缆变形。
- 由于张力过大导致过度拉伸。
- 损坏边缘等。

预制电缆允许的弯曲半径

在敷设电缆时，不能小于下列弯曲半径：

- 连接器附近： 55 mm
- 在安装期间：60 mm (重复的)
- 在安装之后：40 mm (一次性)

安装光纤电缆以进行 S7-400H 同步链接时需要遵守的事项

始终分别敷设两根光纤电缆。这将增强可用性，保护光纤电缆免受由于同步中断可能引起的双重错误。

始终在接通电源或系统之前，确保光纤电缆都连接到两个 CPU，否则，处理用户程序的 CPU 将作为主站 CPU。

本地质量保证

在安装光纤电缆之前，请检查下列几点：

- 包装袋中的光线电缆是否正确？
- 产品是否在运输途中出现明显的损坏？
- 是否为光纤电缆在现场安排了适当的中间贮存条件？
- 电缆的类别与连接组件是否匹配？

贮存光纤电缆

如果不是在收到包装袋之后立即安装光纤电缆，则建议将电缆贮存在干燥的场所，避免机械损坏和受热影响。遵守光纤电缆数据表中指定的贮存温度允许范围。除非准备安装，否则不要将光纤电缆从原始包装袋中取出。

开放式安装、壁槽、电缆槽：

安装光纤电缆时，请遵守下列几点：

- 假如能够安全排除在某些开放式环境(垂直升降机、连接轴、远程通讯配电室)中的任何损坏，可以在这些场所进行安装。
- 应该使用束线带将光纤电缆安在安装导轨(电缆托架、屏蔽网槽)上。紧固电缆时，要小心避免挤压(请参见压力)。
- 在安装光纤电缆之前始终对汇线槽的边角进行压毛边或倒圆处理，以防止在拉动和紧固电缆时损坏护套。
- 弯曲半径不得小于在制造商的数据表中指定的数值。
- 电缆槽的分支半径必须与指定的光纤电缆弯曲半径一致。

电缆拉动

拉动光纤电缆时，请注意：

- 始终遵守相应光纤电缆数据表中关于拉力的信息。
- 拉入电缆时，不要抽出更长的长度。
- 尽可能直接从电缆盘中安装光纤电缆。
- 不要将光纤电缆从侧面缠绕在电缆盘法兰上(有扭曲的危险)。
- 应该使用一个电缆拉动套管来拉动光纤电缆。
- 始终遵守指定的弯曲半径。
- 不要使用任何带有油脂或机油成分的润滑剂。
  可以使用下面列出的润滑剂，为拉动光纤电缆提供支持。
  - 黄色润滑油(Klein Tools 拉缆润滑剂；51000)
  - 软皂
  - 洗洁精
  - 滑石粉
  - 清洁剂

压力

不要对电缆施加过大的压力，例如，不恰当地使用卡件(电缆快速安装装置)或束线带会给电缆过多压力。安装时应当考虑避免踩到电缆。

热影响

光纤电缆对直接加热高度敏感，因此电缆在工作时，不能使用在热塑管技术中应用的热气枪或煤气喷灯。

15.3 选择光纤电缆

选择合适的光纤电缆时应该考虑下列条件和情况：

- 所需要的电缆长度
- 室内或室外安装
- 是否需要特殊的机械应力保护装置？
- 是否要求采取防止啮齿动物咬裂的保护装置？
- 是否直接在地下安装室外电缆？
- 光纤电缆是否必须防水？
- 哪些温度会影响已安装的光纤电缆？

电缆长度最大为 10 m

可以使用长达 10 m 米的光纤电缆成对操作同步模块 6ES7960–1AA04–0XA0。

对于最大长度为 10 米的电缆，选择下列规格的电缆：

- 多模光纤 50/125 µ 或 62,5/125 µ
- 用于室内应用的接插电缆
- 每个容错系统 2 x 双芯电缆，交叉
- 连接器类型 LCLC

附件中还提供下列长度的电缆，供容错系统使用

表格 15- 1　附件光纤电缆

长度	订货号
1 米	6ES79601AA045AA0
2 m	6ES79601AA045BA0
10 m	6ES79601AA045KA0

电缆长达 10 km

可以使用长达 10 km 米的光纤电缆成对操作同步模块 6ES7960–1AA04–0XA0。

下列规则适用：

- 如果使用长度大于 10 m 的光纤电缆，则确保模块上有足够的应力缓冲装置。
- 遵守所使用光纤电缆指定的环境操作条件(弯曲半径、压力、温度...)
- 遵守光纤电缆的技术规范(衰减、带宽...)

长度超过 10 m 的光纤电缆通常需要定制。首先，选择下列规范：

- 单模光纤 9/125 µ

  对于测试和调试所需的短电缆，还可使用作为附件提供的最长为 10 m 的电缆。对于持续使用的情况，只允许使用指定的具有单膜光纤的电缆。

根据各种应用场合，下表显示了更多规范：

表格 15- 2　光纤电缆规范，用于室内应用场合

电缆	所需组件	规范
在楼宇内对全部电缆布线 在室内和室外区域之间不需要电缆交叉点 单件可提供所需的电缆长度。没有必要通过分配盒连接多个电缆段。 使用预制接插电缆完成安装	接插电缆	每个系统 2 x 双芯电缆 连接器类型 LCLC 导线交叉 设备需要遵守的更多规范： UL 认证 无氯材料
	预制电缆	多芯电缆，每个系统 4 根导线 连接器类型 LCLC 导线交叉 设备需要遵守的更多规范： UL 认证 无氯材料

电缆	所需组件	规范
在楼宇内对全部电缆布线 在室内和室外区域之间不需要电缆交叉点 单件可提供所需的电缆长度。没有必要通过分配盒连接多个电缆段。 使用预制接插电缆完成安装	包括室内应用所需要的接插电缆	每个容错系统 1 根 4 芯电缆 两个接口都位于一根电缆上 1 或 2 根带多个公共芯线的电缆 单独安装接口，以增大可用性(减少共因因子) 连接器类型 ST 或 SC，例如，与其它组件相匹配；请参见下面内容 设备需要遵守的更多规范： UL 认证 无氯材料 现场避免使用拼接电缆。使用预制电缆，带有抗拉保护/防扭动工具或防断裂设计，包括测量装置。
	用于室内应用的接插电缆	ST 或 SC 的连接类型 LC，例如，与其它组件相匹配
使用分配盒进行安装，请参见图 13-2	每个分支一个分配盒/接线盒 例如，安装电缆和接插电缆通过分配盒使用 ST 或 SC 连接器互连。接线 CPU 时，检查交叉安装。	连接器类型 ST 或 SC，例如，与其它组件相匹配

表格 15- 3　光纤电缆规范，室外应用场合

电缆	所需组件	规范
在室内和室外区域之间需要电缆交叉点 请参见图 13-2	• 用于室外应用的安装电缆	用于室外应用的安装电缆 • 每个容错系统 1 根 4 芯电缆 两个接口都位于一根电缆上 • 1 或 2 根带多个公共芯线的电缆 单独安装接口，以增大可用性(减少共因因子) • 连接器类型 ST 或 SC，例如，与其它组件相匹配；请参见下面内容 设备需要遵守的更多规范： • UL 认证 • 无氯材料 根据当地状况需要遵守的更多规范： • 保护免受增大的机械应力 • 防止啮齿动物咬裂 • 防水 • 适用于直接在地下安装 • 适用于给定的温度范围 现场避免使用拼接电缆。使用预制电缆，带有抗拉保护/防扭动工具设计，包括测量装置。

电缆	所需组件	规范
	• 包括室内应用所需要的安装电缆	• 每个容错系统 1 根 4 芯电缆 两个接口都位于一根电缆上 • 1 或 2 根带多个公共芯线的电缆 单独安装接口，以增大可用性(减少共因因子) • 连接器类型 ST 或 SC，例如，与其它组件相匹配；请参见下面内容 设备需要遵守的更多规范： • UL 认证 • 无氯材料 现场避免使用拼接电缆。使用预制电缆，带有抗拉保护/防扭动工具或防断裂设计，包括测量装置。
	• 用于室内应用的接插电缆	• ST 或 SC 的连接类型 LC，例如，与其它组件相匹配
在室内和室外区域之间需要电缆交叉点 请参见图 13-2	• 每个分支一个分配盒/接线盒 例如，安装电缆和接插电缆通过分配盒使用 ST 或 SC 连接器互连。 接线 CPU 时，检查交叉安装。	• 连接器类型 ST 或 SC，例如，与其它组件相匹配

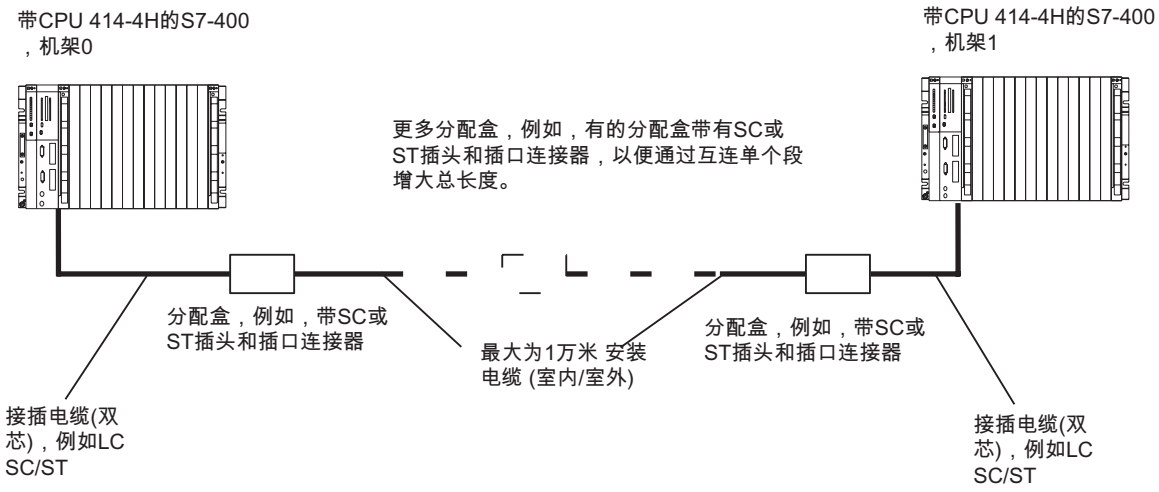


图 15-2　　光纤电缆，使用分配盒安装

S7-400 周期和反应时间

16

本节描述 S7-400 站周期和反应时间中的决定性因素。

可以使用编程设备从相关 CPU 中读出用户程序的周期(请参考手册*《用 STEP 7 配置硬件和连接》*)。

其中的实例显示了计算周期的方法。

响应时间是过程处理的一个重要方面。本节对此因素的计算方法进行了详细描述。 在PROFIBUS-DP网络上将CPU 41x-H作为主站运行时，还需要在计算中包括附加的DP周期(参见第 反应时间 (页 332)小节)。

更多信息

有关下列执行时间的更详细信息，请参考 S7–400H 指令列表。 其中列出了特定 CPU 可执行的所有 *STEP 7* 指令及其执行时间，以及集成在 CPU 中的所有 SFC/SFB 和可在 *STEP 7* 中调用的 IEC 功能及其执行时间。

16.1 周期

本节描述周期中的决定性因素及其计算方法。

周期定义

周期是操作系统执行某个程序(即执行 OB 1)所需的时间，包括程序元素所需要的以及用于系统活动的所有中断时间。

此时间会受到监视。

时间片模型

程序(亦即用户程序)是以时间片循环执行的。为阐述该过程，假设全局时间片长度恰好为 1 毫秒。

过程映像

CPU 在启动循环程序执行之前，读取过程信号并将其写到过程映像中，以获取过程信号的精确映像。当 I/O 操作区在程序执行期间作出响应时，CPU 并不直接访问信号模块，而是寻址包含该 I/O 过程映像的存储区。

循环程序执行中的阶段

下表显示了循环程序执行中的各个阶段。

表格 16- 1　循环程序执行

步骤	顺序
1	操作系统启动周期监视时间。
2	CPU 将过程映像的数值写入到输出模块的输出。
3	CPU 读取输入模块的输入状态，然后更新输入的过程映像。
4	CPU 在时间片中执行用户程序，并执行程序中所定义的操作。
5	在周期结束时，操作系统执行所有挂起的任务，例如装载或删除块。
6	最后，在任何给定的最小周期期满时，CPU 会返回周期开始点并重新启动周期监视。

周期的各个元素

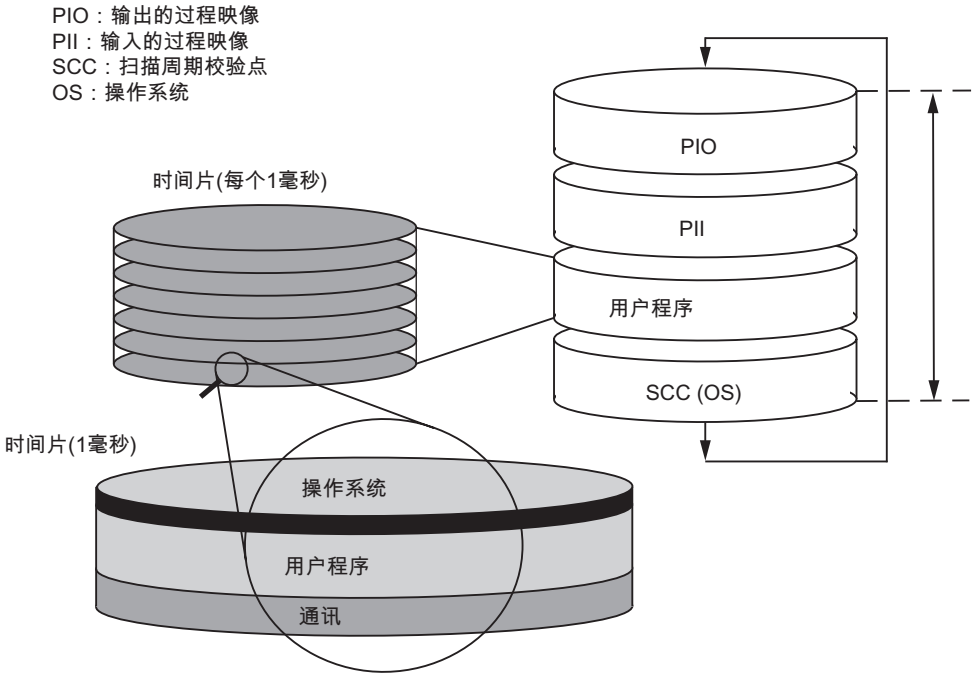


图 16-1　　周期的元素和构成

16.2 计算周期

延长周期

用户程序的周期会由于下列因素而延长：

- 基于时间的中断执行
- 硬件中断处理(另请参见 中断反应时间 (页 343)小节)
- 诊断和错误处理(另请参见 中断反应时间计算实例 (页 345)小节)
- 通过与通讯总线
  (例如 以太网、PROFIBUS、DP)相连的 MPI 和 CP 进行通讯，这是通讯负载的一个因素
- 特殊功能，例如控制并监视变量或块的状态
- 下载并删除块，压缩用户程序存储空间

影响因素

下表显示影响周期的因素。

表格 16- 2　影响周期的因素

因素	注释
输出过程映像(PIO)和输入过程映像(PII)所用的传送时间	请参见从 16-3 往后的各个表
用户程序的执行时间	此数值是根据多个语句的执行时间而进行计算的(请参见 *S7-400 语句列表*)。
扫描周期校验点处的操作系统执行时间	请参见表 16-7
周期因通讯负载而延长	在**STEP 7** 中以百分比形式组态周期中允许的最大通讯负载(*《使用STEP 7 编程》* 手册)。 请参见 通讯负载 (页 329)小节。
因中断引起的周期负载	中断请求总是能够停止用户程序执行。 请参见表 16-8

过程映像更新

下表显示 CPU 更新过程映像所需的时间(过程映像传送时间)。 指定的时间只是代表“理想数值”，它可能因 CPU 中断或通讯而相应延长。

计算过程映像更新的传送时间：

C+ 中央单元中的部分(来自下表中的 A 行)
+ 带有本地链接的扩展单元中的部分(来自 B 行)
+ 带有远程链接的扩展单元中的部分(来自 C 行)
+ 通过集成的 DP 接口的部分(来自 D 行)
+ 通过集成的 DP 接口的一致性数据的部分(来自 E1 行)
+ 通过外部 DP 接口的一致性数据的部分(来自 E2 行)

= 过程映像更新的传送时间

下表显示了过程映像更新的传送时间的不同部分(过程映像传送时间)。 指定的时间只是代表“理想数值”，它可能因 CPU 中断或通讯而相应延长。

表格 16- 3　过程映像传送时间的分配，CPU 412-3H

	分配 **n = 过程映像中的字节数** **m = 对过程映像的访问次数*)**	**CPU 412-3H 单机模式**	**CPU 412-3H 冗余**
K	基本负载	13 µs	16 µs
A **)	在中央单元中 读取/写入字节/字/双字	m * 9.5 µs	m * 40 µs
B **)	在带有本地链接的扩展单元中 读取/写入字节/字/双字	m * 24 µs	m * 52 µs
C **)***)	在带有远程链接的扩展单元中 读取/写入字节/字/双字	m * 48 µs	m * 76 µs
熄灭	在用于集成 DP 接口的 DP 区域 读取字节/字/双字	m * 2.0 µs	m * 35 µs
熄灭	在用于外部 DP 接口的 DP 区域 读取/写入字节/字/双字	m * 6.0 µs	m * 40 µs

	分配 **n = 过程映像中的字节数** **m = 对过程映像的访问次数*)**	**CPU 412-3H** **单机模式**	**CPU 412-3H** **冗余**
E1	集成 DP 接口的过程映像中的一致性数据 读取/写入数据	n * 1.4 µs	n * 4.4 µs
E2	外部 DP 接口的过程映像中的一致性数据(CP 443–5 扩展型) 读取/写入数据	n * 3.0 µs	n * 6.5 µs
*) 以最少的访问次数更新模块数据。 (实例： 8 个字节对应 2 次双字访问，而 16 个字节对应 4 次双字访问。)			
**) 当 I/O 插入到中央单元或扩展单元中时， 指定的值包含 I/O 模块的执行时间			
***)使用 IM460-3 和 IM461-3 测量，链接长度为 100 m 时			

表格 16- 4　过程映像传送时间的一部分，CPU 414-4H

	分配 **n = 过程映像中的字节数** **m = 对过程映像的访问次数*)**	**CPU 414–4H** **单机模式**	**CPU 414–4H** **冗余模式**
K	基本负载	8 µs	9 µs
A **)	在中央单元中 读取/写入字节/字/双字	m * 8.5 µs	m * 25.7 µs
B **)	在带有本地链接的扩展单元中 读取/写入字节/字/双字	m * 23 µs	m * 40 µs
C **)***)	在带有远程链接的扩展单元中 读取/写入字节/字/双字	m * 58 µs	m * 64 µs
熄灭	在用于集成 DP 接口的 DP 区域 读取字节/字/双字	m * 1.3 µs	m * 21.5 µs
熄灭	在用于外部 DP 接口的 DP 区域 读取/写入字节/字/双字	m * 5.2 µs	m * 24.6 µs

	分配 **n = 过程映像中的字节数** **m = 对过程映像的访问次数*)**	**CPU 414–4H** **单机模式**	**CPU 414–4H** **冗余模式**
E1	集成 DP 接口的过程映像中的一致性数据 读取/写入数据	n * 0.66 µs	n * 3.1 µs
E2	外部 DP 接口的过程映像中的一致性数据(CP 443–5 扩展型) 读取/写入数据	n * 2.5 µs	n * 6.5 µs
*) 以最少的访问次数更新模块数据。 (实例： 8 个字节对应 2 次双字访问，而 16 个字节对应 4 次双字访问。)			
**) 当 I/O 插入到中央单元或扩展单元中时， 指定的值包含 I/O 模块的执行时间			
***)使用 IM460-3 和 IM461-3 测量，链接长度为 100 m 时			

表格 16- 5　过程映像传送时间的一部分，CPU 417-4H

	分配 **n = 过程映像中的字节数** **m = 对过程映像的访问次数*)**	**CPU 417–4H** **单机模式**	**CPU 417–4H** **冗余模式**
K	基本负载	3 µs	4 µs
A **)	在中央单元中 读取/写入字节/字/双字	m * 7.3 µs	m * 15.7 µs
B **)	在带有本地链接的扩展单元中 读取/写入字节/字/双字	m * 20 µs	m * 26 µs
C **)***)	在带有远程链接的扩展单元中 读取/写入字节/字/双字	m * 45 µs	m * 50 µs
熄灭	在用于集成 DP 接口的 DP 区域 读取字节/字/双字	m * 1.2 µs	m * 13 µs
熄灭	在用于外部 DP 接口的 DP 区域 读取/写入字节/字/双字	m * 5 µs	m * 15 µs
E1	集成 DP 接口的过程映像中的一致性数据 读取/写入数据	n * 0.25 µs	n * 2.5 µs
E2	外部 DP 接口的过程映像中的一致性数据(CP 443–5 扩展型) 读取/写入数据	n * 2.25 µs	n * 3.4 µs
*) 以最少的访问次数更新模块数据。 (实例： 8 个字节对应 2 次双字访问，而 16 个字节对应 4 次双字访问。)			
**) 当 I/O 插入到中央单元或扩展单元中时， 指定的值包含 I/O 模块的执行时间			
***)使用 IM460-3 和 IM461-3 测量，链接长度为 100 m 时			

延长周期

必须将计算出来的 S7-400H CPU 周期乘以 CPU 特有系数。 下表列出了这些系数：

表格 16- 6　延长周期

启动	412-3H 单机模式	412-3H 冗余	414-4H 单机模式	414-4H 冗余模式	417-4H 单机模式	417-4H 冗余模式
系数	1,04	1,2	1,05	1,2	1,05	1,2

同步电缆增长可能会延长通讯周期。每增加一千米电缆，周期最多可延长 10%。

扫描周期校验点处的操作系统执行时间

下表显示了在 CPU 周期校验点处的操作系统执行时间。

表格 16- 7　扫描周期校验点处的操作系统执行时间

过程	412-3H 单机模式	412-3H 冗余	414-4H 单机模式	414-4H 冗余	417-4H 单机模式	417-4H 冗余
SCCP 处的周期控制	271-784 µs ∅ 284 µs	679-1890 µs ∅ 790 µs	198-553 µs ∅ 204 µs	548-1417 µs ∅ 609 µs	83 - 315 µs ∅ 85 µs	253 - 679 µs ∅ 270 µs

周期因嵌套中断而延长

表格 16- 8　周期因嵌套中断而延长

CPU	硬件中断	诊断中断	时钟中断	延迟中断	监视狗中断	编程/I/O 访问错误	异步错误
CPU 412-3 单机模式	481 µs	488 µs	526 µs	312 µs	333 µs	142 µs/134 µs	301 µs
CPU 412-3 H 冗余模式	997 µs	843 µs	834 µs	680 µs	674 µs	427 µs/179 µs	832 µs
CPU 414-4 单机模式	315 µs	326 µs	329 µs	193 µs	189 µs	89 µs/85 µs	176 µs
CPU 414-4 H 冗余模式	637 µs	539 µs	588 µs	433 µs	428 µs	272 µs/114 µs	252 µs
CPU 417-4 单机模式	160 µs	184 µs	101 µs	82 µs	120 µs	36 µs/35 µs	90 µs
CPU 417-4 H 冗余模式	348 µs	317 µs	278 µs	270 µs	218 µs	121 µs/49 µs	115 µs

将中断级的程序执行时间加上此时间延长值。

当程序包含嵌套中断时，将累加相应的时间。

16.3 不同的周期

每个周期时间(T_{cyc})长度都不同。下图显示了不同的周期 T_{cyc1} 和 T_{cyc2}。T_{cyc2} 大于 T_{cyc1}，这是因为周期执行 OB1 时出现 TOD 中断 OB (此处：OB 10)。

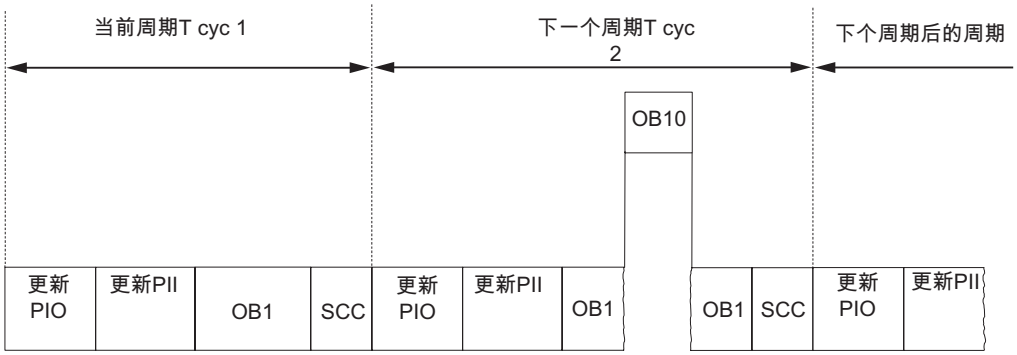


图 16-2　　不同的周期

造成不同周期的另一因素是由下列情况引起的块(例如 OB 1)的执行时间不同：

- 条件语句，
- 条件块调用，
- 不同程序路径，
- 循环等。

最大周期

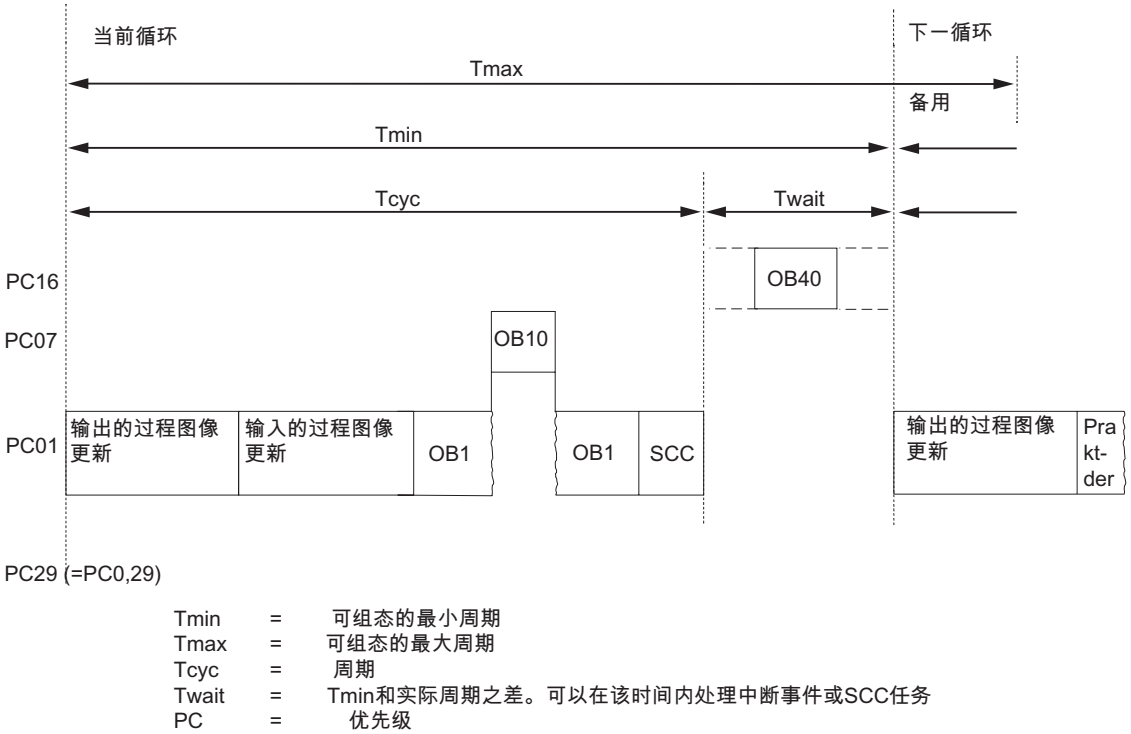
可以在 STEP 7 中编辑缺省的最大周期(周期监视时间)。当该时间到期后，将调用 OB 80，可在其中定义 CPU 对超时错误的反应。倘若不使用 SFC 43 重新触发周期，OB 80 会在首次调用时将周期翻倍。这种情况下，CPU 在第二次调用 OB 80 时进入 STOP 模式。

如果在 CPU 的内存中没有 OB 80，则 CPU 进入 STOP 模式。

最小周期

可以在 STEP 7 中设置最小 CPU 周期。这一点在下列情况下非常有用

- 希望在 OB1(空闲周期)的程序执行周期之间设置一个大约相同长度的时间间隔，或
- 当周期太短时，防止进行不必要的过程映像更新



Tmin = 可组态的最小周期
Tmax = 可组态的最大周期
Tcyc = 周期
Twait = Tmin和实际周期之差。可以在该时间内处理中断事件或SCC任务
PC = 优先级

图 16-3 最小周期

实际周期为 T_{cyc} 和 T_{wait} 之和。因此，它始终大于或等于 T_{min}。

16.4 通讯负载

操作系统将时间片组态为整个 CPU 处理资源的百分比，并连续向 CPU 提供该时间片(时间片技术)。 如果通讯不需要该处理功能，则它可用于其它进程。

可以在硬件配置中设置范围为 5 %至 50 %的通讯负载。 缺省值为 20 %。

该百分比是一个平均值概念，也就是说，通讯资源可以占用一个时间片的 20 %以上。 通讯在下一个时间片中的占用时间将少于 20%或根本不占用。

下面的公式描述了通讯负载对周期的影响：

$$\text{实际循环时间} = \text{周期} \times \frac{100}{100 - \text{"以百分比表示的已组态通讯负载"}}$$

将结果进位到下一个最高整数位！

图 16-4　公式： 通讯负载的影响

数据一致性

中断用户程序以处理通讯。 可以在任何一条语句后触发该中断。 这些通讯请求可能会导致用户数据的改变。 因此，经过多次访问后就不能确保数据一致性。
在“一致性数据”小节描述了如何在包含多个命令的操作中确保数据一致性。

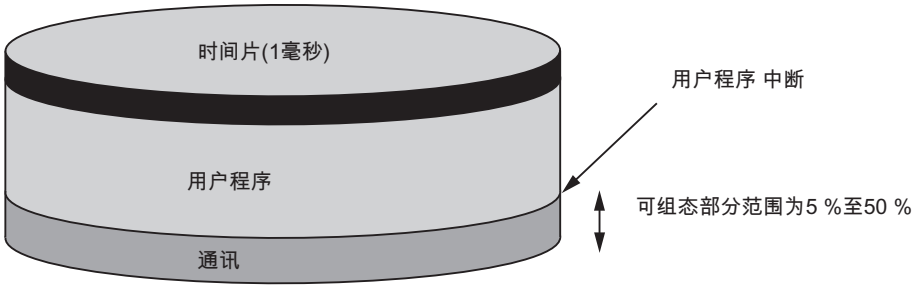


图 16-5　时间片的分配

操作系统将占用一部分剩余时间片来执行内部任务。 这部分时间包含在从 16-3 开始的各个表中所定义的系数中。

实例： 20 %通讯负载

在硬件配置中，已经设置了一个 20 %的通讯负载。

计算的周期为 10 ms。

也就是说，20 %的通讯负载设置在每个时间片中平均将 200 µs 用于通讯，将 800 µs 用于用户程序。 CPU 从而需要 10 ms/800 µs = 13 个时间片来执行一个周期。 这意味着，当 CPU 完全利用已组态的通讯负载时，物理周期等于 13 个 1-ms 时间片 = 13 ms。

也就是说，20 %的通讯并不是以 2 ms 而是以 3 ms 的线性量来延长周期。

实例： 50 %通讯负载

在硬件配置中，已经设置了一个 50 %的通讯负载。

计算的周期为 10 ms。

这意味着，周期的每个时间片中均剩下 500 µs。 CPU 从而需要 10 ms/500 µs = 20 个时间片来执行一个周期。 也就是说，当 CPU 完全利用已组态的通讯负载时，物理周期是 20 ms。

因此，50 %的通讯负载设置在每个时间片中将 500 µs 分配给通讯，将 500 µs 分配给用户程序。 CPU 从而需要 10 ms/500 µs = 20 个时间片来执行一个周期。 这意味着，当 CPU 完全利用已组态的通讯负载时，物理周期等于 20 个 1-ms 时间片 = 20 ms。

也就是说，50 %的通讯并不是以 5 ms 而是以 10 ms(= 所计算的周期的两倍)的线性量来延长周期。

实际周期对通讯负载的相关性

下图描述实际周期与通讯负载的非线性关系。 在本例中，选择的周期为 10 ms。

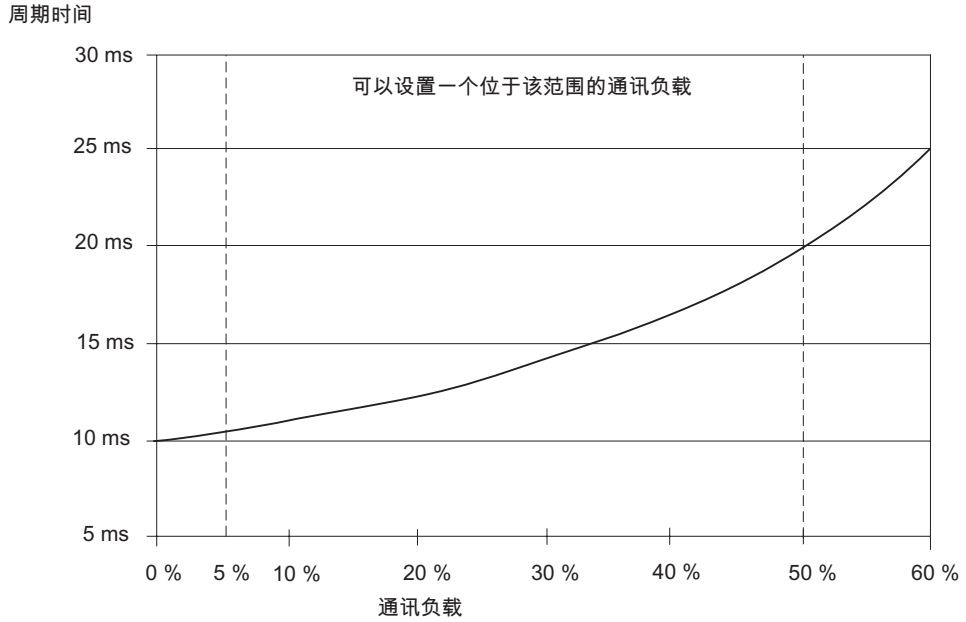


图 16-6　　周期与通讯负载的相关性

对实际周期的更多影响

从统计上来看，由通讯负载导致的周期延长会使得在一个 OB 1 周期内发生更多异步事件 (例如，中断)。 这会进一步延长 OB 1 周期。 延长的时间取决于每个 OB 1 周期的事件数以及处理这些事件所需的时间。

注释

- 更改“通讯负载”参数的值，以检查系统运行期间该参数对周期的影响。
- 在设置最大周期时务必要考虑通讯负载，否则会有超时的风险。

建议

- 尽可能使用缺省设置。
- 仅在 CPU 主要用于通讯且对用户程序来讲时间并非关键因素时，才可增大该数值！ 而在其它所有情况下只能减少该数值！

16.5 反应时间

反应时间的定义

反应时间表示自检测到输入信号至修改其逻辑链接的输出信号这段时间。

波动范围

实际反应时间介于最短和最长反应时间之间。在组态系统时，应始终考虑最长反应时间。

下面将分别描述最短和最长反应时间，以对反应时间的波动范围有一个大致的了解。

因素

反应时间是由周期和下列因素决定的：

- 输入和输出端的延迟
- PROFIBUS DP 网络上的附加 DP 周期
- 用户程序中的处理

I/O 延迟

考虑下列与模块有关的延迟时间：

- 对于数字量输入：输入延迟时间
- 对于具有中断功能的数字量输入：输入延迟时间 + 内部准备时间
- 对于数字量输出：可以忽略的延迟时间
- 对于继电器输出：延迟时间一般是 10 ms 到 20 ms。
  继电器输出的延迟还取决于
  温度和电压。
- 对于模拟量输入：模拟量输入的周期
- 对于模拟量输出：模拟量输出端的响应时间

欲知有关延迟时间的信息，请参考信号模块的技术规范。

PROFIBUS DP 网络上的 DP 周期

如果在 **STEP 7** 中组态了 PROFIBUS DP 网络，则 **STEP 7** 计算期望的 DP 周期典型值。此时可以在总线参数小节查看您在 PG 上进行的组态的 DP 周期。

下图提供了 DP 周期总览。在该实例中，假设每个 DP 从站平均为 4 字节数据。

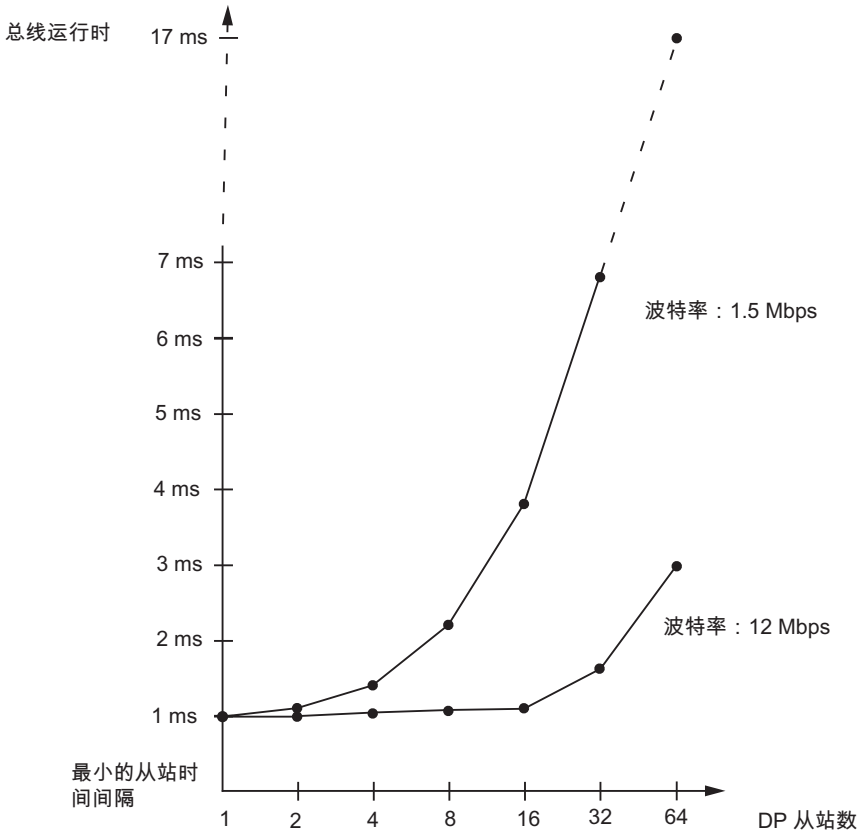


图 16-7　　PROFIBUS DP 网络上的 DP 周期

如果所运行的 PROFIBUS-DP 网络具有多个主站，则需考虑每个主站的 DP 周期。换句话说，要对每个主站分开进行计算，然后将结果相加。

最短反应时间

下图说明了达到最短反应时间的条件。

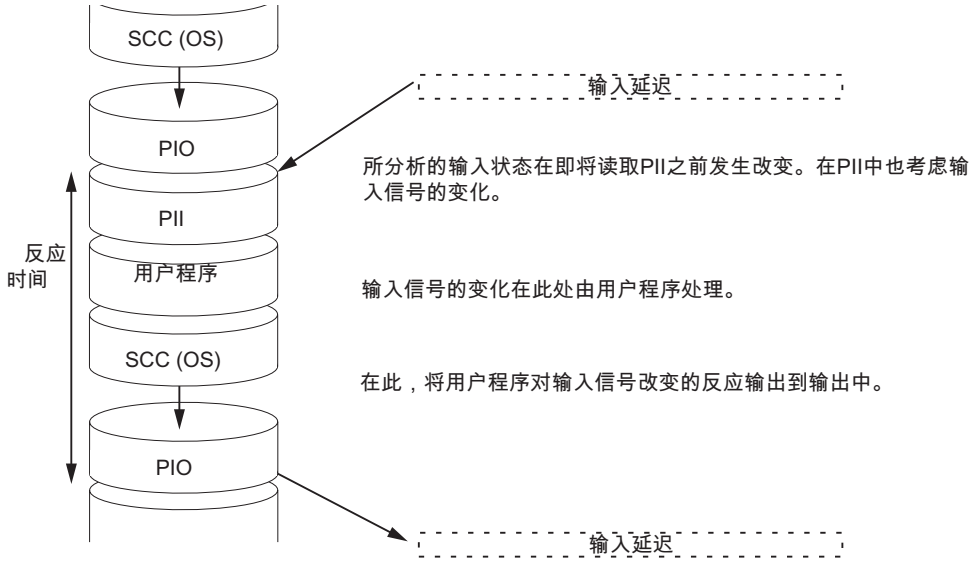


图 16-8　　最短反应时间

计算

(最短)反应时间由下列部分组成：

- 1 × 输入处的过程映像传送时间 +
- 1 × 输出处的过程映像传送时间 +
- 1 x 程序处理时间，+
- 1 x SCCP 上的操作系统处理时间 +
- 输入和输出端的延迟

结果等于周期加上 I/O 延迟时间的总和。

说明

如果 CPU 和信号模块都不位于中央单元，则必须加上两倍的 DP 从站帧延迟时间(包括在 DP 主站中的处理时间)。

最长反应时间

下图显示了达到最长反应时间的条件。

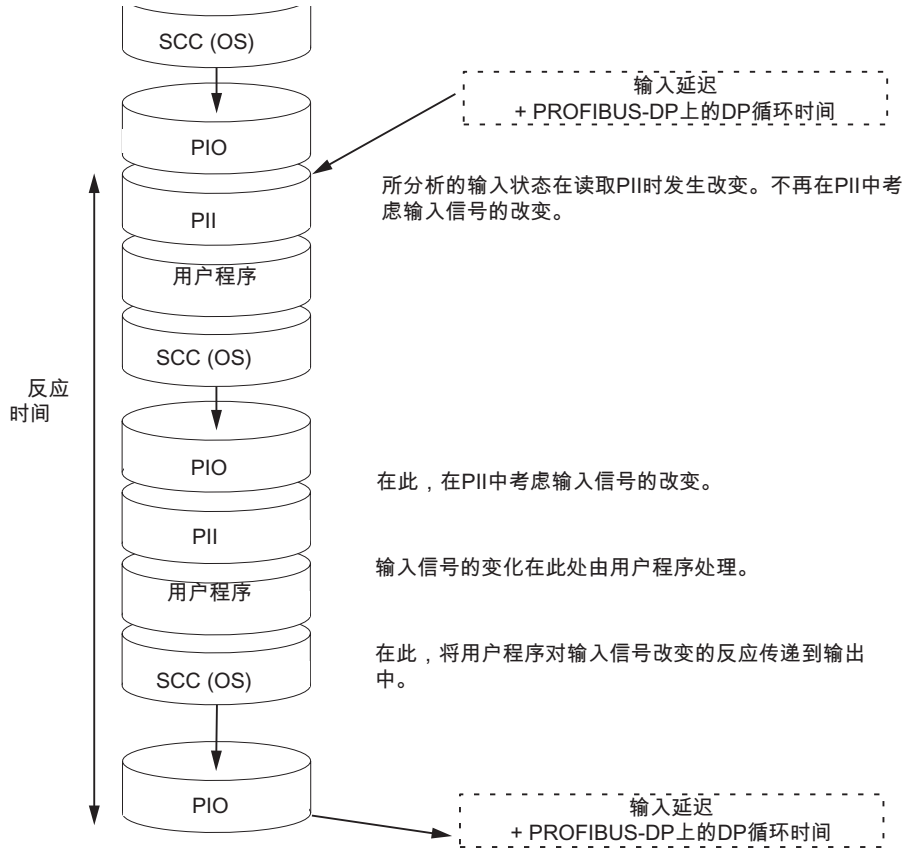


图 16-9　　最长反应时间

计算

(最长)反应时间由下列部分组成：

- 2 × 输入处的过程映像传送时间 +
- 2 × 输出处的过程映像传送时间 +
- 2 x 操作系统处理时间 +
- 2 x 程序处理时间，+
- 2 x DP 从站帧的延迟时间(包括在 DP 主站中的处理时间) +
- 输入和输出端的延迟

结果等于 2 倍周期加上输入和输出中的延迟，再加上 2 倍 DP 周期的总和。

I/O 直接访问

通过在用户程序中直接访问 I/O，可以实现更短的反应时间，例如通过

- L PIB 或
- T PQW。

可以按前面所述计算反应时间。

减少反应时间

这将减少最大反应时间，用于

- 输入和输出端的延迟
- 用户程序执行时间(可以被更高优先级的中断处理中断)
- 直接访问的运行时间
- DP 的总线延迟时间的两倍

下表列出了 CPU 对 I/O 模块进行直接访问的执行时间。所显示的时间为“理想值”。

表格 16- 9　CPU 对 I/O 模块的直接访问

访问模式	412-3H 单机模式	412-3H 冗余	414-4H 单机模式	414-4H 冗余	417-4H 单机模式	417-4H 冗余
读取字节	3.5 µs	30.5 µs	3.0 µs	21.0 µs	2.2 µs	11.2 µs
读取单字	5.2 µs	33.0 µs	4.5 µs	22.0 µs	3.9 µs	11.7 µs
读取双字	8.2 µs	33.0 µs	7.6 µs	23.5 µs	7.0 µs	14.7 µs
写入字节	3.5 µs	31.1 µs	2.8 µs	21.5 µs	2.3 µs	11.3 µs
写入单字	5.2 µs	33.5 µs	4.5 µs	22.5 µs	3.9 µs	11.8 µs
写入双字	8.5 µs	33.5 µs	7.8 µs	24.0 µs	7.1 µs	15.0 µs

表格 16- 10 CPU 通过本地链接对扩展设备中的 I/O 模块的直接访问

访问模式	412-3H 单机模式	412-3H 冗余	414-4H 单机模式	414-4H 冗余	417-4H 单机模式	417-4H 冗余
读取字节	6.9 µs	32.6 µs	6.3 µs	22.5 µs	5.7 µs	13.4 µs
读取单字	12.1 µs	36.5 µs	11.5 µs	27.5 µs	10.8 µs	18.6 µs
读取双字	22.2 µs	46.5 µs	21.5 µs	37.5 µs	20.9 µs	28.7 µs
写入字节	6.6 µs	31.6 µs	5.9 µs	22.5 µs	5.5 µs	13.4 µs
写入单字	11.7 µs	36.7 µs	11.0 µs	27.5 µs	10.4 µs	18.3 µs
写入双字	21.5 µs	46.4 µs	20.8 µs	37.0 µs	20.2 µs	28.0 µs

表格 16- 11 CPU 通过远程链接对扩展设备中的 I/O 模块的直接访问

访问模式	412-3H 单机模式	412-3H 冗余	414-4H 单机模式	414-4H 冗余	417-4H 单机模式	417-4H 冗余
读取字节	11.5 µs	35.0 µs	11.5 µs	26.0 µs	11.3 µs	17.0 µs
读取单字	23.0 µs	47.0 µs	23.0 µs	37.5 µs	22.8 µs	28.6 µs
读取双字	46.0 µs	70.0 µs	46.0 µs	60.5 µs	45.9 µs	51.7 µs
写入字节	11.0 µs	35.0 µs	11.0 µs	26.0 µs	10.8 µs	16.8 µs
写入单字	22.0 µs	46.0 µs	22.0 µs	37.0 µs	21.9 µs	27.8 µs
写入双字	44.5 µs	68.5 µs	44.5 µs	59.0 µs	44.0 µs	50.0 ms

所指定的时间只是 CPU 处理时间，除非另有声明，否则该时间适用于中央单元中的信号模块。

说明

使用硬件中断同样可实现较短的反应时间；请参见 中断反应时间 (页 343)小节。

16.6 计算周期和反应时间

周期

1. 通过指令列表确定用户程序的运行时间。
2. 计算并加上过程映像的传送时间。 可以在从 16-3 开始的各个表中找到该时间的参考值。
3. 将其和周期校验点处的处理时间相加。 可以在表 16-8 中找到该时间的参考值。
4. 将计算出来的数值乘以表 16-7 中的系数。

结果即为**周期**。

因通讯和中断而延长周期

1. 将结果乘以下列系数：

100 / (100 –“以百分比表示的已组态通讯负载”)

1. 通过指令列表计算处理中断的程序元素的运行时间。 为此，从表 16-9 中添加相关值。将该值与步骤 4 中的系数相乘。
   只要在周期内触发中断或期望触发中断，就要将理论周期加上该值。

所得结果约等于**实际周期**。 记下该结果。

表格 16- 12 反应时间计算实例

最短反应时间	**最长反应时间**
7. 接下来，计算输入和输出端的延迟，如适用，也可计算 PROFIBUS DP 网络上的周期。	7. 将实际周期乘以系数 2。
	8. 接下来，计算输入和输出端的延迟以及 PROFIBUS DP 网络上的周期。
8. 所得结果为**最短反应时间**。	9. 所得结果为**最长反应时间**。

16.7 周期和反应时间计算实例

实例 I

已经在中央单元中安装了一个包含下列模块的 S7-400

- 一个处于冗余模式的 414-4H CPU
- 2 个数字量输入模块 SM 421；DI 32xDC 24 V (每个模块在 PI 中占 4 个字节)
- 2 个数字量输出模块 SM 422；DO 32xDC 24 V /0.5 (每个模块在 PI 中占 4 个字节)

用户程序

根据操作列表，用户程序的运行时间为 15 ms。

计算周期

根据下列时间得出实例中的周期：

- 因为 CPU 特有系数是 1.2，所以用户程序执行时间是：
  大约 18.0 ms
- 过程映像传送时间(4 x 双字访问)

  过程映像： 9 µs + 4 ×25.7 µs = 大约 0.112 ms
- 周期校验点处的 OS 执行时间
  约 0.609 ms

周期是通过计算所列时间之和得出的：

周期 = 18.0 ms + 0.112 ms + 0.609 ms **= 18.721 ms。**

计算实际周期

- 考虑通讯负载(缺省值：20%):
  18.721 ms * 100/(100–20) **= 23.401 ms。**
- 没有中断处理。

因此，向上舍入得出的实际周期为 **23.5 ms。**

计算最长反应时间

- 最长反应时间
  23.5 ms * 2 **= 47.0 ms。**
- 输入和输出延迟可以忽略。
- 由于已将全部组件插入到了中央机架中，因此不必考虑 DP 周期时间。
- 没有中断处理。

因此，向上舍入得出的最长反应时间 **= 47 ms。**

实例 II

已经安装了具有下列模块的 S7-400：

- 一个处于冗余模式的 414-4H CPU
- 4 个数字量输入模块 SM 421；DI 32xDC 24 V (每个模块在 PI 中占 4 个字节)
- 3 个数字量输出模块 SM 422；DO 16xDC 24 V /2 (每个模块在 PI 中占 2 个字节)
- 2 个模拟量输入模块 SM 431；AI 8x13 位（不在 PI 中）
- 2 个模拟量输出模块 SM 432；AO 8x13 位(不在 PI 中)

CPU 参数

已为 CPU 分配了如下参数：

- 因通讯产生的周期负载： 40 %

用户程序

根据操作列表，用户程序的运行时间为 10.0 ms。

计算周期

根据下列时间得出实例中的理论周期：

- 因为 CPU 特有系数是 1.2，所以用户程序执行时间是：
  大约 12.0 ms
- 过程映像传送时间(4 x 双字访问和 3 x 单字访问)

  过程映像： 9 µs + 7 ×25.7 µs = 大约 0.189 ms
- 周期检验点处的 OS 运行时间：
  约 0.609 ms

周期是通过计算所列时间之和得出的：

周期时间 = 12.0 ms + 0.189 ms + 0.609 ms **= 12.789 ms。**

计算实际周期

- 考虑通讯负载：
  12.789 ms * 100 / (100-40) **= 21.33 ms。**
- 每隔 100 ms 触发一次运行时间为 0.5 ms 的时钟中断。
  在一个周期内，中断最多可以触发一次：
  0.5 ms + 0.588 ms(来自表 16-9) **= 1.088 ms。**
  考虑通讯负载：
  1.088 ms * 100 / (100–40) **= 1.813 ms。**
- 21.33 ms + 1.813 ms **= 23.143 ms。**

考虑到时间片，向上舍入得出的实际周期为 **23.2 ms。**

计算最长反应时间

- 最长反应时间
  23.2 ms * 2 **= 46.4 ms。**
- 输入和输出延迟
  - 每个通道的数字量输入模块 SM 421；DI 32xDC 24 V 的最大输入延迟为 4.8 ms。
  - 数字量输出模块 SM 422；DO 16xDC 24 V/2A 的输出延迟可以忽略。
  - 模拟量输入模块 SM 431；AI 8x13 位已针对 50 Hz 干扰频率抑制进行了组态。 这就使得每个通道具有 25 ms 的转换时间。 当激活 8 个通道时，结果得到的模拟量输出模块周期是 200 ms。
  - 模拟量输出模块 SM 432；AO 8x13 位针对测量范围 0...10V 内的操作进行了组态。 这就使得每个通道具有 0.3 ms 的转换时间。 当激活 8 个通道时，结果得到的周期是 2.4 ms。 必须将此值加上电阻负载的瞬态时间 0.1 ms。 结果得到的模拟量输出响应时间为 2.5 ms。
- 所有组件均安装在中央机架中，因此 DP 周期可以忽略。
- 使用情况 1： 系统在读入一个数字量输入信号后，设置一个数字量输出通道。结果得到的反应时间为：

  反应时间 = 46.4 ms + 4.8 ms = 51.2 ms。
- 使用情况 2： 系统读入并输出模拟值。 结果得到的反应时间为：

  反应时间 = 46.4 ms + 200 ms + 2.5 ms = 248.9 ms。

16.8 中断反应时间

中断反应时间的定义

中断反应时间等于从第一次出现中断信号到调用中断 OB 中第一条指令所用的时间。

一般规则：优先级较高的中断先起作用。 也就是说，中断反应时间随着高优先级中断 OB 的程序执行时间而增加，并随着先前尚未处理(排队)的具有相同优先级的中断 OB 而增加。

计算中断响应时间

CPU 的最小中断反应时间
+ 信号模块的最小中断反应时间

+ PROFIBUS DP 上的 DP 周期

= 最短中断反应时间

CPU 的最大中断反应时间
+ 信号模块的最大中断反应时间

+ 2 * PROFIBUS–DP 上的 DP 周期

= 最长中断反应时间

CPU 的过程和诊断中断反应时间

表格 16- 13 过程和诊断反应时间；无通讯时的最大中断反应时间

CPU	硬件中断反应时间		诊断中断反应时间	
	最小值	最大值	最小值	最大值
412-3H 单机模式	366 µs	572 µs	354 µs	563 µs
412-3H 冗余	370 µs	1143 µs	620 µs	982 µs
414-4H 单机模式	231 µs	361 µs	225 µs	356 µs
414-4H 冗余	464 µs	726 µs	366 µs	592 µs
417-4H 单机模式	106 µs	158 µs	104 µs	167 µs
417-4H 冗余	234 µs	336 µs	185 µs	294 µs

增加有通讯时的最大中断反应时间

当激活通讯功能时，最大中断反应时间会增大。 使用下列公式计算增量：

CPU 41x–4H t_v = 100 µs + 1000 µs × n%，可能会显著延长

其中，n = 因通讯引起的周期负载

信号模块

信号模块的硬件中断反应时间由以下部分组成：

- 数字量输入模块

  硬件中断反应时间 = 内部中断处理时间 + 输入延迟

  欲知有关时间的信息，请参考相关数字量输入模块的数据表。

- 模拟量输入模块：

  硬件中断反应时间 = 内部中断处理时间 + 转换时间

  模拟量输入模块的内部中断处理时间可以忽略。 欲知有关转换时间的信息，请参考相关模拟量输入模块的数据表。

信号模块的诊断中断反应时间等于从信号模块检测到一个诊断事件开始，到由该模块触发诊断中断为止所用的时间。 该时间可以忽略。

硬件中断处理

通过调用硬件中断 OB 4x 启动硬件中断处理。 当执行该指令时，更高优先级的中断将中断硬件中断处理，并直接访问 I/O。 处理硬件中断后，系统可以继续执行循环程序，也可以调用并处理同一优先级或较低优先级的中断 OB。

16.9 中断反应时间计算实例

中断反应时间的元素

提示： 硬件中断反应时间由下列部分组成：

- CPU 的硬件中断反应时间
- 信号模块的硬件中断反应时间
- PROFIBUS DP 上 DP 周期的两倍

实例： 已在中央机架中安装了 417-4H CPU 和四个数字量模块。 一个数字量输入模块为 SM 421；DI 16xUC 24/60 V，带过程和诊断中断。 在 CPU 和 SM 参数中，只启用了硬件中断。 没有时间驱动的处理、诊断或错误处理。 对于数字量输入模块，已组态了 0.5 ms 的输入延迟。在周期检验点处不需要任何操作。 已经为周期设置了一个 20 %的通讯负载。

计算

可以根据下列时间得出实例中的硬件中断反应时间：

- CPU 417-4H 的硬件中断反应时间： 大约 0.6 ms (冗余模式下的平均值)
- 按照 中断反应时间 (页 343)小节所述，因通讯引起的时间延长：

100 µs + 1000 µs × 20% = 300 µs = 0.3 ms

- SM 421；DI 16 x UC 24/60 V 的硬件中断反应时间：
  - - 内部中断处理时间： 0.5 ms
  - - 输入延迟： 0.5 ms
- 因为信号模块安装在中央单元，所以与 PROFIBUS-DP 上的 DP 周期无关。

硬件中断反应时间等于所列时间之和：

硬件中断反应时间 = 0.6 ms + 0.3 ms + 0.5 ms + 0.5 ms = **大约 1.9 ms**。

该计算得出的硬件中断反应时间等于从检测到数字量输入端的信号开始，到调用 OB 4x 中的第一个指令为止所用的时间。

16.10 延迟和监视狗中断的再现能力

“再现能力”的定义

时间延迟中断：

从调用中断 OB 中的第一条指令到设定的中断时间所经历的时间段。

循环中断：

两次连续调用之间的时间间隔波动，是通过测量两次调用中断 OB 的第一条指令之间的时间间隔得到的。

再现能力

下表包含 CPU 的时间延迟中断和循环中断的再现能力。

表格 16- 14 CPU 的时间延迟中断和循环中断的再现能力

模块	再现能力	
	时间延迟中断	循环中断
CPU 412-3H 单机模式	-499 µs/+469 µs	-315 µs/+305 µs
CPU 412-3H 冗余	-557 µs/+722 µs	-710 µs/+655 µs
CPU 414-4H 单机模式	-342 µs/+386 µs	-242 µs/+233 µs
CPU 414-4H 冗余	-545 µs/+440 µs	-793 µs/+620 µs
CPU 417-4H 单机模式	-311 µs/+277 µs	-208 µs/+210 µs
CPU 417-4H 冗余	-453 µs/+514 µs	-229 µs/+289 µs

仅当该中断可在此时实际执行且不会被中断(例如，被具有更高优先级或具有相同优先级排队等候的中断所中断)时，这些时间才适用。

17 技术规范

17.1 CPU 412–3H；(6ES7412–3HJ14–0AB0)的技术规范

CPU 和产品版本	
MLFB	6ES7412–3HJ14–0AB0
• 固件版本	V 4.5
相应的编程软件包	具有硬件更新的 STEP 7 V5.3 SP2 或更高版本

存储器	
工作存储器	
• 集成	512 KB，用于代码 256 KB，用于数据
装载存储器	
• 集成	256 KB 的 RAM
• 可扩展的 FEPROM	带 1 MB 至 64 MB 容量的存储卡(闪存)
• 可扩展的 RAM	带 256 KB 至 64 MB 容量的存储卡(RAM)
使用电池备份	有，所有数据

处理时间	
处理时间，用于	
• 位指令	75 ns
• 字指令	75 ns
• 定点数运算	75 ns
• 浮点数运算	225 ns

定时器/计数器及其保持性	
S7 计数器	2048
• 可选择的保持性	从 C 0 到 C 2047
• 预设	从 C 0 到 C 7
• 计数范围	0 到 999
IEC 计数器	有
• 类型	SFB
S7 定时器	2048
• 可选择的保持性	从 T 0 到 T 2047
• 预设	无保持性定时器
• 时间范围	10 ms 到 9990 s
IEC 定时器	有
• 类型	SFB

数据区及其保持性	
总的保持性数据区(包括位存储器、定时器和计数器)	整个工作存储器和装载存储器(带有备用电池)
位存储器	8 KB
• 可选择的保持性	从 MB 0 到 MB 8191
• 预设保持性	从 MB 0 到 MB 15
时钟存储器位	8 (1 个存储字节)
数据块	最多 4095 个(保留 DB 0) 数值范围从 1 到 4095
• 大小	最大 64 KB
本地数据(可选择)	最大 16 KB
• 预设	8 KB

块	
OB	请参见指令列表
• 大小	最大 64 KB
嵌套深度	
• 每个优先级等级	24
• 此外，在一个错误处理 OB 中	1
SDB	最多 512 个
FB	最多 2048 个 数值范围从 0 到 2047
• 大小	最大 64 KB
FC	最多 2048 个 数值范围从 0 到 2047
• 大小	最大 64 KB

地址区(输入/输出)	
总的 I/O 地址区	8 KB/8 KB
• 分布式	包括诊断地址、I/O 接口模块的地址等
MPI/DP 接口	2 KB/2 KB
过程映像	8 KB/8 KB(可选择)
• 预设	256 个字节/256 个字节
• 过程映像分区数	最多 15 个
• 一致性数据	最多 244 字节
访问过程映像中的一致性数据	支持
数字通道	最多 65536 个/ 最多 65536 个
• 中心	最多 65536 个/ 最多 65536 个
模拟通道	最多 4096 个/ 最多 4096 个
• 中心	最多 4096 个/ 最多 4096 个

组态	
中央单元/扩展单元	最多 1/21
多重计算	不支持
插入式 IM 的数目(总计)	最多 6 个
• IM 460	最多 6 个
• IM 463–2	最多 4 个，仅在单机模式下
DP 主站的数目	
• 集成	1
• 通过 CP 443–5 扩展型	最多 10 个
可操作的 FM 和 CP	
• FM，CP(点对点) 请参见附录 E	受插槽数和连接数的限制
• CP 441	受连接数目的限制，最大为 30
• PROFIBUS 和以太网 CP(包括 CP 4435 扩展型)	最多 14 个，其中最多可有 10 个 CP 作为 DP 主站
可连接的 OP 数	15，其中的 8 个带消息处理

时间	
时钟(实时时钟)	有
• 已缓存	是
• 分辨度	1 ms
每日最大偏差	
• 断电(已备份)	1.7 s
• 通电(未备份)	8.6 s
运行时间计数器	8
• 编号/编号范围	0 到 7
• 值范围	0 到 32767 小时
• 间隔	1 小时
• 保持性	有
时钟同步	支持
• 在 AS 中的 MPI 和 DP 上	作为主站或从站
通过 MPI 同步的系统中的时差	最多 200 ms

S7 消息功能	
能够登录以实现消息功能(例如 WIN CC 或 SIMATIC OP)的站数	最多 8 个
块相关的消息	支持
• 同时激活的 Alarm_S/SQ 块和 Alarm_D/DQ 块	最多 100 个
Alarm_8 块	支持
• 用于 ALARM_8 块的通讯作业数和用于 S7 通讯的块数(可选择)	最多 600 个
• 预设	300
过程控制消息	有
可同时登录的归档数(SFB 37 AR_SEND)	16

测试和调试功能	
状态/修改变量	有
• 变量	输入/输出、位存储器、DB、分布式输入/输出、定时器、计数器
• 变量数	最多 70 个
光纤电缆	支持
• 变量	输入/输出、位存储器、分布式输入/输出
• 变量数	最多 256 个
状态 LED	有，FRCE-LED
状态块	有
单个步骤	支持
断点数	4
诊断缓冲区	有
• 条目数	最多 3200 个(可选择)
• 预设	120

通讯	
编程设备/OP 通讯	支持
路由	支持
S7 通讯	支持
• 每个作业的用户数据	最大 64 KB
• 其中的一致性部分	1 个变量(462 个字节)
S7 基本通讯	不支持
全局数据通讯	不支持
S5 兼容的通讯	使用 FC AG_SEND 和 AG_RECV，最多通过 10 个 CP 443-1 或 443-5 模块
• 每个作业的用户数据	最大 8 KB
• 其中的一致性部分	240 个字节
同时进行的 AG_SEND/AG_RECV 作业数	最多 24/24，请参见 CP 手册
标准通讯(FMS)	有，通过 CP 和可装载的 FB
通过所有接口和 CP 进行 S7 连接的连接资源数	16，其中包括为编程设备和 OP 各保留的一个

接口
不要将 CPU 组态成 DP 从站。

第 1 个接口	
接口类型	集成
物理属性	RS-485/PROFIBUS 和 MPI
隔离	是
接口电源(15 V DC 到 30 V DC)	最大 150 mA
连接资源数	MPI： 16，DP： 16

功能	
• MPI	有
• PROFIBUS DP	DP 主站

MPI 模式下的第 1 个接口	
服务	
• 编程设备/OP 通讯	支持
• 路由	支持
• S7 通讯	支持
• 全局数据通讯	不支持
• S7 基本通讯	不支持
• 传输率	最大 12 Mbps

DP 主站模式下的第 1 个接口	
服务	
• 编程设备/OP 通讯	支持
• 路由	支持
• S7 通讯	支持
• 全局数据通讯	不支持
• S7 基本通讯	不支持
• 恒定的总线周期	不支持
• SYNC/FREEZE	不支持
• 启用/禁用 DP 从站	不支持
• 数据直接交换(从站到从站通讯)	不支持
传输率	最大 12 Mbps
DP 从站的数目	最多 32 个
每个接口的插槽数	最多 544 个
地址区	最大 2 KB 的输入/2 KB 的输出

DP 主站模式下的第 1 个接口	
每个 DP 从站的用户数据	最多 244 最多 244 字节输入 最多 244 字节输出 最多 244 个插槽 每个插槽最多 128 字节
注意： • 所有插槽上的输入字节总数不能超过 244。 • 所有插槽上的输出字节总数不能超过 244。 • 在所有 32 个从站上总数不能超过接口地址范围(最大 2 KB 的输入/2 KB 的输出)。	

第 2 个和第 3 个接口	
接口类型	插入式同步模块(光缆)
可用的接口模块	同步模块 IF 960 (仅限在冗余模式下；在单机模式下，接口为空闲/被覆盖)
同步电缆的长度	最长 10 m， 只能与同步模块 6ES7960-1AA04-0XA0 一起使用

编程	
编程语言	LAD、FBD、STL、SCL、CFC、Graph、HiGraph®
指令集	请参见指令列表
嵌套层次	8
系统功能(SFC)	请参见指令列表
每个链中同时激活的 SFC 数	
• SFC 59“RD_REC”	8
• SFC 58“WR_REC”	8
• SFC 55“WR_PARM”	8
• SFC 57“PARM_MOD”	1
• SFC 56“WR_DPARM”	2
• SFC 13“DPNRM_DG”	8
• SFC 51“RDSYSST”	8

编程	
• SFC 103“DP_TOPOL”	1
所有外部链上激活的 SFC 总数可以是单个链上 SFC 数目的四倍。	
系统功能块(SFB)	请参见指令列表
每个链中同时激活的 SFB 数	
• SFB 52 "RDREC"	8
• SFB 53“WRREC”	8
所有外部链上激活的 SFB 总数可以是单个链上 SFB 数目的四倍。	
用户程序保护	密码保护
访问过程映像中的一致性数据	可以

CiR 同步时间(在单机模式下)	
基本负载	150 ms
处理每个 I/O 字节的时间	40 µs

尺寸	
安装尺寸 W x H x D (mm)	50 x 290 x 219
所需插槽数	2
重量	约 0.990 kg

电压，电流	
S7-400 总线的电流消耗(5 V DC)	平均 1.2 A 最大 1.5 A
S7-400 总线的电流消耗(24 V DC) 电压为 24 V 时，CPU 不消耗任何电流，此电压只可用于 MPI/DP 接口。	连接到 MPI/DP 接口的组件的电流消耗总和，然而每个接口最大为 150 mA
输出到 DP 接口(5 V DC)的电流	最大 90 mA
备用电流	平均 190 µA (最高 40° C) 最大 660 µA
最长备用时间	请参见*《模块规范》*参考手册，第 3.3 节。
馈送给 CPU 的外部备用电压	5 V 到 15 V DC
功率损耗	平均 6.0 W

17.2 CPU 414–4H；(6ES7414–4HM14–0AB0)的技术规范

CPU 和产品版本	
MLFB	6ES7414–4HM14–0AB0
• 固件版本	V 4.5
相应的编程软件包	具有硬件更新的 STEP 7 V5.3 SP2 或更高版本

存储器	
工作存储器	
• 集成	1400 KB，用于代码 1400 KB，用于数据
装载存储器	
• 集成	256 KB 的 RAM
• 可扩展的 FEPROM	带 1 MB 至 64 MB 容量的存储卡(闪存)
• 可扩展的 RAM	带 256 KB 至 64 MB 容量的存储卡(RAM)
使用电池备份	有，所有数据

处理时间	
处理时间，用于	
• 位指令	45 ns
• 字指令	45 ns
• 定点数运算	45 ns
• 浮点数运算	135 ns

定时器/计数器及其保持性	
S7 计数器	2048
• 可选择的保持性	从 C 0 到 C 2047
• 预设	从 C 0 到 C 7
• 计数范围	0 到 999
IEC 计数器	有
• 类型	SFB
S7 定时器	2048
• 可选择的保持性	从 T 0 到 T 2047
• 预设	无保持性定时器
• 时间范围	10 ms 到 9990 s
IEC 定时器	有
• 类型	SFB

数据区及其保持性	
总的保持性数据区(包括位存储器、定时器和计数器)	整个工作存储器和装载存储器(带有备用电池)
位存储器	8 KB
• 可选择的保持性	从 MB 0 到 MB 8191
• 预设保持性	从 MB 0 到 MB 15
时钟存储器位	8 (1 个存储字节)
数据块	最多 4095 个(保留 DB 0) 数值范围从 1 到 4095
• 大小	最大 64 KB
本地数据(可选择)	最大 16 KB
• 预设	8 KB

块	
OB	请参见指令列表
• 大小	最大 64 KB
嵌套深度	
• 每个优先级等级	24
• 此外，在一个错误处理 OB 中	1
SDB	最多 512 个
FB	最多 2048 个 数值范围从 0 到 2047
• 大小	最大 64 KB
FC	最多 2048 个 数值范围从 0 到 2047
• 大小	最大 64 KB

地址区(输入/输出)	
总的 I/O 地址区	8 KB/8 KB
• 分布式	包括诊断地址、I/O 接口模块的地址等
MPI/DP 接口	2 KB/2 KB
DP 接口	6 KB/6 KB
过程映像	8 KB/8 KB(可选择)
• 预设	256 个字节/256 个字节
• 过程映像分区数	最多 15 个
• 一致性数据	最多 244 字节
访问过程映像中的一致性数据	支持
数字通道	最多 65536 个/ 最多 65536 个
• 中心	最多 65536 个/ 最多 65536 个
模拟通道	最多 4096 个/ 最多 4096 个
• 中心	最多 4096 个/ 最多 4096 个

组态	
中央单元/扩展单元	最多 1/21
多重计算	不支持
插入式 IM 的数目(总计)	最多 6 个
• IM 460	最多 6 个
• IM 463–2	最多 4 个，仅在单机模式下
DP 主站的数目	
• 集成	2
• 通过 CP 443–5 扩展型	最多 10 个
可操作的 FM 和 CP	
• FM，CP(点对点) 请参见附录 E	受插槽数和连接数的限制
• CP 441	受连接数目的限制，最大为 30
• PROFIBUS 和以太网 CP(包括 CP 4435 扩展型)	最多 14 个，其中最多可有 10 个 CP 作为 DP 主站
可连接的 OP 数	31，其中的 8 个带消息处理

时间	
时钟	有
• 已缓存	是
• 分辨度	1 ms
每日最大偏差	
• 断电(已备份)	1.7 s
• 通电(未备份)	8.6 s
运行时间计数器	8
• 编号	0 到 7
• 值范围	0 到 32767 小时
• 间隔	1 小时
• 保持性	有
时钟同步	支持
• 在 AS 中的 MPI 和 DP 上	作为主站或从站
通过 MPI 同步的系统中的时差	最多 200 ms

S7 消息功能	
能够登录以实现消息功能(例如 WIN CC 或 SIMATIC OP)的站数	最多 8 个
块相关的消息	支持
• 同时激活的 Alarm_S/SQ 块和 Alarm_D/DQ 块	最多 100 个
Alarm_8 块	支持
• 用于 ALARM_8 块的通讯作业数和用于 S7 通讯的块数(可选择)	最多 1200 个
• 预设	900
过程控制消息	有
可同时登录的归档数(SFB 37 AR_SEND)	16

测试和调试功能	
状态/修改变量	有
• 变量	输入/输出、位存储器、DB、分布式输入/输出、定时器、计数器
• 变量数	最多 70 个
光纤电缆	支持
• 变量	输入/输出、位存储器、分布式输入/输出
• 变量数	最多 256 个
状态 LED	有，FRCE-LED
状态块	有
单个步骤	支持
断点数	4
诊断缓冲区	有
• 条目数	最多 3200 个(可选择)
• 预设	120

通讯	
编程设备/OP 通讯	支持
路由	支持
S7 通讯	支持
• 每个作业的用户数据	最大 64 KB
• 其中的一致性部分	1 个变量(462 个字节)
S7 基本通讯	不支持
全局数据通讯	不支持
S5 兼容的通讯	使用 FC AG_SEND 和 AG_RECV，最多通过 10 个 CP 443-1 或 443-5 模块
• 每个作业的用户数据	最大 8 KB
• 其中的一致性部分	240 个字节
同时进行的 AG_SEND/AG_RECV 作业数	最多 24/24，请参见 CP 手册
标准通讯(FMS)	有 (通过 CP 和可装载的 FB)
通过所有接口和 CP 进行 S7 连接的连接资源数	32，其中包括为编程设备和 OP 各保留的一个

接口
不要将 CPU 组态成 DP 从站。

第 1 个接口	
接口类型	集成
物理属性	RS 485/PROFIBUS
隔离	有
接口电源(15 V DC 到 30 V DC)	最大 150 mA
连接资源数	MPI： 32，DP： 32

功能	
• MPI	有
• PROFIBUS DP	DP 主站

MPI 模式下的第 1 个接口	
服务	
• 编程设备/OP 通讯	支持
• 路由	支持
• S7 通讯	支持
• 全局数据通讯	不支持
• S7 基本通讯	不支持
• 传输率	最大 12 Mbps

DP 主站模式下的第 1 个接口	
• 服务	
• 编程设备/OP 通讯	有
• 路由	有
• S7 通讯	有
• 全局数据通讯	无
• S7 基本通讯	无
• 恒定的总线周期	否
• SYNC/FREEZE	无
• 启用/禁用 DP 从站	否
• 数据直接交换(从站到从站通讯)	否
• 传输率	最大 12 Mbps
• DP 从站的数目	最多 32 个
• 每个接口的插槽数	最多 544 个
• 地址区	最大 2 KB 的输入/2 KB 的输出
• 每个 DP 从站的用户数据	最多 244 字节 最多 244 字节输入 最多 244 字节输出 最多 244 个插槽 每个插槽最多 128 字节

DP 主站模式下的第 1 个接口
注意： • 所有插槽上的输入字节总数不能超过 244。 • 所有插槽上的输出字节总数不能超过 244。 • 在所有 32 个从站上总数不能超过接口地址范围(最大 2 KB 的输入/2 KB 的输出)。

第 2 个接口	
接口类型	集成
物理属性	RS 485/PROFIBUS
隔离	有
接口电源(15 V DC 到 30 V DC)	最大 150 mA
连接资源数	16

功能	
• PROFIBUS DP	DP 主站

DP 主站模式下的第 2 个接口	
服务	
• 编程设备/OP 通讯	有
• 路由	有
• S7 通讯	有
• 全局数据通讯	无
• S7 基本通讯	无
• 恒定的总线周期	否
• SYNC/FREEZE	无
• 启用/禁用 DP 从站	否
• 数据直接交换(从站到从站通讯)	否
• 传输率	最高 12 Mbps
• DP 从站的数目	最多 96 个
• 每个接口的插槽数	最多 1632 个
• 地址区	最大 6 KB 的输入/6 KB 的输出

DP 主站模式下的第 2 个接口	
• 每个 DP 从站的用户数据	最多 244 字节 最多 244 字节输入 最多 244 字节输出 最多 244 个插槽 每个插槽最多 128 字节
注意： • 所有插槽上的输入字节总数不能超过 244。 • 所有插槽上的输出字节总数不能超过 244。 • 在所有 96 个从站上总数不能超过接口地址范围(最大 6 KB 的输入/6 KB 的输出)。	

第 3 个和第 4 个接口	
接口类型	插入式同步模块(光缆)
可用的接口模块	同步模块 IF 960 (仅限在冗余模式下；在单机模式下，接口为空闲/被覆盖)
同步电缆的长度	最大 10 km

编程	
编程语言	LAD、FBD、STL、SCL、CFC、Graph、HiGraph®
指令集	请参见指令列表
嵌套层次	8
系统功能(SFC)	请参见指令列表
每个链中同时激活的 SFC 数	
• SFC 59“RD_REC”	8
• SFC 58“WR_REC”	8
• SFC 55“WR_PARM”	8
• SFC 57“PARM_MOD”	1
• SFC 56“WR_DPARM”	2
• SFC 13“DPNRM_DG”	8
• SFC 51“RDSYSST”	8
• SFC 103“DP_TOPOL”	1

编程	
所有外部链上激活的 SFC 总数可以是单个链上 SFC 数目的四倍。	
系统功能块(SFB)	请参见指令列表
每个链中同时激活的 SFB 数	
• SFB 52 "RDREC"	8
• SFB 53“WRREC”	8
所有外部链上激活的 SFB 总数可以是单个链上 SFB 数目的四倍。	
用户程序保护	密码保护
访问过程映像中的一致性数据	支持

CiR 同步时间(在单机模式下)	
基本负载	100 ms
处理每个 I/O 字节的时间	25 µs

尺寸	
安装尺寸 W x H x D (mm)	50 x 290 x 219
所需插槽数	2
重量	约 0.995 kg

电压，电流	
S7–400 总线的电流消耗(5 V DC)	平均 1.4 A 最大 1.7 A
S7-400 总线的电流消耗(24 V DC) 电压为 24 V 时，CPU 不消耗任何电流，此电压只可用于 MPI/DP 接口。	连接到 MPI/DP 接口的组件的电流消耗总和，然而每个接口最大为 150 mA
输出到 DP 接口(5 V DC)的电流	最大 90 mA
备用电流	平均 190 µA (最高 40° C) 最大 660 µA
最长备用时间	请参见*《模块规范》*参考手册，第 3.3 节。
馈送给 CPU 的外部备用电压	5 V 到 15 V DC
功率损耗	平均 7.0 W

17.3 CPU 417–4H；(6ES7417–4HT14–0AB0)的技术规范

CPU 和产品版本	
MLFB	6ES7417–4HT14–0AB0
• 固件版本	V 4.5
相应的编程软件包	具有硬件更新的 STEP 7 V5.3 SP2 或更高版本

存储器	
工作存储器	
• 集成	15 MB，用于代码 15 MB，用于数据
装载存储器	
• 集成	256 KB 的 RAM
• 可扩展的 FEPROM	带 1 MB 至 64 MB 容量的存储卡(闪存)
• 可扩展的 RAM	带 256 KB 至 64 MB 容量的存储卡(RAM)
使用电池备份	有，所有数据

处理时间	
处理时间，用于	
• 位指令	18 ns
• 字指令	18 ns
• 定点数运算	18 ns
• 浮点数运算	54 ns

定时器/计数器及其保持性	
S7 计数器	2048
• 可选择的保持性	从 C 0 到 C 2047
• 预设	从 C 0 到 C 7
• 计数范围	0 到 999
IEC 计数器	有
• 类型	SFB
S7 定时器	2048
• 可选择的保持性	从 T 0 到 T 2047
• 预设	无保持性定时器
• 时间范围	10 ms 到 9990 s
IEC 定时器	有
• 类型	SFB

数据区及其保持性	
总的保持性数据区(包括位存储器、定时器和计数器)	整个工作存储器和装载存储器(带有备用电池)
位存储器	16 KB
• 可选择的保持性	从 MB 0 到 MB 16383
• 预设保持性	从 MB 0 到 MB 15
时钟存储器位	8 (1 个存储字节)
数据块	最多 8191 个(保留 DB 0) 数值范围从 1 到 8191
• 大小	最大 64 KB
本地数据(可选择)	最大 64 KB
• 预设	32 KB

块	
OB	请参见指令列表
• 大小	最大 64 KB
嵌套深度	
• 每个优先级等级	24
• 此外，在一个错误处理 OB 中	2
SDB	最多 512 个
FB	最多 6144 个 数值范围从 0 到 6143
• 大小	最大 64 KB
FC	最多 6144 个 数值范围从 0 到 6143
• 大小	最大 64 KB

地址区(输入/输出)	
总的 I/O 地址区	16 KB/16 KB
• 分布式	包括诊断地址、I/O 接口模块地址等
MPI/DP 接口	2 KB/2 KB
DP 接口	8 KB/8 KB
过程映像	16 KB/16 KB (可编程)
• 预设	1024 个字节/1024 个字节
• 过程映像分区数	最多 15 个
• 一致性数据	最多 244 字节
访问过程映像中的一致性数据	支持
数字通道	最多 131072 个/ 最多 131072 个
• 中心	最多 131072 个/ 最多 131072 个

地址区(输入/输出)	
模拟通道	最多 8192 个/ 最多 8192 个
• 中心	最多 8192 个/ 最多 8192 个

组态	
中央单元/扩展单元	最多 1/21
多重计算	不支持
插入式 IM 的数目(总计)	最多 6 个
• IM 460	最多 6 个
• IM 463–2	最多 4 个，仅在单机模式下
DP 主站的数目	
• 集成	2
• 通过 CP 443–5 扩展型	最多 10 个
经由适配器外壳的插入式 S5 模块的数目(在中央单元中)	无
可操作的功能模块和通讯处理器	
• FM，CP(点对点) 请参见附录 E	受插槽数和连接数的限制
• CP 441	受连接数目的限制，最大为 30
• PROFIBUS 和以太网 CP(包括 CP 4435 扩展型)	最多 14 个，其中最多可有 10 个 CP 作为 DP 主站
可连接的 OP 数	63，其中的 16 个带消息处理

时间	
时钟	有
• 已缓存	是
• 分辨度	1 ms
每日最大偏差	
• 断电(已备份)	1.7 s
• 通电(未备份)	8.6 s
运行时间计数器	8
• 编号	0 到 7
• 值范围	0 到 32767 小时
• 间隔	1 小时
• 保持性	有
时钟同步	支持
• 在 AS 中的 MPI 和 DP 上	作为主站或从站
通过 MPI 同步的系统中的时差	最多 200 ms

S7 消息功能	
能够登录以实现消息功能(例如 WIN CC 或 SIMATIC OP)的站数	最多 16 个
块相关的消息	支持
• 同时激活的 Alarm_S/SQ 块和 Alarm_D/DQ 块	最多 200 个
Alarm_8 块	支持
• 用于 ALARM_8 块的通讯作业数和用于 S7 通讯的块数(可选择)	最多 10000 个
• 预设	1200
过程控制消息	有
可同时登录的归档数(SFB 37 AR_SEND)	64

测试和调试功能	
状态/修改变量	有
• 变量	输入/输出、位存储器、DB、分布式输入/输出、定时器、计数器
• 变量数	最多 70 个
光纤电缆	支持
• 变量	输入/输出、位存储器、分布式输入/输出
• 变量数	最多 512 个
状态 LED	有，FRCE-LED
状态块	有
单个步骤	支持
断点数	4
诊断缓冲区	有
• 条目数	最多 3200 个(可选择)
• 预设	120

通讯	
编程设备/OP 通讯	有
路由	有
通过所有接口和 CP 进行 S7 连接的连接资源数	64，其中每个为编程设备和 OP 保留的连接均有一个
S7 通讯	支持
• 每个作业的用户数据	64 个字节
• 其中的一致性部分	1 个变量(462 个字节)
全局数据通讯	无
S7 基本通讯	无
S5 兼容的通讯	使用 FC AG_SEND 和 AG_RECV，最多通过 10 个 CP 443-1 或 443-5 模块
• 每个作业的用户数据	最大 8 KB

通讯	
• 其中的一致性部分	240 个字节
同时进行的 AG_SEND/AG_RECV 作业数	最多 64/64，请参见 CP 手册
标准通讯(FMS)	有(通过 CP 和可装载 FC)
通过所有接口和 CP 进行 S7 连接的连接资源数	64，其中每个为编程设备和 OP 保留的连接均有一个

接口
不要将 CPU 组态成 DP 从站。

第 1 个接口	
接口类型	集成
物理属性	RS 485/PROFIBUS
隔离	有
接口电源(15 V DC 到 30 V DC)	最大 150 mA
连接资源数	MPI： 44，DP： 32 链中的一个诊断中继器将使连接资源数目减 1

功能	
• MPI	有
• PROFIBUS DP	DP 主站

MPI 模式下的第 1 个接口	
• 服务	
• 编程设备/OP 通讯	支持
• 路由	支持
• S7 通讯	支持
• 全局数据通讯	不支持
• S7 基本通讯	不支持
• 传输率	最大 12 Mbps

DP 主站模式下的第 1 个接口	
服务	
• 编程设备/OP 通讯	支持
• 路由	支持
• S7 通讯	支持
• 全局数据通讯	不支持
• S7 基本通讯	不支持
• 恒定的总线周期	不支持
• SYNC/FREEZE	不支持
• 启用/禁用 DP 从站	不支持
• 数据直接交换(从站到从站通讯)	不支持
传输率	最大 12 Mbps
DP 从站的数目	最多 32 个
每个接口的插槽数	最多 544 个
地址区	最大 2 KB 的输入/2 KB 的输出

DP 主站模式下的第 1 个接口	
每个 DP 从站的用户数据	最多 244 字节 最多 244 字节输入 最多 244 字节输出 最多 244 个插槽 每个插槽最多 128 字节
注意： • 所有插槽上的输入字节总数不能超过 244。 • 所有插槽上的输出字节总数不能超过 244。 • 在所有 32 个从站上总数不能超过接口地址范围(最大 2 KB 的输入/2 KB 的输出)。	

第 2 个接口	
接口类型	集成
物理属性	RS 485/PROFIBUS
隔离	有
接口电源(15 V DC 到 30 V DC)	最大 150 mA
连接资源数	32, 链中的一个诊断中继器将使连接资源数目减 1

功能	
• PROFIBUS DP	DP 主站

DP 主站模式下的第 2 个接口	
服务	
• 编程设备/OP 通讯	支持
• 路由	支持
• S7 通讯	支持
• 全局数据通讯	不支持

DP 主站模式下的第 2 个接口	
• S7 基本通讯	不支持
• 恒定的总线周期	不支持
• SYNC/FREEZE	不支持
• 启用/禁用 DP 从站	不支持
• 数据直接交换(从站到从站通讯)	不支持
传输率	最大 12 Mbps
DP 从站的数目	最多 125 个
每个接口的插槽数	最多 2173 个
地址区	最大 8 KB 的输入/8 KB 的输出
每个 DP 从站的用户数据	最多 244 字节 最多 244 字节输入 最多 244 字节输出 最多 244 个插槽 每个插槽最多 128 字节
注意： • 所有插槽上的输入字节总数不能超过 244。 • 所有插槽上的输出字节总数不能超过 244。 • 在所有 125 个从站上总数不能超过接口地址范围(最大 8 KB 的输入/8 KB 的输出)。	

第 3 个和第 4 个接口	
接口类型	插入式同步模块(光缆)
可用的接口模块	同步模块 IF 960 (仅限在冗余模式下；在单机模式下，接口为空闲/被覆盖)
同步电缆的长度	最大 10 km

编程	
编程语言	LAD、FBD、STL、SCL、CFC、Graph、HiGraph®
指令集	请参见指令列表
嵌套层次	8
系统功能(SFC)	请参见指令列表
每个链中同时激活的 SFC 数	
• SFC 59“RD_REC”	8
• SFC 58“WR_REC”	8
• SFC 55“WR_PARM”	8
• SFC 57“PARM_MOD”	1
• SFC 56“WR_DPARM”	2
• SFC 13“DPNRM_DG”	8
• SFC 51“RDSYSST”	8
• SFC 103“DP_TOPOL”	1
所有外部链上激活的 SFC 总数可以是单个链上 SFC 数目的四倍。	
系统功能块(SFB)	请参见指令列表
每个链中同时激活的 SFB 数	
• SFB 52 "RDREC"	8
• SFB 53“WRREC”	8
所有外部链上激活的 SFB 总数可以是单个链上 SFB 数目的四倍。	
用户程序保护	密码保护
访问过程映像中的一致性数据	支持

CiR 同步时间(在单机模式下)	
基本负载	60 ms
处理每个 I/O 字节的时间	10 µs

尺寸	
安装尺寸 W x H x D (mm)	50 x 290 x 219
所需插槽数	2
重量	约 0.995 kg

电压，电流	
S7–400 总线的电流消耗(5 V DC)	平均 1.5 A 最大 1.8 A
S7-400 总线的电流消耗(24 V DC) 电压为 24 V 时，CPU 不消耗任何电流，此电压只可用于 MPI/DP 接口。	连接到 MPI/DP 接口的组件的电流消耗总和，然而每个接口最大为 150 mA
输出到 DP 接口(5 V DC)的电流	最大 90 mA
备用电流	平均 970 µA (最高 40° C) 最大 1980 µA
最长备用时间	请参见《模块数据》参考手册，第 3.3 节
馈送给 CPU 的外部备用电压	5 V 到 15 V DC
功率损耗	平均 7.5 W

17.4 存储卡的技术规范

数据

名称	订货号	5 V 时的电流消耗	备用电流
MC 952/256 KB/RAM	6ES7952-1AH00-0AA0	平均 35 mA 最大 80 mA	平均 1 µA 最大 40 µA
MC 952 / 1 MB / RAM	6ES7952-1AK00-0AA0	平均 40 mA 最大 90 mA	平均 3 µA 最大 50 µA
MC 952 / 2 MB / RAM	6ES7952-1AL00-0AA0	平均 45 mA 最大 100 mA	平均 5 µA 最大 60 µA
MC 952 / 4 MB / RAM	6ES7952-1AM00-0AA0	平均 45 mA 最大 100 mA	平均 5 µA 最大 60 µA
MC 952 / 8 MB / RAM	6ES7952-1AP00-0AA0	平均 45 mA 最大 100 mA	平均 5 µA 最大 60 µA
MC 952 / 16 MB / RAM	6ES7952-1AS00-0AA0	平均 100 mA 最大 150 mA	平均 50 µA 最大 125 µA
MC 952/64 MB/RAM	6ES7952-1AY00-0AA0	平均 100 mA 最大 150 mA	平均 100 µA 最大 500 µA
MC 952 / 1 MB / 5V 闪存	6ES7952-1KK00-0AA0	平均 40 mA 最大 90 mA	–
MC 952 / 2 MB / 5V 闪存	6ES7952-1KL00-0AA0	平均 50 mA 最大 100 mA	–
MC 952 / 4 MB / 5V 闪存	6ES7952-1KM00-0AA0	平均 40 mA 最大 90 mA	–
MC 952 / 8 MB / 5V 闪存	6ES7952-1KP00-0AA0	平均 50 mA 最大 100 mA	–
MC 952 / 16 MB / 5V 闪存	6ES7952-1KS00-0AA0	平均 55 mA 最大 110 mA	–
MC 952 / 32 MB / 5V 闪存	6ES7952-1KT00-0AA0	平均 55 mA 最大 110 mA	–
MC 952 / 64 MB / 5V 闪存	6ES7952-1KY00-0AA0	平均 55 mA 最大 110 mA	–

名称	订货号	5 V 时的电流消耗	备用电流
尺寸 WxHxD (mm)		7.5 x 57 x 87	
重量		最大 35 g	
EMC 保护		按结构提供	

17.5 用于冗余 I/O 的 FC 和 FB 的运行时间

表格 17- 1 用于冗余 I/O 的块的运行时间

块	单机/单模式中的运行时间	冗余模式中的运行时间
FC 450 RED_INIT 模块的特性以启动为基础	2 ms + 300 µs /已组态的模块对 此规格对于模块对而言是平均值。 一些模块的运行时间可能小于 300 µs。 对于大量的冗余模块，该数值可能 > 300 µs。	-
FC 451 RED_DEPA	160 µs	360 µs
FB 450 RED_IN 从相应的顺序级中调用。	750 µs + 60 µs /当前 TPA 的模块对 此规格对于模块对而言是平均值。 当出现差异，同时导致取消激活并登录到诊断缓冲区，则运行时间可能额外增大。 通过在 FB RED_IN 的各顺序级上执行激活操作可增加运行时间。根据顺序级中的模块数目，激活操作可以将 FB RED_IN 的运行时间提高 0.4 ... 8 ms。 在一个模块总数超过 370 对的顺序级的冗余操作中，该运行时间可以增大 8 毫秒。	1000 µs +70 µs /当前 TPA 的模块对 此规格对于模块对而言是平均值。 当出现差异，同时导致取消激活并登录到诊断缓冲区，则运行时间可能额外增大。 通过在 FB RED_IN 顺序级上执行激活操作可增大运行时间。根据顺序级中的模块数目，激活操作可以将 FB RED_IN 的运行时间提高 0.4 ... 8 ms。 在一个模块总数超过 370 对的顺序级的冗余操作中，该运行时间可以增大 8 毫秒。
FB 451 RED_OUT 从相应的顺序级中调用。	650 µs +2 µs /当前 TPA 的模块对 此规格对于模块对而言是平均值。少数模块的运行时间可能小于 2 µs。 对于大量的冗余模块，该数值可能 > 2 µs。	860 µs +2 µs /当前 TPA 的模块对 此规格对于模块对而言是平均值。少数模块的运行时间可能小于 2 µs。 对于大量的冗余模块，该数值可能 > 2 µs。

块	单机/单模式中的运行时间	冗余模式中的运行时间
FB 452 RED_DIAG	在 OB 72 中调用： 160 µs 在 OB 82、83、85 中调用： 250 µs + 5 µs /已组态的模块对 在极端条件下，FB RED_DIAG 的运行时间最多增大到 1.5 毫秒。 当工作 DB 大于或等于 60KB 且中断触发地址不属于冗余 I/O 时，出现这种情况。	在 OB 72 中调用： 360 µs 在 OB 82、83、85 中调用： 430 µs (基本负载) + 6 µs /已组态的模块对 在极端条件下，FB RED_DIAG 的运行时间最多增大到 1.5 毫秒。 当工作 DB 大于或等于 60KB 且中断触发地址不属于冗余 I/O 时，出现这种情况。
FB 453 RED_STATUS	160 µs + 4 µs/ 已组态模块对 * 模块对数目) 运行时间取决于正在使用的 DB 中搜索的模块的随机位置。 当模块地址不冗余时，对正在使用的整个 DB 进行搜索。 这将导致最长的 FB RED_STATUS 运行时间。 模块对的数目基于所有输入(DI/AI)或所有输出(DO/AO)。	350 µs + 5 µs/ 已组态模块对 * 模块对数目) 运行时间取决于正在使用的 DB 中搜索的模块的随机位置。 当模块地址不冗余时，对正在使用的整个 DB 进行搜索。 这将导致最长的 FB RED_STATUS 运行时间。 模块对的数目基于所有输入(DI/AI)或所有输出(DO/AO)。

注意
这些是参考值，不是绝对数值。 在某些情况下，实际值可能与这些规范有所偏离。 该总览旨在作为一个指南，帮助您评估 RED_IO 库对周期的影响。

冗余自动化系统的特性值

A

该附录提供了冗余自动化系统的特性值简介，同时根据所选组态显示了冗余组态的实际效果。

可以在 SIMATIC FAQ 中找到各种 SIMATIC 产品的 MTBF 概述，网址为：

http://support.automation.siemens.com

在条目 ID 16818490 下

A.1 基本原理

冗余自动化系统的量化评估通常基于可靠性和可用性参数。 下面将详细描述这些参数。

可靠性

可靠性指技术设备在运行周期内实现其功能的能力。 通常如果任何组件发生故障，就不再是这种情况。

所以通常使用的可靠性措施是 **MTBF** (平均故障间隔时间：**M**ean **T**ime **B**etween **F**ailure)。 可根据正在运行的系统参数或者通过计算所使用组件的故障率进行统计分析。

模块的可靠性

由于在设计和生产过程中采用了大量质量保证措施，因此 SIMATIC 组件的可靠性极高。

自动化系统的可靠性

冗余模块的使用显著延长了系统的 MTBF。 S7-400H CPU 结合了集成的高质量自检和错误检测机制，几乎允许检测和定位所有的错误。

S7-400H 的 MTBF 由系统单元的 **MDT** (**M**ean **D**own **T**ime：平均停机时间)确定 该时间实际上由错误检测时间加上修理或替换故障模块所用时间组成。

除了其它措施外，CPU 还提供具有可调节测试周期的自检功能。 缺省测试周期为 90 分钟。 该时间对错误检测时间有影响。 模块化系统(例如，S7-400H)所要求的修复时间通常为 4 小时。

平均停机时间(MDT)

系统的 MDT 由下列几项时间因素确定：

- 检测错误所要求的时间
- 查找错误原因所要求的时间
- 故障排除和重启动系统所要求的时间

系统 MDT 是根据各个系统组件的 MDT 进行计算的。 组成系统的组件结构同样形成了计算的组成部分。

MDT 和 MTBF 之间的相关性： MDT << MTBF

MDT 数值对系统维护质量具有重大意义。 最重要的因素为：

- 合格的人员
- 有效的后勤
- 用于高性能的诊断和错误识别工具
- 可靠的修复策略

下图显示了 MDT 对上述时间和因素的依赖性。

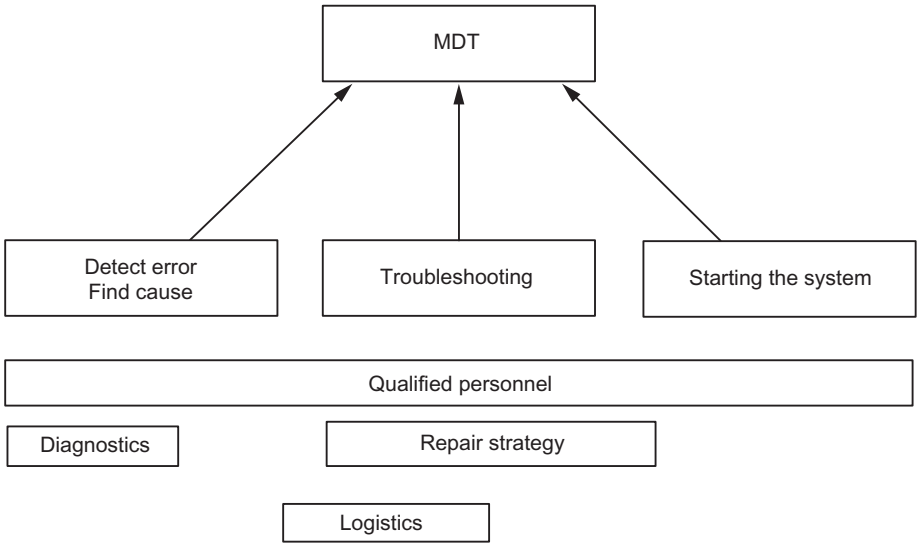


图 A-1 MDT

下图显示了计算系统的 MTBF 时所采用的参数。

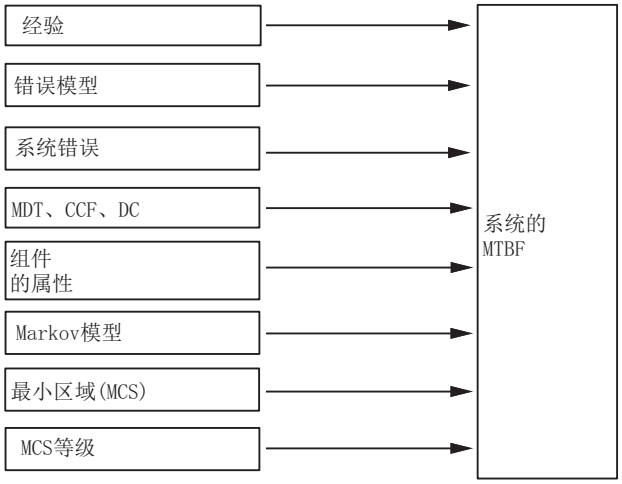


图 A-2 MTBF

要求

该分析假设下列成立：

- 所有组件的故障率和所有计算都基于平均温度 40 °C。
- 系统安装和组态正确无误。
- 可以在本地获取所有替换件，避免由于缺少备件而延长修复时间。 这将组件的 MDT 降低至最小。
- 各个组件的 MDT 为 4 个小时。 系统 MDT 是基于各个组件的 MDT 与系统结构因素来计算的。
- 组件的 MTBF 符合 SN 29500 标准，该标准与 MIL–HDBK 217–F 相对应。
- 使用各个组件的诊断范围进行计算。
- 根据系统组态，假定 CCF 因子的范围在 0.2 %和 2 %之间。

共因故障(CCF)

共因故障(CCF)是由一个或多个事件引起的故障，这些事件同时会导致系统中的两个或更多通道或组件处于错误状态。 CCF 将导致出现系统故障。

CCF 可能由下列因素之一引起：

- 温度
- 湿度
- 腐蚀性
- 振动和震动
- EMC 干扰
- 静电放电
- RF 干扰
- 一系列意外事件
- 操作错误

CCF 因子定义 CCF 发生概率和任何其它错误发生概率之间的比值。

包含完全相同组件的系统的典型 CCF 因子范围为 2% - 0.2%；包含不同组件的系统的典型 CCF 因子范围为 1% - 0.1%。

在 IEC 61508 规定的范围内，使用介于 0.02% - 5%之间的 CCF 因子计算 MTBF。

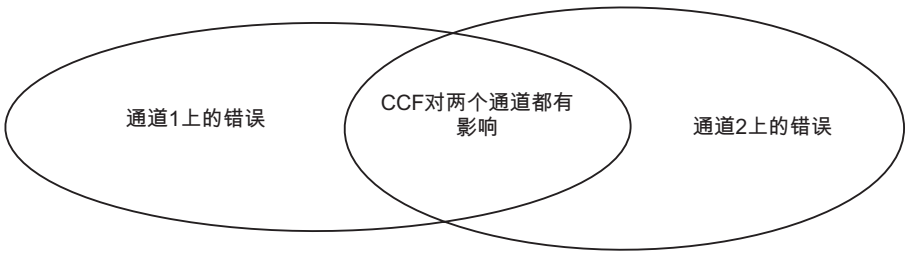


图 A-3　　共因故障(CCF)

S7-400H 的可靠性

使用冗余模块将系统 MTBF 延长了一个很大的因子。 S7-400H CPU 集成的高级自检和测试/消息功能允许检测和定位几乎所有错误。 所计算的诊断范围为 90%左右。

单机模式的可靠性由相应的故障率描述。 这与 MTTF (平均故障间隔时间)的倒数值相对应。 假设修复时间 MDT 为无穷时，MTTF 等于 MTBF。 根据 SN29500 标准计算 S7-400H 的故障率。

冗余模式的可靠性由相应的故障率描述。 等于 MTTF 的倒数。 某个系统故障的所有故障组件组成最小区域。 Markov 模型可以分别描述最小区域。

可用性

可用性是系统在给定时刻操作的可能性。 可以通过冗余增大可用性，例如，通过使用冗余 I/O 模块，或在同一个采样点使用多个传感器。 布置冗余组件的目的是确保系统操作性能不受单个组件故障的影响。 此处，可用性的一个重要元素就是详细的诊断显示。

系统的可用性以百分比表示。 它由平均故障间隔时间(MTBF)和平均修复时间 MTTR (MDT)定义。 可以使用下面的公式计算双通道(2 选 1)H 系统的可用性：

$$V = \frac{MTBF_{1v2}}{MTBF_{1v2} + MDT} 100\%$$

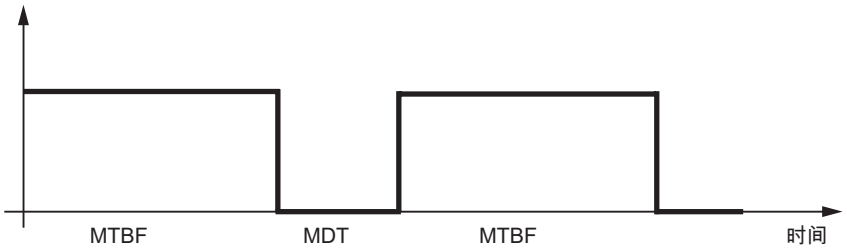


图 A-4　　可用性

A.2 比较选定组态的 MTBF

下列部分将系统与中央和分布式 I/O 相比较。

为计算设置下列系统条件。

- MDT (平均停机时间) 4 个小时
- 环境温度 40 度
- 确保缓冲区电压

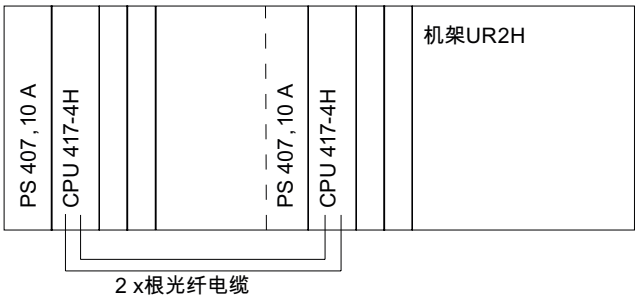
A.2.1 包含中央 I/O 的系统组态

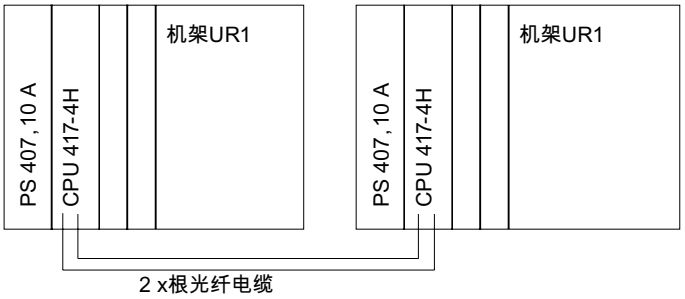
下列系统包括一个以单机模式运行的 CPU (如 417-4H)，基于该系统可计算出一个参考因子，该因子定义了带有中央 I/O 的其他系统的可用性与基本系统相比较的倍数。

处于单机模式的容错 CPU

处于单机模式的容错 CPU (例如，417-4H)	因子
	1

不同机架中的冗余 CPU

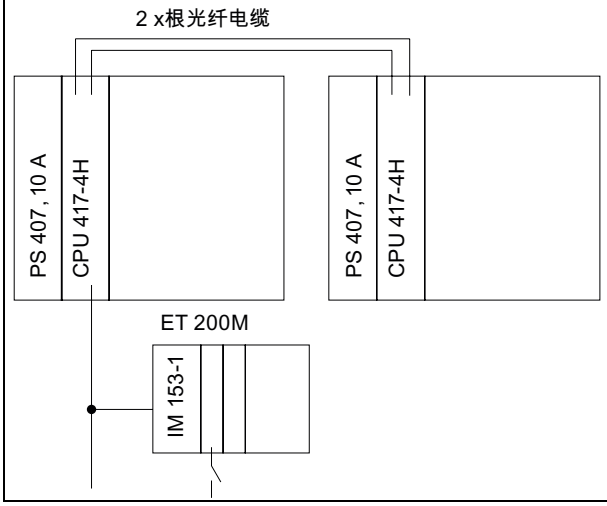
一个拆分机架中的冗余 CPU 417-4H，CCF = 2%	因子
	20

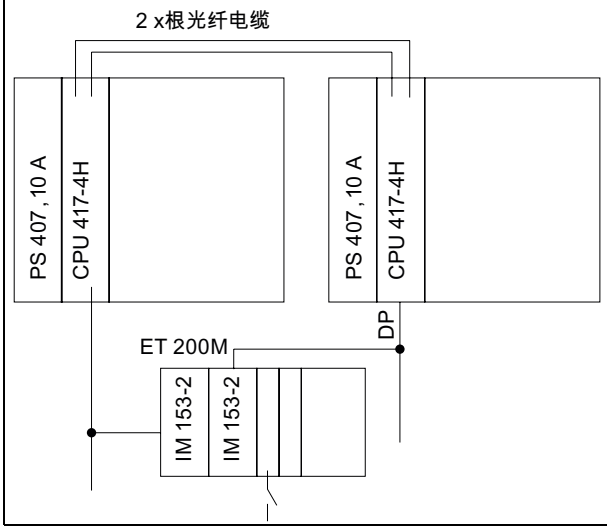
单独机架中的冗余 CPU 417-4H，CCF = 1%	因子
	38

A.2.2 包含分布式 I/O 的系统组态

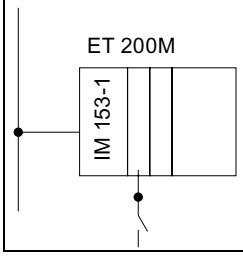
基于下述带有两个容错 CPU 417-4 H 和单向 I/O 的系统可计算出一个参考因子，该因子规定了其他带有分布式 I/O 的系统的可用性与基本系统相比较的倍数。

带单通道、单向或双向 I/O 的冗余 CPU

单向分布式 I/O	基准系统
	1

双向分布式 I/O，CCF = 2%	因子
	15

带冗余 I/O 的冗余 CPU

单通道、单向 I/O	MTBF 因子
	1

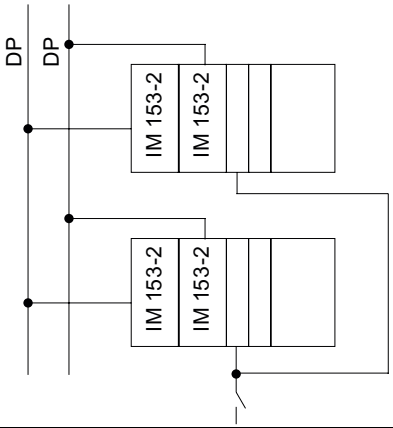
冗余 I/O	MTBF 因子
	见下表

表 A–1 冗余 I/O 的 MTBF 因子

模块	订货号	MTBF 因子 CCF = 1 %	MTBF 因子 CCF = 0.2 %
数字量输入模块，分布式			
DI 24xDC24V	6ES73261BK000AB0	100	500
DI 8xNAMUR [EEx ib]	6ES73261RF000AB0	100	500
DI16xDC24V，报警	6ES73217BH000AB0	4	4
模拟量输入模块，分布式			
AI 6x13 位	6ES73361HE000AB0	100	500
AI8x12 位	6ES73317KF020AB0	5	5
数字量输出模块，分布式			
DO 10xDC24V/2A	6ES73262BF000AB0	100	500
DO8xDC24V/2A	6ES73221BF010AA0	3	4
DO32xDC24V/0.5A	6ES73221BL000AA0	3	4

总结

现在，已经有成百上千个冗余自动化系统在现场应用，应用组态各不相同。 为了计算 MTBF，可假设一个平均组态。

根据现场经验，我们假定全部冗余自动化系统的总运行时间为 300,000,000 小时。 我们已经得到了全部四个冗余自动化系统的故障报表。

这证实了假定 MTBF 为 3000 年的可靠比例为 95%。

实际的 MTBF 评估数值为：

类型 I b, CCF = 2 % 大约 230 年

类型 I b, CCF = 0.2 % 大约 1,200 年

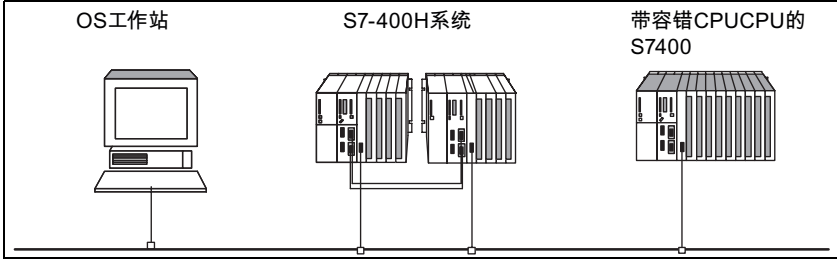
类型 I 与平均冗余自动化系统的唯一区别在于使用了冗余电源。 因此上述分析相当不利。

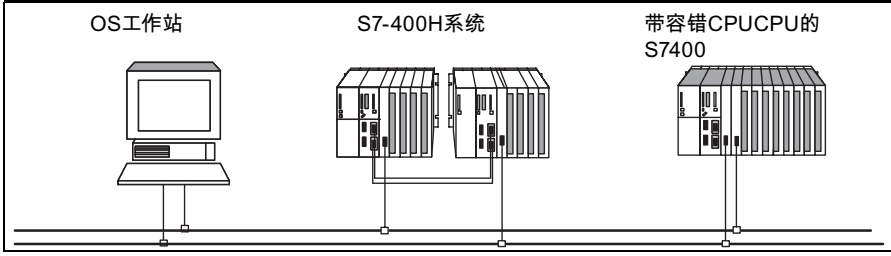
A.2.3 比较包含标准和容错通讯的系统组态

下一部分比较标准和容错通讯，有关组态包含一个容错系统、工作在单机模式的一个容错 CPU，以及一个单通道 OS。

比较仅考虑 CP 和电缆通讯组件。

具有标准和容错通讯的系统

标准通讯	基准系统
	1

容错通讯	因子
	约为 80

单机操作

B

总览

本附录提供了在单机模式中操作容错 CPU (4144H 或 4174H)的信息。 您将了解：

- 如何定义单机模式
- 何时要求单机模式
- 单机操作要考虑的事项
- 与容错有关的 LED 如何反应
- 如何组态容错 CPU 的单机操作
- 如何扩展以组成容错系统

在组态和编程容错 CPU 时必须考虑的与标准 S7-400 CPU 之间的差异，请参见附录 D。

定义

单机操作表示在一个标准 SIAMTIC-400 站中使用一个容错 CPU。

单机操作的原因

只有在使用容错 CPU 时才可能执行下列应用，因此不能使用标准 S7-400 CPU。

- 使用容错连接
- S7-400F 故障安全自动化系统的组态

  故障安全用户程序只能在具有故障安全 F 运行系统许可证的容错 CPU 上编译执行(要获得更详细的资料，请参见 *S7-400F 和 S7-400FH 可编程控制器*手册。

说明

容错 CPU 的自测试也是在单机模式下完成的。

单机操作容错 CPU 时应考虑哪些问题

注意
在单机模式下操作容错 CPU 时，不得连接同步模块。 机架号必须设置为“0”。

虽然与标准 S7-400 CPU 相比，容错 CPU 具有附加功能，但它不支持特殊功能。 因此，尤其是在编程自动化系统时，需要了解将要运行用户程序的 CPU。 如果不经过改动，为标准 S7-400 CPU 编写的用户程序通常不会在单机模式的容错 CPU 上运行。

下表列出了处于单机模式和冗余模式的容错 CPU 在操作时的不同之处。

单机模式和冗余模式之间的区别

功能	处于单机模式的容错 CPU	处于冗余模式的容错 CPU
通过 IM 或适配器外壳连接 S5 模块	通过 IM 4632	否
冗余错误 OB (OB70、OB72)	有，但没有调用	有
CPU 硬件故障 (OB 84)	检测和消除存储器错误之后	检测和消除存储器错误之后 两个 CPU 之间的冗余链接性能降低
SSL ID W#16#0232，索引为 W#16#0004，数据记录的“index”字中的字节 0	W#16#F8	单模式 W#16#F8 或 W#16#F9 冗余： W#16#F8 和 W#16#F1 或 W#16#F9 和 W#16#F0
多 DP 主站模式	有	否
运行时修改系统	可以，参见“使用 CiR 在操作期间修改系统”手册说明。	可以，参见 操作期间的组件故障及更换 (页 221)一章中针对冗余操作的说明。

容错指定的 LED

下表给出 REDF、IFM1F、IFM2F、MSTR、RACK0 和 RACK1 LED 在单机模式下的响应。

LED	反应
REDF	熄灭
IFM1F	熄灭
IFM2F	熄灭
MSTR	常亮
RACK0	常亮
RACK1	熄灭

组态单机模式

要求： 在冗余 CPU 中不得插入任何同步模块。

过程：

1. 在项目中插入一个 SIMATIC-400 站。
2. 根据硬件安装情况，组态包含容错 CPU 的站。 对于单机操作，在一个标准机架中插入容错 CPU (在 SIAMTIC 管理器中“插入 > 站 > S7-400 站”)。
3. 组态容错 CPU 的参数。 使用缺省值或自定义所需的参数。
4. 组态所需的网络和连接。 对于单机操作，可以组态“容错”S7 连接。

欲知有关步骤的帮助信息，请参见 SIMATIC 管理器中的帮助。

扩展为容错系统

⚠警告
只有在未将奇数号分配给单机模式下的扩展单元时，才能将系统扩展为容错系统。

若将来要将容错 CPU 扩展成容错系统：

1. 打开一个新项目，然后插入一个容错站。
2. 从标准 SIMATIC-400 站上复制整个机架，并将它插入容错站两次。
3. 按要求插入子网。
4. 按要求将 DP 从站从原单机项目中复制到容错站。
5. 重新组态通讯连接。
6. 执行所需的所有更改，例如，插入单向 I/O。

欲知关于项目组态的信息，请参见“在线帮助”。

改变容错 CPU 的工作模式

根据要切换的操作模式和为 CPU 组态的机架数目，更改容错 CPU 操作模式的步骤有所不同。

从冗余模式改变为单机模式

1. 卸下同步模块
2. 卸下 CPU
3. 在 CPU 上设置机架号 0。
4. 安装 CPU。
5. 将包含单机组态的项目下载至 CPU。

从单机模式改变为冗余模式，机架号 0

1. 将同步模块插入到 CPU 中。
2. 运行无缓冲的循环加电(例如通过卸下和插入 CPU)，或者将项目下载到已针对冗余模式进行了组态的 CPU。

从单机模式改变为冗余模式，机架号 1

1. 在 CPU 上设置机架号 1。
2. 安装 CPU。
3. 将同步模块插入到 CPU 中。

在单机模式下运行期间的系统修改

通过在运行期间进行系统修改，还可以在 RUN 模式下，在容错 CPU 上进行某些组态更改。 步骤与标准 CPU 的相同。 在此期间会暂停处理，但持续时间不超过 2.5 秒(可组态)。在此期间，过程输出保持其当前值。 尤其在过程控制系统中，这实际上对过程没有影响。 另请参见*《通过 CiR 在运行期间修改系统》*手册。

仅支持在运行期间修改具有分布式 I/O 的系统。需按下图所示进行组态。 为了避免把问题复杂化，图中只显示了一个 DP 主站系统和一个 PA 主站系统。

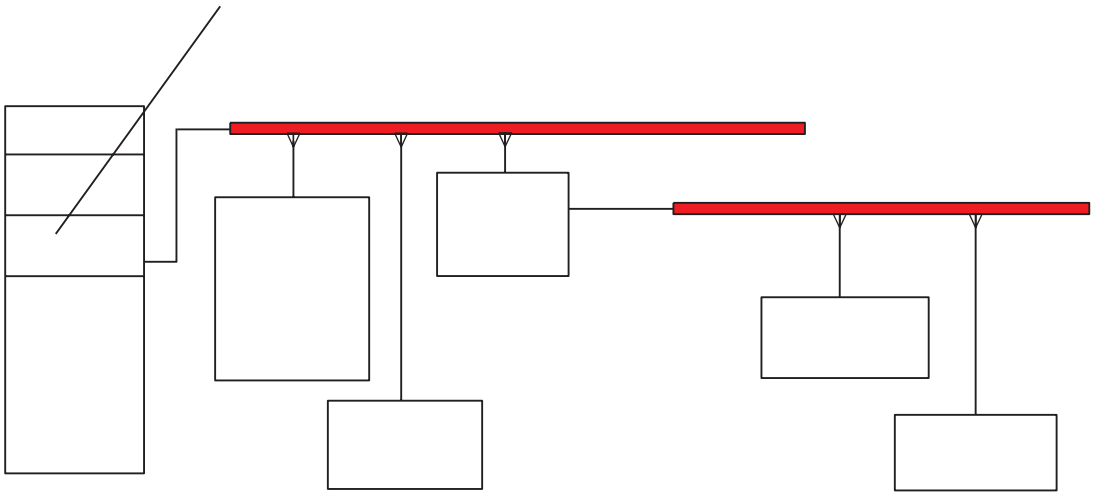


图 B-1　　总览：为实现在运行期间修改系统的系统结构

运行期间修改系统的硬件要求

为了在运行期间修改系统，在调试阶段必须满足下列硬件要求：

- 使用 S7 400 CPU
- S7 400 H CPU 只能处于单机模式
- 如果使用 CP 443-5 扩展型，其固件版本必须为 V5.0 或更高。
- 要将模块添加到 ET 200M： 使用 IM153-2，MLFB 6ES7153-2BA00-0XB0 或更高版本，或者使用 IM153-2FO，MLFB 6ES7153-2BB00-0XB0 或更高版本。 所安装的 ET 200M 还需有一条具有足够自由空间的有源背板总线，以便按计划进行扩展。 包括 ET 200M，以使其符合 IEC 61158。
- 如果希望添加整个站： 确保具有所需的连接器、中继器等。
- 如果要添加 PA 从站(现场设备)： 在相应 DP/PA 链接中使用 IM157，MLFB 6ES7157-0AA82-0XA00 或更高版本。

说明

您可以将支持运行期间修改系统的组件与那些不支持的组件随意进行组合。 视所选组态而定，可能会存在一些限制，这些限制会影响可在运行期间进行系统修改的组件。

运行期间修改系统的软件要求

为了在运行期间进行修改，必须编写用户程序，使得诸如站故障或模块错误不会导致 CPU STOP。

系统修改总览： 总览

可在运行期间进行以下系统修改：

- 添加带有模块化 DP 从站 ET 200M、ET 200S 和 ET 200iS 的组件或模块，只要它们符合 IEC 61158
- 在 ET 200M、ET 200S 和 ET 200iS 模块化从站的模块或子模块中使用以前未使用的通道
- 向现有 DP 主站系统添加 DP 从站。
- 向现有 PA 主站系统添加 PA 从站(现场设备)
- 在 IM157 的下游添加 DP/PA 耦合器
- 向现有 DP 主站系统添加 PA 链接(包括 PA 主站系统)。
- 将所添加的模块分配到过程映像分区。

- 更改 I/O 模块的参数设置，例如，选择不同的中断限制。
- 撤消更改：可再次卸下早先添加的模块、子模块、DP 从站和 PA 从站(现场设备)。

从 S5H 移植到 S7-400H

C

如果您已经熟悉 S5 系列的冗余系统，则本附录将帮助您移植到容错 S7 系统。

从 S5-H 转换为 S7-400H 时需要了解 STEP7 组态软件的基本知识。

C.1 常规内容

文档

您可以借助下列手册来熟悉 STEP 7 基础软件：

- *《在 STEP 7 中组态硬件和连接》*
- *《使用 STEP 7 编程》*

有关各种编程语言的信息，可参见下面列出的参考手册。

- *系统和标准功能*
- 用于 S7-300/400 的 STL、LAD 和 FBD

从 S5 到 S7 手册提供关于移植的详细资料。

C.2 组态、编程和诊断

组态

STEP 5 中使用专用的组态数据包进行组态，如 COM 155H。

在 STEP 7 中，容错 CPU 使用标准软件进行组态。 在 SIMATIC 管理器中，可以创建一个容错站，并在硬件配置中对其进行组态。容错 CPU 的特性只归组在几个标签中。 使用 NetPro 进行网络集成和连接组态。

诊断和编程

在 S5 中，使用错误数据块进行错误诊断，系统将所有错误数据都写入到错误数据块中。系统一旦写入错误数据，错误 OB 37 就自动启动。 更多信息已存储在 H 存储器字中。

H 存储器字由一个状态字节和一个控制字节组成。 可以在 STEP 5 用户程序中将控制信息设置成位模式。

在 STEP 7 中，通过诊断缓冲区或通过显示作为系统状态列表中的部分列表来实现系统诊断(例如，容错系统的特殊信息位于 SSL71 中)。 可借助编程设备或在用户程序中使用 SFC 51“RDSYSST”执行该查询。

OB 70 用于 I/O 冗余丢失，OB 72 用于 CPU 冗余丢失。

在 STEP 7 中使用 SFC 90 H_CTRL 实现控制字节的功能。

S5 中的主题	S7 中的类似主题
错误 OB 37	错误 OB OB 70 和 OB 72
存储器控制字	SFC 90 "H_CTRL"
存储器状态字	SSL71
错误块	诊断缓冲区

容错系统和标准系统之间的区别

D

在使用容错 CPU 组态和编程容错自动化系统时，必须考虑到它与标准 S7-400 CPU 有许多区别。 虽然与标准 S7-400 CPU 相比，容错 CPU 具有附加功能，但它不支持特殊功能。 当希望在容错 CPU 上运行为标准 S7-400 CPU 创建的程序时，尤其需要注意这一点。

下面总结了容错系统编程与标准系统编程的不同之处。 更多区别可参见附录 B。

在用户程序中使用任何受影响的调用(OB 和 SFC)时，都需要相应地调整程序。

容错系统的附加功能

功能	附加编程
冗余错误 OB	• I/O 冗余错误 OB (OB 70) • CPU 冗余错误 OB (OB 72) 要获得详细信息，请参见*系统和标准功能*参考手册。
CPU 硬件故障	当两个 CPU 之间的冗余链接性能降低时，也调用 OB84。
OB 启动信息和诊断缓冲区条目中的附加信息	指定机架号和 CPU (主站/备用站)。 可以在程序中判断此附加信息。
容错系统 SFC	可以使用 SFC 90 “H_CTRL”控制容错系统中的进程。
容错通讯连接	已经组态了容错连接，不需要进一步编程。 使用容错连接时，可以使用用于已组态连接的 SFB。
自检	自动执行自检，不要求进一步编程。
高质量 RAM 测试	在未缓冲上电后，CPU 执行高质量 RAM 测试。
双向 I/O	不需要附加编程，请参见 使用单通道双向I/O (页 147)小节。

功能	附加编程
系统状态列表中的信息	• 还可以使用 SSL ID W#16#0019 的部分列表获取容错系统专用的 LED 的数据记录。 • 还可以使用 SSL ID W#16#0222 的部分列表获取冗余错误 OB 的数据记录。 • 使用 SSL ID W#16#xy71 的部分列表获取关于冗余系统当前状态的信息。 • 还可以使用 SSL ID W#16#0174 的部分列表获取容错系统专用的 LED 的数据记录。 • SSLID W#16#xy75 部分列表提供关于容错系统和双向 DP 从站之间的通讯状态的信息。
更新监视	操作系统监视下列四个可组态定时器： • 最大周期延长 • 最大通讯延迟 • 优先级 > 15 的最大禁止时间 • 最小 I/O 保持时间 为此，不需要任何附加编程。 更多详细信息，请参考 链接和更新 (页 113)一章。
SSL ID W#16#0232，索引为 W#16#0004，数据记录的“index”字中的字节 0	处于单机模式的容错 CPU W#16#F8 处于单独模式的容错 CPU： W#16#F8 或 W#16#F9 处于冗余模式的容错 CPU： W#16#F8 和 W#16#F1 或 W#16#F9 和 W#16#F0

与标准 CPU 相比，容错 CPU 的限制

功能	容错 CPU 的限制
热启动	不能进行热启动。 OB 101 不可行
多重计算	不能进行多重计算。 不支持 OB 60 和 SFC 35。
不装载组态启动	不能在未装载组态的情况下启动。
背景 OB	不支持 OB 90。
多 DP 主站模式	容错 CPU 不支持冗余模式下的多 DP 主站模式
DP 从站之间的直接通讯	不能在 STEP 7 中组态。
DP 从站的恒定总线周期	容错系统中的 DP 从站没有等距离
DP 从站同步	不支持同步 DP 从站组。 不支持 SFC 11 “DPSYC_FR”。
禁止和启用 DP 从站	不能禁用和启用 DP 从站。 不支持 SFC 12 “D_ACT_DP”。
在模块插槽中插入用于接口模块的 DP 模块	不可能。 模块插槽只设计由同步模块使用。
运行时响应	CPU 41x–4H 的命令执行时间比相应的标准 CPU 略长(请参见 *S7–400 指令列表*和 *S7-400H 指令列表*)。 对于时间临界的应用，必须考虑这点。 可能需要增大周期监视时间。
DP 周期	CPU 41x-4H 的 DP 周期比相应的标准 CPU 略长。
延迟和禁止	更新期间： • 用于数据记录的异步 SFC 被否定确认。 • 消息被延迟。 • 首先，最高优先级为 15 的所有优先级均被延迟。 • 通讯请求被拒绝或被延迟。 • 最后，所有优先级都被禁止 欲知更详细的信息，请参考第 7 章。
使用面向符号的消息(SCAN)	不能使用面向符号的消息。
全局数据通讯	不能进行 GD 通讯(既不能以循环方式也不能通过调用系统功能 SFC 60“GD_SND”和 SFC 61“GD_RCV”来进行)。
S7 基本通讯	不支持用于基本通讯的通讯功能(SFC)。
开放式块通讯	S7-400H 不支持开放式块通讯。

功能	容错 CPU 的限制
S5 连接	不能通过适配器外壳连接 S5 模块。 只在单机模式中支持通过 IM 463-2 连接 S5 模块。
作为 DP 从站的 CPU	不可能
使用 SFC 49“LGC_GADR”	正在冗余模式中操作 S7-400H 自动化系统。 如果在 LADDR 参数中声明双向 DP 从站的模块的逻辑地址并调用 SFC 49，则 RACK 参数的高位字节返回激活通道的 DP 主站系统 ID。 如果无激活通道，则功能输出属于主站 CPU 的 DP 主站系统的 ID。
使用 SSL_ID=W#16#xy91 调用 SFC 51“RDSYSST”	不能使用 SFC 51“RDSYSST”读取下面所示 SSL 部分列表的数据记录： • SSL_ID=W#16#0091 • SSL_ID=W#16#0191 • SSL_ID=W#16#0291 • SSL_ID=W#16#0391 • SSL_ID=W#16#0991 • SZL_ID=W#16#0E91
SFC 70/71 调用	不可能
读出存储卡的序列号	不可能
将 CPU 复位为出厂状态	不可能
数据记录路由	不可能

参见

S7-400H的系统状态和运行状态 (页 95)

S7-400H 支持的功能模块和通讯处理器

E

可以在 S7-400 自动化系统上使用下列功能模块(FM)和通讯处理器(CP)：

中央单元可使用的 FM 和 CP

模块	订货号	版本	单向	冗余
计数器模块 FM 450	6ES7450-1AP00-0AE0	自产品 V2 起	有	否
功能模块 FM 458-1 DP	6DD1607-0AA1	自固件 1.1.0 起	是	是
通讯处理器 CP 441-1(点对点链接)	6ES7441-1AA02-0AE0	自产品 V2 起	有	否
	6ES7441-1AA03-0XE0	产品版本 1 或更高版本， 固件 V1.0.0		
通讯处理器 CP 441-2(点对点链接)	6ES7441-2AA02-0AE0	自产品 V2 起	有	否
	6ES7441-2AA03-0XE0	产品版本 1 或更高版本， 固件 V1.0.0		
通讯处理器 CP 4431 Multi (工业以太网， TCP/ISO 传输)	6GK7443-1EX10-0XE0	产品版本 1 或更高版本， 固件 V2.6.7	是	是
	6GK7443-1EX11-0XE0	产品版本 1 或更高版本， 固件 V2.6.7	是	是
通讯模块 CP 443-1 Multi (工业以太网 ISO 和 TCP/IP 2 端口交换机)	6GK7443–1EX20–0XE0	产品版本 1 或更高版本固 件 V1.0.26	有	有
通讯模块 CP 4435 基本型(PROFIBUS； S7 通讯)	6GK7443-5FX01-0XE0	产品版本 1 或更高版本， 固件 V3.1	有	有
通讯模块 CP 443-5 扩展型(PROFIBUS； PROFIBUS DP 上的主站)[1)]	6GK7443-5DX02-0XE0	产品版本 2 或更高版本， 固件 V3.2.3	有	有

模块	订货号	版本	单向	冗余
通讯模块 CP 443-5 扩展型(PROFIBUS DPV1)[1) 2)]	6GK7443-5DX03–0XE0	产品版本 2 或更高版本， 固件 V5.1.0	是	是
通讯模块 CP 443-5 扩展型(PROFIBUS DPV1)[1) 2)]	6GK7443-5DX04–0XE0	产品版本 1 或更高版本， 固件 V6.0	有	有

1) 只有这些模块才能用作 PROFIBUS DP 上的外部主站接口。

2) 这些模块支持将 DPV1 作为外部 DP 主站接口模块(符合 IEC 61158/EN 50170)。

用于分布式单向使用的 FM 和 CP

说明

当 S7-400H 处于分布式和单向模式时，可以使用为 ET 200M 发布的所有 FM 和 CP。

用于分布式双向使用的 FM 和 CP

模块	订货号	版本
通讯处理器 CP 3411 (点对点链接)	6ES7341–1AH00–0AE0 6ES7341–1BH00–0AE0 6ES7341–1CH00–0AE0	自产品 V3 起
	6ES7341–1AH01–0AE0 6ES7341–1BH01–0AE0 6ES7341–1CH01–0AE0	产品版本 1 或更高版本，固件 V1.0.0
通讯处理器 CP 3422 (ASI 总线接口模块)	6GK7342-2AH01-0XA0	产品版本 1 或更高版本，固件 V1.10
通讯处理器 CP 3422 (ASI 总线接口模块)	6GK7343-2AH00-0XA0	产品版本 2 或更高版本，固件 V2.03
计数器模块 FM 350–1	6ES7350–1AH01–0AE0 6ES7350–1AH02–0AE0	自产品 V1 起
计数器模块 FM 350–2	6ES7350-2AH00-0AE0	自产品 V2 起
控制器模块 FM 355 C	6ES7355-0VH10-0AE0	自产品 V4 起
控制器模块 FM 355 S	6ES7355-1VH10-0AE0	自产品 V3 起

模块	订货号	版本
高速布尔处理器 FM 352-5	6ES7352-5AH00-0AE0	产品版本 1 或更高版本，固件 V1.0.0
控制器模块 FM 355-2 C	6ES7355-0CH00-0AE0	产品版本 1 或更高版本，固件 V1.0.0
控制器模块 FM 355-2 S	6ES7355-0SH00-0AE0	产品版本 1 或更高版本，固件 V1.0.0

注意
成对出现的单向或双向功能和通讯模块 在容错系统中是不同步的，例如，两个相同的 FM 450 模块在单向模式下运行时，其计数器状态不同步。

冗余 I/O 的连接实例

F

F.1 SM 321；DI 16 x DC 24 V，6ES7321-1BH02-0AA0

下图显示了将两个冗余编码器连接到两个 SM 321；DI 16 x DC 24 V。编码器连接到通道 0。

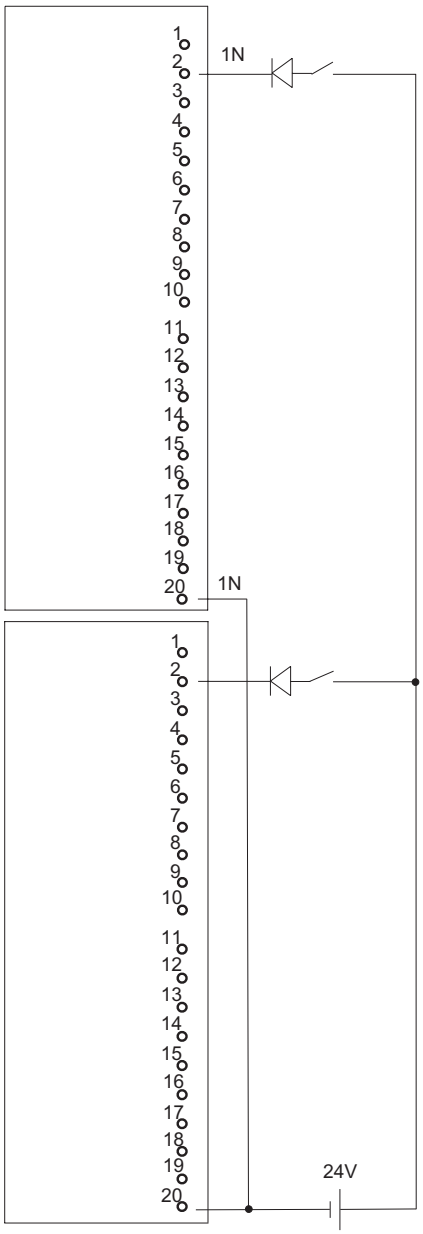


图 F-1 SM 321 互连实例；DI 16 x DC 24 V

F.2 SM 321；DI 32 x DC 24 V，6ES7321-1BL00-0AA0

下图显示了两个冗余编码器对与两个冗余 SM 32；DI 32 x DC 24 V 之间的连接。编码器分别连接到通道 0 和通道 16。

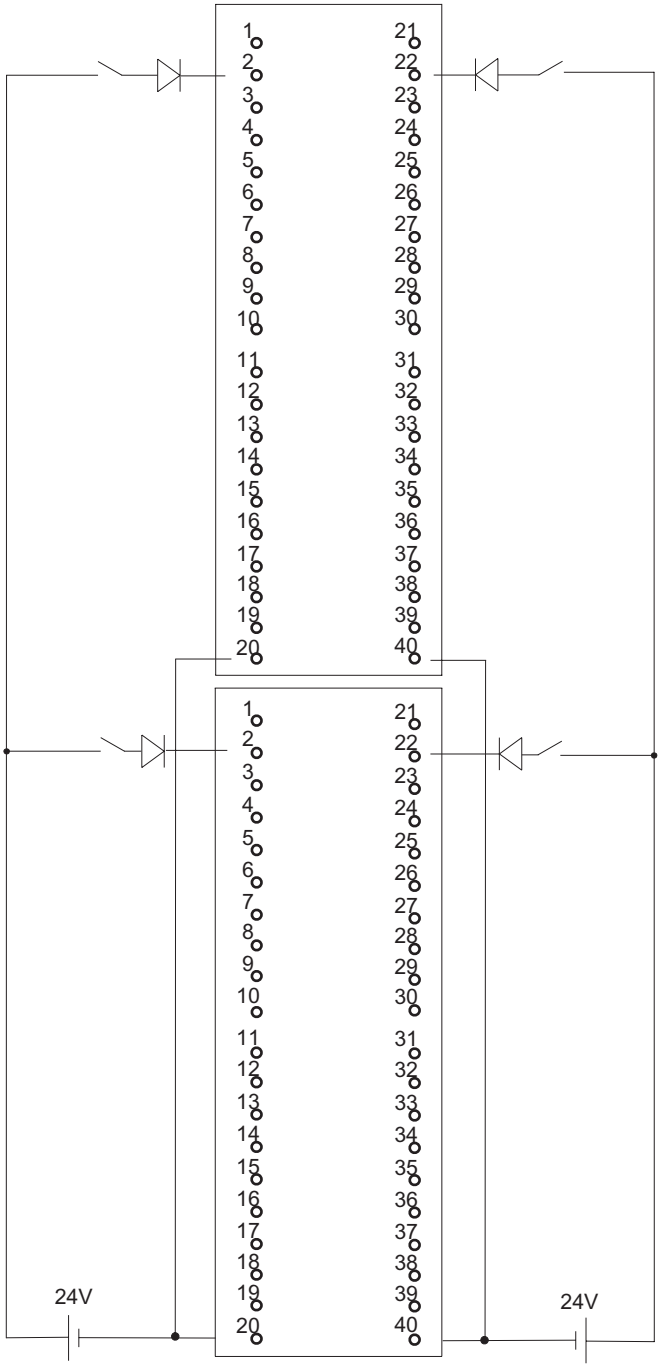


图 F-2 SM 321 互连实例；DI 32 x DC 24 V

F.3 SM 321；DI 16 x AC 120/230V，6ES7321–1FH00–0AA0

下图显示了将两个冗余编码器连接到两个 SM 321；DI 16 x AC 120/230 V。编码器连接到通道 0。

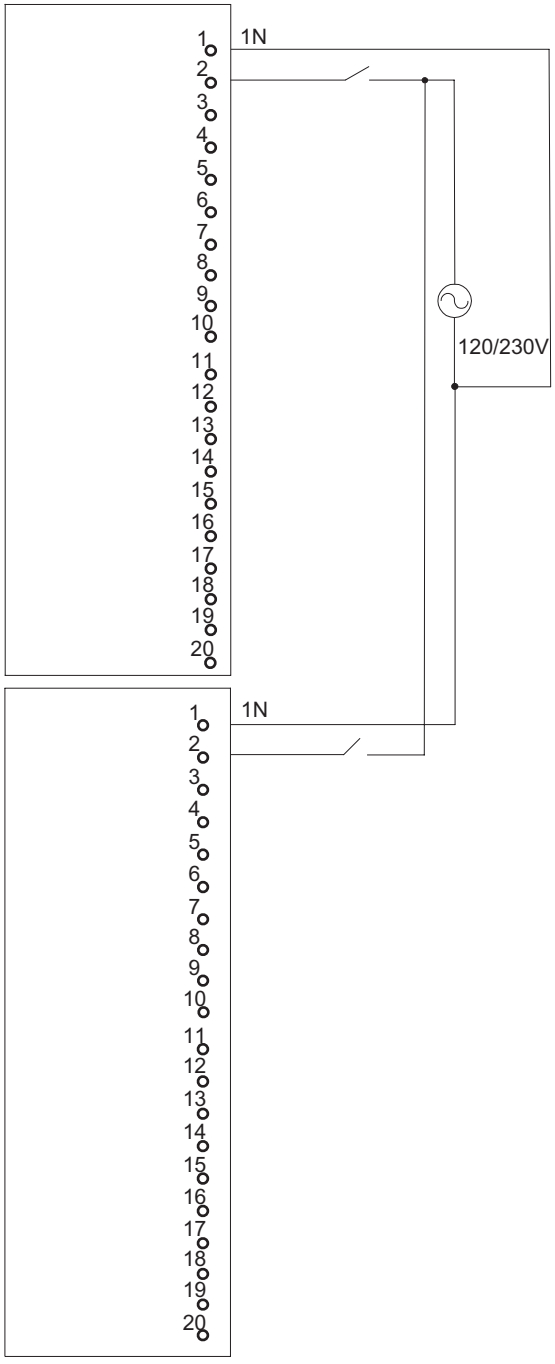


图 F-3 SM 321 互连实例；DI 16 x AC 120/230 V

F.4 SM 321；DI 8 x AC 120/230 V，6ES7321-1FF01-0AA0

下图显示了将两个冗余编码器连接到两个 SM 321；DI 8 x AC 120/230 V。编码器连接到通道 0。

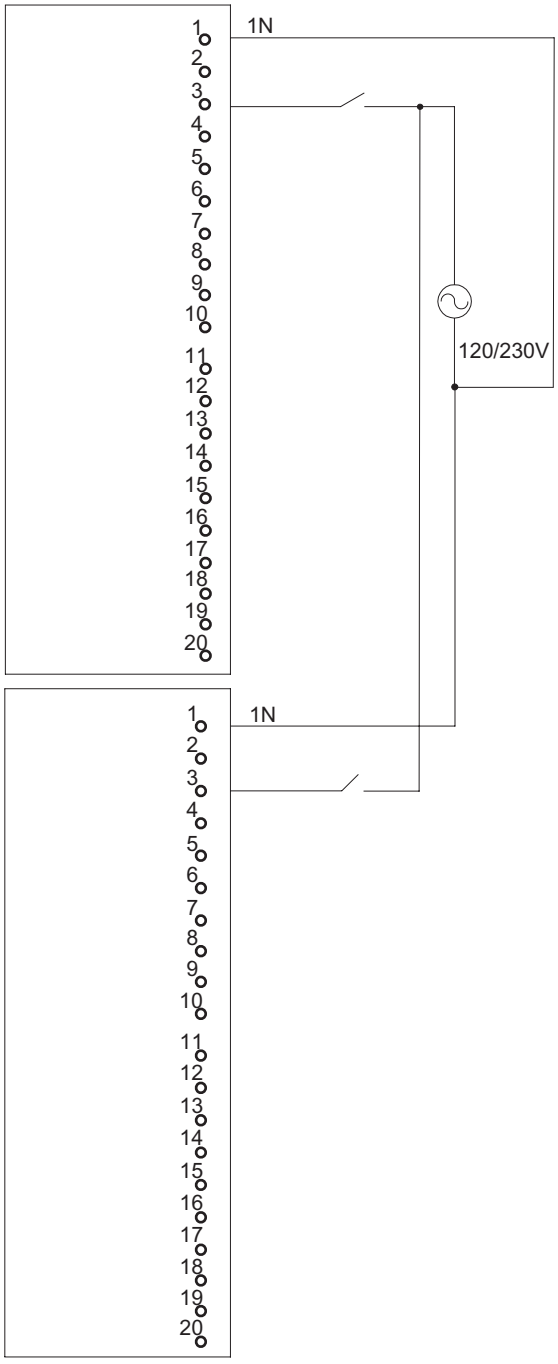


图 F-4 SM 321 互连实例；DI 8 x AC 120/230 V

F.5 SM 321；DI 16 x DC 24 V，6ES7321–7BH00–0AB0

下图显示了将两个冗余编码器对连接到两个 SM 321；DI 16 x DC 24 V。 编码器连接到通道 0 和 8。

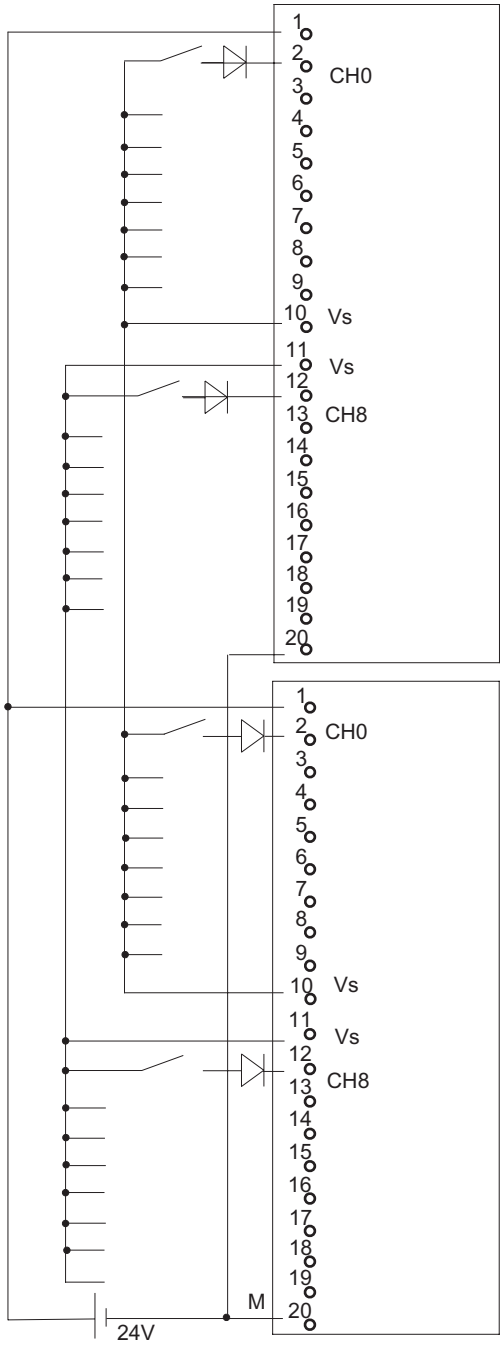


图 F-5 SM 321 互连实例；DI 16 x DC 24V

F.6 SM 321；DI 16 x DC 24 V，6ES7321–7BH01–0AB0

下图显示了将两个冗余编码器对连接到两个 SM 321；DI 16 x DC 24 V。编码器连接到通道 0 和 8。

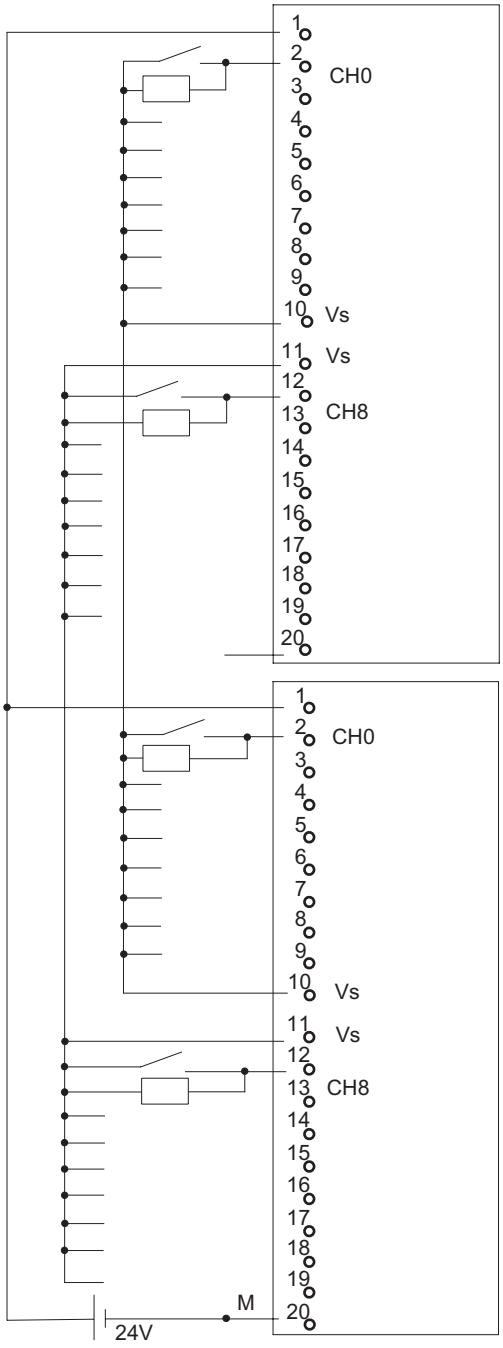


图 F-6 SM 321 互连实例；DI 16 x DC 24V

F.7 SM 326；DO 10 x DC 24V/2A，6ES7326–2BF01–0AB0

下图显示了将一个执行器连接到两个冗余 SM 326；DO 10 x DC 24V/2AV。 执行器连接到通道 1。

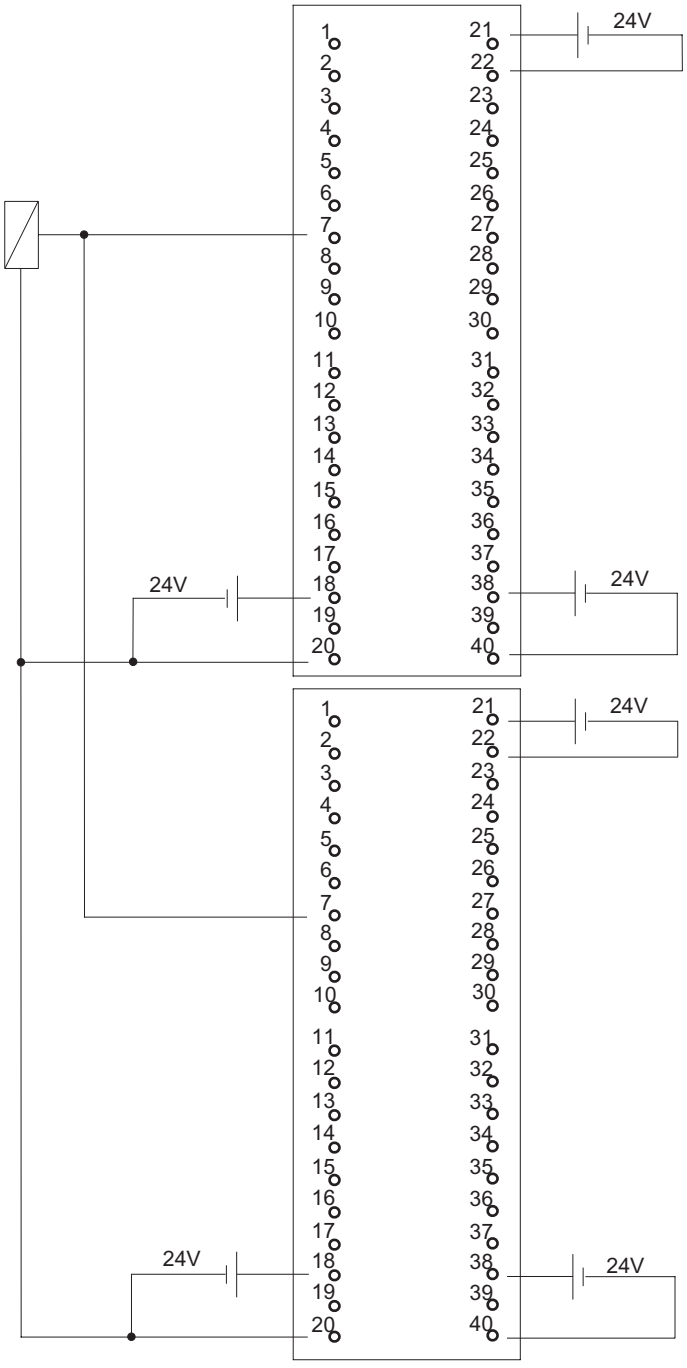


图 F-7 SM 326 互连实例；DO 10 x DC 24 V/2 A

F.8 SM 326；DI 8 x NAMUR，6ES7326-1RF00-0AB0

下图显示了将两个冗余编码器连接到两个冗余 SM 326；DI 8 xNAMUR。 编码器连接到通道 13。

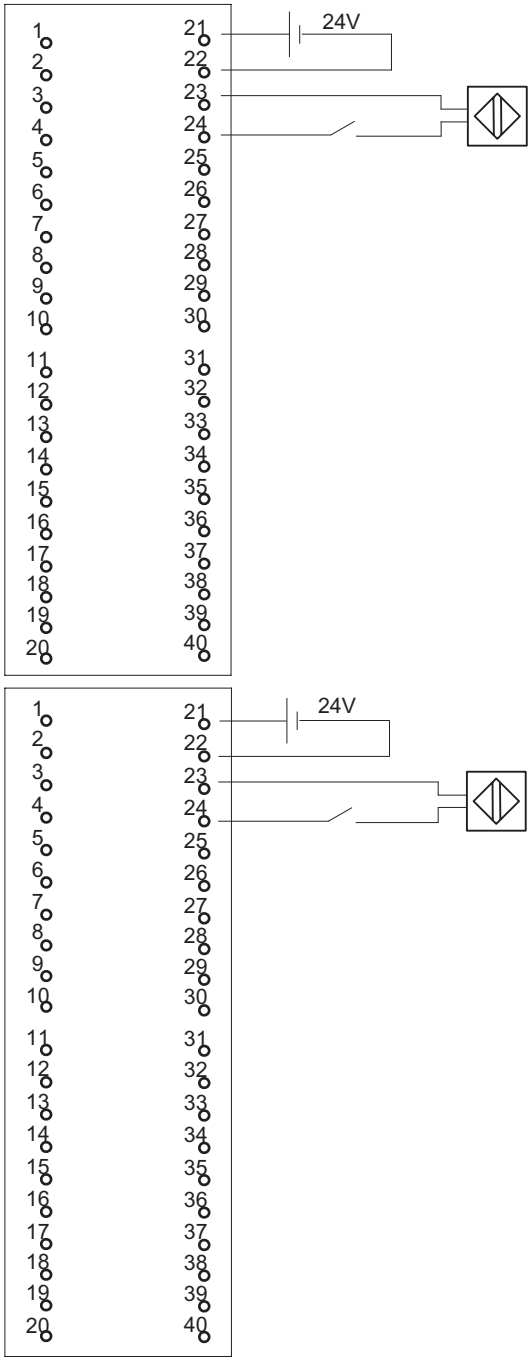


图 F-8 SM 326 互连实例；DI 8 x NAMUR

F.9 SM 326；DI 24 x DC 24 V，6ES7326-1BK00-0AB0

下图显示了一个编码器与两个冗余 SM 326；DI 24 x DC 24 V 之间的连接。编码器连接到通道 13。

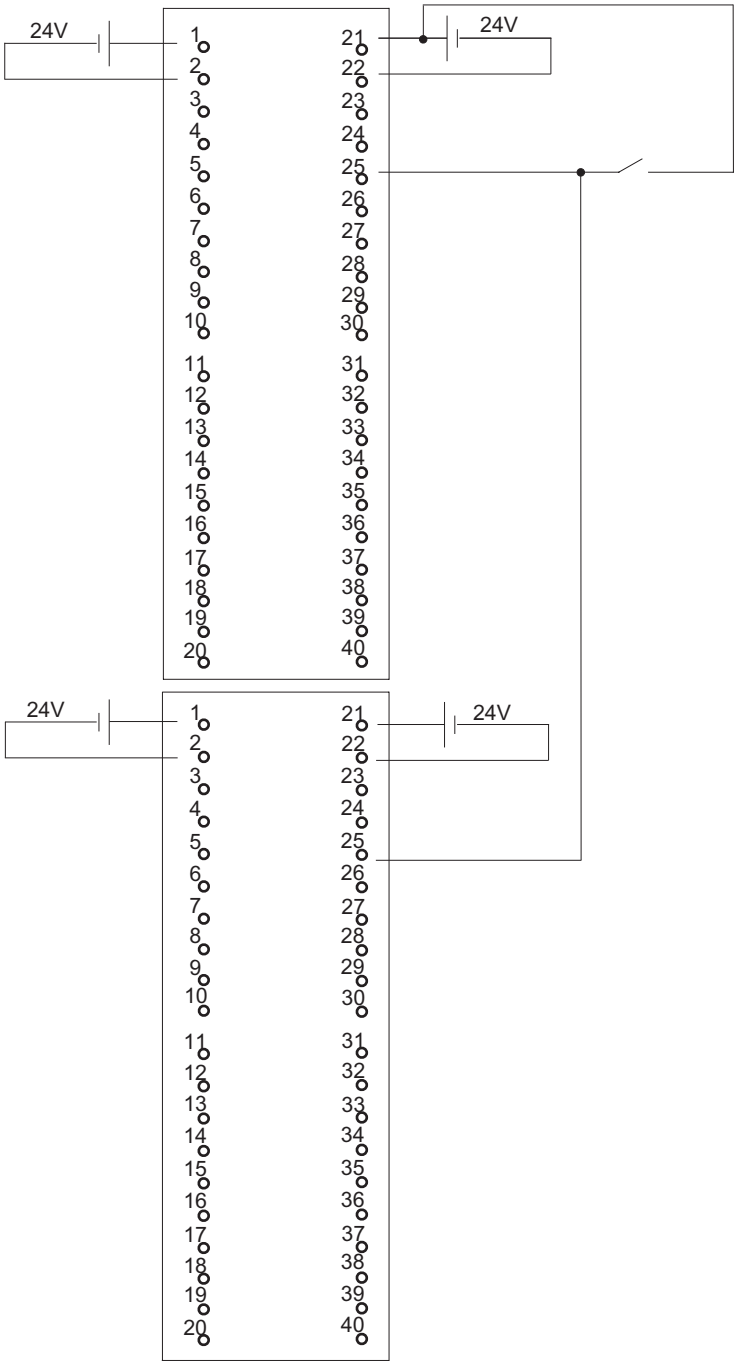


图 F-9 SM 326 互连实例；DI 24 x DC 24 V

F.10 SM 421；DI 32 x UC 120 V，6ES7421-1EL00-0AA0

下图显示了一个冗余编码器与两个 SM 421；DI 32 x UC 120 V 之间的连接。编码器连接到通道 0。

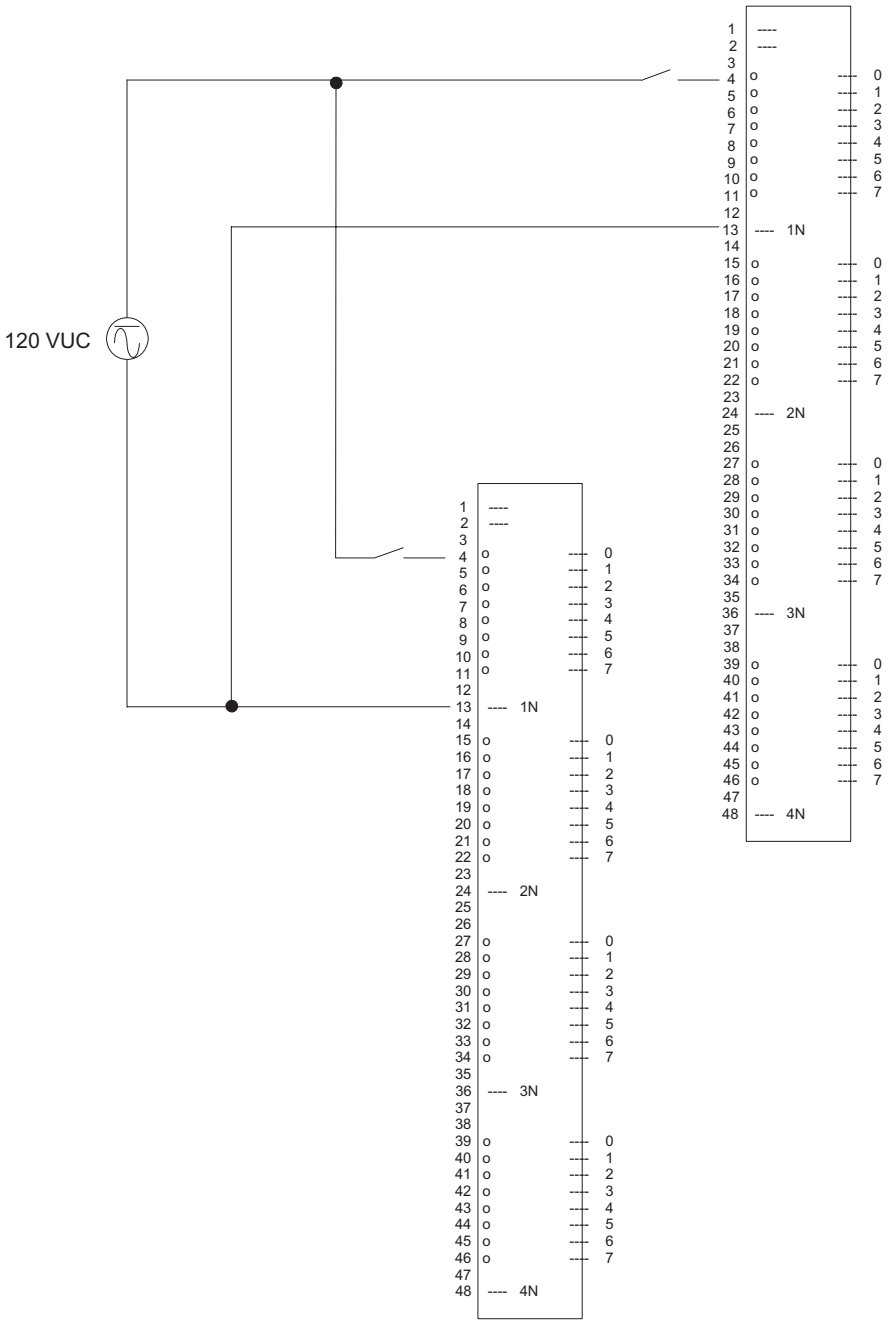


图 F-10 SM 421 互连实例；DI 32 x UC 120 V

F.11 SM 421；DI 16 x DC 24 V，6ES7421-7BH01-0AB0

下图显示了两个冗余编码器对与两个
SM 421；D1 16 x 24 V 之间的连接。编码器连接到通道 0 和通道 8。

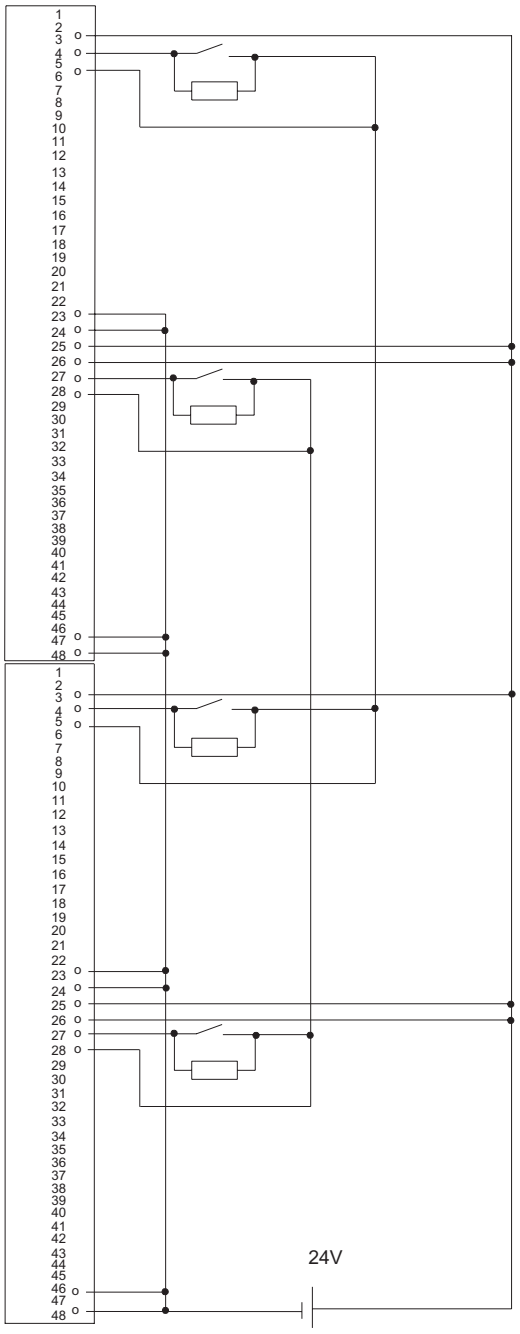


图 F-11 SM 421 互连实例；DI 16 x 24 V

F.12 SM 421；DI 32 x DC 24 V，6ES7421-1BL00-0AB0

下图显示了将两个冗余编码器连接到两个
SM 421; D1 32 x 24 V。编码器连接到通道 0。

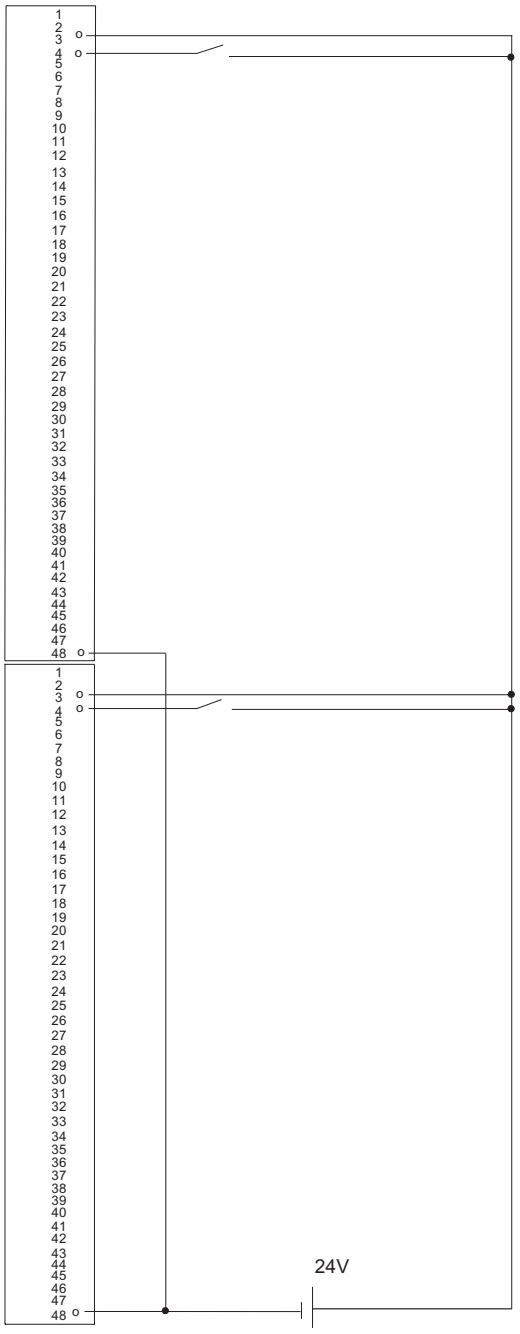


图 F-12 SM 421 互连实例；DI 32 x 24 V

F.13 SM 421；DI 32 x DC 24 V，6ES7421-1BL01-0AB0

下图显示了将两个冗余编码器连接到两个
SM 421；D1 32 x 24 V。编码器连接到通道 0。

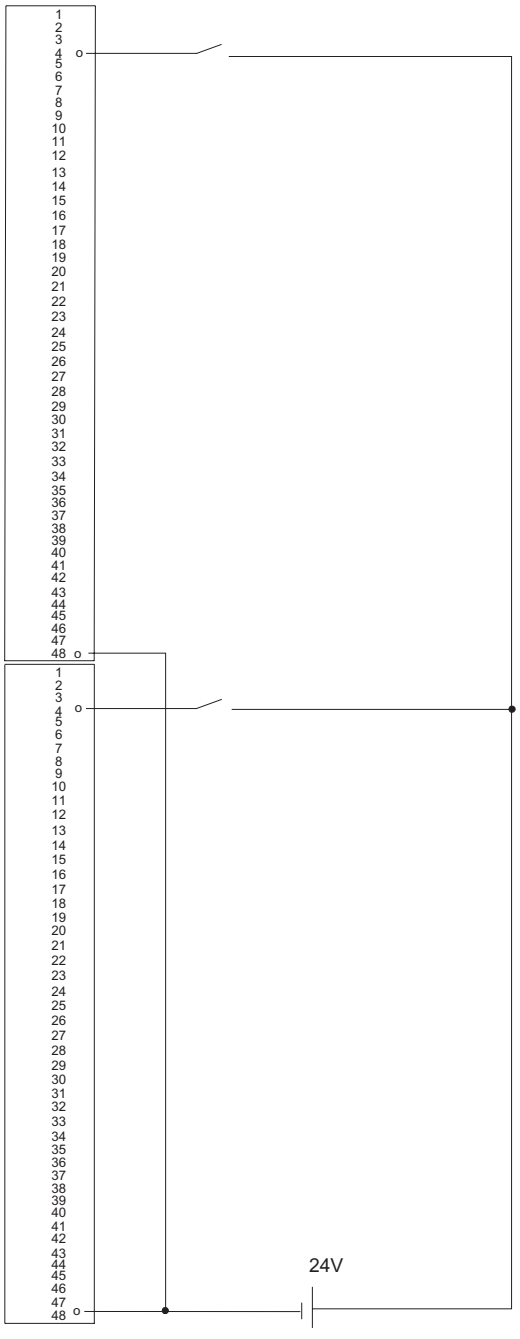


图 F-13 SM 421 互连实例；DI 32 x 24 V

F.14 SM 322；DO 8 x DC 24V/2A，6ES7322–1BF01–0AA0

下图显示了一个执行器与两个冗余 SM 322；DI 8 x DC 24 V 之间的连接。执行器连接到通道 0。

U_r >=200 V 和 I_F >= 2 A 的型号是适合的二极管

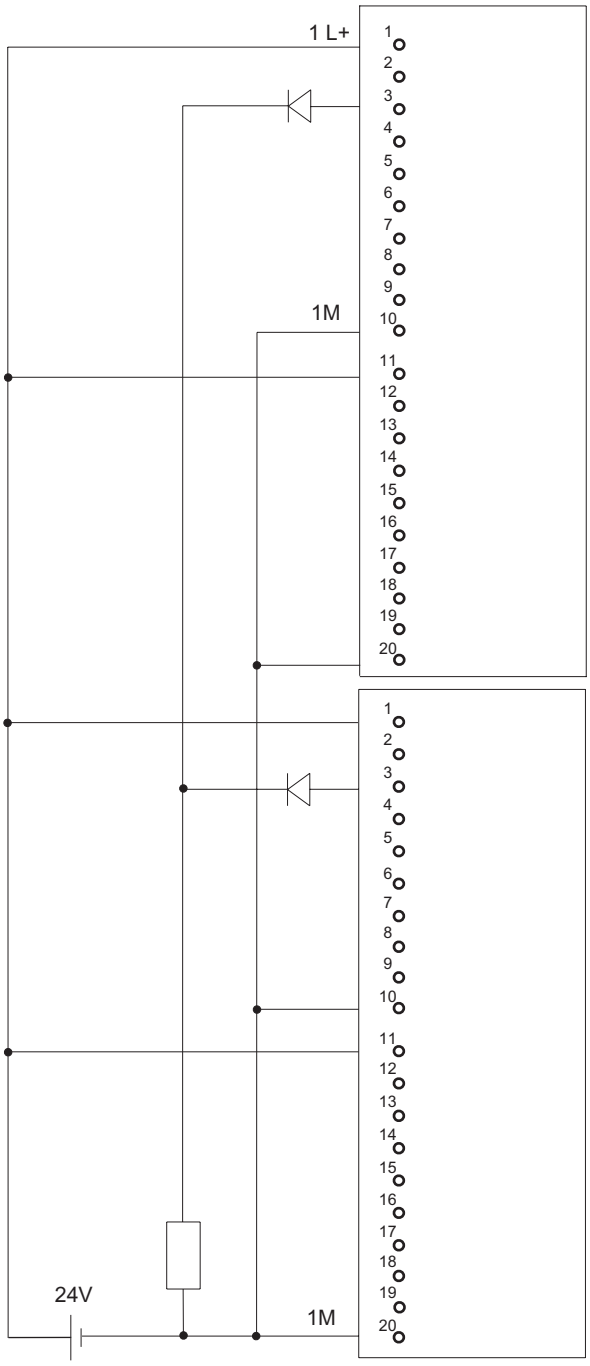


图 F-14 SM 322 互连实例；DO 8 x DC 24 V/2 A

F.15 SM 322；DO 32 x DC 24 V/0,5 A，6ES7322-1BL00-0AA0

下图显示了一个执行器与两个冗余 SM 322；DI 32 x DC 24 V 之间的连接。执行器连接到通道 1。

合适的二极管类型包括 1N4003 ... 1N4007 系列，或任何其他 U_r >=200 V 和 I_F >= 1 A 的二极管。

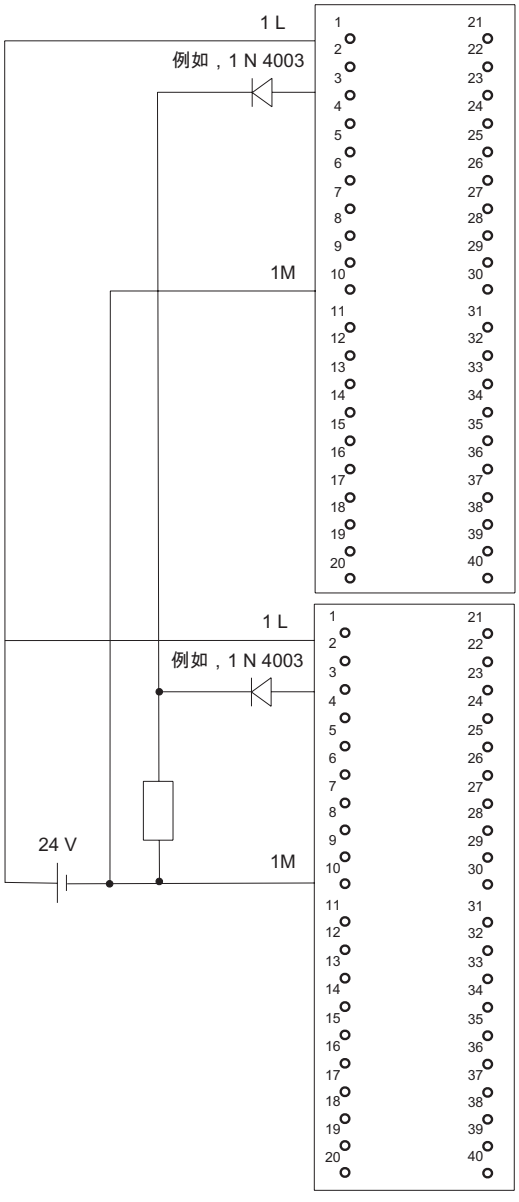


图 F-15 SM 322 互连实例；DO 32 x DC 24 V/0.5 A

F.16 SM 322；DO 8 x AC 230 V/2 A，6ES7322-1FF01-0AA0

下图显示了将一个执行器连接到两个 SM 322； DO 8 x AC 230V/2AV。 执行器连接到通道 0。

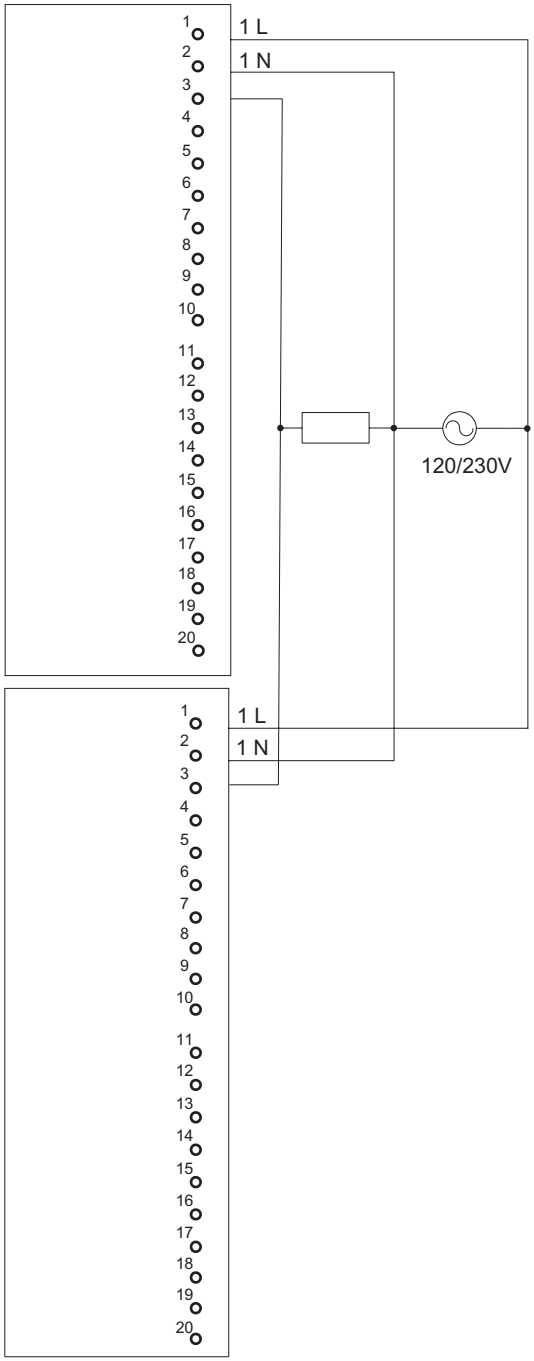


图 F-16 SM 322 互连实例；DO 8 x AC 230 V/2 A

F.17 SM 322；DO 4 x DC 24 V/10 mA [EEx ib]，6ES7322-5SD00-0AB0

下图显示了将一个执行器连接到两个 SM 322； DO 16 x DC 24 V/10 mA [EEx ib]。执行器连接到通道 0。合适的二极管包括 1N4003 ... 1N4007，或所有其它 U_r >=200 V 和 I_F >= 1 A 的二极管

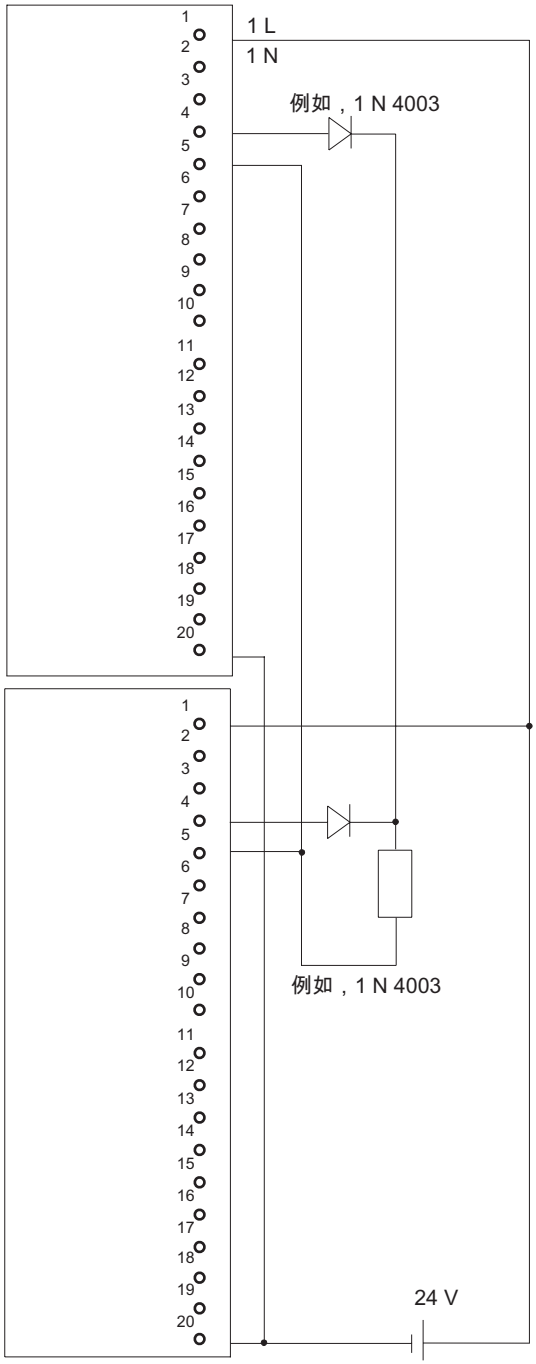


图 F-17 SM 322 互连实例；DO 16 x DC 24 V/10 mA [EEx ib]

F.18 SM 322；DO 4 x DC 15 V/20 mA [EEx ib]，6ES7322–5RD00–0AB0

下图显示了一个执行器连接两个 SM 322； DO 16 x DC 15 V/20 mA [EEx ib]。 执行器连接到通道 0。合适的二极管包括 1N4003 ... 1N4007，或所有其它 U_r >=200 V 和 I_F >= 1 A 的二极管

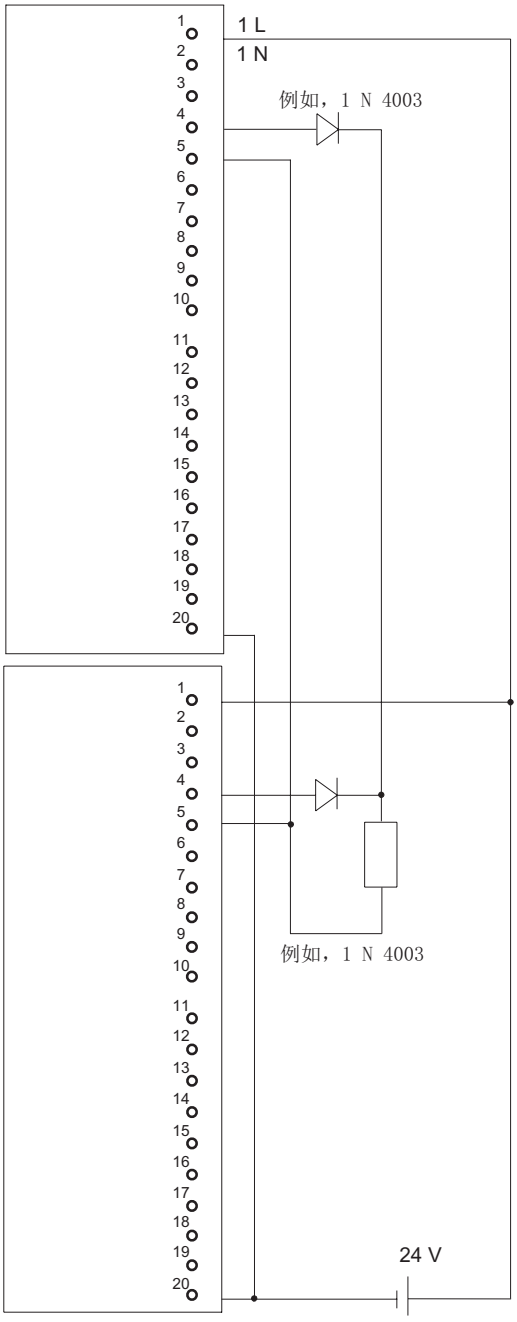


图 F-18 SM 322 互连实例；DO 16 x DC 15 V/20 mA [EEx ib]

F.19 SM 322；DO 8 x DC 24 V/0,5 A，6ES7322-8BF00-0AB0

下图显示了一个执行器与两个冗余
SM 322；DO 8 x DC 24 V/0.5 A 之间的连接。执行器连接到通道 0。

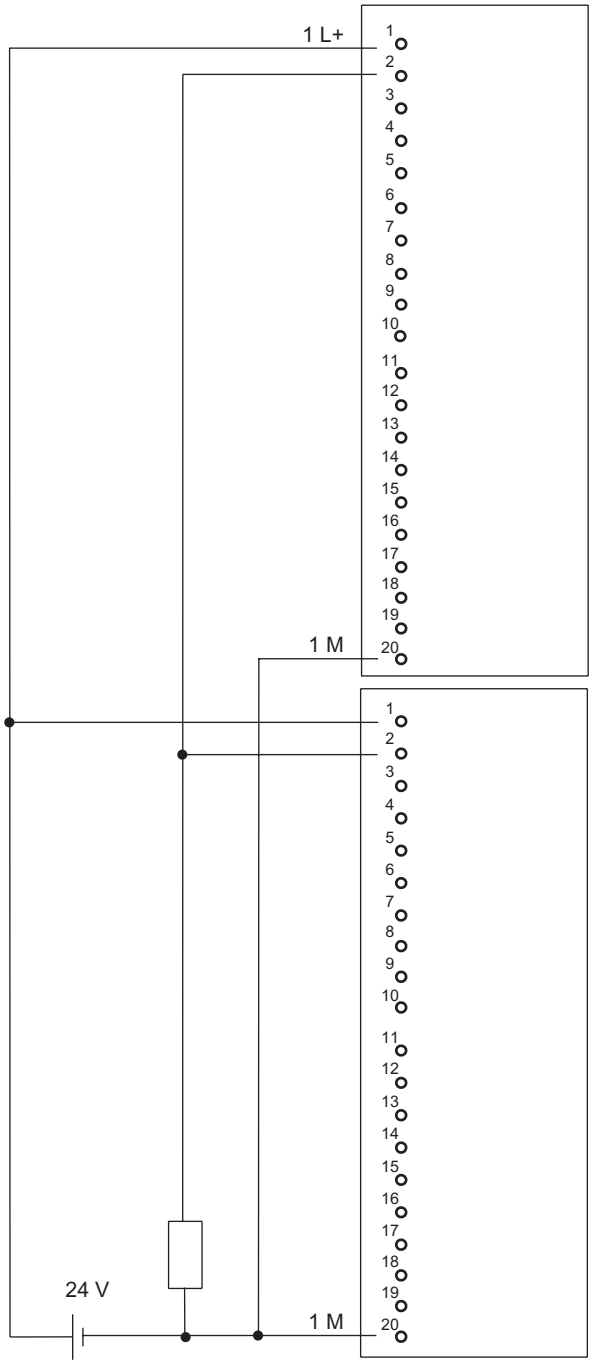


图 F-19 SM 322 互连实例；DO 8 x DC 24 V/0.5 A

F.20 SM 322；DO 16 x DC 24 V/0.5 A，6ES7322–8BH01–0AB0

下图显示了一个执行器与两个冗余 SM 322；DO 16 x DC 24 V/0.5 A 之间的连接。执行器连接到通道 8。

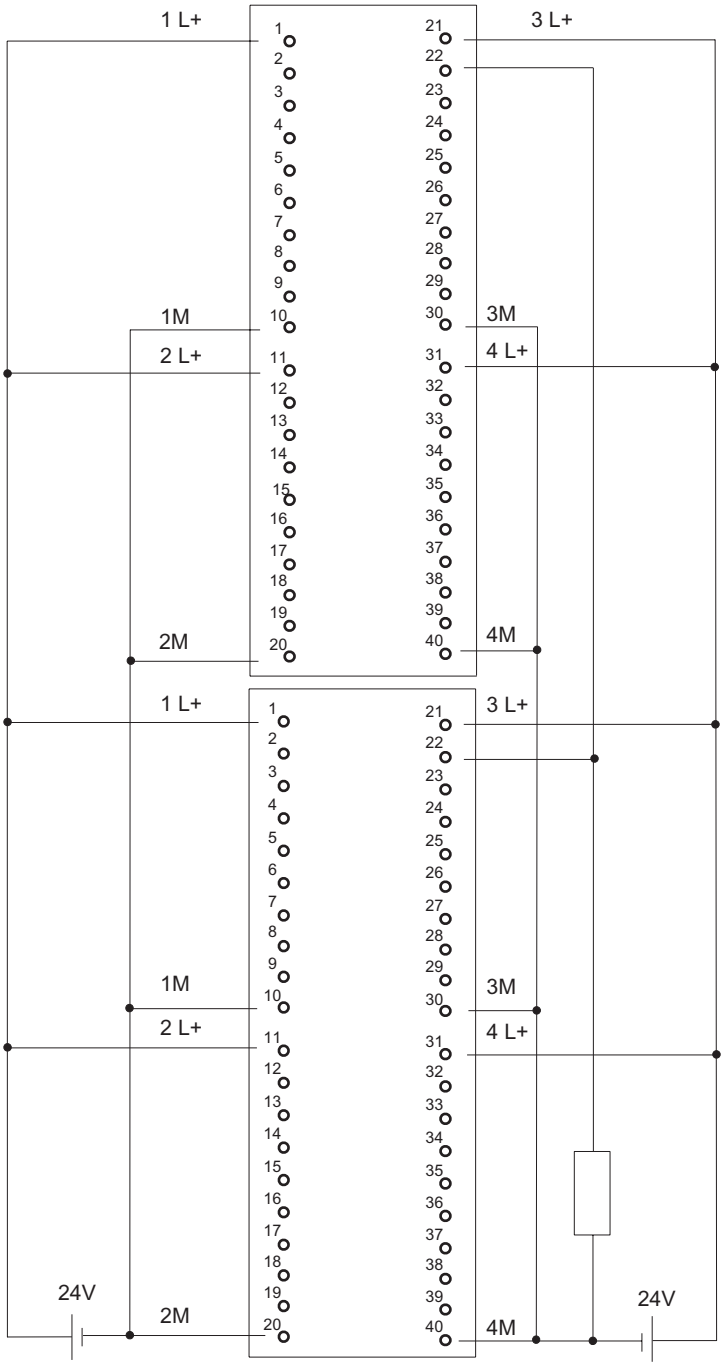


图 F-20 SM 322 互连实例；DO 16 x DC 24 V/0.5 A

F.21 SM 332；AO 8 x 12 位；6ES7332-5HF00-0AB0

下图显示了将两个执行器连接到两个冗余 SM 332；AO 8 x 12 位。 执行器连接到通道 0 和 4。合适的二极管包括 1N4003 ... 1N4007，或所有其它 U_r >=200 V 和 I_F >= 1 A 的二极管

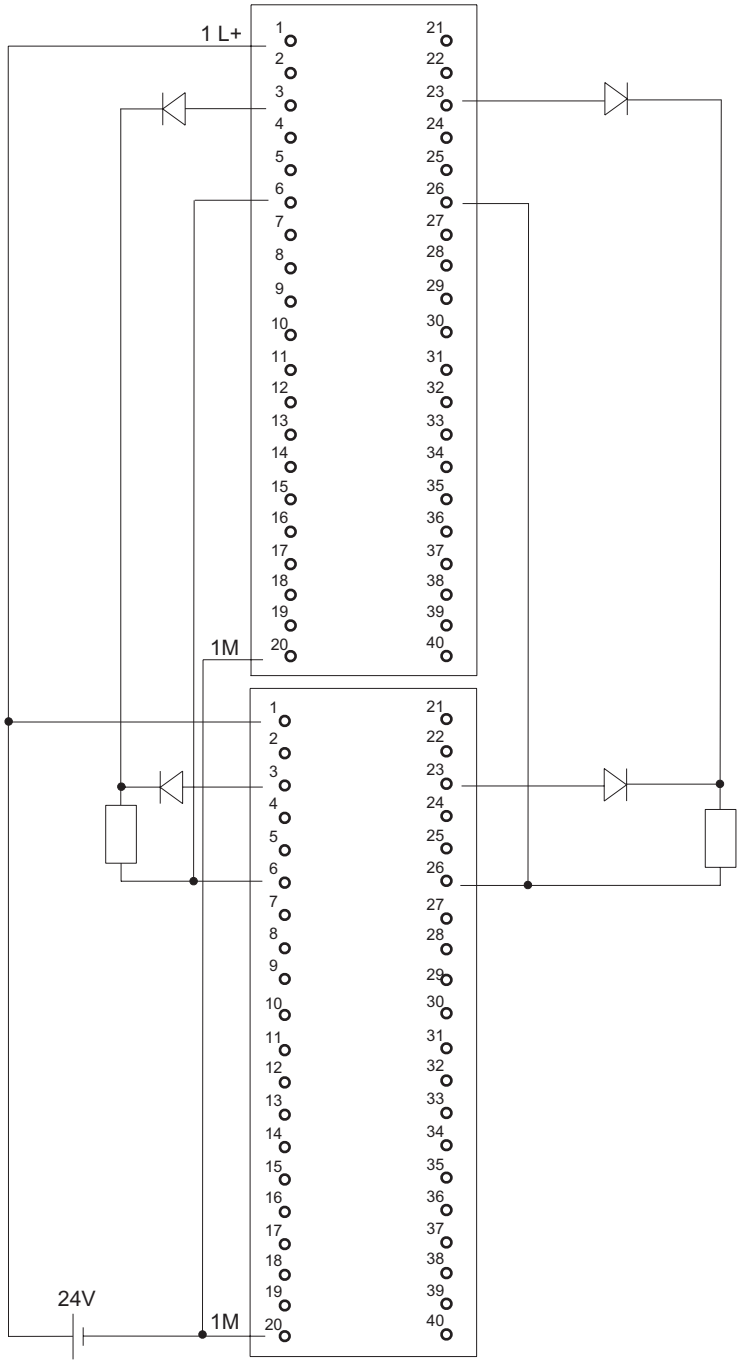


图 F-21 SM 332 互连实例，AO 8 x 12 位

F.22 SM 332；AO 4 x 0/4...20 mA [EEx ib]，6ES7332-5RD00-0AB0

下图显示了将一个执行器连接到两个 SM 332； AO 4 x 0/4...20 mA [EEx ib]。 执行器连接到通道 0。
合适的二极管类型包括 1N4003 ... 1N4007 系列，或任何其他 U_r >=200 V 和 I_F >= 1 A 的二极管。

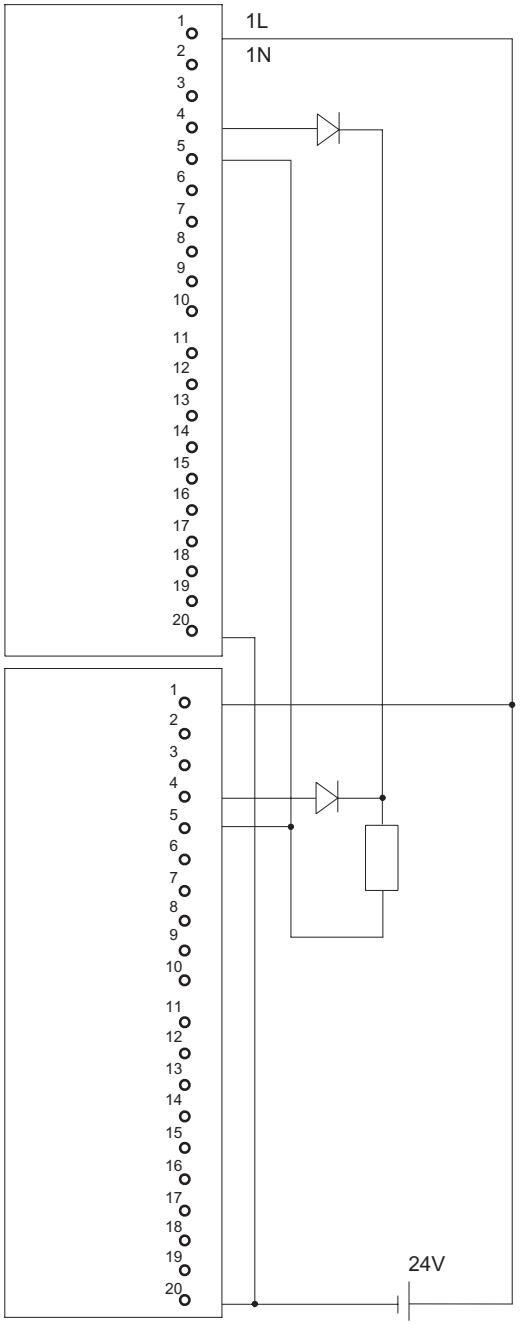


图 F-22 SM 332 互连实例；AO 4 x 0/4...20 mA [EEx ib]

F.23 SM 422；DO 16 x AC 120/230 V/2 A，6ES7422-1FH00-0AA0

下图显示了一个执行器与两个
SM 422；DO 16 x DC 120/230 V/2 A 之间的连接。执行器连接到通道 0。

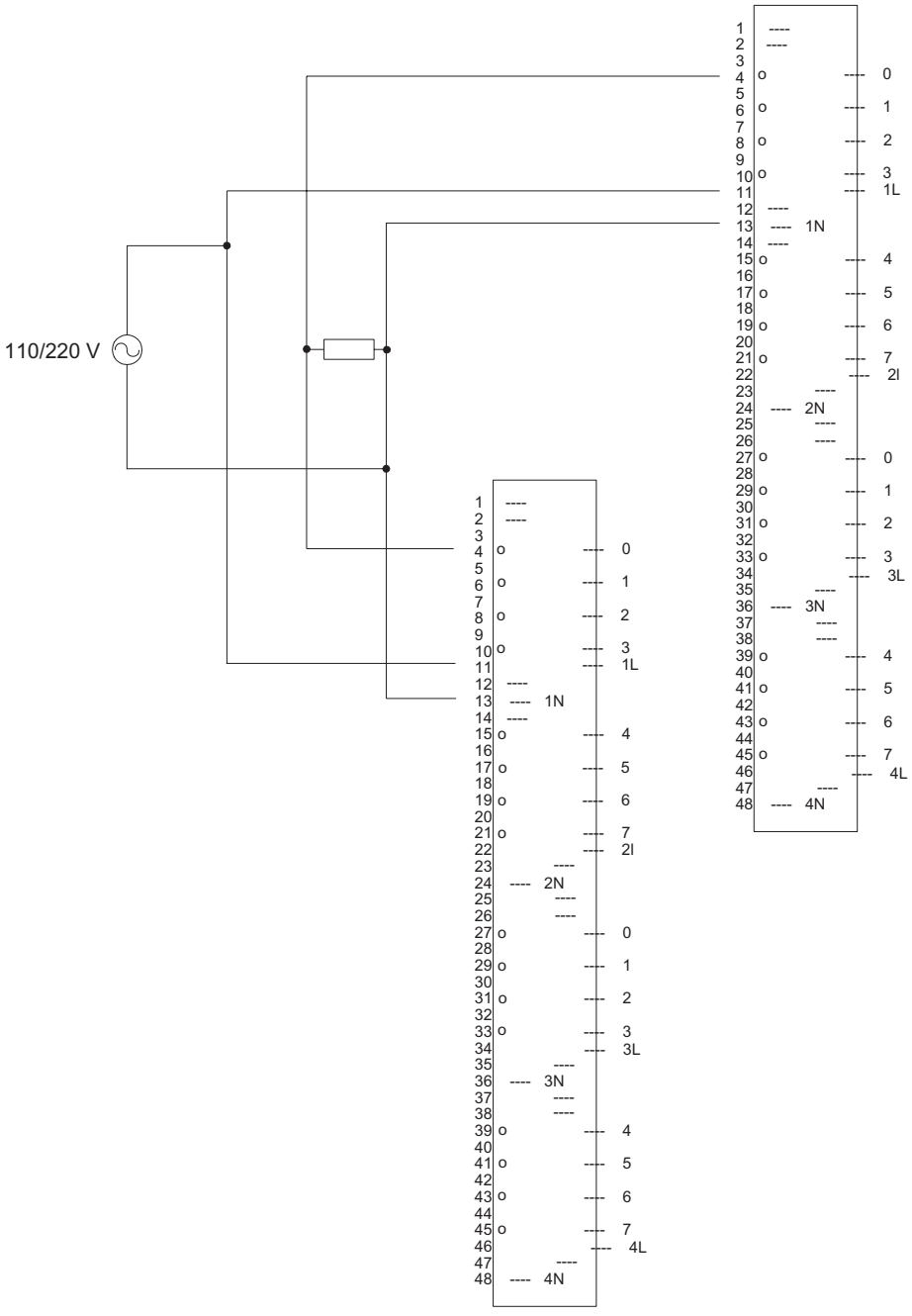


图 F-23 SM 422 互连实例；DO 16 x 120/230 V/2 A

F.24 SM 422；DO 32 x DC 24 V/0,5 A，6ES7422-7BL00-0AB0

下图显示了一个执行器与两个 SM 422；DO 32 x 24 V/0.5 A 之间的连接。执行器连接到通道 0。合适的二极管类型包括 1N4003 ... 1N4007 系列，或任何其他 U_r >=200 V 和 I_F >= 1 A 的二极管

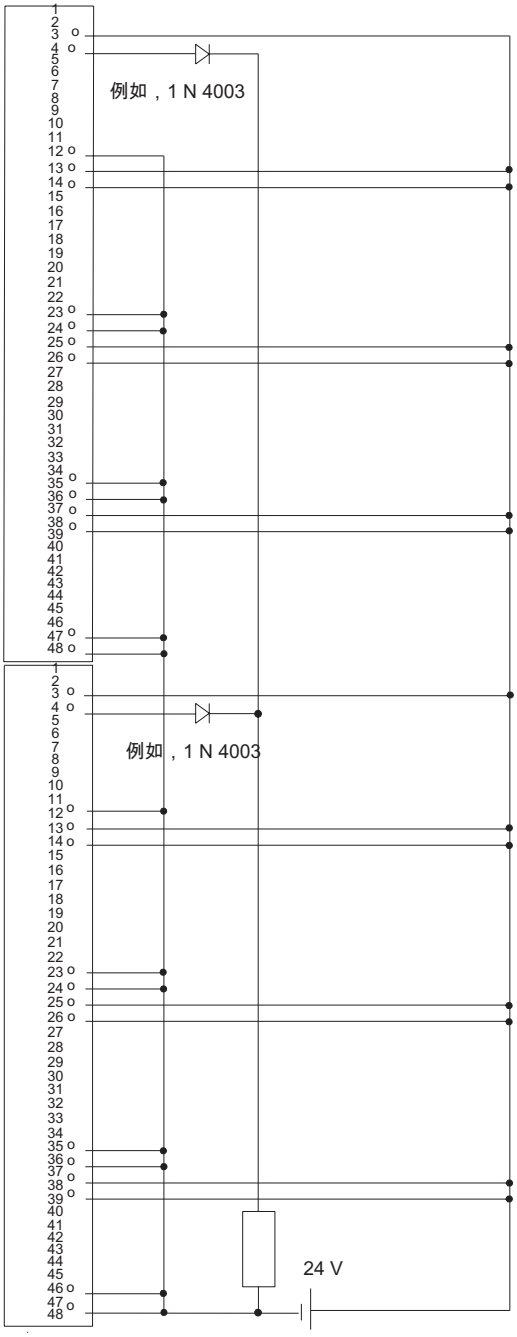


图 F-24 SM 422 互连实例；DO 32 x DC 24 V/0.5 A

F.25 SM 331；AI 4 x 15 位[EEx ib]；6ES7331-7RD00-0AB0

下图显示了将 2 线制测量传感器连接到两个 SM 331；AI 4 x 15 位[EEx ib]。 测量传感器连接到通道 1。 合适的稳压二极管有 BZX85C6v2 或 1N4734A。

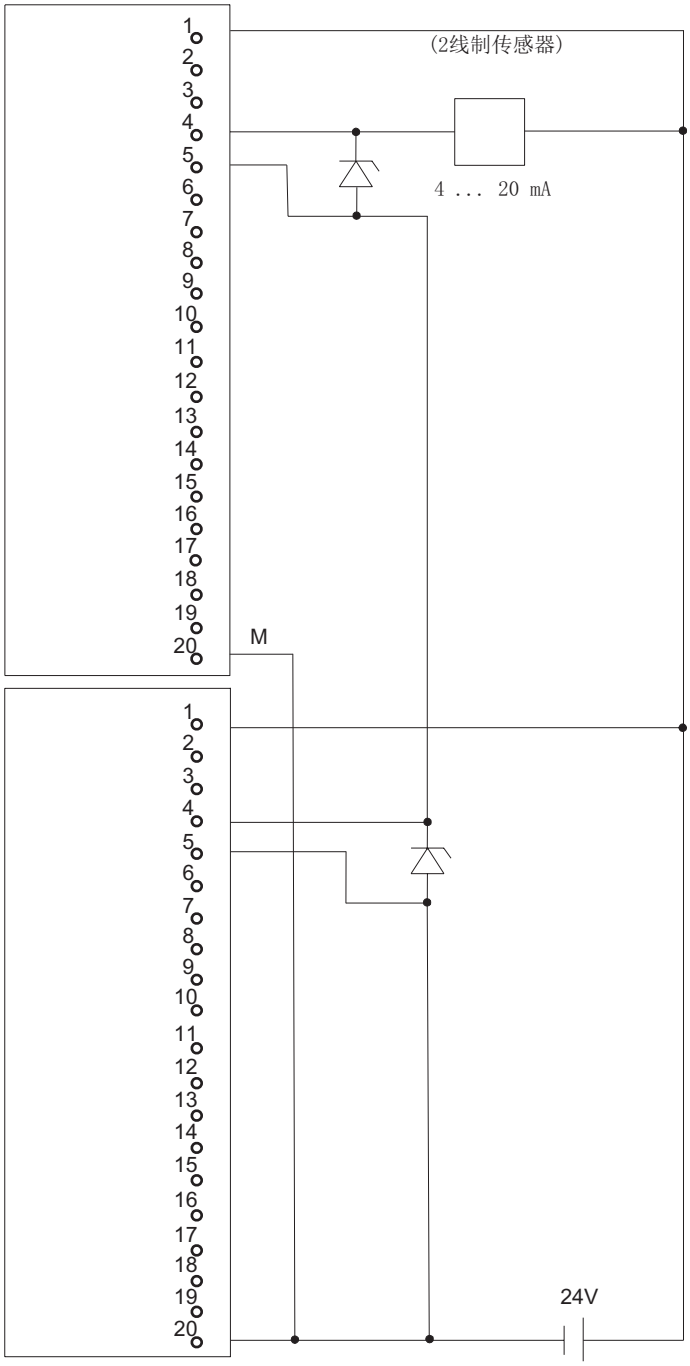


图 F-25 SM 331 互连实例；AI 4 x 15 位[EEx ib]

F.26 SM 331；AI 8 x 12 位，6ES7331-7KF02-0AB0

下图显示了将一个测量传感器连接到两个 SM 331；AI 8 x 12 位。 测量传感器连接到通道 0。

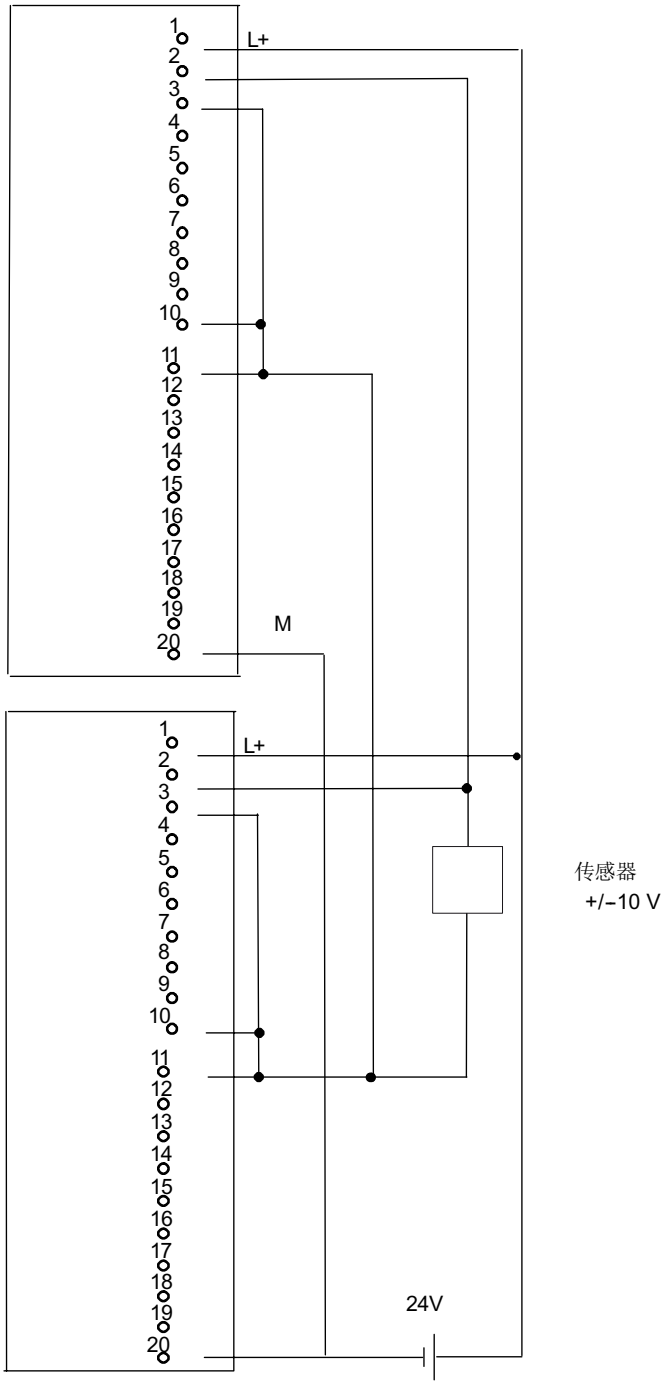


图 F-26 SM 331 互连实例；AI 8 x 12 位

F.27 SM 331；AI 8 x 16 位，6ES7331–7NF00–0AB0

下图显示了一个测量传感器与两个冗余 SM 331；AI 8 x 16 位的连接。 测量传感器分别连接到通道 0 和通道 7。

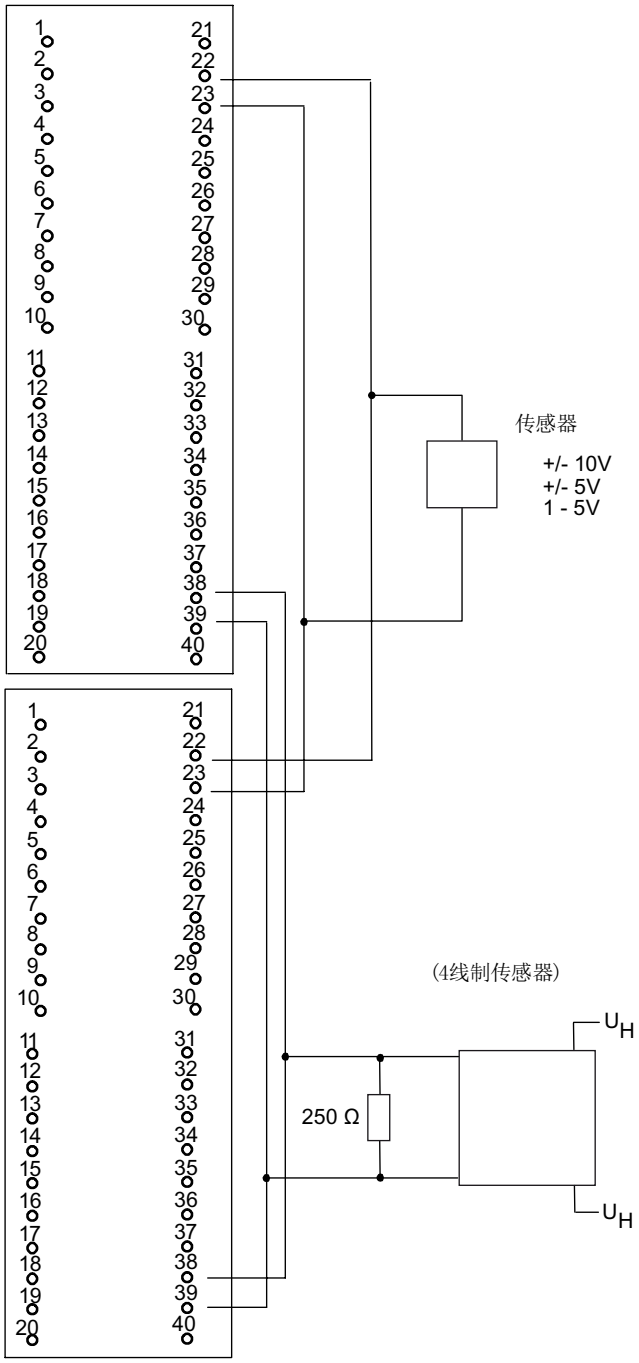


图 F-27 SM 331 互连实例；AI 8 x 16 位

F.28 SM 331；AI 8 x 16 位，6ES7331–7NF10–0AB0

下图显示了一个测量传感器与两个冗余 SM 331；AI 8 x 16 位的连接。 测量传感器分别连接到通道 0 和通道 3。

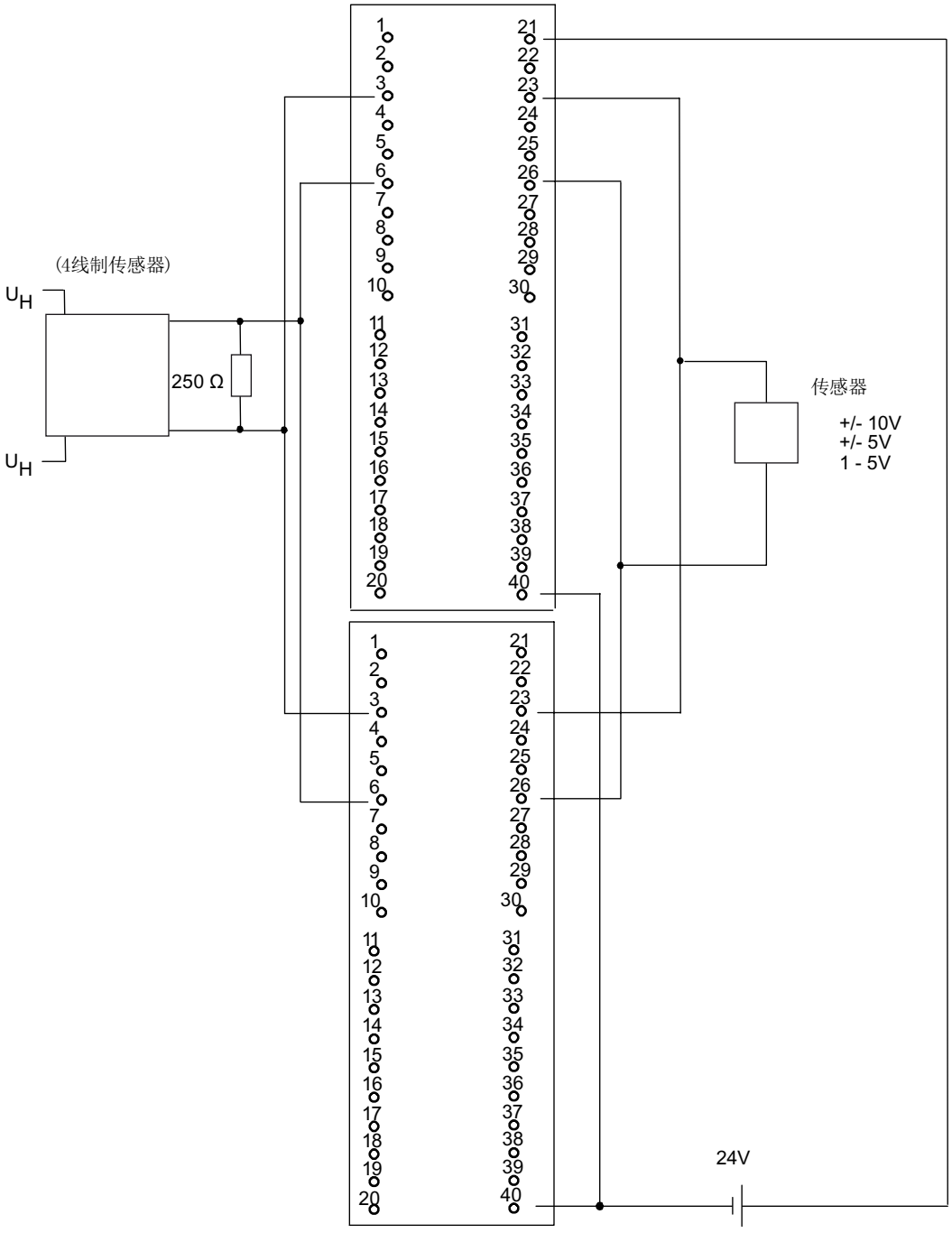


图 F-28 SM 331 互连实例；AI 8 x 16 位

F.29 SM 331；AI 6xTC 16 位 iso，6ES7331-7PE10-0AB0

下图显示了热电偶与两个冗余 SM 331 AI 6xTC 16 位 iso 的连接。

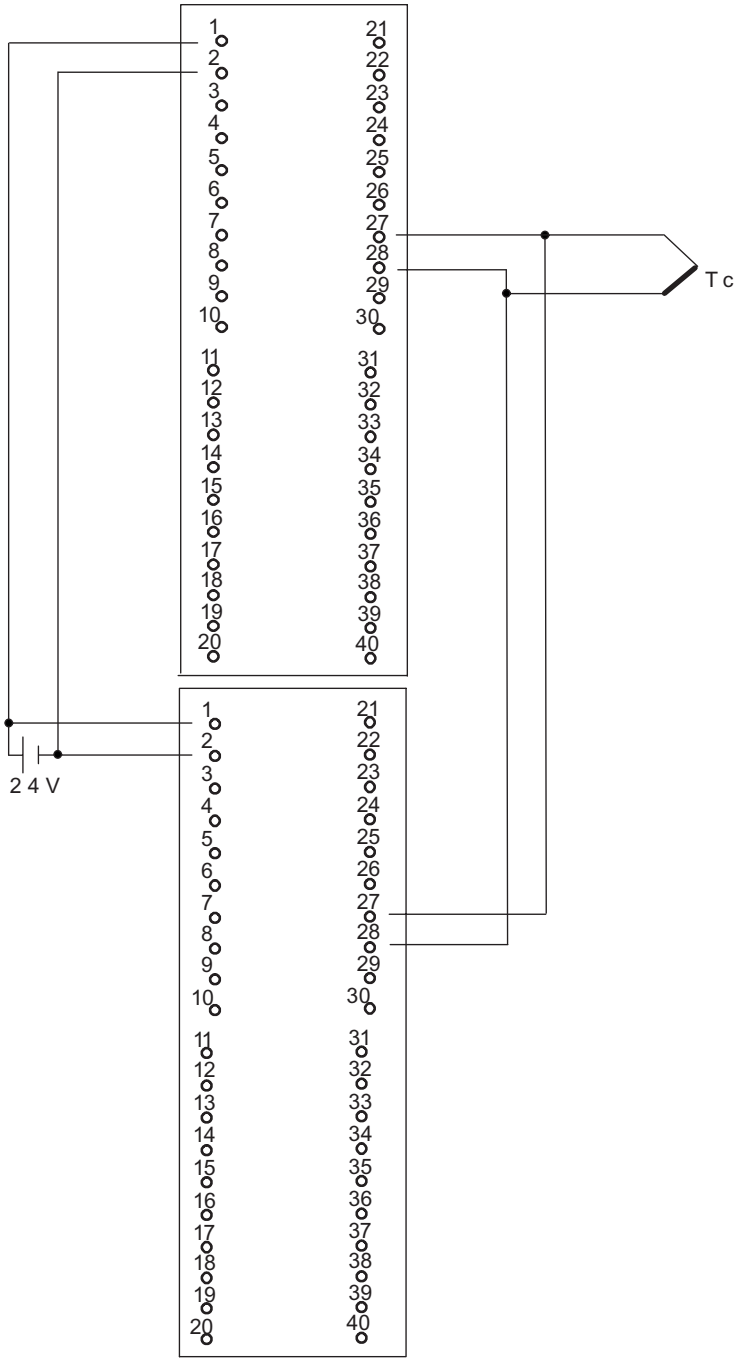


图 F-29 SM 331 AI 6xTC 16 位 iso 互连实例

F.30 SM 331；AI 8 x 0/4...20mA HART，6ES7331-7TF01-0AB0

下图显示了将 4 线制测量传感器连接到两个冗余 SM 331；AI 8 x 0/4...20mA HART。

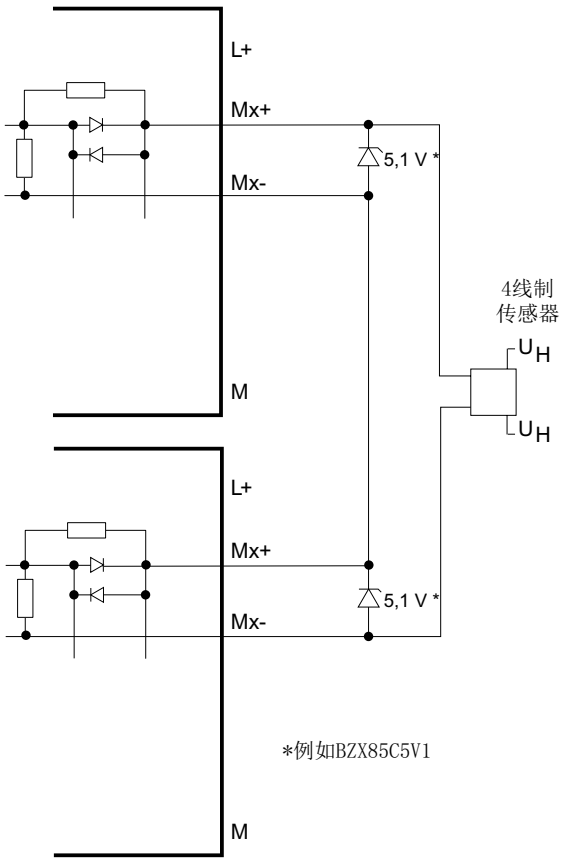


图 F-30 互连实例 1 SM 331；AI 8 x 0/4...20mA HART

下图显示了将 2 线制测量传感器连接到两个冗余 SM 331；AI 8 x 0/4...20mA HART。

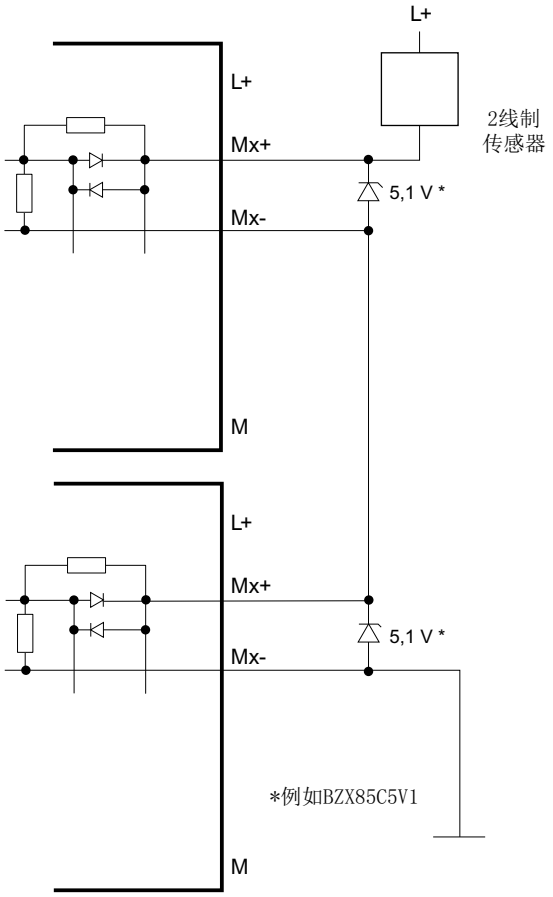


图 F-31　　互连实例 2 SM 331；AI 8 x 0/4...20mA HART

F.31 SM 332；AO 4 x 12 位；6ES7332–5HD01–0AB0

下图显示了将一个执行器连接到两个
SM 332；AO 4 x 12 位。执行器连接到通道 0。合适的二极管包括 1N4003 ... 1N4007，或所有其它 U_r >=200 V 和 I_F >= 1 A 的二极管

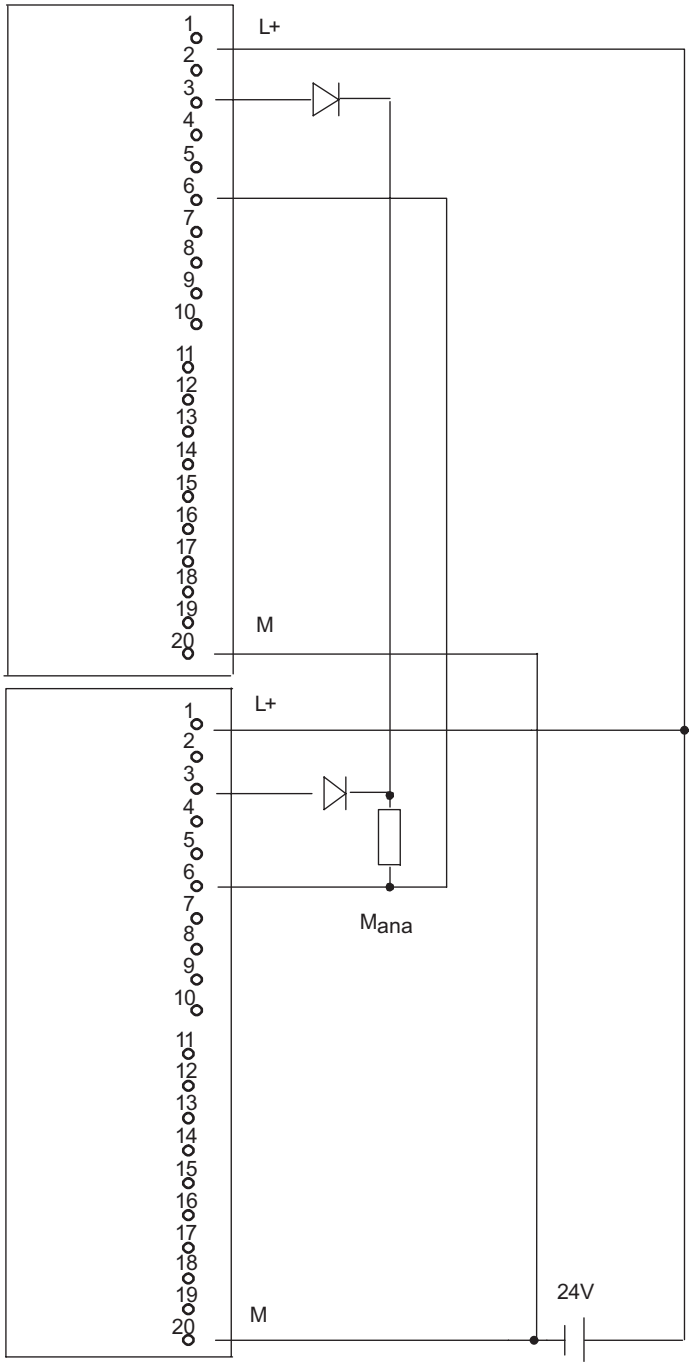


图 F-32 SM 332 互连实例，AO 4 x 12 位

F.32 SM332；AO 8 x 0/4...20mA HART，6ES7332-8TF01-0AB0

下图显示了将一个执行器连接到两个 SM 332；AO 8 x 0/4...20 mA HART。

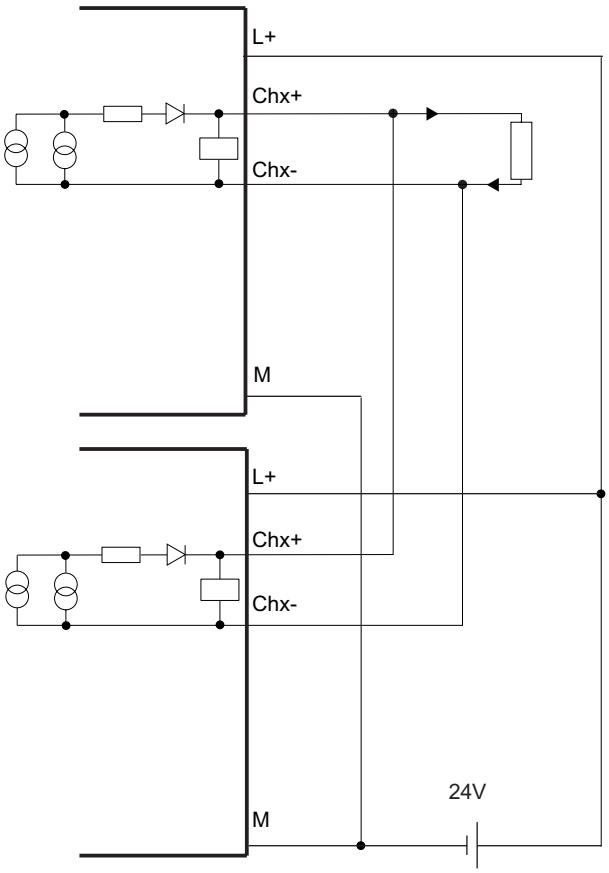


图 F-33　　互连实例 3 SM 332；AO 8 x 0/4...20mA HART

F.33 SM 431；AI 16 x 16 位，6ES7431–7QH00–0AB0

下图显示了将一个传感器连接到两个 SM 431；
AI 16 x 16 位。 合适的稳压二极管有 BZX85C6v2 或 1N4734A。

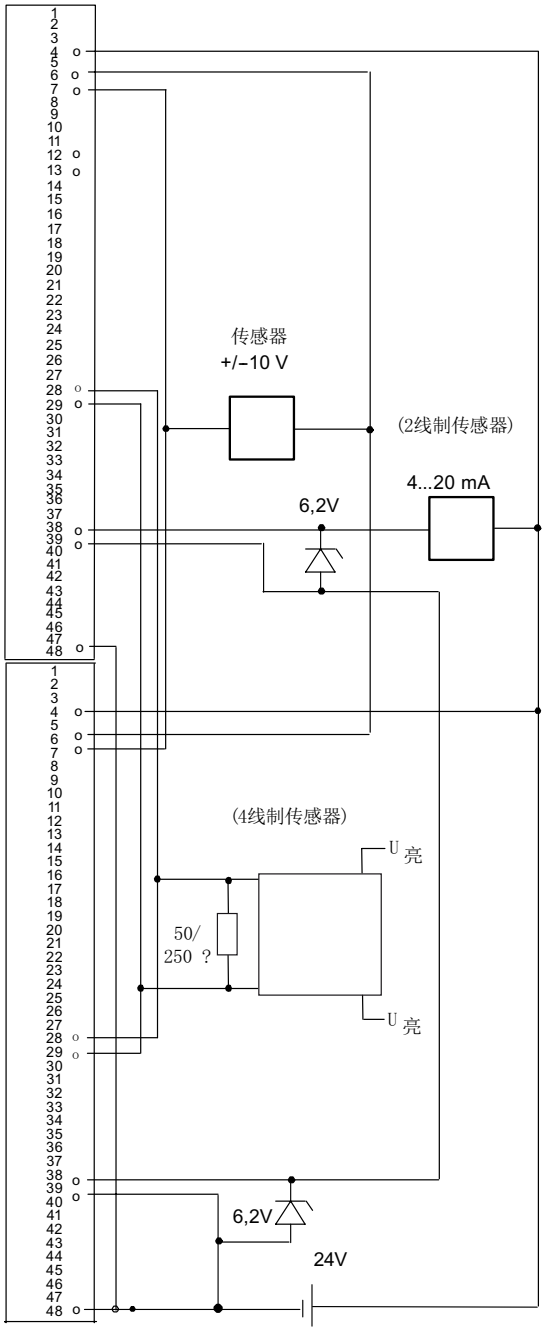


图 F-34 SM 431 互连实例；AI 16 x 16 位

词汇表

2 选 1 系统

请参见双通道 H 系统

H 站

包含两个中央处理单元(主站和备用站)的容错站。

H 系统

包含至少两个中央处理单元(主站和备用站)的容错系统。用户程序在主站和备用站 CPU 中的处理完全相同。

I/O，冗余

当有一个以上输入/输出模块可用于单个信号处理时，称冗余 I/O。它可以单向或双向连接。术语：“冗余单向 I/O”或“冗余双向 I/O”

I/O，单向

当只能由其中一个冗余中央处理单元访问一个输入/输出模块时，称单向 I/O。它可以为单通道或多通道(冗余)。

I/O，单通道

与冗余 I/O 相对，当过程信号只有一个输入/输出模块时，就称为单通道 I/O。它可以单向或双向连接。

I/O，双向

当一个输入/输出模块可以由容错系统上的所有冗余中央处理单元访问时，称双向 I/O。它可以为单通道或多通道(冗余)。

TROUBLESHOOTING

容错系统备用站 CPU 的一个工作模式，在该模式下，CPU 执行完全自检。

主站 CPU

要启动的第一个冗余中央处理单元。当失去冗余连接时，它继续作为主站操作。用户程序在主站和备用站 CPU 中的处理完全相同。

修理的平均时间(MTTR)

修理的平均时间 MTTR 表示模块或系统的平均修理时间，也就是指发生错误和纠正错误之间的时间。

停止

对于容错系统：在容错系统的“停止”系统模式下，容错系统的中央处理单元处于 STOP 模式。

冗余

在容错系统的冗余系统模式下，中央处理单元处于 RUN 模式，并通过冗余链接同步。

冗余，功用

利用冗余，不仅能使其它技术手段永远行之有效，而且还能将其运用于已安排好的功能。同义词：激活冗余。

冗余系统

冗余系统的特征是：重要的自动化系统组件可以多次使用(冗余)。当一个冗余组件发生故障时，不会中断程序的处理。

冗余链接

容错系统的中央处理单元之间的链接，用于同步和交换数据。

单机操作

单机操作表示在一个标准 SIAMTIC-400 站中使用一个容错 CPU。

单模式

当 H 系统已组态为冗余且只有一个 CPU 处于 RUN 模式时，H 系统就变为单模式。 此 CPU 即会自动成为主站 CPU。

双通道 H 系统

带两个中央处理单元的容错系统

同步模块

容错系统中冗余链接的接口模块。

备用站 CPU

链接到主站 CPU 的容错系统的冗余中央处理单元。当失去冗余连接时，它会进入 STOP 模式。用户程序在主站和备用站 CPU 中的处理完全相同。

容错系统

容错系统专门用于减少停产时间。例如，可以通过组件冗余来增强可用性。

平均停机时间(MDT)

平均停机时间 MDT 本质上由错误检测时间和修理或更换故障模块所需的时间组成。

故障发生间隔的平均时间(MTBF)

两个故障之间的平均时间，由此作为模块或系统可靠性的标准。

故障安全系统

故障安全系统的特征为：当发生特定故障时，它们会保持安全状态或直接进入另一个安全状态。

更新

在容错系统的更新系统模式下，主站 CPU 会更新备用站 CPU 的动态数据(同步)。

比较错误

在容错系统上比较存储器时可能发生的错误。

自检

对于容错 CPU 而言，在启动、循环处理期间以及发生比较错误时，会执行已定义的自检。它们会检查 CPU 和 I/O 的内容及状态。

链接

在容错系统的链接系统模式下，主站 CPU 和备用站 CPU 会比较存储器组态和装载存储器的内容。如果它们在用户程序中有差别，则主站 CPU 将更新备用站 CPU 的用户程序。

索引

4

41xH CPU
  DP主站： 使用 LED 进行诊断, 84
  DP地址区, 80

B

BUSF, 84
BUSF1, 57
BUSF2, 57

C

CPU
  参数, 71
  模式选择器开关, 59
CPU 412-3H
  控制和显示元件, 47
CPU 414-4H
  控制和显示元件, 48
CPU 417-4H
  控制和显示元件, 48
CPU-CPU通讯, 69
CPU冗余错误, 39
CPU故障, 45

D

SM 321
  互连实例, 417
SM 321
  互连实例, 415
SM 321
  互连实例, 418
SM 322
  互连实例, 429
DPV1, 82
DPV1 主站, 82
DPV1 从站, 82
DPV1 和EN 50170, 83
DPV1 模式, 82
DP 主站
  使用LED进行诊断, 84
  使用STEP 7 进行诊断, 85
DP 主站系统
  启动, 81
DP接口, 70

E

EN 50170, 82
EXTF, 56

F

FB 450 RED_IN, 157
FB 451 RED_OUT, 157
FB 452 RED_DIAG, 157
FB 453 RED_STATUS, 157
FC 450 RED_INIT, 157
FC 451 RED_DEPA, 157
FRCE, 56

H

H 系统
  启动, 44
HOLD, 105

I

I/O, 37, 143
  冗余, 152
  单向, 145
  双向, 147
  组态版本, 37
I/O冗余错误, 39
I/O直接访问, 111, 336
IFM1F, 57
IFM2F, 57
INTF, 56

L

LED, 49
  BUSF, 84
LINK-UP, 103

M

MDT, 386
MPI/DP 接口, 50
MPI参数, 63
MPI接口, 69
MSTR, 56
MTBF, 386, 391

O

OB 121, 107

P

PG/OP-CPU通讯, 69
PG功能, 219
PROFIBUS DP接口, 50
PROFIBUS地址, 82
PROFIBUS的诊断地址, 87

R

RACK0, 56
RACK1, 56
RAM/PIO比较错误, 108
RAM卡, 66
REDF, 58
RUN, 55, 103

S

S5 到 S7
  组态, 406
  诊断和编程, 406
S7 连接
  已组态, 191
S7-400
  可选软件, 38
S7-400H
  I/O, 37
  块, 39
  用户程序, 39
  组态和编程, 38
  说明文档, 40
  通讯, 38
S7-REDCONNECT, 195, 208
S7 兼容模式, 82
S7 连接

已组态, 196
SFB 14, 91
SFB 15, 91
SFC 103 DP_TOPOL, 83
SFC 109 PROTECT, 61
SFC 14 DPRD_DAT, 91
SFC 15 DPWR_DAT, 91
SFC 81 UBLKMOV, 89
SIMATIC管理器, 219
SM 321；DI 32 x DC 24 V
互连实例, 416
SM 322；DO 8 x DC 24 V
互连实例, 428
SM 422；DO 16 x 120/230 V/2 A
互连实例, 437
STOP, 55

U

UPDATE, 103

一

一致性数据, 89
一致性数据访问, 92

不

不间断无扰动运行, 97

中

中央模块, 35

主

主站/备用站分配, 96
主站CPU, 96

二

二极管电路, 179

从

从DP标准从站一致性地读取数据, 91

优

优先级 > 15 的最大禁止时间
计算, 135
优先级大于 15 的最大禁止时间
定义, 129

传

传感器
双冗余, 171

保

保存服务数据, 77

修

修理, 221

光

光纤电缆, 36
存放, 308
安装, 307
更换, 228
电缆拉动, 308
选择, 310
光缆故障, 45

内

内存扩展, 292

冗

冗余
    主动, 96
    功能, 96
冗余I/O, 26, 152
    中央单元和扩展单元中, 152
    单向DP从站中, 153
    单模式下, 155
    双向DP从站中, 154
    数字量输入模块, 169
    数字量输出模块, 172
    模拟量输入模块：, 173
    组态, 152, 160
冗余丢失, 97
冗余模式, 104
冗余模拟量输出模块, 179
冗余编码器, 171
    模拟量输入模块：, 178
冗余自动化系统, 25
冗余节点, 28, 190
冗余节点故障, 29
冗余通讯系统, 190

冷

冷启动, 63
    操作顺序, 64

出

出错指示 LED
    同步模块, 305

切

切换到具有扩展存储器组态的CPU, 127
切换到已修改了组态的CPU, 125

功

功能I/O冗余, 157
功能模块, 411

单

单位错误, 109
单机操作
    到容错系统, 400
    定义, 397
    注意事项, 398
    组态, 399
单模式, 103
单通道单向I/O, 145
    故障, 146
单通道双向I/O, 147
    故障, 149

参

参数, 71
参数分配工具, 72
参数块, 71

反

反应时间
    元素, 332
    减少, 336
    最短, 334
    最长, 335
    计算, 334, 335

可

可使用的CP, 195
可用性
    I/O, 144
    定义, 390
    系统, 27
    通讯, 38
可靠性, 386

同

同步, 97
同步
    事件驱动式, 97
同步模块
    功能, 303
    更换, 228
同步模块, 36

启

启动模式, 102
启动监视, 81
启动过程, 102

周

周期, 318
    元素, 319
    延长, 320
周期性自检, 110
周期控制
    执行时间, 325
周期负载
    通过MPI和通讯总线进行通讯, 320

响

响应时间, 111

固

固件
    更新, 73

在

在线帮助, 21
在线更新
    固件, 73

地

地址区
    41xH CPU, 80

基

基于时间的响应, 111, 141
基本系统, 35

备

备用站CPU, 96
    启动, 102

外

外部二极管, 172
外部备用电压, 51

多

多位错误, 109

子

子连接
  激活, 192

存

存储卡, 65
  功能, 65
存储卡槽, 50
存储器复位, 101
  操作顺序, 62
  过程, 62

安

安全等级, 60
  设置, 60
安装, 31
安装类型
  I/O, 144

容

容差窗口, 173
容错, 25
容错站, 213
容错连接
  特征, 195
  组态, 195
  编程, 196, 203
容错通讯, 190

对

对超时的响应, 131

将

将数据一致性地写入DP标准从站, 91

工

工作存储器, 126
工作模式
  改变, 400
工作模式更改, 88
工具, 38

差

差异
  数字量输入模块, 169
差异时间, 169, 173

带

带主站/备用站切换的链接, 120

应

应用数值, 173

总

总线中断, 88
总线拓扑, 83
总线连接器, 70
  MPI, 69
  PROFIBUS DP接口, 70

执

执行时间
  周期控制, 325
  操作系统, 325
  用户程序, 320

过程映像更新, 321

扩

扩展存储器组态, 121
扩展装载存储器, 65

技

技术支持, 23
技术规范
存储卡, 380

摇

摇臂开关, 59

操

操作目的, 25
操作系统
执行时间, 325

改

改变存储器类型, 294

故

故障安全, 25

数

数字量输出
容错, 172, 179
数据一致性, 89

时

时间监视, 129

暖

暖重启, 63

更

更新, 113, 115, 116, 128, 132, 187
基于时间的响应, 132
延迟, 141
监视时间, 187
输入信号的最小持续时间, 119
顺序, 122
更新固件, 73

最

最大周期延长
定义, 129
计算, 139
最大通讯延迟
定义, 129
计算, 139
最小 I/O 保持时间
定义, 130
计算, 134

机

机架, 35
机架号
设置, 50

查

查找信息
通过本手册, 21

校

校验和错误, 108

模

模式选择器, 49
模式选择器开关, 59
模拟输出信号, 180

比

比较错误, 108

消

消息功能, 124

热

热启动
  操作顺序, 64
热线, 23

状

状态字, 181
状态字节, 181
状态显示
  CPU 414-4H, 55
  CPU 417-4H, 55
  所有CPU, 55

用

用于冗余的信号模块, 161
用于接口模块的插槽, 50
用户程序, 39
用户程序的执行时间, 320

电

电源, 36
电源模块故障, 45

监

监视功能, 52
监视时间, 129
  精度, 133
  组态, 133

直

直接电流测量, 177

硬

硬件
  组件, 35
  组态, 44, 215
  设计, 43
硬件中断
  在S7400H系统中, 111
硬件中断反应时间
  CPU的, 343, 344
  信号模块的, 344
硬件中断处理, 344

确

确定存储空间需求, 67

系

系统状态, 99

组

组件
  基本系统, 35
  复制, 27

组件故障, 221
    分布式I/O, 233
    在中央和扩展机架中, 221
组态, 32, 38, 213
组态联网, 217
组织块, 39

编

编程, 38

网

网络组态, 218

自

自动化与驱动集团技术支持, 23
自检, 98, 107

装

装载存储器, 125
装配规则, 34, 214

订

订货号
    存储卡, 380

诊

诊断
    评估, 86
诊断地址, 87
诊断缓冲区, 58

说

说明文档, 40

调

调试, 41
    要求, 42
调试S7-400H, 44

超

超时, 131

软

软件
    冗余, 26

过

过程映像更新
    执行时间, 321

运

运行时更换, 221
    分布式I/O, 233
    在中央和扩展机架中, 221
运行期间的系统修改
    单机操作, 401
    硬件要求, 402
    软件要求, 402
运行状态
    CPU, 100
    HOLD, 105
    LINK-UP, 103
    RUN, 103
    STARTUP, 102
    STOP, 101

UPDATE, 103
系统, 99

连

连接
S7, 191
容错S7, 192

适

适用范围
手册, 19

通

通讯, 38
通讯功能, 124
通讯块
一致性, 90
通讯处理器, 411
通过 MPI 和通讯总线进行通讯
周期负载, 320
通过PROFIBUS编程, 81

重

重新启动, 63
操作顺序, 64

链

链接, 113, 115, 116, 120, 128, 132, 187
基于时间的响应, 132
流程图, 117
监视时间, 187
顺序, 120
链接、更新, 103
链接和更新
启动, 116
影响, 113
禁用, 128
顺序, 116

错

错误显示
CPU 414-4H, 58
CPU 417-4H, 58
所有CPU, 56
错误消息, 52

闪

闪存卡, 66, 67

间

间接电流测量, 175

非

非冗余编码器, 170, 174