

通过西门子安全输出模块控制 CPX 终端 PL 供电时报错短路原因分析

曹鹏
Festo 技术支持
2025 年 3 月 7 日

关键词:

CPX, 安全输出, Profisafe, 短路

摘要:

本文分析了阀岛负载电通过 ET 200SP 数字输出模块 F-DQ 4x24VDC/2A PM HF 供电报短路的原因。

目标群体:

本文仅针对有一定自动化设备调试基础的工程师, 需要对 profisafe 有一定了解。

声明:

本文档为技术工程师根据官方资料和测试结果编写, 旨在指导用户快速上手使用 Festo 产品, 如果发现描述与官方正式出版物冲突, 请以正式出版物为准。

我们尽量罗列了实验室测试的软、硬件环境, 但现场设备型号可能不同, 软件/固件版本可能有差异, 请务必在理解文档内容和确保安全的前提下执行测试。

我们会持续更正和更新文档内容, 恕不另行通知。

使用阀岛时，由于西门子 ET 200 SP 故障安全输出模块检测到短路和交叉电路，可能会出现以下诊断中断：

1. 诊断信息 "输出端 L+ 短路"（故障代码 261D）
2. 诊断信息 "输出端对地短路"（故障代码 262D）

故障错误描述

短路（交叉电路）是在阀门接线端子接通后的一段时间内通过**暗测试**检测到的，这段时间无法精确规定。

ET 200SP 数字输出模块 F-DQ 4x24VDC/2A PM HF 的用户手册中提供了有关诊断信息。

"输出端与 L+/ 地短路 "的信息如下：

诊断报警	故障代码	含义	解决方法
对 L+ 短路	261D	L+ 短路意味着： • 输出电缆到 L+ 短路。 • 通道间的容性负载过高（如，由于电缆长度或负载电流过低） • 两个输出通道间短路。 必须在 100 小时内消除该故障；否则 F 模块将永久钝化且无法再进行确认。	• 更正过程接线。 • 增加测试时间（关断测试、接通测试）。 • 注意“F-I/O 模块的应用 (页 30)”中的警告消息。
接地短路	262D	接地短路意味着： • 输出电缆接地短路。 • 输出信号接地短路。 • 容性负载过高。 必须在 100 小时内消除该故障；否则 F 模块将永久钝化且无法再进行确认。	• 更正过程接线。 • 增加测试时间（关断测试、接通测试）。 • 检查执行器。

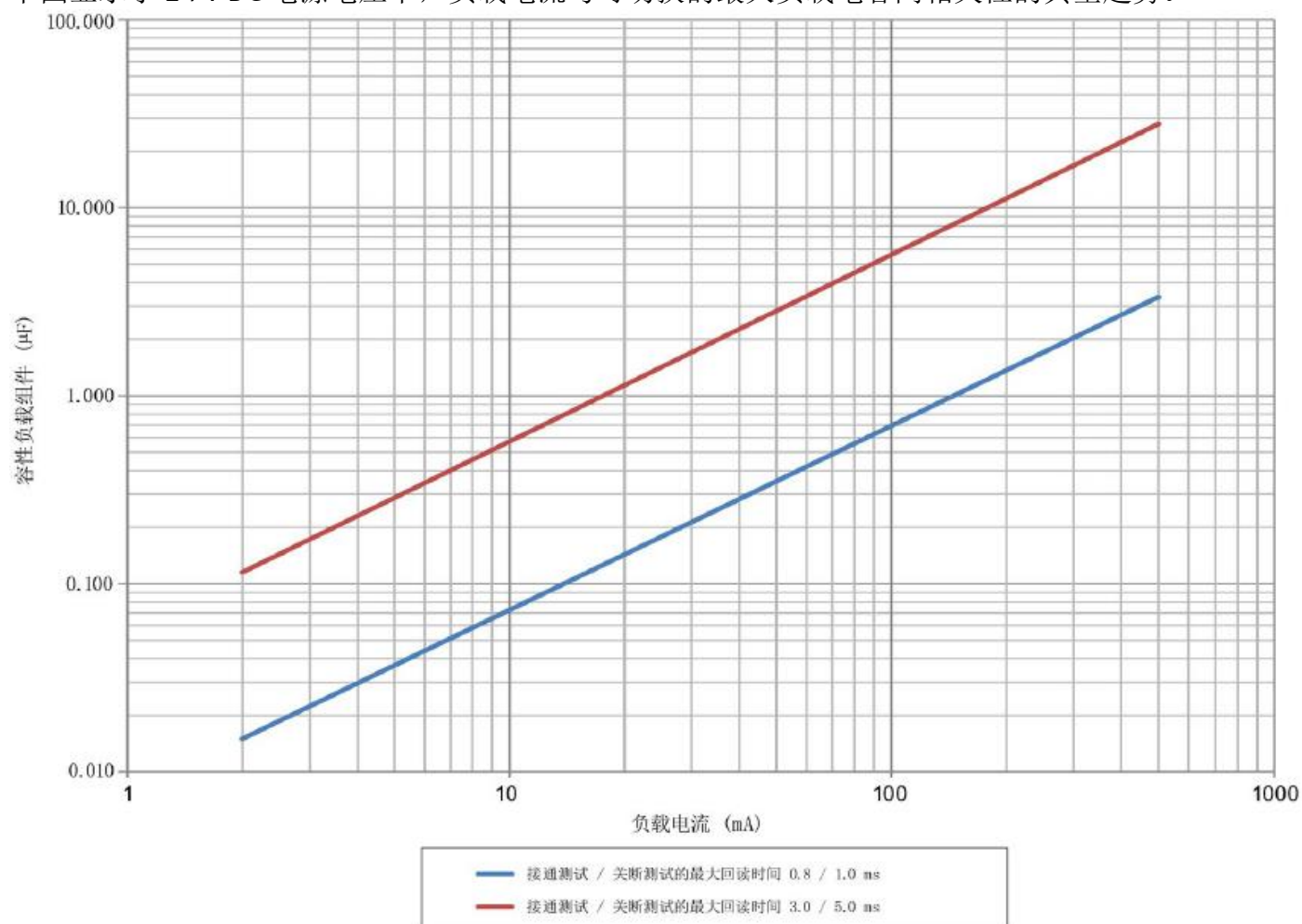
故障原因说明

阀岛电路中的电容属于 EMC（电磁兼容性）措施，必须根据 EMC 指导原则 2014/30/EU 的协调标准使用，因此不能减少。

西门子用户手册 "B.1 连接电容性负载" 部分指出，带电容的负载可能会导致检测到短路，这是因为电容在配置的回读时间内没有充分放电，导致检测回路导通。

如果在**黑暗测试**期间没有激活阀片，则现有电容不会迅速放电。此外，在黑暗测试期间阀岛上不同数量的阀片切换，也会影响故障安全输出模块的动态负载，进而影响黑暗测试。

下图显示了 24 V DC 电源电压下，负载电流与可切换的最大负载电容间相关性的典型趋势。



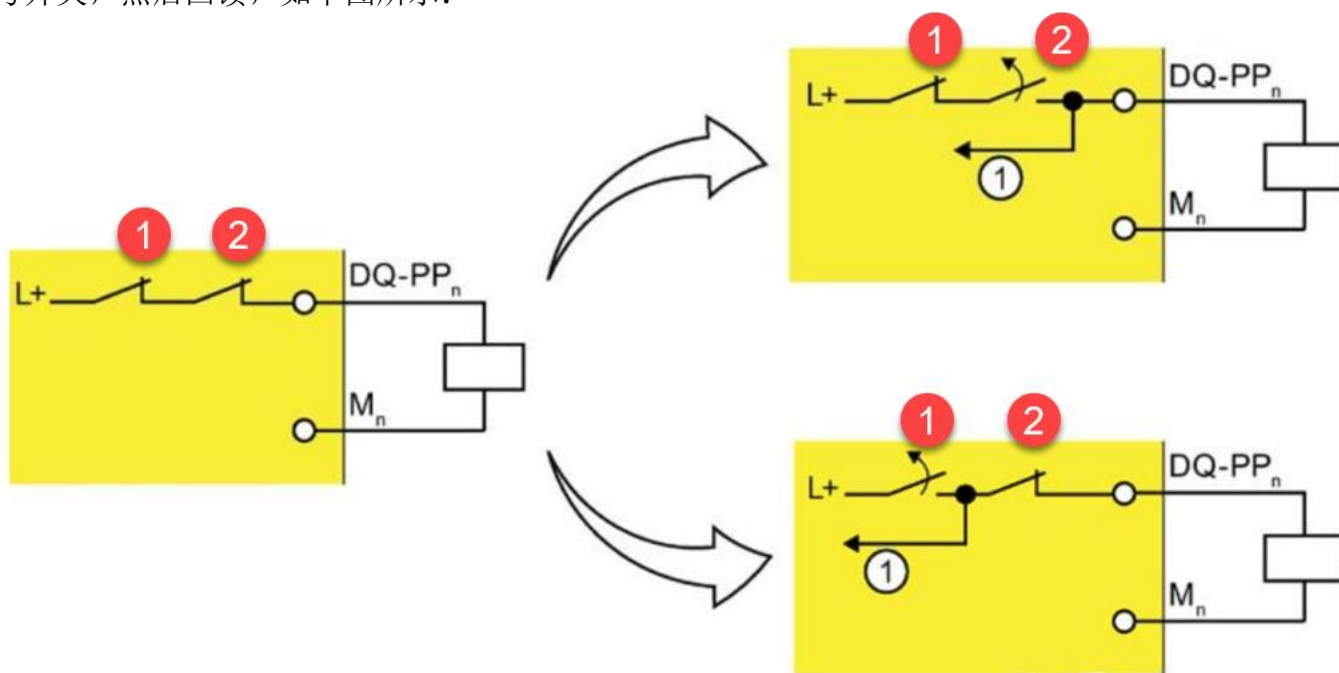
西门子安全输出模块有三种测试模式，分别是关断测试（暗测试），接通测试（明测试），半接通测试。

关断测试是对位模式的关断测试。

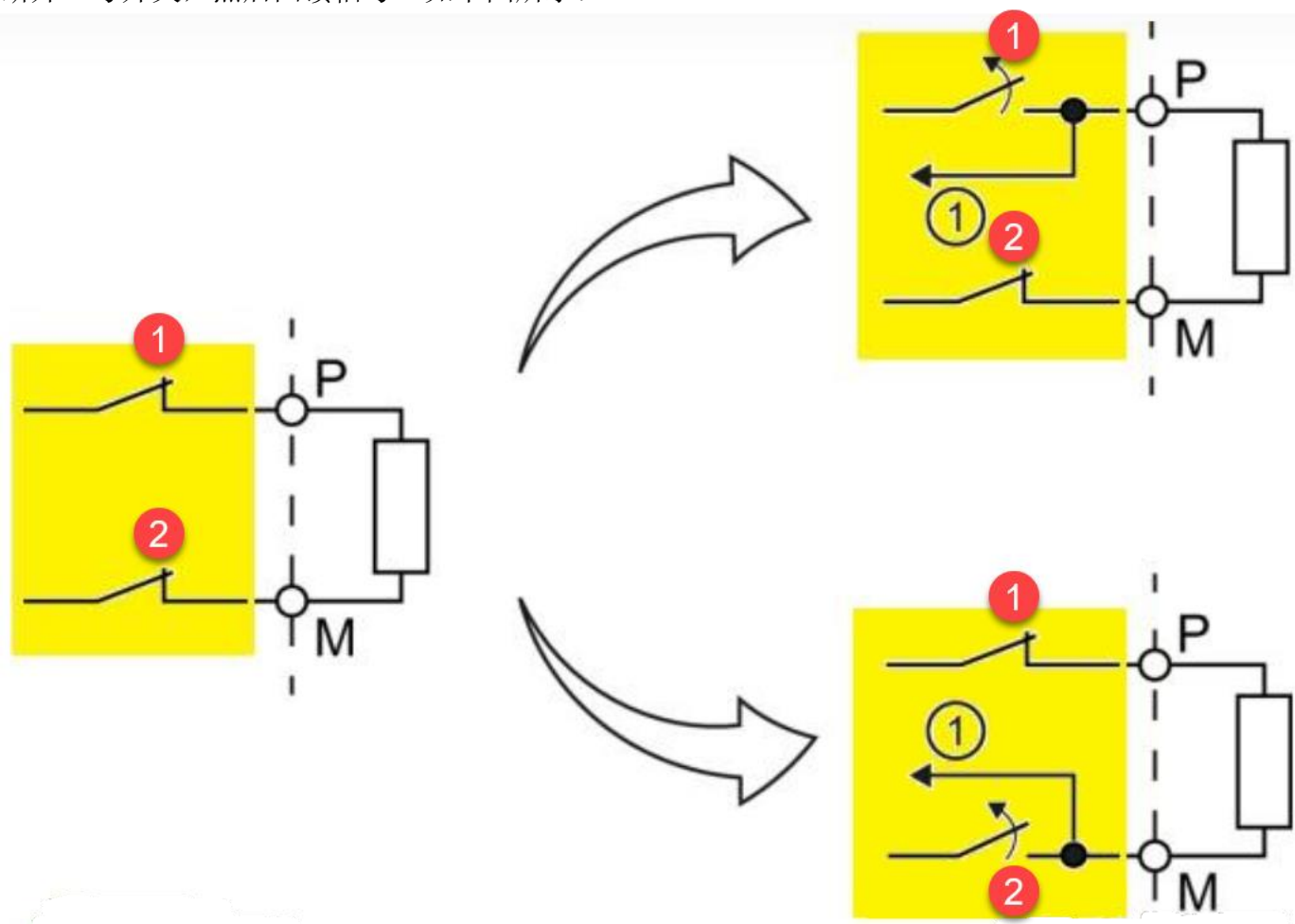
在关断测试中，输出通道具有 1 信号时，测试信号将暂时禁用该输出通道（这段时间又叫“关断期”）并进行回读。如果执行器的执行速度非常慢，则无法对此进行响应，执行器将保持为通电状态。

故障安全输出模块的通道有 PP 开关和 PM 开关两种，测试模式本质是测试 L+ 至 ① 的回路是否导通，：

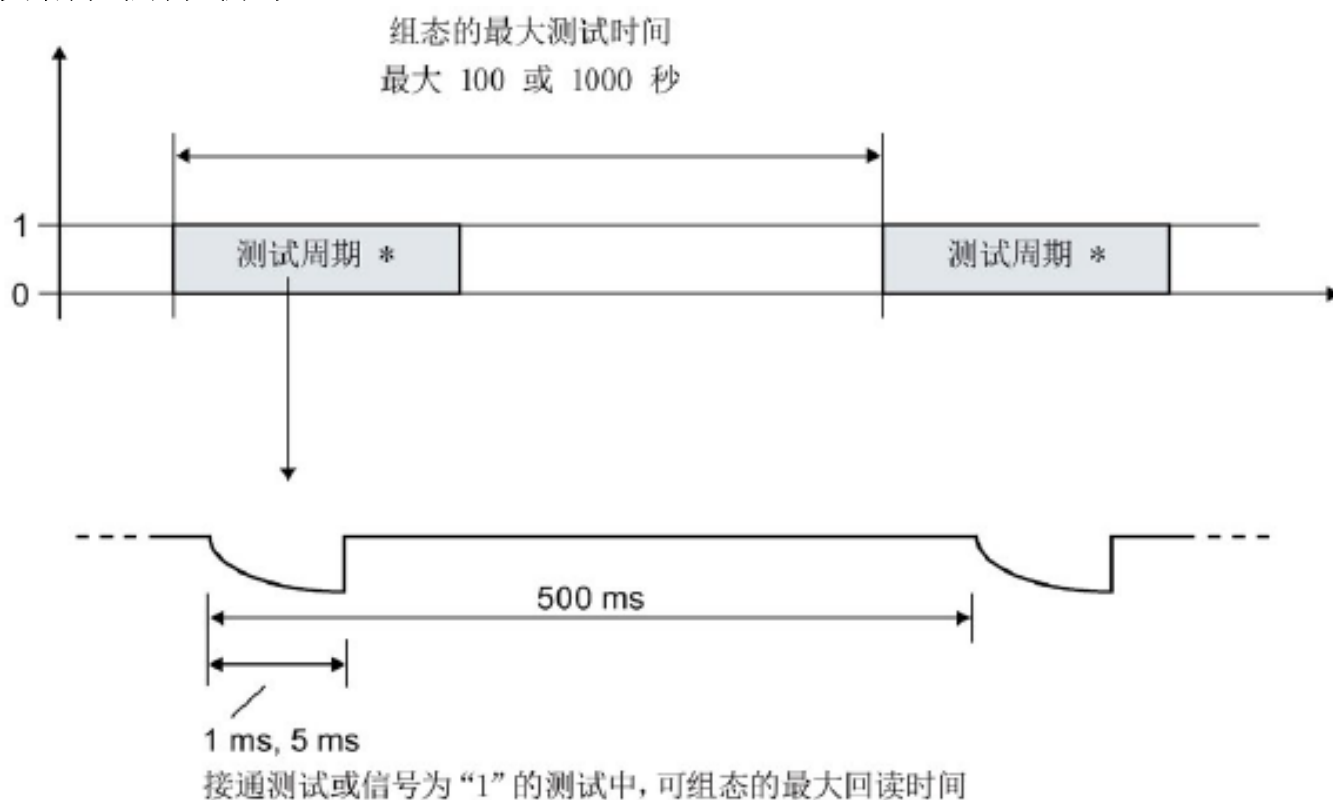
在 PP 开关的关断测试中，模块先断开 2 号开关，然后回读；如果信号正常，则闭合 2 号开关，断开 1 号开关，然后回读，如下图所示：



在 PM 开关的关断测试中，模块先断开 1 号开关，然后回读；如果信号正常，则闭合 1 号开关，并断开 2 号开关，然后回读信号。如下图所示：



关断测试的测试脉冲



解决方案

第 1 步：增加黑暗测试的回读时间

根据西门子文档标题为 "设置暗试回读时间"（第 21 页）的章节中的建议，应为最大暗试回读时间选择较高的值。如果选择的值过大，则会使所连接阀门关闭或者打开。通常，这种开关会发出 "咔嗒" 声。这些开关操作会造成触点磨损，在计算 MTTFD 值时必须将其考虑在内，从而导致 T_{10D} 值受到严重限制，进而影响阀门的使用寿命。作为可能解决方案的第一步，应尝试增加 "暗测试回读时间"。如果不能增加暗试的最大回读时间，"输出短路至 L+" 故障可能会反复出现。

如果增加 "黑暗测试回读时间" 仍不能消除诊断信息，必须更换线路或使用的模块。

请务必注意所安装阀门的最大允许暗时间。该信息可在阀门的产品可靠性数据表中找到，其中指定了 "带 1 信号的最大负测试脉冲"。

第 2 步：用电阻器增加负载电流

以下步骤在附录 "B.1 连接电容性负载" 中题为 "检测到短路时的补救措施" 一节中进行了说明：

1. 确定负载电流和负载电容。
2. 在上图中找到工作点（注释：图中包含电容性负载相对于配置的暗测试时间和亮测试时间的开关特性曲线）。
3. 如果工作点高于曲线，则必须通过并联一个电阻来增加负载电流，直到新的工作点低于曲线。如果只切换单个阀门并使用较短的连接电缆，则可以采用这种解决方案。但通常情况下，无法预知在黑暗测试中会有多少阀门被打开。因此，这种解决方案在大多数应用中都无法使用。

第 3 步：更换硬件

如果通过前两个解决步骤仍无法消除诊断信息，则必须更换硬件。为此有以下几种选择：

1. 使用分布式 I/O 系统 Siemens ET 200S。
2. 使用故障安全电源模块 Siemens F-PM-E 24 V DC / 8 A PPM（货号 6ES7 136-6PA00-0BC0）代替故障安全数字输出模块 Siemens F-DQ 4x24 V DC / 2A PM 高功能（货号 6ES7 136-6DB00-0CA0）。
3. 使用直接集成 ProFisafe 的阀门终端，即使用 Festo 的 CPX 和 ProFisafe 关闭模块 CPX-FVDA-P2（部件号 1971599）。

如果使用带有 ProFisafe 关断模块 CPX-FVDA-P2 的阀门终端，我们就能确保所需的短路和交叉回路检测功能在应用中完美运行。