

现场总线203

本质安全

- 概述
- 本质安全模型
- 点燃曲线
- 本质安全网段的设计
- 危险区域的安全性
- 多个安全栅：一种方案
- 多个安全栅：更佳方案
- 最大输出电流
- 其他本质安全方面的考虑事项

概述

现场总线设备的本质安全考虑事项与模拟设备相同吗？

在模拟系统中，本质安全是基于众所周知的经验。

- 每个输入和输出带一个专用安全栅
- 本质安全点和传统点采用不同的现场接线。

在现场总线系统中，本质安全带来一些新规范和优点。

- 多个设备可采用同一个安全栅，多个安全栅可以位于同一个现场总线网段上
- 本质安全点和传统点可以位于同一个网段上
- 现场总线本质安全更为灵活，性价比也更高。

本课程将深入论述现场总线结构体系下本质安全的运行机理。

提示：当您浏览本课程的主题时，请留心如下问题的答案：

- 什么是燃点？
- 什么是本质安全栅的最大输出电流？
- 多变量设备是如何减少安全栅数量的？

本质安全模型

设计本质安全区域的设备和安全栅时需考虑如下事项：即使单个或双重失效的情况下，电气故障的释放能量仍不至于导致起火。着火点与功率有关，由电压和电流决定。

本质安全网段上允许多大的电流 — 以及网段电压、安全栅的选择和每个安全栅上的设备数量，这些不仅取决于设备所在地的危险气体种类，还与您采用的本质安全模式有关。

就现场总线而言，有两种模型：

- 实体模型假定表征导线特性的参数都集中在故障点。在这种模式下，导线可视为储能源。采用这种保守的方案时，导线上允许的最大直流电流为 83 mA，最高电压为 18.4 伏。

这种模式广为人知。

- 现场总线本质概念或 FISCO 模式认为电气布线参数分布在整个线路上。它降低了故障时的释放能量，最大电流为 110 mA。在危险区域，该模式可允许线对连接更多的设备。

FISCO 并不是世界通用标准。实际上它是一种欧洲规范和基金会现场总线技术规格中的一部分（物理层规范）。

本质安全栅的认证可基于一种模式或其他模式。现场设备认证时，可同时采取两种模式。

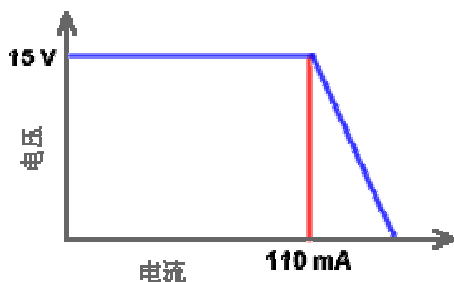
尽管两种模式间存在差别，设计本质安全网段时的基本概念还是相似的。本课程后面的章节中将说明采用 FISCO 模式时的基本理念。

点燃曲线

每种气体点燃时需要一定的最小能量。点燃时所需的能量由电压和电流所决定，这两者之间的关系曲线称为点燃曲线。

由于功率是电压和电流的乘积，当电压上升时，点燃所需的最大电流值降低。另一方面，当电压下降时，点燃所需的最大电流值上升。

FISCO 模式的网段中，Class IIC 环境下允许的最大电流为 110 mA。也就是说，该安全栅上所有设备的输出电流之和为 110 mA。

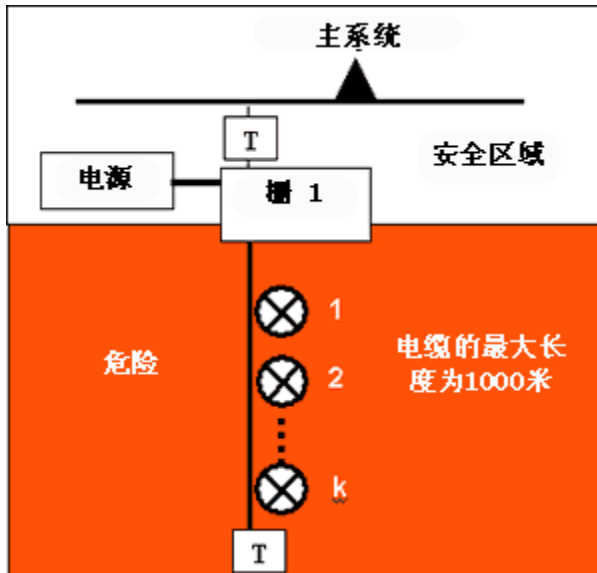


本质安全网段的设计

要计算单个安全栅所支持的设备数量，您可求出所有设备的输出电流之和 — 因为各型设备的输出电流可能不同，再加上由于导线电阻的损耗。

在 FISCO 模式中，只要总输出电流低于 110 mA，该网段上的安全栅在危险场所下是本质安全的。此外，您还必须考虑每个设备的电气参数低于危险区域类的允许值。

在下图给出的示例中，某网段上的单个安全栅安装在网段功率调节器和现场设备之间。安全区域和危险区域之间有一个终端器。



如下是计算本例中现场设备数量的示例。列出的电流消耗只用于示范，并不反映特定设备或该型设备的实际电流消耗。

温度监视

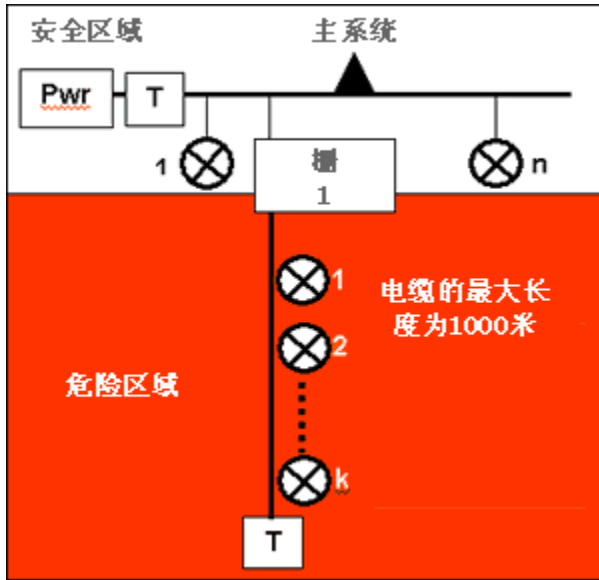
如果温度变送器消耗 16 mA 电流，危险环境下单个安全栅上最多可安装 6 ($6 \times 16 = 96$) 个变送器。对于 IIB 级气体，最大电流为 240 mA，每个安全栅最多可连接 15 个设备。

质量流量的温度和压力补偿。

本例中，测试变送器消耗 16 mA，每个压力和 DP 变送器消耗 20 mA，而控制阀消耗 25 mA。在 IIC 级环境下，上述四个设备安装在同一个安全栅上 ($16+20+20+25=81$)。

危险区域的安全性

在一些不常见的场合中，要求在同一个现场总线网段上同时存在安全性和危险区域的要求。只要您遵循如下例子中列出的简明规范，这不会带来任何问题。



本例中，安全区域有 n 个设备，危险区域中有 k 个设备。网段上允许的最大设备数量为 32。经验显示最多允许 16 个设备。因此，根据设备的类型， $k+n$ 必须小于或等于 32 或 16。

此外，带 FISCO 安全时， k 必须等于或小于该数量的设备功率消耗之和 110 mA（请参见点燃曲线）。

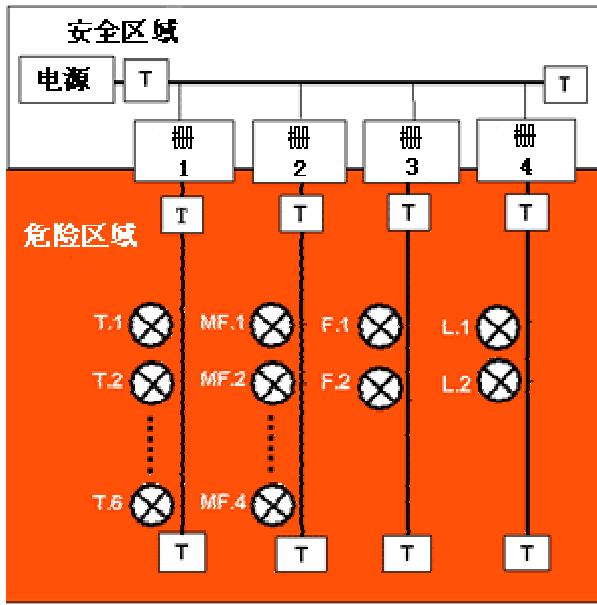
如果危险区域要求采用更多的设备，您可以增加网段数量和单个网段上的安全栅数量，或是采用更低功耗的设备。

多个安全栅：一种方案

由于基金会现场总线是一种多节点总线，每个网段上可以有多个安全栅——位于不同的独立节点上。然而，如果同一个网段上存在两个以上的安全栅，必须采用隔离的安全栅。

标准型隔离安全栅可能会对现场总线信号造成干扰。如果安全栅数量超过两个，建议采用中继型安全栅。中继型安全栅可将信号还原成原始信号。

下图为现场总线网段上采用中继安全栅时，多个安全组态的示例。在本例中，流程要求有六个温度测量点，一个质量流量回路，一个液体流量回路和一个液位回路。



如上图所示，另一种可行的方案是将四个过程分别安装在独立的安全栅上。

请注意：上图中有十个终端负载——每个安全栅上，危险区域有两个，安全区域有两个。这是因为采用电流隔离时，部分网段位于安全区域；而危险区域中的每个节点都视为独立的电气网段。每个电气网段的终点必须要有一个终端器。

每个安全栅对所有与其相连的设备供电。

注意：四个安全栅还具备中继器的作用。目前每个网段上最多能安装四个中继型安全栅。

从软件寻址到网段通信的各个方面，所有十四个设备都是在同一个网段上。

尽管这是一个可接受的配置方式，但其性价比不高。在下个小节中，您将看到如何更换和重新安排安全栅上的设备，从而降低网段的费用。

多个安全栅：更佳方案

数字化的优点。数字化是基金会现场总线设备的一大优点，可以存在多个参数。同样，对前面的例子重新设计：将所有的六个测试测量点安装到一个 8 点的温度多路转接器上，从而将功耗从 96 mA 降到 22 mA。

下一个措施是将四线制的科里奥利表用两个压力变送器和一个温度变送器取代——这一次可将功耗从 56 mA 降到 10 mA。

将所有组件连接到同一安全栅的一个回路上是不错的想法。至此，新设计方案如下：

- 安全栅 1——一个六点的温度多路转接器（22 mA），一个液体流量变送器（20 mA）和一个阀门（25 mA）。输出电流之和为 67 mA，在安全范围以内。
- 安全栅 2——一个四线制的科里奥利流量计（10 mA），一个液位变送器（20 mA），和两个阀门（50 mA）。输出电流之和为 80 mA。

精心选择本质安全设备可显著降低工程的时间和复杂度，以及组件费用。

最大输出电流

网段上的最大输出电流取决于各设备物理类型。现场总线基金会根据设备是自供电还是外部供电，或电流消耗是恒定值还是变化值，将设备分成两种类型：

- 物理层设备类型 111 和 112 在发送和接收数据时，其输出电流为恒定值。
- 物理层设备类型 121 和 122 在发送（较小电流）和接收（较大电流）数据时，其输出电流为变化值。

基金会的列表上给出注册设备（可在网站：www.fieldbus.org上查询）中每个设备的物理层类型。

整个网段上的最大输出电流等于该网段上设备的输出电流之和。包括恒定输出电流的设备，加上传送时，设备最大的输出电流增量。

其他负载。除了已安装设备的输出电流外，瞬时电流载荷也会对网段造成影响。这些附加负载包括总线分析仪或组态和维护工具的输出电流。

上述附加设备往往自带供电电源——但本质安全要求这些设备不得向总线上注入功率。为确保上述情况发生时，通信时每个设备都必须从网段上减去 8 mA 的最小电流。明智的做法是为连接临时设备预留 10 mA 的余量。即使设备处于本质安全环境的安全边缘也须遵循该原则和条例。