

ICS XX.XXX
P XX
备案号: XXXX-XXXX



中华人民共和国石油化工行业标准

SH/T 30XX-2008

石油化工仪表系统防雷工程设计规范

Design code for instrument system lightning surge protection engineering
in petrochemical industry

(报批稿)

2008-XX-XX 发布

2008-XX-XX 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

目 次

| | |
|------------------------|-----|
| 前 言..... | III |
| 1 范围..... | 1 |
| 1.1 内容..... | 1 |
| 1.2 适用范围..... | 1 |
| 2 术语..... | 1 |
| 2.1 综合防雷工程..... | 1 |
| 2.2 雷电电磁感应..... | 2 |
| 2.3 等电位连接系统..... | 2 |
| 2.4 电涌防护器..... | 2 |
| 3 雷电防护等级..... | 3 |
| 3.1 雷电活动区..... | 3 |
| 3.2 雷电防护等级..... | 3 |
| 3.3 系统的重要程度分类..... | 3 |
| 4 控制室建筑物防雷设计..... | 3 |
| 4.1 控制室建筑物防直击雷的设计..... | 3 |
| 4.2 控制室内的相关设计..... | 4 |
| 5 仪表系统防雷工程方法..... | 4 |
| 5.1 设计原则..... | 4 |
| 5.2 综合防护..... | 4 |
| 5.3 仪表系统防雷的基本方法..... | 5 |
| 5.4 等电位连接与接地..... | 5 |
| 6 等电位接地系统的设计..... | 5 |
| 6.1 接地系统的构成..... | 5 |
| 6.2 接地系统的设计规范..... | 6 |
| 6.3 等电位连接系统的设计..... | 6 |
| 6.4 仪表配电接地方式..... | 8 |
| 6.5 控制室电涌防护器的接地连接..... | 8 |
| 6.6 接地连接导体及导线..... | 10 |
| 6.7 接地标志..... | 11 |
| 7 控制室仪表系统的防雷..... | 11 |
| 7.1 控制室仪表的屏蔽..... | 11 |
| 7.2 机柜的接地..... | 11 |
| 7.3 电缆进入室内的方式..... | 11 |
| 7.4 室内电涌防护器..... | 12 |
| 7.5 非本安系统的接地连接..... | 12 |
| 7.6 本安系统的接地连接..... | 12 |
| 7.7 接地系统连接导线..... | 12 |
| 8 电涌防护器的设置..... | 12 |
| 8.1 概述..... | 12 |
| 8.2 电涌防护器的设置原则..... | 13 |
| 8.3 电涌防护器的类型..... | 13 |

| | |
|--------------------------|----|
| 8.4 信号线路电涌防护器的参数 | 13 |
| 8.5 现场仪表的电涌防护器 | 14 |
| 8.6 交流供电线路的防护 | 14 |
| 8.7 通信设备的电涌防护器 | 14 |
| 9 现场仪表的防雷 | 15 |
| 9.1 现场仪表的防护 | 15 |
| 9.2 现场仪表的接地 | 15 |
| 9.3 现场仪表的电涌防护器 | 15 |
| 9.4 电涌防护器的现场安装 | 15 |
| 9.5 现场仪表电涌防护器的接线 | 15 |
| 10 本质安全系统的防雷 | 16 |
| 10.1 本质安全系统的电涌防护器 | 16 |
| 10.2 本安电路中电涌防护器的设置 | 16 |
| 10.3 本安系统的接地连接 | 16 |
| 11 电缆的敷设和屏蔽 | 17 |
| 11.1 电缆的敷设 | 17 |
| 11.2 电缆的屏蔽 | 18 |
| 11.3 电缆屏蔽的接地 | 18 |
| 11.4 备用电缆及电缆备用芯 | 20 |
| 11.5 信号电缆的形式 | 20 |
| 11.6 电缆敷设的其他规定 | 20 |
| 12 现场总线系统的防雷 | 20 |
| 12.1 现场总线系统的防雷 | 21 |
| 12.2 爆炸危险场所的现场总线防护 | 22 |
| 12.3 现场总线的电涌防护器 | 23 |
| 12.4 现场总线的电缆 | 23 |
| 参考文献 | 24 |
| 用词说明 | 25 |
| 条文说明 | 26 |

前 言

本规范是根据原国家经贸委“关于下达 2002 年石化行业标准制修订项目计划的通知”（国经贸厅行业[2002]36 号），由中国石化工程建设公司主编。

本规范共分 12 章。

本规范主要包括：

- 雷电防护等级；
- 仪表系统防雷工程方法；
- 等电位接地系统的设计；
- 控制室仪表系统的防雷；
- 电涌防护器的设置；
- 现场仪表的防雷；
- 本质安全系统的防雷；
- 电缆的敷设和屏蔽；
- 现场总线系统的防雷。

本规范共包括附录 0 个。

本规范以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规范由中国石油化工集团公司自动控制设计技术中心站管理，由中国石化工程建设公司负责解释。

本规范在实施过程中，如发现需要修改或补充的地方，请将意见和有关资料提供给管理单位和主编单位，以便今后修订时参考。

管理单位：中国石油化工集团公司自动控制设计技术中心站

通讯地址：上海市徐汇区中山南二路 1089 号徐汇苑 12 层

邮政编码：200030

电 话：021-64578936

传 真：021-64578936

主编单位：中国石化工程建设公司

通讯地址：北京市朝阳区安慧北里安园 21 号

邮政编码：100101

电 话：010-84876691

传 真：010-84878844

电子邮箱：yexiangdong@sei.com.cn

参编单位：浙江中控技术股份有限公司

通讯地址：浙江省杭州市滨江区六合路 309 号中控科技园

邮政编码：310053

电 话：0571-88851888-8101

传 真：0571-86667104

电子邮箱：xuyh@supcon.com

主要起草人：叶向东、徐义亨、欧清礼 黄步余

本规范 2008 年首次发布。

石油化工仪表系统防雷工程设计规范

1 范围

1.1 内容

本规范规定了仪表系统防雷工程的设计方法、雷电防护等级、爆炸危险环境中现场仪表的防雷、等电位接地系统、电涌防护器的选择、电缆的屏蔽和敷设，以及现场总线系统的防雷等设计内容。

1.2 适用范围

本规范适用于石油化工企业新建及改、扩建项目的仪表及自动控制系统的防雷工程。

本规范适用于石油化工企业易燃、易爆危险环境下现场仪表的防雷，也适用于非易燃、易爆危险环境下现场仪表的防雷。

本规范不适用于石油化工企业中的工业电视监控系统和火灾自动报警系统的防雷。

建筑物防雷应执行国家现行相关规范。

2 术语

2.1 综合防雷工程

2.1.1 接闪器 Air-termination system

用于直接接受或承受雷击的金属物体和金属结构，如：避雷针、避雷带（线）、避雷网等。

2.1.2 引下线 Down conductor system

连接接闪器与接地装置的金属导体。

2.1.3 接地装置 Earth termination system

接地体和接地体连接导体的总和。

2.1.4 接地体 Earth electrode

埋入地中直接与大地接触的金属导体。也称接地极。直接与大地接触的各种金属构件、金属设施、金属管道、金属设备等可以兼作接地体，称为自然接地体。

2.1.5 接地体连接导体 Earth conductor

从电气设备接地端子接到接地装置的连接导线或导体，或从需要等电位连接的金属物体、总接地端子、接地汇总板、总接地排、等电位连接排至接地装置的连接导线或导体。

2.1.6 直击雷 Direct lightning flash

直接击在建筑物、大地或防雷装置等实际物体的雷电。

2.1.7 雷电流 Lightning current

通过雷电路径的电流。

2.1.8 地电位反击 Back flashover

雷电流经过接地点或接地系统而引起该区域地电位的变化。地电位反击会引起接地系统电位的变化，可能造成电子设备、电气设备的损坏。

2.1.9 雷暴日 Thunderstorm day

听到一次及以上雷声的天数，称为雷暴日。地区的年雷暴日是表征该地区雷电活动频繁程度的指标。

2.1.10 雷电防护等级 Lightning protection level (LPL)

雷电防护程度的分级称为雷电防护等级，简称防雷等级，用于描述防护目标的防护需要以及防雷工程的防护程度。

2.1.11 雷电防护系统 Lightning protection system (LPS)

减少雷电对建筑物、装置等防护目标造成损害的系统，包括外部和内部雷电防护系统。

2.1.12 外部雷电防护系统 External lightning protection system

建（构）筑物外部或本体的雷电防护部分，通常由接闪器、引下线和接地装置组成，用于防直击雷。

2.1.13 内部雷电防护系统 Internal lightning protection system

建（构）筑物内部的雷电防护部分，通常由等电位连接系统、共用接地系统、屏蔽系统、合理布线、电涌防护器等组成，主要用于减小和防止雷电流在防护空间内所产生的电磁效应。

2.2 雷电电磁感应

2.2.1 雷电感应 Lightning induction

闪电放电时，在附近导体上产生的静电感应和电磁感应。

2.2.2 雷电电磁感应 Electromagnetic induction

雷电流在周围空间产生瞬变电磁场以及在此电磁场中导体产生感应电动势的现象。

2.2.3 电磁屏蔽 Electromagnetic shielding

采用能够减少电磁场通过的材料对所防护目标的屏障。

2.2.4 雷电电涌 Lightning Surge

由雷电电磁感应产生的沿导电路径传导的脉冲形态的电流、电压。也称雷电浪涌。

2.3 等电位连接系统

2.3.1 等电位连接 Equipotential bonding

将各种金属构件、金属设施、金属管道、金属设备等导电物体用导线或导体实现导电连接，使各物体之间具有近似相等的电位。

2.3.2 等电位连接排 Equipotential bonding bar

将金属构件、金属设施、金属设备、金属管道、配电系统接地、信号系统接地、屏蔽接地等导线或导体连接、汇合，并与接地装置连接的条形金属板。

2.3.3 接地汇流条 Bonding bar

汇集连接各接地线的机柜内安装或规格比较小的条形金属。根据其用途可分为工作接地汇流条、保护接地汇流条等。

2.3.4 接地排 Bonding bar

汇集连接各接地线的规格比较大的条形金属。也称接地汇总板。根据其用途和形状有总接地排、延长型接地排等。

2.3.5 接地连接导体 Bonding conductor

用于连接各分开设备、接地排等，形成接地系统的导体。

2.3.6 共用接地系统 Common earthing system

将包括防雷系统及低压配电系统接地的各类接地设施、接地连接、接地设备、等电位连接系统及接地装置连接成一个接地系统，合用接地装置。

2.4 电涌防护器

2.4.1 电涌防护器 Surge protective device (SPD)

用于限制瞬态过电压和分流电涌电流，保护电气或电子设备的器件。也称雷电浪涌防护器、浪涌防护器。

2.4.2 最大持续运行电压 Maximum continuous operating voltage (U_c)

电涌防护器的最大持续运行电压 U_c 指允许持续加在电涌防护器的最大电压，也称最大工作电压。

2.4.3 标称放电电流 Nominal discharge current (I_n)

电涌防护器的标称放电电流 I_n 指电涌防护器不损坏的最大电涌电流 (Max. Anti-surge Current Capacity)，即电涌防护器在通过标准实验波形电流和规定实验次数时，电涌电流的最大泄放能力。

2.4.4 电压保护水平 Voltage protection level (U_p)

电涌防护器的电压保护水平 U_p 指电涌防护器在通过 $8/20 \mu s$ 标准实验波形，泄放电涌电流时，在电涌防护器后端所呈现的最大电压峰值，即残余的电压，也称限制电压。

3 雷电防护等级

3.1 雷电活动区

雷电活动区是根据年平均雷暴日的数量划分的。年平均雷暴日的数量，应根据装置所在地区的气象部门提供的数据确定。

雷电活动区分为：

少雷区：年平均雷暴日在 20 天及以下的地区；

多雷区：年平均雷暴日大于 20 天，不超过 40 天的地区；

高雷区：年平均雷暴日大于 40 天，不超过 60 天的地区；

强雷区：年平均雷暴日超过 60 天的地区。

3.2 雷电防护等级

仪表系统雷电防护分为三个等级。防雷工程应按照雷电防护等级设置。

用被保护系统的重要程度结合当地年平均雷暴日数量（综合评估法）分级见表 3.2。

表 3.2 综合评估法雷电防护等级表

| 社会、经济和安全 重要程度分类 | 仪表系统的雷电防护等级 | | | |
|--------------------|--------------|-------|-------|-------|
| | 年平均雷暴日 d/a | | | |
| | 20 及以下 | 21~40 | 41~60 | 60 以上 |
| 第一类 | 二级 | 一级 | 一级 | 一级 |
| 第二类 | 三级 | 二级 | 一级 | 一级 |
| 第三类 | ————— | 三级 | 二级 | 一级 |

3.3 系统的重要程度分类

被保护系统的社会、经济和安全的重要程度的参考分类见表 3.3。具备三项评价因素之一，即属于该分类。

表 3.3 系统的社会、经济和安全的重要程度参考分类

| 社会、经济和安全 重要程度分类 | 评价因素之一 | | |
|--------------------|---------|----------|-------------|
| | 安全等级的评价 | 事故可能伤亡人数 | 事故可能综合经济损失 |
| 第一类 | SIL 3 级 | 超过 3 人 | 超过 1000 万元 |
| 第二类 | SIL 2 级 | 1~3 人 | 200~1000 万元 |
| 第三类 | SIL 1 级 | 无 | 50~200 万元 |

注：SIL 为安全等级。

4 控制室建筑物防雷设计

4.1 控制室建筑物防直击雷的设计

控制室建筑物防直击雷装置由建筑专业和电气专业按 GB50057《建筑物防雷设计规范》及电气专业有关规范进行设计。

控制室建筑物应按 GB50057《建筑物防雷设计规范》第一类防雷建筑物的规定，采取防雷措施。

控制室建筑物接闪器应采用避雷网方式，不设避雷针。避雷网网格尺寸不应大于 $5 \times 5m^2$ 或 $6 \times 4m^2$ 。

避雷网应设置多根专用引下线，间距不应大于 12m。避雷网引下线宜设置在控制室建筑物的外墙四角。

控制室建筑物的钢筋等金属体不宜作为防直击雷装置的引下线。

4.2 控制室内的相关设计

控制室建筑物宜采用钢筋混凝土结构。建筑物的金属构件、门窗框架及建筑钢筋等应进行等电位连接。

安装仪表系统的控制室、机柜室不应向建筑物外开窗、开门。位置宜选择在建筑物底层的中心部位。

仪表系统设备的安装位置距建筑物外墙的内壁距离应大于 1.5m。对于抗爆结构建筑物，仪表系统设备的安装位置距建筑物外墙的内壁距离应大于 1.0m。

5 仪表系统防雷工程方法

5.1 设计原则

防雷工程的设计应根据防护目标的具体情况，综合考虑雷击事件的风险和投资条件，确定合适的防护范围和目标，采用适宜的防护方案，经济有效地防护和减少仪表系统雷击事故的损失。

防雷等级为一级的区域和控制室应实施仪表系统防雷工程。

防雷等级为二级的区域和控制室宜实施仪表系统防雷工程。

防雷等级为三级的区域和控制室可实施仪表系统防雷工程。

5.2 综合防护

仪表系统防雷工程是一项系统工程，应采用综合防护的方法，由多专业配合完成。

仪表系统防雷工程是在建筑物防雷工程和供电系统防雷工程的基础上进行的，有些工程内容是交叉的，凡涉及到这两类工程的，均应执行相应专业的规范。

仪表系统雷电防护主要采用外部雷电防护和内部雷电防护措施进行综合防护。

外部雷电防护措施包括接闪器、引下线、接地装置和控制室的屏蔽等。

内部雷电防护措施有信号线路的防护和供电线路的防护，包括电线电缆的屏蔽、机柜的屏蔽、等电位连接、合理布线、配备雷电电涌防护器（SPD）以及提高仪表系统的抗干扰度等。

无论是现场仪表还是控制室仪表，都应在直击雷防护范围内。

与仪表相关的综合防雷工程包括建筑物、装置及设备、供配电防雷工程和仪表系统防雷工程等。仪表相关的综合防雷工程的基本内容见图 5.2。

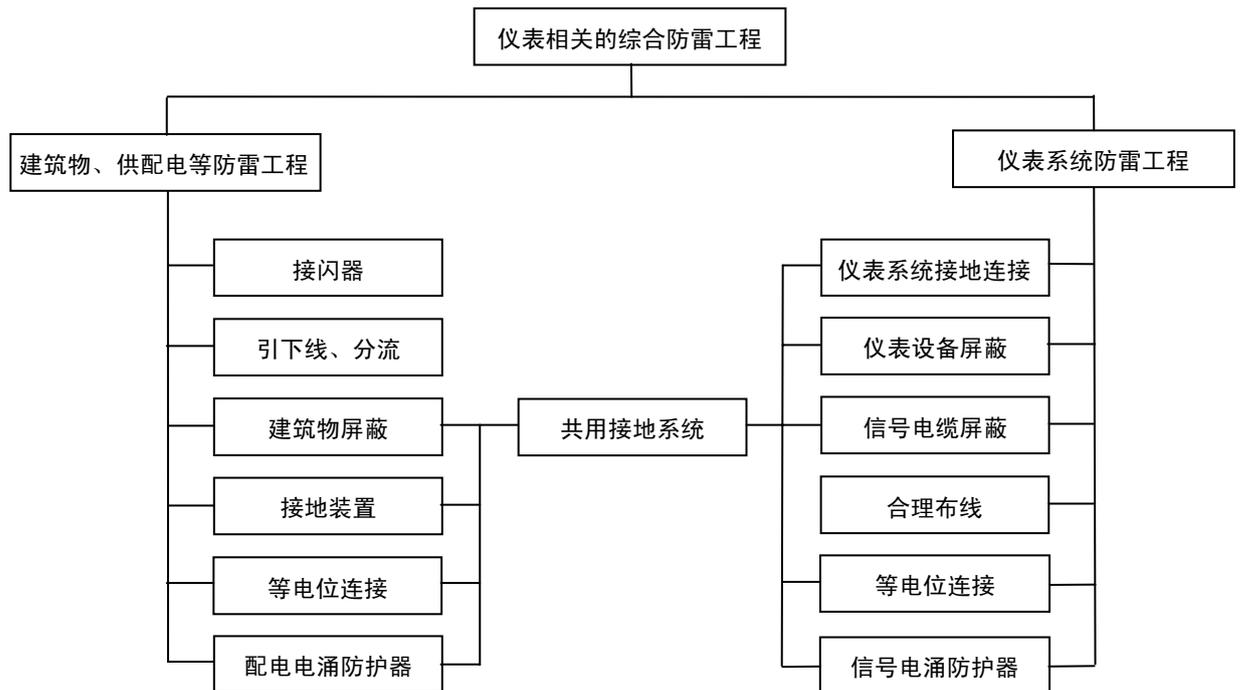


图 5.2 仪表相关的综合防雷工程的基本内容

5.3 仪表系统防雷的基本方法

仪表系统防雷的基本方法有：

- 1) 等电位连接；
- 2) 信号电缆的屏蔽与接地；
- 3) 仪表设备的屏蔽与接地；
- 4) 合理布线；
- 5) 设置电涌防护器。

爆炸危险环境中的现场仪表以及与爆炸危险环境相关的仪表系统的防雷应考虑爆炸危险环境的特殊性。除避免或减少现场仪表和仪表系统的雷电事故的损害外，还应考虑避免雷电对爆炸危险环境的影响和破坏。

5.4 等电位连接与接地

厂区、装置区、现场爆炸危险区域的等电位连接由电气专业完成，并应符合电气专业的标准和规范。控制室建筑物的等电位连接由电气专业完成，并应符合电气专业的标准和规范。

仪表系统设备的接地连接全部采用等电位连接的方式，应符合本规范第 6、7、10 章的规定。

控制室的防雷接地、防静电接地、电气设备的保护接地、仪表系统工作接地、屏蔽接地、电涌防护器接地等，应共用接地装置。

6 等电位接地系统的设计

6.1 接地系统的构成

仪表系统防雷工程的接地系统分为室内和室外两部分。

室内仪表接地系统适用于各类控制室、现场机柜室、现场控制室等（本规范统称为控制室）。

室外仪表接地系统适用于现场仪表、现场接线箱、现场机柜以及分析小屋等。

仪表系统防雷工程的接地系统应采用等电位连接方式。

仪表系统防雷工程的接地系统与仪表接地系统相同，由接地装置和接地连接系统构成。

接地装置共用电气专业的接地装置。

本规范除特别说明外，仪表接地系统均指接地连接系统。

6.2 接地系统的设计规范

仪表系统防雷工程的接地装置设计的依据是电气专业的相关规范和 GB50057《建筑物防雷设计规范》。

接地装置的接地电阻按电气专业相关规范和 GB50057《建筑物防雷设计规范》确定。

仪表系统防雷工程的接地设计应符合本规范。

6.3 等电位连接系统的设计

6.3.1 仪表系统的接地连接

控制室内的所有金属结构、管道、支架、金属活动地板等应进行等电位连接。应采用直接与接地连接导体连接，或采用导线与接地连接导体连接的方式。连接导线应采用截面积不小于 4mm^2 、长度不大于 0.5m 的多股绞合绝缘铜线，接地连接导体应采用截面积为 $4\times 40\text{mm}^2$ （厚 \times 宽）的热镀锌扁钢或不锈钢。

连接导线和接地连接导体应按本规范 6.6.4 条的方法连接。

控制室内的仪表接地汇总板宜设置在仪表交流配电柜附近。

6.3.2 雷电电涌接地排

控制室内的仪表接地汇总板可作为仪表系统泄放雷电电涌的接地排。

各类接地汇流条、汇总板、接地排应安装在绝缘支架上。机柜内、操作台内的保护接地汇流条可直接安装在本体上。

控制室内仪表信号电缆槽及穿线保护管的入口处应单独设置接地排，直接与室外的电气接地装置相连接。仪表信号电缆槽及穿线保护管应与此接地排相连接。

对大型机柜室（例如：最远机柜间距大于 20m ，或面积大于 $20\times 15\text{m}^2$ ），应在室内沿墙或适当路径设置延长型接地排。延长型接地排应采用截面积 $4\times 40\text{mm}^2$ （厚 \times 宽）的铜材或热镀锌扁钢，并应安装在绝缘支架上。延长型接地排应采用焊接连接，焊接处的有效截面积应大于接地排的截面积。

不宜采用多段式接地排。

控制室内的仪表系统接地排及连接路径示例见图 6.3.2-1、图 6.3.2-2。

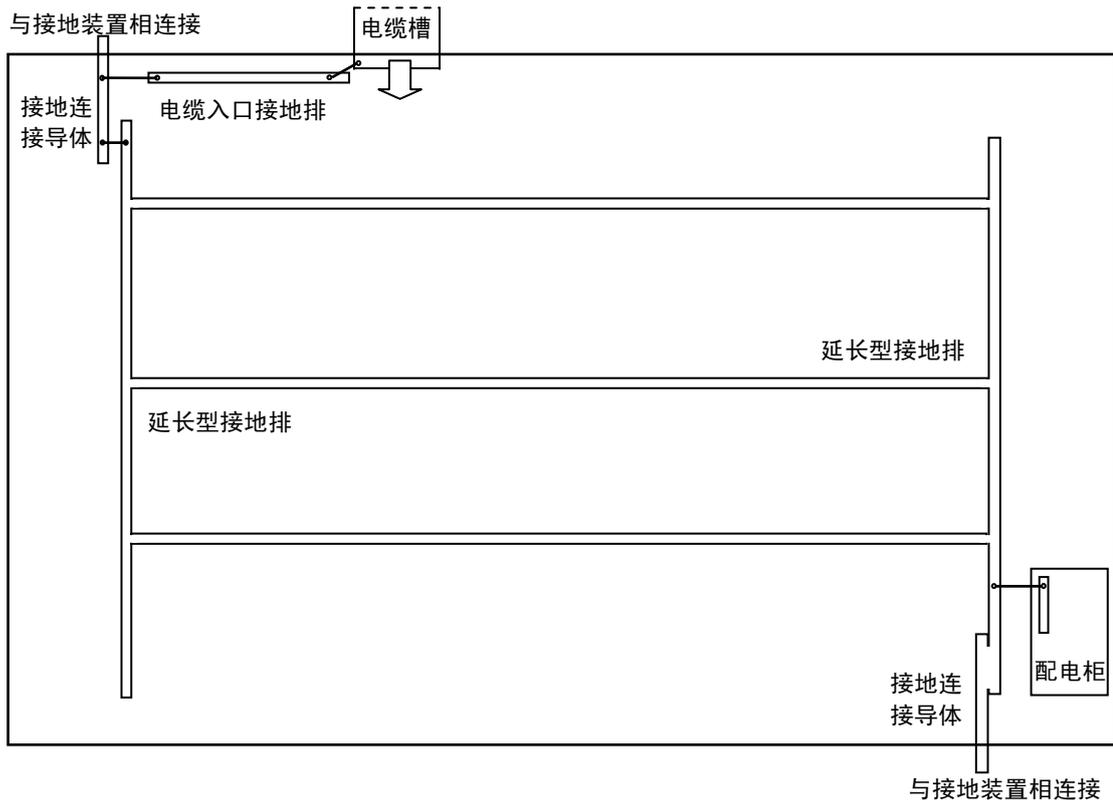


图 6.3.2-1 控制室内的仪表接地排及连接路径示例图-1

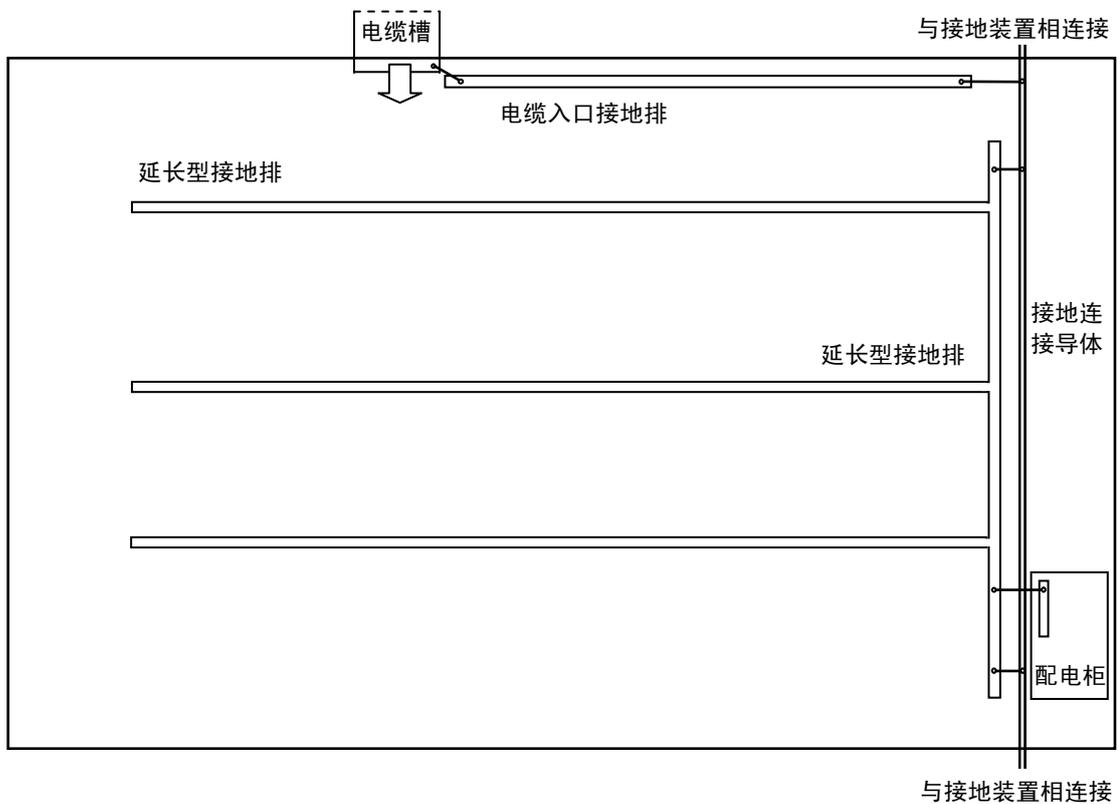


图 6.3.2-2 控制室内的仪表接地排及连接路径示例图-2

6.3.3 信号电缆进入控制室的接地连接

仪表信号电缆槽及穿线保护管除在入口处的室内与单独设置的接地排相连接外,还应在入口处室外与接地装置连接。

信号电缆与建筑物防雷引下线的距离应符合本规范第 11.1.3 条的规定。

6.3.4 等电位连接网络的结构形式

等电位连接网络的结构形式有 S 型(星型、树型)和 M 型(网格型)以及两种结构形式的组合。仪表系统防雷工程的接地连接宜采用 S 型的结构形式。

6.3.5 等电位连接网络的布置

仪表接地系统与室外接地装置相连接的路径与建筑物防雷引下线以及大电流、高电压电气设备接地线的间距应符合本规范第 11.1.3 条的规定。

仪表接地系统与室外接地装置相连接的接地点与建筑物防雷引下线以及大电流、高电压电气设备接地点的间距宜大于 5m。

6.4 仪表配电接地方式

仪表交流电源配电应采用 TN-S 系统的接地方式。仪表的保护(安全)接地系统可以重复接地。

6.5 控制室电涌防护器的接地连接

6.5.1 电涌防护器的接地基本原理

电涌防护器的接地基本原理图见图 6.5.1。

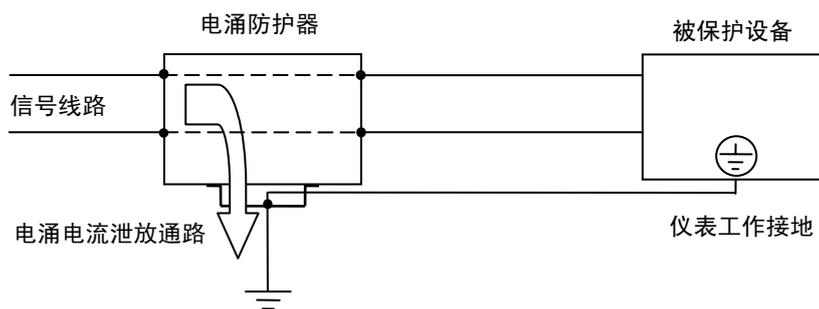


图 6.5.1 电涌防护器的接地基本原理图

6.5.2 电涌防护器的机柜内接地连接

电涌防护器机柜内接地连接应采用图 6.5.2 的方式。

注：图中控制系统机柜是电涌防护器机柜的相关机柜。凡控制系统机柜的信号线路中设置电涌防护器的，即与电涌防护器机柜有线路联系的机柜，均为电涌防护器机柜的相关机柜。

当机柜数量较少时，应采用控制系统机柜的工作接地汇流条与电涌防护器机柜的工作接地汇流条直接连接的方式。连接路径宜为直线，连接导线长度不宜大于 3m。

同一机柜内的多根导轨，宜在机柜内汇合到机柜接地汇流条，再接到总接地排，也可分别接到延长型接地排。

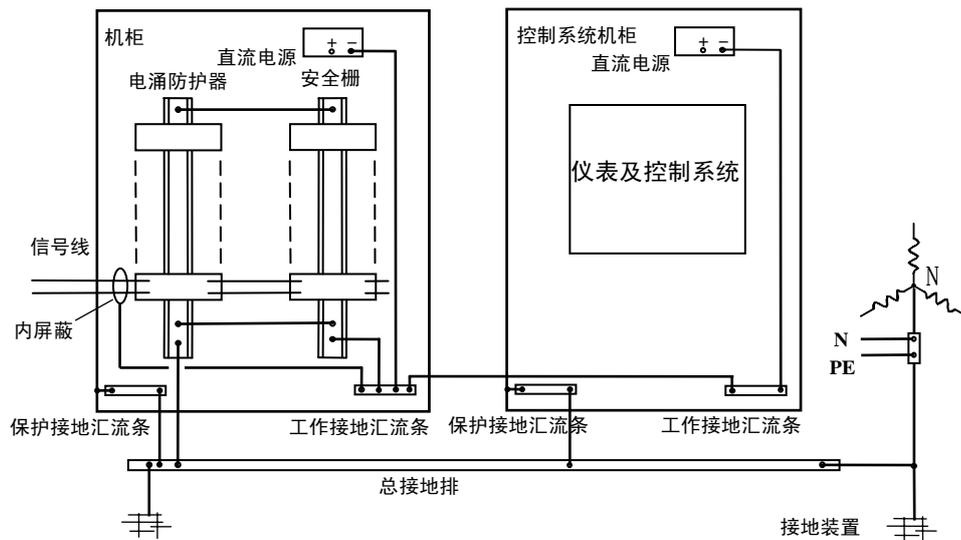


图 6.5.2 电涌防护器机柜内的接地基本原理图

6.5.3 电涌防护器机柜之间的接地连接

电涌防护器机柜之间的接地连接应采用图 6.5.3 的方式。

控制系统机柜与电涌防护器机柜的间距不应大于 3m。

控制系统各机柜与所连接的分组接地排的间距不应大于 3m。

电涌防护器机柜与所连接的分组接地排的间距不宜大于 0.5m，最大间距不应大于 3m。

机柜数量较多时，应采用分组连接的方式。同一信号回路的电涌防护器和信号处理仪表应在同一分组。每一分组的接地连接都应采用图 6.5.3 的方式。

机柜接地汇流条的串接数量不应大于 3 个。

电涌防护器机柜与所连接的分组接地排的连接导线路径宜为直线，连接导线长度不宜大于 3m。

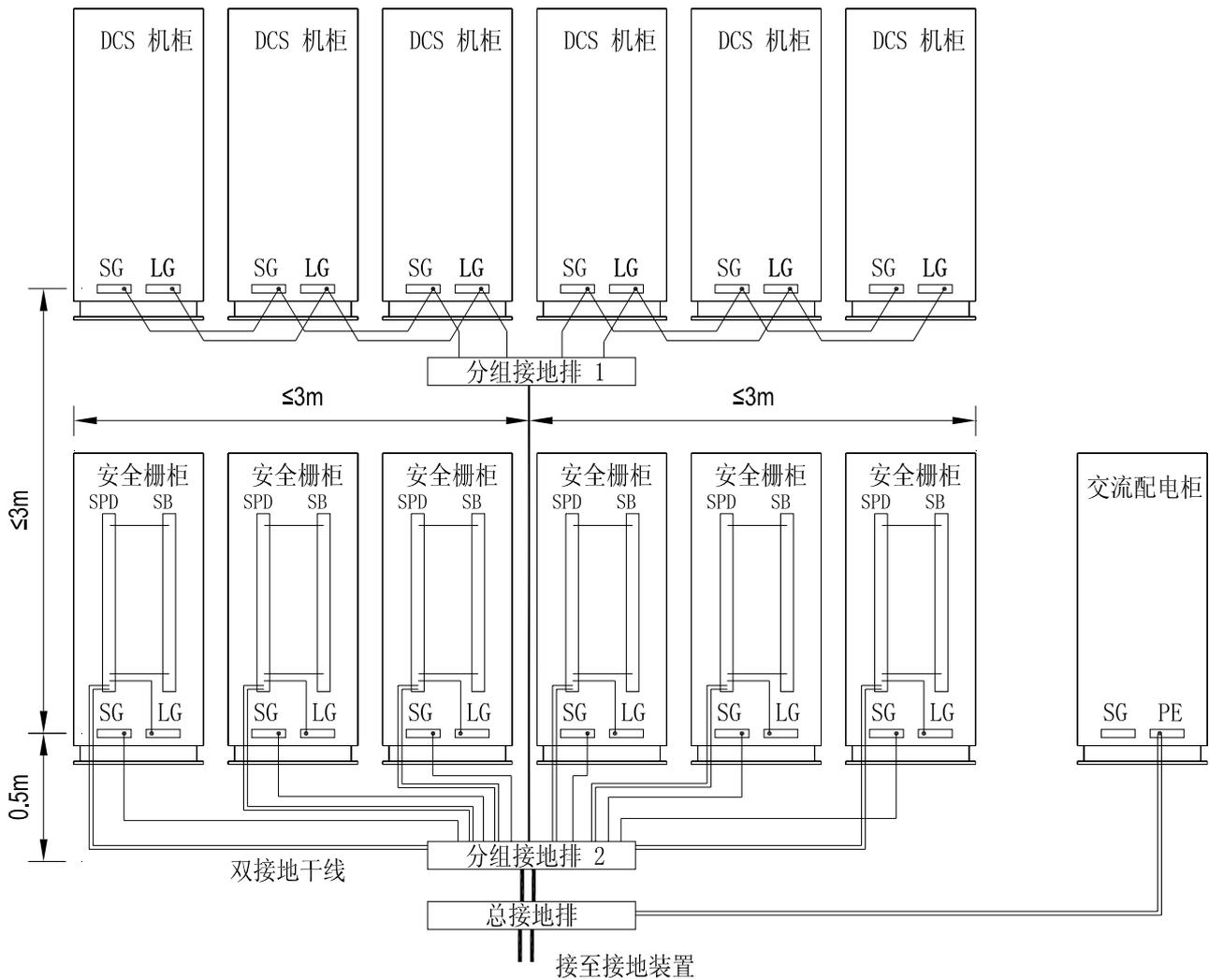


图 6.5.3 电涌防护器机柜间的接地基本原理图

6.5.4 电涌防护器的接地汇流条

控制室内安装的电涌防护器应采用导轨汇流型的电涌防护器。电涌防护器应安装在金属导轨上，并应以此导轨作为接地汇流条。

对非金属导轨安装方式，或不以金属导轨作接地汇流条的安装方式，应设置电涌防护器汇流条。汇流条、接地排之间的连线应采用两根并行连线。

6.6 接地连接导体及导线

6.6.1 连接导体

金属设备、框架的等电位连接、控制室内的等电位连接应采用截面积 $4\text{ mm} \times 40\text{ mm}$ （厚 \times 宽）的热镀锌扁钢（或不锈钢）作为连接导体。

对于相同的截面积，宜采用扁平形状或管状的导体。

6.6.2 连接导线

接地连接导线应采用绝缘多股铜芯电缆或电线。

室内安装的单台仪表的接地导线截面积为： 2.5 mm^2 ；

现场仪表的接地连接导线截面积为： $4\sim 6\text{ mm}^2$ ；

机柜内汇流导轨或汇流条的连接导线截面积为： $4\sim 6\text{mm}^2$ ；

机柜之间的接地干线截面积为： $6\text{mm}^2\sim 16\text{mm}^2$ ；

连接总接地板的接地干线截面积为： $10\text{mm}^2\sim 25\text{mm}^2$ 。

与接地排相连接或连接室外接地装置的连接导体应采用缠绕防腐绝缘带的截面积为 $4\text{mm}\times 40\text{mm}$ （厚 \times 宽）的热镀锌扁钢（也可采用不锈钢或铜材），也可以采用截面积为 $50\text{mm}^2\sim 100\text{mm}^2$ 的绝缘多股铜芯电缆。

接地连接导体之间以及接地排之间的连接导线应采用 $50\text{mm}^2\sim 100\text{mm}^2$ 的绝缘多股铜芯电缆。

所有接地连接电缆、电线的外表面颜色应为黄绿相间。

6.6.3 连接路径

用于雷电电涌电流泄放的连接导体、电线、电缆应尽可能短，宜采用直线路径敷设。不得保留多余导线或将导线盘成环状。

汇流条、接地排之间的连接宜采用并联导体连接。

控制室内的总接地排（包括延长型接地排）连接接地装置的连接导体，应至少通过两条不同的路径，直接与室外的接地装置相连接。

所有各类接地线、接地连接导体的敷设均应避免可能产生机械损伤的路径。

6.6.4 连接方式

接地连接导线应采用机械连接方法，实现可靠、良好的压接。应采用镀锡铜连接片压接，并应采用带有防松垫片的镀锌钢螺栓压接固定。同一压接点不应压接多条导线。

接地连接导体（热镀锌扁钢、不锈钢、铜材）之间的连接、接地连接导体与其他钢材的连接应采用焊接的方式，至少应有两条纵向焊缝，每条焊缝的焊接长度应大于 80mm 。焊接部位要做防腐处理。

6.7 接地标志

控制室内的仪表工作接地排、保护接地排、分组接地排、总接地排应设在易于施工、检查和维护的位置，并应设置明显标记。

接地干线及引向室外接地装置的连接导体应设置明显的标记。

通向室外接地装置的连接点或与电气接地的连接点应设置明显的标记。

7 控制室仪表系统的防雷

7.1 控制室仪表的屏蔽

实施防雷工程的控制室仪表应装于钢板材料的全封闭机柜或仪表箱内。机柜（或仪表箱）的各部分应电气连续，机柜的门、顶、底等活动部件应采用截面积不小于 4mm^2 绝缘多股铜芯电线或其他有效的方式进行导电连接。机柜内应装有与机柜本体相连接的保护接地汇流条。

7.2 机柜的接地

控制室应按本规范第 6.3.2 条设置各类汇流条、接地排。

装有电涌防护器的仪表系统机柜（或仪表箱）或相关机柜的各接地汇流条（或单体仪表的接地端子）应按本规范第 6.5 条和第 10.3 条的规定接地。

不安装电涌防护器的仪表系统机柜（或仪表箱）即非相关机柜的工作接地汇流条、保护接地汇流条（或单体仪表的接地端子）应分别与工作接地排、保护接地排相连接，然后接到总接地排。

7.3 电缆进入室内的方式

仪表电缆架空进入建筑物前，应采用穿钢管或钢制封闭电缆槽的方式敷设。

如果建筑物附近具备电缆埋地敷设条件，仪表电缆宜采用穿钢管或电缆槽埋地敷设方式进入建筑物。

仪表电缆采用埋地敷设方式进入建筑物时，在室外穿钢管或电缆槽的埋地长度应大于 15m 。

钢管与电缆槽进入建筑物处应按本规范第 6.3.3 条的规定接地。

7.4 室内电涌防护器

室内仪表控制系统应按本规范第 8 章的规定设置电涌防护器。

仪表电缆进入控制室后，应先接电涌防护器，再接后续仪表及控制系统。

电涌防护器应安装在控制室机柜内。

安装在控制室机柜内的电涌防护器应按本规范第 6.5 条、第 7.5 条和第 10.3 条的规定进行接地连接。

7.5 非本安系统的接地连接

图 7.5 为电涌防护器在非本安系统机柜安装的接地原理图，电涌防护器通过安装导轨（导流条）接地。也可以通过专设的汇流条接地。

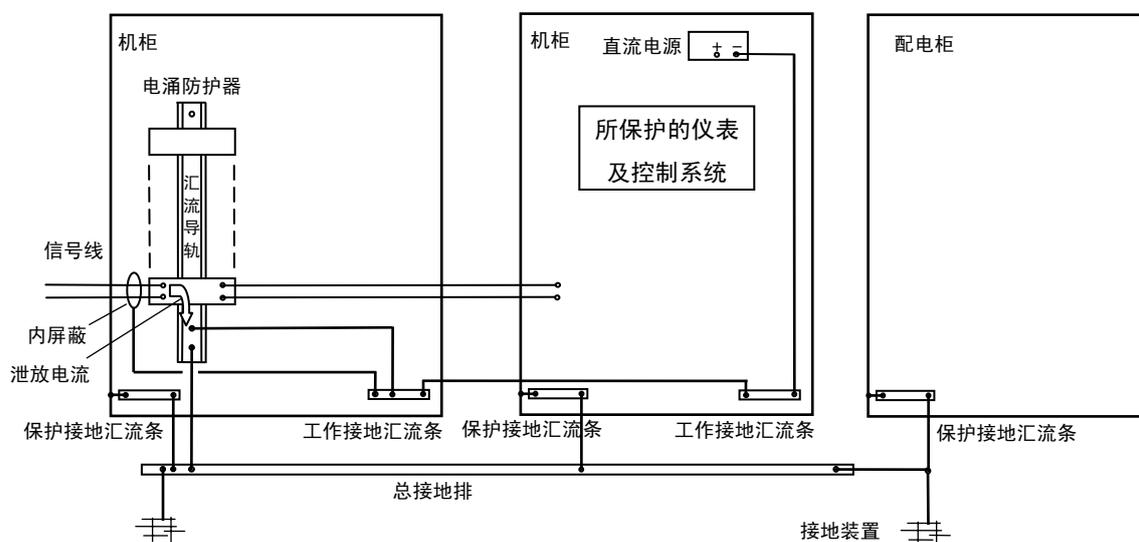


图 7.5 非本安系统接地原理图

7.6 本安系统的接地连接

本安系统接地应按本规范第 10.3 条的规定实施接地连接。

机柜的仪表工作接地汇流条应与电涌防护器的汇流导轨相连接。

7.7 接地系统连接导线

电涌防护器的接地汇流导轨应连接到总接地排。

电涌防护器汇流导轨与总接地排的连接应使用截面积为 $6\sim 16\text{mm}^2$ 的绝缘多股铜芯导线。

电涌防护器汇流导轨与机柜工作接地汇流条的连接应使用截面积为 $4\sim 6\text{mm}^2$ 的绝缘多股铜芯导线。

接地连接导线应按本规范 6.6.4 条的方法连接。

8 电涌防护器的设置

8.1 概述

电涌防护器是保护仪表不受雷电电涌电流的冲击，减少仪表损坏和相关损失的有效措施之一，但电涌防护器的设置只是防雷工程的一部分，不应以设置电涌防护器来代替防雷工程。

电涌防护器的设置应遵循本规范第 5.1 条的设计原则。不够防雷等级的区域和控制室不应设置电涌防护器。

仪表系统的电涌防护器应采用免维护型。

仪表系统的电涌防护器出厂前应通过参数试验，并应具有检验合格证。品种应通过权威检验部门的参数试验，并有检验报告。

现场仪表端设置电涌防护器的信号回路，在控制室内的仪表系统端也应设置电涌防护器。

8.2 电涌防护器的设置原则

8.2.1 应用防护距离

电涌防护器的应用防护距离是指室外任意两仪表或设备间的直线距离。

当信号电缆在地面以上敷设的水平直线距离大于 100m 或垂直距离大于 10m 时，现场仪表和控制室仪表两端宜设置电涌防护器。

8.2.2 设置电涌防护器的仪表

- 1) 安全仪表系统的现场仪表端应设置电涌防护器；
 - 2) 变送器现场端应设置电涌防护器；
 - 3) 电气转换器、电气阀门定位器、电磁阀等现场电信号执行器类仪表端应设置电涌防护器；
 - 4) 热电阻现场端应设置电涌防护器；
 - 5) 电子开关现场端应设置电涌防护器；
- 以上各项的控制室端都应设置电涌防护器。

8.2.3 不设置电涌防护器的仪表

在本规范第 8.2.1 条的条件成立的情况下：

- 1) 热电偶现场端可不设置电涌防护器；
- 2) 触点开关现场端不应设置电涌防护器；
- 3) 配电间及电气控制室来的机泵信号可不设置电涌防护器。

8.3 电涌防护器的类型

电涌防护器的选型应根据防护目的、信号类型、安装地点、安装方式确定。

标称供电电压为 24VDC 的两线制、三线制、四线制的 4~20mA 信号仪表，回路直流电源线属于信号供电，应为信号仪表类型，不属于直流电源类，应按信号仪表配备电涌防护器。

直流电源装置属于直流电源类，应按直流电源配备电涌防护器。

交流供电四线制仪表的交流供电应为交流电源类，应按交流电源配备电涌防护器。

不应采用多信号通道的电涌防护器。

正确选择的电涌防护器无论用于防护交流供电系统、信号数据系统，（例如：现场总线、4~20mA、电信电话及网络通信等），都不应影响和改变应用系统的特性和可靠性。

8.4 信号线路电涌防护器的参数

8.4.1 最大持续运行电压 U_c

最大持续运行电压 U_c 即最大工作信号电压 (Working Voltage)，是电涌防护器长期工作的最大信号电压有效值或直流电压。这也是在额定漏电流条件的线间或线与地之间的不影响其所在电路正常工作的最大电压。

对于 24V 直流供电仪表，由于直流电源电压波动及负载变化等因素影响，最大信号电压的数值为：30~36V DC，因此，最大持续运行电压为： $U_c \geq 36 V$ 。

8.4.2 最大信号电流 I_c

最大信号电流 (Working Current) 是电涌防护器所在线路的最大工作信号电流。

对于两线制、三线制、四线制的 4~20mA 信号仪表（包括 HART 通信信号），最大信号电流的数值为： $I_c \geq 150mA$ 。

对于 24V 直流供电线路，如电磁阀、超声波仪表、可燃气体检测器等仪表，最大信号电流的数值为： $I_c \geq 600mA$ 。

8.4.3 标称放电电流 I_n

标称放电电流 I_n 是电涌防护器正常通过的最大电涌电流 (Max. Anti-surge Current Capacity) kA ($8/20\mu\text{s}$), 是指电涌防护器在通过 $8/20\mu\text{s}$ 标准实验波形电流规定实验次数时, 不损坏电涌防护器的最大泄放电流。对信号仪表来说, 标称放电电流 I_n 大于 1kA 即可满足一般防护要求。可选用 5kA、10kA 等规格。

8.4.4 电压保护水平 U_p

电压保护水平是电涌防护器在释放电涌电流时的钳制电压值, 也称为通过电压或限制电压。这是在通过 6kV/3kA $8/20\mu\text{s}$ 电涌波形发生器或其他规定的实验电压电流时, 电涌防护器输出端的电压峰值。

对 24VDC 工作电压的仪表, 电涌防护器的电压保护水平应为 60V。选择适用的电涌防护器的限制电压值不宜太高, 一般在所防护的设备的工作电压或信号电压的 2~2.5 倍左右。电压保护水平应小于被保护仪表的承受电压。

8.4.5 响应时间

响应时间是标准实验波形电压开始作用于电涌防护器的时刻到电涌防护器实际导通放电时刻之间的延迟时间。信号类电涌防护器的响应时间应 $\leq 5\text{ns}$ 。

8.4.6 工作频率

工作频率是连接电涌防护器的线路在正常工作时通过信号的最高工作频率。对于仪表信号, 包括“智能”仪表, 工作频率为 20kHz 以下, 通常可以不计。

8.5 现场仪表的电涌防护器

8.5.1 现场仪表电涌防护器的配置原则

应根据本规范第 8.1 条和第 8.2 条规定的原则设置现场仪表的电涌防护器。

用于隔爆型现场仪表的电涌防护器不应改变仪表本体的隔爆结构。

隔爆型的电涌防护器应取得中国相关认证机构的防爆合格证。

本质安全区域的现场仪表的电涌防护器应符合本规范第 10 章的规定。

用于现场总线仪表的电涌防护器应符合本规范第 12 章的规定。

8.5.2 现场仪表电涌防护器的形式

现场仪表宜采用装配式电涌防护器, 也可以采用内置集成式电涌防护器或通用式电涌防护器。

8.5.3 现场仪表电涌防护器的参数

现场仪表的电涌防护器的参数应根据本规范第 8.1 条以及防护特点和需要选择。

8.6 交流供电线路的防护

8.6.1 交流供电线路防护

仪表供电包括各类控制室、机柜室、现场机柜以及交流用电仪表的供电。

交流供电线路的防雷设计应按电气专业的相关标准和规范实施。

8.6.2 交流供电线路电涌防护器的选择

交流供电线路电涌防护器应按照电气专业的相关标准和规范选择。

8.6.3 交流供电线路的电涌防护器的配置

在需要设置交流供电线路电涌防护器的场合, 应按下列规则配置:

配备不间断电源设备 (UPS) 的场合, 应由电气专业在不间断电源设备的输入侧配备和安装交流供电线路电涌防护器。

没有不间断电源设备 (UPS) 的场合, 应由电气专业在电气配电柜输入侧配备和安装交流供电线路电涌防护器。

电气配电柜输出的供电线路经过室外的敷设路径有可能遭受雷击或产生电涌影响的场合, 应在仪表控制室内的仪表配电柜输入侧安装交流供电线路电涌防护器。

8.7 通信设备的电涌防护器

8.7.1 通信设备防护

本规范规定的仪表系统雷电防护方法也适用于仪表系统中通信设备的防护。

8.7.2 通信设备电涌防护器的使用范围

本规范中通信线路是指仪表系统中连接控制网络、串行接口、并行接口等的通信设备。

对需要防雷的通信设备应设置电涌防护器。电涌防护器的规格及各项参数应适用于所连接的通信设备。

通信线路电缆的屏蔽、接地、布线、敷设应按本规范仪表信号电缆的方法和规定实施。

8.7.3 通信设备电涌防护器的设置

可参照第 8.2.1 条的条件，在通信线路两端设置电涌防护器。

中心控制室与现场机柜室、现场控制室及其他控制室之间的控制网络应采用光缆，两端均不设置电涌防护器。

9 现场仪表的防雷

9.1 现场仪表的防护

现场仪表的电涌防护应采用屏蔽、接地及安装电涌防护器的方法。

现场仪表的金属外壳、金属保护箱应为全封闭式。

需要进行雷电防护的非金属外壳的仪表应装在钢板材质的仪表保护箱内。

现场仪表应避免成为接闪设备。

当现场仪表的安装位置有可能使其形成接闪物体，又无法移位时，应将仪表装在全封闭钢板材质的仪表保护箱内，箱体应按本规范第 6.6.1 条和第 9.2 条接地。

9.2 现场仪表的接地

现场仪表的金属外壳、仪表保护箱、接线箱及机柜的金属外壳应就近接地或与接地的金属体相连接。

现场仪表金属外壳可以通过金属安装支架或金属设备自然接地。

金属设备、容器、塔器和操作平台上的现场仪表应与设备和操作平台进行等电位连接。

位于 1 区爆炸危险场所的仪表及金属支架，应防止出现连接间隙，避免雷电流引起火花。

非金属设备顶部安装的仪表，应就近接地。

现场仪表应按本规范第 6.3.1 条进行连接。

9.3 现场仪表的电涌防护器

现场仪表电涌防护器的设置见本规范第 8.5 条。

9.4 电涌防护器的现场安装

装配式电涌防护器应安装在现场仪表本体上。

当装配式电涌防护器不能安装在现场仪表本体，或采用通用式电涌防护器时，必须将电涌防护器安装在仪表保护箱、接线箱或专设的防护箱内。

安装电涌防护器的仪表保护箱、接线箱或专设的防护箱，必须符合安装地点的防护、防爆等级。

安装电涌防护器的仪表保护箱、接线箱应与被保护仪表尽可能接近。

分离安装的电涌防护器与被保护仪表之间的电缆应穿钢管（或小型电缆槽）敷设。安装电涌防护器的接线箱、保护箱、钢管及保护仪表应进行等电位连接并接地。

9.5 现场仪表电涌防护器的接线

装配式电涌防护器的两端接线的总长度不应大于 0.5m。电涌防护器的接地连线应为截面积 2.5mm^2 的多股绞合绝缘铜线。

现场仪表的电涌防护器的接地端子应与仪表外壳的接地端子相连接。

分离安装的电涌防护器与被保护仪表之间的接线长度不得超过 5m，接地端子应就近接地。图 9.5 为

分离安装在保护箱中的电涌防护器与被保护仪表接线示意图。

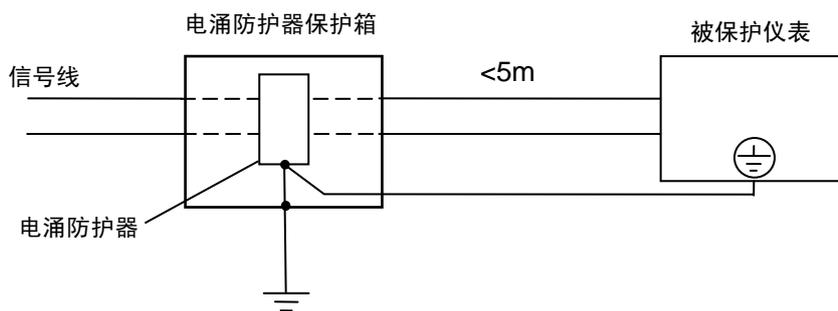


图 9.5 分离安装在保护箱中的电涌防护器与被保护仪表接线图

10 本质安全系统的防雷

10.1 本质安全系统的电涌防护器

10.1.1 本安型电涌防护器

用于爆炸危险环境的本质安全系统的电涌防护器，应通过国家或国际测试机构，取得相关危险区域的本质安全认证。

本安型电涌防护器应满足本安设备的设计和制造标准。

同一本安线路中的现场仪表电涌防护器和控制室端电涌防护器，如果不是“简单设备”，则应将两者的本安参数综合考虑。

10.1.2 电涌防护器的本质安全认证

电涌防护器的本质安全认证仅涉及电涌防护器为本质安全仪表。

安装在安全场所的电涌防护器不需要本安关联仪表的认证（联合认证）。

装有电涌防护器的电路在不受雷电电涌影响时，电路应是本质安全的。

10.1.3 电涌防护器的作用

无论是否本安型，电涌防护器的作用是防护雷电电涌对仪表的冲击，消除或减少雷电电涌对仪表造成的损坏。

电涌防护器不是本安系统的安全栅，二者不能互相代替。

10.2 本安电路中电涌防护器的设置

10.2.1 控制室内电涌防护器

在本安回路中的安全区域内（控制室内或现场机柜内），保护室内控制系统的电涌防护器应安装在电缆进入控制室内或现场机柜内，连接安全栅之前。

电涌防护器的安装应符合本规范第 6.5.4 条的规定。

在安全区，电涌防护器和安全栅可分别安装在不同机柜内，也可安装在同一机柜内，但不应安装在同一个导轨上。

机柜内与安全区关联和与危险区关联的电缆（及电线）应分开布线和敷设。

10.2.2 本安型现场仪表的电涌防护器

现场本安仪表宜采用专用于装在现场仪表本体上的电涌防护器，也可以使用内部集成电涌防护器的现场本安仪表。

在危险区，现场仪表的电涌防护器应符合本规范第 9.4 条的规定。

10.3 本安系统的接地连接

11.1.1 穿管敷设

现场仪表的配线应穿钢管或电缆槽敷设，不应采用绝缘材料管。钢管与仪表间、钢管之间、钢管与电缆槽之间应有良好的电气连接。

铠装电缆可以不穿钢管敷设。

11.1.2 仪表电缆槽

仪表电缆槽应采用封闭钢板结构。槽体和所有金属部件应全程电气连续。

11.1.3 电缆敷设路径

电缆与防雷引下线交叉敷设的间距应大于 2m；平行敷设的间距应大于 3m。当无法满足敷设间距时，应对电缆进行穿钢管屏蔽，屏蔽钢管应在两端接地。

当电缆穿钢管或在封闭金属电缆槽内敷设时，上述距离可以减半。

11.2 电缆的屏蔽

11.2.1 电缆屏蔽方式

凡室外敷设的电缆（包括信号电缆、通信电缆和电源电缆），应采用屏蔽电缆全程穿钢管或封闭金属电缆槽的方式敷设。

当采用金属铠装屏蔽电缆或采用互相绝缘的双层屏蔽电缆时，可以不采用穿钢管或封闭金属电缆槽的方式敷设。

11.2.2 电缆外屏蔽层

外屏蔽层可利用：

- 1) 电缆敷设的金属槽、保护钢管等防护层；
- 2) 双层总屏蔽电缆的外屏蔽层；
- 3) 金属铠装屏蔽电缆的铠装层；
- 4) 分屏蔽加总屏蔽电缆的总屏蔽层。

屏蔽层应全程电气导通。

金属电缆槽和保护钢管应全程封闭。

11.2.3 电缆内屏蔽层

内屏蔽层可利用：

- 1) 全程封闭穿钢管的屏蔽电缆的屏蔽层；
- 2) 双层总屏蔽电缆的内屏蔽层；
- 3) 金属铠装屏蔽电缆的内屏蔽层；
- 4) 分屏蔽加总屏蔽电缆的内屏蔽层。

11.3 电缆屏蔽的接地

11.3.1 接地方式

外屏蔽层应至少在两端接地，内屏蔽层应在一端接地。

信号屏蔽电缆的内屏蔽层接地应单点接地，应根据信号源和接收仪表的不同情况采用不同接法。当信号源接地时，信号屏蔽电缆的屏蔽层应在信号源端接地，否则，信号屏蔽电缆的屏蔽层应在信号接收仪表一侧接地。

11.3.2 接地的连续

电缆槽、保护钢管应全程电气连续。

电缆槽、保护钢管的自身延续连接以及与等电位连接导体、接地连接点的连接应采用压接镀锡铜连接片的聚氯乙烯绝缘多股铜线跨接，铜线截面积应不小于 4mm^2 。应采用镀锌钢螺栓压接，并应带有防松垫片。

镀锌电缆槽可以直接压接，电缆槽连接板应采用至少两组镀锌钢螺栓压接固定，并应带有防松垫片。

电缆保护钢管可以采用镀锌钢制管件直接连接。管卡应采用带有防松垫片的镀锌钢螺栓压接固定。电缆保护钢管与金属接线箱应采用镀锌钢制连接件，实现良好的导电连接。

如果电缆路径中通过金属接线箱续接或分支,则外屏蔽层或铠装层应在接线箱内连接并与接线箱的箱体连接。电缆铠装层也可采用镀锌钢制电缆接头与金属接线箱实现良好的导电连接,而不用在箱体内存连接。

金属接线箱的箱体应就近接地。

对非金属接线箱,则外屏蔽层应在接线箱内连接并应就近接地。

电缆的内屏蔽层应在接线箱内连接并与其它导体绝缘。

电缆的内、外屏蔽层在接线箱内的连接应采用端子连接的方式。不同的屏蔽层应分别连接,不应混接。

采用金属软管的场合,若不能确定该金属软管实现永久、牢固、可靠、稳定的导电连接时,应采用导线连接。

图 11.3.2-1 为铠装屏蔽或双层屏蔽电缆接线箱内连接。

图 11.3.2-2 为穿钢管敷设的屏蔽电缆与接线箱连接。

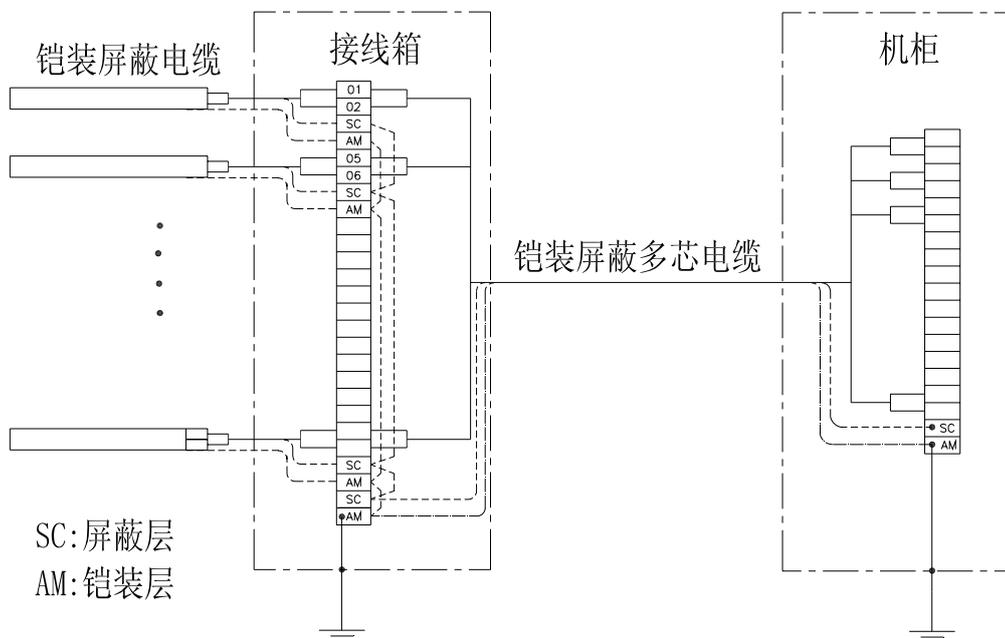


图 11.3.2-1 铠装屏蔽电缆接线箱内连接

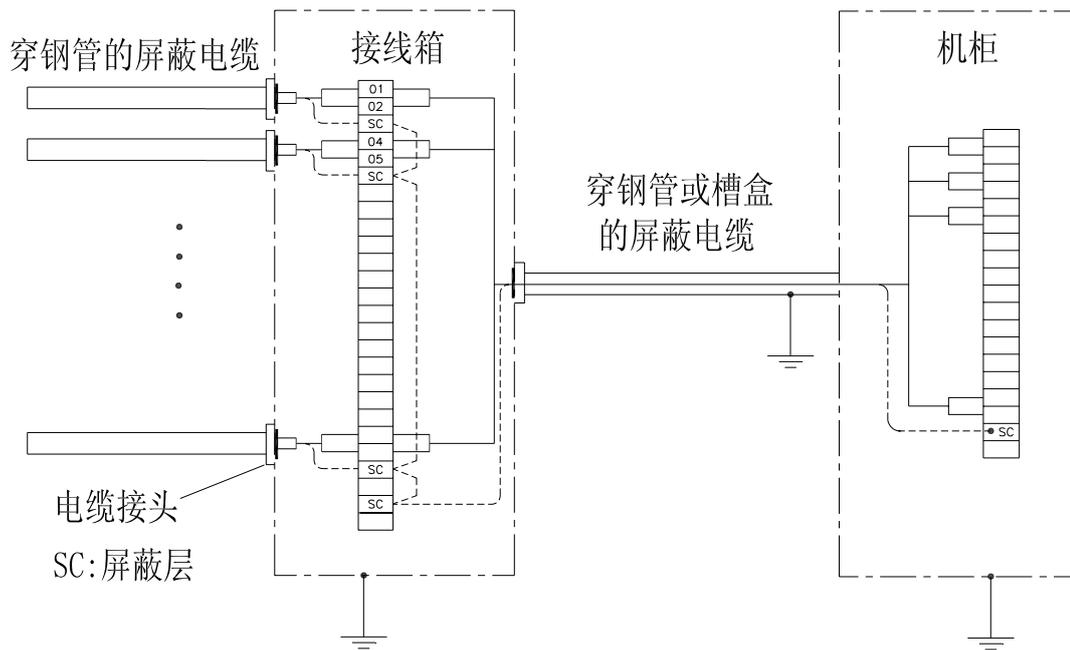


图 11.3.2-2 穿钢管敷设的屏蔽电缆与接线箱连接

11.3.3 外屏蔽的接地

敷设电缆的保护钢管、电缆槽两端应就近接地，或与接地的金属设备、结构、框架进行电气连接。

仪表信号电缆槽及穿线保护钢管在进入建筑物处的室外应与电气专业的接地设施连接，进入室内还应与单独设置的接地排连接。

当采用铝装屏蔽电缆时，铝装电缆的铝装金属应在现场端接地，进入室内还应与单独设置的接地排连接。接地连接应采用铝装接地接头。

当采用双层屏蔽电缆时，电缆的外屏蔽层应在现场端接地，进入室内还应与单独设置的接地排连接。

带有金属部件（如金属铠装层、金属防护芯等）的光缆应按本规范第 7.3 条的规定敷设。光缆终端的所有金属部件应在控制室内的终端处进行绝缘处理。

11.3.4 电缆槽的重复接地

电缆槽或电缆保护钢管的长度大于 20m 时，应进行多点重复接地，接地点间距应小于 20m。

11.4 备用电缆及电缆备用芯

备用电缆不应接地。

电缆的备用芯不应接地。

备用芯线宜在电缆终端处进行绝缘处理。

11.5 信号电缆的形式

仪表信号电缆应采用双绞线芯对。

11.6 电缆敷设的其他规定

进控制室建筑的所有仪表信号电线、电缆宜集中在尽可能少的入口进线。

电缆的敷设还应遵循其他相关规范。与本规范矛盾的应以本规范为准。

12 现场总线系统的防雷

12.1 现场总线系统的防雷

12.1.1 应用防护距离

本规范第 8.1、8.2 条的规则适用于现场总线仪表。

当现场分支线路在地面以上敷设的水平直线距离大于 100m 或垂直距离大于 10m 时，应在总线两端的现场总线仪表和设备设置电涌防护器。

12.1.2 总线控制器的防护

现场总线干线连接着主控制器的总线接口卡和现场的总线分支设备，总线干线两端（包括延伸段）应设置电涌防护器。

主控制器端的电涌防护为重要防护，总线接口卡端应安装信号线路类电涌防护器。

安装在现场的控制器，应在各总线信号线路入口设置电涌防护器，交流电源输入端应设置电源类电涌防护器。

12.1.3 现场辅助设备防护

现场总线分支设备包括分支模块、现场配电器、总线终端器等。

现场总线分支设备连接总线干线的输入端应安装电涌防护器。

如果现场总线分支模块是不带电子电路的简单连接型，则可以不设分支模块端的电涌防护器。

使用带电子电路（智能）分支模块的系统，如果分支距离大于本规范第 12.1.1 条的限度，则在分支的起始端和仪表设备上都应安装电涌防护器。模块与干线的连接处也应安装电涌防护器。

现场总线终端器应安装信号线路类电涌防护器。

安装在现场的现场总线直流电源设备的交流供电端应设置电源类电涌防护器。

12.1.4 现场仪表防护

现场仪表及设备可以采用的电涌防护方式有：

- 1) 由现场仪表制造厂装备内部集成电涌防护器；
- 2) 在现场总线的分支设备中设置电涌防护器；
- 3) 在变送器上装备专用的现场总线电涌防护器；
- 4) 安装现场总线通用电涌防护器。

常规的通用电涌防护器不适用于现场总线系统，除非产品标明适用于现场总线。

12.1.6 现场总线电涌防护器的设置

现场总线系统的电涌防护器配置见图 12.1.6-1、图 12.1.6-2。

图 12.1.6-1 为简单连接型总线分支模块，不设分支模块端的电涌防护器。

图 12.1.6-2 为智能模块型总线分支模块，设置分支模块端的电涌防护器。

图中：注 1 为现场分支线路在地面以上敷设的水平直线距离大于 100m 或垂直距离大于 10m，仪表设置电涌防护器；注 2 为现场分支线路不构成此条件，仪表不设置电涌防护器。

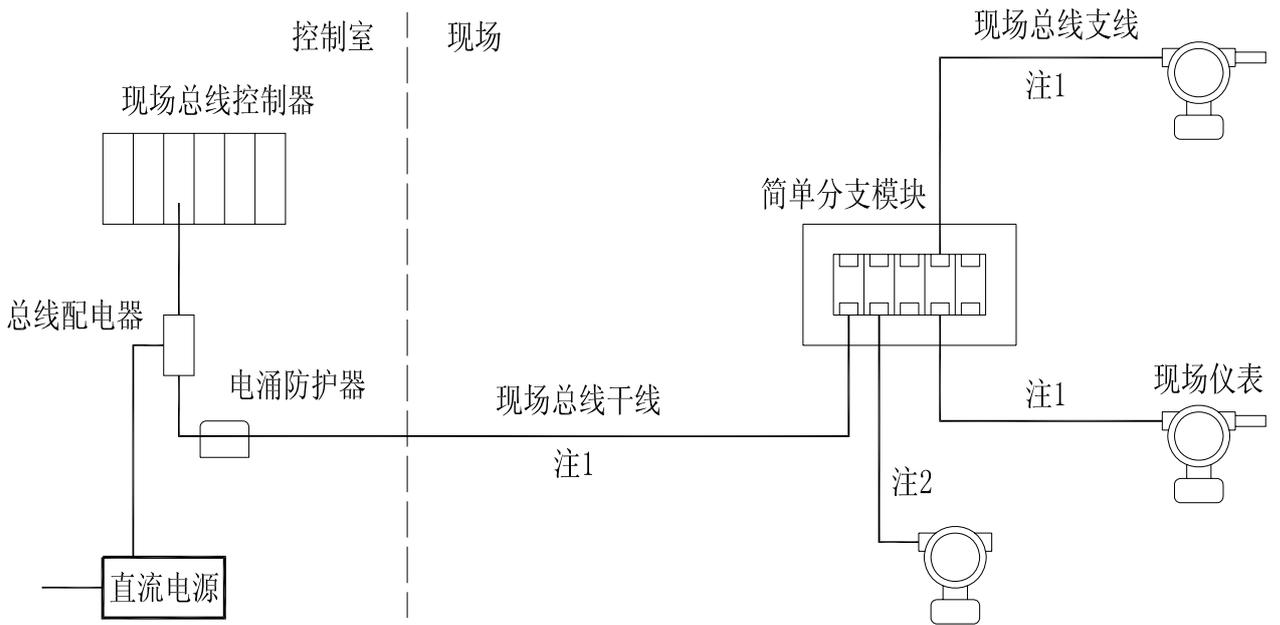


图 12.1.6-1 现场总线系统的电涌防护器配置图-1

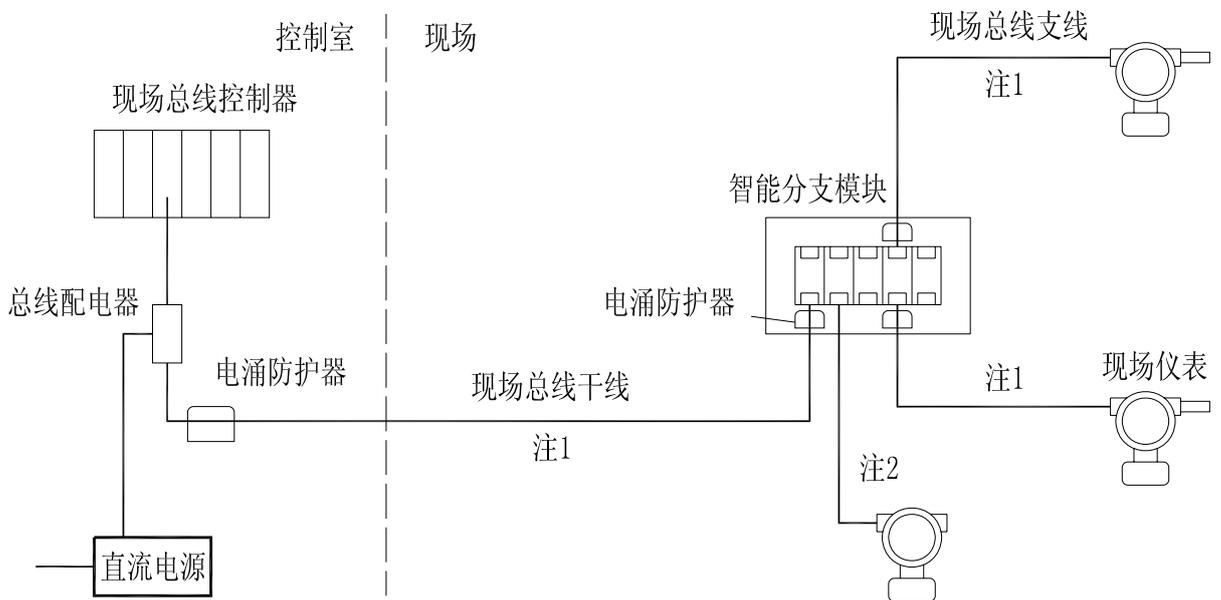


图 12.1.6-2 现场总线系统的电涌防护器配置图-2

12.2 爆炸危险场所的现场总线防护

12.2.1 无火花、非引燃型仪表

对于适用于 2 区的设备，根据电路特性分为无火花（nA）型或非引燃（nL）型设备，除上述的电涌防护器的设置外，还应考虑以下情况：

- 如果现场安装直流配电器，则应在配电器的输入、输出端设置信号线路类电涌防护器；
- 对现场安装的直流电源的交流供电输入端，应设置交流电源类电涌防护器；

现场仪表上安装的电涌防护器应不影响安全防爆等级。对在现场安装的设备，需要在干线的两端安装电涌防护器。

12.2.2 隔爆及增安型仪表

对于爆炸危险场所的隔爆及增安型仪表，应使用相应的电缆接头及接线箱。

用于现场仪表防护的电涌防护器必须符合相应防爆等级。否则应装在符合相应防爆等级的防爆箱中，现场安装的现场总线设备，如：分支模块及终端器等，也应安装在符合相应防爆等级的防爆箱中。

12.2.3 本安系统

本安系统用的电涌防护器应符合本规范第 10 章的规定。

现场仪表用电涌防护器应适用于相应的爆炸危险场所。但信号线路类电涌防护器必须装在适用于该场所的防爆箱中。

12.3 现场总线的电涌防护器

现场总线仪表及设备用的电涌防护器应适用于相应种类和标准的现场总线。

现场总线仪表及设备用的电涌防护器不应影响和改变现场总线系统的特性和可靠性。

12.4 现场总线的电缆

现场总线电缆应符合相关总线标准的规定。

现场总线电缆应采用屏蔽或铠装电缆，并按本规范第 11 章的规定接地。

现场总线电缆应采用双绞线电缆。

参考文献

- 1 GB 50057 《建筑物防雷设计规范》
- 2 GB 50058 《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》
- 3 GBJ 65 《工业与民用电力装置的接地设计规范》
- 4 GB 50343 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》
- 5 DL/T 621 《交流电气装置的接地》
- 6 SH/T 3081 《石油化工仪表接地设计规范》
- 7 IEC60079-14 《危险场所的电气设备安装（煤矿除外）》
Electrical installation in hazardous areas(other than mines)
- 8 IEC/TS61312-2 《防雷击电磁脉冲 第2部分：接地、建筑物屏蔽、建筑物内部的等电位连接》
Protection against lightning electromagnetic impulse Part 2 Shielding of structures, bonding inside structures and earthing
- 9 IEC62305-1 《雷电防护 第一部分：总则》
Protection against lightning - Part 1: General principles
- 10 ISA-RP12.6 《危险场所仪表的接地实施 第一部分：本质安全》
Wiring Practices for Hazardous (Classified) Locations Instrumentation Part 1: Intrinsic Safety

本规范用词说明

用词说明

对本规范条文中要求执行严格程度不同的用词，说明如下：

1 表示很严格，非这样做不可的用词

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

2 表示严格，要求符合规范，在正常情况下均这样做的用词

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

3 表示允许稍有选择，在条件许可时首先这样做的用词

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

4 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词

正面词采用“可”。

中华人民共和国石油化工行业标准

石油化工仪表系统防雷工程设计规范

Design code for instrument system lightning surge protection Engineering
in petrochemical industry

SH/T 30XX-2008

条文说明

目 次

| | |
|-------------------|----|
| 前 言 | 29 |
| 1 范围 | 29 |
| 1.1 内容 | 29 |
| 1.2 适用范围 | 29 |
| 2 术语 | 29 |
| 3 雷电防护等级 | 30 |
| 3.1 雷电活动区 | 30 |
| 3.2 雷电防护等级 | 30 |
| 3.3 系统的重要程度分类 | 31 |
| 4 控制室建筑物防雷设计 | 31 |
| 4.1 控制室建筑物防直击雷的设计 | 32 |
| 4.2 控制室内的相关设计 | 32 |
| 5 仪表系统防雷工程方法 | 32 |
| 5.1 设计原则 | 32 |
| 5.2 综合防护 | 32 |
| 5.3 仪表系统防雷基本方法 | 32 |
| 5.4 等电位连接与接地 | 33 |
| 6 等电位接地系统的设计 | 33 |
| 6.1 接地系统的构成 | 33 |
| 6.2 接地系统的设计规范 | 33 |
| 6.3 等电位连接系统的设计 | 33 |
| 6.4 仪表配电接地方式 | 34 |
| 6.5 控制室电涌防护器的接地连接 | 34 |
| 6.6 接地连接导体及导线 | 35 |
| 6.7 接地标志 | 36 |
| 7 控制室仪表系统的防雷 | 36 |
| 7.1 控制室仪表的屏蔽 | 36 |
| 7.2 机柜的接地 | 36 |
| 7.3 电缆进入室内的方式 | 36 |
| 7.6 本安系统的接地连接 | 36 |
| 8 电涌防护器的设置 | 36 |
| 8.1 概述 | 36 |
| 8.2 电涌防护器的设置原则 | 37 |
| 8.3 电涌防护器的类型 | 37 |
| 8.4 信号线路电涌防护器的参数 | 37 |
| 8.5 现场仪表的电涌防护器 | 37 |
| 8.6 交流供电线路的防护 | 37 |
| 8.7 通信设备的电涌防护器 | 38 |
| 9 现场仪表的防雷 | 38 |
| 9.1 现场仪表的防护 | 38 |
| 9.2 现场仪表的接地 | 38 |
| 9.5 现场仪表电涌防护器的接线 | 38 |
| 10 本质安全系统的防雷 | 39 |

| | |
|--|----|
| 10.1 本质安全系统的电涌防护器 | 39 |
| 10.2 本安电路中电涌防护器的设置 | 39 |
| 10.3 本安系统的接地连接 | 39 |
| 11 电缆的敷设和屏蔽 | 40 |
| 11.1 电缆的敷设 | 40 |
| 11.2 电缆的屏蔽 | 40 |
| 11.3 电缆屏蔽的接地 | 40 |
| 11.4 备用电缆及电缆备用芯 | 41 |
| 11.5 信号电缆的形式 | 41 |
| 12 现场总线系统的防雷 | 41 |
| 12.1 现场总线系统的防雷 | 41 |
| 12.2 爆炸危险场所的现场总线防护 | 42 |
| 12.4 现场总线的电缆 | 42 |

前 言

本规范是根据中国石化工程建设公司的建议，由中国石油化工集团公司工程建设部、中国石油化工集团公司自控设计技术中心站立项，由中国石化工程建设公司组织并主编。

目前国内还没有相同标准和规范，也没有可以采用的同类国际标准。本规范的编写参考了国际和国内其它相关标准和规范。

本规范还适用于石油化工项目中，国内产品的国外用户（如果用户没有提供相应的防雷规范），也适用于从国外引进的仪表系统（当引进方或制造商没有提供相应的防雷规范）。

仪表系统雷电防护工程（以下简称防雷工程）是一项综合工程，是在建筑物防雷工程和供电系统防雷工程的基础上实施的，有些工程内容是交叉的，需要多专业配合共同完成，特别是电气系统的防雷工程（包括等电位连接和接地工程）对仪表系统的雷电防护工程特别重要。凡由其他专业完成的工程，均不在本规范的规定范围，应执行相应的专业规范，本规范不再重复规定。

本规范共分为 12 章，其中第 1、5、6、7、8、9、10、11、12 章由叶向东编写，第 2、3、4 章由徐义亨、欧清礼编写，全文由叶向东统稿。

审核人：黄步余。

石油化工仪表系统防雷工程设计规范

1 范围

1.1 内容

本规范以简明、实用为宗旨，明确基本概念，编制易于遵循的工程设计规定。本规范没有论证和论述雷电防护理论，也没有过多地说明所规定的设计方法的根据。本规范力图避免涉及有争议的理论及方法，对于无法回避的问题，仅规定了通用的、可行的工程方法。本规范注重操作、实施和执行。

由于仪表系统防雷工程设计方法的复杂，对于交错条款的分布和规定（例如：接地连接、电涌防护器的设置、电缆的屏蔽等），统一集中在某一章节或分散在各章节分别规定的方式各有利弊。统一集中在某一章节的编制体系便于综观整体概念，易于比较，但不利于应用。分散在各章节分别规定的方式易于阅读和理解，利于应用，但略显杂乱和重复。本规范采用相对集中，适当分散的编写方式。

1.2 适用范围

本规范适用于石油化工企业新建及扩建项目的仪表及自动控制系统的现场仪表和控制室类仪表及系统的防雷工程、储运系统及公用工程的仪表及控制系统及关联设备的防雷，填补了目前国内其他相关规范一部分没有涉及和解决的内容和范围。

本规范还规定了基金会现场总线 FF 和 Profibus PA 两种现场总线的防雷。

本规范不再重复规定其他相关规范已有的内容。

2 术语

本规范仅对文中所出现的术语作了规定。有些术语是通用的，本规范的表述力图准确、通顺，有些术语是本规范所用并定义的。

3 雷电防护等级

3.1 雷电活动区

地区的年平均雷暴日有地区气象部门提供的数据和其他资料的数据。因为每年的雷暴日数离散性很大，采用不同的统计方法，得到的年平均雷暴日数是不一样的。

石油化工装置多属易燃易爆环境，高投资、高风险工业，为可靠起见，应选用地区气象部门提供的数据。无地区气象数据时，也可参照由中国国家气象部门公布的当地年平均雷暴日。

关于地区雷暴日等级的划分，没有统一的规定。各行业根据实际情况需要，对地区雷暴日等级制定本行业的划分标准。

本规范根据石油化工仪表系统的防雷情况，制定出本规范采用的地区雷暴日等级。

雷电活动区的划分关系到防雷工程设计，是本规范确定雷电防护等级的重要依据之一。但是，在评价雷电活动程度的概率时，还应综合考虑装置所处的局部区域的雷电活动情况、地理环境、建（构）筑物形式等因素。另外，年平均雷暴日不能表达雷电强度的大小。

关于雷电防护区的划分：

将被保护设备、系统所在的空间由外到内划分为不同的雷电防护区（LPZ），以区别各空间雷电电磁场强度的大小。不同的规范对雷电防护区的划分不同。

雷电防护区是依据防护区域遭直击雷的可能性以及雷电电磁场强度衰减的程度划分的。GB50057《建筑物防雷设计规范》将雷电防护区分为：直击雷非防护区（LPZ0A）、直击雷防护区（LPZ0B）、第一防护区（LPZ1）、第二防护区（LPZ2）、后续防护区（LPZn）等。并且，规定对不同的雷电防护区，应采取相应的防雷措施和配置防雷器件。有关概念可参见 GB50057《建筑物防雷设计规范》等规范。

鉴于石油化工工厂的情况和仪表系统雷电防护工程设计的特点，本规范归纳并统一了雷电防护工程方法，没有用到雷电防护区的划分。

3.2 雷电防护等级

IEC 62305-2: 2004《雷电防护 第1部分：风险管理》、GB50343《建筑物电子信息系统防雷技术规范》等规范中，规定了不同的雷电防护等级（LPL），定义不同的雷电流参数，用于设置雷电防护措施。本规范具体地规定了实用的雷电防护工程方法，避免了根据不同的雷电流参数采用的复杂方法。本规范雷电防护等级仅用于定性地确定石油化工仪表系统雷电防护工程的实施。

雷电防护工程设计的依据是雷电防护等级。仪表系统雷电防护等级可用雷击风险评估的方法（计算评估法）分级，即对工程所处地区的雷电电磁环境进行风险评估，按评估结果确定仪表系统雷电防护等级；也可用被保护系统的重要程度（社会、经济以及安全的重要程度）结合当地年平均雷暴日数（综合评估法）分级。本规范根据目前石油化工工厂的情况和技术水平，采用综合评估法分级。

对于雷击风险评估的方法（计算评估法），不同的规范中，雷电防护等级的划分是不一样的。GB50057《建筑物防雷设计规范》等规范是根据建筑物的重要性，使用性质、发生雷电事故的可能和后果分类的，不是按雷暴日多少分级的。

由于雷击事件是自然界的非重复性随机事件，对于某一局部区域（例如：某一工厂区）的年雷击次数和雷击强度的分布是没有规律和数学模型的。目前，试图利用统计学的一些方法预测和评估雷击事件，准确率是很低的。

实际防雷工程中，也可采用计算评估法分级。但是，关于计算评估法分级有一些不准确因素：

1) 年雷击平均密度

用年平均雷暴日 T_d 来计算雷击大地的年平均密度 N_g ，难以符合实际。因为雷暴日与大地落雷密度没有直接对应关系，所以世界各国都是根据本国的资料和研究，推荐出本国的经验公式。如：

南非： $N_g=0.04T_d^{1.25}$ ；苏联（俄罗斯）： $N_g=0.11T_d$ ；日本： $N_g=0.016T_d$ ；

美国：北方 $N_g=0.11T_d$ ；南方 $N_g=0.17T_d$ ；军用 $N_g=0.007T_d^2$ ；

中国的防雷专家提出：

$$Td \geq 20 \quad Ng = 0.05Td$$

$$Td \geq 40 \quad Ng = 0.06Td$$

$$Td \geq 80 \quad Ng = 0.08Td$$

用雷击大地的平均密度作为石油化工仪表系统雷电危险评估的条件之一，采用什么函数，根据是什么，准确率如何，无法论证。

2) 关于截收相同雷击次数的等效面积的计算问题

不同的规范，计算方法不一样。有些规范用高度与宽度为 1: 3 来计算截收相同雷击次数的等效面积。而 GB50057《建筑物防雷设计规范》规定，当建筑高度 H 小于 100m 时，宽度 $D = \sqrt{H(200 - H)}$ ，用这个公式计算的高度与宽度的比显然不是 1: 3。

当考虑到周围有建筑物影响时，等效面积还会变化。

工艺装置不同于建筑物，有塔、罐、加热炉、设备、管线等，高差不一样，建筑高度、装置边界长度取值都没有统一、可靠的依据。设计人员很难确定合适的数值进行计算。不同的人计算同一生产装置，会得出不同的结果，这是不合适的。

3) 工艺装置年预计雷击次数的计算问题

目前，有关雷击目标（如：建筑物、电缆路径等）年预计雷击次数的计算都是以地区年平均雷暴日作为单自变量函数的，其它所有参数均为条件常数，即： $y=f(x)$ 。未见到有关数学模型的证明（或统计学证明）或实验证明。

4) 可接受的最大年平均雷击次数 N_c 的计算问题

直击雷和雷电电涌损坏仪表系统可接受的最大年平均雷击次数 N_c 的计算同样具有不确定问题。

不同的规范有不同的计算公式。GB50343《建筑物电子信息防雷技术规范》采用 $N_c = 5.8 \times 10^{-1.5}/c$ 次年。而 QX3-2000《气象信息系统雷击电磁脉冲防护规范》采用 $N_c = 5.8 \times 10^{-3}/c$ 次年，二者相差较大。

计算公式中同样存在参数来源和公式的证明问题。

综上所述，不同计算方法的结果不一样。采用这些无法证明的方法计算出的结果来估计工程区域的自然界雷击现象，准确率和可信程度是很低的。

3.3 系统的重要程度分类

IEC62305-1《雷电防护 第 1 部分：总则》对雷电防护的必要性和经济合理性采用了类似安全系统的评价方式。

将雷击事件可能造成的损失分为四类：人身伤害损失、公众服务的损失（例如：停电、停水、停电等）、文化遗产损失、经济价值损失，前三类为社会价值损失。

对应的风险为：人身伤害损失风险、公众服务的损失风险、文化遗产损失风险。

雷电防护的必要性：当三类风险之和大于可容忍风险时，应当采取防雷措施，使风险降低到小于可容忍风险的程度。

雷电防护的经济合理性：当采取雷电防护措施后，仍然存在的经济损失的价值与雷电防护措施投资之和小于未采取雷电防护措施时经济损失的价值时，雷电防护措施的经济是合理的。

本规范采用简单易行的方法是：根据工程项目所在地区的年平均雷暴日和装置的社会价值和经济价值确定防雷等级，由防雷等级和建设条件确定是否需要实施仪表系统防雷工程。即：先根据表 3.3 中的评价因素确定重要程度分类；然后根据表 3.2 中的年平均雷暴日和重要程度分类查出防雷等级。

表 3.3 中的可能伤亡人数和可能经济损失数据参考了有关条例。不同年代、不同时期、不同部委规定的一般事故、重大事故等的伤亡人数和经济损失数据是不一样的。

表 3.3 中的安全等级评价指在装置的危险及可操作审查（HAZOP）时所确定需要设置的安全等级 SIL，不是所采用安全仪表设备的安全等级。

4 控制室建筑物防雷设计

4.1 控制室建筑物防直击雷的设计

控制室建筑物的防直击雷装置（包括接闪器、引下线、接地装置等）应由电气专业按相应的适用于石油化工工厂的规范和 GB50057《建筑物防雷设计规范》设计。

由于控制室建筑物属于石油化工工厂的重要核心建筑之一，对安全程度要求较高，并且，对于控制室建筑，不同的防雷工程类别，投资差别很小，所以，应该按 GB50057《建筑物防雷设计规范》最高类别，即一类建筑物防雷措施考虑。既安全可靠，又便于设计，防雷工程增加的投资也较少，是可行的。

4.2 控制室内的相关设计

本规范对于控制室屏蔽和仪表系统的安装位置，同样按较为稳妥，并简便易行的方案规定。石油化工工厂的控制室建筑物多采用钢筋混凝土结构。很多集中控制室、现场控制室和机柜室建筑物还采用抗爆结构，这是有利于防雷屏蔽的。控制室建筑物的金属构件、门窗框架及建筑钢筋等应进行等电位连接。本规范不规定控制室的专用电磁屏蔽。

仪表系统设备的安装位置距建筑物外墙的内壁距离不但要考虑电磁屏蔽因素，还应考虑其它安装因素。

5 仪表系统防雷工程方法

5.1 设计原则

雷击事件对仪表系统的危害和造成的后果是严重的，特别是在强雷击危害区域，石油化工仪表系统的防雷尤其显得重要。但是，无论是建筑物防雷还是信息系统防雷，现有的防雷技术还不能做到完全防护，有些防雷技术还在探索和研究。雷击事件是低概率事件，提高雷击防护概率是要付出经济成本的，技术上也做不到万无一失。所以，应当综合考虑雷电可能造成的损失和防护成本，因地制宜地采取防雷措施，防止或减少仪表系统雷电事故的损失。

本规范规定了应实施防雷工程的场合，但是，是否应当或必须实施防雷工程是很难明确量化和界定的。

同样，对于电涌防护器的设置也是如此。应当恰当地设置电涌防护器，严格避免滥用，并且防止不合适的选型。

5.2 综合防护

综合防护是共识的防雷方针，仪表防雷系统同样是一个系统工程。并且，是在建筑物防雷的基础上实施的。根据国内外的相关标准，采用外部防雷和内部防雷措施进行综合防护。本章节所述的综合防雷工程是与仪表防雷工程相关的综合防雷工程。

凡涉及到其他专业的工作和标准和规范，均不是本规范的规定范围。

外部防雷属于建筑物防雷，应由电气专业负责。石油化工工厂的外部防雷有建筑物的防雷、装置和设备的防雷等。建筑物有封闭式、半敞开式和敞开式等。本规范仅在第 4 章规定了控制室建筑物的防雷。

有关石油库的接闪与等电位连接，应按照 GB50074《石油库设计规范》设计和实施。

内部防雷有信号线路的防护和供电线路的防护，供电线路的雷电防护应由电气专业负责。

仪表系统防雷仅是防雷系统工程的一部分。

防雷工程中，所有的外部防雷和一部分内部防雷都是由电气专业完成的，是不可缺少的基础工作和前提。

5.3 仪表系统防雷基本方法

仪表系统防雷应综合考虑雷电可能造成的损失和防雷工程投资，采取合适的仪表系统内部防雷措施。

仪表系统防雷的基本方法是综合防护工程的各种方法的结合，不可片面地忽略或强调某一种或几种方法。

仪表系统防雷主要规定仪表系统内部对雷电电涌的防护措施（简称仪表系统防雷）。

电磁屏蔽不但是仪表和控制系统防范和抵御电磁干扰的重要方法，也是减少雷电电磁场影响的重要措施。

屏蔽分仪表、控制系统设备和线路等的屏蔽。

屏蔽的防护功能是由恰当的接地实现的，屏蔽与接地是密切相关的。因此，规定屏蔽的条文均规定了接地方式。

本规范针对石油化工工业场所的特点，规定了爆炸危险环境的仪表及自动控制系统的防雷工程。

石油化工工业场所分为一般工业环境和爆炸危险环境。本规范既包括了一般工业环境，也规定了爆炸危险环境的防雷工程。

按仪表安装地点分为控制室内环境和室外现场环境（包括自然环境、敞开式和半敞开式环境）。

安装在爆炸危险环境中的现场仪表有隔爆型、本质安全型以及其他防爆类型。不同防爆类型的仪表，防雷特点及方法也有所不同。

控制室内安装的与本质安全相关的仪表系统，防雷工程同样应当考虑本质安全仪表系统的结构特点和相应的方法。

石油化工过程和装置大多具有爆炸危险环境。爆炸危险环境中的现场仪表，以及与爆炸危险环境相关的仪表系统的防雷应考虑爆炸危险环境的特殊性，所以，除避免或减少现场仪表和仪表系统的雷电事故的损害外，还应考虑避免雷电对爆炸危险环境的影响和破坏。

爆炸危险场所的等电位连接和接地连接应由相应的专业施工，并应符合有关爆炸危险场所设备安装、施工的标准和规范。

5.4 等电位连接与接地

厂区、装置区、现场爆炸危险区域以及控制室的建筑物区域内，必须将所有金属设备、部件、结构的金属导体，用导体相互连接起来，形成等电位体，使其电势（电压）均衡，并接地。不但防止雷电流经过路径产生的放电火花，也防止由地电位反击产生的火花，防止人员接触导体时产生电击，保护人身及设备安全。

防雷接地是防雷工程的重要组成部分，本规范遵循等电位接地的原则和方法。接地装置及接地电阻应根据电气有关接地规范及 GB50057《建筑物防雷设计规范》的规定实施。

石油化工装置的区域和设备特点有利于等电位连接。

6 等电位接地系统的设计

6.1 接地系统的构成

仪表系统防雷工程的接地系统应采用等电位接地原理和相应的工程实施原则。

仪表系统防雷工程的接地系统用于雷电流（包括直击雷电流和雷电电磁感应电流）的泄放。

正确的接地系统和接地安装工程是防雷工程的基础，接地系统设计和连接工程直接关系到防雷工程的效果和成败。

仪表接地系统可以分为有、无防雷工程两种，目的有所区别，工程方法也不一样。本规范的仪表接地系统应同时具备仪表系统接地和仪表防雷工程接地的功能。

6.2 接地系统的设计规范

本规范关于仪表系统的接地设计是关于防雷工程的，是对 SH/T3081-2003《石油化工仪表接地设计规范》的补充和扩展。

6.3 等电位连接系统的设计

6.3.1 仪表系统的接地连接

接地连接导体又称接地连接带，用于较大金属物体以及接地排的接地连接。本规范统一采用截面积

为 4 mm×40mm（厚×宽）的热镀锌扁钢作为接地连接导体，适用于所有的等电位连接场合。具有良好的电气效果，简便易行，成本合适。

控制室内的仪表接地汇总板设置在仪表交流配电柜附近，便于 PE 线连接，也便于本安系统的接地连接。

6.3.2 雷电电涌电流接地排

控制室内的仪表接地汇总板可作为仪表系统泄放雷电电涌电流的接地排，但不应是唯一的泄放雷电电涌电流的通路。应当按实际情况为雷电电涌电流设置低阻抗、短距离的泄放通路。

仪表信号电缆槽及穿线保护管是承载雷电流的导体，应设置尽可能低阻抗、短距离的泄放通路，为此，应单独设置接地排，直接与室外的接地装置相连接。

由于大型控制室的面积和范围较大，本规范规定应在室内设置延长型接地排，利于接地连接和等电位的效能。本条以示例的方式给出了应设置延长型接地排的控制室的大小，实际工程中，12 面机柜以上的机柜室，就适宜设置延长型接地排。

本条给出了延长型接地排的两个示例，图 6.3.2-1 为网格型，图中表示了接地排与接地连接导体的连接，采用焊接和导线压接两种连接方式。图 6.3.2-2 为非网格型的方式。实际连接时可根据现场具体情况采取适当方式。

多段式接地排是将多个接地排用导线连接而成。为了避免多段式接地排上的不平衡电压，本规范规定不宜采用多段式接地排。

本规范中，机柜内安装的或规格比较小的接地条称为接地汇流条；机柜外的或规格比较大的接地条称为接地排、汇总板。

6.3.4 等电位连接网络的结构形式

等电位连接网络的结构形式有 S 型和 M 型以及两种结构形式的组合。S 型也称为星型或树型，M 型也称为网格型。形式定义与相关规范（如：GB50057《建筑物防雷设计规范》）一致。

仪表系统属于低频小信号系统，采用“单点接地方式”，因此，规定仪表系统防雷工程的接地连接宜采用 S 型网络的结构形式。“单点接地方式”的含义是：仪表的信号线路（如果需要接地）与接地网之间的连接不构成环路，即星型连接。

M 型结构形式相对复杂一些，成本较高，施工要求稍高。如果设计、施工正确，等电位效能是很好的，可以满足仪表系统防雷工程的接地需要。

6.4 仪表配电接地方式

仪表配电应采用 TN-S 系统的接地方式，整个系统中，保护线 PE 与中线 N 是分开的。TN 表示系统有一点直接接地，装置外露导电部分用保护线与该点相接。

6.5 控制室电涌防护器的接地连接

6.5.1 电涌防护器的接地基本原理

电涌防护器的接地基本原理是为雷电电涌电流提供低阻抗、短距离、有效的对地泄放通路，使电涌防护器的限制电压起到保护仪表的作用。

接地基本原理图的提示是：电涌防护器的导流条应作为整个信号线路的参考点，并作为仪表系统单点接地的连接点。

6.5.2 电涌防护器的机柜内接地连接

对数量较少（例如：2 个电涌防护器机柜与 2 个控制系统机柜）的电涌防护器机柜间的接地连接应采用图 6.5.2 的方式。

同一机柜内的多根导轨，在机柜内汇合到机柜接地汇流条上，有利于减少信号线的交叉。

6.5.3 电涌防护器机柜之间的接地连接

对数量较多的电涌防护器机柜之间的接地连接应采用图 6.5.3 的方式。

注：图 6.5.3 中，控制系统机柜为 DCS 机柜，电涌防护器安装在安全栅机柜，以此为例，表示电涌防护器机柜与相关机柜之间的接地连接。

对于大型机柜室，机柜数量较多，间距较大，工程上是无法实现图 6.5.1 和图 6.5.2 所示的短距离连接的。本规范根据国外相关资料和国内工程实践规定了分组连接的方法和分组接地排的方式，这实际上是分区域、分层次等电位的方式。

即使采用分组连接的方法，电涌防护器汇流条与分组接地排之间的连接导线也难以实现 0.5m 的推荐长度，本规范根据工程实践，规定最大间距不应大于 3m。实际工程中可以根据情况采用延长型接地排。

图中，分组接地排 2 可以采用单独设置的接地排，接到总接地排，也可以利用延长型接地排。

6.5.4 电涌防护器的接地汇流条

金属导轨作为电涌防护器接地汇流条是一种很好的连接方式，既便于电涌防护器的安装，也使电涌防护器的接地连接简单可靠。本规范规定电涌防护器应安装在金属导轨上，并以此导轨作为接地汇流条。

由于控制室内信号线数量较多，布线集中，因此电涌防护器不应采用导线连接型。

接地排之间的连线采用两根并行连线的目的，一是保证可靠连接，二是用来测量连接电阻。

6.6 接地连接导体及导线

6.6.1 连接导体

可以利用铜、铁、铝等金属导体，例如：管道、钢结构、钢板、围栏等作等电位连接的接地连接导体。

金属设备、框架等可以作为现场仪表的接地连接点，但必须是已经接地的。

对于圆形截面积的导体，增加导体直径，并不能有效地增加雷电电涌电流传导效果。

6.6.2 连接导线

由于电感的影响和集肤效应，较短的连接导线比较粗的连接导线对雷电电涌电流的导流效果更好。接地连接导线的截面积不宜太大。对雷电电涌电流来说，导线电感的影响比电阻大的多。

为了说明电感和电阻的不同影响，对比导线长度和截面积的影响，举例如下：

设：雷电电涌电流的峰值为 1kA，最大变化率为 100A/ μ s，导线为铜芯。由导线电阻和导线电感产生的电涌电压见表 7.5.5-1 导线规格及电涌电压。

表 7.5.5-1 导线规格及电涌电压

| 长度 (m) | 截面积 (mm ²) | 导线电阻 (Ω) | 导线电感 (μ H) | 电阻电压 (V) | 电感电压 (V) |
|-----------|---------------------------|----------------------|--------------------|-------------|-------------|
| 1 | 1 | 0.017 | 1.4 | 17 | 144 |
| 1 | 2.5 | 0.0068 | 1.3 | 6.8 | 134 |
| 1 | 10 | 0.0017 | 1.2 | 1.7 | 120 |
| 10 | 1 | 0.17 | 19 | 170 | 1895 |
| 10 | 2.5 | 0.068 | 18 | 68 | 1803 |
| 10 | 10 | 0.017 | 16.6 | 17 | 1664 |

由表 7.5.5-1 可见，导线长度越长，电阻和电感就越大，导线截面积越大，电阻越小，但电感的减小程度较小。雷电电涌电流在电感上产生的电涌电压比在电阻上所产生的电涌电压大得多。而导线长度的影响要比导线截面积大得多。

由此可见，导线越短越好，并且不能用增大导线的截面积弥补。

雷电流在电感上产生的电涌电压与在电阻上所产生的电涌电压时间不同，不可简单相加。电阻上所产生的电涌电压与电涌电流同时刻，即同相位，而电感上产生的电涌电压峰值发生在电流变化率最大的时刻（不同相位）。

本规范根据国内、外相关资料，规定导线连接的电涌防护器的两端连线总长度不应大于 0.5m。

应特别注意电涌防护器的泄放电流在两端连线上产生的电压对被保护设备的影响。

所有接在电线、电缆通路上的导线连接方式的电涌防护器都应采用尽可能短的连线接在防雷工程的接地排上。

所有接在被保护设备电路上的电涌防护器都应采用尽可能短的连接接在金属机架上或防雷工程的接地排上。

6.6.3 连接路径

采用尽可能短的连接导线，尽可能采用直线路径敷设，避免弯曲的路径是为了减少电感的影响。

采用并联导体路径是为了增加电流泄放通路，改进分流效果。

为了与接地装置稳定、可靠地连接，并提高接地效果，本规范规定应至少通过两条路径，直接与室外的接地装置相连接。两条导线宜为不同的长度。电气专业应当根据仪表专业的要求设置与室外的接地装置相连接的连接导体或连接点。

本规范强调接地导线路径的设计，避免可能产生机械损伤的路径。

6.6.4 连接方式

本规范主要采用接地连接导线和接地连接导体，并规定了连接方法。接地连接应使用可靠导电、牢固连接的连接部件。

引向室外接地装置的连接导体或接地干线应穿绝缘管敷设，或采用防腐绝缘带（如：聚氯乙烯带）缠绕覆盖，直到与接地体的连接点。

6.7 接地标志

接地标志有利于接地系统的使用、检查、维护。

7 控制室仪表系统的防雷

7.1 控制室仪表的屏蔽

机柜是很好的屏蔽体，机柜或仪表箱应采用钢板材料，机柜的门、顶、底等活动部件应实施导电连接。如果机柜室下方没有干扰源并处于建筑物底层，机柜底部可以不封闭，否则应当封闭。

7.2 机柜的接地

注意：装有电涌防护器和不安装电涌防护器的仪表系统机柜的接地连接稍有区别。

本节所说的“不安装电涌防护器的仪表系统机柜”是指该仪表系统机柜的所有信号线路均没有设置电涌防护器。否则应视为电涌防护器机柜的相关机柜。

7.3 电缆进入室内的方式

根据 GB50057《建筑物防雷设计规范》，仪表电缆在室外穿钢管的埋地长度应大于 $2\sqrt{\rho}$ （ ρ 为土壤电阻率 Ω/m ），并且不应小于 15m。鉴于实际工程现场的情况，本规范仅规定了最小长度。实际敷设时，应根据现场情况，长些为好。

仪表防护钢管或电缆槽应尽可能保持全封闭及电气连续，延伸到室内。

7.6 本安系统的接地连接

本安系统接地应按本规范第 10.3 条的规定接地，主要差别是 N 点的连接。

如果可能，电涌防护器的接地汇流导轨宜直接连接到局部的雷电接地网，成为接地连接的一部分。

8 电涌防护器的设置

8.1 概述

电涌防护器的设置应考虑综合经济损失，不应滥设。

例如：现场测量仪表损坏所造成的综合经济损失小于 10 万元的，现场测量仪表端可不设置电涌防护器；控制室仪表或信号处理仪表损坏所造成的综合经济损失小于 10 万元的，现场测量仪表和控制室仪表两端可不设置电涌防护器。

8.2 电涌防护器的设置原则

8.2.1 应用防护距离

本条中的距离是指地理直线距离，不是电缆敷设长度。

应用防护距离实际是一个难以定量的距离。一般来说，信号电缆在室外地面以上敷设的距离越长，高度越高，受到雷击影响的概率越大。但是，导致雷击影响的概率源于多种因素，很难量化和一致，本条规定仅能根据有关资料给出参考概念。

当信号电缆在地面以上敷设的水平直线距离较短（小于 50m）并且垂直距离小于 10m 时，则现场测量仪表和控制室仪表两端均可不设置电涌防护器。

8.2.2 设置电涌防护器的仪表

本条规定了在本规范第 8.1、8.2.1 条的前提下应设置电涌防护器的常用仪表类型，其它类型的仪表可参考本条设置电涌防护器。

8.2.3 不设置电涌防护器的仪表

本条各项相关的控制室仪表端宜根据具体情况设置电涌防护器。

8.3 电涌防护器的类型

电涌防护器的类型（Type）指电涌防护器的用途分类。

常用的有：信号仪表、网络通信仪表、直流电源、交流电源等。

仪表信号类的电涌防护器用于现场仪表和控制室仪表的保护。

电涌防护器的配备应根据防护线路的电气特征确定，有些小信号仪表的供电并不属于电力供电。

安装地点有现场安全场所、易燃易爆危险场所、控制室等。

安装方式有现场仪表表体、现场保护箱、支架、导轨等。

8.4 信号线路电涌防护器的参数

本条规定了信号电涌防护器的一部分参考参数。

电涌防护器的工作原理是：接在被保护线路中，正常情况时电涌防护器不起作用，对保护线路的工作没有任何影响，当电涌电流沿着导线到达电涌防护器时，电涌防护器快速对地导通，将电涌电流释放到大地，并将输出端电压限制在不会损坏所连接仪表和设备的安全水平，当电涌电流衰减之后，电涌防护器自动地恢复正常状态。

电涌防护器的参数应当适应被保护的仪表的信号等级和抗扰度，还应当适合该场合雷电电涌电流的特性，不可随意。

8.5 现场仪表的电涌防护器

8.5.1 现场仪表电涌防护器的配置原则

其它防爆类型仪表的电涌防护器配置不应影响仪表的仪表防护结构和防爆结构。

8.5.2 现场仪表电涌防护器的形式

集成式电涌防护器是指集成在仪表内部的电涌防护器。

装配式电涌防护器是指可以直接安装在仪表本体上，不改变仪表防护结构和防爆结构的可以拆卸的电涌防护器。

通用式电涌防护器是指单独安装的非防爆结构的电涌防护器，通常用于室内安装。

目前，现场仪表的集成式电涌防护器的性能和规格参差不齐，也不可能统一，有可能影响防雷工程的效能。因此，当采用集成式电涌防护器时，应注意其技术规格。对于重要的和严格的防雷工程，应采用装配式电涌防护器。

通用式电涌防护器是安装在环境条件较好的场所的，如果安装在现场，必须装在符合安装地点的防护、防爆需要的防护箱内。

8.6 交流供电线路的防护

8.6.1 交流供电线路防护

交流供电线路也是电涌的一个公共来源。任何进入电子设备的电缆都是雷电流侵入的路径，电源线也不例外。

仪表供电系统的电涌防护器用于仪表供电设备的保护，也用于防护来自电源系统的雷电电涌对仪表的冲击，保护仪表设备。

交流供电线路的防雷以及电涌防护器的配置，应由电气专业负责，按照电气专业的标准和规范实施。仪表专业应根据情况提示电气专业，提出防雷需要。

在需要实施仪表防雷工程的场合，仪表供配电应包括各类控制室、现场机柜以及交流用电的现场仪表的供电，都应由电气专业配电。不应由仪表专业为交流用电的现场仪表供电。

通常，大多数低压用电系统和与之相关的电气和电子设备在典型雷电电涌持续时间内，能承受正常工作电压峰值二到三倍的电涌电压。

8.6.3 交流供电线路的电涌防护器

仪表控制室的交流供电是由电气配电柜经输电线路到不间断电源设备，再经输电线路到仪表控制室内的仪表配电柜，一般情况，不间断电源设备应安装在仪表控制室建筑内。少数情况可能不设置不间断电源设备。

电气配电柜安装在电气配电间内。

交流供电线路电涌防护器应由电气专业设置，所以，应在不间断电源设备输入侧配备和安装交流供电线路电涌防护器。如果没有不间断电源设备，则应在电气配电柜处配备和安装交流供电线路电涌防护器。

8.7 通信设备的电涌防护器

8.7.3 通信设备电涌防护器的设置

通信设备电涌防护器的设置原则与仪表信号电涌防护器相同。

光纤本身不受雷电的影响，所以不设置电涌防护器。

9 现场仪表的防雷

9.1 现场仪表的防护

由于直击雷对钢板的损坏很小，可以忽略，一般仪表保护箱的钢板厚度不宜小于 1mm。

对于有可能成为接闪物体的仪表箱应采用接地连接导体接地。

9.2 现场仪表的接地

现场仪表金属外壳通过金属安装支架或金属设备自然接地时，为防止因地电位差造成的反击，应进行等电位连接，特别在一定距离内有建筑物或金属塔器的防直击雷接地装置时。

若利用金属设备（如：塔、罐、大型油罐、框架、平台等）本体作防直击雷装置时，如设备上或与设备有良好电气接触的操作平台上有现场仪表时，为防止因地电位差造成的反击，金属设备本体和仪表系统应进行等电位连接。

地电位差造成的反击应根据具体情况采用适宜的防范措施，一般情况应采用等电位连接的方法。为此，本规范第 8.1 条规定：现场测量仪表设置电涌防护器的信号回路，控制室仪表也应设置电涌防护器。

在某些情况下也可采用非接地型电涌防护器和增强绝缘的方法防范地电位差造成的反击。

现场仪表的电涌防护器与仪表的外壳的接地端子相连接，并且就近接地，目的是泄放线路上过来的雷电电涌电流，同时也带来了地电位通过仪表外壳反击的问题，所以，还应根据现场的具体情况采取相应的措施。

9.5 现场仪表电涌防护器的接线

本节所规定的现场仪表电涌防护器的接线方式为接地型电涌防护器。

10 本质安全系统的防雷

10.1 本质安全系统的电涌防护器

10.1.1 本安型电涌防护器

安装在爆炸危险区域的电子仪表、电缆及过程控制系统相关设备，当附近受到雷击时，可能会受到电涌电流的冲击，电涌防护器是有效的防护设备。用于爆炸危险环境的本质安全（简称本安）系统的电子仪表设备，包括电涌防护器，应取得相关爆炸危险区域的本质安全认证。

本安型电涌防护器是安装在爆炸危险区域的，应满足本安设备的设计和制造的标准。

用于本安电路的电涌防护器，或者是“简单设备”，具有不存储也不产生点火能量的特性；或者是通过特定应用安全参数的认证。

典型的混合型电涌防护器由气体放电管、电阻和二极管组成，或采用金属氧化物变阻器，属于“简单设备”，所以可以用于本安系统。

10.1.2 电涌防护器的本质安全认证

现场仪表的电涌防护器应为本安设备，控制室的电涌防护器不是本安设备而是本安电路的关联设备。

用于本安电路的电涌防护器，鉴于目前我国的现状和国外的做法，本规范规定不需要本安关联仪表的认证（联合认证）。

10.1.3 电涌防护器的作用

电涌防护器不是安全栅，二者的结构、器件类型和工作方式不一样，作用和效能不一样，不能互相代替。

10.2 本安电路中电涌防护器的设置

10.2.1 控制室内电涌防护器

安装在爆炸危险区域的仪表通过电缆连接到控制系统，结构上形成雷电电涌电流进入现场仪表及控制系统的途径。

电涌防护器的作用是对雷电电涌电流的下游设备起保护作用，安装在电缆进入室内的通路上的电涌防护器仅防护室内的控制系统。如果现场仪表设备也需要保护，在现场仪表设备上也需要安装电涌防护器。

变送器和传感器的电涌防护器不仅能够防止雷电电涌电流的冲击，还可以防止产生较高的电涌电压，避免现场仪表出现火花放电或击穿绝缘。

在安全区，无论电涌防护器和安全栅是否装在同一机柜内，都不应该安装在同一个导轨上。设备连接的导线不应混淆安全区和危险区。

10.3 本安系统的接地连接

10.3.1 基本规则

采用不同类型的安全栅和电涌防护器的本安系统的接地方法稍有不同，既要满足防雷的需要，又要符合本安系统的接地规定。本安系统的接地主要是接地连接。

本安系统的防雷接地有三种类型：

隔离式安全栅本安电路的接地系统；

齐纳式安全栅本安电路的接地系统；

现场仪表的电涌防护器的接地系统。

本安系统接地的基本规则与普通的防雷接地规则基本一致。但应特别注意通常的仪表系统接地与电涌防护器防雷接地连接规则的不同。相比之下，仪表系统接地属于低频小电流类型，电涌防护器防雷接地属于冲击大电流类型。

10.3.3 齐纳式安全栅的接地系统

带有电涌防护器的齐纳式安全栅接地系统的直流工作原理是一样的，但对冲击电流的工作原理不一

样，瞬态过程不一样。

带有电涌防护器的齐纳式安全栅接地系统的连接，特别注重雷电电涌电流的泄放路径和瞬态过程电位。

注意：控制系统机柜的接地汇流条应当通过电涌防护器的汇流导轨与总接地排相连接，而不应该直接连接。避免对地产生并联路径，通过电涌防护器的电涌电流会通过这个路径进入系统 I/O，使电涌防护器在系统中失去作用。如果需要这种连接，则应使用一个较大的电感线圈。这样，在正常操作条件下，提供了直流连接通路，当发生雷电电涌时，电感阻抗防止瞬态过电压影响控制系统，而使电涌电流进入电涌防护器的接地路径。

10.3.4 接地系统连接导线

电涌防护器汇流导轨与总接地排的连接阻抗值，与从安全栅汇流导轨经电涌防护器的接地汇流导轨，再经总接地排到电气 N 点的连接电阻的规定是与齐纳式安全栅接地系统的规定一致的，仅路径不一样。

注意：对于防雷接地连接的路径，应采用阻抗作为度量；对于本安接地连接的路径，应采用电阻作为度量。鉴于电阻值容易测量，本规范对二者均规定采用电阻作为度量。

11 电缆的敷设和屏蔽

11.1 电缆的敷设

合理布线是顺利导流和减少雷电流影响的重要方法之一。

布线包括各类电缆（线）的敷设和接地连接的导线的路径。

11.1.1 穿管敷设

仪表电缆敷设采用穿钢管保护和钢板电缆槽汇线不但是电缆的机械防护，也是一种很好的电磁防护方式。作为电磁防护特别要注意重复接地和全程的电气连续，才能起到良好的作用。

11.1.2 仪表电缆槽

钢铁材质对电场、磁场和电磁场的屏蔽效能比其他常用金属材料好得多，因此本规范规定仪表防雷工程中的仪表电缆槽应采用全封闭钢板结构。

11.1.3 电缆敷设路径

仪表配线应远离接地引下线或避雷带引下线。

仪表配线应避免与接地引下线或避雷带引下线平行敷设。如果无法避免时，应尽量远离并减少平行敷设的长度。

电缆埋地敷设时，可采用钢筋混凝土电缆沟的方式，电缆沟的金属配筋作为辅助屏蔽，应可靠连接并应在两端接地。

电缆埋地穿钢管见本规范条文说明 7.3。

电缆（线）的走向宜尽量减少由电缆（线）自身形成的感应环路面积。

11.2 电缆的屏蔽

11.2.1 电缆屏蔽方式

电缆穿钢管或采用铠装屏蔽电缆是石油化工行业普遍采用的敷设方式，不仅是很好的电缆防护方式，也是一种很好的电缆屏蔽方式。目前，双层总屏蔽的电缆品种还不多，利用分屏蔽加总屏蔽电缆，在原本不需要的情况下又是一种浪费，所以，采用总屏蔽电缆穿钢管或采用铠装屏蔽电缆是最好的方式。

11.3 电缆屏蔽的接地

11.3.3 外屏蔽的接地

对穿电缆的钢管、电缆槽除了规定两端应就近接地，还规定了多点重复接地，利于雷电流的泄放。

光缆的金属铠装层、金属防护芯等是很难做接地处理的，所以应按本规范第 7.3 条的规定敷设，减少雷电电涌的强度，然后在控制室内的终端处进行绝缘处理，避免击穿放电。

11.4 备用电缆及电缆备用芯

备用电缆及电缆备用芯终端处的绝缘处理，应有至少 1500V 的绝缘强度，避免击穿放电。

如果备用电缆及电缆备用芯已经与控制室的备用仪表或控制系统的输入、输出卡件相连接，则应视为非备用的正常信号线处理。

11.5 信号电缆的形式

双绞线电缆可以有效地减少线路的感应电流，需要实施防雷工程的仪表系统，仪表信号电缆应采用双绞线芯对。

12 现场总线系统的防雷

现场总线系统的雷电防护方法和原则与其他仪表系统基本一致，同样是综合防护的系统工程。本规范中其他章节的规定同样适用于现场总线系统的雷电防护。

本章是在其他章节规定的基础上，侧重现场总线系统的结构特点的雷电防护规定。

现场总线系统的结构是由主控制器、现场总线接口卡、配电器、总线分支设备、电缆和现场总线仪表等部分组成。现场总线通讯信号和现场仪表供电使用同一对线路的总线最为常见。IEC61158-2 规定了基金会现场总线 FF 和 Profibus PA 两种现场总线物理层的国际标准。本规范仅涉及石油化工工厂主要应用的这两种现场总线的防雷。

由于现场总线系统是控制和处理公用干线上的通讯数据的，总线系统故障可能会导致多个控制或检测回路工作失常，甚至导致更严重的破坏，所以，雷电电涌防护应考虑现场总线系统整体的安全。

电涌防护器的设置应取决于现场总线干线、支线、电源线等的长度、设备的重要性、设备故障时的波及范围。

现场总线系统雷电电涌防护器同样有现场仪表和信号线路两类。

现场仪表安装的电涌防护器应为现场仪表类。

除现场仪表安装的电涌防护器外，应为信号线路类。

现场总线系统的电涌防护器的选用和安装不应降低现场总线信号、限制系统的最大使用长度或可用设备的数量。

专用于现场总线系统的电涌防护器对网络传输的影响很小。现场总线用电涌防护器的影响可以用等效的双绞电缆长度衡量。线路用电涌防护器相当于约 20m 双绞电缆（50Ω/km）；现场仪表用电涌防护器相当于约 35m 双绞电缆。

现场总线结构的特点是在一个总线段上能够连接多台现场总线仪表，一个总线通信卡可以有多个总线段接口。

由现场总线的结构可见，如果某个总线段受到雷电电涌的冲击，就可能造成多台仪表的损坏，因此，现场总线系统的雷电电涌防护比常规信号连接的仪表系统更重要。

现场总线系统雷电电涌防护的主要方法之一是恰当地设置电涌防护器。

12.1 现场总线系统的防雷

12.1.1 应用防护距离

现场仪表在地面以上的应用防护距离是安装现场仪表用电涌防护器的重要定量尺度之一，此原则适用于所有应用场合。见本规范第 8.2.1 条的条文说明。

当现场总线干线或分支线路在地面以上敷设的水平应用防护距离较短（小于 50m）并且垂直应用防护距离小于 10m 时，则总线两端的现场总线仪表和设备均可不设置电涌防护器。

12.1.2 总线控制器的防护

本条的电源类防护是当现场总线系统的控制器单独安装在现场或分散安装时的防护设置。当现场总线系统的控制器安装在控制室内，并统一配电时，应按本规范第 8.6 节设置防护。

12.1.3 现场辅助设备防护

与常规仪表不同，现场总线系统还包括现场辅助设备，也需要防雷。

在分支模块的总线干线端安装电涌防护器，对于来自干线方向的电涌电流，可以为分支模块和各分支上的仪表以及终端器提供很好的防护。

如果现场仪表为重要仪表，安装位置为易受雷击区。即使分支总线的水平应用防护距离小于 50m 或垂直应用防护距离小于 10m，也需要在现场仪表安装电涌防护器。

12.2 爆炸危险场所的现场总线防护

12.2.1 无火花、非引燃型仪表

即使这些现场仪表与大地根本没有联系。因为仪表设备的绝缘电压是 500 到 1500 伏。如果附近发生雷击，电涌电压很容易超过绝缘电压而损坏仪表，并在仪表内的电路中产生火花，所以，应当安装电涌防护器。当然，也需要根据具体情况考虑地电位反击问题，见本规范条文说明 9.2。

12.2.3 本安系统

现场总线基金会 FF816 物理层协议定义了两个本质安全（IS）的物理层协议，整体和 FISCO（现场总线本安概念）。电涌防护器必须通过认证，与这两个协议兼容才能允许用于本安现场总线系统。

用于现场仪表的电涌防护器有可用于爆炸危险场所的品种型号，但线路用电涌防护器几乎没有可用于爆炸危险场所的品种型号，所以必须装在适用于该场所的防爆箱中。

12.4 现场总线的电缆

常用的电磁干扰防护方法对雷电电磁感应都是有效的。例如：现场总线电缆采用屏蔽或铠装，并正确接地。

-- 完 --