



中华人民共和国国家标准

GB/T 39437—2020

供排水系统防雷技术规范

Technical specification for lightning protection of water supply and
drainage system

2020-11-19 发布

2021-06-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本要求 4

5 高压系统和电气系统的雷电防护 5

6 自动化仪表的雷电防护 8

7 工业控制、网络及通信系统机房的雷电防护 10

8 工艺系统及特殊场所的雷电防护 12

9 检测、维护与管理 13

附录 A（规范性附录） 城市规划类别与供排水系统规模类别 14

附录 B（资料性附录） 确定 SPD 放电电流值的方法 15

附录 C（规范性附录） 被保护设备的特性 18

附录 D（资料性附录） 电信和信号网络的 SPD 的类别 20

附录 E（资料性附录） SPD 安装示例 21

附录 F（资料性附录） 供排水系统防雷检测项目 28

参考文献 29

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国气象局提出并归口。

本标准起草单位：深圳市气象服务中心、深圳安特博防雷技术有限公司、江西省气象服务中心、黑龙江省气象灾害防御技术中心、深圳市水务(集团)有限公司、重庆市气象安全技术中心、福建省气象灾害防御技术中心、绍兴市制水有限公司、深圳市标准技术研究院、深圳市水务规划设计院有限公司、杭州太湖智能科技有限公司。

本标准主要起草人：邱宗旭、杨悦新、邵维明、余建华、梁有伟、吕东波、余蜀豫、郭宏博、曾金全、徐永灿、覃彬全、吴序一、罗欣、庄红波、张春龙、苏琳智、张光辉、蔡然、平扬、李根、叶有权、李文萍。



供排水系统防雷技术规范

1 范围

本标准规定了供排水系统中高压系统、电气系统、自动化仪表、工业控制、网络、通信系统机房、工艺系统及特殊场所的雷电防护要求,及其检测、维护与管理。

本标准适用于新建、扩建、改建以及运行中供排水系统的雷电防护。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 18802.12—2014 低压电涌保护器(SPD) 第12部分:低压配电系统的电涌保护器 选择和使用导则(IEC 61643-12:2008,IDT)

GB/T 21431 建筑物防雷装置检测技术规范

GB/T 28547—2012 交流金属氧化物避雷器选择和使用导则(IEC 60099-5:2000,NEQ)

GB/T 33588.3—2017 雷电防护系统部件(LPSC) 第3部分:隔离放电间隙(ISG)的要求(IEC 62561-3:2012,IDT)

GB 50057—2010 建筑物防雷设计规范

GB/T 50064—2014 交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范

GB 50303—2015 建筑电气工程施工质量验收规范

GB 50601—2010 建筑物防雷工程施工与质量验收规范

3 术语和定义

GB 50057—2010 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用,以下重复列出了GB 50057—2010 中的某些术语和定义。

3.1

供排水系统 water supply and drainage system

由净水厂(水厂)、污水处理厂、泵站和管网的建筑物、设施、仪器设备及与生产相关的供配电系统、自动化系统、数据采集和监控系统等组成的系统。

3.2

污水处理厂 wastewater treatment plant

对进入城镇污水收集系统的污水进行净化处理的工厂。

注:改写 GB 18918—2002,定义 3.2。

3.3

泵房 pumping house

设置水泵机组和附属设施用以提升液体而建的建筑物或构筑物。

[GB/T 50125—2010,定义 2.0.58]

3.4

泵站 pumping station

泵房和配套设施的总称。

[GB/T 50125—2010, 定义 2.0.59]

3.5

电子系统 electronic system

含有敏感的电子部件,如通信设备、计算机、控制和仪表系统、无线电系统、电力电子装置的系统。

[GB/T 21714.4—2015, 定义 3.2]

3.6

电气系统 electrical system

由低压供电组合部件构成的系统。也称低压配电系统或低压配电线路。

[GB 50057—2010, 定义 2.0.26]

3.7

直击雷 direct lightning flash

闪击直接击于建(构)筑物、其他物体、大地或外部防雷装置上,产生电效应、热效应和机械力者。

[GB 50057—2010, 定义 2.0.13]

3.8

雷击电磁脉冲 lightning electromagnetic impulse; LEMP

雷电流经电阻、电感、电容耦合产生的电磁效应,包含闪电电涌和辐射电磁场。

[GB 50057—2010, 定义 2.0.25]

3.9

防雷装置 lightning protection system; LPS

用于减少闪击击于建(构)筑物上或建(构)筑物附近造成的物质性损害和人身伤亡的装置,一般由外部防雷装置和内部防雷装置组成。

注: 改写 GB 50057—2010, 定义 2.0.5。

3.10

外部防雷装置 external lightning protection system

由接闪器、引下线和接地装置组成。

[GB 50057—2010, 定义 2.0.6]

3.11

内部防雷装置 internal lightning protection system

由防雷等电位连接和与外部防雷装置的间隔距离组成。

[GB 50057—2010, 定义 2.0.7]

3.12

接闪器 air-termination system

由拦截闪击的接闪杆、接闪带、接闪线、接闪网以及金属屋面、金属构件等组成。

[GB 50057—2010, 定义 2.0.8]

3.13

引下线 down-conductor system

用于将雷电流从接闪器传导至接地装置的导体。

[GB 50057—2010, 定义 2.0.9]

3.14

接地装置 earth-termination system

接地体和接地线的总合,用于传导雷电流并将其流散入大地。

[GB 50057—2010, 定义 2.0.10]

3.15

避雷器 surge arrester

用于保护电气设备免受高瞬态过电压危害并限制续流时间也常限制续流幅值的一种电器。包含运

行安装时对于该电器正常功能所必需的任何外部间隙,而不论其是否作为整体的一个部件。

注 1: 通常连接在电网导线与地线之间,有时也连接在电器绕组旁或导线之间。

注 2: 有时也称为过电压保护器,过电压限制器(surge divider)。

注 3: 改写 GB/T 2900.12—2008,定义 2.1。

3.16

电涌保护器 surge protective device; SPD

用于限制瞬态过电压和分泄电涌电流的器件。它至少含有一个非线性元件。

[GB 50057—2010,定义 2.0.29]

3.17

防雷等电位连接 lightning equipotential bonding; LEB

将分开的诸金属物体直接用连接导体或经电涌保护器连接到防雷装置上以减小雷电流引发的电位差。

[GB 50057—2010,定义 2.0.19]

3.18

隔离界面 isolating interfaces

能够减小或隔离进入 LPZ 的线路上的传导电涌的装置。

注 1: 包括绕组间屏蔽层接地的隔离变压器、无金属光缆和光隔离器。

注 2: 这些设备本身的绝缘耐受特性或通过加装 SPD 适合于此类应用。

注 3: 改写 GB/T 21714.1—2015,定义 3.56。

3.19

电压保护水平 voltage protection level

U_p

由于施加规定陡度的冲击电压和规定幅值及波形的冲击电流而在 SPD 两端之间预期出现的最大电压。

注: 电压保护水平由制造商提供,并不可被按照如下方法确定的测量限制电压超过:

——对于 II 类和/或 I 类试验,由波前放电电压(如适用)和对应于 II 类与 I 类试验中直到 I_n 和/或 I_{imp} 峰值处的残压确定;

——对于 III 类试验,取决于复合波直到 U_{oc} 的测量限制电压。

[IEC 61643-11:2011,定义 3.1.14]

3.20

I 类试验的冲击放电电流 impulse discharge current for class I test

I_{imp}

流过 SPD 具有指定转移电荷量 Q 和在指定时间内具有指定比能量 W/R 的放电电流峰值。

[IEC 61643-11:2011,定义 3.1.10]

3.21

II 类试验的标称放电电流 nominal discharge current for class II test

I_n

流过 SPD 具有 $8/20 \mu s$ 波形电流的峰值。

[IEC 61643-11:2011,定义 3.1.9]

3.22

最大持续运行电压 maximum continuous operating voltage

U_c

可持续加于电气系统电涌保护器保护模式的最大方均根电压或直流电压;可持续加于电子系统电涌保护器端子上,且不致引起电涌保护器传输特性减低的最大方均根电压或直流电压。

[GB 50057—2010,定义 2.0.31]

3.23

SPD 的冲击试验分类 impulse test classification of SPD

3.23.1

I 类试验 class I test

使用冲击放电电流 I_{imp} , 峰值等于冲击放电电流 I_{imp} 峰值的 $8/20 \mu\text{s}$ 标称放电电流和 $1.2/50 \mu\text{s}$ 冲击电压进行的试验, 用 $\boxed{\text{T1}}$ 表示。

注: 改写 IEC 61643-11:2011, 定义 3.1.34.1。

3.23.2

II 类试验 class II test

使用标称放电电流 I_n 和 $1.2/50 \mu\text{s}$ 冲击电压进行的试验, 用 $\boxed{\text{T2}}$ 表示。

注: 改写 IEC 61643-11:2011, 定义 3.1.34.2。

3.23.3

III 类试验 class III test

使用开路电压为 $1.2/50 \mu\text{s}$, 短路电流为 $8/20 \mu\text{s}$ 的复合波发生器进行的试验, 用 $\boxed{\text{T3}}$ 表示。

注: 改写 IEC 61643-11:2011, 定义 3.1.34.3。

3.24

可程序控制器 programmable logic controller; PLC

用于顺序控制的专用计算机。其顺序控制逻辑基本上可根据布尔逻辑或继电器梯形图程序语言由编程板或主计算机改变。

[GB/T 50680—2012, 定义 11.2.5]

3.25

短路电流 short-circuit current

I_{sc}

用于 III 类试验的复合波发生器的短路电流。

3.26

开路电压 open circuit voltage

U_{oc}

在复合波发生器连接试品端口处的开路电压。

[IEC 61643-11:2011, 定义 3.1.23]

3.27

防雷区 lightning protection zone; LPZ

划分雷击电磁环境的区, 一个防雷区的区界面不一定要有实物界面, 如不一定要有墙壁、地板或天花板作为区界面。

[GB 50057—2010, 定义 2.0.24]

3.28

隔离放电间隙 isolating spark gap; ISG

用以隔离金属装置间导电性的, 具有一定放电间距的部件。

注: 雷击时, 装置由于放电效应, 可瞬间导通。

[GB/T 33588.3—2017, 定义 3.1]

4 基本要求

4.1 供排水系统应根据系统的特点、环境因素及雷电活动规律, 因地制宜地采取雷电防护措施, 做到安全可靠、技术先进、经济合理。

4.2 供排水系统建(构)筑物(以下简称建筑物)应按 GB 50057—2010 进行防雷类别划分, 并应符合以

下规定：

- a) 在可能发生对地闪击的地区，符合下列条件之一时，应划分为第二类防雷建筑物：
 - 1) 大城市、特大城市或超大城市的泵房等建筑物；
 - 2) 预计雷击次数大于 0.05 次/年的Ⅰ类、Ⅱ类水厂建筑物和Ⅰ类、Ⅱ类、Ⅲ类污水处理厂建筑物；
 - 3) 预计雷击次数大于 0.25 次/年的Ⅲ类水厂建筑物和Ⅳ类、Ⅴ类污水处理厂建筑物。
 - b) 在可能发生对地闪击的地区，除 a) 规定以外的供排水系统建筑物，应划分为第三类防雷建筑物。
- 4.3 建筑物年预计雷击次数计算应符合 GB 50057—2010 附录 A 的规定，城市规模和水厂、污水处理厂规模的划分见附录 A。
- 4.4 供排水系统建筑物和室外储罐防直击雷措施应符合 GB 50057—2010 的规定，防雷工程施工与质量验收应符合 GB 50601—2010 的规定。
- 4.5 配水池、沉淀池、生物池、滤池、曝气池、氧化沟等空旷区域的构筑物可不专设外部防雷装置，该区域内的金属件，如设备外壳、行车轨道、栏杆、楼梯(含扶手)等应接地，冲击接地电阻不应大于 10 Ω，栏杆宜每隔 18 m 进行接地，接地点大于 10 个时可不采取防接触和跨步电压措施。
- 4.6 阀门站(井)、流量计井、管网监测点的设备(压力仪表、流量计)、金属管道等应进行局部等电位连接。
- 4.7 当供排水系统互相临近的建筑物之间有电气系统和电子系统的线路连通时，宜将其接地装置互相连接。
- 4.8 进入建筑物的金属管道，在进入建筑物前应与建筑物的地网作等电位连接。具有阴极保护的埋地金属管道，在其从室外进入室内处宜设绝缘段，应在绝缘段处跨接电压开关型电涌保护器或隔离放电间隙，其冲击电流可参照附录 B 的式(B.1)计算确定，取 $m = 1$ ，电涌保护器的类型及性能应满足 GB 50057—2010 的 4.2.4 的第 14 款的要求，隔离放电间隙的类型及性能应满足 GB/T 33588.3—2017 的要求，当管道输送具有爆炸和火灾危险物质时，电压开关型电涌保护器或隔离放电间隙宜具有适当的额外要求，如采用密封型或具有防爆性能。
- 4.9 防雷等电位连接各连接部件的材料、最小截面应符合表 1 的规定。

表 1 防雷等电位连接部件的材料及最小截面

等电位连接部件	材料	最小截面 mm ²
等电位连接带	铜、外表面镀铜的钢或热镀锌钢	50
从室内金属装置到等电位连接带的跨接导线	铜线或铜编织带	6
管道弯头、阀门、法兰盘的跨接导线	铜线、铜片或铜编织带	6
长金属管道之间的跨接导线	铜线或铜编织带	6

4.10 高杆灯应采取防接触电压和防跨步电压措施，应符合 GB 50057—2010 的 4.5.6 的规定。高杆灯的冲击接地电阻值宜不大于 10 Ω，高杆灯接地体和供排水系统的工艺金属管道、设备的接地体宜相互连接，当接地体之间的距离大于 4 m 时可不相连。

5 高压系统和电气系统的雷电防护

5.1 高压系统及设备

- 5.1.1 高压线路的雷电防护应符合 GB/T 50064—2014 的 5.3 的要求，避雷器的选择安装应符合 GB/T 28547—2012 的 3.3.4 的要求。
- 5.1.2 配电系统的雷电防护应符合 GB/T 50064—2014 的 5.5 的要求，避雷器的选择安装应符合 GB/T 28547—2012 的 3.3.3 的要求。
- 5.1.3 旋转电机的雷电防护应符合 GB/T 50064—2014 的 5.6 的要求，避雷器的选择安装应符合

GB/T 28547—2012 的 4.3 的要求。

5.2 电气系统

5.2.1 电源宜采用 TN 系统,从总配电柜输出的低压配电线路和分支线路应采用 TN-S 系统。

5.2.2 防雷接地、安全保护地、直流工作地(逻辑地)和防静电接地等宜采用共用接地系统。共用接地装置的接地电阻应按 50 Hz 电气装置对接地电阻值的要求确定,不应大于按人身安全所确定的接地电阻值。

5.2.3 厂区内的供配电线路宜采用铠装电缆或采用护套电缆穿钢管屏蔽并埋地敷设,在进出建筑物处应把金属外皮、钢管等与防雷等电位连接带电气连接。当采用金属槽盒架空敷设时,金属槽盒应在两端和支架处可靠接地。金属梯架、托盘或槽盒本体之间的连接应符合 GB 50303—2015 的 11.1.1 的要求。

5.2.4 当采用隔离变压器对低压电气设备进行防护时,隔离变压器的初级、次级绕组间应有屏蔽层,屏蔽层宜一端接地,初、次级绕组耐冲击电压应大于 25 kV 且耐冲击电压应大于电气线路上预期的雷电过电压。隔离变压器的额定功率应大于负载的额定功率。

5.2.5 电涌保护器(SPD)选择和使用应符合以下规定:

a) 类型选择及安装位置:

- 1) 在各类防雷建筑物的室外线进入建筑物处(LPZ0 区和 LPZ1 区交界处,即总配电箱处),应安装[T1]的 SPD;阀门井、流量计井等由 S1、S3 型雷击产生的损害概率可以忽略时,可安装[T2]的 SPD。雷击类型(损害源)参见附录 B,防雷区划分见 GB 50057—2010 的 6.2.1。
- 2) 靠近被保护设备(LPZ1 区与 LPZ2 区交界处或后续防雷区交界处,即分配电箱或插座处),应安装[T2]、[T3]的 SPD。

b) 电流参数:

- 1) SPD 的冲击放电电流、标称放电电流或短路电流值应大于预期电涌电流,流过 SPD 的预期电涌电流的计算方法可参见附录 B。
- 2) 当预期的电涌电流难于计算时,安装在每一相线、中性线与 PE 线间的 SPD 冲击放电电流(或标称放电电流、短路电流)值应不小于表 2 中的要求。

表 2 SPD 电流参数的选择

建筑物防雷类别	[T1]	[T2]	[T3] ^a
	I_{imp}/kA	I_{n}/kA	I_{sc}/kA
第二类	12.5	10	5
第三类	10	5	3
如采用“3+1”或“1+1”接线形式安装 SPD,在三相系统中,连接在 N-PE 之间的 SPD 的 I_{imp} (或 I_{n})值应为连接在 L-N 之间的 SPD 的 I_{imp} (或 I_{n})值的 4 倍;在单相系统中,连接在 N-PE 之间的 SPD 的 I_{imp} (或 I_{n})值应为连接在 L-N 之间的 SPD 的 I_{imp} (或 I_{n})值的 2 倍。如 I_{imp} 值为 12.5 kA,则它们分别应不小于 50 kA 和 25 kA。			
^a [T3] 的 SPD,测试所用的复合波发生器的开路电压 U_{oc} (kV)值是短路电流 I_{sc} (kA)值的两倍,因此选择 [T3] 的 SPD 时,当 SPD 仅用 U_{oc} (kV)标识时,可按表 2 所列 I_{sc} (kA)的两倍进行选择。			

c) U_{p} 值的选择:

- 1) 在选择 SPD 的 U_{p} 时,应通过比较 SPD 的有效电压保护水平 $U_{\text{p/f}}$ 和附录 C 中所列被保护设备的绝缘耐冲击过电压额定值 U_{w} 来确定。SPD 的有效电压保护水平 $U_{\text{p/f}}$ 取决于电压保护水平 U_{p} 和两端连接导线电压降 ΔU ,对限压型 SPD,用公式(1)计算,对电压开关型 SPD,用公式(2)计算:

$$U_{p/f} = U_p + \Delta U \quad \cdots \cdots \cdots (1)$$
$$U_{p/f} = \max(U_p, \Delta U) \quad \cdots \cdots \cdots (2)$$

式中：
 $U_{p/f}$ ——SPD 的有效电压保护水平；
 U_p ——SPD 的电压保护水平，单位为千伏(kV)；
 ΔU ——SPD 两端连接导线的电压降，即电感电压降 $L \times (di/dt)$ ，室外线路进入建筑物处可按 1 kV/m 计算。其后的限压型 SPD 当连接导线不大于 0.5 m 时，可按 $\Delta U = 0.2U_p$ 计算。如果 SPD 仅通过感应电涌， ΔU 可忽略。

当 SPD 前端安装了过电流保护器时， $U_{p/f}$ 应包含过电流保护器两端的电压降。

- 2) 当 SPD 与设备之间的线路长度可以忽略时(例如 SPD 安装在设备终端处)，有效电压保护水平应满足公式(3)的要求：

$$U_{p/f} \leq U_w \quad \cdots \cdots \cdots (3)$$

式中：
 U_w ——被保护设备的绝缘耐冲击过电压额定值。

- 3) 当 SPD 与设备之间的线路长度小于或等于 10 m 时(例如 SPD 安装在分配电箱或插座处)，有效电压保护水平应满足公式(4)的要求：

$$U_{p/f} \leq 0.8U_w \quad \cdots \cdots \cdots (4)$$

在内部系统失效可能导致生命损害或公共服务中断的情况下，应考虑由于振荡引起的电压翻倍，因此应使 $U_{p/f} \leq 0.5U_w$ 。

- 4) 当 SPD 与设备之间的线路长度大于 10 m 时(例如 SPD 安装在线路入户或总配电箱处)，有效电压保护水平应满足公式(5)的要求：

$$U_{p/f} \leq (U_w - U_i)/2 \quad \cdots \cdots \cdots (5)$$

式中：
 U_i ——雷击建筑物附近，电涌保护器与被保护设备之间电路环路的感应过电压，单位为千伏(kV)。 U_i 的计算见 GB/T 21714.4—2015 的 A.5。如果建筑物(或房间)采取了空间屏蔽或线路屏蔽， U_i 可忽略不计。

- 5) 当 SPD 的 $U_{p/f}$ 满足 2)、3)和 4)项时可不安装后续 SPD。

- d) U_c 值的选择：
SPD 的最大持续运行电压值应不小于表 3 的要求，当采用其他接地型式时，应符合 GB 50057—2010 的表 J.1.1 的要求。
- e) 其他参数、配合及使用安装应符合 GB/T 18802.12—2014 的规定。



表 3 最大持续运行电压的最小值

电涌保护器接于	低压配电系统的接地型式	
	TN-C 系统	TN-S 系统
每一相线与中性线间(L-N)	不适用	$1.15U_0$
每一相线与 PE 线间(L-PE)	不适用	$1.15U_0$
中性线与 PE 线间(N-PE)	不适用	U_0^a
每一相线与 PEN 线间(L-PEN)	$1.15U_0$	不适用
注： U_0 是低压系统相线对中性线的标称电压，即相电压 220 V。		
^a 此处的 U_0 值是故障下最坏的情况，所以不需计及 15% 的允许误差。		

6 自动化仪表的雷电防护

6.1 自动化仪表的金属外壳、金属仪表箱、接线箱及机柜等的金属外壳应就近连接到已接地的等电位连接带上。

6.2 自动化仪表应处于直击雷保护范围内(LPZ_{0B}区或后续防雷区内)。当按照 GB 50057—2010 的 6.3.2 的规定计算出该区内的磁场强度大于自动化仪表的耐磁场强度额定值 H_w (如 100 A/m、300 A/m、1 000 A/m) 时,应增加空间屏蔽措施。防雷区的划分应符合 GB 50057—2010 的 6.2.1 的规定。供排水系统的自动化仪表当采用金属箱作为空间屏蔽措施,可不计算其屏蔽效果,当采用格栅形空间屏蔽时,屏蔽效果应符合 GB 50057—2010 的 6.3.2 的要求。

6.3 自动化仪表的前端低压配电箱至仪表的配电线路、仪表至可编程控制器(PLC)的信号线路及仪表至其传感器的信号线路应采取线路屏蔽措施,屏蔽层应至少在两端并宜在防雷区交界处做等电位连接。当自动化仪表系统要求只在一端做等电位连接时,应采用两层有绝缘隔开的双层屏蔽或穿钢管敷设,外层屏蔽或钢管应至少在两端,并宜在防雷区交界处做等电位连接。

6.4 自动化仪表的低压配电线路防闪电电涌侵入可采用安装 SPD 或隔离变压器的措施,且应满足 5.2 的要求。

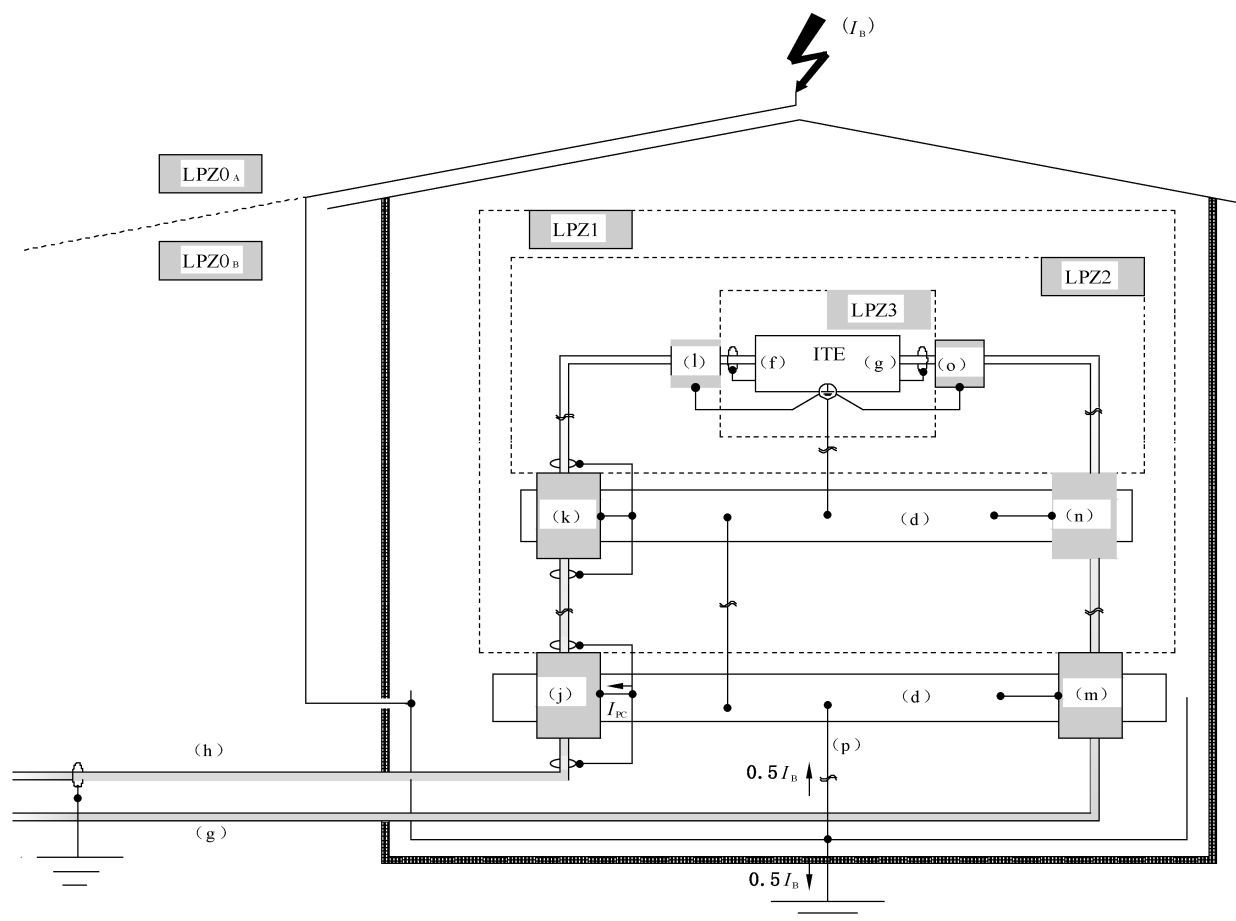
6.5 自动化仪表的信号线路防闪电电涌侵入应选择安装信号 SPD 或采取隔离界面的措施,且应符合以下规定:

a) 安装信号 SPD:

- 1) SPD 的安装位置:应在自动化仪表转换器、PLC 之间的信号线路两端分别安装 SPD,满足 6.3 要求的线路屏蔽时,投入式液位计、电磁流量计的传感器和转换器之间的信号线路可不安装 SPD,SPD 的安装位置见图 1;
- 2) SPD 的放电电流及类型选择:LPZ 交界处的信号 SPD 类型要求见表 4,SPD 的短路电流计算可参见附录 B,当难于计算时应满足表 4 的要求,信号 SPD 的类别参见附录 D;
- 3) U_p 值的选择:选择信号 SPD 的 U_p 时,应使其 $U_{p/t} \leq 0.8U_w$, $U_{p/t}$ 的计算应符合 5.2.5c) 款的要求;
- 4) U_c 值的选择:信号 SPD 的 U_c 应大于或等于系统最大工作电压的 1.2 倍;
- 5) 传输性能:信号线路 SPD 应根据线路的工作频率、传输介质、传输速率、传输带宽、工作电压、接口形式、特性阻抗等参数进行选择,信号 SPD 对传输特性的影响应满足表 5、表 6 的要求。

b) 采取隔离界面措施:

- 1) 隔离界面可采用光电耦合器(或称光电隔离器)、无金属光缆、隔离变压器或无线传输等方式对雷电电涌进行隔离;
- 2) 电信和信号线路宜采用光电耦合器隔离雷电电涌,光电耦合器的输入和输出应具有 10 kV 以上 1.2/50 μ s 冲击电压耐受能力,且冲击电压耐受能力应大于电子线路上预期的雷电电涌;
- 3) 光缆有金属外护层或金属加强芯时,可能导致雷击时损坏光缆,金属外护层或加强芯应双端接地;
- 4) 隔离界面对传输性能的要求应满足表 5、表 6 的要求。



说明：

(d) ——在防雷区(LPZ0/1)交界处的等电位连接带(EBB)；

(f) ——信息技术设备(ITE)/电信端口；

(g) ——电源线/电源端口；

(h) ——信息线路/电信通信线路/网络；

I_{PC} ——局部雷电流；

I_B ——全部雷电流；

(j,k,l) ——各防雷区交界处的信号网络 SPD；

(m,n,o) ——各防雷区交界处的电气系统 SPD (I、II、III级试验产品)；

(p) ——接地连接导体；

$LPZ0_A \sim LPZ3$ ——防雷区 $0_A \sim 3$ 区。

图 1 SPD 安装在防雷区交界处的配置示例

表 4 在防雷区交界处使用的 SPD 时额定值选型指南

防雷区		LPZ0/1	LPZ1/2	LPZ2/3
LPZ 交界处电涌值范围	10/350 μs^a	0.5 kA~2.5 kA	—	—
	10/250 μs^a	1.0 kA~2.5 kA	—	—
	1.2/50 μs^a	—	0.5 kV~10 kV	0.5 kV~1 kV
	8/20 μs^a	—	0.25 kA~5 kA	0.25 kA~0.5 kA
LPZ 交界处 SPD 的类型要求	10/700 μs^a	4 kV	0.5 kV~4 kV	—
	5/320 μs^a	100 A	25 A~100 A	—
	SPD(j) ^b	D1,D2,B2	—	与建筑物外部无电阻性连接
	SPD(k) ^b	—	C2/B2	—
	SPD(l) ^b	—	—	C1
LPZ2/3 栏下电涌值范围包括了典型的最低耐受能力要求并可安装于信息技术设备内部。				
^a 波形定义参见附录 D。				
^b SPD(j,k,l), 见图 1。				

表 5 信号 SPD 传输特性要求的选择

传输特性		插入损耗	驻波比	近端串扰	误码率	数据脉冲波形变化
信号形式	正弦信号(0 mA~20 mA 或 4 mA~20 mA 模拟信号)	适用	适用	适用	不适用	不适用
	数据脉冲信号(RS485 或工业以太网)	不适用	不适用	适用	适用	适用
SPD 的传输特性要求		0.5 dB (频率大于 2.2 MHz 时), 1.5 dB (频率小于或等于 2.2 MHz 时)	≤1.2	>60 dB	误码率应 小于或等 于 1×10 ⁻⁹	脉冲宽度中点处 正负脉冲幅度比 大于或等于 0.95

表 6 天馈线路 SPD 性能参数推荐表

名称	插入损耗 dB	电压 驻波比	传输功率 W	特性阻抗 Ω	工作频率 MHz	接口方式
数值	≤0.3	≤1.3	≥1.5 倍系统平均功率	50/75	1.5~6000	应满足 系统接口要求

7 工业控制、网络及通信系统机房的雷电防护

7.1 机房位置选择应避开强电磁干扰区域,无法避开时,空间屏蔽和线路屏蔽措施应满足 6.2、6.3 的要求。

7.2 设备机房(监控室)应设置网形等电位连接网络,各金属组件不应与接地系统绝缘。M 型等电位连接应通过多点连接组合到等电位连接网络中,形成 M_m 型连接方式。每台设备的等电位连接线的长度不宜大于 0.5 m,并宜设两根等电位连接线安装于设备的对角处,其长度相差宜为 20%,M 型等电位连接网络的网格大小宜为 600 mm×600 mm。M 型等电位连接网络的设置见图 2、图 3 所示。

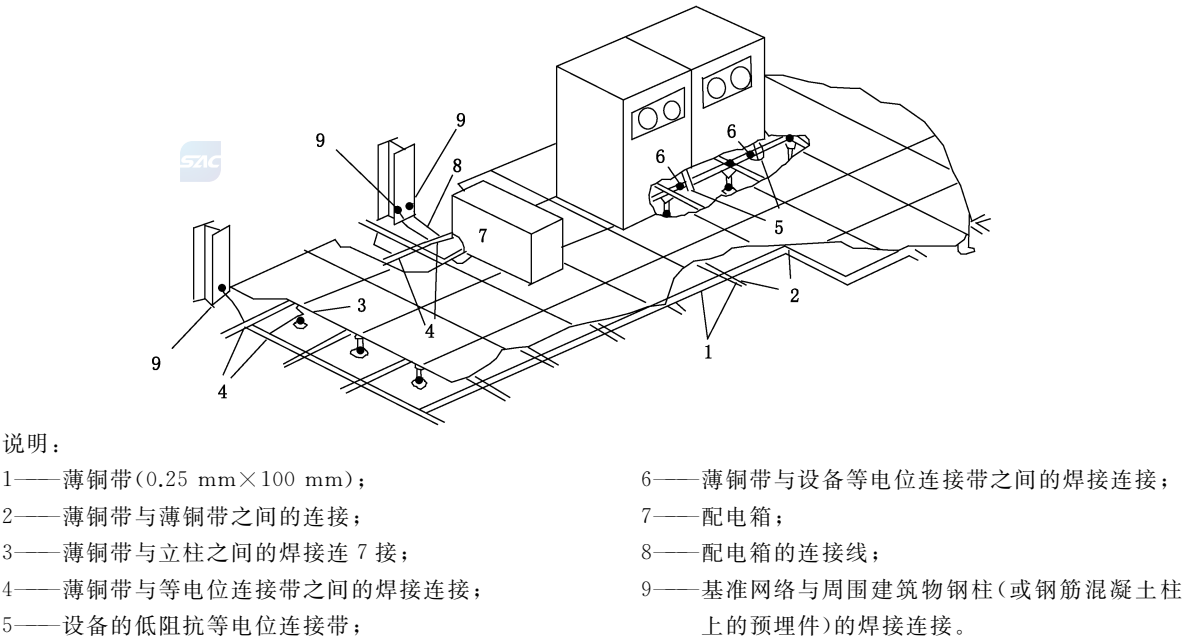
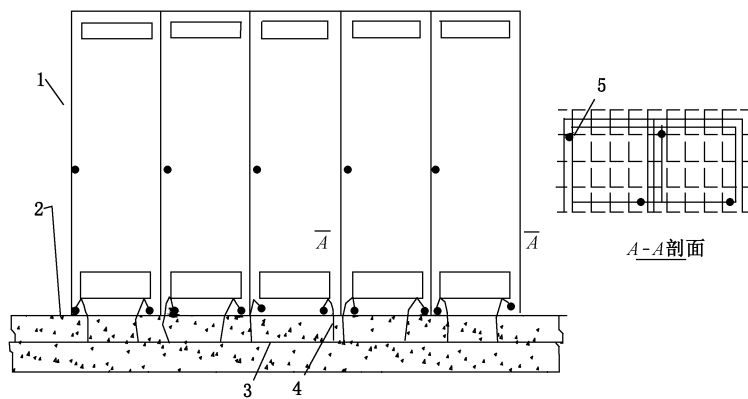


图 2 活动地板下用薄铜带构成的高频信号基础网络



- 说明：
- 1——装有电子负荷设备的金属外壳；

2——混凝土地面的上部；

3——地面内焊接钢筋网；

4——高频等电位连接；

5——电子负荷设备的金属外壳与等电位连接基准网的连接点。

图 3 利用钢筋混凝土地面内焊接钢筋网做等电位连接基准网

7.3 工控、网络及通信机房低压配电系统雷电防护措施应满足 5.2 的要求。信号 SPD 和隔离界面应满足 6.5 的要求,SPD 的安装参见附录 E。

7.4 工业控制计算机、PLC 柜、网络及通信系统机柜与中控室的信号传输宜采用光纤作为信号线,当光纤有加强芯和金属外护层时,加强芯与金属外护层应双端接地。

7.5 信号线缆主干线的金属线槽应敷设在电气竖井内。布置信号线缆的路由走向时,应尽量减小由线缆自身形成的感应环路面积。信号线路与电源线路应分开在不同线槽(管)内敷设,当共线槽(管)敷设时,应采取隔离措施,并对信号线路进行屏蔽。信号线缆与其他管线及电力电缆的净距应满足表 7、表 8 的要求。

表 7 电子系统线缆与其他管线的间距

其他管线类别	电子系统线缆与其他管线的净距	
	最小平行净距 mm	最小交叉净距 mm
防雷引下线	1 000	300
保护地线	50	20
给水管	150	20
压缩空气管	150	20
热力管(不包封)	500	500
热力管(包封)	300	300
燃气管	300	20

表 8 电子系统与电力电缆的净距

类别	与电子系统信号线缆接近状况	最小净距 mm
380 V 电力电缆容量 小于 2 kVA ^a	与信号线缆平行敷设	130
	有一方在接地的金属线槽或钢管中	70
380 V 电力电缆容量 小于 2 kVA ^a	双方都在接地的 金属线槽或钢管中	10 ^a
380 V 电力电缆容量 2 kVA~5 kVA	与信号线缆平行敷设	
	有一方在接地的金属线槽或钢管中	
	双方都在接地的金属线槽或钢管中	
380 V 电力电缆容量 大于 5 kVA	与信号线缆平行敷设	
	有一方在接地的金属线槽或钢管中	
	双方都在接地的金属线槽或钢管中	
电话线中存在振铃电流时,不应与计算机网络在同一根双绞线电缆中。		
^a 当 380 V 电力电缆的容量小于 2 kVA,双方都在接地的线槽中,即两个不同线槽或在同一线槽中用金属板隔开,且平行长度小于或等于 10 m 时,最小间距可以是 10 mm。		

8 工艺系统及特殊场所的雷电防护

8.1 沼气系统

8.1.1 有爆炸危险的露天钢质封闭沼气罐、沼气管等,当其高度小于或等于 60 m、罐顶壁厚不小于 4 mm 时,或当其高度大于 60 m、罐顶壁厚和侧壁壁厚均不小于 4 mm 时,可不装设接闪器,但应接地,且接地点应不少于 2 处,两接地点间距离不宜大于 30 m,每处接地点的冲击接地电阻应不大于 30 Ω 。

8.1.2 当接地装置的环形接地体所包围面积的等效圆半径等于或大于 GB 50057—2010 的 4.3.6 的规定时,可不规定防雷接地的冲击接地电阻。

8.1.3 沼气管的放散管(散流管)、呼吸阀等应根据排放可燃性混合气体的时间特征采取不同的直击雷防护措施,并应符合 GB 50057—2010 的 4.3.2 的规定。

8.1.4 输送沼气的金属管道,当管道弯头、阀门、法兰盘等连接处的过渡电阻值大于 0.03 Ω 时,连接处应用金属线跨接。对有不少于 5 根螺栓连接的法兰盘,在非腐蚀环境下,可不跨接。

8.1.5 当沼气浓度测量仪表安装 SPD 时,应采用防爆型 SPD。

8.2 加药系统

投加设备、金属罐体、金属管道、金属阀门以及其他金属物均应就近与等电位连接带连接,等电位连接带应与防雷接地装置做防雷等电位连接。

注:加药系统指加氯、加氨、甲醇投加等系统。

8.3 液氧站

8.3.1 露天布置的液氧贮罐的直击雷防护应符合 4.4 的规定。

8.3.2 汽化器、输送氧气管道宜处在 LPZ0_B 区内,当处在 LPZ0_A 区时,其材料、结构和最小截面应符合 GB 50057—2010 的 5.2.1 的规定。

8.3.3 液氧站内的金属围栏、金属灯杆等金属物应与接地装置就近连接。

8.3.4 氧气管道的每对法兰或螺纹接头间的过渡电阻值大于 0.03 Ω 时应设跨接导线。

8.3.5 氧气管道应在进、出车间或用户建筑物处与防雷接地装置做防雷等电位连接。

8.4 易燃易爆及危化品仓库

8.4.1 危化品仓库应设置等电位连接带,仓库内金属储罐、金属货架、金属门窗、风机等应就近连接到等电位连接带上,等电位连接带应与防雷接地装置做防雷等电位连接。

8.4.2 长金属管道的弯头、阀门、法兰盘等连接处的过渡电阻值大于 $0.03\ \Omega$ 时,连接处应用金属线跨接。对有不少于 5 根螺栓连接的法兰盘,在非腐蚀环境下,可不跨接。

8.4.3 平行敷设的金属管道,其净距小于 100 mm 时应采用金属线跨接,跨接点的间距不应大于 30 m;交叉净距小于 100 mm 时,其交叉处亦应跨接。

9 检测、维护与管理

9.1 供排水系统防雷装置检测应按 GB/T 21431 的规定执行。

9.2 供排水系统防雷装置应每年检测一次,易燃易爆及危险化学品场所防雷装置应每半年检测一次,供排水系统防雷装置检测项目参见附录 F。

9.3 应确定专人负责管理和维护供排水系统防雷装置,每年应对供排水系统的防雷装置进行检测,防雷装置检测宜在雷雨季节前进行。

9.4 供排水系统所属单位应建立健全防雷安全应急预案,在遭受雷击后,应及时启动应急预案并及时报告灾情,并协助主管机构做好雷电灾害的调查、鉴定工作,分析雷电灾害事故原因,提出解决方案和措施。

9.5 供排水系统宜采用 SPD 在线监测系统,对 SPD 的劣化、失效状态进行实时监控。



附 录 A
(规范性附录)

城市规划类别与供排水系统规模类别

A.1 城市规划类别

以城区常住人口为统计口径,将城市划分为五类:

- a) 小城市:城区常住人口在 50 万以下的城市;
- b) 中等城市:城区常住人口在 50 万~100 万的城市;
- c) 大城市:城区常住人口在 100 万~500 万的城市(其中 300 万以上 500 万以下的城市为 I 型大城市,100 万以上 300 万以下的城市为 II 型大城市);
- d) 特大城市:城区常住人口在 500 万~1 000 万的城市;
- e) 超大城市:城区常住人口在 1 000 万以上的城市。

注 1: 以上数值范围包含下限值,不包含上限值。

注 2: 城区是指在市辖区和不设区的市、区、市政府驻地的实际建设连接到的居民委员会所辖区域和其他区域。

注 3: 常住人口统计包括:居住在本乡镇街道,且户口在本乡镇街道或户口待定的人;居住在本乡镇街道,且离开户口登记地所在的乡镇街道半年以上的人;户口在本乡镇街道,且外出半年或在境外工作学习的人。

A.2 水厂规模类别

水厂规模类别按供水量(单位: m^3/d)划分为:

- a) I 类:30 万~50 万;
- b) II 类:10 万~30 万;
- c) III 类:5 万~10 万。

注 1: 以上数值范围包含下限值,不包含上限值;I 类规模包含上限值。

注 2: 供水量 50 万 m^3/d 以上的水厂的防雷类别划分参照 I 类。

A.3 污水处理厂规模类别

污水处理厂规模类别按污水处理量(单位: m^3/d)划分为:

- a) I 类:50 万~100 万;
- b) II 类:20 万~50 万;
- c) III 类:10 万~20 万;
- d) IV 类:5 万~10 万;
- e) V 类:1 万~5 万。

注 1: 以上数值范围包含下限值,不包含上限值。

注 2: 污水处理量 100 万 m^3/d 以上的污水处理厂的防雷类别划分参照 I 类。

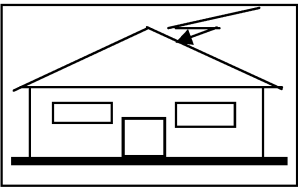
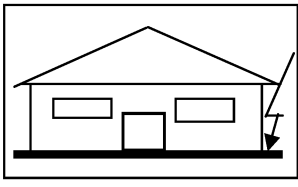
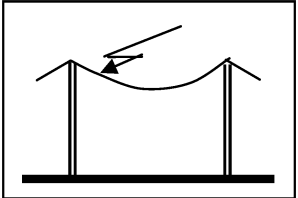
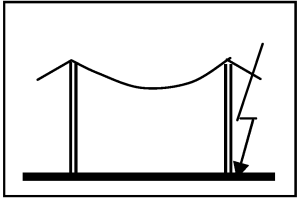
附录 B
(资料性附录)
确定 SPD 放电电流值的方法

B.1 SPD 放电电流值的选择方法

B.1.1 一般规定

各类防雷建筑物当需要考虑 S1、S2、S3、S4 型雷击(见表 B.1)在电气系统中引起的预期电涌电流时,选择 SPD 的放电电流参数应大于各种雷击类型引起的最大预期电涌电流。其他建筑物可根据实际情况,考虑所需要的雷击类型,选择 SPD 的放电电流参数也应大于所考虑的雷击类型引起的最大预期电涌电流。

表 B.1 不同损害源导致的损害和损失类型

雷击点	图例	损害源类型	损害类型	损失类型
建筑物		S1	D1 D2 D3	L1、L4 ^a L1、L2、L3、L4 L1 ^b 、L2、L4
建筑物附近		S2	D3	L1 ^b 、L2、L4
连接到建筑物的线路		S3	D1 D2 D3	L1、L4 ^a L1、L2、L3、L4 L1、L2、L4
连接到建筑物的线路附近		S4	D3	L1 ^b 、L2、L4
损害源类型、损害类型及损失类型的定义见 GB/T 21714.1—2015 的 5.1.2 和 5.2。				
^a 仅对可能有动物损失的地方。				
^b 仅对有爆炸危险的建筑物和那些因内部系统失效立即危及人身生命的医院或其他建筑物。				

B.1.2 雷击建筑物引起的电涌(S1型雷击)

在电源引入的总配电箱处所装设的 SPD,其每一保护模式的预期电涌电流值 I_F ,当电源线路无屏蔽层时宜按式(B.1)计算,当有屏蔽层时宜按式(B.2)计算:

$$I_F = \frac{0.5I}{nm} \dots\dots\dots (B.1)$$

$$I_F = \frac{0.5IR_s}{n(mR_s + R_c)} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

I_F ——每一保护模式的预期电涌电流值,单位为千安(kA);

I ——雷电流,单位为千安(kA),第一类防雷建筑物取值 200 kA,第二类防雷建筑物取值 150 kA,第三类防雷建筑物取值 100 kA;

n ——地下和架空引入的外来金属管道和线路的总数;

m ——需要确定的那一回路线路内导体芯线的总根数;

R_s ——屏蔽层每公里的电阻,单位为欧姆每千米(Ω/km);

R_c ——芯线每公里的电阻,单位为欧姆每千米(Ω/km)。

注:由于芯线和屏蔽层的互感,公式(B.2)可能会低估屏蔽层的分流作用。

B.1.3 雷击线路引起的电涌(S3型雷击)

雷击连接到建筑物的线路时,应考虑雷电流在两个方向上的分配以及绝缘击穿。

电气和电子系统 I_{imp} 值的选择可以基于表 B.2、表 B.3 给出的值。

表 B.2 电气系统中预期的电涌电流

建筑物 防雷类别	雷击线路或线路附近		雷击建筑物附近 ^c	雷击建筑物 ^c
	损害源 S3 (直接雷击) 电流波形: 10/350 μs kA	损害源 S4 (间接雷击) 电流波形: 8/20 μs kA	损害源 S2 (感应电流) 电流波形: 8/20 μs kA	损害源 S1 (感应电流) 电流波形: 8/20 μs kA
第一类	10 ^a	5 ^b	0.2 ^d	10 ^d
第二类	7.5 ^a	3.75 ^b	0.15 ^d	7.5 ^d
第三类	5 ^a	2.5 ^b	0.1 ^d	5 ^d
注 1: 表中所有值均指线路中每一导线的预期电涌电流。 注 2: 雷击建筑物的预期电涌电流(非感应引起的)见 B.1.2。				
^a 所列数值属于闪电击在线路上(雷击点靠近用户的最后一根电杆),并且线路为多跟导线(三相+中性线)。 ^b 所列数值属于架空线路,对埋地线路所列数值可减半。 ^c 环路导体敷设方式以及与感应电流的距离影响预期电涌电流的值,表 B.2 的数值指以不同敷设方式在大型建筑物中的短路无屏蔽环路导体(环路面积数量级 50 m ² ,宽度 5 m),距离建筑物墙 1 m,建筑物无屏蔽或装有 LPS(建筑物的分流系数 $K_c=0.5$)。对其他类型的环路或建筑物特性,所取数值宜乘以系数 K_{s1} 、 K_{s2} 、 K_{s3} (见 GB/T 21714.2—2015 的 B.5)。 ^d 环路的电感和电阻影响所感应电流的波形,当略去环路电阻时,宜采用 10/350 μs 波形,在被感应电路中安装开关型 SPD 就是这类情况。				

表 B.3 电子系统中预期的电涌电流

建筑物 防雷类别	雷击线路或线路附近		雷击建筑物附近 ^a	雷击建筑物 ^a
	损害源 S3 (直接雷击) ^b 电流波形: 10/350 μs kA	损害源 S4 (间接雷击) ^c 电流波形: 8/20 μs kA	损害源 S2 (感应电流) 电流波形: 8/20 μs kA	损害源 S1 (感应电流) 电流波形: 8/20 μs kA
第一类	2 ^a	0.16 ^b	0.2	10
第二类	1.5 ^a	0.085 ^b	0.15	7.5
第三类	1 ^a	0.035 ^b	0.1	5
注：表中所有值均指线路中每一导线的预期电涌电流。				
<p>^a 环路导体敷设方式以及与感应电流的距离影响预期雷电流数值大小。表中的数值指以不同方式敷设在大型建筑物中的短路无屏蔽环路导体(环路面积数量级 50 m², 宽度 5 m), 距离建筑物墙 1 m, 建筑物无屏蔽或装设有 LPS(建筑物的分流系数 $K_c=0.5$)。对其他类型的环路或建筑物特性, 所取数值宜乘以系数 K_{s1}、K_{s2}、K_{s3} (见 GB/T 21714.2—2015 的 B.5)。</p> <p>^b 数值适用于多对线非屏蔽线缆。对非屏蔽终端连接线, 数值可能大 5 倍以上。</p> <p>^c 数值适用于架空非屏蔽线。埋地线路数值可减半。</p>				

B.1.4 雷击线路附近引起的电涌(S4 型雷击)

雷击线路附近比雷击线路本身所产生的电涌能量小得多。表 B.2、表 B.3 给出与不同防雷类别建筑物相关的内部线路上的预期过电流数值。对于屏蔽线, 表 B.2、表 B.3 的值可以减小一半。

B.1.5 感应效应引起的电涌(S1 或 S2 型雷击)

磁场感应效应引起的电涌, 不管是 S1 或 S2 型雷击, 都具有 8/20 μs 的典型波形。这些电涌会出现在 LPZ1 内的设备的端口处或靠近其端口处, 以及在 LPZ1、LPZ2 的交界处。

未屏蔽的 LPZ1 内(例如, 只安装了外部防雷装置, 防雷装置构成的网格宽度大于 5 m)的电涌, 由于磁场未被衰减, 预期的电涌比较高。表 B.2、表 B.3 给出了预期电涌电流值。

已屏蔽的 LPZ 内(例如, 屏蔽体的网格宽度小于 5 m), 磁场感应效应引起的电涌明显降低, 这些情况下, 电涌比未屏蔽的要小的多, 由于空间屏蔽的衰减作用, 雷电防护区 LPZ1 内的感应效应较低, 由于 LPZ1 和 LPZ2 两级空间屏蔽的共同作用, 雷电防护区 LPZ2 内的电涌进一步降低。

B.2 雷电监测资料在放电电流选择中的应用

当建筑物所在地有完整和准确的 30 年雷电监测资料时, B.1.2 中的雷电流 I 可用雷电监测资料中的最大实测电流值替代。当最大实测电流值大于 B.1.2 中的 I 值时, 宜按实测电流值计算; 当最大实测电流值小于 B.1.2 中的 I 值时, 可使用实测电流值计算。

附 录 C
(规范性附录)
被保护设备的特性

C.1 被保护设备的绝缘耐冲击特性

C.1.1 交流电气设备耐冲击特性

C.1.1.1 交流电气设备耐冲击类别

220 V/380 V 电气设备耐冲击电压类别可分为 I、II、III、IV 类,见表 C.1。其他电压等级的电气设备耐冲击电压额定值见 GB/T 16935.1—2008 的表 B.1 和表 B.2。

表 C.1 220 V/380 V 电气设备绝缘耐冲击电压额定值

设备位置	电源处的设备	配电线路和最后分支线路的设备	用电设备	特殊需要保护的設備
耐冲击过电压类别	IV 类	III 类	II 类	I 类
耐冲击过电压额定值	6 kV	4 kV	2.5 kV	1.5 kV
注 1: I 类:含有电子电路的设备,如计算机、有电子程序控制的设备(如供排水系统中的 PLC、自动化仪表等)。 注 2: II 类:额定工作电压为 220 V/380 V 的电气、机械设备等(如加氯机、加氨机、臭氧发生器、紫外线消毒设备、电动阀门等)。 注 3: III 类:如配电盘、断路器、包括线路、母线、分线盒、开关、插座等固定装置的布线系统,以及应用于工业的设备和永久接至固定装置的固定安装的电动机等的一些其他设备。 注 4: IV 类:如电气计量仪表、一次线过流保护设备、滤波器。				

C.1.1.2 通信、信息网络交流电源设备耐冲击特性

通信、信息网络交流电源的标称电压均为 220 V/380 V,使用复合波(开路电压波形为 1.2/50 μ s,短路电流波形为 8/20 μ s)进行试验,其设备耐冲击特性见表 C.2。

表 C.2 通信、信息网络交流电源设备耐冲击电压、电流额定值

设备名称	冲击电压额定值 kV	冲击电流额定值 kA	说明
电源设备机架交流电源入口(由不间断电源供电)	0.5	0.25	
通信、信息网络中心设备交流电源端口	0.5	0.25	适用于相—相
	1.0	0.5	适用于相—地
非信息网络中心交流电源端口	1.0	0.5	适用于相—相
	2.0	1.0	适用于相—地

C.1.2 直流电气设备耐冲击特性

C.1.2.1 直流电源设备耐冲击电压额定值

直流电源设备耐冲击电压额定值见表 C.3。

表 C.3 直流电源设备耐冲击电压额定值

设备名称	额定电压 ^a V	复合波 ^b	
		开路电压 kV	短路电流 kA
DC/AC 逆变器 DC/DC 变换器 机架直流电源入口	—24 或—48 或—60	0.5	0.25
直流配电屏	—24、—48、—60	1.5	0.75
^a 直流(DC)或交流(AC)有效值。 ^b 复合波开路电压波形为 1.2/50 μs,短路电流波形为 8/20 μs。			

C.1.2.2 信息网络设备耐冲击电压额定值

信息网络设备耐冲击电压额定值见表 C.4。

表 C.4 信息网络设备耐冲击电压额定值

设备名称	冲击电压额定值	试验波形	说明
信息网络中心 DC 电源端口	0.5 kV	开路电压波形为 1.2/50 μs, 短路电流波形为 8/20 μs	适用于极—极(X—X)
	1.0 kV		适用于极—地(X—C)
非信息网络中心 DC 电源端口	1.0 kV	开路电压波形为 1.2/50 μs, 短路电流波形为 8/20 μs	适用于极—极(X—X)
	2.0 kv		适用于极—地(X—C)
注 1: 非信息网络中心的地点指设备不在信息网络中心内运行,如无保护措施的本 地远端站、商业区、办公室内,用户室内和街道等。			
注 2: X 指设备输入端的线路端子,表中简称极,C 指设备的公共端子,表中简称地。			

C.2 被保护设备的冲击抗扰度特性

电气和电子设备的冲击抗扰度试验电压等级见 GB/T 17626.5—2019。

附 录 D
(资料性附录)
电信和信号网络的 SPD 的类别

电信和信号网络的 SPD 的类别可分为 A1、A2、B1、B2、B3、C1、C2、C3、D1、D2 类,各类别 SPD 的性能要求和试验方法见 GB/T 18802.21 — 2016,其冲击限制电压和冲击耐受能力试验用的电压电流波形范围见表 D.1,当类别印刷在 SPD 上时,通常用外加方框表示,如 D1。

表 D.1 电信、信号网络的 SPD 按试验类型分类

类别	试验类型	开路电压	短路电流
A1	很慢的上升率	$\geq 1\text{ kV}$ 上升率 $0.1\text{ kV/s}\sim 100\text{ kV/s}$	10 A $\geq 1\,000\text{ }\mu\text{s}$ (持续时间)
A2	AC	从 GB/T 18802.21—2016 的表 5 中选择试验项目	
B1	慢的上升率	$1\text{ kV}, 10/1\,000\text{ }\mu\text{s}$	$100\text{ A}, 10/1\,000\text{ }\mu\text{s}$
B2		$1\text{ kV}\sim 4\text{ kV}, 10/700\text{ }\mu\text{s}$	$25\text{ A}\sim 100\text{ A}, 5/320\text{ }\mu\text{s}$
B3		$\geq 1\text{ kV}, 100\text{ V}/\mu\text{s}$	$10\text{ A}\sim 100\text{ A}, 10/1\,000\text{ }\mu\text{s}$
C1	快的上升率	$0.5\text{ kV}\sim 2\text{ kV}, 1.2/50\mu\text{s}$	$0.25\text{ kA}\sim <1\text{ kA}, 8/20\text{ }\mu\text{s}$
C2		$2\text{ kV}\sim 10\text{ kV}, 1.2/50\text{ }\mu\text{s}$	$1\text{ kA}\sim <5\text{ kA}, 8/20\text{ }\mu\text{s}$
C3		$\geq 1\text{ kV}, 1\text{ kV}/\mu\text{s}$	$10\text{ A}\sim 100\text{ A}, 10/1\,000\text{ }\mu\text{s}$
D1	高能量	$\geq 1\text{ kV}$	$0.5\text{ kA}\sim 2.5\text{ kA}, 10/350\text{ }\mu\text{s}$
D2		$\geq 1\text{ kV}$	$0.6\text{ kA}\sim 2.0\text{ kA}, 10/250\text{ }\mu\text{s}$



附录 E
(资料性附录)
SPD 安装示例

E.1 电气系统 SPD 安装示例

水厂、污水厂及泵站的 10 kV 电源经过变压器后转换成低压，T1类的 SPD 安装于低压进线柜的位置，其后的电气、机械、电子及自动化仪表设备的配电箱处根据 5.2 的规定选择使用适配的 SPD。低压电气系统 SPD 安装示例见图 E.1～图 E.4。

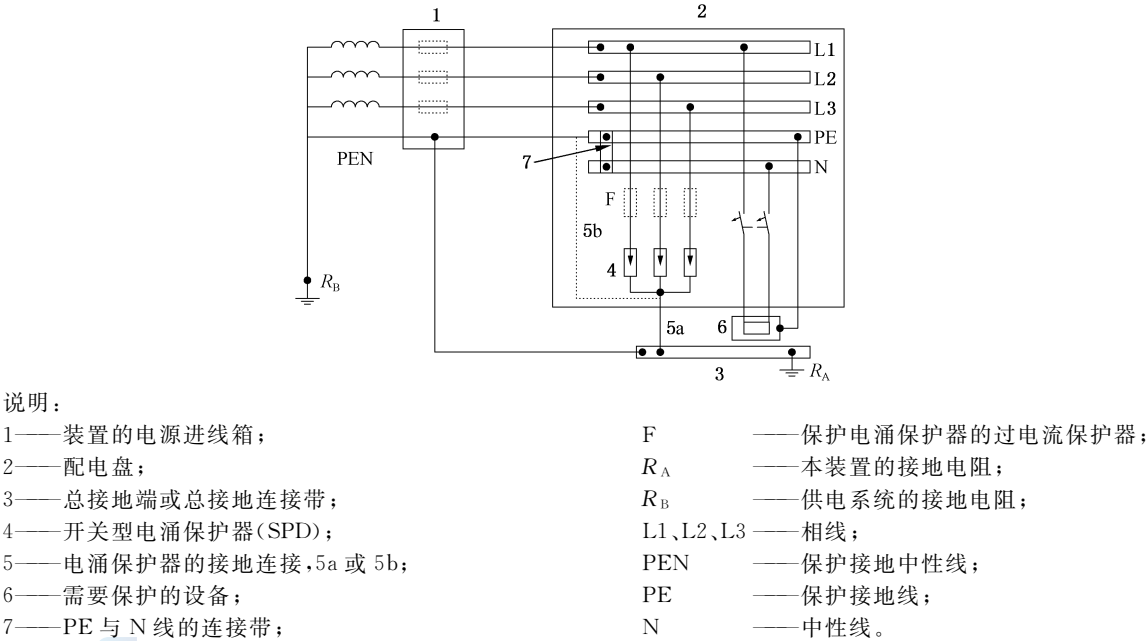


图 E.1 TN-C-S 系统中在进户处电涌保护器的安装示例

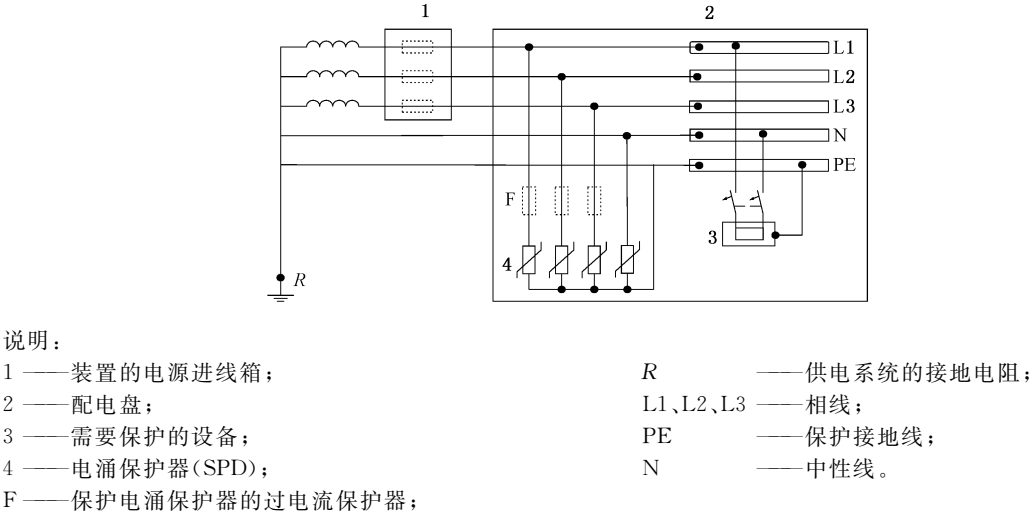
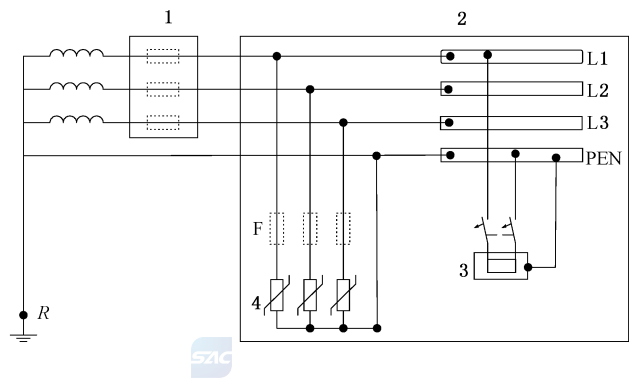


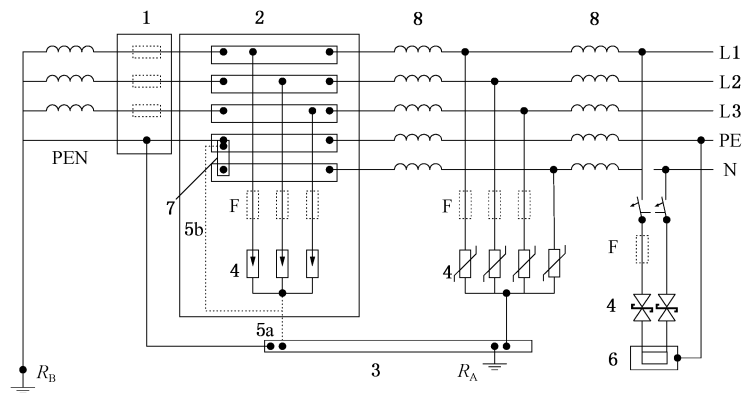
图 E.2 TN-S 系统中电涌保护器的安装示例



说明：

1——装置的电源进线箱；	F —— 保护电涌保护器的过电流保护器；
2——配电盘；	R —— 供电系统的接地电阻；
3——需要保护的设；	L1、L2、L3 —— 相线；
4——电涌保护器（SPD）；	PEN —— 保护接地中性线。

图 E.3 TN-C 系统中电涌保护器的安装示例



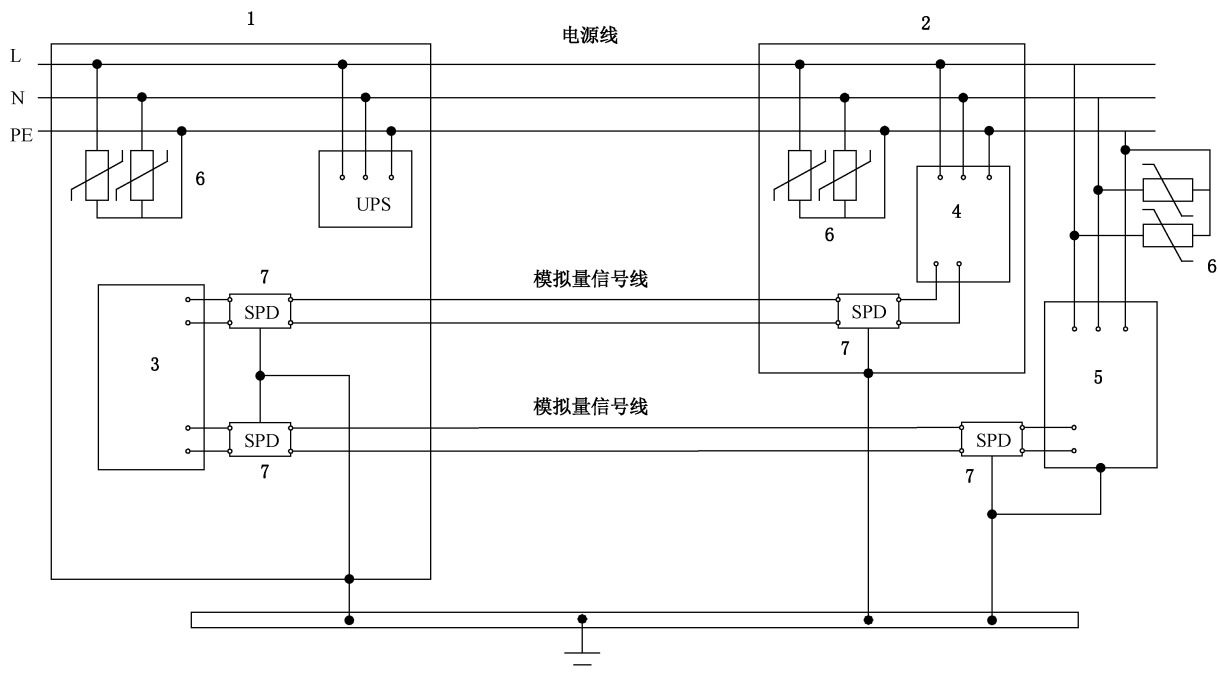
说明：

1——装置的电源进线箱；	F —— 保护电涌保护器的过电流保护器；
2——配电盘；	R _A —— 本装置的接地电阻；
3——总接地端或总接地连接带；	R _B —— 供电系统的接地电阻；
4——电涌保护器（SPD）；	L1、L2、L3 —— 相线；
5——电涌保护器的接地连接，5a 或 5b；	PEN —— 保护接地中性线；
6——需要保护的设；	PE —— 保护接地线；
7——PE 与 N 线的连接带；	N —— 中性线。
8——退耦元件或配线路长度；	

图 E.4 安装了三级 SPD 的安装示例（以 TN-C-S 系统为例）

E.2 工业控制系统 SPD 安装示例

水厂、污水厂及泵站用的最多的工业控制系统就是采用现场的自动化仪表采集数据，通过与 PLC 连接进行数据的处理。PLC 柜的过电压保护通过在低压电气线路和进入 PLC 的信号线路上安装 SPD 来实现，SPD 一般都安装在 PLC 柜内，见图 E.5。



- 说明：
- | | |
|-----------------------|-------------------|
| 1——PLC 柜； | 6 ——低压电气线路上的 SPD； |
| 2——仪表箱； | 7 ——信号线路上的 SPD； |
| 3——PLC 的 Ai 模块； | L ——相线； |
| 4——pH 仪、浊度仪或余氯仪等在线仪表； | PE ——保护接地线； |
| 5——室外自动化仪表； | N ——中性线。 |

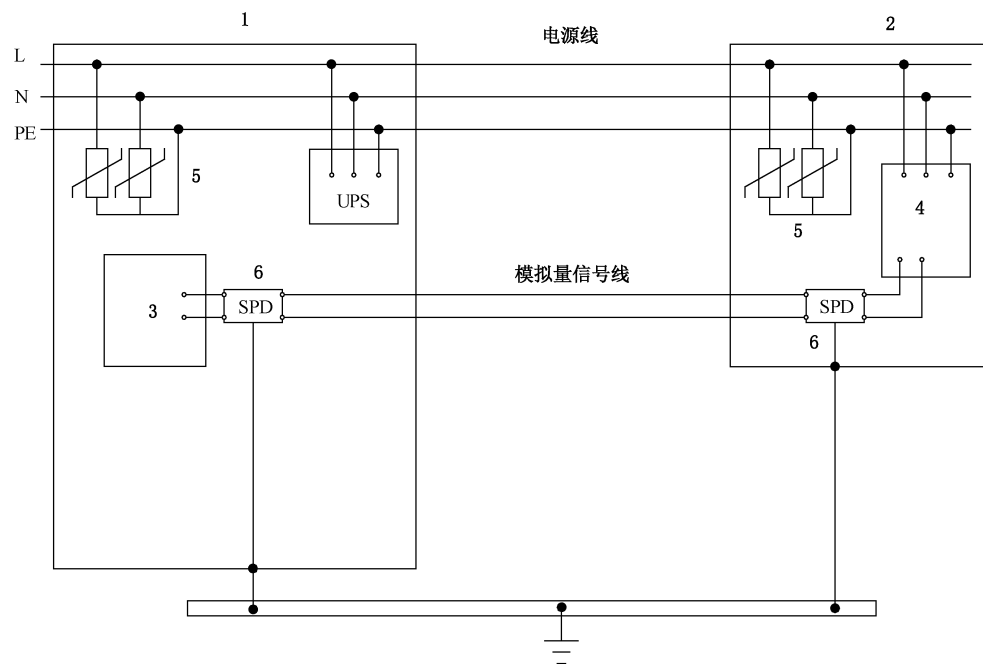
图 E.5 工业控制系统 SPD 安装示例

E.3 压力、温度仪表 SPD 安装示例

压力仪表主要是通过压力变送器采集压力信号并转换成 4 mA~20 mA 的电流信号,可与其他仪表、单/多回路调节器、工业计算机以及集散控制系统联用,实现生产过程中的自动化测量与控制。温度仪表结构类似压力仪表,仅采集信号不同。

用于保护压力、温度仪表的低压配电线路 SPD,通常安装在其前端的低压配电箱处。信号线路上的 SPD,通常在仪表的变送器(也称转换器)处安装,见图 E.6。

非电子式的压力、温度仪表(比如机械式、现场读取数值的仪表)无需安装 SPD 保护。



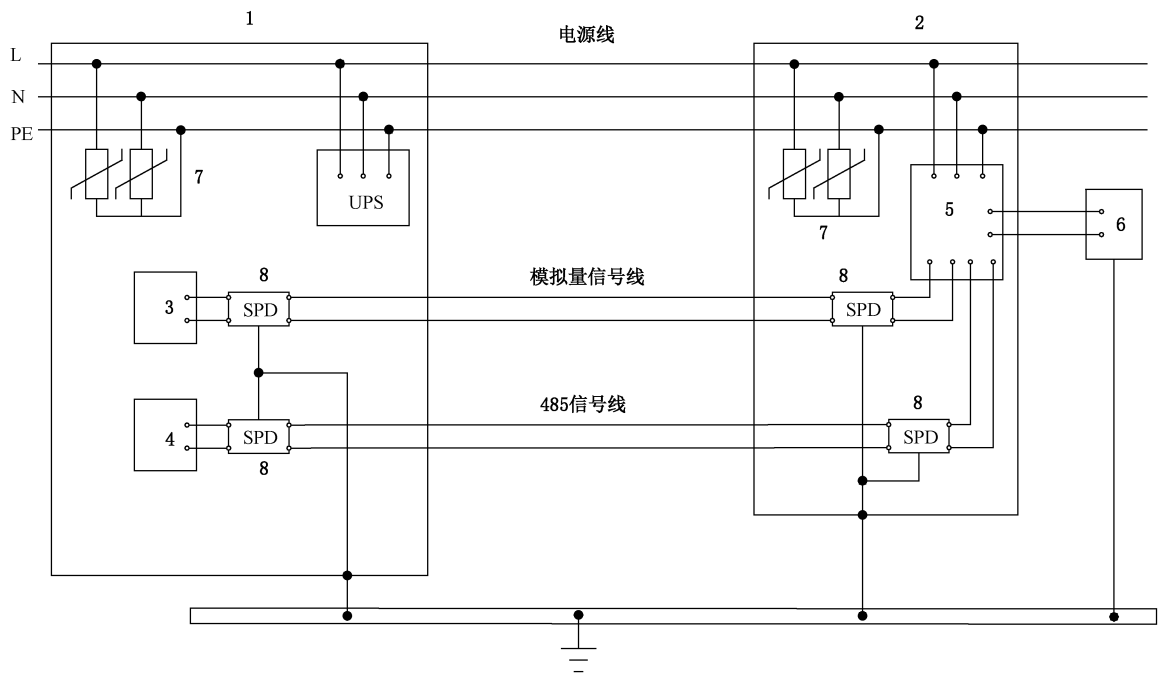
- 说明：
- | | |
|------------------|-----------------|
| 1——PLC 柜； | 6 ——信号线路上的 SPD； |
| 2——压力仪表防护罩； | L ——相线； |
| 3——PLC 的 Ai 模块； | PE ——保护接地线； |
| 4——室外压力仪表变送器； | N ——中性线。 |
| 5——低压电气线路上的 SPD； | |

图 E.6 电子式压力仪表 SPD 安装示例

E.4 电磁流量计 SPD 安装示例

低压配电线路的 SPD 通常安装在电磁流量计转换器处或其前端的低压配电箱处。信号 SPD 通常安装在转换器和 PLC 连接的信号线路上，转换器和传感器之间的信号线路一般不安装信号 SPD，见图 E.7。





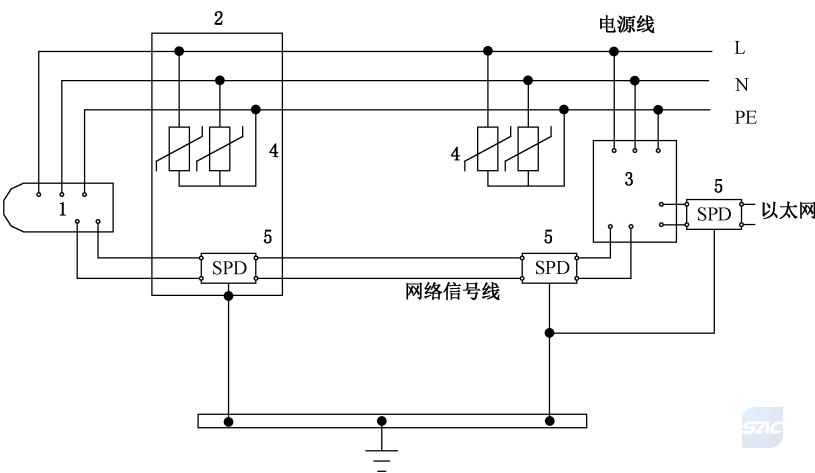
- 说明：
- | | |
|----------------------|-----------------|
| 1——PLC 柜； | 7 ——电源线路上的 SPD； |
| 2——电磁流量计仪表箱； | 8 ——信号线路上的 SPD； |
| 3——PLC 的 Ai 模块； | L ——相线； |
| 4——PLC 的 RS485 通信模块； | PE——保护接地线； |
| 5——电磁流量计转换器(二次仪表)； | N ——中性线。 |
| 6——电磁流量计传感器(一次仪表)； | |

图 E.7 电磁流量计 SPD 安装示例

E.5 监控系统 SPD 安装示例

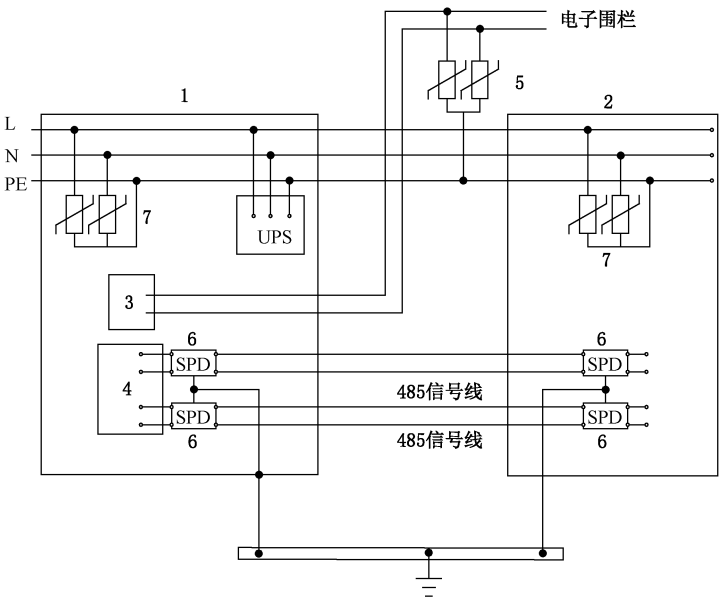
监控系统的控制中心的低压配电箱内安装 SPD,室外摄像头和室内设备柜上安装相应的视频信号、控制信号、直流电源的 SPD,见图 E.8、图 E.9。





- 说明：
- | | |
|-----------------|------------------|
| 1——室外摄像机； | 5 —— 信号线路上的 SPD； |
| 2——多功能 SPD； | L —— 相线； |
| 3—— 监控网络交换机； | PE —— 保护接地线； |
| 4—— 电源线路上的 SPD； | N —— 中性线。 |

图 E.8 监控系统 SPD 安装示例



- 说明：
- | | |
|----------------|------------------|
| 1——现场设备柜； | 6 —— 信号线路上的 SPD； |
| 2——报警主机； | 7 —— 电源线路上的 SPD； |
| 3——电子围栏高压模块； | L —— 相线； |
| 4——电子围栏地址模块； | PE —— 保护接地线； |
| 5——电子围栏电源 SPD； | N —— 中性线。 |

图 E.9 电子围栏 SPD 安装示例

E.6 电源 SPD 的连接导线截面

低压电气系统的电源线上安装的 SPD 的连接导线(铜材)不宜小于表 E.1 中规定的最小截面积。

表 E.1 电源 SPD 连接导线(铜材)最小截面积

SPD 试验类型	铜导线的最小截面 mm ²
T1	6
T2	2.5
T3	1.5

当多极 SPD 共用一根接地线时,可适当增加接地导线的截面积。

E.7 信号 SPD 的连接导线截面

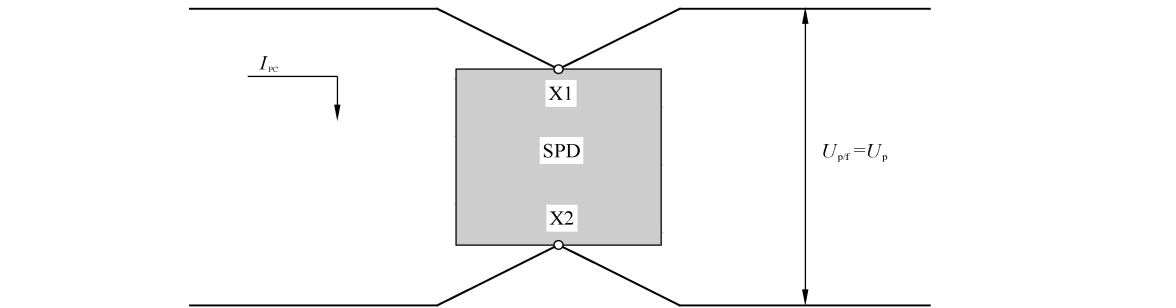
电子系统的信号线路上安装的 SPD 的连接导线(铜材)不宜小于表 E.2 中规定的最小截面积。

表 E.2 信号 SPD 连接导线(铜材)最小截面积

SPD 按不同试验方法分类	最小截面积 mm ²
D1	1.2
D2、C1、C2、C3、B1、B2、B3、A1、A2	根据具体情况确定,可小于 1.2

E.8 SPD 的凯文连接方法

安装 SPD 时宜使两端连接导线最短,可采用图 E.10 的凯文连接方法。



说明:
X1,X2——SPD 的接线端子;
 I_{PC} ——部分雷电流;
 $U_{p/f}$ ——在 ITE 输入处的电压(有效电压保护水平),其大小由 SPD 的电压保护水平 U_p 和连接电涌保护器和受保护设备之间导线上的电压降决定;
 U_p ——SPD 输出端的电压(电压保护水平)。

图 E.10 SPD 导线连接方法(凯文方式)的示例

附 录 F
(资料性附录)
供排水系统防雷检测项目

供排水系统防雷检测项目见表 F.1。

表 F.1 供排水系统防雷检测项目

建筑物或其 功能分区	防雷检测项目		
	外部防雷装置	内部防雷装置	雷击电磁脉冲防护措施
生产、办公及 辅助用房	接闪器、引下线、接地装置	等电位连接:设备金属外壳、配电箱、金属管道及其他大型金属物等 间隔距离:内部系统和外部防雷装置间的间隔距离	屏蔽、SPD、隔离界面、综合布线
高压配电室	接闪器、引下线、接地装置	等电位:配电柜、接地母排、金属门窗等 间隔距离:内部系统和外部防雷装置间的间隔距离	线路屏蔽、电源 SPD、高压避雷器暂不列入防雷检测项目,由相关部门确认
低压配电室	接闪器、引下线、接地装置	等电位:配电柜、接地母排、金属门窗等 间隔距离:内部系统和外部防雷装置间的间隔距离	线路屏蔽、电源 SPD
泵房	接闪器、引下线、接地装置	等电位:高压电动机、高压变频柜、配电箱 间隔距离:内部系统和外部防雷装置间的间隔距离	线路屏蔽、电源 SPD、高压避雷器暂不列入防雷检测项目,由相关部门确认
中控室、监控室、 仪表室	接地装置	等电位:机柜、计算机、配电箱、等电位连接带等 间隔距离:内部系统和外部防雷装置间的间隔距离	线路屏蔽、空间屏蔽、电源 SPD、隔离界面、信号 SPD、综合布线
PLC 控制屏及 自动化仪表	接地装置	等电位:PLC 柜、配电箱、仪表箱、仪表金属外壳、等电位连接带等 间隔距离:内部系统和外部防雷装置间的间隔距离	电源 SPD、隔离界面、信号 SPD、线路屏蔽、综合布线
加氯、加氨间	接地装置	等电位:液氯罐、金属管道、金属阀门、加氯机、真空调节器、配电箱氨瓶、压力计、真空调节器、重量计、过滤器、加氨机、泄露报警仪及等电位连接带等 间隔距离:内部系统和外部防雷装置间的间隔距离	电源 SPD、隔离界面、信号 SPD、线路屏蔽、空间屏蔽、综合布线
臭氧发生车间	接地装置	等电位:臭氧发生器金属外壳、金属管道、金属阀门、臭氧浓度分析仪、氧气泄漏报警仪、臭氧泄漏报警仪、压力表、露点监测仪、等电位连接带以及其他金属物等 间隔距离:内部系统和外部防雷装置间的间隔距离	电源 SPD、隔离界面、信号 SPD、线路屏蔽、综合布线
液氧站	接闪器、引下线、接地装置	等电位:液氧罐、汽化器、氧气管道、法兰盘、金属围栏、金属灯杆等 间隔距离:内部系统和外部防雷装置间的间隔距离	线路屏蔽、电源 SPD
紫外线消毒区	接地装置	等电位:配电中心外壳、系统控制中心外壳、紫外线模块金属部件等 间隔距离:内部系统和外部防雷装置间的间隔距离	电源 SPD、线路屏蔽
加药间	接地装置	等电位:发生器、计量泵、配电箱、PLC 柜、仪表金属外壳、等电位连接带等 间隔距离:内部系统和外部防雷装置间的间隔距离	电源 SPD、隔离界面、信号 SPD、线路屏蔽、空间屏蔽
注:本表所列检测项目仅作为示例,具体检测项目以供排水系统实际情况为准。			

参 考 文 献

- [1] GB/T 2900.12—2008 电工术语 避雷器、低压电涌保护器及元件
 - [2] GB/T 16935.1—2008 低压系统内设备的绝缘配合 第1部分:原理、要求和试验(IEC 60664-1:2007,IDT)
 - [3] GB/T 17626.5—2019 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验(IEC 61000-4-5:2014,IDT)
 - [4] GB/T 18802.21—2016 低压电涌保护器 第21部分:电信和信号网络的电涌保护器(SPD)性能要求和试验方法(IEC 61643-21:2012,IDT)
 - [5] GB 18918—2002 城镇污水处理厂污染物排放标准
 - [6] GB/T 21714.1—2015 雷电防护 第1部分:总则(IEC 62305-1:2010,IDT)
 - [7] GB/T 21714.2—2015 雷电防护 第2部分:风险管理(IEC 62305-2:2010,IDT)
 - [8] GB/T 21714.3—2015 雷电防护 第3部分:建筑物的物理损坏和生命危险(IEC 62305-3:2010,IDT)
 - [9] GB/T 21714.4—2015 雷电防护 第4部分:建筑物内电气和电子系统(IEC 62305-4:2010,IDT)
 - [10] GB/T 50125—2010 给水排水工程基本术语标准
 - [11] GB/T 50680—2012 城镇燃气工程基本术语标准
 - [12] IEC 61643-11:2011 Low-voltage surge protective devices—Part 11: Surge protective devices connected to low-voltage power systems—Requirements and test methods
-