

团 体 标 准

T/SZWSS 002—2025  
T/FLXH 007—2025

水务工程防雷技术规范

Technical specification for lightning protection of water engineering

2025-11-07 发布

2025-12-01 实施

深圳市水务学会  
深圳市防雷协会

联合发布



## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 符号和缩略语 .....	3
5 基本要求 .....	4
6 水务工程 LPS 安全现状评价 .....	5
7 建筑物及附属设施雷电防护 .....	6
8 高压配电系统雷电防护 .....	8
9 低压电气系统雷电防护 .....	9
10 电子信息系统雷电防护 .....	111
11 特殊场所雷电防护 .....	14
12 水务工程防雷验收 .....	15
13 检测、维护与管理 .....	16
附录 A (资料性) 水务工程建设规模类别 .....	18
附录 B (规范性) 雷电流、电涌电流在周围产生的磁场感应强度计算 .....	19
附录 C (规范性) 水务工程防雷检测项目 .....	21
附录 D (规范性) SPD 的安装方式及接线方法 .....	23
参考文献 .....	25

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由深圳市气象局提出，由深圳市气象局和深圳市水务局共同归口。

本文件起草单位：深圳市水务学会、深圳市防雷协会、深圳市深圳河湾流域管理中心、深圳市建筑工务署文体和水务工程管理中心、深圳市水务规划设计院股份有限公司、广东省气候中心、深圳睿洋水务科技有限公司、深圳抛物线智能科技有限公司、深圳市欧欣泰科技有限公司、深圳市博控科技有限公司、深圳市水务科技发展有限公司、太科技术有限公司、深圳市华太检测有限公司、深圳市金鼎安全技术有限公司、深圳市西部水源管理中心、深圳市环境水务集团有限公司、上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司、中电建水环境科技有限公司、广东粤港供水有限公司、深圳市震宇电子有限公司、深圳市科荣软件股份有限公司、中国市政工程西南设计研究总院有限公司、深圳市天盾雷电技术有限公司、广东普天防雷检测有限责任公司深圳分公司。

本文件主要起草人：李金锋、黄伟、汪振松、黄向伟、郑政、魏兴增、周文生、许锐文、刘苏珺、孙翔、刘晓丹、游熊亮、唐奉章、陈景荣、范仲之、叶泽文、房圆、余祖权、王柱林、曾庆彬、曾康洋、石桑尼、张鹏鹏、杨宗国、高禄缘、张萍、孔祥瀚、张军委、赛博、兰晓波、陈煜圳、龚煜翔、张凤坤、余剑青、姚彦星、黄培志、张峻、肖虹、付文博、吴星星、赵梓宇、陈施军、李欢、高鸿、侯茜茜、肖红、路永平、李建、周运琦、李鸿鸣、赵耀安、姚远、朱鑫、陈尔峰、翟晓峰、李迎春、肖婷、蓝桂生、汪朗、郑灵珠、梁有伟、陈润佳、毕东河、卢伟、龚清梅、冉丽、谢国豪、李嘉琳、赵福江、冯吉、康国耀、王振杰、蔡晓明、杨朝彬、毛悦婷。

# 水务工程防雷技术规范

## 1 范围

本文件规定了水务工程及相关设施的雷电防护基本要求、水务工程LPS安全现状评价、建筑物及附属设施雷电防护、高压配电系统雷电防护、低压电气系统雷电防护、电子信息系统雷电防护、特殊场所雷电防护、水务工程防雷验收以及防雷措施和装置的检测、维护与管理等方面相关要求。

本文件适用于深圳市新建、改建、扩建以及运行中的水务工程及相关设施雷电防护设计、施工、检测、验收、维护与管理。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 18802.11 低压电涌保护器（SPD） 第11部分：低压电源系统的电涌保护器 性能要求和试验方法

GB/T 18802.21 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

GB/T 21431 建筑物雷电防护装置检测技术规范

GB/T 39437 供排水系统防雷技术规范

GB 50030 氧气站设计规范

GB 50057 建筑物防雷设计规范

GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范

GB 50343 建筑物电子信息系统防雷技术规范

GB 50601 建筑物防雷工程施工与质量验收规范

QX/T 246 建筑施工现场雷电安全技术规范

QX/T 309 防雷安全管理规范

QX/T 319 防雷装置检测文件归档整理规范

QX/T 401 雷电防护装置检测单位质量管理体系建设规范

QX/T 404 电涌保护器产品质量监督抽查规范

QX/T 406 雷电防护装置检测专业技术人员职业要求

QX/T 407 雷电防护装置检测专业技术人员职业能力评价

SL 188 堤防工程地质勘察规程

SL 223 水利水电建设工程验收规程

SL 252 水利水电工程等级划分及洪水标准

SL 398 水利水电工程施工通用安全技术规范

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

水务工程 water engineering

开发、利用、控制、调配和保护水资源、保障水安全、防治水污染、提升水环境、修复水生态等相关工程的统称。

[来源: SJG 179—2024, 2.0.2]

### 3.2

**直击雷 direct lightning flash**

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

[来源: GB 50057—2010, 2.0.13]

### 3.3

**雷电流 lightning current**

流经雷击点的电流。

[来源: GB/T 21714.1—2015, 3.9]

### 3.4

**闪电电涌 lightning surge**

闪电击于雷电防护装置或线路上以及由于闪电的静电感应或雷击的电磁脉冲引发,表现为过电压、过电流的瞬态波。

[来源: GB 50057—2010, 2.0.17]

### 3.5

**闪电电涌侵入 lightning surge on incoming services**

由于雷电对架空线路、电缆线路或金属管道的作用,雷电波,即闪电电涌(3.4),可能沿着管线侵入屋内,危及人身安全或损坏设备。

[来源: GB 50057—2010, 2.0.18]

### 3.6

**电气系统 electrical system**

由低压供电组合部件构成的系统。

[来源: GB 50057—2010, 2.0.26, 有修改]

### 3.7

**电子系统 electronic system**

由敏感电子组合部件构成的系统。

[来源: GB 50057—2010, 2.0.27]

### 3.8

**雷电防护装置 lightning protection system**

减小雷击建筑物造成人身伤害和物理损害的整个系统。

[来源: GB/T 21431—2023, 3.1, 有修改]

### 3.9

**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件等金属物组成拦截直击雷的金属部件。

[来源: GB 50057—2010, 2.0.8, 有修改]

### 3.10

**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。

[来源: GB 50057—2010, 2.0.9, 有修改]

### 3.11

**接地装置 earth-termination system**

接地体和接地线的总合,将雷电流传导、流散入大地的装置。

[来源: GB 50057—2010, 2.0.10, 有修改]

### 3.12

**接地体 earth electrode**

埋入土壤或混凝土基础中作散流用的导体。

[来源: GB 50057—2010, 2.0.11]

3.13

**防雷区 lightning protection zone**

规定雷电电磁环境的区域。

[来源: GB 50057—2010, 2.0.24]

3.14

**标称放电电流 nominal discharge current**

通过电涌保护器8/20  $\mu$ s电流波的峰值。

[来源: GB 50057—2010, 2.0.32]

3.15

**电压保护水平 voltage protection level**

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。

[来源: GB/T 21431—2023, 3.10]

3.16

**磁屏蔽 magnetic shield**

将需保护建筑物或其一部分包围起来的闭合金属格栅或连续型屏蔽体。

[来源: GB/T 21714.1—2015, 3.52]

3.17

**隔离界面 isolating interfaces**

能够减小或隔离进入防雷区的线路上的传导浪涌的装置。

[来源: GB/T 21714.1—2015, 3.56, 有修改]

3.18

**雷电电磁脉冲 lightning electromagnetic im-pulse**

雷电流的电磁效应。

[来源: GB 50343—2012, 2.0.3]

3.19

**有效电压保护水平 effective voltage protection level**

电涌保护器连接导线和外置脱离器(如果有)感应电压降与电涌保护器电压保护水平的矢量和。

[来源: GB/T 21431—2023, 3.14]

3.20

**冲击电流 impulse discharge current**

流过电涌保护器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。

[来源: GB/T 33588.6—2020, 3.4, 有修改]

## 4 符号和缩略语

### 4.1 符号

下列符号适用于本文件。

$I_{imp}$ : 冲击电流

$I_n$ : 标称放电电流

$I_{sc}$ : 短路电流

INT: 取整函数

LPZ0<sub>B</sub>: 直击雷防护区

LPZ1: 第一雷电屏蔽防护区

LPZ2: 第二雷电屏蔽防护区

- M: 抽样基数
- $M_s$ : 抽查检验的数量
- ModBus: 工业通信系统的总线协议
- $U_C$ : 最大持续运行电压
- $U_w$ : 设备耐冲击电压额定值
- $U_I$ : 电路环路感应过电压
- $U_{oc}$ : 开路电压
- $U_p$ : 电压保护水平
- $U_{p/f}$ : 有效电压保护水平
- $\Delta U_L$ : 感应电压降

## 4.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

- LPZ: 防雷区 (lightning protection zone)
- LPS: 雷电防护装置 (lightning protection system)
- LEMP: 雷电电磁脉冲 (lightning electromagnetic impulse)
- MOA: 金属氧化物避雷器 (metal oxide arrester)
- PEN: 低压配电系统中一种特殊的复合导线 (protective earth neutral)
- PLC: 可编程逻辑控制器 (programmable logic controller)
- SPD: 电涌保护器 (surge protective device)
- TN-S: 一种低压配电系统接地方式 (terre neutral separated)
- TN-C: 一种低压配电系统接地方式 (terre neutral combined)

## 5 基本要求

### 5.1 总体要求

水务工程及相关设施的雷电防护应根据工程的特点、环境因素及雷电活动规律,进行全面规划,协调统一,做到安全可靠、技术先进、经济合理。

### 5.2 水务工程建设规模划分

水务建设工程项目的工程规模按照水利行业或市政行业划分确定。其中水利行业建设项目的规模划分应符合SL 252的规定,市政行业涉供排水系统的规模划分应符合GB/T 39437的规定,各类建设工程项目的工程规模划分见附录A。

### 5.3 水务(工程)建筑物的防雷分类

5.3.1 水务工程及相关设施建筑物的防雷分类应根据其重要性、使用性质、发生雷电事故的可能性和后果,按GB 50057的要求进行划分。水务工程涉市政行业供排水系统建筑物的防雷类别划分,还应符合GB/T 39437的规定。

5.3.2 符合下列情况之一时,划分为第二类防雷建筑物:

- a) 爆炸及火灾危险化学品场所;
- b) 大、中型水务工程的泵房、启闭机房等重要建筑;
- c) 预计雷击次数大于0.05次/年的大、中型水务工程的管理用房和设备用房;
- d) 预计雷击次数大于0.25次/年的小型水务工程的管理用房和设备用房。

5.3.3 符合下列情况之一时,划分为第三类防雷建筑物:

- a) 小型水务工程的泵房、启闭机房等建筑;
- b) 预计雷击次数大于0.01次/年,且小于或等于0.05次/年的大、中型水务工程的管理用房和设

备用房；

c) 预计雷击次数大于 0.05 次/年,且小于或等于 0.25 次/年的小型水务工程的管理用房和设备用房；

d) 高度在 15 m 及以上的水塔、调压室等孤立的高耸建筑物。

5.3.4 水务工程及相关设施中建筑物(含构筑物,以下统称建筑物)年预计雷击次数计算应符合 GB 50057 的规定;深圳市雷电灾害风险区划、地闪密度、雷暴日数、平均地闪电流强度分布历史数据见 SJG 28.1 或向气象部门查询。

5.3.5 水务工程及相关设施施工现场的临时建筑物、施工设备的防雷类别划分应符合 QX/T 246 的规定。

## 5.4 水务工程及相关设施 LPZ 划分

5.4.1 水务工程及相关设施 LPZ 的划分应符合 GB 50057 的规定。

5.4.2 需进行直击雷防护的建筑物和设施,应置于 LPZ<sub>0</sub> 及后续 LPZ。

## 5.5 水务工程及相关设施防雷设计、施工及验收的要求

5.5.1 水务工程及相关设施防雷措施应与主体工程同时设计、同时施工、同时验收并投入生产使用。

5.5.2 水务工程及相关设施防雷设计和施工单位的防雷安全管理应符合 QX/T 309 的规定。

5.5.3 水务工程前期设计报告应编写防雷设计专门章节,应包括建筑物及附属设施、高压配电系统、低压电气系统、电子信息系统以及特殊场合的防雷措施。防雷工程所需投资应纳入工程主体设计。在工程主体设计成果技术审查时,应同时审查工程防雷设计,通过后方可施工。

5.5.4 LPS 应在水务工程竣工前验收合格,编制完整的工程技术档案与实际防雷工程中采用的技术措施、设备和装置一致的竣工图。

5.5.5 水务工程及相关设施防雷工程设计、施工及验收应符合 QX/T 309 的规定。

## 6 水务工程 LPS 安全现状评价

### 6.1 安全现状评价范围及要求

6.1.1 水库枢纽、水厂、污水处理厂、水闸、泵站、水质净化厂等应在系统运行周期内每(2~3)年对重要建(构)筑和设备设施雷电防护和接地装置电气导通情况做安全现状评价。

6.1.2 评价报告内容应完整,数据分析应全面、准确。

### 6.2 评价原则

6.2.1 LPS 安全现状评价参照 QX/T 694—2023 中 8.1 规定进行。

6.2.2 LPS 安全现状评价应遵循法律法规标准规范的权威性和符合性,坚持现场查勘数据真实性、科学性和客观性的原则。

6.2.3 LPS 安全现状评价的结论,应针对分析过程中依据的基本资料,结合项目特点进行分析研判,评价结论清晰、明确、有针对性。

6.2.4 LPS 安全现状评价报告提出的隐患整改建议应科学、合理、可行和有效。

### 6.3 安全现状评价内容

6.3.1 建筑物防雷装置安全现状评价包括接闪器、引下线、接地装置安装及运行情况。

6.3.2 设备、设施防雷装置安全现状评价包括设备接地电阻及接地类型、线路屏蔽、等电位连接、电源和信号控制系统 SPD 配置和参数选择及运行情况、雷电及安全接地历史数据采集情况。

6.3.3 雷电及接地安全历史数据收集宜包括以下内容:

a) 雷击途径及影响数据收集:直击雷、电源回路闪电电涌、信号回路闪电电涌、地电位反击等雷击途径及实际监测数据;

b) 雷电及安全接地数据种类:雷击瞬态过电流、雷击瞬态过电压、雷击时间、雷击次数、设备安全接地可靠性、设备工频及高频接地电流、接地回路电阻等。

6.3.4 LPS 安全现状评价报告应包括以下基本内容:

a) 评估项目概况;

- b) LPS 安全现状评价的依据、规程、方法以及基础资料；
- c) 评估项目雷电防护设施和安全接地设施实际运行状况；
- d) 雷电防护设施和安全接地设施现状隐患分析；
- e) 雷电防护设施和安全接地设施整改措施和建议。

## 7 建筑物及附属设施雷电防护

### 7.1 接闪器

7.1.1 建筑物外部防雷的措施采用装设在建筑物上的接闪网、接闪带或接闪杆，或采用由接闪网、接闪带或接闪杆混合组成的接闪器。接闪器应符合 GB 50057 的规定沿屋角、屋脊、屋檐和檐角等易受雷击的部位敷设。第二类防雷建筑物接闪器应在整个屋面组成不大于  $10\text{ m}\times 10\text{ m}$  或  $12\text{ m}\times 8\text{ m}$  的网格；雷击次数大于  $0.42\text{ 次/a}$  的第二类防雷建筑物，接闪网格不应大于  $5\text{ m}\times 5\text{ m}$  或  $6\text{ m}\times 4\text{ m}$ ，当采用滚球法保护时，滚球法保护半径不应大于  $30\text{ m}$ ；第三类防雷建筑物接闪器应在整个屋面组成不大于  $20\text{ m}\times 20\text{ m}$  或  $24\text{ m}\times 16\text{ m}$  的网格。

7.1.2 建筑物女儿墙以内的屋顶钢筋网以上防水和混凝土层允许不保护时，可利用屋顶钢筋网作为接闪网。以屋顶钢筋网作为接闪网时，应在屋顶钢筋网与引下线连接处设置连接板。

7.1.3 建筑物顶部的附加（放置）物需进行直击雷防护时，按以下要求实施：

- a) 附加（放置）物应在建筑物接闪器保护范围内，附加（放置）物的外露可导电部分应经最短路径与屋顶钢筋网进行等电位连接，且连接点不应少于 2 处，连接导体的材料、截面积应符合表 1 的要求；
- b) 建筑物顶部的附加（放置）物需进行直击雷防护时，附加（放置）物如在建筑物接闪器保护范围外，应设置接闪器，接闪器应经最短路径与建筑物的引下线连接，连接点不应少于 2 处。附加（放置）物的外露可导电部分应经最短路径与屋顶钢筋网进行等电位连接，且连接点不应少于 2 处，连接导体的材料、截面积应符合表 1 的要求；
- c) 建筑物顶部的附加（放置）物可作为接闪器时，应经最短路径与建筑物引下线连接，不应使用建筑物屋顶钢筋连接，且连接点不应少于 2 处，连接导体的材料、截面积应按接闪器规格设置要求，且单根圆钢（铜）截面积不小于  $50\text{ mm}^2$ 。

表1 等电位连接的材料和最小截面面积

单位： $\text{mm}^2$

等电位连接部件	材料	截面积
等电位连接带	镀锌钢	50
电气保护等电位连接	铜或镀锌钢	50
从金属装置到等电位连接的跨接导线	铜线或铜纺织带	6
管道弯头、阀门、法兰盘的跨接导线	铜线、铜片或铜纺织带	6

7.1.4 重要建筑物接闪器应设置雷电数据监测采集装置（如接闪杆最高处、接闪带转角处），采集接闪器瞬态雷击的雷电流、雷电压、能量大小、雷击时间、雷击次数、极性及分段报警阈值等功能。

### 7.2 引下线

7.2.1 建筑物接闪器引下线不应少于2根，并应沿建筑物四周和内庭院四周均匀对称布置。其间距沿周长计算，对于第二类防雷建筑物平均间距不应大于 $18\text{ m}$ ；雷击次数大于 $0.42\text{ 次/a}$ 的第二类防雷建筑物，引下线的间距不应大于 $12\text{ m}$ ；对于第三类防雷建筑物平均间距不应大于 $25\text{ m}$ 。

7.2.2 引下线采用建筑物钢筋混凝土支柱内的主钢筋用焊接、螺栓连接。

7.2.3 明敷引下线在建筑物的室外距地面 $0.3\text{ m}\sim 1.8\text{ m}$ 处装设断接卡或连接板。

7.2.4 重要建筑物引下线泄流通道宜设置雷电数据监测采集装置（如引下线与接闪带连接处、引下线

断接卡处），采集引下线瞬态雷击的雷电流、雷电压、能量大小、雷击时间、雷击次数、极性分段报警阈值等功能。

### 7.3 接地装置

- 7.3.1 每根引下线的接地电阻对第二类防雷建筑不应大于 $10\ \Omega$ ，对第三类防雷建筑不应大于 $30\ \Omega$ 。
- 7.3.2 建筑物防雷接地装置、电气系统接地装置、保护接地装置和电子信息系统接地装置共用一个接地系统。接地电阻应按共用接地系统的各系统要求的最小值确定。
- 7.3.3 当自然接地体的冲击接地电阻无法满足要求时，应补加人工接地体，第二类及第三类防雷建筑补加人工接地体应满足GB 50057的要求。
- 7.3.4 在人员活动的区域，增加接地体时，应采取防止跨步电压的措施，应满足GB 50057的要求。
- 7.3.5 增加的水平接地体的埋设深度不应小于 $0.5\ \text{m}$ ，距墙或基础水平距离不小于 $1\ \text{m}$ 。
- 7.3.6 建筑物的接地系统与周围其他接地系统或埋地敷设的金属管线的距离小于 $4\ \text{m}$ 时，应与其他的接地系统或金属管线直接等电位连接；如不能直接连接，应采用具有放电间隙的连接器进行连接。
- 7.3.7 建筑物的接地体应采用基础中的钢筋焊接作为自然接地体。

### 7.4 电子系统设备等电位连接

- 7.4.1 在设计阶段，电子系统设备机房应在建筑物内四周位置预设与接地装置相连接的等电位连接带或接地端子板，不应与LPS引下线直接连接。
- 7.4.2 宜在电子信息系统机房设备接地引出线及涉及人身触电安全风险设备接地线上设置接地监测数据采集装置，对接地过电压、地电位反击、漏电流等进行监控管理。

### 7.5 建筑物内金属和从户外进入建筑物的金属物等电位连接

- 7.5.1 建筑物内的金属架构、设备外露可导电部分应就近接至接地装置等电位连接带上，不应使用LPS引下线连接。
- 7.5.2 户外低压线路宜采用铠装电缆，护套电缆穿钢管埋地或封闭金属桥架敷设。金属管道、电缆的金属保护层、电缆的屏蔽层、光纤的金属保护层及金属加强芯等应在进入建筑物处与建筑物接地装置就近做等电位连接，不应使用LPS引下线连接。金属桥架、金属管线的转弯及换线处应保证电气贯通。

### 7.6 直击雷防护装置使用的材料的要求

- 7.6.1 直击雷防护装置使用的材料及其应用条件，应符合GB 50057的规定，在一个建筑物的LPS系统中，应避免不同种类的金属混用。
- 7.6.2 直击雷防护装置连接各连接部件的最小截面，应符合GB 50057的规定。
- 7.6.3 接闪器和引下线的材料、结构与最小截面，应符合GB 50057的规定。
- 7.6.4 在腐蚀环境中接闪器、引下线采用耐腐蚀材料或增大截面积，接地装置采用复合接地体材料。当利用建筑物基础作为接地装置时，埋在土壤内的外接导体应采用铜质材料或不锈钢材料，不应采用热镀锌钢材。
- 7.6.5 接闪器、引下线采用直径为不小于 $10\ \text{mm}$ 的圆钢或等效截面积不小于 $50\ \text{mm}^2$ 的钢材焊接或压接。等电位连接的材料、截面积应符合表1规定。

### 7.7 接闪器、引下线、等电位带及接地体的焊接要求

- 7.7.1 钢材与钢材的搭接长度及焊接方法符合表2的规定。

表2 防雷装置钢材焊接时搭接长度及焊接方法

焊接材料	搭接长度	焊接方法
扁钢与扁钢	不应小于扁钢宽度的2倍	两个大面不应少于3个棱边焊接
圆钢与圆钢	不应小于圆钢直径的6倍	双面施焊
圆钢与扁钢	不应小于圆钢直径的6倍	双面施焊
扁钢与钢管、扁钢与角钢	紧贴角钢外侧两面或紧贴3/4钢管表面，上下两侧施焊，并焊以由扁钢弯成的弧形（或直角形）卡子或直接由扁钢本身弯成弧形或直角形与钢管或角钢焊接	

7.7.2 铜材与铜材或铜材与钢材焊接时，连接工艺采用防热焊接，熔接接头将被连接的导体完全包在接头里，且连接牢固，接头应无贯穿性的气孔且表面平滑。

## 7.8 具有阴极保护的管道进入室内的等电位连接

具有阴极保护的埋地管道，在其从室外进入室内处宜设置绝缘段，并在绝缘段处跨接电压开关型SPD或隔离放电间隙，SPD和放电间隙的 $U_p$ 应小于绝缘段的耐受冲击电压水平，并应大于阴极保护电源的最高电压。

## 7.9 阀门站（井）、流量计站（井）及自动化仪表等的防雷接地

阀门站（井）、流量计站（井）、管网监测点的设备、水质监测仪表、自动化仪表、金属管道等应接地，可与设备安装处的接地系统进行等电位连接，接地电阻不宜大于 $10\ \Omega$ 。

## 7.10 空旷区域金属设施的防雷接地

7.10.1 在空旷区域不设外部LPS的建筑物，该区域内的大金属物，如设备金属外壳、行车、栏杆、金属楼梯（含扶手）等应接地且接地点不应少于2处，两接地点的最大距离不应大于 $18\ \text{m}$ ，接地电阻不应大于 $10\ \Omega$ 。

7.10.2 大尺寸栏杆宜多点接地，栏杆的两端应接地，两接地点的最大距离不应大于 $18\ \text{m}$ 。

## 7.11 高耸金属物的防雷接地

不在LPS保护范围内的高杆灯杆、旗杆、金属料仓等独立高耸金属物，应良好接地，其接地电阻不应大于 $10\ \Omega$ ；独立高耸金属应采取防止跨步电压和接触电压的措施。独立高耸物的接地体与地下附近埋设金属管线或其他建筑物接地体的距离应符合7.3.6的规定。

## 7.12 施工现场的LPS应符合以下要求

7.12.1 水务工程及相关设施施工现场的建筑物、施工设备的防雷应符合SL 398和QX/T 246的相关规定。

7.12.2 临时建筑利用金属架构和金属屋面作LPS时，应满足以下要求：

- a) 金属屋面下无易燃物品时彩钢板厚度不小于 $0.5\ \text{mm}$ ，金属屋面下有易燃物品时彩钢板厚度不小于 $4\ \text{mm}$ ；
- b) 临时建筑的金属架构和金属屋面保持电气连通；
- c) 利用建筑物的金属结构作为引下线，保证其电气连通；
- d) 利用建筑物的地基和金属地锚等作为自然接地体，接地体符合7.3的要求；
- e) 在引下线和接地体处做防止接触电压和跨步电压的措施；
- f) 不在LPS上架设（悬挂）电力、通信线路。

7.12.3 非固定设备应与建筑物接地装置就近连接，连接处不应少于2处，相邻的两处连接处距离不超过 $30\ \text{m}$ ，连接导体材料、截面积应符合表1的规定。

# 8 高压配电系统雷电防护

## 8.1 雷电过电压类型及设计要求

雷电过电压包括线路雷电绕击、反击过电压和变电站直击、雷电侵入波过电压。输电线路和变电站的防雷设计，应结合已有线路和变电站运行经验、地区雷电活动强度、地闪密度、地形地貌以及土壤电阻率等因素，通过计算分析和经济比较，采用差异化的雷电防护措施。

## 8.2 高压配电线路雷电过电压防护

8.2.1 高压架空 $220\ \text{kV}$ 输电线路应沿全线架设双地线敷设。 $110\ \text{kV}$ 线路一般沿全线架设地线，在山区和雷电活动特殊强烈地区，宜架设双地线。 $35\ \text{kV}$ 及以下线路一般不沿全线架设地线。

8.2.2 杆塔上地线对边导线的保护角，对于 $220\ \text{kV}$ 同塔双回线路直线塔的保护角不应大于 $0^\circ$ ， $110\ \text{kV}$

线路不大于 $10^\circ$ ，单地线回路宜小于 $25^\circ$ 。杆塔上两根地线间的距离不应超过导线与地线间垂直距离的5倍。

### 8.3 MOA的选择

8.3.1 输电线路两端与架空线路相连接的长度超过50 m的电缆，应在其两端装设MOA；长度不超过50 m的电缆，只在任何一端装设即可。

8.3.2 在高压系统的进线柜，电压互感器一次侧、变压器、电动机、并联电容器等进线端应安装MOA。

8.3.3 MOA额定电压的选择应满足以下要求：

- a) 对于中性点不接地高压系统，系统暂时过电压不大于系统最高运行线电压的1倍。MOA的额定电压为1.25倍的系统暂时过电压；
- b) 对于中性点经消弧线圈接地系统，系统暂时过电压不大于系统最高运行线电压。MOA的额定电压为1.25倍的系统暂时过电压；
- c) 标称电压为1 kV~220 kV交流三相系统及相关设备的标准电压，按表3执行；
- d) 对于中性点经消弧线圈接地或中性点不接地高压系统，MOA的 $U_n$ 等于或高于高压系统的最高运行线电压，即1.2倍配电系统的标称电压。

表3 标称电压1 kV~220 kV三相交流系统及相关设备的标准电压

单位：kV

系统标称电压	设备最高压	系统暂时过电压	
		中性点不接地系统	中性点经消弧线圈接地系统
6	7.2	8	7.2
10	12	13.2	12
20	24	26.4	24
35	40.5	45	40.5
110	132	145.2	132
220	264	290.4	264

8.3.4 MOA的标称电流选择应满足以下要求：

- a) 对于架空线进线高压系统，在进线处的MOA选择 $I_n$ 10 kA，大电流冲击峰值选择100 kA；电动机MOA选择 $I_n$ 5 kA或2.5 kA，大电流冲击峰值选择65 kA；其他场合安装MOA选择 $I_n$ 5 kA，大电流冲击峰值选择65 kA；
- b) 对于埋地电缆高压系统，MOA选择 $I_n$ 5 kA，大电流冲击峰值选择65 kA；电动机MOA选择 $I_n$ 5 kA或2.5 kA，大电流冲击峰值选择65 kA。

## 9 低压电气系统雷电防护

### 9.1 SPD选择及参数确定

9.1.1 低压电源线路引入总配电箱（柜）处，应装设I级试验SPD或I级试验和II级试验组合型SPD。SPD的 $U_p$ 值应小于或等于2.5 kV。SPD的 $I_{imp}$ 值：第二类及第三类防雷建筑，无法确定时应取等于或大于12.5 kA。SPD的接线应符合GB 50057中附录J的规定。

9.1.2 阀门井、流量计井，其外部低压电源线路埋地敷设，且埋地长度大于15 m时，应装设II级试验的SPD。

9.1.3 SPD为标准35 mm导轨安装，SPD应具有接入远程监测遥信端口；SPD还应有劣后指示窗口，SPD模块应为插拔式实现热插拔。

9.1.4 220/380 V线路和设备的绝缘耐冲击电压按表4的规定取值。

表4 配电系统中设备绝缘耐冲击电压额定值

单位: kV

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	特殊需要保护的设备
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	4	2.5	1.5
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(如水务工程及相关设施中的PLC、自动化仪表)以及补偿电容器组。 注2: II类——额定工作电压为220/380V的电气、机械设备等。 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。				

9.1.5 SPD的 $U_{p/f}$ 的计算与选择应符合下列规定:

- a) 当 $\Delta U_L$ 从户外线路进入建筑物处可按1kV/m计算。其后的限压型SPD当连接导线 $\leq 0.5$ m时,可按 $\Delta U_L = 0.2U_p$ 计算。如果SPD仅通过感应电涌, $\Delta U_L$ 可忽略。SPD的 $U_p$ 可按下列公式计算:

- 1) 对限压型SPD的 $U_{p/f}$ ,按公式(1)计算:

$$U_{p/f} = U_p + \Delta U_L \dots \dots \dots (1)$$

- 2) 对开关型SPD的 $U_{p/f}$ ,按公式(2)计算:

$$U_{p/f} = \max(U_p, \Delta U_L) \dots \dots \dots (2)$$

- b) 当SPD与设备之间的线路长度可忽略时(例如SPD安装在设备终端处),按公式(3)计算:

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

- c) 当SPD与设备之间的线路长度小于10m时(例如SPD安装在分配电箱或插座处),按公式(4)计算:

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

- d) 当SPD与设备之间的线路长度大于10m时(例如SPD安装在分配电箱或插座处),按公式(5)计算:

$$U_{p/f} \leq (U_w - U_L) / 2 \dots \dots \dots (5)$$

9.1.6 当SPD的 $U_p$ 满足9.4.5中b)、c)、d)的要求,可不安装后续的SPD,否则应增设后续SPD直到满足9.4.5中b)、c)、d)的要求。开关型SPD至限压型SPD之间的线路长度小于10m、限压型SPD之间的线路长度小于5m时,在两级SPD之间应加装退耦器。当SPD具有能量自动配合功能时,SPD之间的线路长度不受限制。

9.1.7 SPD的 $U_c$ 不应小于表5的规定,当 $U_c$ 值为故障下最坏的情况时,不计15%的允许误差。

表5  $U_c$ 的最小值

SPD装设位置	低压配电系统的接地方式	
	TN-C	TN-S
相线与中性线之间(L-N)	不适用	1.15 $U_0$
相线与PE线之间(L-PE)	不适用	1.15 $U_0$
中性线与PE线之间(N-PE)	不适用	$U_0$ <sup>①</sup>
相线与PEN线之间(L-PEN)	1.15 $U_0$	不适用
注1: 标有①的值是故障下最坏的情况。 注2: $U_0$ 是低压系统相线对中性线的标称电压,对380V/220V配电系统就是相电压220V。		

9.1.8 当预期的电涌电流难以计算时，安装在每一相线、中性线与PE线间的SPD的 $I_{imp}$ 、 $I_n$ 、 $I_{sc}$ 值应符合表6的规定。当采用附录D图D.1连接类型2时，连接在N-PE之间的SPD的 $I_{imp}$ （或 $I_n$ 、 $I_{sc}$ ）值应为连接在L-N之间SPD的 $I_{imp}$ （或 $I_n$ 、 $I_{sc}$ ）值的4倍，如 $I_{imp}$ 值为12.5 kA时，则N-PE之间的 $I_{imp}$ 值应不小于50 kA。在单相系统中，如果采用L-N、N-PE之间安装SPD，连接在N-PE之间的SPD的 $I_{imp}$ （或 $I_n$ 、 $I_{sc}$ ）值应为连接在L-N之间SPD的 $I_{imp}$ （或 $I_n$ 、 $I_{sc}$ ）值的2倍，如 $I_{imp}$ 值为12.5 kA时，则N-PE之间的 $I_{imp}$ 值应不小于25 kA。

表6 SPD电流参数的选择

单位：kA

防雷类别	I级试验的SPD	II级试验的SPD	III级试验的SPD
防雷类别	$I_{imp}$	$I_n$	$I_{sc}$
第二类	$\geq 12.5$	$\geq 10$	$\geq 5$
第三类	$\geq 12.5$	$\geq 5$	$\geq 3$

## 9.2 隔离界面防雷措施的要求

9.2.1 户外安装以及供电电源线路较长的电子信息设备采用隔离变压器进行电源线路防闪电电涌保护或采用带隔离变压器的电源供电。

9.2.2 隔离变压器的初级、次级绕组间应分别设屏蔽层。初级绕组/次级绕组之间的雷电冲击耐受电压应大于线路预期雷电过电压值，并不小于10 kV。

9.2.3 隔离变压器的容量不小于电子信息设备的额定功率的1.25倍，输出电压与电子信息设备的额定输入电压相同。

## 9.3 雷电数据监测采集要求

宜在低压供配电系统电源总配电箱（柜）、阀门井、流量计井等传感器线路的外部低压电源箱（柜）电源输入端设置瞬态过电压数据监测采集装置，在低压供配电SPD接地端设置接地监测采集装置，采集装置采用RS485通信接口和Modbus协议。

## 10 电子信息系统雷电防护

### 10.1 安装环境要求

10.1.1 电子信息设备应安装在直击雷保护范围内（LPZ0<sub>B</sub>及后续LPZ）。安装在LPZ0<sub>B</sub>的电子信息设备，应装设在封闭的金属箱内，金属箱不宜采用大面积非金属材料作为视察窗，散热百叶窗内应焊接屏蔽网。金属箱的各部件均应保证电气贯通。金属箱与安装处的接地装置进行等电位连接，接地电阻不应大于10  $\Omega$ 。

10.1.2 以建筑物自身的钢筋作为LPS的建筑物内，视为LPZ1。建筑物内的雷电流感应的磁场强度计算应符合GB 50057的规定。电子信息设备安装位置的磁场强度大于自动化仪表设备的许可值时，应增加电磁屏蔽措施。

### 10.2 线路敷设要求

10.2.1 穿过LPZ0<sub>B</sub>及LPZ1的电子信息设备的电源线、信号线宜采用屏蔽线缆或其他金属屏蔽层埋地敷设，金属屏蔽层应全长保持电气贯通，并在线路的两端接地。

10.2.2 钢管、桥架、电源电缆屏蔽层、信号电缆外层屏蔽层在LPZ交界处应做等电位连接。

### 10.3 电源线路防闪电电涌措施

10.3.1 电子信息设备的电源线路应安装SPD，宜采用隔离变压器或带隔离变压器的电源供电。SPD的选择应符合9.1的要求；隔离变压器或带隔离变压器的电源应符合9.2的要求。

10.3.2 SPD线路中预期的电涌电流在电子信息设备处产生的磁场强度的计算按附录B的规定。当SPD接

地线中预期的电涌电流在电子信息设备处产生的磁场强度大于电子信息设备的允许值时,应使用隔离界面进行电源线路防闪电电涌保护。

10.3.3 电子信息设备电源线路及接地监测采集装置宜符合9.3的要求。

#### 10.4 信号线路防闪电电涌措施

10.4.1 电子信息设备信号线路防闪电电涌侵入措施为安装信号SPD,信号SPD的接地应具备地电位反击抑制功能。

10.4.2 安装在LPZ<sub>0B</sub>、LPZ1或信号线路穿过LPZ<sub>0B</sub>、LPZ1的电子信息设备,信号线路应采用防闪电电涌侵入及地电位反击抑制措施。

10.4.3 安装在LPZ2及以下区的电子信息设备,如果信号线路中预期闪电电涌电压大于设备绝缘耐受冲击电压值,信号线路应采用防闪电电涌侵入及地电位反击抑制措施。

10.4.4 与户外进入建筑内的金属管道等有电气连接的电子信息设备,信号线路应采用防闪电电涌侵入及地电位反击抑制措施。

#### 10.5 信号SPD选用规定

10.5.1 安装位置及参数选择满足以下规定:

- 安装在LPZ<sub>0B</sub>、LPZ1或信号线路穿过LPZ<sub>0B</sub>、LPZ1的电子信息设备,在信号线路端口处安装信号SPD;
- 安装在LPZ2及以下区的电子信息设备,如果信号线路中预期闪电电涌电压大于设备绝缘耐冲击电压值,在设备信号端口处安装信号SPD;
- 与户外进入建筑内的金属管道等有电气连接的电子信息设备,在设备的信号端口处安装信号SPD;
- 电子信息设备信号线路较多且设备柜内集中度较高,采用机架式多通道SPD,各通道应采用插拔组合式结构;
- 非同轴信号SPD宜为插拔式,实现即插即用,并具备接入远程监测遥信端口;
- 分体式电磁流量计、超声波液位计等电子信息设备,其传感器与转换器之间的连接电缆由设备生产厂提供时,可不安装信号SPD或按设备生产厂规定执行;
- 信号SPD的 $U_c$ 不应小于信号系统额定工作电压的1.2倍;
- 信号SPD的保护电压 $U_p$ 按公式(1)和公式(2)计算,信号SPD的 $U_{p/f}$ 不应大于保护设备信号端口绝缘耐冲击电压值的0.8倍;
- 电子信息设备的信号线路中预期的电涌电流及SPD的 $I_{sc}$ 选择按表7的规定确定。

表7 信号SPD的 $U_{oc}$ 、 $I_{sc}$ 选型

单位: kV

防雷类别	自动化仪表安装在LPZ <sub>0B</sub> 、LPZ1且信号线路穿过不同的LPZ①		自动化仪表安装在LPZ2及以下区,并在同一接地系统上,且信号线路不穿过不同的LPZ②		自动化仪表安装在LPZ2及以下区,且信号线路穿过LPZ0③	
	$U_{oc}$	$I_{sc}$	$U_{oc}$	$I_{sc}$	$U_{oc}$	$I_{sc}$
第二类	15	7.5	0.3	0.15	7.5	3.75
第三类	10	5	0.2	0.1	5	2.5

注1: 自动化仪表安装在户外仪表箱内或安装在以建筑物钢筋作为LPS的建筑物内,且与其他位置的建筑物内(户外仪表箱)的自动化仪表有信号连接。  
注2: 安装在LPZ2及以下区并在同一个接地系统上的自动化仪表,LPS引下线中的雷电电流在信号线路感应电涌,而进行的防护。  
注3: 安装在LPZ2及以下区的自动化仪表有信号联系,考虑雷击在线路附近对信号线路的LEMP感应而进行的防护。

10.5.2 SPD的连接导线,接地线宜尽量短,宜采用凯文接法。

10.5.3 信号SPD传输特性（如插入损耗、驻波比、近端串扰、误码率、传输精度、传输延时、数据脉冲波形变化等参数）应满足电子信息系统的要求。

## 10.6 隔离界面防雷措施选用规定

10.6.1 在信号线路中隔离界面防雷措施包括光电耦合器（或称光电隔离器）、无金属光纤、无线传输等。

10.6.2 被保护设备对外部磁场敏感，宜采用隔离界面防雷措施。

10.6.3 当信号SPD的性能不能满足要求，应增加隔离界面防雷措施。

10.6.4 SPD的接地线中的预期的电涌电流在电子信息设备处产生的磁场强度的计算按附录B的规定。当SPD的接地线中预期的电涌电流在电子信息设备处产生的磁场强度和磁场感应强度大于电子信息设备的允许值时，应采用隔离界面防雷措施。

10.6.5 当信号线路全程屏蔽施工困难或成本高，宜增加隔离界面防雷措施。

10.6.6 在实际应用中，采用电压限制或电流限制保护措施后电子信息设备仍然被雷电损坏，应采用隔离界面防雷措施进行防雷改造。

## 10.7 水务信息化系统及设备机房雷电防护措施

10.7.1 工业控制、网络、通讯、消防、视频监控系统及特殊机房为减小LEMP在电子系统内产生的浪涌，宜采用建筑物屏蔽、机房屏蔽、设备屏蔽、线缆屏蔽和线缆合理布局等措施，上述措施应综合应用。

10.7.2 建筑物屏蔽宜利用建筑物的金属框架、混凝土中的钢筋等自然金属部件与LPS连接构成格栅大空间屏蔽。

10.7.3 机房内的设备应安装在LPZ2以及后续的LPZ内，机房宜选择在建筑物低层中心区，当不能满足机房内的电子信息系统电磁环境要求时，应增加机房屏蔽措施。进出机房的电源线、信号线应全程穿金属管（槽）敷设，金属管槽保持电气连通，至少两端接地。

10.7.4 机房的屏蔽效果、设备与建筑物LPS的引下线安全距离以及等电位连接网络应符合GB 50343的规定。

10.7.5 机房低压配电系统的防雷保护应满足9.1、9.2的要求。信号系统防雷应满足10.4、10.5、10.6的要求。

10.7.6 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传输线，当光纤有加强芯和护套金属层时，应在进入建筑物处与建筑物的接地装置经最短路径进行等电位连接。当采用光纤作为信号线无法实施，宜采用隔离界面进行雷电防护。

10.7.7 信号线缆主干线的金属线槽应敷设在电气竖井内。布置电子系统机房信号线缆的线路走向时，宜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。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，且平行长度小于等于10 m时，最小间距可以是10 mm。当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。信号线缆与其他管线及电力电缆的净距应满足表8、表9的要求。

表8 电子系统线缆与其他管线的间距

单位：mm

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	最小交叉净距
防雷引下线	1000	300
保护底线	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9 电子系统与电力电缆的净距

单位：mm

类别	与电子系统信号线缆接近状况	最小净距
380 V电力电缆容量小于2 kVA	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
	双方都在接地的金属线槽或钢管中	10
380 V电力电缆容量2 kVA~5 kVA	与信号线缆平行敷设	300
	有一方在接地的金属线槽或钢管中	150
	双方都在接地的金属线槽或钢管中	80
380 V电力电缆容量大于5 kVA	与信号线缆平行敷设	600
	有一方在接地的金属线槽或钢管中	300
	双方都在接地的金属线槽或钢管中	150

10.7.8 仪表（器）、数采仪、探测器、控制设备及网络通讯监控设备应采用SPD、隔离变压器或采用带隔离变压器的电源供电，SPD的参数选择符合9.1的规定；隔离变压器的参数选择应符合9.2的规定。信号线路应采用安装信号SPD防闪电电涌入侵；信号SPD选择符合10.5的规定。

10.7.9 仪表（器）、数采仪、探测器、控制设备及网络通讯监控设备对外部磁场敏感应采用隔离变压器或采用带隔离变压器的电源进行闪电电涌防护。

10.7.10 太阳能供电的野外遥测站，通常宜设计防雷接地措施；防雷接地措施难以实施的站点，可采用悬浮避雷方式。

## 11 特殊场所雷电防护

### 11.1 加氯、加氨系统

11.1.1 加氯、加氨系统的电气系统雷电防护应符合第9章的规定。

11.1.2 加氯、加氨系统的电子信息系统雷电防护应符合第10章的规定。

11.1.3 氯库、加氯间、氨瓶间、加氨间应设置等电位连接排，液氯罐、金属管道、集液管、金属阀门、加氯机、水射器、余氯分析仪、取样泵、真空调节器、氨瓶、加氨管、氨气压力计、液压重量计、氨气过滤器、加氨机、漏氨报警仪、电动钢球阀以及其他金属物均应就近连接到等电位连接排上，等电位连接排应与防雷接地装置连接。

### 11.2 氧气站、液氧罐

氧气站、液氧罐的雷电防护应符合GB 50030的规定。

### 11.3 危化品仓库

11.3.1 危化品仓库的电气系统雷电防护应符合第9章的规定。

11.3.2 危化品仓库的电子信息系统雷电防护应符合第10章的规定。

11.3.3 危化品仓库应设置等电位连接排，仓库内金属储罐、金属货架、静电释放装置、防静电夹、金属门窗、风机等应就近连接到等电位连接排上，等电位连接排应与防雷接地装置连接。

11.3.4 所有的电气、信号线路在危化品仓库内无接头。

11.3.5 所有的电气、信号设备如开关、SPD等应安装在危化品仓库以外的地方。

### 11.4 安装在户外的设备

11.4.1 需要进行雷电防护的安装在户外的设备应在LPS保护范围之内，即在LPZ0<sub>b</sub>及后续LPZ。

11.4.2 按照设备对运行环境电磁场要求，确定设备是否采取减小或屏蔽LEMP的措施。

11.4.3 配电系统雷电防护应符合第9章的规定，线路采用屏蔽措施，如采用屏蔽线、穿钢管、埋地等措施。

11.4.4 电子信息系统雷电防护应符合第10章的规定，线路采用屏蔽措施，如采用屏蔽线、穿钢管、埋地等措施。

### 11.5 输水管道（金属管道）、高腐蚀性及含沼气场所

11.5.1 输水管道（金属管道）、高腐蚀性及含沼气场所的电气系统雷电防护应符合第9章规定，电子信息系统应符合第10章规定。

11.5.2 所有屏蔽措施（如穿钢管、埋地敷设）应确保屏蔽层电气连续性，并多点接地。

11.5.3 输水管道的雷电防护应符合以下要求：

- a) 金属管道应全程设置等电位连接，每间隔不超过 30 m 设置一处接地装置，接地电阻值不应大于 10  $\Omega$ ；
- b) 管道跨越不同 LPZ 时，应设置跨接导体，确保电气连续性；
- c) 管道穿入建筑物或与其他金属设施交叉时，需就近与防雷接地装置连接；
- d) 管道附属设备（如阀门、流量计、压力传感器等）应就近与等电位连接排连接，并纳入防雷接地系统。

11.5.4 高腐蚀性场所的雷电防护应符合以下要求：

- a) 接地装置及连接导体应采用耐腐蚀材料（如镀铜钢、不锈钢），并定期检查腐蚀情况；
- b) 等电位连接排及接地引下线应密封处理或涂覆防腐层；
- c) 金属设备、管道及支架应就近与等电位连接排连接，并确保连接点无锈蚀。

11.5.5 含沼气场所的雷电防护应符合以下要求：

- a) 采用防爆型雷电防护设备（如防爆 SPD、防爆接地夹），符合 GB 50058 规定；
- b) 金属设施（如管道、阀门、传感器）应等电位连接，并确保连接处无火花风险；
- c) 接地装置应远离沼气释放源，接地导体采用铜质材料，接地电阻值不应大于 4  $\Omega$ 。

## 12 水务工程防雷验收

12.1 防雷工程验收按 GB 50601、SL 188 的规定执行。

12.2 防雷工程施工质量验收应划分为单位工程、分部工程、分项工程和检验批。划分应符合以下规定：

12.2.1 单位工程划分原则：仅涉及防雷改造的独立项目，防雷工程应划分为单位工程。

12.2.2 分部工程划分原则：如果该防雷工程属于水务工程项目中一部分施工内容，该防雷工程应划分为分部工程。

12.2.3 分项工程划分：

- a) 可单独施工，并能独立发挥使用功能的建筑物及相应的设备所包含的同类防雷施工内容的可划分为一个分项工程，同类防雷施工内容是指按直击雷防护装置、配电系统防雷措施、电子信息系统防雷措施等；
- b) 独立于建筑物的户外安装仪表如变送器、流量计、电动阀门及配套电气装置、电子装置等设备的同类防雷保护设施可划分为一个分项工程。

12.2.4 检验批的划分：检验批可根据基础、楼层、屋顶、引下线、仪表、电气设备等具体部位或设备进行划分。

12.2.5 直击雷防护装置检验批应包括：

- a) 直击雷防护装置接地系统检验批，包含接地体材料、规格检验，接地电阻检验，防腐措施检验，均压措施检测；
- b) 直击雷防护装置引下线检验批，包含材料、规格检验，数量、相互距离检验，电气连续性检验，防腐措施检验；
- c) 直击雷防护装置接闪器检验批，包含材料、规格检验，尺寸检验，电气连续性检验，防腐措施检验；
- d) 直击雷防护装置等电位连接检验批，包含材料、规格检验，尺寸检验，电气连续性检验，进/出建筑物的金属管线的等电位连接检验，屏蔽电缆/金属铠装电缆的屏蔽层的等电位连接检验；
- e) 户外安装设备的雷电防护区检验批，主要为：

- 1) 户外安装设备的接地系统检验批, 包含地体材料、规格检验, 接地电阻检验, 防腐措施检验, 均压/防接触电压措施检测;
  - 2) 户外安装设备的等电位连接检验批, 包含材料、规格检验, 尺寸检验, 电气连续性检验, 设备外壳、金属机柜(箱)与接地系统等电位连接检验, 金属保护线管、屏蔽电缆/金属铠装电缆的屏蔽层与接地系统等电位连接检验;
  - 3) 供电系统防雷措施检测批, 按12.2.6项执行;
  - 4) 电子信息系统防雷措施检测批, 按12.2.7项执行。
- 12.2.6 配电系统防雷措施检验批包括:
- a) SPD、隔离变压器等具有检验检测资质的第三方抽检;
  - b) SPD 安装位置检查;
  - c) SPD 标注的技术参数检查: I 级试验的 SPD<sub>T1</sub>的  $I_{imp}$  值、II 级试验的 SPD<sub>T2</sub>的  $I_n$  值、III 级试验的 SPD<sub>T3</sub>的  $U_{oc}$ 、 $U_c$ ;
  - d) SPD 标注的技术参数检验:  $U_p$ ;
  - e) SPD 连接电线、电缆、铜排的规格检查和测量。
- 12.2.7 电子信息系统防雷措施检验批包括:
- a) 信号 SPD 第三方抽查;
  - b) 设备电磁屏蔽检验;
  - c) 信号线路的屏蔽检验;
  - d) 信号线路防雷电涌措施检验。
- 12.3 水务工程验收应包括防雷措施专项检测报告。
- 12.4 防雷工程的单位工程和分部工程验收应按SL 223的规定出具相应的单位工程和分部工程验收鉴定书。
- 12.5 水务工程雷电防护措施应经检测机构检测合格, 方可组织水务工程竣工验收。

## 13 检测、维护与管理

### 13.1 水务工程防雷检测项目

- 13.1.1 水务工程LPS检测应满足GB/T 21431的规定。
- 13.1.2 水务工程LPS检测项目参考附录C的规定。

### 13.2 LPS检测单位的要求

- 13.2.1 参照《雷电防护装置检测资质管理办法》确定LPS检测单位。
- 13.2.2 按照QX/T 401的要求建立健全质量管理体系, 并在检测活动中具体实施。
- 13.2.3 出具的检测数据、结果应真实、客观、准确, 并对检测数据、结果负责。
- 13.2.4 应实行LPS检测电子信息化管理, 提高检测管理效果和检测工作水平。
- 13.2.5 应按照QX/T 319的要求建立检测档案管理制度, 明确检测资料档案的保管条件和期限, 做好检测委托合同、检测原始记录、检测报告、检测台账、检测设备档案、检测方案以及其他与检测相关的主要文件等资料档案的收集、整理、归档、分类编目和使用的工作。
- 13.2.6 委托 LPS 检测时, 委托单位可对检测单位专业技术人员素质和能力提出要求, LPS 检测专业技术人员职业要求按 QX/T 406 的规定, 职业能力评价按 QX/T 407 的规定执行。

### 13.3 水务工程的雷电防护措施检测周期和资料归档

- 13.3.1 投入使用后的水务工程及相关设施LPS应实行定期检测制度。LPS应每年检测一次, 设施内的爆炸和火灾危险环境场所的LPS应每半年检测一次。
- 13.3.2 应及时对LPS的竣工图纸及LPS检测报告等资料归档保存。

### 13.4 防雷措施整改

需对水务工程的雷电防护措施进行整改, 应及时制定整改措施并加以落实, 消除隐患。

### 13.5 水务运营单位雷灾报告

水务运营单位应建立健全雷电灾害报告制度,在遭受雷电灾害后应及时向当地气象主管机构报告灾情。

### 13.6 水务工程雷击风险预防与管理

13.6.1 水务运营单位可设置水务智能防雷接地监测管理系统,提升防雷监控管理水平,为水务电子信息系统的雷击风险评估、防雷效果评估、故障诊断、差异化运维提供数据支撑,保障水务电子信息系统的本质安全。水务工程及相关设施运营单位应建立防雷安全制度,明确安全责任人,配备防雷专业相关技术人员,并采取必要的雷电防护措施。

13.6.2 水务工程及相关设施运营单位宜安装雷电预警设备及系统,以提高雷电预警的及时性与准确性。

全国团体标准信息平台

附 录 A  
(资料性)  
水务工程建设规模类别

水利行业建设项目工程规模划分见表A.1。

表A.1 水利行业建设项目工程规模划分表

序号	建设项目类型	单位	大型	中型	小型	备注
1	水库枢纽	$10^8 \times \text{m}^3$	$\geq 1$	1~0.1	$< 0.1$	库容
		MW	$\geq 300$	300~50	$< 50$	装机
2	引调水	$10^8 \text{m}^3$	$\geq 3$	3~1	$< 1$	年引水量
3	排涝	万亩	$\geq 60$	60~15	$< 15$	治涝面积
4	河道治理	堤防等级	1级	2级、3级	4级、5级	-
5	城市防洪	万人	$\geq 50$	50~20	$< 20$	城市人口
6	水土保持	平方公里	$\geq 500$	500~150	$< 150$	综合治理面积
7	水文设施	万元	$\geq 1000$	1000~200	$< 200$	投资额

市政行业建设项目工程规模划分见表A.2，其中水务工程涉供排水系统的工程规模划分执行GB/T 39437的规定，水厂规模按供水量划分为I~III类，污水处理厂按污水处理量划分为I~V类。

表A.2 市政行业建设项目工程规模划分表

序号	建设项目类型		单位	大型	中型	小型	备注	
1	给水工程	水厂	$10^4 \times \text{m}^3/\text{d}$	$\geq 10$	10~5	$< 5$	地表水或地下水取水，如需处理才可供水，按净水厂规模确定；如不需处理，取地下水，按泵站规模确定。 给水工程含再生水利用工程。	
		管网	泵站	$10^4 \times \text{m}^3/\text{d}$	$\geq 20$	20~5		$< 5$
		管道	管径 (mm)	$\geq 1600$	1600~1000	$< 1000$		
2	排水工程	污水处理厂	$10^4 \times \text{m}^3/\text{d}$	$\geq 8$	8~4	$< 4$	排水工程含再生水利用工程	
		管网	泵站	$10^4 \times \text{m}^3/\text{d}$	$\geq 10$	10~5		$< 5$
		管道	管径 (mm)	$\geq 1500$	1500~1000	$< 1000$		

注：本表根据市政行业设计资质要求确定规模划分。

## 附录 B

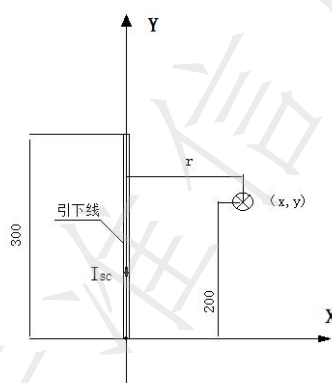
(规范性)

### 雷电流、电涌电流在周围产生的磁场感应强度计算

#### B.1 LPS引下线中的部分雷电流在周围空间产生磁场感应强度计算

B.1.1 LPS引下线中的部分雷电流在周围空间产生磁场感应强度计算应满足以下要求：

- 预期雷电流第二类防雷建筑雷电流按 150 kA、第三类防雷建筑雷电流按 100 kA 计算；
- LPS 引下线中的分流按 GB 50057 的规定计算；
- LPS 引下线中的部分雷电流在空间一点产生的磁场感应强度计算，如图 B.1 所示。



图B.1 LPS引下线中的雷电流在空间点产生的磁场感应强度计算

B.1.2 LPS 引下线中的电涌电流峰值为  $I_{imp}$ 。在空间  $(x, y)$  点产生磁感应强度按以下情况计算：

- 当已知引下线两端到观察点的连线与电流方向的夹角时，按公式 (B.1) 计算：

$$B(x, y) = I_{imp} \times \frac{\mu}{4\pi R_0} \times (\cos\theta_1 - \cos\theta_2) \dots \dots \dots (B.1)$$

式中：

$\mu$ ——空气的导磁率，取值  $4\pi \times 10^{-7} \text{N}^{-1} \cdot \text{m} \cdot \text{A}^{-1}$ ；

$R_0$ ——观察点到引下线的垂直距离（假设引下线为无限长直导线时的简化距离），单位米（m）；

$\theta_1, \theta_2$ ——引下线两端到观察点的连线与电流方向的夹角，单位为弧度或度。

- 当已知观察点距离引下线的水平距离和距离地面的垂直距离时，按公式 (B.2) 计算：

$$B(x, y) = I_{imp} \times \frac{\mu}{4\pi x} \times \left( \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}} - \frac{(y-L)}{\sqrt{x^2 + (y-L)^2}} \right) \dots \dots \dots (B.2)$$

式中：

$\mu$ ——空气的导磁率，取值  $4\pi \times 10^{-7} \text{N}^{-1} \cdot \text{m} \cdot \text{A}^{-1}$ ；

$x$ ——观察点距离引下线的水平距离，单位米（m）；

$y$ ——观察点距离地面的垂直距离（通常以引下线底端为原点），单位米（m）；

$L$ ——引下线的总长度，单位米（m）。

#### B.2 电磁干扰对计算机的影响

B.2.1 由于雷击的电磁脉冲干扰，对计算机而言，在无屏蔽状态下，当环境磁场感应强度大于0.07 Gs时，计算机会误动作；当环境磁场感应强度大于2.4 Gs（191 A/m）时，设备会发生永久性损坏。

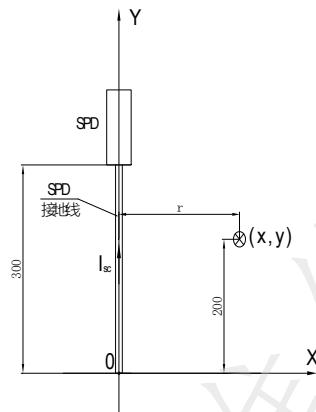
B.2.2 计算机机房内环境干扰磁场强度不应大于800 A/m。

### B.3 SPD接地线中的泄放电流在周围空间产生磁场感应强度的计算

B.3.1 在仪表箱中，采用电源SPD和信号SPD对电子信息设备进行保护时，通过SPD及其接地线的泄放电流会在其周围空间产生磁场。

B.3.2 通过SPD的泄放电流在仪表箱中产生的磁场感应强度可按公式（B.1）或公式（B.2）计算。

示例：当电源SPD的泄放电流  $I_{sc}$  为10 kA，信号SPD的泄放电流  $I_{sc}$  为5 kA，接地线长度为300 mm。如图B.2距离接地线r点的磁场强度和磁场感应强度如表B.1。



图B.2 SPD接地线中的电涌电流在空间点产生磁场强度计算

表B.1 SPD接地线中电涌电流在周围空间感生磁场的磁场强度和磁感应强度

r (mm)		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
电源SPD $I_{sc}=10$ kA	B(Gs)	160.2	57.7	29.0	17.2	11.4	8.0	5.9	4.6	3.6	3.0	2.4	2.1
	H(A/m)	12748	4592	2308	1369	907	637	470	366	286	239	191	167
信号SPD $I_{sc}=5$ kA	B(Gs)	80.1	28.9	14.5	8.6	5.7	4.0	3.0	2.3	1.8	1.5	1.2	1.0
	H(A/m)	6374	2300	1154	684	454	318	239	183	143	119	95	80

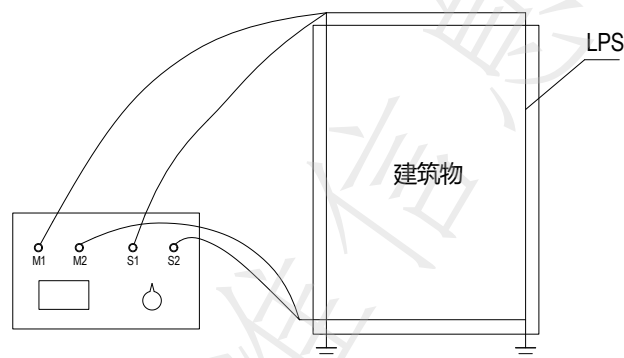
附 录 C  
(规范性)  
水务工程防雷检测项目

### C.1 直击雷LPS检测项目

C.1.1 检测项目的要求和方法应符合GB/T 21431的规定。

C.1.2 接闪器与引下线的电气连接性检查应满足以下要求：

- a) 测量接闪器和接地极之间的电阻，测量方法如图C.1所示，在测量设备与被测物之间用四条导线（两条测量线、两条信号线），检测电流为交流。为避免工频干扰，检测电流频率应避开50 Hz。
- b) 接闪器与各接地极之间的最大电阻 $\leq 0.2 \Omega$ 为合格。



图C.1 LPS引下线电阻测量

C.1.3 接地系统的接地电阻测量应满足以下要求：

- a) 采用专用接地电阻仪器进行接地电阻的测量；
- b) 可以采用三极法或四极法进行测量，检测方法符合 GB/T 21431 的规定。

C.1.4 等电位连接过渡电阻测量应满足以下要求：

- a) 要求进行等电位连接的过渡电阻测量，采用  $U_{oc} 4V \sim 24V$ ，最小电流为 0.2 A 的测量仪器进行测试；
- b) 外部金属管道进入建筑物，与建筑物的接地系统进行等电位连接。连接电阻采用  $U_{oc} 4V \sim 24V$ ，最小电流为 0.2 A 的测量仪器进行测试；
- c) 过渡电阻 $\leq 0.2 \Omega$ 为合格。

### C.2 SPD的检测

C.2.1 对于新建、改建、扩建项目，应对项目中使用的SPD进行抽样检查并送有检测资质的第三方检测机构进行SPD性能测试。

a) 抽样要求如下：

- 1) 由 SPD 的供应商或低压配电系统、自动化系统集成商提供 SPD 产品的品牌、型号、规格、工程中使用数量及产品的编号给 LPS 检测单位。由 LPS 检测单位按 QX/T 404 的规定进行抽样，保证项目中所使用的所有型号 SPD 至少有 1 套被抽查检验；

- 2) 低压配电系统 SPD， $M_s$  按公式 (C.1) 计算：

$$M_s = INT \sqrt[3]{M} + 1 \dots\dots\dots (C.1)$$

- 3) 信号 SPD，当 M 为 6 的整数倍时， $M_s$  按公式 (C.2) 计算：

$$M_s = M/6 \dots\dots\dots (C.2)$$

- 4) 信号 SPD，当 M 不为 6 的整数倍时， $M_s$  按公式 (C.3) 计算：

$$M_s = INT(M/6) + 1 \dots\dots\dots (C.3)$$

- b) 检验依据如下：
  - 1) 按照 GB/T 18802.11、GB/T 18802.21 以及 QX/T 404 的规定；
  - 2) SPD 产品明示的技术指标来源于产品本体的标识、产品外包装或安装使用说明书，也可以是企业标准；
  - 3) 信号 SPD 应进行通讯参数的检验。
- c) 样品处置按 QX/T 404 规定执行。
- d) 抽检结果文书按 QX/T 404 规定执行。

**C.2.2 SPD按以下要求检验：**

- a) 低压配电系统 SPD 压敏电压检测，采用防雷元件测试仪或压敏电压测试仪，对低压配电系统 SPD 压敏电压检测，实测值不应大于 SPD 生产厂家声明的压敏电压限值；如果生产厂家未声明  $U_c$  值，交流 SPD 的压敏电压限值与  $U_c$  的比值不小于 1.4，直流 SPD 的压敏电压限值与  $U_c$  的比值不小于 1.06；
- b) 低压配电系统 SPD 工频泄漏电流检测，采用交流微安表或 SPD 测试仪器，对 SPD 进行工频泄漏电流检测，实测值不应大于 SPD 生产厂家声明的泄漏电流值；如果生产厂家未声明泄漏电流值，在额定工作电压下，其实测值不应大于 20  $\mu$ A，且泄漏电流值不应大于初次测试值的 1.15 倍；
- c) 低压配电系统 SPD 运行温度检测，采用红外线测温仪或其他测温仪器，对 SPD 的端口和外壳进行温度检测，实测值不应大于 SPD 生产厂家声明的 SPD 运行的温度值上限，且实测温度值不应大于初次测试值的 1.15 倍；
- d) SPD 绝缘电阻检测
  - 1) 低压配电系统 SPD 的线路与外壳之间的绝缘电阻，采用 500 V 的绝缘电阻测试仪表进行测试，实测值不应小于 50 M $\Omega$ ；
  - 2) 信号系统 SPD 的线路与外壳之间的绝缘电阻，采用 500 V 的绝缘电阻测试仪表进行测试，实测值不应小于 50 M $\Omega$ 。

**C.3 电子信息设备**

**C.3.1 户外安装的电子信息设备的检查应符合以下要求：**

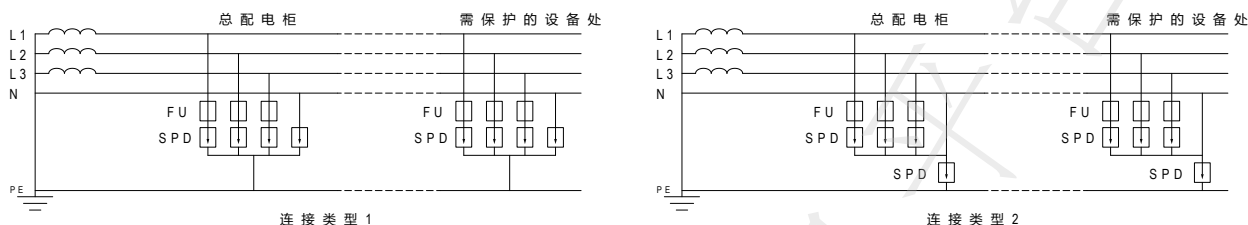
- a) 户外安装的电子信息设备安装位置所处 LPZ；
- b) 户外安装的电子信息设备接地系统的接地电阻测试。接地系统的接地电阻测量方法和判定符合 1.3 的规定；
- c) 户外安装的电子信息设备、安装箱等与接地系统的等电位连接。等电位连接的过渡电阻的测量方法和判定符合 1.4 的规定；
- d) 电源和信号线路屏蔽状态检查；
- e) 电源和信号线路的防闪电电涌措施检查。

**C.3.2 户内安装的电子信息设备的检测应满足以下要求：**

- a) 户内安装，未采用电磁屏蔽措施电子信息设备安装处与建筑物 LPS 引下线的距离不小于 2 m。按实测最小距离，采用附录 B 中的方法计算 LPS 中通过的雷电电流在安装处产生的磁场感应强度，磁场感应强度不应大于电子信息设备的允许值；
- b) 检测电子信息设备与建筑物 LPS 的等电位连接，等电位连接的过渡电阻的检测方法符合 C.1.4 的规定；
- c) 电源和信号线路屏蔽状态检查；
- d) 与安装在 LPZ0<sub>b</sub>、LPZ1、信号线路穿过 LPZ0<sub>b</sub>、LPZ1 的电子信息设备或电源相连接，电源和信号线路的防闪电电涌措施检查。

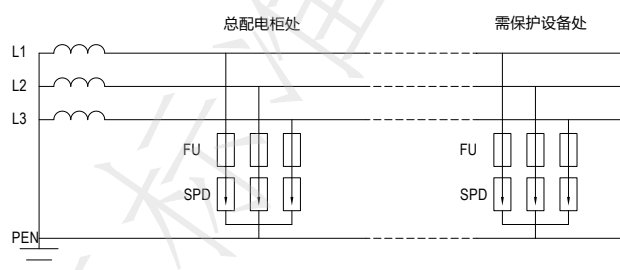
附录 D  
(规范性)  
SPD的安装方式及接线方法

D.1 在TN-S系统SPD的安装方式见图D.1、TN-C系统中SPD的安装方式见图D.2。



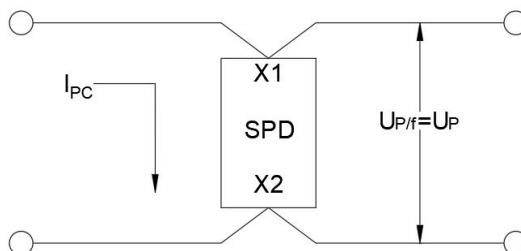
- a 变压器低压侧出线距离到总配电箱不超10 m时，该处N-PE可不装设SPD。
- b SPD后备保护可采用专用电涌后备保护装置SSD（或FU过流保护装置--SPD后备保护可选用防雷专用后备保护器SSD）。

图D.1 TN-S系统SPD安装方式



图D.2 TN-C系统SPD安装方式

D.2 SPD的连接导线、接地线应短直，其总长度不宜大于0.5 m，宜采用图D.3所示的凯文接法，SPD接地线最小截面积应符合表D.1的规定。



标引序号说明：

X1——SPD输入端；

X2——SPD输出端；

$I_{pc}$ ——电涌电流；

$U_{p/f}$ ——在ITE输入处的电压，其大小由SPD的 $U_p$ 和连接SPD的受保护设备之间的 $\Delta U_L$ 决定；

$U_p$ ——SPD输出端的电压。

图D.3 SPD连接方法（凯文接法）的示例

表D.1 SPD接地线的最小截面

单位：mm<sup>2</sup>

SPD试验级	铜导线截面积
I	6
II	2.5
III	1.5

## 参 考 文 献

- [1] GB/T 21714.1 雷电防护 第1部分：总则
  - [2] GB/T 21714.4 雷电防护 第4部分：建筑物内电气和电子系统
  - [3] GB/T 33588.6 雷电防护系统部件（LPSC） 第6部分：雷击计数器（LSCs）的要求
  - [4] GB 50064 交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范
  - [5] GB 55024 建筑电气与智能化通用规范
  - [6] QX/T 85 雷电灾害风险评估技术规范
  - [7] QX/T 694 防雷安全重点单位雷电灾害防御工作指南
  - [8] SZJG 28.1 雷电防护安全要求及检测规程 第1部分：通则
  - [9] T/CECS 1257 水务项目工程总承包管理标准
  - [10] 中国气象局. 雷电防护装置检测资质管理办法：中国气象局令第31号（2020年修订）
-