



CECS 341 : 2013

---

中国工程建设协会标准

# 电力通信系统防雷技术规程

Technical specification for lightning protection of  
electric power communication systems

中国计划出版社

中国工程建设协会标准

## 电力通信系统防雷技术规程

Technical specification for lightning protection of  
electric power communication systems

**CECS 341 : 2013**

主编单位：深圳供电局有限公司

四川中光防雷科技股份有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2013年9月1日

中国计划出版社

2013 北 京

中国工程建设协会标准  
**电力通信系统防雷技术规程**

CECS 341 : 2013

☆

中国计划出版社出版

网址: [www.jhpress.com](http://www.jhpress.com)

地址:北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 3 层

邮政编码:100038 电话:(010)63906433(发行部)

新华书店北京发行所发行

廊坊市海涛印刷有限公司印刷

---

850mm×1168mm 1/32 2.25 印张 55 千字

2013 年 7 月第 1 版 2013 年 7 月第 1 次印刷

印数 1—5080 册

☆

统一书号:1580242·056

定价:22.00 元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话:(010)63906404

如有印装质量问题,请寄本社出版部调换

# 中国工程建设标准化协会公告

第 138 号

## 关于发布《电力通信系统防雷技术规程》 的公告

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2012 年第一批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字〔2012〕57 号)的要求,由深圳供电局有限公司、四川中光防雷科技股份有限公司等单位编制的《电力通信系统防雷技术规程》,经本协会雷电防护专业委员会组织审查,现批准发布,编号为 CECS 341 : 2013,自 2013 年 9 月 1 日起施行。

中国工程建设标准化协会  
二〇一三年五月二十一日

# 前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2012年第一批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字〔2012〕57号);制定本规程。

本规程共分8章。主要技术内容包括:总则、术语、电力通信系统雷电环境评估、雷电防护分级、防雷设计、防雷施工、施工质量验收、维护与管理。

根据原国家计委计标〔1986〕1649号文《关于请中国工程建设标准化委员会负责组织推荐性工程建设标准试点工作的通知》的要求,推荐给工程建设设计、施工等使用单位和工程技术人员采用。

本规程由中国工程建设标准化协会雷电防护专业委员会归口管理,由深圳供电局有限公司(地址:深圳市罗湖区深南东路4020号,邮政编码:518001)负责具体内容的解释。在执行过程中,如发现需要修改或补充之处,请将意见和建议寄送解释单位。

**主 编 单 位:** 深圳供电局有限公司

四川中光防雷科技股份有限公司

**参 编 单 位:** 广州中光电子科技有限公司

广东省防雷中心

广州电力设计院

广东电网电力科学研究院

重庆市电力公司电力科学研究院

重庆北斗导航应用技术股份有限公司

**主要起草人:** 胡子珩 王德言 王少锋 丘国良 张红文

鲁 强 邱续东 黄智慧 刘智勇 严晓玲

李 谦 刘永相 周红缨  
主要审查人：葛 栋 李 杰 赵 军 黄 琦 陈宝仁  
叶 宽 魏德军 杨 伟 郭在华

# 目 次

1	总 则 .....	( 1 )
2	术 语 .....	( 2 )
3	电力通信系统雷电环境评估 .....	( 5 )
3.1	地区雷暴日等级划分 .....	( 5 )
3.2	雷电防护区划分 .....	( 5 )
3.3	雷击风险评估 .....	( 6 )
4	雷电防护分级 .....	( 7 )
4.1	一般规定 .....	( 7 )
4.2	按电力通信系统重要性及所处地区雷暴日 等级划分雷电防护等级 .....	( 7 )
4.3	按防雷装置的防护效率确定雷电防护等级 .....	( 7 )
5	防雷设计 .....	( 9 )
5.1	一般规定 .....	( 9 )
5.2	通信供电电源 .....	( 12 )
5.3	电力通信线缆 .....	( 15 )
5.4	数字微波通信系统 .....	( 15 )
5.5	程控交换系统 .....	( 17 )
5.6	电力数据网、数字同步网及网络管理系统 .....	( 17 )
5.7	视频监控系統 .....	( 18 )
5.8	卫星通信系统 .....	( 19 )
5.9	电力线载波通信系统 .....	( 20 )
5.10	电力会议电视系统 .....	( 20 )
6	防雷施工 .....	( 22 )
6.1	一般规定 .....	( 22 )

6.2	接地装置 .....	(22)
6.3	接地线 .....	(23)
6.4	等电位接地端子板(等电位连接带) .....	(23)
6.5	电涌保护器 .....	(24)
6.6	屏蔽和线缆敷设 .....	(25)
7	施工质量验收 .....	(27)
7.1	验收项目 .....	(27)
7.2	竣工验收 .....	(28)
8	维护与管理 .....	(30)
8.1	维护 .....	(30)
8.2	管理 .....	(30)
附录 A	$N$ 和 $N_0$ 的计算方法 .....	(32)
附录 B	雷电流参数 .....	(36)
附录 C	信号线路电涌保护器冲击试验波形和参数 .....	(39)
	本规程用词说明 .....	(40)
	引用标准名录 .....	(41)
附:	条文说明 .....	(43)

## Contents

1	General provisions .....	( 1 )
2	Terms .....	( 2 )
3	Lightning environment assessment of electric power communication systems .....	( 5 )
3.1	Classification of regional thunderstorm days .....	( 5 )
3.2	Division of lightning protection zone .....	( 5 )
3.3	Risk assessment of lightning stroke .....	( 6 )
4	Classification of lightning protection level .....	( 7 )
4.1	General provisions .....	( 7 )
4.2	Determine lightning protection level by thunderstorm days and the importance of electric power communication systems .....	( 7 )
4.3	Determine lightning protection level by efficiency of LPS .....	( 7 )
5	Lightning protection design .....	( 9 )
5.1	General provisions .....	( 9 )
5.2	Power supply .....	( 12 )
5.3	Electric power communication cables .....	( 15 )
5.4	Digital microwave communication system .....	( 15 )
5.5	PABX system .....	( 17 )
5.6	Electric power data network,digital synchronization network, and network management system .....	( 17 )
5.7	Monitoring system .....	( 18 )
5.8	Satellite communication system .....	( 19 )

5.9	Power-line carrier communication system	(20)
5.10	Video conference system	(20)
6	Lightning protection construction	(22)
6.1	General provisions	(22)
6.2	Earth-termination system	(22)
6.3	Earthing conductor	(23)
6.4	Equipotential earthing terminal board (equipotential bonding bar)	(23)
6.5	Surge protective device	(24)
6.6	Shielding and cable laying	(25)
7	Acceptance of construction quality	(27)
7.1	Items for acceptance	(27)
7.2	Final acceptance	(28)
8	Maintenance and management	(30)
8.1	Maintenance	(30)
8.2	Management	(30)
Appendix A	Calculating method for $N$ and $N_c$	(32)
Appendix B	Lightning current parameters	(36)
Appendix C	Test waveforms and parameters of signal SPDs	(39)
	Explanation of wording in this specification	(40)
	List of quoted standards	(41)
	Addition; Explanation of provisions	(43)

# 1 总 则

**1.0.1** 为防止或减少雷电对电力通信系统的危害,确保电力通信设备运行安全,制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于新建、扩建、改建的电力系统通信站及对端相关电力通信接入设备防雷的设计、施工、验收、维护和管理。

**1.0.3** 电力通信系统的防雷必须坚持预防为主、安全第一的原则。

**1.0.4** 在进行电力通信系统防雷设计时,应根据电力通信系统的特点,进行全面规划,做到安全可行、技术先进、经济合理。

**1.0.5** 电力通信系统的防雷应根据环境因素、雷电活动规律、设备所处雷电防护区以及系统对雷电电磁脉冲的抗扰度、雷电事故受损程度以及设备的重要性,采取相应的防护措施。

**1.0.6** 电力通信系统防雷除应符合本规程外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术 语

**2.0.1 雷电防护区(LPZ)** lightning protection zone

规定雷电电磁环境的区域。

**2.0.2 雷电电磁脉冲(LEMP)** lightning electromagnetic impulse

雷电流的电磁效应。

**2.0.3 共用接地系统** common earthing system

将防雷系统的接地装置、建筑物金属构件、低压配电保护线(PE)、等电位连接端子板或连接带、设备保护地、屏蔽体接地、防静电接地、功能性接地等连接在一起构成共用的接地系统。

**2.0.4 自然接地体** natural earthing electrode

兼有接地功能、但不是为此目的而专门设置的与大地有良好接触的各种金属构件、金属井管、混凝土中的钢筋等的统称。

**2.0.5 接地端子** earthing terminal

将保护导体、等电位连接导体和工作接地导体与接地装置连接的端子或接地排。

**2.0.6 总等电位接地端子板** main equipotential earthing terminal board

将多个接地端子连接在一起并直接与接地装置连接的金属板。

**2.0.7 局部等电位接地端子板** local equipotential earthing terminal board

电力通信系统机房内局部等电位连接网络接地的端子板。

**2.0.8 等电位连接** equipotential bonding

直接用连接导体或通过电涌保护器将分离的金属部件、外来导电物、电力线路、通信线路及其他电缆连接起来以减小雷电流在

它们之间产生电位差的措施。

**2.0.9 屏蔽 shielding**

用导电材料减少交变电磁场向指定区域穿透的措施。

**2.0.10 电涌保护器(SPD) surge protective device**

至少应包含一个非线性电压限制元件,用于限制瞬态过电压和分流电涌电流的装置。又称浪涌保护器。

**2.0.11 标称放电电流 nominal discharge current( $I_n$ )**

流过电涌保护器,具有  $8/20\mu\text{s}$  波形的电流峰值,用于电涌保护器的 II 类试验以及 I 类、II 类试验的预处理试验。

**2.0.12 最大放电电流 maximum discharge current( $I_{\text{max}}$ )**

流过电涌保护器,具有  $8/20\mu\text{s}$  波形的电流峰值,其值按 II 类动作负载试验的程序确定。 $I_{\text{max}}$  大于  $I_n$ 。

**2.0.13 冲击电流 impulse current ( $I_{\text{imp}}$ )**

由电流峰值  $I_{\text{peak}}$ 、电荷量  $Q$  和比能量  $W/R$  三个参数定义的电流,用于电涌保护器的 I 类试验,典型波形为  $10/350\mu\text{s}$ 。

**2.0.14 最大持续工作电压 maximum continuous operating voltage( $U_c$ )**

可连续施加在电涌保护器上而不改变其性能的最大交流电压有效值或直流电压。

**2.0.15 电压保护水平 voltage protection level( $U_p$ )**

表征电涌保护器限制接线端子间电压的性能参数。

**2.0.16 有效保护水平 effective protection level( $U_{p/f}$ )**

电涌保护器连接导线的感应电压降与电涌保护器电压保护水平  $U_p$  之和。

**2.0.17 额定冲击耐受电压 rated impulse withstand voltage ( $U_w$ )**

由厂家给设备或其部件指定的冲击耐受电压,用以表征其绝缘对过电压的规定耐受能力。

**2.0.18 1.2/50 $\mu\text{s}$  冲击电压 1.2/50 $\mu\text{s}$  voltage impulse**

视在波前时间为  $1.2\mu\text{s}$ , 半峰值时间为  $50\mu\text{s}$  的冲击电压。

#### 2.0.19 $8/20\mu\text{s}$ 冲击电流 $8/20\mu\text{s}$ current impulse

视在波前时间为  $8\mu\text{s}$ , 半峰值时间为  $20\mu\text{s}$  的冲击电流。

#### 2.0.20 复合波 combination wave

复合波由冲击发生器产生, 开路时输出  $1.2/50\mu\text{s}$  冲击电压, 短路时输出  $8/20\mu\text{s}$  冲击电流。提供给电涌保护器的电压、电流幅值及其波形由冲击发生器和受冲击作用的电涌保护器的阻抗而定。开路电压峰值和短路电流峰值之比为  $2\Omega$ , 该比值定义为虚拟输出阻抗  $Z_i$ 。短路电流用符号  $I_{sc}$  表示, 开路电压用符号  $U_{oc}$  表示。

#### 2.0.21 I 类试验 class I test

按本规程第 2.0.11 条定义的标称放电电流  $I_n$ , 第 2.0.18 条定义的  $1.2/50\mu\text{s}$  冲击电压和第 2.0.13 条定义的冲击电流  $I_{imp}$  进行的试验。I 类试验也可用 T1 外加方框表示, 即  $\boxed{\text{T1}}$ 。

#### 2.0.22 II 类试验 class II test

按本规程第 2.0.11 条定义的标称放电电流  $I_n$ , 第 2.0.18 条定义的  $1.2/50\mu\text{s}$  冲击电压和第 2.0.12 条定义的最大放电电流  $I_{max}$  进行的试验。II 类试验也可用 T2 外加方框表示, 即  $\boxed{\text{T2}}$ 。

#### 2.0.23 III 类试验 class III test

按本规程第 2.0.20 条定义的复合波进行的试验。III 类试验也可用 T3 外加方框表示, 即  $\boxed{\text{T3}}$ 。

#### 2.0.24 插入损耗 insertion loss

传输系统中插入一个电涌保护器所引起的损耗, 其值等于电涌保护器插入前后的功率比。插入损耗常用分贝 (dB) 来表示。

#### 2.0.25 劣化 degradation

由于电涌、使用或不利环境的影响造成电涌保护器原始性能参数的变化。

#### 2.0.26 雷击风险 risk of lightning stroke(R)

雷击导致的年平均可能损失与受保护对象的总价值之比。

## 3 电力通信系统雷电环境评估

### 3.1 地区雷暴日等级划分

3.1.1 地区雷暴日等级应根据国家公布的年平均雷暴日数划分。

3.1.2 地区雷暴日等级宜划分为少雷区、中雷区、多雷区、强雷区,并符合下列规定:

- 1 少雷区:年平均雷暴日不超过 15 天的地区;
- 2 中雷区:年平均雷暴日大于 15 天,不超过 40 天的地区;
- 3 多雷区:年平均雷暴日大于 40 天,不超过 90 天的地区;
- 4 强雷区:年平均雷暴日超过 90 天以上的地区。

### 3.2 雷电防护区划分

3.2.1 设置电力通信系统的建筑物应划分为不同的雷电防护区。雷电防护区应符合下列规定:

1 LPZ<sub>0A</sub> 区:受直接雷击和全部雷电电磁场威胁的区域。该区域的内部系统可能受到全部或部分雷电电涌电流的影响;

2 LPZ<sub>0B</sub> 区:直接雷击的防护区域,但该区域的威胁仍是全部雷电电磁场。该区域的内部系统可能受到部分雷电电涌电流的影响;

3 LPZ1 区:由于边界处分流和电涌保护器的作用使电涌电流受到限制的区域。该区域的空间屏蔽可以衰减雷电电磁场;

4 LPZ2~n 后续防雷区:由于边界处分流和电涌保护器的作用使电涌电流受到进一步限制的区域。该区域的空间屏蔽可以进一步衰减雷电电磁场。

3.2.2 电力通信系统设备应设置在电磁特性与该设备耐受能力相兼容的雷电防护区内。

### 3.3 雷击风险评估

**3.3.1** 电力通信系统防雷设计前宜对现场进行雷击风险评估。

**3.3.2** 电力通信系统可按本规程第 4 章规定的方法进行雷击风险评估并确定雷电防护等级。

**3.3.3** 用户提出要求时,电力通信系统可按现行国家标准《雷电防护 第 2 部分:风险管理》GB/T 21714.2 规定的方法进行雷击风险评估,并根据评估结果确定雷电防护措施。

## 4 雷电防护分级

### 4.1 一般规定

4.1.1 电力通信系统的雷电防护等级可按本规程第 4.2 节或第 4.3 节的规定划分为 A、B、C 三级。两种方法同时采用时,应按其中较高防护等级确定防雷措施。

4.1.2 按本规程第 3.3.3 条规定的方法进行风险评估并确定防雷措施时不需要划分雷电防护等级。

### 4.2 按电力通信系统重要性及所处地区雷暴日等级划分雷电防护等级

4.2.1 国家级和省级电力通信枢纽、500kV 及以上电压等级变电站、位于强雷区的省级以下地区电力通信枢纽、位于强雷区的 500kV 以下电压等级变电站中设置的电力通信系统划分为 A 级。

4.2.2 位于中雷区及多雷区的省级以下地区电力通信枢纽、位于中雷区及多雷区的 500kV 以下电压等级变电站中设置的电力通信系统划分为 B 级。

4.2.3 不属于本规程第 4.2.1 条和 4.2.2 条范围的其他电力通信系统雷电防护等级划分为 C 级。

### 4.3 按防雷装置的防护效率确定雷电防护等级

4.3.1 电力通信系统雷电防护等级可按防雷装置防护效率  $E$  确定,并应符合下列规定:

- 1 当  $E > 0.98$  时,定为 A 级;
- 2 当  $0.90 < E \leq 0.98$  时,定为 B 级;
- 3 当  $E \leq 0.90$  时,定为 C 级。

4.3.2 防雷装置防护效率  $E$  可按下式计算：

$$E = 1 - N_c/N \quad (4.3.2)$$

式中： $N_c$ ——电力通信系统可接受的年平均最大雷击次数(次/a)，按本规程附录 A.2 的规定计算；

$N$ ——电力通信系统年预计雷击次数(次/a)，按本规程附录 A.1 的规定计算。

## 5 防雷设计

### 5.1 一般规定

5.1.1 电力通信系统防雷设计宜先进行雷电环境评估,并采取相应防护措施。

5.1.2 新建电力通信工程的防雷设计应收集下列相关资料:

1 电力通信系统所在地区的地形、地物状况、气象条件和地质条件;

2 电力通信系统所在建筑物或建筑物群的尺寸、结构及位置分布,相邻建筑物的高度、结构、接地等情况;

3 电力通信系统设备的分布状况;

4 电力通信系统设备的类型、功能及性能参数;

5 电力通信系统的网络结构;

6 电力通信系统电源线路、信号线路进入建筑物的方式;

7 供、配电情况及其配电系统接地方式等。

5.1.3 扩、改建电力通信工程除应收集本规程第 5.1.2 条中规定的资料外,尚应收集下列相关资料:

1 防直击雷接闪装置的现状;

2 引下线的现状及其与电力通信系统设备、接地引入线间的距离;

3 高层建筑物防侧击雷的措施;

4 线路敷设情况;

5 电力通信系统设备的安装情况及耐冲击电压水平;

6 总等电位连接及各局部等电位连接状况、共用接地装置状况;

7 电力通信系统的功能性接地导体与等电位连接网络互连

情况；

- 8 地下管线、隐蔽工程分布情况；
  - 9 曾经遭受过的雷击灾害记录等资料。
- 5.1.4 设置电力通信系统的建/构筑物应采取直击雷防护措施。
- 5.1.5 电力通信系统防雷应采取等电位连接与接地保护措施。
- 5.1.6 通信楼在 LPZ0<sub>A</sub> 或 LPZ0<sub>B</sub> 区与 LPZ1 区交界处应设置通信系统总等电位接地端，并应符合下列规定：
- 1 总等电位接地端子板与接地装置的连接不应少于两处，其连接点与电力系统强电设备接入地网的连接点在共用地网中的距离不宜小于 15m；
  - 2 各楼层应设置楼层等电位接地端子板；
  - 3 通信机房内应围绕机房敷设环形等电位连接带（环形等电位接地母线）；
  - 4 通信系统机房内应设等电位连接网络，机房等电位连接网络应通过环形等电位连接带与共用接地系统连接。
- 5.1.7 电力通信系统机房内的设备金属外壳、机架、线缆金属外层、金属管、槽、走线架、金属门框、金属地板、防静电接地、安全保护接地、功能性（工作）接地、电涌保护器接地端等均应以最短的距离与机房内等电位连接网络或环形等电位连接带连接。
- 5.1.8 高层建筑电力通信站可设专用垂直接地干线。垂直接地干线由总等电位接地端子板引出，同时与建筑物各层钢筋或均压带连通。各楼层设置的接地端子板与垂直接地干线连接。垂直接地干线宜在竖井内敷设，通过连接导体引入电力通信机房与环形等电位连接带连接。
- 5.1.9 当电力通信系统设置在附近多个相邻的建筑物时，应使用水平接地体将各建筑物的地网相互连通。距离较远或相互连接有困难时，可作为相互独立的系统分别处理。
- 5.1.10 电力通信系统防雷接地电阻不宜大于 10Ω。电力通信系统防雷接地与交流工作接地、直流工作接地、安全保护接地共用一

组接地装置时,接地装置的接地电阻值应按接入设备中要求的最小值确定。

**5.1.11** 接地装置应优先利用建筑物的自然接地体,当自然接地体的接地电阻达不到要求时应增加人工接地体。

**5.1.12** 电力通信系统机房设备接地线严禁与接闪器、铁塔、防雷引下线直接连接。

**5.1.13** 各类等电位接地端子板及连接导体材料规格应符合表 5.1.13 的规定。

**表 5.1.13 等电位接地端子板及连接导体最小截面积**

名 称	材 料	最小截面积 (mm <sup>2</sup> )
总等电位接地端子板	铜带	150
楼层等电位接地端子板	铜带	100
机房环形等电位连接带	铜带	90
	镀锌扁钢	120
垂直接地干线	多股铜芯导线或铜带	50
楼层端子板与机房环形等电位连接带之间的连接导体	多股铜芯导线或铜带	25
机房环形等电位连接带与机房等电位连接网格之间的连接导体	多股铜芯导线	16
设备与机房等电位连接网格之间的连接导体	多股铜芯导线	6
机房等电位网格	铜带或多股铜芯导体	25

**5.1.14** 电力通信系统设备机房的屏蔽应符合下列规定:

1 电力通信系统设备主机房宜选择在建筑物底层中心部位,机房内的设备应尽可能远离机房屏蔽体或结构柱。

2 雷电防护等级划分为 A、B 级的电力通信系统机房可采取六面金属网屏蔽,机房应采用无窗密闭铁门并接地,机房窗户的开口宜采用金属网格屏蔽。金属屏蔽网应与环形等电位连接带均匀

多点连接。

**5.1.15** 电力通信系统线缆屏蔽和敷设应符合本规程第 5.3 节的规定。

**5.1.16** 电力通信系统电源线路电涌保护器的选择应符合本规程第 5.2 节的相关规定。

**5.1.17** 电力通信系统信号线路电涌保护器的选择应符合下列规定：

1 信号线路电涌保护器应符合现行国家标准《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 18802.21 的规定。

2 电力通信系统信号线路电涌保护器应根据线路的工作频率、传输速率、传输带宽、工作电压、接口形式和特性阻抗等参数，选择插入损耗小、分布电容小，并与纵向平衡、近端串扰指标适配的电涌保护器。

3 电力通信系统信号线路电涌保护器最大持续工作电压  $U_c$  应大于线路上的最大工作电压 1.2 倍，有效保护水平  $U_{p/f}$  应低于被保护设备的额定冲击耐受电压  $U_w$ ，并宜小于或等于  $0.8U_w$ 。

**5.1.18** 电力通信系统电涌保护器连接导体应采用铜导线，其最小截面积应满足表 5.1.18 的要求。

**表 5.1.18 电涌保护器连接导体最小截面积**

类 型		导线截面积 (mm <sup>2</sup> )	
		SPD 连接相线铜导线	SPD 接地端连接铜导线
电源电涌保护器	第一级	6	10
	第二级	4	6
	第三级	2.5	4
信号电涌保护器		1.5	

## 5.2 通信供电电源

**5.2.1** 进、出电力通信系统机房的电源线路不宜采用架空线路。

5.2.2 电力通信系统设备由 TN 交流配电系统供电时,从总配电箱开始引出的配电线路应采用 TN-S 系统的接地型式。

5.2.3 电源线路电涌保护器的选择应符合下列规定:

1 通信供电电源电涌保护器性能应符合现行国家标准《低压电涌保护器(SPD) 第 1 部分:低压配电系统的电涌保护器性能要求和试验方法》GB 18802.1 的规定。

2 电涌保护器的最大持续工作电压  $U_c$  不应低于表 5.2.3-1 规定的值。

表 5.2.3-1 电涌保护器的最小  $U_c$  值

交流电源 SPD		直流电源 SPD	
安装位置	$U_c$	安装位置	$U_c$
相线与中性线间	$1.15U_0$	正极与 PE 线间	$1.2U_0$
相线与 PE 线间	$\sqrt{3}U_0$	负极与 PE 线间	$1.2U_0$
中性线与 PE 线间	$U_0$	正极与负极间	$1.2U_0$

注:1  $U_0$  是交流系统相线对中性线的标称电压或直流系统的标称电压;

2 正极接地的直流系统中,接地点附近正极对地可不设 SPD。

3 电力通信系统交流电源应设置电涌保护器,其有效保护水平  $U_{p/i}$  应低于被保护设备的额定冲击耐受电压  $U_w$ 。雷电防护等级划分为 A 级或 B 级的电力通信系统宜在交流输入处设置第一级保护,在机房通信电源柜处设置有效保护水平不高于 2500V 的交流电涌保护器作为后级保护,重要的电力通信设备电源端口可附加有效保护水平更低的交流电涌保护器。雷电防护等级划分为 C 级的电力通信系统,应至少在机房通信电源柜处设置有效保护水平不高于 2500V 的交流电涌保护器。

4 电源线路电涌保护器安装位置与被保护电力通信设备间的线路长度大于 10m 且有效保护水平大于  $U_w/2$  时,宜在被保护设备处增设电涌保护器。

5 电力通信系统应在通信电源柜等直流电源输出端口设置直流电源电涌保护器,其最大持续工作电压应不小于电源系统允

许的最大浮充电压,有效保护水平  $U_{p/f}$  应低于被保护设备的额定冲击耐受电压  $U_w$ 。

6 电力通信系统设有不间断电源时,其交流输入端应设置电涌保护器。

7 电力通信系统电源电涌保护器的冲击电流和标称放电电流参数推荐值,宜符合表 5.2.3-2 的规定。

表 5.2.3-2 电源电涌保护器冲击电流和标称放电电流参数推荐值

雷电防护等级	交流电源入口		机房交流电源柜	需要特殊保护的 设备交流端口处	直流电源端口
	I 类试验	II 类试验	II 类试验	II 类或 III 类试验	II 类或 III 类试验
	$I_{imp}$ (kA)	$I_n$ (kA)	$I_n$ (kA)	$I_n/I_{sc}$ (kA)	$I_n$ (kA)
A	$\geq 15$	$\geq 60$	$\geq 30$	$\geq 5$	$\geq 5$
B	$\geq 12.5$	$\geq 50$	$\geq 20$	$\geq 3$	$\geq 3$
C	$\geq 12.5$	$\geq 50$	$\geq 10$	$\geq 3$	$\geq 3$

8 电源用模块式 SPD 宜具有下列功能:

- 1) 遥信;
- 2) SPD 劣化指示;
- 3) 脱离。

9 电源用第一级箱式 SPD 宜具有下列功能:

- 1) SPD 劣化指示;
- 2) 遥信;
- 3) 过流保护;
- 4) 雷电记数。

5.2.4 当电压开关型电涌保护器至限压型电涌保护器之间的线路长度小于 10m、限压型电涌保护器之间的线路长度小于 5m 时,在两级电涌保护器之间应加装退耦装置。当电涌保护器具有能量自动配合功能时,电涌保护器之间的线路长度不受限制。

### 5.3 电力通信线缆

5.3.1 电力通信系统金属芯线缆屏蔽应符合下列规定：

1 线缆宜采用屏蔽电缆，当采用非屏蔽电缆时，应采用金属线槽或金属管道屏蔽。

2 电缆屏蔽层、金属线槽或金属管道两端宜在雷电防护区交界处做等电位连接并接地。

5.3.2 电力通信系统金属芯线缆敷设应符合下列规定：

1 雷电防护等级划分为 A 级的户外线缆宜敷设在金属线槽或金属管道内。

2 布置电力通信系统金属芯线缆的路由走向时，应尽量减小由线缆自身形成的感应环路面积。

3 线缆及线槽的布放宜避免紧靠建筑物外侧立柱或横梁。无法避免时，应减小沿该立柱或横梁的布线长度。

4 各类线缆的布放宜远离电力微波铁塔等可能遭受直击雷的结构物。

5 室内各种线缆的布放宜集中在建筑物的中部。

6 金属芯电缆空线对应应在配线架上接地。

5.3.3 电力通信系统采用的光纤复合架空地线(OPGW)应符合现行行业标准《光纤复合架空地线》DL/T 832 的要求。

5.3.4 通信系统采用 OPGW 光缆时，OPGW 引下塔至机房之间应换用非金属引下光缆。

### 5.4 数字微波通信系统

5.4.1 微波塔应装设接闪器，微波天线应设置于直击雷防护区(LPZ0<sub>B</sub>)内。微波塔接闪器宜设置专门的引下线，引下线材料宜采用 40mm×4mm 镀锌扁钢。当铁塔金属构件壁厚大于 4mm、且电气连接可靠时，可利用金属构件作为引下线。引下线入地点应设在与机房地网不相邻的铁塔地网另一侧。

5.4.2 独立微波塔和天线到周围构筑物的距离应大于 5m。

5.4.3 微波塔上除架设必要的通信装置或线缆外,不应架设或搭挂其他装置或线缆。

5.4.4 电力通信微波站地网应符合下列要求:

1 微波站地网应利用机房建筑物的基础及铁塔基础内的主钢筋作为接地体的一部分。

2 微波铁塔位于机房旁边时,其地网面积应延伸到塔基四脚外 1.5m 的范围,其周边应为封闭式,并应将塔基钢筋与地网焊接连通;微波机房位于微波铁塔内或微波铁塔位于机房顶时,宜在机房地网四角设置辐射式外引接地体。

3 电力变压器设置在机房内时,变压器地网可合用机房及铁塔组成的地网;电力变压器设置在机房外,且距机房地网边缘 30m 以内时,变压器地网与机房地网或与铁塔地网之间,应每间隔 3m~5m 相互焊接连通,并应至少有两处连通。

4 电力通信微波站宜附加环形接地装置。环形接地装置应由水平接地体和垂直接地体组成。水平接地体周边应为封闭式,并与地网宜在同一水平面上;环形接地体与地网之间应每间隔 3m~5m 相互焊接连通一次。

5 微波站天线铁塔位于机房旁边时,铁塔地网与机房地网之间,应每间隔 3m~5m 相互焊接连通一次,并不应少于两处,铁塔四脚应与其地网就近焊接连通。

6 微波站天线铁塔位于机房屋顶时,其四脚应在屋顶与接闪带分别就近电气连通。

5.4.5 微波站的接地电阻不宜大于  $5\Omega$ 。高土壤电阻率地区,宜增设水平及垂直接地体或采用降阻剂尽可能降低接地电阻,接地电阻不宜大于  $10\Omega$ 。

5.4.6 微波塔上的照明灯电源线等应采用屏蔽电缆或穿金属管敷设,屏蔽层或金属管至少应在上下两端与塔身金属结构进行等电位连接,并埋地引入机房或配电装置,埋地距离不宜小于 15m。

5.4.7 波导管或同轴电缆屏蔽层至少应在上下两端与塔身金属结构进行等电位连接,并在进入机房处与机房接地网等电位连接。

5.4.8 微波通信系统应按本规程第 5.2.3 条的规定设置电源端口电涌保护器。雷电防护等级划分为 A 级的电力微波通信系统交流电源第一级电涌保护宜采用 I 类试验电涌保护器。

5.4.9 微波通信系统应按本规程第 5.1.17 条的规定设置天馈线路电涌保护器,标称放电电流不宜小于  $10\text{kA}(8/20\mu\text{s})$ 。电涌保护器应安装在收/发通信设备的射频出、入端口处,传输功率不应小于 1.5 倍的系统平均功率。

## 5.5 程控交换系统

5.5.1 程控数字交换机设备信号线路应根据总配线架所连接的中继线及用户线性质,选用适配的信号线路电涌保护器。音频电缆等进入机房时应首先接入音频电涌保护器。

5.5.2 信号线路电涌保护器宜选用附录 C 规定的 C2 类电涌保护器,标称放电电流不小于  $2.5\text{kA}$ ,并满足线路传输速率及带宽要求。

5.5.3 电涌保护器的接地端应与配线架接地端相连,配线架的接地线应采用截面积不小于  $16\text{mm}^2$  的多股铜线,从配线架接至机房的局部等电位接地端子或环形等电位连接带上。配线架及程控数字交换机的金属支架、机柜均应做等电位连接并接地。

## 5.6 电力数据网、数字同步网及网络管理系统

5.6.1 电力数据网、数字同步网及网络管理系统设备电源线路电涌保护器的设置应满足本规程第 5.2 节相关要求。

5.6.2 同步时钟 GPS 或北斗等卫星定位系统天线应设置在直击雷防护区(LPZ0<sub>B</sub>)内。天馈线路接口处应安装标称放电电流不小于  $10\text{kA}(8/20\mu\text{s})$  的天馈电涌保护器。时钟授时输出接口连接线路大于 30m 时,宜设置标称放电电流不小于  $2\text{kA}(8/20\mu\text{s})$  的信号

电涌保护器,接口较多时,可采用带防雷功能的扩展单元。

**5.6.3** PCM、SDH 等通信传输设备 2Mbit/s 等电接口前端宜设置附录 C 规定的标称放电电流不小于 2kA 的 C2 类信号电涌保护器。

**5.6.4** 远动等其他信号采用金属芯线缆进入通信设备前宜采取隔离措施。经调制解调器输出的音频模拟信号采用音频变压器进行电气隔离;RS232、RS485 等接口的数据信号采用光电隔离器进行隔离。无隔离措施时,宜加装附录 C 规定的标称放电电流不小于 2kA 的 C2 类信号电涌保护器。

**5.6.5** 采用 RJ45 接口的网络信号宜经过附录 C 规定的标称放电电流不小于 1kA 的 C2 类信号电涌保护器接入通信设备接口。

**5.6.6** 网络管理系统的网管服务器、客户端、网络交换机等设备网络接口宜设置信号电涌保护器,并符合本规程第 5.6.5 条相关要求。

**5.6.7** 采用 GPRS 传输数据时,室外 GPRS 设备接口应满足 4kV、2kA 的防电涌能力要求,否则应增设电涌保护器。

**5.6.8** 传输介质采用金属芯电缆时,应按本规程第 5.3.1 条和第 5.3.2 条的有关规定采取防雷措施;采用光缆时应按本规程第 5.3.3 条和第 5.3.4 条的有关规定采取防雷措施;采用微波传输时应按本规程第 5.4 节采取防雷措施。

## 5.7 视频监控系统

**5.7.1** 系统视频、控制信号线路及供电线路的电涌保护器,应分别根据视频信号线路、解码控制信号线路及摄像机供电线路的性能参数来选择,信号电涌保护器应满足设备传输速率、带宽要求,并与被保护设备接口兼容。

**5.7.2** 户外摄像机的输出视频接口应设置视频信号线路电涌保护器,摄像机控制信号线接口处应设置信号线路电涌保护器。宜选用附录 C 规定的冲击电流不小于 1kA 的 D1 类电涌保护器或标

称放电电流不小于 5kA 的 C2 类电涌保护器；解码箱处供电线路应设置标称放电电流不小于 10kA(8/20 $\mu$ s) 的电源端口电涌保护器。

**5.7.3** 主控机、分控机的信号控制线、通信线、各监控器的报警信号线，宜在线路进出建筑物 LPZ0<sub>A</sub> 或 LPZ0<sub>B</sub> 与 LPZ1 边界处选用附录 C 规定的标称放电电流不小于 5kA 的 C2 类电涌保护器。

**5.7.4** 系统的户外供电线路、视频信号线路、控制信号线路应有金属屏蔽层并穿钢管敷设。视频信号线屏蔽层应单端接地，其他线路屏蔽层及钢管应两端接地。

**5.7.5** 设置在独立杆塔上的视频监控设备应符合下列要求：

1 视频监控设备应在直击雷保护范围内，非金属杆塔顶端应设置接闪针。

2 供电线路、视频信号线路、控制信号线路应穿钢管敷设，钢管至少应在上下两端与杆塔金属结构进行等电位连接。

3 接地电阻宜不大于 10 $\Omega$ ，土壤电阻率高于 1000 $\Omega \cdot \text{m}$  的地区宜小于 30 $\Omega$ 。

## 5.8 卫星通信系统

**5.8.1** 卫星通信天线应设置防直击雷的接闪装置，使天线处于直击雷防护区(LPZ0<sub>B</sub>)内。

**5.8.2** 卫星天线设置在铁塔上时，天馈线宜从铁塔中心部位引下，在其上部、下部和经走线桥架进入机房前，同轴电缆屏蔽层应就近接地。当铁塔高度大于或等于 60m 时，同轴电缆屏蔽层还应在铁塔中部增加一处接地。

**5.8.3** 当卫星通信系统具有双向(收/发)通信功能且天线架设在建筑物屋面时，天线架应通过截面积大于或等于 25mm<sup>2</sup> 绝缘铜芯导线与卫星通信机房等电位接地端子板连接，不应与接闪器直接连接。

**5.8.4** 卫星天线的波导管应在天线架和机房入口外侧接地。

**5.8.5** 卫星天线伺服控制系统的控制线及电源线,应采用屏蔽电缆,屏蔽层应在天线处和机房入口外接地,并应设置标称放电电流不小于  $10\text{kA}(8/20\mu\text{s})$  的电涌保护器。

**5.8.6** 卫星天线天馈线路端口应设置标称放电电流不小于  $10\text{kA}(8/20\mu\text{s})$  的信号电涌保护器。

## 5.9 电力线载波通信系统

**5.9.1** 电力线载波通信的阻波器、耦合电容器、结合设备应设置在直击雷防护区(LPZ0<sub>B</sub>)内。

**5.9.2** 载波结合设备应在初级端子和接地端子之间设置高压避雷器保护。如采用有间隙的避雷器,工频放电电压的数量级为有效值  $2\text{kV}$ ,能承受波形  $8/20\mu\text{s}$ 、最低  $5\text{kA}$  的冲击放电电流及有效值  $5\text{kA}$ 、时间  $0.2\text{s}$  的工频电流。如采用非线性电阻式避雷器,额定电压的数量级为  $1\text{kV}$ ,能承受波形  $8/20\mu\text{s}$ 、至少  $5\text{kA}$  的冲击放电电流。耦合电容器与结合设备相隔较远时,应在耦合电容器下方加装一个避雷器。

**5.9.3** 结合设备的次级应装设限制过电压的保护元件保护电力线载波设备。

**5.9.4** 电力线载波通信耦合设备引出至机房的高频电缆在进入机房前,屏蔽层及外护层应就近可靠接地。

**5.9.5** 电力线载波通信耦合设备引出至机房的高频电缆应穿钢管埋地进入机房,埋地长度不宜小于  $15\text{m}$ 。

**5.9.6** 电力线载波机与通信电源柜距离较大时,交流及直流电源端口宜附加安装电源线路电涌保护器。

## 5.10 电力会议电视系统

**5.10.1** 会议电视系统供电电源应设置电源电涌保护器,其有效保护水平  $U_{p/t}$  应低于被保护设备的额定冲击耐受电压  $U_w$ 。在建筑物总配电箱处应设置第一级保护,并在楼层电源配电箱或会议

室配电箱处设置有效保护水平不高于 2500V 的交流电涌保护器作为后级保护,敏感设备前可附加有效保护水平更低的电涌保护器。

**5.10.2** 会议电视系统设置的电源电涌保护器还应符合本规程第 5.2 节的其他要求。

**5.10.3** 会议电视系统入户线路采用双绞线或电话线传输信号时,在会议电视终端设备、多点控制设备(MCU)前端应安装附录 C 规定的标称放电电流不小于 1kA 的 C2 类信号电涌保护器。

**5.10.4** 线缆屏蔽和敷设应满足本规程第 5.3 节相关要求。

## 6 防雷施工

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 电力通信系统防雷工程施工应按本规程的规定和已批准的设计施工文件进行。
- 6.1.2 电力通信系统防雷工程中采用的器材应符合国家现行有关标准的规定,并应有合格证书。
- 6.1.3 防雷工程施工人员应持证上岗。
- 6.1.4 测试仪表、量具应鉴定合格,并在有效期内使用。

### 6.2 接地装置

- 6.2.1 人工接地体宜在建筑物四周散水坡外大于 1m 处埋设,在土壤中的埋设深度不应小于 0.6m。冻土地带人工接地体应埋设在冻土层以下。水平接地体应挖沟埋设,钢质垂直接地体宜直接打入地沟内,其间距不宜小于其长度的 2 倍并均匀布置。铜质材料、石墨或其他非金属导电材料接地体宜挖坑埋设或参照生产厂家的安装要求埋设。
- 6.2.2 垂直接地体坑内、水平接地体沟内宜用低电阻率土壤回填并分层夯实。
- 6.2.3 接地装置可采用热镀锌钢质材料或复合接地体材料。在高土壤电阻率地区,宜采用换土法、长效降阻剂法或其他新技术、新材料降低接地装置的接地电阻。
- 6.2.4 钢质接地体应采用焊接连接。其搭接长度应符合下列规定:
- 1 扁钢与扁钢(角钢)搭接长度为扁钢宽度的 2 倍,不少于三面施焊;
  - 2 圆钢与圆钢搭接长度为圆钢直径的 6 倍,双面施焊;

3 圆钢与扁钢搭接长度为圆钢直径的 6 倍, 双面施焊;

4 扁钢和圆钢与钢管、角钢互相焊接时, 除应在接触部位双面施焊外, 还应增加圆钢搭接件; 圆钢搭接件在水平、垂直方向的焊接长度各为圆钢直径的 6 倍, 双面施焊;

5 焊接部位应除去焊渣后做防腐处理。

6.2.5 铜质接地装置应采用焊接或热熔焊, 钢质和铜质接地装置之间连接应采用热熔焊, 连接部位应做防腐处理。

6.2.6 接地装置连接应可靠, 连接处不应松动、脱焊、接触不良。

6.2.7 接地装置施工结束后, 接地电阻值必须符合设计要求, 隐蔽工程部分应有随工检查验收合格的文字记录档案。

### 6.3 接 地 线

6.3.1 接地装置应在不同位置至少引出两根连接导体与室内总等电位接地端子板相连接。接地引出线与接地装置连接处应焊接或热熔焊。连接点应有防腐措施。

6.3.2 接地装置与室内总等电位接地端子板的连接导体截面积, 铜质接地线不应小于  $50\text{mm}^2$ , 当采用扁铜时, 厚度不应小于 2mm; 钢质接地线不应小于  $100\text{mm}^2$ , 当采用扁钢时, 厚度不应小于 4mm。

6.3.3 等电位接地端子板之间应采用多股铜芯导线连接, 等电位接地端子板与连接导线之间宜采用螺栓连接或压接。当有抗电磁干扰要求时, 连接导线宜穿钢管敷设。

6.3.4 接地线采用螺栓连接时, 应连接可靠, 连接处应有防松动和防腐蚀的措施。接地线穿过有机械应力的地方时, 应采取防机械损伤的措施。

6.3.5 接地线与金属管道等自然接地体的连接, 应根据其工艺特点采用可靠的电气连接方法。

### 6.4 等电位接地端子板(等电位连接带)

6.4.1 在雷电防护区的界面处安装的等电位接地端子板, 材料规

格应符合本规程表 5.1.13 的规定, 应与接地装置连接。

**6.4.2** 电力通信系统机房等电位连接网络宜符合下列规定:

1 机房采用 S 型等电位连接时, 宜使用不小于  $25\text{mm} \times 3\text{mm}$  的铜排作为单点连接的等电位接地基准点;

2 机房采用 M 型等电位连接时, 宜使用截面积不小于  $25\text{mm}^2$  的铜带或多股铜芯导体在防静电活动地板下做成等电位接地网格。

**6.4.3** 等电位连接网络的连接宜采用焊接、熔接或压接。连接导体与等电位接地端子板之间应采用螺栓连接, 连接处宜进行热搪锡处理。

**6.4.4** 等电位连接导线应使用具有黄绿相间色标的铜质绝缘导线。

**6.4.5** 对于暗敷的等电位连接线及其连接处, 应做隐蔽工程记录, 并在竣工图上注明其实际部位、走向。

**6.4.6** 等电位连接带表面应无毛刺、明显伤痕、残余焊渣, 安装平整、连接牢固, 绝缘导线的绝缘层无老化龟裂现象。

## 6.5 电涌保护器

**6.5.1** 电源线路电涌保护器的安装应符合下列规定:

1 电源线路的各级电涌保护器应分别安装在线路进入建筑物的入口、防雷区的界面和靠近被保护设备处。各级电涌保护器连接导线应短直, 其长度不宜超过  $0.5\text{m}$ , 并固定牢靠。电涌保护器各接线端应在本级开关、熔断器的下桩头分别与配电箱内线路的同名端相线连接, 电涌保护器的接地端应以最短距离与所处防雷区的等电位接地端子板连接。配电箱的保护接地线 (PE) 应与等电位接地端子板直接连接;

2 带有接线端子的电源线路电涌保护器应采用压接, 带有接线柱的电涌保护器宜采用接线端子与接线柱连接;

3 电涌保护器的连接导线最小截面积应符合本规程表 5.1.18

的规定。

**6.5.2** 天馈线路电涌保护器的安装应符合下列规定：

1 天馈线路电涌保护器应安装在天馈线与被保护设备之间，宜安装在机房内设备附近或机架上，也可以直接安装在设备射频端口上；

2 天馈线路电涌保护器的接地端应采用截面积不小于  $6\text{mm}^2$  的多股铜芯导线就近连接到  $\text{LPZ0}_A$  或  $\text{LPZ0}_B$  与  $\text{LPZ1}$  交界处的等电位接地端子板上，接地线应短直。

**6.5.3** 信号线路电涌保护器的安装应符合下列规定：

1 信号线路电涌保护器应连接在被保护设备的信号端口上。电涌保护器可安装在机柜内，也可固定在设备机架或附近的支撑物上；

2 信号线路电涌保护器接地端应采用铜芯导线与设备机房等电位连接网络连接，接地线应短直，连接导线最小截面积应符合表本规程 5.1.18 的规定。

## 6.6 屏蔽和线缆敷设

**6.6.1** 机房屏蔽体表面应平整，屏蔽体间连接应采用焊接，焊缝应均匀、整齐，并与机房环形等电位连接带可靠连接。防静电地板的金属龙骨架至少应在整个龙骨架的一个对角线两端用截面积不小于  $4\text{mm}^2$  的铜线与环形接地母线连接。

**6.6.2** 线缆的金属屏蔽管转弯时弯角应大于  $90^\circ$ ，接头间应连接可靠、无缝隙，金属屏蔽管、屏蔽层应全线电气贯通，并与接地线做电气连通。

**6.6.3** 接地线在穿越墙壁、楼板和地坪处应套钢管或其他坚固的保护套管，钢管应与接地线做电气连通。

**6.6.4** 线槽或线架上的线缆绑扎间距应均匀合理，绑扎线扣应整齐，松紧适宜；绑扎线头宜隐藏不外露。

**6.6.5** 接地线、电涌保护器连接线的敷设宜短直、整齐。

**6.6.6** 接地线、电涌保护器连接线转弯时弯角应大于  $90^\circ$ ，弯曲半径应大于导线直径的 10 倍。

## 7 施工质量验收

### 7.1 验收项目

#### 7.1.1 接地装置验收应包括下列项目：

- 1 接地装置的结构和安装位置；
- 2 接地体的埋设间距、深度、安装方法；
- 3 接地装置的接地电阻；
- 4 接地装置的材质、连接方法、防腐处理；
- 5 随工检测及隐蔽工程记录。

#### 7.1.2 接地线验收应包括下列项目：

- 1 接地装置与总等电位接地端子板连接导体规格和连接方法；
- 2 接地干线的规格、敷设方式、与机房局部等电位接地端子板的连接方法；
- 3 接地线与接地体、金属管道之间的连接方法；
- 4 接地线在穿越墙体、伸缩缝、楼板和地坪时加装的保护管是否满足设计要求。

#### 7.1.3 等电位接地端子板(等电位连接带)验收应包括下列项目：

- 1 等电位接地端子板(等电位连接带)的安装位置、材料规格和连接方法；
- 2 等电位连接网络的安装位置、材料规格和连接方法；
- 3 电力通信系统的外露导电物体、各种线路、金属管道以及信息设备等电位连接的材料规格和连接方法。

#### 7.1.4 屏蔽设施验收应包括下列项目：

- 1 电力通信系统机房和设备屏蔽设施的安装方法；
- 2 进出建筑物线缆的路由布置、屏蔽方式；

3 进出建筑物线缆屏蔽设施的等电位连接。

7.1.5 电涌保护器验收应包括下列项目：

- 1 电涌保护器的安装位置、连接方法、工作状态指示；
- 2 电涌保护器连接导线的长度、截面积；
- 3 电源线路各级电涌保护器的参数选择。

7.1.6 线缆敷设验收应包括下列项目：

- 1 电源线缆、信号线缆的敷设路由；
- 2 电源线缆、信号线缆的敷设间距；
- 3 电力通信系统线缆与电气设备的间距。

## 7.2 竣工验收

7.2.1 防雷工程竣工后，应由相关单位代表进行验收。

7.2.2 防雷工程竣工验收时，凡经随工检测验收合格的项目，不再重复检验。如果验收组认为有必要时，可进行复检。

7.2.3 检验不合格的项目不得交付使用。

7.2.4 防雷工程竣工后，应由施工单位提出竣工验收报告，并由工程监理单位对施工安装质量作出评价。竣工验收报告宜包括下列内容：

- 1 项目概述；
- 2 施工与安装；
- 3 防雷装置的性能、被保护对象及范围；
- 4 接地装置的形式和敷设；
- 5 防雷装置的防腐蚀措施；
- 6 接地电阻以及有关参数的测试数据和测试仪器；
- 7 等电位连接带及屏蔽设施；
- 8 其他应予说明的事项；
- 9 结论和评价。

7.2.5 防雷工程竣工，应由施工单位提供下列技术文件和资料：

- 1 竣工图：

- 1) 防雷装置安装竣工图；
  - 2) 接地线敷设竣工图；
  - 3) 接地装置安装竣工图；
  - 4) 等电位连接带安装竣工图；
  - 5) 屏蔽设施安装竣工图。
- 2 被保护设备一览表；
  - 3 变更设计的说明书或施工洽谈单；
  - 4 安装工程记录(包括隐蔽工程记录)；
  - 5 重要会议及相关事宜记录。

## 8 维护与管理

### 8.1 维 护

- 8.1.1** 防雷装置的维护应分为定期维护和日常维护两类。
- 8.1.2** 每年在雷雨季节到来之前,应进行一次定期全面检测维护。
- 8.1.3** 日常维护应在每次雷击之后进行。在雷电活动强烈的地区,对防雷装置应随时进行目测检查。
- 8.1.4** 检测接闪器、引下线的电气连续性,当发现有脱焊、松动和锈蚀等现象时,应进行相应的处理,特别是在断接卡或接地测试点处,应经常进行电气连续性测量。
- 8.1.5** 检查接闪器、杆塔和引下线的腐蚀情况及机械损伤,包括由雷击放电所造成的损伤情况。若有损伤,应及时修复;当锈蚀部位超过截面的 $1/3$ 时,应更换。
- 8.1.6** 测试接地装置的接地电阻值,若测试值大于规定值,应检查接地装置和土壤条件,找出变化原因,采取有效的整改措施。
- 8.1.7** 检测设备金属外壳、机架等电位连接的电气连续性,当发现连接处松动或断路时,应及时更换或修复。
- 8.1.8** 检查各类电涌保护器的运行情况:有无接触不良、漏电流是否过大、发热、绝缘是否良好、积尘是否过多等。出现故障,应及时排除或更换。

### 8.2 管 理

- 8.2.1** 防雷装置应由熟悉雷电防护技术的专职或兼职人员负责维护管理。
- 8.2.2** 防雷装置投入使用后,应建立管理制度。对防雷装置的设

计、安装、隐蔽工程图纸资料、年检测试记录等,均应及时归档,妥善保管。

**8.2.3** 雷击事故发生后,应及时调查雷害损失,分析致害原因,提出改进措施,并上报主管部门。

## 附录 A $N$ 和 $N_c$ 的计算方法

### A.1 年预计雷击次数 $N$ 的计算

**A.1.1** 电力通信系统所在建筑物年预计雷击次数  $N_1$  可按下式确定:

$$N_1 = K \times N_g \times A_e \quad (\text{A.1.1})$$

式中:  $N_1$ ——电力通信系统所在建筑物年预计雷击次数(次/a);

$K$ ——校正系数,在一般情况下取 1;位于旷野孤立的建筑物取 2;金属屋面的砖木结构的建筑物取 1.7;位于河边、湖边、山坡下或山地中土壤电阻率较小处,地下水露头处、土山顶部、山谷风口等处的建筑物,以及特别潮湿地带的建筑物取 1.5;

$N_g$ ——建筑物所处地区雷击大地密度(次/ $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ );

$A_e$ ——截收相同雷击次数的等效面积( $\text{km}^2$ )。

**A.1.2** 建筑物所处地区雷击大地密度  $N_g$  可按下式确定。当所处地区有可靠的雷击密度资料时,可直接采用雷击密度数据。

$$N_g \approx 0.1 \times T_d \quad (\text{A.1.2})$$

式中:  $T_d$ ——年平均雷暴日(d/a),根据当地气象台、站资料确定。

**A.1.3** 电力通信系统所在建筑物的等效面积  $A_e$  的计算方法应符合下列规定:

1 当建筑物的高度  $H$  小于 100m 时,其每边的扩大宽度  $D$  和等效面积  $A_e$ 。应按下列公式计算确定:

$$D = \sqrt{H(200 - H)} \quad (\text{A.1.3-1})$$

$$A_e = [LW + 2(L + W) \times \sqrt{H(200 - H)} + \pi H(200 - H)] \times 10^{-6} \quad (\text{A.1.3-2})$$

式中： $D$ ——建筑物每边的扩大宽度(m)；  
 $L$ 、 $W$ 、 $H$ ——分别为建筑物的长、宽、高(m)。

2 当建筑物的高  $H$  大于或等于 100m 时，其每边的扩大宽度应按等于建筑物的高  $H$  计算。建筑物的等效面积应按下式确定：

$$A_e = [LW + 2H(L + W) + \pi H^2] \times 10^{-6} \quad (\text{A. 1. 3-3})$$

3 当建筑物各部位的高不同时，应沿建筑物周边逐点计算出最大的扩大宽度，其等效面积  $A_e$  应按各最大扩大宽度外端的连线所包围的面积计算。建筑物扩大后的面积如图 A. 1. 3 中周边虚线所包围的面积。

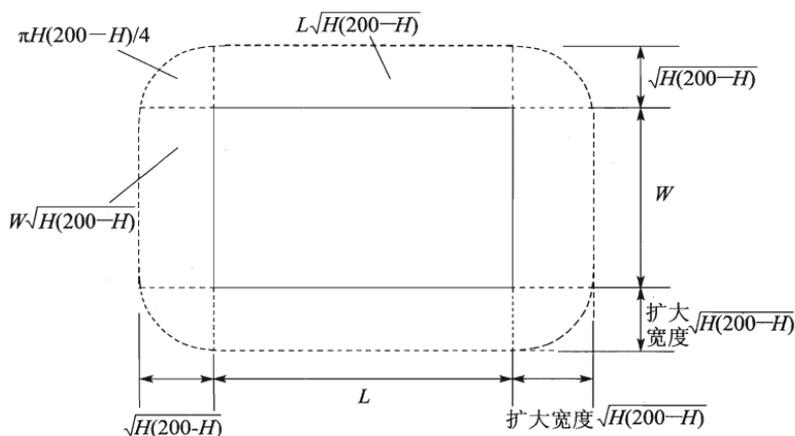


图 A. 1. 3 建筑物的等效面积

A. 1. 4 入户设施年预计雷击次数  $N_2$  按下式确定：

$$N_2 = N_g \times A'_e \quad (\text{A. 1. 4-1})$$

$$A'_e = A'_{e1} + A'_{e2} \quad (\text{A. 1. 4-2})$$

式中： $N_2$ ——入户设施年预计雷击次数(次/a)；

$A'_e$ ——入户设施的总截收面积( $\text{km}^2$ )；

$A'_{e1}$ ——电源线缆入户设施的截收面积( $\text{km}^2$ )，按表 A. 1. 4

的规定确定；

$A'_{e2}$ ——信号线缆入户设施的截收面积( $\text{km}^2$ )，按表 A. 1. 4 的规定确定。

表 A. 1. 4 入户设施的截收面积

线路类型	截收面积( $\text{km}^2$ )
低压架空电源电缆	$2000 \times L \times 10^{-6}$
高压架空电源电缆(至现场变电所)	$500 \times L \times 10^{-6}$
低压埋地电源电缆	$2 \times d_s \times L \times 10^{-6}$
高压埋地电源电缆(至现场变电所)	$0.1 \times d_s \times L \times 10^{-6}$
架空信号线	$2000 \times L \times 10^{-6}$
埋地信号线	$2 \times d_s \times L \times 10^{-6}$
无金属铠装和金属芯线的光纤电缆	0

注:1  $L$  是线路从所考虑建筑物至网络的第一个分支点或相邻建筑物的长度,单位为 m,最大值为 1000m。当  $L$  未知时, $L$  应取为 1000m;

2  $d_s$  表示埋地引入线缆计算截收面积时的等效宽度,单位为 m,其数值等于土壤电阻率的值, $d_s$  最大值取 500m。

**A. 1. 5** 电力通信系统所在建筑物及入户设施年预计雷击次数  $N$  应按下列式确定:

$$N = N_1 + N_2 \quad (\text{A. 1. 5})$$

式中: $N$ ——电力通信系统年预计雷击次数(次/a)。

## A. 2 可接受的最大年平均雷击次数 $N_c$ 的计算

**A. 2. 1** 因直击雷和雷电电磁脉冲引起电力通信系统设备损坏的可接受的最大年平均雷击次数  $N_c$  应按下列式确定:

$$N_c = 5.8 \times 10^{-1} / C \quad (\text{A. 2. 1})$$

式中: $N_c$ ——电力通信系统可接受的最大年平均雷击次数(次/a);

$C$ ——各类因子  $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$ 、 $C_4$ 、 $C_5$ 、 $C_6$  之和;

$C_1$ ——电力通信系统所在建筑物材料结构因子,当建筑物屋顶和主体结构均为金属材料时, $C_1$  取 0.5;当建筑

- 物屋顶和主体结构均为钢筋混凝土材料时,  $C_1$  取 1.0; 当建筑物为砖混结构时,  $C_1$  取 1.5; 当建筑物为砖木结构时,  $C_1$  取 2.0; 当建筑物为木结构时,  $C_1$  取 2.5;
- $C_2$ ——电力通信系统重要程度因子, 国家级和省级电力通信枢纽、500kV 及以上电压等级变电站中设置的电力通信系统  $C_2$  取 3.0; 省级以下地区电力通信枢纽、电压等级大于或等于 110kV 但小于 500kV 的变电站中设置的电力通信系统  $C_2$  取 1.0; 其他电力通信系统  $C_2$  取 0.5;
- $C_3$ ——电力通信系统设备耐冲击类型和抗冲击过电压能力因子。较强,  $C_3$  取 0.5; 一般,  $C_3$  取 1.0; 较弱,  $C_3$  取 3.0;
- $C_4$ ——电力通信系统设备所在雷电防护区 (LPZ) 的因子, 设备在 LPZ2 等后续雷电防护区内时,  $C_4$  取 0.5; 设备在 LPZ1 区内时,  $C_4$  取 1.0; 设备在 LPZ0<sub>B</sub> 区内时,  $C_4$  取 1.5~2.0;
- $C_5$ ——为电力通信系统发生雷击事故的后果因子, 系统业务中断不会产生不良后果时,  $C_5$  取 0.5; 系统业务原则上不允许中断, 但在中断后无严重后果时,  $C_5$  取 1.0; 系统业务不允许中断, 中断后会产生严重后果时,  $C_5$  取 1.5~2.0;
- $C_6$ ——表示区域雷暴等级因子, 少雷区  $C_6$  取 0.8; 中雷区  $C_6$  取 1; 多雷区  $C_6$  取 1.2; 强雷区  $C_6$  取 1.4。

## 附录 B 雷电流参数

**B.0.1** 闪电中可能出现三种雷击波形(图 B.0.1-1),短时雷击波形参数应符合图 B.0.1-2 的规定,长时间雷击波形参数应符合图 B.0.1-3 的规定。

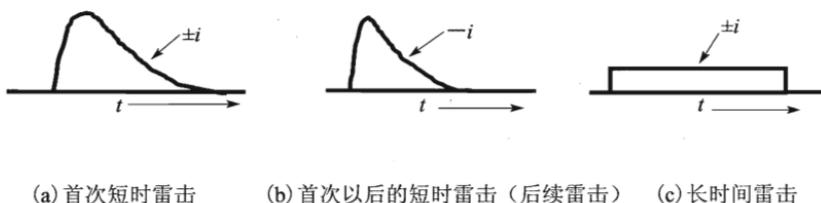


图 B.0.1-1 闪电中可能出现的三种雷击

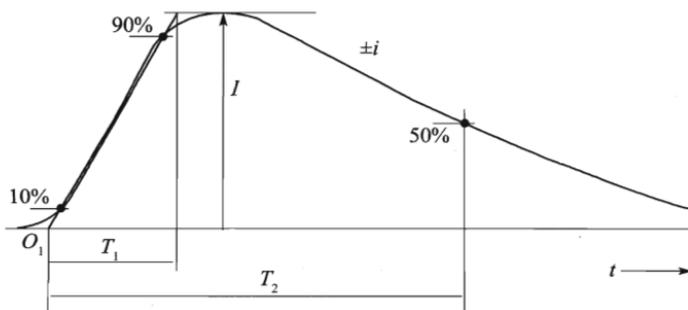


图 B.0.1-2 短时雷击波形参数

$I$ —峰值电流(幅值);  $T_1$ —波头时间;

$T_2$ —半值时间(典型值  $T_2 < 2\text{ms}$ )

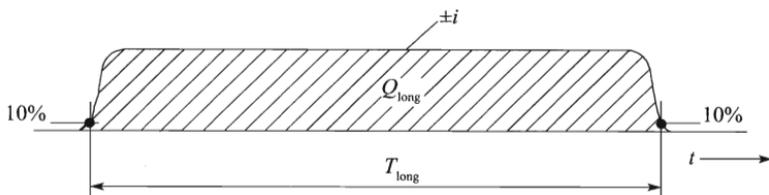


图 B. 0. 1-3 长时间雷击波形参数

$T_{\text{long}}$ —从波头起自峰值 10% 至波尾降到峰值 10% 之间的时间

(典型值  $2\text{ms} < T_{\text{long}} < 1\text{s}$ );  $Q_{\text{long}}$ —长时间雷击的电荷量

### B. 0. 2 雷电流参数应符合表 B. 0. 2-1~表 B. 0. 2-3 的规定。

表 B. 0. 2-1 首次雷击的雷电流参数

雷电流参数	防雷建筑物类别		
	一类	二类	三类
幅值 $I(\text{kA})$	200	150	100
波头时间 $T_1(\mu\text{s})$	10	10	10
半值时间 $T_2(\mu\text{s})$	350	350	350
电荷量 $Q_s(\text{C})$	100	75	50
单位能量 $W/R(\text{MJ}/\Omega)$	10	5.6	2.5

注: 1 因为全部电荷量  $Q_s$  的主要部分包括在首次雷击中, 故所规定的值考虑合并了所有短时间雷击的电荷量;

2 由于单位能量  $W/R$  的主要部分包括在首次雷击中, 故所规定的值考虑合并了所有短时间雷击的单位能量。

表 B. 0. 2-2 首次以后雷击的雷电流参数

雷电流参数	防雷建筑物类别		
	一类	二类	三类
幅值 $I(\text{kA})$	50	37.5	25
波头时间 $T_1(\mu\text{s})$	0.25	0.25	0.25
半值时间 $T_2(\mu\text{s})$	100	100	100
平均陡度 $I/T_1(\text{kA}/\mu\text{s})$	200	150	100

表 B.0.2-3 长时间雷击的雷电流参数

雷电流参数	防雷建筑物类别		
	一类	二类	三类
电荷量 $Q_1$ (C)	200	150	100
时间 $T$ (s)	0.5	0.5	0.5

注：平均电流  $I \approx Q_1/T$ 。

## 附录 C 信号线路电涌保护器冲击 试验波形和参数

表 C 信号线路电涌保护器的冲击试验推荐采用的波形和参数

类别	试验类型	开路电压	短路电流
A <sub>1</sub>	很慢的上升率	$\geq 1\text{kV}$ $0.1\text{kV}/\mu\text{s} \sim 100\text{kV/s}$	$10\text{A}, 0.1\text{A}/\mu\text{s} \sim 2\text{A}/\mu\text{s}$ $\geq 1000\mu\text{s}$ (持续时间)
A <sub>2</sub>	AC	—	—
B <sub>1</sub>	慢上升率	$1\text{kV}, 10/1000\mu\text{s}$	$100\text{A}, 10/1000\mu\text{s}$
B <sub>2</sub>		$1\text{kV} \sim 4\text{kV}, 10/700\mu\text{s}$	$25\text{A} \sim 100\text{A}, 5/300\mu\text{s}$
B <sub>3</sub>		$\geq 1\text{kV}, 100\text{V}/\mu\text{s}$	$10\text{A} \sim 100\text{A}, 10/1000\mu\text{s}$
C <sub>1</sub>	快上升率	$0.5\text{kV} \sim 2\text{kV}, 1.2/50\mu\text{s}$	$0.25\text{kA} \sim 1\text{kA}, 8/20\mu\text{s}$
C <sub>2</sub>		$2\text{kV} \sim 10\text{kV}, 1.2/50\mu\text{s}$	$1\text{kA} \sim 5\text{kA}, 8/20\mu\text{s}$
C <sub>3</sub>		$\geq 1\text{kV}, 1\text{kV}/\mu\text{s}$	$10\text{A} \sim 100\text{A}, 10/1000\mu\text{s}$
D <sub>1</sub>	高能量	$\geq 1\text{kV}$	$0.5\text{kA} \sim 2.5\text{kA}, 10/350\mu\text{s}$
D <sub>2</sub>		$\geq 1\text{kV}$	$0.6\text{kA} \sim 2\text{kA}, 10/250\mu\text{s}$

注：表中数值为 SPD 测试的最低要求。

## 本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待,对要求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:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的:

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,在条件许可时首先应这样做的:

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,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

《低压电涌保护器(SPD) 第1部分:低压配电系统的电涌保护器性能要求和试验方法》GB 18802.1

《低压电涌保护器 第21部分:电信和信号网络的电涌保护器(SP D)-性能要求和试验方法》GB/T 18802.21

《雷电防护 第2部分:风险管理》GB/T 21714.2

《光纤复合架空地线》DL/T 832

中国工程建设协会标准

电力通信系统防雷技术规程

CECS 341 : 2013

条文说明

# 目 次

1	总 则 .....	(47)
2	术 语 .....	(48)
3	电力通信系统雷电环境评估 .....	(49)
3.1	地区雷暴日等级划分 .....	(49)
3.2	雷电防护区划分 .....	(49)
3.3	雷击风险评估 .....	(50)
4	雷电防护分级 .....	(53)
4.1	一般规定 .....	(53)
4.3	按防雷装置的防护效率确定雷电防护等级 .....	(53)
5	防雷设计 .....	(55)
5.1	一般规定 .....	(55)
5.2	通信供电电源 .....	(58)
5.5	程控交换系统 .....	(59)
5.6	电力数据网、数字同步网及网络管理系统 .....	(59)
5.7	视频监控系統 .....	(59)
5.9	电力线载波通信系统 .....	(59)
6	防雷施工 .....	(60)
6.2	接地装置 .....	(60)
6.3	接地线 .....	(60)
7	施工质量验收 .....	(61)
7.2	竣工验收 .....	(61)
8	维护与管理 .....	(62)
8.1	维护 .....	(62)

# 1 总 则

**1.0.1** 随着经济建设和电力技术的发展,电力通信系统应用日益广泛,重要性不断增加,电力通信设备的集成水平和信息化程度也在不断提高。由于这些系统和设备耐过电压能力低,雷电高电压以及雷电电磁脉冲的侵入所产生的电磁效应、热效应会造成设备干扰或永久性损坏。因电力通信设备被雷击造成停电的经济损失相当惊人。因此电力通信系统对雷电灾害的防护问题越来越突出。

由于雷击发生的时间和地点以及雷击强度的随机性,因此对雷击损害的防范难度很大,要达到阻止和完全避免雷击损害的发生是不可能的。现行国家标准《雷电防护》GB/T 21714 等已明确指出,安装防雷装置后并非万无一失。所以按本规程要求安装防雷装置和采取防护措施后,只能将雷电灾害降低到最低限度,大大减小被保护的电力通信设备遭受雷击损害的风险。

**1.0.2** 对端相关电力通信接入设备是指由电网通信部门管理的电源端电力通信设备。

**1.0.4** 应根据电力通信系统的特点,预先考虑雷电可能侵入电力通信系统的通道和途径,采取综合防护措施,才能达到对雷电的有效防护。

**1.0.5** 在进行防雷设计时,应认真调查电力通信系统所在地点的地理、地质以及土壤、气象、环境、雷电活动、设备的重要性和雷击事故后果的严重程度等情况,对现场的电磁环境进行风险评估,这样,才能以尽可能低的造价建造一个有效的雷电防护系统,达到合理、科学、经济的设计。

## 2 术 语

本章术语主要依据现行国家标准《低压电涌保护器(SPD) 第1部分:低压配电系统的电涌保护器性能要求和试验方法》GB 18802.1—2011、《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343—2012,以及《雷电防护》GB/T 21714—2008 系列标准定义。

## 3 电力通信系统雷电环境评估

### 3.1 地区雷暴日等级划分

3.1.2 关于地区雷暴日等级划分,国家还没有制定出一个统一的标准。本规程参考了现行电力行业标准采用的等级划分标准。

### 3.2 雷电防护区划分

3.2.1 雷电防护区的划分是依据现行国家标准《雷电防护 第1部分:总则》GB/T 21714.1—2008 的规定。雷电防护区划分如图1所示。

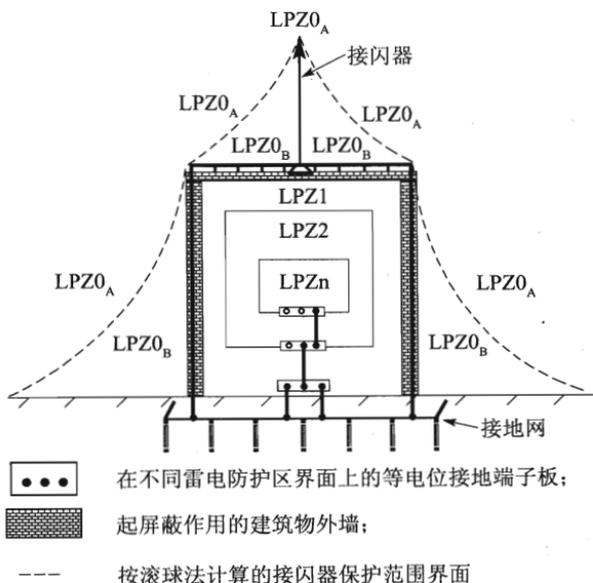


图1 雷电防护区划分示意图

### 3.3 雷击风险评估

**3.3.1~3.3.3** 雷电防护工程设计的依据之一是对工程所处地区的雷电环境进行风险评估的结果,按照风险评估的结果确定电力通信系统是否需要防护,需要什么等级的防护。因此,雷电环境的风险评估是雷电防护工程设计必不可少的环节。考虑到工程实际情况差异较大,用户要求各不相同,为提供工程设计的可操作性,本规程提供了三种风险评估方法。工程设计人员可根据电力通信系统的特性、重要性、评估所需数据资料的完备程度以及用户的要求选用。

下面给出了应用《雷电防护 第2部分:风险管理》GB/T 21714.2—2008对变电站主控楼进行雷电风险评估的例子:

某110kV变电站当地年均雷暴日为90天,站场土壤电阻率经测量 $\rho=500\Omega\cdot\text{m}$ ,主控楼尺寸为30m(长) $\times$ 12m(宽) $\times$ 15m(高),主控楼直击雷防护采用二类防雷设计,场内直击雷防护采用接闪针、接闪铁塔、建筑物接闪针带混合组成接闪器,通过引下线与地网连接。主控楼一般为无人值守。建筑物内设置了自动灭火装置以及自动报警装置。通信室电源柜安装了一级SPD,通信线路输入端安装了电涌保护器,通信线路进线采用光缆。

变电站地处郊区,为无人值守站,雷电风险评估主要考虑公众服务损失风险 $R_2$ 分量。

变电站所在地区有多年闪电定位监测资料,以在变电站中心位置为基准点,以3km为半径,提取最近10年的闪电定位资料统计分析后,地闪密度约为: $N_g=20.23$ 次/( $\text{km}^2\cdot\text{a}$ )。

根据GB/T 21714.2—2008的附录A,变电站主控楼年预计雷击危险事件次数计算结果如表1。

表 1 年预计雷击危险事件次数计算结果

名 称	公 式	数值(次/年)
雷击主控楼年预计 危险次数 $N_D$	$N_D = N_g \times A_d \times C_d \times 10^{-6}$	0.1
雷击主控楼附近的 年平均危险事件次数 $N_M$	$N_M = N_g \times (A_m - A_d \times C_d) \times 10^{-6}$	4.3
雷击电力线路的 年平均危险事件次数 $N_L$	$N_{L(\text{电源})} = N_g \times A_1 \times C_d \times C_t \times 10^{-6}$	0.72
雷击电力线路附近的 年平均危险事件次数 $N_I$	$N_{I(\text{电源})} = N_g \times A_{i(\text{电源})} \times C_e \times C_t \times 10^{-6}$	4.05

根据 GB/T 21714.2—2008 的附录 B, 变电站雷击风险评估所用到的雷击损害概率及损失率的计算结果如表 2。

表 2 雷击损害概率及损失率的计算结果

符号	名 称	数值
$P_B$	雷击主控楼造成物理损害的概率	0.1
$P_C$	雷击主控楼造成内部系统故障的概率	0.03
$P_V$	雷击入户线路引起物理损害的概率	0.03
$P_W$	雷击入户线路引起内部系统故障的概率	0.03
$P_Z$	雷击入户线路附近引起内部系统故障的概率	0.03
$L_f$	物理损害的损失率	0.01
$L_o$	内部系统故障的损失率	0.001

根据 GB/T 21714.2—2008 的第 6 章, 变电站雷击导致公共服务中断的各风险分量的计算结果如表 3。

表 3 各风险分量的计算结果

风 险 分 量	符号	数 值
直接雷击建筑物因危险火花触发火灾或爆炸引起的物理损害导致公共服务中断分量	$R_B$	$2.0 \times 10^{-5}$
直接雷击主控楼, LEMP 造成的内部系统故障导致公共服务中断的风险分量	$R_C$	$3.0 \times 10^{-6}$

续表 3

风险分量	符号	数值
雷击主控楼附近,LEMP造成的内部系统故障导致公共服务中断的风险分量	$R_M$	$1.3 \times 10^{-4}$
雷击电力线路引起火灾等物理损害导致公共服务中断的风险分量	$R_V$	$4.3 \times 10^{-5}$
雷击电力线路造成内部系统故障导致公共服务中断的风险分量	$R_W$	$1.4 \times 10^{-5}$
雷击电力线路附近,内部系统故障导致公共服务中断的风险分量	$R_Z$	$1.0 \times 10^{-4}$

根据雷击风险评估结果,该变电站因雷击导致公共服务中断的风险总量为  $3.1 \times 10^{-4}$ ,其中 LEMP 造成内部系统故障的风险分量远大于雷击引起火灾等物理灾害的风险分量,变电站主控楼进一步的防雷措施应主要针对 LEMP 防护进行。

## 4 雷电防护分级

### 4.1 一般规定

4.1.2 根据《雷电防护 第2部分:风险管理》GB/T 21714.2 进行雷击风险评估时,采取评估、增加防雷措施、再评估直至满足可接受风险要求的循环评估方式,因此不需要再分级。

### 4.3 按防雷装置的防护效率确定雷电防护等级

4.3.1、4.3.2 本节内容主要参照《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343—2012。计算电力通信系统年预计雷击次数时采用的雷击大地密度( $N_g$ )值可按本规程附录 A 中的公式(A.1.2)计算。目前我国有关部门已在部分地区设立了雷电监测系统,可以直接统计这些区域内的雷击大地密度,当所处地区有可靠的雷击密度资料时,可直接采用。

国家电网生[2011]500号文件附件1中基于 $N_g$ 值,将雷电活动频度从弱到强分为4个等级,7个层级:

A级—— $N_g < 0.78$ 次/( $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ );

B1级—— $0.78$ 次/( $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ) $\leq N_g < 2.0$ 次/( $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ );

B2级—— $2.0$ 次/( $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ) $\leq N_g < 2.78$ 次/( $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ );

C1级—— $2.78$ 次/( $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ) $\leq N_g < 5.0$ 次/( $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ );

C2级—— $5.0$ 次/( $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ) $\leq N_g < 7.98$ 次/( $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ );

D1级—— $7.98$ 次/( $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ) $\leq N_g < 11.0$ 次/( $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ );

D2级—— $N_g \geq 11.0$ 次/( $\text{km}^2 \cdot \text{a}$ );

其中,A级对应本规程少雷区,平均年雷暴日数不超过15;B1级和B2级对应本规程中雷区,平均年雷暴日数超过15但不超过

40;C1级和C2级对应本规程多雷区,平均年雷暴日数超过40但不超过90;D1级和D2级对应本规程强雷区,平均年雷暴日数超过90。

## 5 防雷设计

### 5.1 一般规定

**5.1.2、5.1.3** 新建、扩建、改建工程应收集相关资料和数据,为防雷工程设计提供现场依据,而且这些资料和数据也是雷击风险评估计算所必需的原始材料。被保护设备的性能参数包括设备工作频率、功率、工作电平、传输速率、特性阻抗、传输介质及接口形式等;电力通信系统的网络结构指电力通信系统各设备之间的电气连接关系等;线路进入建筑物的方式指架空或埋地,屏蔽或非屏蔽;接地装置状况指接地装置位置、接地电阻值等。

**5.1.5** 为了避免电力通信设备之间及设备内部出现危险的电位差,采用等电位连接降低其电位差是十分有效的防范措施。接地是分流和泄放直接雷击电流和雷电电磁脉冲能量最有效的手段之一。因此电力通信系统必须采取等电位连接与接地保护措施。

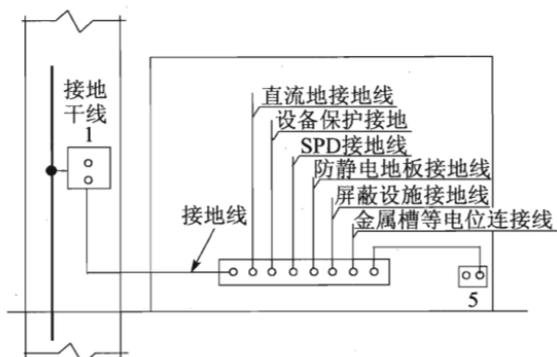
**5.1.6、5.1.7** 电力通信设备的金属外壳、机柜、机架、金属管(槽)、屏蔽线缆外层、设备防静电接地和安全保护接地及电涌保护器接地端等均应以最短的距离与局部等电位连接网络连接。局部等电位连接网络可以有两种型式:

(1) S型结构[图 2(a)]。一般宜用于设备相对较少的机房或局部的系统中。当采用 S型结构局部等电位连接网络时,设备所有的金属导体,如机柜、机箱和机架应与共用接地系统独立,仅通过作为接地参考点(EPR)的唯一等电位连接母排与共用接地系统连接,形成 Ss型单点等电位连接的星形结构。采用星形结构时,单个设备的所有连线应与等电位连接导体平行,避免形成感应回路。

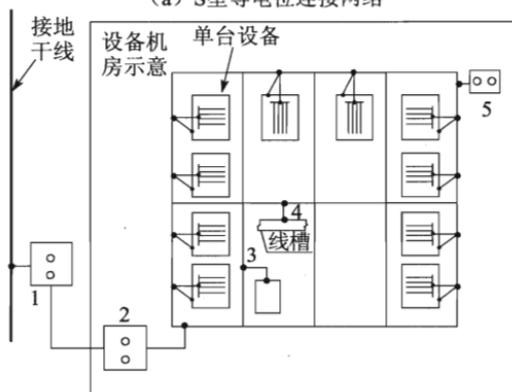
(2) M型结构[图 2(b)]。机房内设备所有的金属导体,如机

柜、机箱和机架不应与接地系统独立,应通过多个等电位连接点与接地系统连接,形成 Mm 型网状等电位连接的网格形结构。当电力通信系统分布于较大区域,设备之间有许多线路,并且通过多点进入该系统内时,适合采用网格形结构,网格大小宜为 0.6m~3m。

(3) 在一个复杂系统中,可以结合两种结构(星形和网格形)的优点,构成组合型结构。



(a) S型等电位连接网络



(b) M型等电位连接网络

图 2 等电位连接网络示意图

1—总等电位接地端子板;2—设备机房内等电位接地端子板;3—防静电地板接地线;

4—金属线槽等电位连接线;5—建筑物金属构件

**5.1.9** 将相邻建筑物接地装置相互连通是为了减小各建筑物电力通信系统间的电位差。如果相邻建筑物间的线缆敷设在密封金属管道内,也可利用金属管道互连。使用屏蔽电缆屏蔽层互连时,屏蔽层截面积应足够大。

**5.1.10** 防雷接地:指系统所在建筑物防直击雷系统接闪装置、引下线的接地(装置);电力通信系统的电源线路、信号线路(包括天馈线路)SPD接地。

交流工作接地:指供电系统中电力变压器低压侧三相绕组中性点的接地。

直流工作接地:指设备信号接地、逻辑接地,又称功能性接地。

安全保护接地:指配电线路防电击(PE线)接地、电气和电子设备金属外壳接地、屏蔽接地、防静电接地等。

这些接地在电力通信系统所在的同一建筑物中应共用一组接地装置,在钢筋混凝土结构的建筑物中通常是采用基础钢筋网(自然接地极)作为共用接地装置。

《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065 对不同情况下接地装置的接地电阻做了比较详细的规定,从防雷角度考虑,接地电阻不宜超过  $10\Omega$ 。

**5.1.12** 机房设备接地引入线与接闪器、铁塔、防雷引下线直接连接将导致雷电流进入室内设备,造成严重损害。

**5.1.14** 磁场屏蔽能够减小电磁场及内部系统感应电涌的幅值。磁场屏蔽有空间屏蔽、设备屏蔽和线缆屏蔽。空间屏蔽有建筑物外部钢结构墙体的初级屏蔽和机房的屏蔽。线缆屏蔽和合理布线(使感应回路面积为最小)可以减小系统感应电涌的幅值。

电力通信系统设备主机房选择在建筑物低层中心部位,因为这些地方雷电电磁环境较好。机房内的设备应尽可能远离机房屏蔽体或结构柱是因为部分雷电流会流经屏蔽层,靠近屏蔽层处的磁场强度较高。

## 5.2 通信供电电源

**5.2.2** 根据《建筑物电气装置 第4部分:安全防护 第44章:过电压保护 第444节:建筑物电气装置电磁干扰(EMI)防护》GB/T 16895.16—2002(idt IEC 60364-4-444:1996)444.3.12“在安装有敏感设备的电气装置中避免采用 TN-C 系统。在装有重要信息技术设备的建筑物中,为了减少中性线电流的分流导致对信息电缆的损害或干扰,应在电气装置的电源进线点之后采用分开的保护导体(PE)和中性导体(N)”。

**5.2.3** 表 5.2.3-1 中相线与 PE 线间交流电源电涌保护器最大持续工作电压最小值选择为 $\sqrt{3}U_0$ 。是考虑到电力通信系统的供电电源可能有单相故障下继续运行的工作方式,此时该电涌保护器应能承受相应的暂时过电压。

在电力通信系统电源线路进线处应设置 SPD 用于泄放雷电流并将雷电冲击过电压降低,雷电防护等级划分为 A 级或 B 级的电力通信系统宜设置两级以上的保护,在机房通信电源柜处设置的电涌保护器电压有效保护水平应不大于 2.5kV。如果这一级 SPD 距离被保护设备较远或被保护设备耐冲击水平较低,还需设置多级 SPD 来进一步降低冲击电压。

如果建筑物装有防直击雷装置而易遭受直接雷击,或近旁具有易落雷的条件,交流电源入口第一级 SPD 应是通过 10/350 $\mu$ s 波形的最大冲击电流  $I_{imp}$  (I 类)试验的 SPD。考虑到电力通信系统电源通常来自于站用电的实际情况,本规程作出了选择性的规定;也可选择 II 类试验的 SPD 作第一级保护。SPD 应能承受在安装位置上可能出现的放电电流。

**5.2.4** 当电源线路中安装了多级电源 SPD,由于各级 SPD 的标称导通电压和标称导通电流不同、安装方式及接线长短有差异,在设计和安装时如果能量配合不当,将会出现某级 SPD 不动作的盲点问题。为了保证雷电高电压脉冲沿电源线路侵入时,各级 SPD

都能分级启动泄流,避免多级 SPD 间出现盲点,两级 SPD 间必须有一定的线距长度(即一定的感抗或加装退耦元件)来满足避免盲点的要求。

## 5.5 程控交换系统

5.5.1 适配是指安装电涌保护器的性能参数,例如工作频率、工作电平、传输速率、特性阻抗、传输介质、及接口型式等应符合传输线路的性质和要求。

## 5.6 电力数据网、数字同步网及网络管理系统

5.6.2~5.6.7 这几条主要是对电力数据网、数字同步网及网络管理系统可能涉及的信号端口提出防雷要求。电力数据网、数字同步网涉及的电源和线缆防雷措施则按本规程相关规定执行,不再重复。

## 5.7 视频监控系统

5.7.4 监控系统的户外供电线路、视频信号线路、控制信号线路应有金属屏蔽层并穿钢管敷设。因为户外架空线路难以做到防直接雷击和防御空间 LEMP 的侵害,从实际很多工程的案例来看,凡是采用架空线路,在雷雨季节都难逃系统受到损害。因此,在初建时应按本条规定采用屏蔽线缆并穿钢管敷设。

## 5.9 电力线载波通信系统

5.9.2 本条主要参照现行国家标准《电力线载波结合设备》GB/T 7329—2008 的规定。

## 6 防雷施工

### 6.2 接地装置

**6.2.4** 第4款中规定：“扁钢和圆钢与钢管、角钢互相焊接时，除应在接触部位双面施焊外，还应增加圆钢搭接件”，增加圆钢搭接件的目的是为了满足不同搭接长度的要求，考虑到个别施工现场制作搭接件的难度，圆钢制作更为方便。当然，采用扁钢也是可以的。一般搭接件形状为“一”字型或“L”型，“L”型边长以满足要求为准。

**6.2.5** 考虑到焊接后强度的要求，铜材不适合于锡焊，同时异性材质的连接也不适合电焊等原因，它们的连接应采用热熔焊。

### 6.3 接地线

**6.3.1** 接地装置应在不同位置至少引出两根连接导体与室内总等电位接地端子板相连接。引出两根的主要目的是对长期使用该接地装置的设备有一个冗余保障。这里的“在不同位置”并不是指要隔开很远的距离，而只是不在同一连接点上连接以避免同时出故障的可能性。

**6.3.2** 本条对接地连接导体截面积的要求为基本要求。当某工程实际要求更高时，应按实际设计而定。

## 7 施工质量验收

### 7.2 竣工验收

**7.2.3** 防雷施工是按照防雷设计和规程要求进行的,对雷电防护作了周密的考虑和计算,哪怕有一个小部位施工质量不合格,都将会形成隐患,遭受严重损失。因此凡是检验不合格项目,应提交施工单位进行整改,直到满足验收要求为止。

## 8 维护与管理

### 8.1 维 护

**8.1.2** 《建筑物防雷装置检测技术规程》GB/T 21431—2008 和《雷电防护 第 3 部分:建筑物的物理损坏和生命危险》GB/T 21714.3—2008 中提出了防雷装置的检查周期,并将防雷装置检查分为外观检查和全面检查两种。规定外观检查每年至少进行一次。同时规定,在多雷区和强雷区,外观检查还要更频繁些。如果客户有维护计划或建筑保险人提出要求时,还可进行全面测试。

本规程根据国家有关法规,综合各种因素,规定全面检查周期为一年并宜安排在雷雨季节前实施。

**8.1.4~8.1.6** 防雷装置在整个使用期限内,应完全保持防雷装置的机械特性和电气特性,使其符合本规程设计要求。

防雷装置的部件,一般完全暴露在空气中或深埋在土壤中,由于不同的自然污染或工业污染,诸如潮湿、温度变化、空气中的二氧化硫、溶解的盐分等,金属部件将会很快出现腐蚀和锈蚀,金属部件的截面积不断减小,机械强度不断降低,部件易失去防雷有效性。

为了保证人员和设备安全,当金属部件损伤、腐蚀的部位超过原截面积的  $1/3$  时,应及时修复或更换。

需本标准可按如下地址索购：

地址：北京百万庄建设部 中国工程建设标准化协会

邮政编码：**100835** 电话：**(010)88375610**

不得私自翻印。

S/N:1580242·056



9 158024 205602 >

统一书号:1580242·056

---

定价:22.00 元