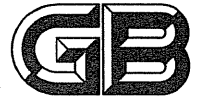


UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50689 - 2011

---

# 通信局（站）防雷与接地工程设计规范

Code for design of lightning protection and earthing  
engineering for telecommunication bureaus (stations)

2011 - 04 - 02 发布

2012 - 05 - 01 实施

---

中华人民共和国住房和城乡建设部  
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

# 通信局(站)防雷与接地工程设计规范

Code for design of lightning protection and earthing  
engineering for telecommunication bureaus(stations)

**GB 50689 - 2011**

主编部门:中华人民共和国工业和信息化部

批准部门:中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期:2 0 1 2 年 5 月 1 日

中国计划出版社

2012 北 京

中华人民共和国国家标准  
**通信局(站)防雷与接地工程设计规范**

GB 50689-2011

☆

中国计划出版社出版

(地址:北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 4 层)

(邮政编码:100038 电话:63906433 63906381)

新华书店北京发行所发行

北京世知印务有限公司印刷

---

850×1168 毫米 1/32 4.125 印张 102 千字

2012 年 2 月第 1 版 2012 年 2 月第 1 次印刷

印数 1—6000 册

☆

统一书号:1580177·731

定价:25.00 元

# 中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 981 号

## 关于发布国家标准 《通信局(站)防雷与接地工程设计规范》的公告

现批准《通信局(站)防雷与接地工程设计规范》为国家标准，编号为 GB 50689—2011，自 2012 年 5 月 1 日起实施。其中，第 1.0.6、3.1.1、3.1.2、3.6.8、3.9.1、3.10.3、3.11.2、3.13.6、3.14.1、4.8.1、5.3.1、5.3.4、6.4.3、6.6.4、7.4.6、9.2.9 条为强制性条文，必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

二〇一一年四月二日

## 前 言

本规范是根据住房和城乡建设部《关于印发〈2008 年工程建设标准规范制订、修订计划(第二批)〉的通知》(建标〔2008〕105号)的要求,由中讯邮电咨询设计院有限公司编制完成。

本规范在编制过程中,规范编制组学习了有关现行国家法律、法规及标准,进行了调查研究,总结了多年来通信局(站)防雷与接地设计的经验,对规范条文反复讨论修改,在广泛征求意见的基础上,最后经审查定稿。

本规范共分 9 章和 7 个附录。主要内容包括:总则,术语,基本规定,综合通信大楼的防雷与接地,有线通信局(站)的防雷与接地,移动通信基站的防雷与接地,小型通信站的防雷与接地,微波、卫星地球站的防雷与接地,通信局(站)雷电过电压保护设计等。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由中讯邮电咨询设计院有限公司负责具体技术内容的解释。本规范在执行过程中,希望各单位注意总结经验,如发现需要修改或补充之处,请将意见寄至中讯邮电咨询设计院有限公司(地址:北京市海淀区首体南路 9 号主语商务中心,邮政编码:100048),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、主要起草人和主要审查人:

**主 编 单 位:** 中讯邮电咨询设计院有限公司

**主要起草人:** 刘吉克 朱清峰 陈 强 石宇海 王志岗

祁 征 牛年增

主要审查人：杨世忠 林涌双 高 健 许伟杰 李 峙  
张东良 郭亚平 戴传友 郭 武 孙延玲  
邱传睿 娄杰良 肖 波 卢智军

# 目 次

1	总 则 .....	( 1 )
2	术 语 .....	( 2 )
3	基本规定 .....	( 8 )
3.1	一般规定 .....	( 8 )
3.2	接地系统组成 .....	( 8 )
3.3	接地体 .....	( 9 )
3.4	接地引入线 .....	( 10 )
3.5	接地汇集线 .....	( 11 )
3.6	接地线 .....	( 11 )
3.7	等电位连接方式 .....	( 12 )
3.8	各类缆线的人局方式 .....	( 13 )
3.9	接地线布放要求 .....	( 14 )
3.10	计算机网络接口、控制终端接口的保护 .....	( 14 )
3.11	集中监控系统的接地与接口的保护 .....	( 14 )
3.12	局内布线 .....	( 15 )
3.13	配电系统 .....	( 15 )
3.14	机房内辅助设备的接地 .....	( 16 )
3.15	光缆的防雷接地 .....	( 16 )
4	综合通信大楼的防雷与接地 .....	( 19 )
4.1	一般规定 .....	( 19 )
4.2	接地连接方式 .....	( 21 )
4.3	内部等电位接地连接方式 .....	( 24 )
4.4	地网 .....	( 24 )
4.5	进局缆线的接地 .....	( 25 )

4.6	通信设备的接地	(26)
4.7	通信电源的接地	(30)
4.8	其他设施的接地	(30)
4.9	建筑防雷设计	(30)
5	有线通信局(站)的防雷与接地	(32)
5.1	交换局、数据局	(32)
5.2	接入网站、模块局	(33)
5.3	宽带接入点	(35)
5.4	光缆中继站	(36)
5.5	通信设备的直流配电系统接地	(36)
6	移动通信基站的防雷与接地	(37)
6.1	一般原则	(37)
6.2	地网	(37)
6.3	直击雷保护	(39)
6.4	天(馈)线接地	(39)
6.5	直流远供系统的防雷与接地	(41)
6.6	GPS天(馈)线的防雷与接地	(42)
6.7	机房内的等电位连接	(42)
6.8	接地引入线和室内接地处理	(44)
6.9	其他引入缆线的接地处理	(44)
6.10	通信设备的直流配电系统接地	(45)
7	小型通信站的防雷与接地	(46)
7.1	一般原则	(46)
7.2	地网	(46)
7.3	直击雷防护	(47)
7.4	其他	(48)
8	微波、卫星地球站的防雷与接地	(49)
8.1	微波站的防雷与接地	(49)
8.2	卫星地球站的防雷与接地	(51)

9 通信局(站)雷电过电压保护设计 .....	( 53 )
9.1 一般规定 .....	( 53 )
9.2 防雷器的使用要求 .....	( 53 )
9.3 通信局(站)电源系统雷电过电压保护原则 .....	( 54 )
9.4 电源防雷器安装要求 .....	( 62 )
9.5 计算机网络及各类信号线雷电过电压保护设计原则 .....	( 62 )
附录 A 全国主要城市年平均雷暴日数统计表 .....	( 65 )
附录 B 全国年平均雷暴日数区划图 .....	( 67 )
附录 C 防雷器保护模式要求 .....	( 68 )
附录 D 网状、星形和星形-网状混合型接地 .....	( 70 )
附录 E 接地电阻的测试 .....	( 71 )
附录 F 土壤电阻率的测量 .....	( 73 )
附录 G 防雷区 .....	( 76 )
本规范用词说明 .....	( 78 )
引用标准名录 .....	( 79 )
附:条文说明 .....	( 81 )

# Contents

1	General provisions .....	( 1 )
2	Terms .....	( 2 )
3	Basic requirement .....	( 8 )
3.1	General requirement .....	( 8 )
3.2	Composition of earthing system .....	( 8 )
3.3	Earth electrode .....	( 9 )
3.4	Earthing connection .....	( 10 )
3.5	Main earthing conductor .....	( 11 )
3.6	Earthing conductor .....	( 11 )
3.7	The types of equipotential bonding .....	( 12 )
3.8	The accessing ways of various cables .....	( 13 )
3.9	The layout requirements of earthing conductor .....	( 14 )
3.10	The protection of network port of computer and controller terminal port .....	( 14 )
3.11	The earthing of centralized monitoring system and protection of the port .....	( 14 )
3.12	The layout of cables in bureau .....	( 15 )
3.13	Power distribution system .....	( 15 )
3.14	The earthing of auxiliary equipment in room .....	( 16 )
3.15	The lightning protection and earthing of optical fiber cable .....	( 16 )
4	The lightning protection and earthing of composite telecommunication building .....	( 19 )
4.1	General requirement .....	( 19 )

4.2	The types of earthing and bonding .....	( 21 )
4.3	The types of internal equipotential bonding .....	( 24 )
4.4	Earth grid .....	( 24 )
4.5	The earthing of the cables entering into bureau .....	( 25 )
4.6	The earthing of telecommunication equipment .....	( 26 )
4.7	The earthing of telecommunication power .....	( 30 )
4.8	The earthing of other facilities .....	( 30 )
4.9	The lightning protection design of building .....	( 30 )
5	The lightning protection and earthing of access telecommunication bureaus(stations) .....	( 32 )
5.1	Exchange bureau and data bureau .....	( 32 )
5.2	Access network station and module bureau .....	( 33 )
5.3	Broadband access sites .....	( 35 )
5.4	Fiber cable repeater station .....	( 36 )
5.5	The earthing of DC power distribution system for telecommunication equipment .....	( 36 )
6	The lightning protection and earthing of mobile telecommunication base station .....	( 37 )
6.1	General requirement .....	( 37 )
6.2	Earth grid .....	( 37 )
6.3	Direct stroke protection .....	( 39 )
6.4	The earthing of antenna and feeding cable .....	( 39 )
6.5	The lightning protection and earthing of DC remote feeding system .....	( 41 )
6.6	The lightning protection and earthing of GPS .....	( 42 )
6.7	Internal equipotential bonding .....	( 42 )
6.8	The handling of earthing connection and internal earthing .....	( 44 )
6.9	The earthing of other accessing cables .....	( 44 )

6.10	The earthing of the DC power distribution system for telecommunication equipment .....	( 45 )
7	The lightning protection and earthing of small telecommunication station .....	( 46 )
7.1	General requirement .....	( 46 )
7.2	Earth grid .....	( 46 )
7.3	Direct stroke protection .....	( 47 )
7.4	Others .....	( 48 )
8	The lightning protection and earthing of microwave and satellite stations .....	( 49 )
8.1	The lightning protection and earthing of microwave stations .....	( 49 )
8.2	The lightning protection and earthing of satellite stations .....	( 51 )
9	The design of lightning over-voltage protection for telecommunication bureaus(stations) .....	( 53 )
9.1	General requirement .....	( 53 )
9.2	The application requirements of SPD .....	( 53 )
9.3	The principles of lightning over-voltage protection for the power system in telecommunication bureaus (stations) .....	( 54 )
9.4	The installation requirements of AC SPD .....	( 62 )
9.5	The principles of lightning over-voltage protection design for computer networks and signal cables .....	( 62 )
Appendix A	The tables of the average number of thunderstorm days in one year on major cities .....	( 65 )
Appendix B	The nationwide zoned map of the average number of thunderstorm days in one year .....	( 67 )

Appendix C	The requirements of SPD protection mode according to the earthing .....	( 68 )
Appendix D	Mesh, star and star-mesh mixed earthing system .....	( 70 )
Appendix E	The measurement of earthing resistance ...	( 71 )
Appendix F	The measurement of earth resistivity .....	( 73 )
Appendix G	Lightning protection zones .....	( 76 )
	Explanation of wording in this code .....	( 78 )
	List of quoted standards .....	( 79 )
	Addition: Explanation of provisions .....	( 81 )

# 1 总 则

**1.0.1** 为防止和降低通信局(站)因雷击造成的危害,确保人员安全和通信设备的安全和正常工作,制定本规范。

**1.0.2** 本规范适用于新建、改建和扩建的通信局(站)防雷与接地工程的设计。

**1.0.3** 通信局(站)防雷接地工程应建立在联合接地、均压等电位、分区保护的基础上,并应根据电磁兼容原理,按防雷区划分原则,对防雷器的安装位置进行合理规划。

**1.0.4** 通信局(站)防雷接地工程设计的雷击风险评估应以现场调查资料、局址地理环境、年雷暴日分布及通信局(站)类型为依据。

**1.0.5** 通信局(站)雷电过电压保护工程所选用的防雷器应符合工业与信息化部通信防雷产品的技术要求。

**1.0.6** 通信局(站)雷电过电压保护工程,必须选用经过国家认可的第三方检测部门测试合格的防雷器。

**1.0.7** 年雷暴日应根据通信局(站)所在地区的气象部门提供的数据确定,也可按本规范附录 A 和附录 B 的规定确定。

**1.0.8** 通信局(站)防雷与接地工程的设计,除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 防雷区 lightning protection zones (LPZ)

将一个易遭雷击的区域,按通信局(站)建筑物内外、通信机房及被保护设备所处环境的不同进行被保护区域划分,被保护区域称为防雷区。

### 2.0.2 雷暴日 thunderstorm day

一天中可听到一次以上的雷声称为一个雷暴日。

### 2.0.3 少雷区 low keraunic zones

少雷区为一年平均雷暴日数不超过 25 的地区。

### 2.0.4 中雷区 middle keraunic zones

中雷区为一年平均雷暴日数在 26~40 以内的地区。

### 2.0.5 多雷区 high keraunic zones

多雷区为一年平均雷暴日数在 41~90 以内的地区。

### 2.0.6 强雷区 strong keraunic zones

强雷区为一年平均雷暴日数超过 90 的地区。

### 2.0.7 雷电活动区 keraunic zones

根据年平均雷暴日的多少,分为少雷区、中雷区、多雷区和强雷区。

### 2.0.8 雷击风险评估 evaluation of lightning strike risk

根据雷击的各种因素,综合评估因雷击大地导致局(站)损害程度确定防护等级、类别的一种方法。

### 2.0.9 直击雷 direct lightning flash

直接击在建筑物或防雷装置上的闪电。

### 2.0.10 直击雷保护 direct stroke protection

防止雷闪直接击在建筑物、构筑物、电气网络或电气装置上的

措施。

**2.0.11 接闪器** air-terminal system

直接接受雷击的避雷针、避雷带(线)、避雷网。

**2.0.12 滚球法** rolling sphere method

电气几何理论应用在建筑物防雷分析中的简化分析方法。

**2.0.13 引下线** down-conductor system

连接接闪器与接地装置的金属导体。

**2.0.14 雷电电磁脉冲** lightning electromagnetic pulse (LEMP)

与雷电放电相联系的电磁辐射。所产生的电场和磁场能够耦合到电气或电子系统中,产生破坏性的浪涌电流或浪涌电压。

**2.0.15 外部防雷装置** external lightning protection system

由接闪器、引下线和接地装置组成,主要用以防直击雷的防护装置。

**2.0.16 土壤电阻率** earth resistivity

表征土壤导电性参数的参数,它的值等于单位立方体土壤相对两面间测得的电阻,单位为  $\Omega \cdot \text{m}$ 。

**2.0.17 工频接地电阻** power frequency ground resistance

工频电流流过接地装置时,接地体与远方大地之间的电阻。其数值等于接地装置相对远方大地的电压与通过接地体流入地中电流的比值。

**2.0.18 联合接地** common earthing

将通信局(站)各类通信设备不同的接地方式,包括通信设备的工作接地、保护接地、屏蔽体接地、防静电接地、信息设备逻辑地等和建筑物金属构件及各部分防雷装置、防雷器的保护接地连接在一起,并与建筑物防雷接地共同合用建筑物的基础接地体及外设接地系统的接地方式。

**2.0.19 接地体** earth electrode

为达到与地连接的目的,一根或一组与土壤(大地)密切接触并提供与土壤(大地)之间的电气连接的导体。

**2.0.20 接地引入线 earthing connection**

接地体与总接地汇集排之间相连的连接线称为接地引入线。

**2.0.21 接地系统 earthing system**

系统、装置和设备的接地所包含的所有电气连接和器件,包括埋在地中的接地体、接地线、与接地体相连的电缆屏蔽层及与接地体相连的设备外壳或裸露金属部分、建筑物钢筋、构架在内的复杂系统。

**2.0.22 地网 earth grid**

由埋在地中的互相连接的裸导体构成的一组接地体,为电气设备或金属结构提供共同的地。

**2.0.23 接地装置 earth-termination system**

接地线和接地体的总和。

**2.0.24 等电位连接 equipotential bonding**

将分开的装置、诸导电物体用等电位连接导体或防雷器连接起来以减小雷电流在它们之间产生的电位差。

**2.0.25 等电位连接网络 bonding network**

将一个系统的诸外露可导电部分做等电位连接的导体所组成的网络。

**2.0.26 接地参考点 earthing reference point (ERP)**

共用接地系统和系统的等电位连接网络之间的唯一连接点。

**2.0.27 接地汇集线 main earthing conductor**

指作为接地导体的条状铜排或扁钢等,在通信局(站)内通常作为接地系统的主干线,按敷设方式可分为水平接地汇集线、垂直接地汇集线、环形接地汇集线或条形接地汇集线。

**2.0.28 接地端子 earthing terminal**

接地线的连接端子或接地排。

**2.0.29 接地排 earthing bar**

与接地母线相连,并作为各类接地线连接端子的矩形铜排。

**2.0.30 总接地排 main earthing terminal (MET)**

用于将各类接地线连接到接地装置的接地排,是系统的第一级接地排。

**2.0.31 楼层接地排** floor equipotential earthing terminal board (FEB)

建筑物内,楼层设置的接地排,供局部等电位接地排作等电位连接用。

**2.0.32 局部接地排** local equipotential earthing terminal board (LEB)

通信系统设备机房内,做局部等电位连接的接地排。

**2.0.33 电缆入口接地排** cable entrance earthing bar(CEEB)

可以通过接地排将电缆入口设施各个户外电缆与总接地排或环形接地体进行连接的接地排。

**2.0.34 电缆入口设施** cable entrance facility(CEF)

将电缆内接地和金属外皮连接接地根据实际情况尽可能靠近户外电缆的入口处的设施。

**2.0.35 公共直流回流系统** common DC return(DC-C)

直流回流导体与周围的连接网进行多点连接的一种直流电源系统。

**2.0.36 隔离直流回流系统** isolated DC return (DC-I)

直流回流导体单点接到 BN 的一种直流电源系统。

**2.0.37 公共连接网** common bonding network(CBN)

通信局(站)内实施连接和接地的主要手段,它是一组被特意互连或者偶然互连的金属部件,用以构成大楼的主要连接网。

**2.0.38 垂直主干接地线** vertical reise (VR)

一组在电信设备和主接地端子间提供工程低电阻路径的垂直导体,垂直贯穿于通信局(站)建筑体各层楼的接地用主干线。

**2.0.39 雷电过电压** lightning over-voltage

因雷电放电,在系统端口上出现的瞬态过电压。

**2.0.40 防雷器** surge protective devices (SPD)

在通信局(站)用于各类通信系统对雷电过电压、操作过电压等进行保护的器件。

**2.0.41 限压型防雷器** voltage limiting type SPD

限压型 SPD 一般由金属氧化物压敏电阻或半导体保护器件等元器件组成,通信局(站)必须使用限压型 SPD。

**2.0.42 最大持续工作电压** maximum continuous operating voltage

允许持久地施加在 SPD 上的最大交流电压有效值或直流电压。其值等于额定电压。

**2.0.43 残压** residual voltage

放电电流流过 SPD 时,在其端子间的电压峰值。

**2.0.44 限制电压** residual voltage of SPD

施加规定波形和幅值的冲击电压时,在 SPD 接线端子间测得的最大电压峰值。

**2.0.45 标称导通电压** nominal start-up voltage

在施加恒定 1mA 直流电流情况下金属氧化物压敏电阻的启动电压。

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

表明 SPD 通流能力的指标,对应于 8/20 $\mu$ s 模拟雷电波的冲击电流。

**2.0.47 最大通流容量** maximum discharge current ( $I_{max}$ )

SPD 不发生实质性破坏,每线(或单模块)能通过规定次数、规定波形模拟雷电波的最大电流峰值。最大通流容量为标称放电电流的 2.5 倍。

**2.0.48 二端口防雷器** two-port SPD

具有独立的输入输出端口的防雷器。在这些端口之间插入有一个专门的串联阻抗。

**2.0.49 一端口防雷器** one-port SPD

SPD 与被保护电路并联。一端口能分开输入和输出端,在输

入和输出端子之间没有特殊的串联阻抗。

**2.0.50 全球卫星定位系统** global positioning system (GPS)

一种结合卫星及通信发展的技术,利用导航卫星进行测时和测距。

## 3 基本规定

### 3.1 一般规定

- 3.1.1 通信局(站)的接地系统必须采用联合接地的方式。
- 3.1.2 大、中型通信局(站)必须采用 TN-S 或 TN-C-S 供电方式。
- 3.1.3 小型通信局(站)、移动通信基站及小型站点可采用 TT 供电方式。
- 3.1.4 安装在民用建筑物上的各类无线站点应确保建筑物内供电系统的安全。
- 3.1.5 雷电过电压保护设计应符合本规范第 9 章的有关规定,防雷器安装应符合本规范附录 C 的有关规定。

### 3.2 接地系统组成

- 3.2.1 通信局(站)的接地系统可按图 3.2.1 设计。
- 3.2.2 接地汇集线、接地线应以逐层辐射方式进行连接,宜以逐层树枝形方式或者网状连接方式相连,并应符合下列规定:
  - 1 垂直接地汇集线应贯穿于通信局(站)建筑体各层,其一端应与接地引入线连通,另一端应与建筑体各层钢筋和各层水平分接地汇集线相连,并形成辐射状结构。垂直接地汇集线宜连接在建(构)筑物底层的环形接地汇集线上,并应垂直引到各机房的水平分接地汇集线上。
  - 2 水平接地汇集线应分层设置,各通信设备的接地线应就近从本层水平接地汇集线上引入。
- 3.2.3 通信局(站)的联合地网应利用建筑物基础混凝土内的钢筋和围绕建筑物四周敷设的环形接地体,以及与之相连的电缆屏蔽层和各类管线相互保持电气连接。

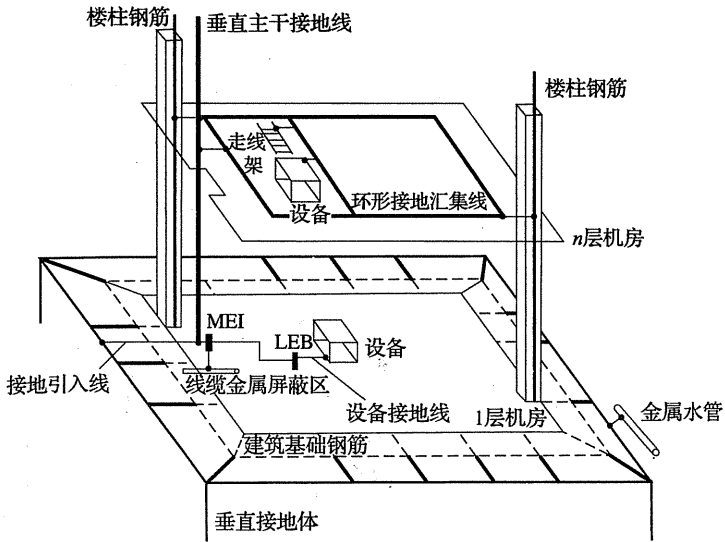


图 3.2.1 通信局(站)接地系统

### 3.3 接 地 体

**3.3.1** 接地体上端距地面不宜小于 0.7m。在寒冷地区接地体应埋设在冻土层以下。在土壤较薄的石山或碎石多岩地区应根据具体情况确定接地体埋深。

**3.3.2** 垂直接地体宜采用长度不小于 2.5m 的热镀锌钢材、铜材、铜包钢等接地体,也可根据埋设地网的土质及地理情况确定。垂直接地体间距不宜小于 5m,具体数量可根据地网大小、地理环境情况确定。地网四角的连接处应埋设垂直接地体。

**3.3.3** 在大地土壤电阻率较高的地区,当地网接地电阻值难以满足要求时,可向外延伸辐射形接地体,也可采用液状长效降阻剂、接地棒以及外引接地等方式。

**3.3.4** 当城市环境不允许采用常规接地方式时,可采用接地棒接

地的方式。

**3.3.5** 水平接地体应采用热镀锌扁钢或铜材。水平接地体应与垂直接地体焊接连通。

**3.3.6** 接地体采用热镀锌钢材时,其规格应符合下列规定:

- 1 钢管的壁厚不应小于 3.5mm。
- 2 角钢不应小于 50mm×50mm×5mm。
- 3 扁钢不应小于 40mm×4mm。
- 4 圆钢直径不应小于 10mm。

**3.3.7** 接地体采用铜包钢、镀铜钢棒和镀铜圆钢时,其直径不应小于 10mm。镀铜钢棒和镀铜圆钢的镀层厚度不应小于 0.254mm。

**3.3.8** 除在混凝土中的接地体之间的所有焊接点外,其他接地体之间所有焊接点均应进行防腐处理。

**3.3.9** 接地装置的焊接长度,采用扁钢时不应小于其宽度的 2 倍,采用圆钢时不应小于其直径的 10 倍。

### 3.4 接地引入线

**3.4.1** 接地引入线应做防腐蚀处理。

**3.4.2** 接地引入线宜采用 40mm×4mm 或 50mm×5mm 热镀锌扁钢或截面积不小于 95mm<sup>2</sup> 的多股铜线,且长度不宜超过 30m。

**3.4.3** 接地引入线不宜与暖气管同沟布放,埋设时应避开污水管道和水沟,且其出土部位应有防机械损伤的保护措施和绝缘防腐处理。

**3.4.4** 与接地汇集线连接的接地引入线应从地网两侧就近引入。

**3.4.5** 高层通信楼地网与垂直接地汇集线连接的接地引入线应采用截面积不小于 240mm<sup>2</sup> 的多股铜线,并应从地网的两个不同方向引接。

3.4.6 接地引入线应避免从作为雷电引下线的柱子附近引入。

3.4.7 作为接地引入点的楼柱钢筋应选取全程焊接连通的钢筋。

### 3.5 接地汇集线

3.5.1 接地汇集线宜采用环形接地汇集线或接地排方式。环形接地汇集线宜安装在大楼地下室、底层或相应机房内,移动通信或者其他小型机房可设置在走线架上,其距离墙面(柱面)宜为50mm,接地排可安装在不同楼层的机房内。接地汇集线与接地线采用不同金属材料互连时,应防止电化腐蚀。

3.5.2 接地汇集线可采用截面积不小于 $90\text{mm}^2$ 的铜排,高层建筑物的垂直接地汇集线应采用截面积不小于 $300\text{mm}^2$ 的铜排。

3.5.3 接地汇集线可根据通信机房布置和大楼建筑情况在相应楼层设置。

### 3.6 接地线

3.6.1 通信局(站)内各类接地线应根据最大故障电流值和材料机械强度确定,宜选用截面积为 $16\text{mm}^2 \sim 95\text{mm}^2$ 的多股铜线。

3.6.2 配电室、电力室、发电机室内部主设备的接地线应采用截面积不小于 $16\text{mm}^2$ 的多股铜线。

3.6.3 跨楼层或同层布设距离较远的接地线应采用截面积不小于 $70\text{mm}^2$ 的多股铜线。

3.6.4 各层接地汇集线与楼层接地排或设备之间相连接的接地线,距离较短时,宜采用截面积不小于 $16\text{mm}^2$ 的多股铜线;距离较长时,宜采用不小于 $35\text{mm}^2$ 的多股铜线或增加一个楼层接地排,应先将其与设备间用不小于 $16\text{mm}^2$ 的多股铜线连接,再用不小于 $35\text{mm}^2$ 的多股铜线与各层楼层接地排进行

连接。

**3.6.5** 数据服务器、环境监控系统、数据采集器、小型光传输设备等小型设备的接地线,可采用截面积不小于  $4\text{mm}^2$  的多股铜线;接地线较长时应加大其截面积,也可增加一个局部接地排,并应用截面积不小于  $16\text{mm}^2$  的多股铜线连接到接地排上。当安装在开放式机架内时,应采用截面积不小于  $2.5\text{mm}^2$  的多股铜线接到机架的接地排上,机架接地排应通过  $16\text{mm}^2$  的多股铜线连接到接地汇集线上。

**3.6.6** 光传输系统的接地线应符合下列规定:

1 在接入网、移动通信基站等小型局(站)内,光缆金属加强芯和金属护层应在分线盒内可靠接地,并应用截面积不小于  $16\text{mm}^2$  的多股铜线引到局(站)内总接地排上。

2 通信大楼、交换局和数据局内的光缆金属加强芯和金属护层应在分线盒内或光纤配线架(ODF架)的接地排连接,并应采用截面积不小于  $16\text{mm}^2$  的多股铜线就近引到该楼层接地排上;当离接地排较远时,可就近从传输机房楼柱主钢筋引出接地端子作为光缆的接地点。

3 光传输机架设备或子架的接地线,应采用截面积不小于  $10\text{mm}^2$  的多股铜线。

**3.6.7** 接地线两端的连接点应确保电气接触良好。

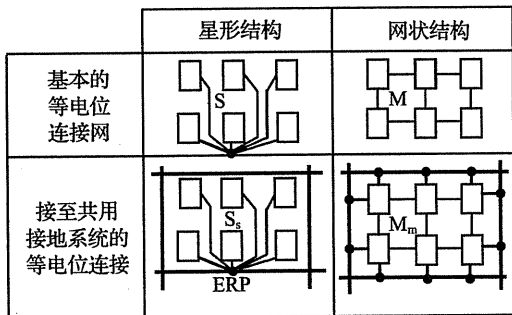
**3.6.8** 接地线中严禁加装开关或熔断器。

**3.6.9** 由接地汇集线引出的接地线应设明显标志。

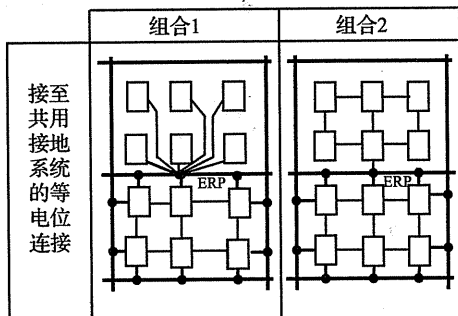
### 3.7 等电位连接方式

**3.7.1** 通信系统网状(M)、星形(S)和星-网状混合型等电位连接可按图 3.7.1 设计。

**3.7.2** 通信系统应根据通信设备的分布和机房面积、通信设备的抗扰度及设备内部的接地方式选择等电位连接方式。



(a)基本结构



(b)组合方式

图 3.7.1 通信系统等电位连接结构

—: 建筑物的共用接地系统; ——: 等电位连接网; □: 设备;  
ERP: 接地参考点; •: 等电位连接网与共用接地系统的连接

### 3.8 各类缆线的入局方式

3.8.1 各类缆线宜埋地引入。

3.8.2 无金属外护层的电缆宜穿钢管引入,且钢管两端应做接地处理。

3.8.3 出入通信局(站)的传输光(电)缆,各类缆线宜集中在进线

室入局,且应在进线室用专用接地卡直接将金属铠装外护层做接地处理,光缆应将缆内的金属构件在终端处接地,各类缆线的金属护层和金属构件应在两端做接地处理,各类信号线电缆的金属外护层应在进线室内就近接地或与地网连接。

**3.8.4** 各类缆线金属护层和金属构件的接地点应避免在作为雷电引下线的柱子附近设立或引入。

### **3.9 接地线布放要求**

**3.9.1** 接地线与设备及接地排连接时,必须加装铜接线端子,并应压(焊)接牢固。

**3.9.2** 接线端子尺寸应与接地线径相吻合。接线端子与设备及接地排的接触部分应平整、紧固,并应无锈蚀和氧化。

**3.9.3** 接地线应采用外护层为黄绿相间颜色标识的阻燃电缆,也可采用接地线与设备及接地排相连的端头处缠(套)上带有黄绿相间标识的塑料绝缘带。

### **3.10 计算机网络接口、控制终端接口的保护**

**3.10.1** 计算机网络接口、控制终端以太网口、RS232、RS422、RS485 等各类接口和缆线,应按本规范第 9 章的有关规定加装 SPD。

**3.10.2** 计算机接口、控制终端、网络数据线的 SPD 应满足各类接口设备传输速率的要求,SPD 接口的线位、线排、线序应与被保护设备接口兼容。

**3.10.3** 计算机控制中心或控制单元必须设置在建筑物的中部位置,并必须避开雷电浪涌集中的雷电流分布通道,且计算机严禁直接使用建筑物外墙体的电源插孔。

### **3.11 集中监控系统的接地与接口的保护**

**3.11.1** 在中雷区及以上雷电活动区,应采用抗浪涌耐受能力较

强的监控设备。

**3.11.2** 通信局(站)范围内,室外严禁采用架空线路。

**3.11.3** 雷击保护重点设备的接口应安装相应接口的 SPD。

**3.11.4** 监控线缆及线槽的布放应避免紧靠建筑物的立柱或横梁。无法避免时,应减小沿立柱或横梁的布线长度。

**3.11.5** 各类电缆的布放应远离铁塔等可能遭受直击雷的结构物,不得沿建筑物的墙角布线。

**3.11.6** 室内各种监控线缆的布放宜集中在建筑物的中部。

**3.11.7** 各种监控线缆宜采用屏蔽电缆或穿金属管线。

**3.11.8** 电缆屏蔽层、屏蔽套管或屏蔽槽等屏蔽体的两端应接地。

**3.11.9** 电缆屏蔽层应保持全程电气连通,且宜多点就近接地,并做好屏蔽体接头和接缝处的连接,以及屏蔽体的接地。

### 3.12 局内布线

**3.12.1** 局内射频同轴布线电缆外导体和屏蔽电缆的屏蔽层两端应与所连接设备或机盘的金属机壳外表面保持良好的电气接触。

**3.12.2** 通信局(站)地处雷害易发区或临近有强电磁场干扰源时,机房内的架间布线宜采用金属槽道。

**3.12.3** 当通信局(站)各类信号数据线垂直长度大于 30m 时,应穿金属管或使用带屏蔽层的缆线,金属管两端、缆线的屏蔽层两端应就近与楼层的均压网或接地网焊接。

### 3.13 配电系统

**3.13.1** 高压输电线路与变压器的设置应符合下列规定:

1 从架空高压电力线终端杆引入通信局(站)的高压电力线宜采用铠装电缆,在进入通信局(站)配电变压器时高压侧的铠装电缆宜全程埋地引入。

2 当配电变压器设在通信局(站)建筑物内部时,高压铠装电缆应埋地引入,且两端铠装层应就近接地。

3 建在郊区和山区的微波站、移动通信基站的配电变压器,不宜与通信设备设在同一机房内。

3.13.2 在架空高压电力线终端杆与铠装电缆的接头处,三相电力线应分别就近对地加装额定电压为 12.7kV(系统额定电压 10kV)或 7.6kV(系统额定电压 6.6kV)的交流无间隙氧化锌避雷器。建在郊区或山区,地处中雷区以上的通信局(站),应采用标称放电电流不小于 20kA 的交流无间隙氧化锌强雷电避雷器。

3.13.3 配电变压器高压侧应在靠近变压器处装设相应系统额定电压等级的交流无间隙氧化锌避雷器,变压器低压侧应加装 SPD。

3.13.4 配电变压器高、低压侧的 SPD 接地端子、变压器外壳、中性线及电力电缆的铠装层应就近接地。

3.13.5 专用变压器安装在局(站)院内时,应将变压器的接地体与大楼的接地体连通。接地线应与局(站)内的接地总汇集线连通,专用变压器安装在大楼内时,其接地系统可与局(站)合用接地装置。

3.13.6 局(站)机房内配电设备的正常不带电部分均应接地,严禁做接零保护。

### 3.14 机房内辅助设备的接地

3.14.1 室内的走线架及各类金属构件必须接地,各段走线架之间必须采用电气连接。

3.14.2 机架、管道、支架、金属支撑构件、槽道等设备支持构件与建筑物钢筋或金属构件等应电气连接。

### 3.15 光缆的防雷接地

3.15.1 光缆路由选择时,应避开下列雷害事件高发地带:

- 1 10m 深处的土壤电阻率  $\rho_{10}$  发生突变的地方。
- 2 石山与水田、河流的交界处,矿藏边界处,进山森林的边界

处,地质断层地带。

3 面对广阔水面的山岳向阳坡或迎风坡。

4 较高或孤立的山顶。

5 以往曾屡次发生雷害的地点。

6 孤立杆塔及拉线,高耸建筑物及其接地保护装置附近。

**3.15.2** 光缆线路在中雷区以上的地区,以及有雷击历史的地段应采取防雷保护措施。

**3.15.3** 无金属线对,有金属构件的直埋光缆线路的防雷保护可采取下列措施:

1 防雷线的设置应符合下列规定:

1)  $\rho_{10} < 100 \Omega \cdot \text{m}$  的地段,可不设防雷线;

2)  $\rho_{10}$  为  $100 \Omega \cdot \text{m} \sim 500 \Omega \cdot \text{m}$  的地段,设一条防雷线;

3)  $\rho_{10} > 500 \Omega \cdot \text{m}$  的地段,设两条防雷线;

4) 防雷线的连续布放长度不应小于 2km。

2 光缆在野外长途塑料管道中敷设时,防雷线的设置应符合下列规定:

1)  $\rho_{10} < 100 \Omega \cdot \text{m}$  的地段,可不设防雷线;

2)  $\rho_{10} \geq 100 \Omega \cdot \text{m}$  的地段,设一条防雷线;

3) 防雷线的连续布放长度不应小于 2km。

3 光缆接头处两侧金属构件不应做电气连通。

4 局(站)内的光缆金属构件应接地。

5 雷害严重地段,光缆可采用非金属加强芯或无金属构件的结构形式。

6 在易遭受雷击的地区,光缆接头盒宜采用两端进线的方式。

**3.15.4** 光缆线路应绕避雷击危害严重地段的孤立大树、杆塔、高耸建筑、行道树、树林等易引雷目标。无法避开时,应采用对光缆线路进行保护的消弧线、避雷针等措施。

**3.15.5** 架空光缆线路除应按本规范第 3.15.3 条第 3 款~第 5

款的规定执行外,还应采取下列防雷保护措施:

- 1 光缆吊线应间隔接地。
- 2 雷害特别严重地段应设置架空地线。

**3.15.6 局间架空光缆的防雷应符合下列规定:**

1 架空光缆宜避开易遭受直击雷的特殊地段;光缆吊线应每隔 300m~500m 利用电杆避雷线或拉线接地,并应每隔 1km 左右加装绝缘子进行电气断开。

- 2 雷害特别严重地段的架空光缆上方应设架空地线。

**3.15.7 局间或高山微波站、基站的直埋光缆与进站低压电力电缆,可利用沟槽同沟埋设,埋深宜根据地质情况和满足进局低压电力电缆的要求确定。**

## 4 综合通信大楼的防雷与接地

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 综合通信大楼应建立在联合接地的基础上,将建筑物基础和各类设备、装置的接地系统所包含的所有电气连接与建筑物金属构件、低压配电接地线、防静电接地等连接在一起,并应将环形接地体与建筑物水平基础内钢筋焊接连通。

**4.1.2** 当综合通信大楼由多个建筑物组成时,应使用水平接地体将各建筑物的地网相互连通,并形成封闭的环形结构。距离较远或相互连接有困难时,可作为相互独立的局(站)分别处理。

**4.1.3** 综合通信大楼应采用外部防雷装置、内部等电位连接和雷电电磁脉冲防护等综合防雷系统。

**4.1.4** 综合通信大楼内部的接地系统应通过总接地排、楼层接地排、局部接地排、预留在柱内接地端子等构成一个完善的等电位连接系统,并应将各子接地系统用接地导体进行连接,构成不同的接地参考点。

**4.1.5** 综合通信大楼内部的接地系统亦可从底层接地汇集线引出一根或多根至高层的垂直主干接地线,各层分接地汇集线应由其就近引出,构成垂直主干接地线网。

**4.1.6** 变压器装在大楼内时,变压器的中性点与接地汇集线之间宜采用双线连接。

**4.1.7** 综合通信大楼联合接地系统可按图 4.1.7 设计。

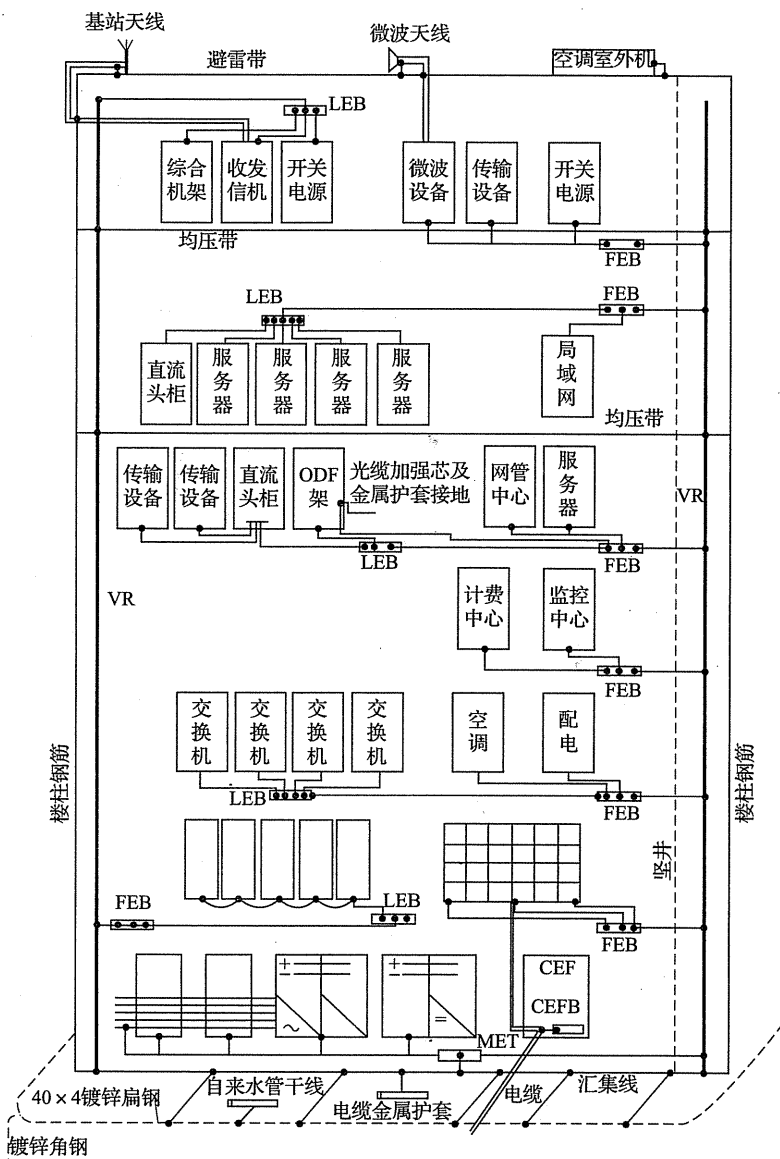


图 4.1.7 综合通信大楼联合接地系统连接方式

## 4.2 接地连接方式

4.2.1 综合通信大楼接地连接方式可分为外设环形接地汇集线连接系统和垂直主干接地线连接系统。

4.2.2 外设环形接地汇集线连接系统可按图 4.2.2 设计。外设环形接地汇集线连接系统可用于高度较低且建筑面积较大或者外形为长方形的建筑物的综合通信大楼,可在高层综合通信大楼的某几层或某些机房使用,也可在电磁脉冲危险影响较大的局(站)采用。外设环形接地汇集线连接系统应符合下列规定:

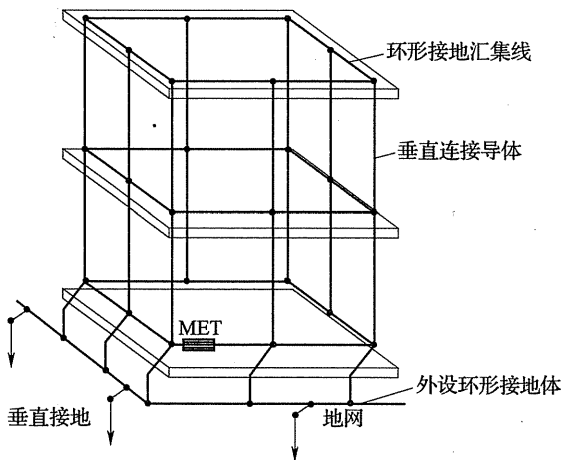


图 4.2.2 外设环形接地汇集线连接系统

1 在每层设施或相应楼层的机房沿建筑物的内部一周安装环形接地汇集线,环形接地汇集线应与建筑物柱内钢筋的预留接地端连接,环形接地汇集线的高度应依据机房情况选取。

2 垂直连接导体应与每一层或相应楼层机房环形接地汇集线相连接,垂直连接导体的数量和间距应符合下列规定:

1) 建筑物的每一个角落应至少有一根垂直连接导体;

2) 当建筑物角落与中间导体的间距超过 30m 时,应加额外的垂直连接导体,垂直连接导体的间距宜均匀布放。

3 第一层环形接地汇集线应每间隔 5m~10m 与外设的环形接地体相连一次,且应将下列物体接到环形接地汇集线上:

- 1) 每一电缆入口设施内的接地排;
- 2) 电力电缆的屏蔽层和各类接地线的汇集点;
- 3) 构筑物内的各类管道系统;
- 4) 其他进入建筑物的金属导体。

4 可在相应机房增加分环形接地汇集线,并应与环形接地汇集线相连。

5 在大型通信建筑物内,接地系统的环形接地汇集线的范围可缩小到有通信设备机房的建筑物区域,其垂直连接导体的范围和数量宜根据实际情况设置。

6 大型通信建筑物内应向上每隔一层设置一个均压网。

4.2.3 垂直主干接地线连接系统可按图 4.2.3 设计,并应符合下列规定:

1 总接地排宜设计在交流市电的引入点附近,且应与下列设备连接:

- 1) 地网的接地引入线;
- 2) 电缆入口设施的连接导体;
- 3) 交流市电屏蔽层和各类接地线的连接导体;
- 4) 构筑物内水管系统的连接导体;
- 5) 其他金属管道和埋地构筑物的连接导体;
- 6) 建筑物钢结构;
- 7) 一个或多个垂直主干接地线。

2 一个或多个垂直主干接地线从总接地排到建筑物的每一楼层,建筑物的钢结构在电气连通的条件下可作为垂直主干接地线。

3 各垂直主干接地线应为以其为中心、长边为 30m 的矩形

区域内的通信设备提供服务,处于此区域外的设备应由另外的垂直主干接地线提供服务。

4 垂直主干接地线间应每隔两层或三层进行互连。

5 每一层应建立一个或多个楼层接地排,各楼层接地排应就近连接到附近的垂直主干接地线,且各楼层接地排应设置在各子通信系统需要提供通信设备接地连接的中央。

6 各种设备连接网、直流电力装置及其他系统的需要接地的端子应连接到所在楼层的楼层接地排。

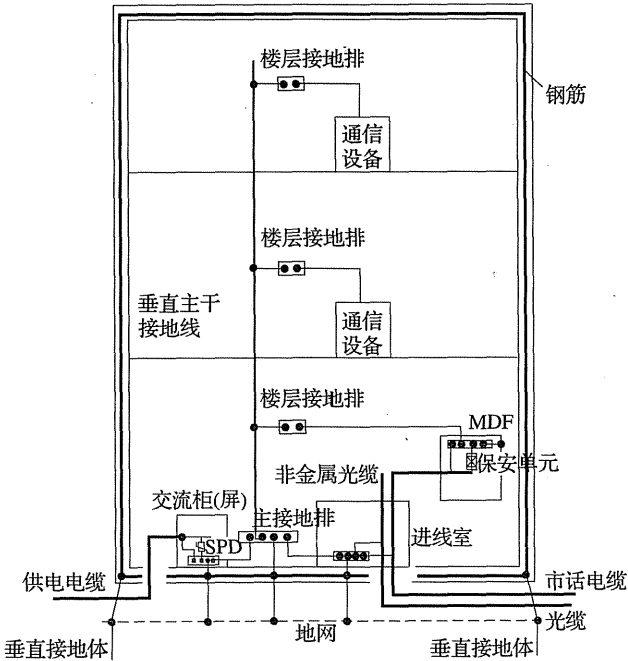


图 4.2.3 垂直主干接地线连接系统

4.2.4 对雷电较敏感的通信设备应远离总接地排、电缆入口设施、交流市电和接地系统间的连接导线。

### 4.3 内部等电位接地连接方式

4.3.1 通信局(站)内应采用星形-网状混合型接地结构,应符合本规范附录 D 的规定。

4.3.2 环形接地汇集线方式的混合型接地连接可按图 4.3.2 设计。

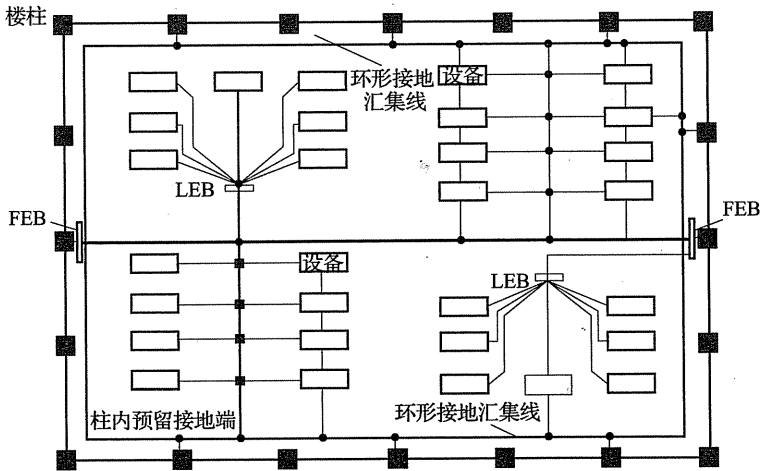


图 4.3.2 环形接地汇集线方式的混合型接地连接

4.3.3 建筑物采取等电位连接措施后,各等电位连接网络均应与共用接地系统有直通大地的可靠连接,每个通信子系统的等电位连接系统不宜再设单独的引下线接至总接地排,而宜将各个等电位连接系统用接地线引至本楼层接地排。

### 4.4 地网

4.4.1 综合通信大楼的地网可按图 4.4.1 设计,环形接地体与均压网之间应每相隔 5m~10m 相互做一次连接。

4.4.2 采用环形接地汇集线的综合通信楼,其汇集线与地网之间的连接可按图 4.4.2 设计。

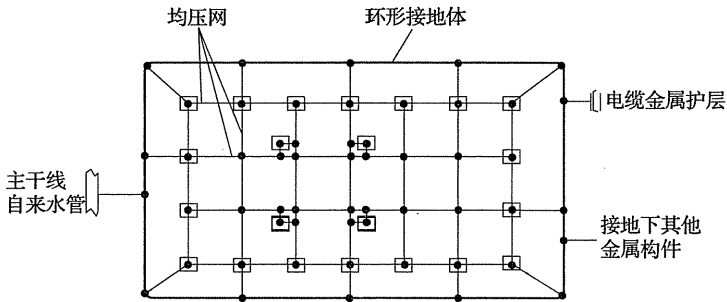


图 4.4.1 综合通信大楼的地网组成方式

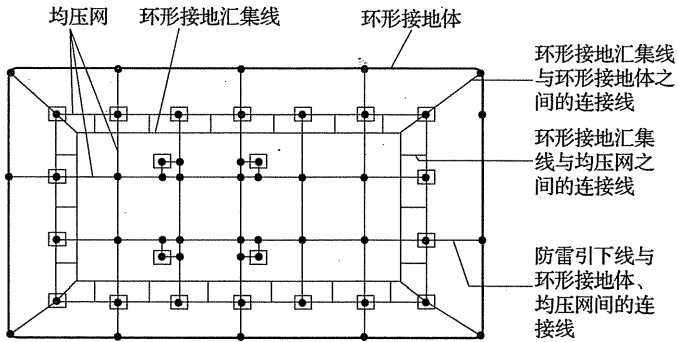


图 4.4.2 环形接地汇集线与地网连接

4.4.3 环形接地汇集线与环形接地体除在建筑物四角连接外，每相隔一个柱子应相互连接一次。

## 4.5 进局缆线的接地

4.5.1 综合通信大楼应设立电缆入口设施，并应通过接地排将电缆入口设施各个户外电缆与主接地排或环形接地汇集线连接。可按图 4.5.1 设计，并应符合下列规定：

- 1 所有连接应靠近建筑物的外围。
- 2 入口设施特别是电源引入设施和电缆入口设施应根据实际情况紧靠在一起。
- 3 入口设施的连接导体应短、直。

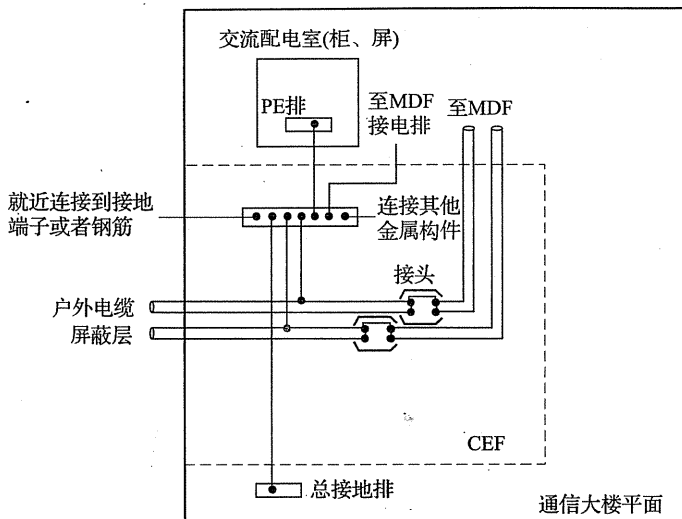


图 4.5.1 使用接地排的电缆入口设施内电缆连接示例

## 4.6 通信设备的接地

4.6.1 在通信机房总体规划时,总配线架宜安装在一楼进线室附近,接地引入线应从地网两个方向就近分别引入。

4.6.2 非屏蔽信号电缆或电力电缆应避免在外墙上布放。必须布放时,则应将电缆全部穿入屏蔽金属管,并将金属管两端与公共连接网连接。

4.6.3 通信设备宜放置在距外墙楼柱 1m 以外的区域,并应避免设备的机柜直接接触到外墙。

4.6.4 综合通信大楼的通信系统,当其不同子系统或设备间因接地方式引起干扰时,宜在机房单独设立一个或者数个局部接地排,不同通信子系统或设备间的接地线应与各自的局部接地排相连后再与楼层接地排连接。

4.6.5 传输设备因不同的接地方式引起干扰时,可采取将屏蔽传输线进行一端屏蔽层断开进行隔离处理等抗干扰措施的处理方式。

4.6.6 有单独保护接地要求的通信设备机架接地线应从总接地汇集线或机房内的分接地汇集线上引入。

4.6.7 数字配线架(DDF架)、ODF机架或列盘、数据服务器及机架应做接地处理。

4.6.8 综合通信大楼的通信设备的直流配电系统接地应符合下列规定：

1 DC-C-CBN系统可按图4.6.8-1设计。

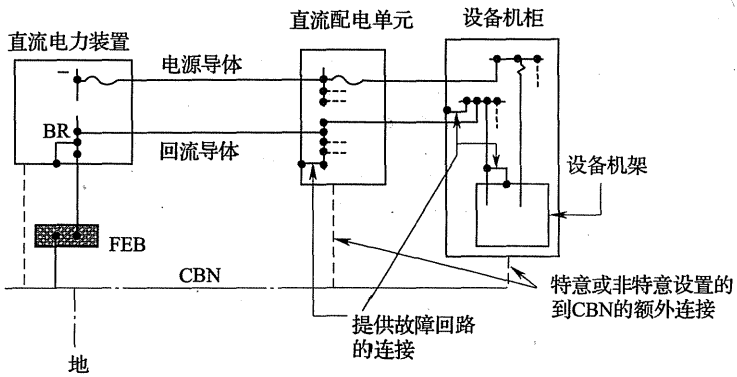


图 4.6.8-1 DC-C-CBN 系统

2 DC-C-IBN系统可按图4.6.8-2和图4.6.8-3设计。

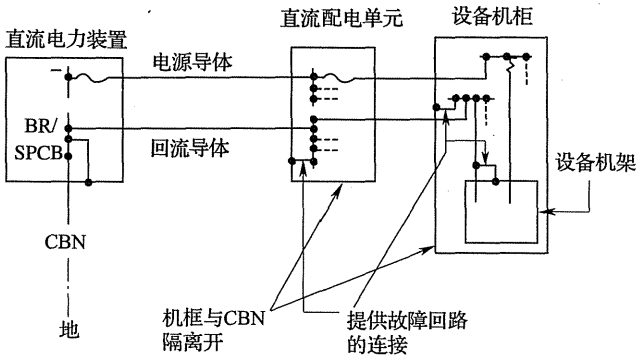


图 4.6.8-2 SPC在BR母线排的DC-C-IBN系统

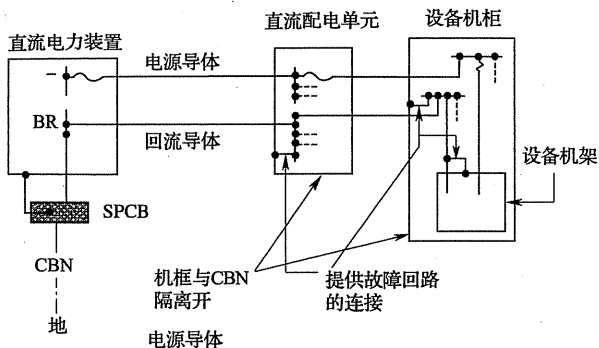


图 4.6.8-3 具有单独 SPCB 的 DC-C-IBN 系统

3 DC-I-CBN 系统可按图 4.6.8-4 设计。

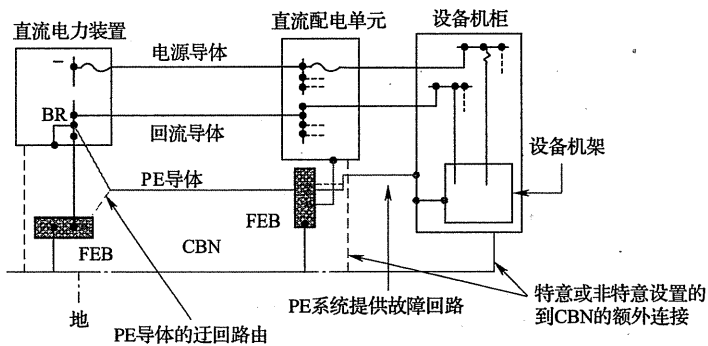


图 4.6.8-4 DC-I-CBN 系统

4 DC-I-IBN 系统可按图 4.6.8-5 设计。

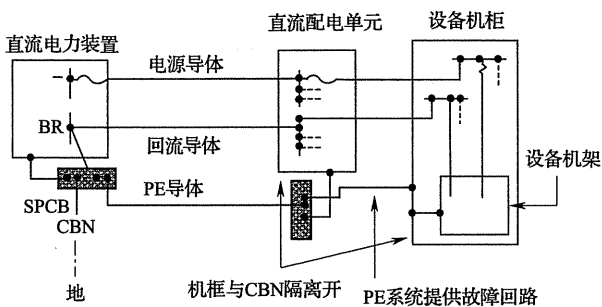


图 4.6.8-5 DC-I-IBN 系统

5 DC-C/DC-I 混合型系统可按图 4.6.8-6 设计。

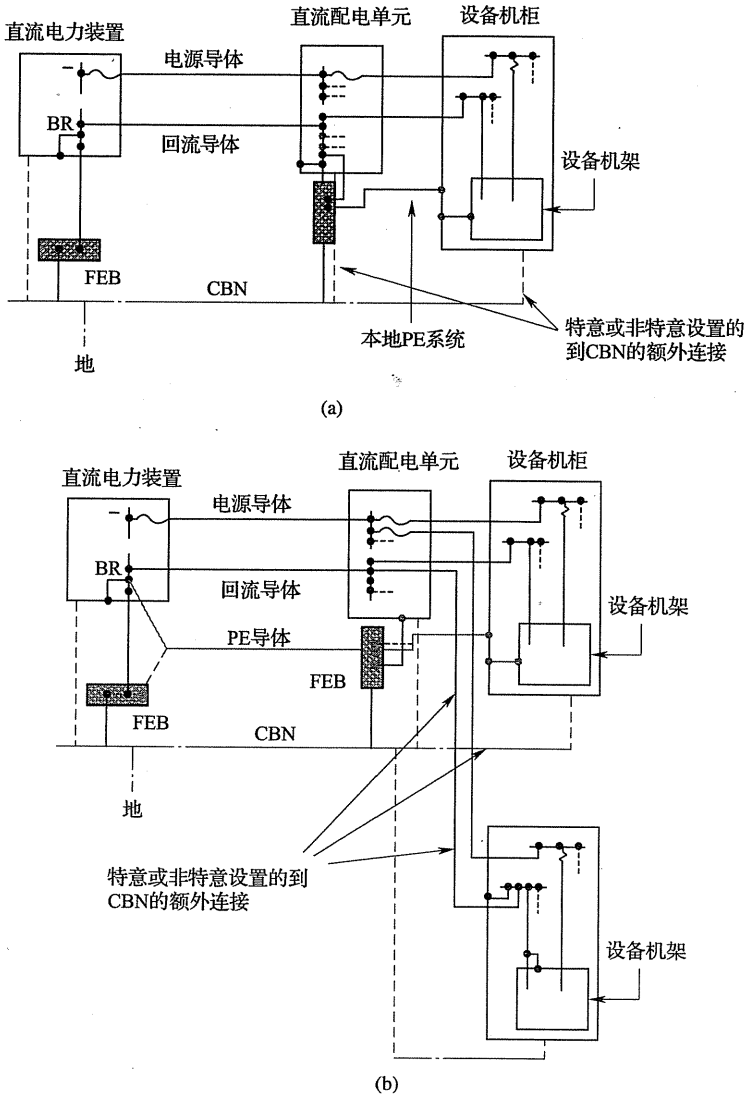


图 4.6.8-6 DC-C/DC-I-CBN 混合型系统

## 4.7 通信电源的接地

4.7.1 集中供电的综合通信大楼电力室的直流电源接地线应从接地汇集线上引入。

4.7.2 分散供电的高层综合通信大楼直流电源接地线应从分接地汇集线上引入。

## 4.8 其他设施的接地

4.8.1 楼顶的各种金属设施必须分别与楼顶避雷带或接地预留端子就近连通。

4.8.2 楼顶的航空障碍灯、彩灯、无线通信系统铁塔上的航空障碍灯及其他用电设备的电源线应采用有金属护层的电缆。横向布设的电缆金属外护层或金属管应每隔 5m~10m 与避雷带或接地线就近连通,上、下走向的电缆金属外护层应至少在上、下端就近接地一次。

4.8.3 大楼内各层金属管道均应就近接地。大楼所装电梯的滑道上、下两端均应就近接地,且离地面 30m 以上,宜向上每隔一层就近接地一次。

4.8.4 大楼内的金属竖井及金属槽道,节与节之间应电气连通。金属竖井上、下两端均应就近接地,且从离地面 30m 处开始,应向上每隔一层与接地端子就近连接一次。金属槽道亦应与机架或加固钢梁保持良好连接。

4.8.5 综合通信大楼的信号竖井宜设计在大楼的中部。

## 4.9 建筑防雷设计

4.9.1 建筑物防雷接地应作为大楼接地系统的组成部分。

4.9.2 建筑物防雷装置中的引下线宜利用大楼外围各房柱内的外侧主钢筋,外侧主钢筋不应小于 2 根。钢筋自身上、下连接点应采用搭接焊,且其上端应与房顶避雷装置、下端应与地网、中间应

与各均压网焊接为电气上连通的近似于法拉第笼式的结构。

**4.9.3** 楼高超过 30m 时,楼顶宜设暗装避雷网,房顶女儿墙应设避雷带,塔楼顶应设避雷针,且避雷网、避雷带、避雷针应相互多点焊接连通。

**4.9.4** 楼高超过 30m 时,从 30m 处开始应向上每隔一层设置一次均压网。

**4.9.5** 暗装避雷网、各均压网(含基础底层)可利用该层梁或楼板内的两根主钢筋按网格尺寸不大于  $10\text{m}\times 10\text{m}$  相互焊接成周边为封闭式的环形带。网格交叉点及钢筋自身连接均应焊接牢靠。均压网可按图 4.9.5 设计,交叉点应采用对角线焊接方式。

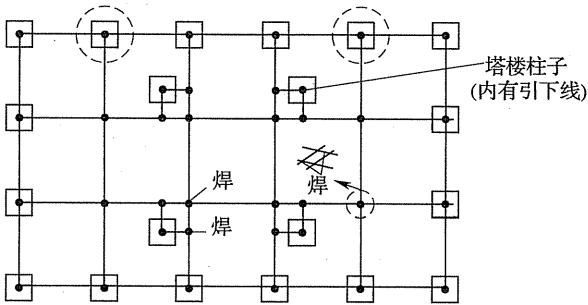


图 4.9.5 均压网组成方式

## 5 有线通信局(站)的防雷与接地

### 5.1 交换局、数据局

#### 5.1.1 总配线架保安单元应符合下列规定:

1 地处少雷区和中雷区的交换局总配线架,可采用由气体放电管或半导体保护器件与正温度系数热敏电阻组成的保安单元。

2 地处多雷区和强雷区的交换局总配线架,应采用由半导体保护器件与高分子正温度系数热敏电阻组成的保安单元。

3 地处少雷区和中雷区的交换局,若交换机用户板时有雷击事故发生,总配线架保安单元选取的雷区分类可增加一级;地处多雷区和强雷区的交换局总配线架,若交换机用户板雷击事故仅偶有发生,总配线架保安单元选取的雷区分类可减少一级。

#### 5.1.2 等电位连接应符合下列规定:

1 机房可采用星-网混合型等电位连接的方式,程控交换机宜采用星形接地方式,其他通信设备宜采用网状接地方式。

2 对容量较大、机房长度超过 30m 的交换局、数据局,宜在机房内设置环形接地汇集线。

#### 5.1.3 交换局、数据局的接地除应符合本规范第 3 章的有关规定外,尚应符合下列规定:

1 在机房总体规划时,总配线架宜安装在一楼进线室附近,且应从建筑物预留的接地端子或从接地汇集线上就近接地,接地引入线应从地网两个方向分别就近引入。

2 市话电缆空线对应应在配线架上就近接地。

#### 5.1.4 集中监控系统的接地与接口的保护应符合本规范第 3.11 节的规定。

5.1.5 交换局、数据局接地系统可按本规范图 4.1.7 设计。

5.1.6 交换局、数据局的地网可按图 5.1.6 设计。

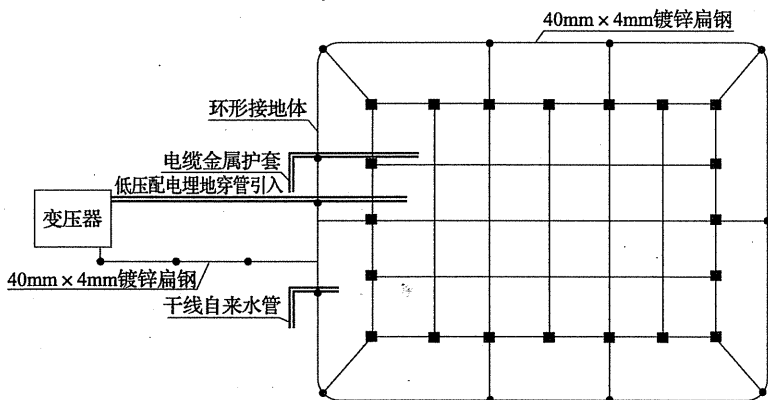


图 5.1.6 交换局、数据局地网

## 5.2 接入网站、模块局

5.2.1 开关电源内的 SPD 安装位置应符合下列规定：

- 1 机房采用上走线方式时，宜选择 SPD 位置在机柜内上部的开关电源。
- 2 机房采用下走线方式时，宜选择 SPD 位置在机柜内下部的开关电源。

5.2.2 总配线架的接地应符合下列规定：

- 1 总配线架的接地线应采用截面积不小于  $35\text{mm}^2$  的多股铜线直接引至总接地排或就近接至室外的环形接地体上。引入线应从地网两个方向就近分别引入。
- 2 当接入网站内部的总配线架与接入网机架相距较远时，总配线架应就近与环形接地网相连。
- 3 应避免总配线架的接地排直接作为总接地排。

5.2.3 总接地排应设置在进局供电线入口处的配电箱旁;第一级防雷箱应就近安装在配电箱附近,并应就近接地。

5.2.4 接入网站的地网应由机房建筑物基础与外设的环形接地体组成的联合接地系统,环形接地体应与建筑物基础内钢筋焊接连通,接地网的面积应大于  $100\text{m}^2$ ,在土壤电阻率较高的地区宜在地网的四角辅以辐射型水平接地体。接入网站地网可按图 5.2.4 设计。

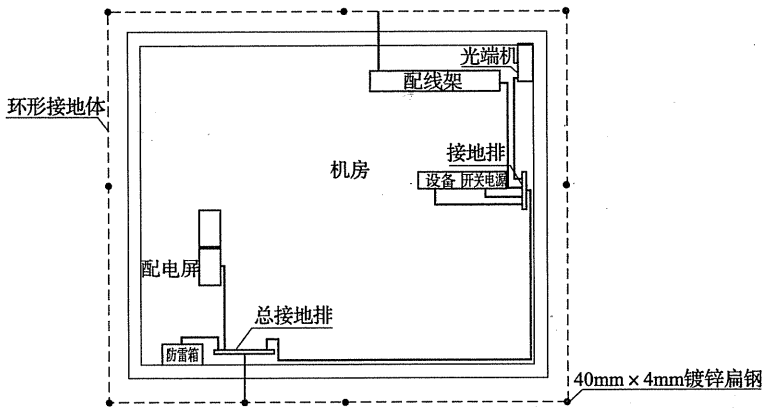


图 5.2.4 典型接入网站地网

5.2.5 无线接入网站应符合下列规定:

1 无线接入网站地网宜按图 5.2.5 设计,接入网站与移动通信基站共站时,机房地网应符合本规范第 6 章的有关规定。

2 建在居民小区的接入网站,利用城市小区建筑物内地下室和一层房间作为机房时,应充分利用建筑物与地可能构成回路的金属管道、楼内预留接地端共同构成接地体,在可能情况下还可敲开数根房柱内的钢筋与预留接地端连在一起作为接入网站的接地。

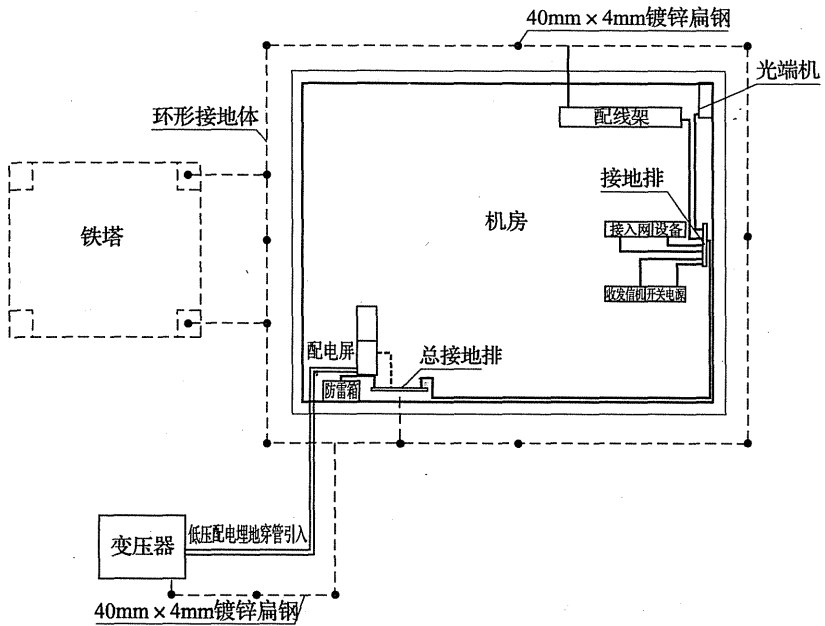


图 5.2.5 典型无线接入网站地网

### 5.3 宽带接入点

- 5.3.1 宽带接入点用户单元的设备必须接地。
- 5.3.2 宽带接入点用户单元的接地宜直接利用建筑物基础内钢筋作为接地体。
- 5.3.3 宽带接入点网络线应有金属屏蔽层,网络线的金属屏蔽层两端应可靠接地,楼间网络线应避免架空飞线。
- 5.3.4 出入建筑物的网络线必须在网络交换机接口处加装网络数据 SPD。
- 5.3.5 网络交换机、集线器、光端机的供电配电箱内应加装二端口 SPD。

## 5.4 光缆中继站

- 5.4.1 光缆中继站第一级保护器应安装在配电箱附近,且应就近接地。光缆中继站接地系统可按图 5.2.4 设计。
- 5.4.2 站内 ODF、DDF 机架应就近接地。
- 5.4.3 光缆中继站宜采用星形辐射的接地方式。

## 5.5 通信设备的直流配电系统接地

- 5.5.1 接入网、模块局与基站共站时,通信设备的直流配电系统的接地可按图 5.5.1 设计。

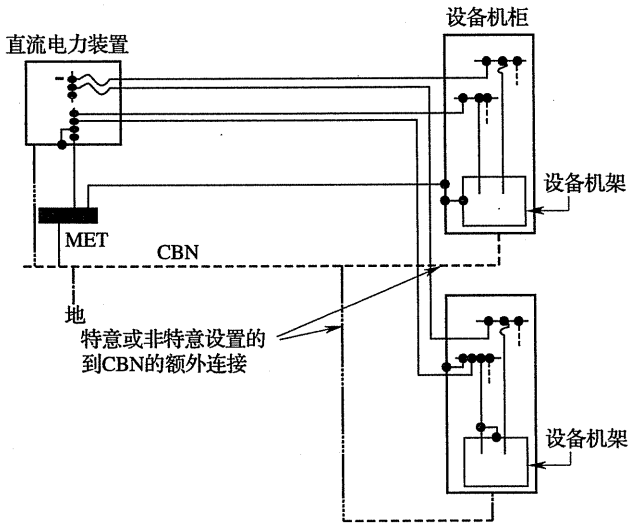


图 5.5.1 通信设备的直流配电系统的接地

- 5.5.2 通信设备的直流配电系统雷电过电压保护设计应符合本规范第 9 章的有关规定。

## 6 移动通信基站的防雷与接地

### 6.1 一般原则

**6.1.1** 移动通信基站的防雷应根据地网的雷电冲击半径、浪涌电流就近疏导分流、站内线缆的屏蔽接地、电源线和信号线的雷电过电压保护等因素,选择技术经济比合理的方案。

**6.1.2** 移动通信基站的地网设计应根据基站构筑物的形式、地理位置、周边环境、地质气候条件、土壤组成、土壤电阻率等因素进行设计,地网周边边界应根据基站所处地理环境与地形等因素确定其形状。

**6.1.3** 移动通信基站的防雷与接地应从整体的概念出发,将基站内几个孤立的子系统设备集成为一个整体的通信系统,全面衡量基站的防雷接地问题。

**6.1.4** 移动通信基站的雷击风险评估、雷电过电压保护、SPD 最大通流容量应根据年雷暴日、海拔高度、环境因素、建筑物形式、供电方式及所在地的电压稳定度等因素确定,且应确保各级 SPD 的协调配合。

### 6.2 地网

**6.2.1** 移动基站地网应由机房地网、铁塔地网或者由机房地网、铁塔地网和变压器地网组成。基站地网应充分利用机房建筑基础(含地桩)、铁塔基础内的主钢筋和地下其他金属设施作为接地体的一部分。

**6.2.2** 机房地网应沿机房建筑物散水点外设环形接地装置,并应利用机房建筑物基础横竖梁内两根以上主钢筋共同组成机房地网。机房建筑物基础有地桩时,应将地桩内两根以上主钢筋与机

房地网焊接连通。

**6.2.3** 铁塔位于机房旁边时,铁塔地网应采用  $40\text{mm}\times 4\text{mm}$  的热镀锌扁钢将铁塔地基四塔脚内部金属构件焊接连通组成铁塔地网,其网格尺寸不应大于  $3\text{m}\times 3\text{m}$ 。铁塔地网与机房地网之间应每隔  $3\text{m}\sim 5\text{m}$  焊接连通一次,且连接点不应少于两点。

**6.2.4** 电力变压器设置在机房内时,变压器地网可共用机房和铁塔组成的联合地网。电力变压器设置在机房外,且距机房地网边缘大于  $30\text{m}$  时,可设立独立的地网;电力变压器距机房地网边缘  $30\text{m}$  以内时,则变压器地网、机房地网和铁塔地网之间应焊接连通。

**6.2.5** 地网形式应符合下列规定:

1 铁塔建在机房顶时,铁塔四脚应与楼(房)顶避雷带就近不少于两处焊接连通,除铁塔避雷针外,还应利用建筑物框架结构建筑四角的柱内钢筋作为雷电引下线。接地系统除利用建筑物自身的基础还应外设环形地网作为其接地装置,同时还应在机房地网四角设置  $20\text{m}$  左右的水平接地体作为辐射式接地体。

2 铁塔四角包含机房时,接地系统应利用建筑物基础和铁塔四角外设的环形地网作为其接地装置,接地网面积应大于  $15\text{m}\times 15\text{m}$ 。

3 铁塔建在机房旁边的地网时,应将机房、铁塔、变压器地网相互连通组成一个联合地网。在土壤电阻率较高的地区,应在铁塔地网远离机房一侧的铁塔两角加辐射型接地体。

4 自立式铁塔、抱杆或杆塔的地网应采用塔基基础内的金属作为接地体的一部分,应符合下列规定:

1) 建在建筑物上的自立式铁塔接地系统,应和建筑物的接地预留端子或避雷带相连,且宜围绕建筑物做一个地网。

2) 当使用抱杆或杆塔时,宜围绕杆塔  $3\text{m}$  远范围设置封闭环形(矩形)接地体,并与杆塔地基钢板四角可靠焊接连通。杆塔地网应与机房地网每隔  $3\text{m}\sim 5\text{m}$  相互焊接连通一

次。没有机房时,杆塔地网四角应设置 20m 左右的水平接地体作为辐射式接地体。

5 利用办公楼、大型建筑作为机房地网,应充分利用建筑物自身各类与地构成回路的金属管道,并应与大楼顶避雷带或与大楼顶预留的接地端多个点焊接连通。在条件允许时还应敲开数根柱钢筋与大楼顶部的避雷带、避雷网、预留接地端相互连接。

6.2.6 基站地网的接地电阻值不宜大于  $10\Omega$ 。接地电阻值可按本规范附录 E 的规定确定。土壤电阻率大于  $1000\Omega \cdot \text{m}$  的地区,可不对基站的工频接地电阻予以限制,应以地网面积的大小为依据。地网等效半径应大于 10m,地网四角还应敷设 10m~20m 的热镀锌扁钢作辐射型接地体,且应增加各个端口的保护和提高 SPD 通流容量、加强等电位连接等措施予以补偿。土壤电阻率可按本规范附录 F 的规定确定。

6.2.7 移动通信基站地网可按图 6.2.7 设计。

### 6.3 直击雷保护

6.3.1 移动通信基站天线、机房、馈线、走线架等设施均应在避雷针的保护范围内,保护范围宜按滚球法计算。

6.3.2 移动通信基站天线安装在建筑物顶时,天线应设在抱杆避雷针的保护范围内,移动通信基站可不另设避雷针。

6.3.3 铁塔避雷针应采用  $40\text{mm} \times 4\text{mm}$  的热镀锌扁钢作为引下线,若确认铁塔金属构件电气连接可靠,可不设置专门的引下线。

### 6.4 天(馈)线接地

6.4.1 铁塔上架设的馈线及同轴电缆金属外护层应分别在塔顶、离塔处及机房入口处外侧就近接地;当馈线及同轴电缆长度大于 60m 时,则宜在塔的中间部位增加一个接地点。室外走线架始、末两端均应接地,接地连接线应采用截面积不小于  $10\text{mm}^2$  的多股铜线。

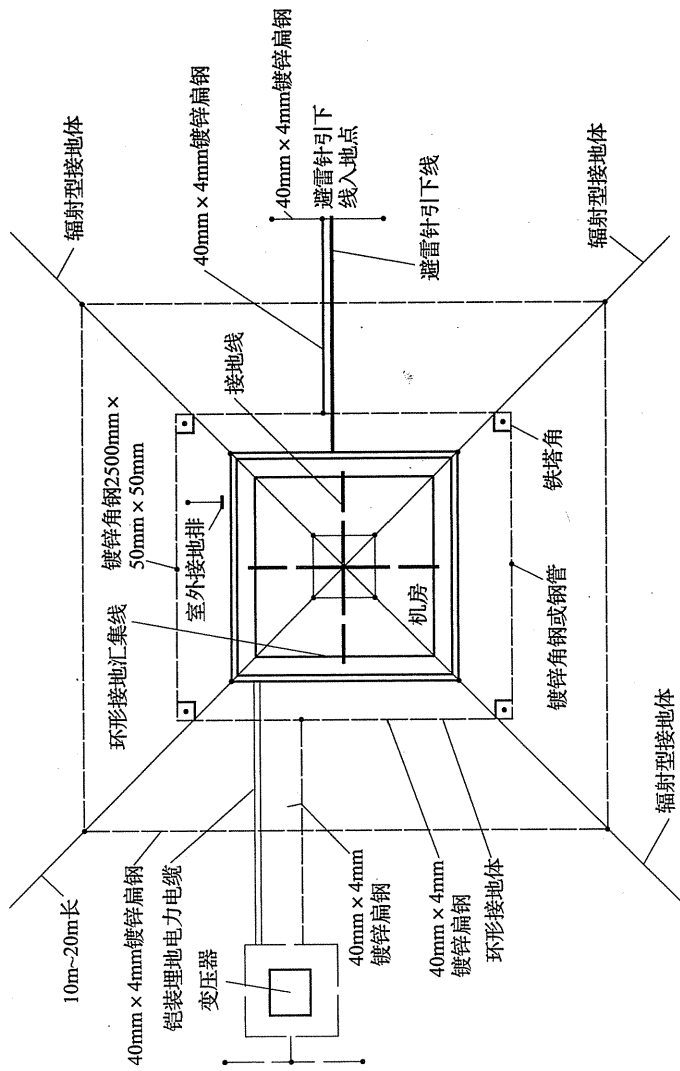


图6.2.7 典型接地网

**6.4.2** 馈线及同轴电缆应在机房馈线窗处设一个接地排作为馈线的接地点,接地排应直接与地网相连。

**6.4.3** 接地排严禁连接到铁塔塔角。

**6.4.4** 安装在建筑物顶的天线、抱杆及室外走线架,其接地线宜就近与楼顶避雷带或预留接地端子连接。

**6.4.5** 建在城市内孤立的高大建筑物或建在郊区及山区地处中雷区以上的基站,当馈线较长时,应在机房入口处安装馈线 SPD,也可在设备中内置 SPD,馈线 SPD 的接地线应连接到馈线窗接地排。

**6.4.6** 基站设在办公大楼、大型宾馆、高层建筑和居民楼内时,其天(馈)线接地应充分利用楼顶避雷带、避雷网、预留的接地端子以及建筑物楼顶的各类可能与地构成回路的金属管道。

**6.4.7** 安装小微波的基站应将室内和室外单元可靠接地,内、外单元之间射频线的金属护层应在上部、下部就近与铁塔或地网连通,并应在进机房前可靠接地,接地连接线应为截面积不小于  $10\text{mm}^2$  的多股铜线,室内单元 2Mbps 接口应安装保护器。

## **6.5 直流远供系统的防雷与接地**

**6.5.1** 直流远供馈电线应采用具有对雷电电磁场有屏蔽功能的电缆,电缆屏蔽层应在电缆两端接地,机房侧的屏蔽层接地应在馈线窗附近实施。

**6.5.2** 设计时应根据机房布置,安装室内型直流配电防雷箱于合理位置,直流配电防雷箱安装位置应符合接地线短、直的原则。

**6.5.3** 射频拉远单元、天线和室外直流防雷箱可直接利用桅杆或抱杆的杆体接地,可不单独设置接地线。桅杆或抱杆应直接与避雷带、楼顶接地端子焊接连通。

**6.5.4** 桅杆及抱杆不具备与建筑物接地的电气连接时,天线、射频拉远单元、室外防雷箱应用  $\phi 8$  圆钢直接与避雷带、楼顶接地端子等焊接连通。

**6.5.5** 当直流馈电线水平长度大于 60m 时,应在直流馈电线中

部增加一个接地点。

**6.5.6** 室外防雷箱与射频拉远单元固定在墙体或女儿墙上时,应引入接地线与防雷箱和射频拉远单元的外壳连接。

## **6.6 GPS天(馈)线的防雷与接地**

**6.6.1** GPS天(馈)线应在避雷针的有效保护范围之内。

**6.6.2** 铁塔位于机房旁边时, GPS天线宜设计在机房顶部。

**6.6.3** GPS天线安装在铁塔顶部时, GPS馈线应分别在塔顶、机房入口处就近接地;当在机房入口处已安装同轴防雷器时,可通过防雷器实现馈线接地;当馈线长度大于60m时,则宜在塔的中间部位增加一个接地点。

**6.6.4** GPS天线设在楼顶时, GPS馈线严禁在楼顶布线时与避雷带缠绕。

**6.6.5** GPS室内馈线应加装同轴防雷器保护,同轴防雷器独立安装时,其接地线应接到馈窗接地汇流排。当馈线室外绝缘安装时,同轴防雷器的接地线也可接到室内接地汇集线或总接地汇流排。

**6.6.6** 当通信设备内GPS馈线输入、输出端已内置防雷器时,不应增加外置的同轴馈线防雷器。

## **6.7 机房内的等电位连接**

**6.7.1** 基站等电位连接应符合下列规定:

1 采用网状连接时,应在机房内沿走线架或墙壁设置环形接地汇集线,材料应采用30mm×3mm铜排或40mm×4mm镀锌扁钢,环形接地汇集线靠近墙壁时可用安装挂卡等方法将其固定在墙壁上,靠近走线架时可将挂卡固定在走线架上。环形接地汇集线可根据机房内设备的现有情况及扩容布置成“口”字、“日”字或“目”字形。环形接地汇集线与地网应采用40mm×4mm镀锌扁钢或截面积不小于95mm<sup>2</sup>的多股铜线相连,并应在机房四边进行多点连接,所有需要接地的设备均应就近接地,可按图6.7.1-1设计。

2 采用星形连接时,基站的总接地排应设在配电箱和第一级电源 SPD 附近,开关电源、收发信机以及其他设备的接地线均应由总接地排引接。如设备机架与总接地排相距较远可采用两级接地排,第一级电源 SPD、交流配电箱及光纤加强芯和金属护层的接地线应连接至总接地排;站内其他设备的接地线应接至第二级接地排。两个接地排之间应用截面积不小于  $70\text{mm}^2$  的多股铜缆相连。可按图 6.7.1-2 设计。

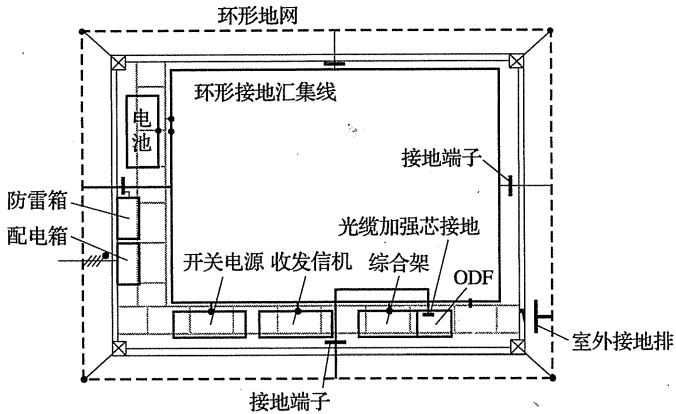


图 6.7.1-1 网状等电位连接方式

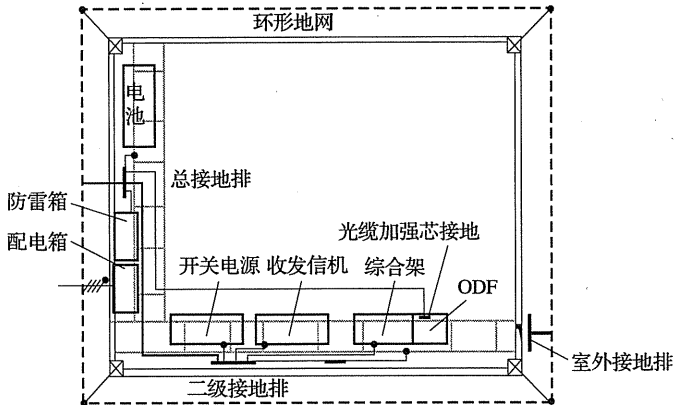


图 6.7.1-2 星形等电位连接方式

**6.7.2** 接地汇集线、总接地排(接地参考点)应设在配电箱和第一级电源保护器附近,并应以此为基点再用截面积大于  $70\text{mm}^2$  的多股铜线与设备接地排相连,所有设备的接地均应以此电位为基准参考点进行等电位连接。

**6.7.3** 机房采用一个接地排时,应采用星形接地方式,并应预留相应的螺孔;第一级防雷器、配电箱、光缆金属加强芯和金属外护层、直流电源地、设备地、机壳、走线架等均应就近接地,且接地线应短、直。

**6.7.4** 机房采用两个接地排时,第一个接地排宜与第一级防雷器、配电箱、光缆金属加强芯和金属外护层连接,第二个接地排宜与设备地、直流电源地、机壳、走线架等连接。第一个接地排应直接与地网连通,所有接地线应短、直。

## **6.8 接地引入线和室内接地处理**

**6.8.1** 接地引入线与地网的连接点应避开避雷针、避雷带或铁塔接地的引下线连接点。接地引入线埋设时,宜避开排污沟(管)、导流渠等,其出土部位应采取防机械损伤和防腐措施。

**6.8.2** 机房内设置的接地汇集线应与接地引入线可靠连接。接地汇集线宜在机房沿内墙或地槽、走线架敷设成环形,宜采用截面积不小于  $90\text{mm}^2$  的铜材或  $160\text{mm}^2$  的热镀锌扁钢。可在接地汇集线上设置若干接地排,接地排应为规格不小于  $400\text{mm} \times 100\text{mm} \times 5\text{mm}$  的铜板,并应预留相应的螺孔。

**6.8.3** 机房内接地排及所有的接地线应用不易脱落、不怕受潮的标签注明接地线名称及接地线两端所连接设备的名称;接地线宜采用黄绿双色电缆,并应绑扎牢固、整齐,且应避免折弯。

## **6.9 其他引入缆线的接地处理**

**6.9.1** 基站的建筑物航空障碍灯、彩灯、监控设备及其他室外设备的电源线应采用具有金属护层的电力电缆或穿钢管布放,其电

缆金属外护层或钢管应在两端和进入机房处分别就近接地。

**6.9.2** 引入机房的信号线路的空线对应在机房内做接地处理。

出入基站的信号电缆屏蔽层应在机房入口处就近接地。

**6.9.3** 需上报监控信号的无人值守移动基站的外引线 E1 线、电话线及 RS422 等信号线应安装 SPD。

## 6.10 通信设备的直流配电系统接地

**6.10.1** 基站通信设备的直流配电系统的接地可按图 6.10.1 设计。

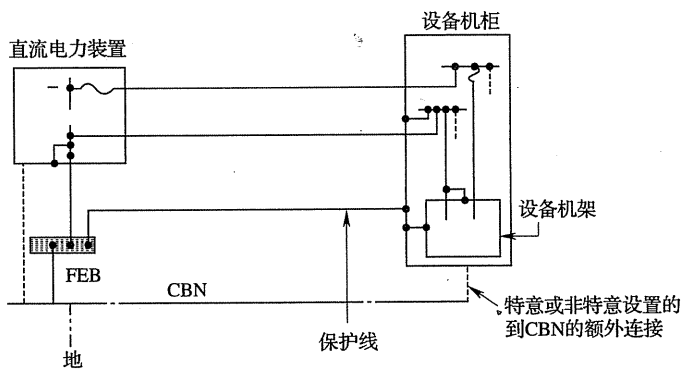


图 6.10.1 基站通信设备的直流配电系统的接地

**6.10.2** 通信设备的直流配电系统雷电过电压保护设计应符合本规范第 9 章的有关规定。

## 7 小型通信站的防雷与接地

### 7.1 一般原则

7.1.1 小型通信站应包括室外站、边际站、无线市话站以及其他小型无线站点。

7.1.2 小型通信站防雷接地应在经济合理的基础上,根据直击雷防护、各端口雷电过电压保护、接地系统及防雷装置的特点,并根据运营和安装环境的特殊性,采用恰当的防雷接地措施。

7.1.3 建在城市中的小型通信站接地,宜利用建筑物原有的避雷带或建筑物接地作为直击雷防护的措施。

### 7.2 地网

7.2.1 小型通信站的地网应符合下列规定:

1 安装在新建的公共建筑物、办公大楼上的小型通信站宜直接利用建筑物的防雷接地系统。

2 民用建筑物宜直接利用建筑基础钢筋混凝土内钢筋作为地网,应将避雷带与基础钢筋混凝土内钢筋相连。避雷针和设备的接地线应直接连到避雷带上,应专门设置引下线。

3 在建筑基础结构质量差的民用建筑物中,当建筑物没有合格的避雷带或建筑物为砖混结构时,应在楼下设置接地体(网),并根据周围环境和地质条件,选择不同的接地方式或采用专用接地体。新设地网中的接地线应与建筑物基础钢筋混凝土内的钢筋相连,并应引至楼顶接地排。

7.2.2 室外站、边际站的地网应符合下列规定:

1 室外站、边际站使用通信杆塔时,宜围绕杆塔半径 3m 范围设置封闭环形接地体,并宜与杆塔地基钢板可靠焊接连通,在环

形接地体的四角还应向外做 10m~20m 的辐射型水平接地体。通信杆塔地网可按图 7.2.2 设计。

2 室外站、边际站使用室外通信平台时,宜围绕室外通信平台 4 个柱子 3m 远的距离设置封闭环形接地体,避雷针引下线应直接与地网相连,并应在环形接地体的四角辅以 10m~20m 的辐射型水平接地体。

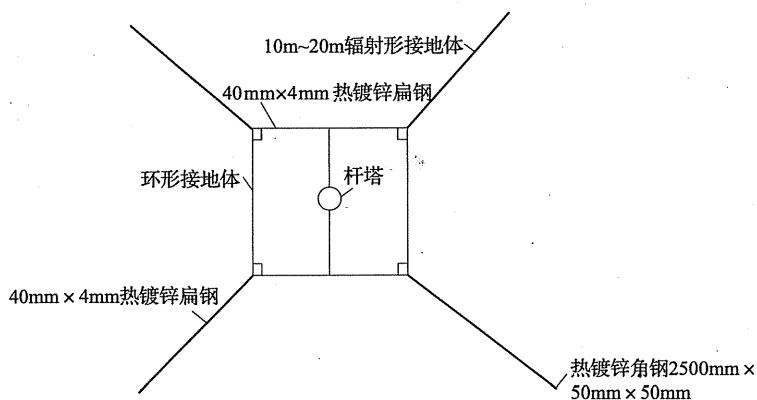


图 7.2.2 通信杆塔地网

### 7.3 直击雷防护

7.3.1 室外站、边际站应在其杆塔或通信平台上方安装避雷针,避雷针的针尖应高出天线顶端 1m,收发天线应在避雷针保护范围内。

7.3.2 避雷针至地网、接地排至地网应设置专门的接地引下线。接地引下线应采用  $40\text{mm} \times 4\text{mm}$  的热镀锌扁钢或截面积不小于  $35\text{mm}^2$  的多股铜线。

7.3.3 小型通信站的直击雷防护应采用在天线支架上安装避雷针作为接闪器的方式。天线及设备应在避雷针或其他避雷装置的保护范围内。

**7.3.4** 避雷针宜采用圆钢或钢管,采用圆钢时其直径不应小于16mm;采用钢管时其直径不应小于25mm,管壁厚度不应小于2.5mm。

**7.3.5** 建筑物上小型无线通信站避雷针的接地应符合下列规定:

1 建筑物有完善的雷电流引下线或建筑物为钢结构时,避雷针应通过两条不小于40mm×4mm的热镀锌扁钢与楼顶预留的端子或避雷带可靠连接。

2 建筑物无合格的避雷带和接地引下线或其避雷带和接地引下线不能确定是否完善时,应新建接地引下线与地网相连,接地引下线应采用40mm×4mm的热镀锌扁钢或截面积不小于50mm<sup>2</sup>的多股铜线,在入地端距地面1m内还应套金属管做防机械碰撞处理。

**7.3.6** 无线市话站设备挂在墙壁,且与避雷带距离较近时,应将设备安装到避雷带下方的位置。

## 7.4 其 他

**7.4.1** 小型无线站点设备下方应安装专用接地排。基站设备、基站外部防雷装置、电源SPD、信号SPD及天馈线SPD的接地线应接至专用接地排。

**7.4.2** 室外站、边界站与地网连接的接地排应设置在防雷箱内,接地排的大小和螺柱孔的数目应根据实际使用情况确定。

**7.4.3** 出入小型通信站的缆线应选用具有金属护层的电缆,也可将缆线穿入金属管内布放,电缆金属护层或金属管应与接地排或基站金属支架进行可靠的电气连接。

**7.4.4** 小型通信站设备的机壳及机架等非通信用的金属构件应进行接地处理。

**7.4.5** 入站的电缆空余线对应进行接地处理。

**7.4.6** 缆线严禁系挂在避雷网或避雷带上。

## 8 微波、卫星地球站的防雷与接地

### 8.1 微波站的防雷与接地

#### 8.1.1 直击雷防护应符合下列规定：

1 微波天线及机房应在避雷针保护范围内，且宜为铁塔避雷针设置专门的引下线，当铁塔金属构件电气连接可靠时，铁塔避雷针可不设置专门的引下线，避雷针与引下线应可靠焊接连通，引下线材料宜采用  $40\text{mm} \times 4\text{mm}$  的镀锌扁钢。引下线的入地点应设在与机房地网不相邻的铁塔地网另一侧。

2 微波机房屋顶应设避雷网，其网格尺寸不应大于  $3\text{m} \times 3\text{m}$ ，且应与屋顶避雷带逐点焊接连通。

3 微波机房四角应设引下线，引下线可利用机房四角房柱内 2 根以上主钢筋，其上端应与避雷带、下端应与地网焊接连通。

4 机房屋顶上其他金属设施应分别就近与避雷带焊接连通。

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  $3\text{m} \sim 5\text{m}$  相互焊接连通一次，并不应少于 2 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，其四脚应在屋顶与引下线处分别就近电气连通。

#### 8.1.2 出入微波站线缆的保护应采取下列措施：

1 铁塔上架设的微波天线波导馈线、同轴电缆金属外护层分别在塔顶、离塔处及机房入口处外侧就近接地，当馈线及同轴电缆长度大于  $60\text{m}$  时，其屏蔽层宜在塔的中间部位增加一个接地连接点，室外走线架始、末两端均应做接地连接。塔顶航空障碍信号灯线缆应采用铠装电力电缆，且应在塔顶及机房入口处外侧就近接地，塔灯控制线的每根相线均应在机房入口处分别对地加

SPD,零线应直接接地。

2 出入微波站建筑物的彩灯、监控设备及其他室外设备的电源线应采用铠装电力电缆或将电源线穿入金属管内布放,其电缆铠装层或钢管应在进入机房的外侧就近接地。

3 由屋顶进入机房的缆线和太阳能电池馈电线应采用铠装电缆,其铠装层在进入机房入口处应就近与屋顶女儿墙上的避雷带焊接连通,电缆芯线应在入口处就近对地加装防雷器。

### 8.1.3 微波站地网组成应符合下列规定:

1 微波站地网应由机房地网、铁塔地网和变压器地网组成,同时应利用机房建筑物的基础(含地桩)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,并应将塔基地桩内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,应至少有 2 处连通。

4 可敷设附加的集中接地装置,宜敷设 3 根~5 根垂直接地体。在土壤电阻率较高的地区,应敷设多根放射形水平接地体。

5 在土壤电阻率较高的地区,应在地网外围增设一圈环形接地体,并应在地网或铁塔四角设置向外辐射的水平接地体,其长度宜为 20m~30m。

6 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,水平接地体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。

7 环形接地体的周边可根据地形、地理状况确定形状。当垂直接地体埋设深度困难时,可根据地理环境减少其埋设数量。

## 8 微波站地网宜按图 8.1.3 设计。

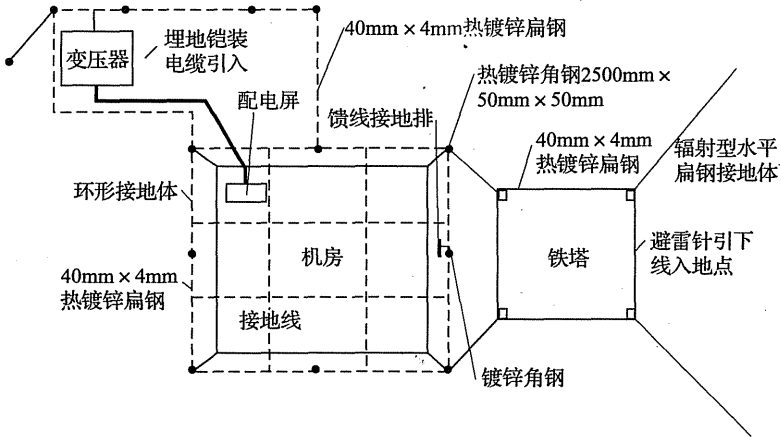


图 8.1.3 微波站地网

**8.1.4** 电力室的接地汇集线可设在干燥的地槽内或墙面适宜位置。微波机房的接地汇集线可设在地槽内、墙面适宜位置或走线架上。

**8.1.5** 微波站的接地电阻宜控制在  $10\Omega$  之内。微波站土壤电阻率大于  $1000\Omega \cdot \text{m}$  时,可不对微波站的接地电阻予以限制,但地网的等效半径应大于  $10\text{m}$ ,并应根据地理情况在地网周边加数条  $10\text{m} \sim 20\text{m}$  辐射型接地体。

## 8.2 卫星地球站的防雷与接地

**8.2.1** 进入卫星地球站的光、电缆金属外护层,应在靠近建筑物户外电缆的入口处进行接地。

**8.2.2** 网管及监控系统的接地应符合下列规定:

1 设计时应应对监控系统的线路采取屏蔽、合理布线、等电位连接、接地及加装 SPD 等措施。

2 局(站)范围内,严禁室外架空走线。

3 线缆的布放应远离铁塔等可能遭受直击雷的构筑物,且应

避免沿建筑物的墙角布线。

4 室内各种网管、监控线缆的布放宜集中在建筑物的中部。

8.2.3 传输系统、卫星天线伺服控制系统的控制线及电源线、网管及监控系统接口应做好雷电过电压保护。

8.2.4 接地电阻及地网的面积应符合下列规定：

1 卫星地球站地网应由围绕卫星地球站天线基座、微波铁塔地网、电力变压器地网及站内各机房建筑物的环形接地体组成，各个环形接地体应与建筑物水平基础内钢筋焊接，并应与卫星地球站天线基座、微波铁塔地网、电力变压器地网相连成环形接地网。

2 小型卫星地球站的地网可按本规范图 7.2.2 设计。

## 9 通信局(站)雷电过电压保护设计

### 9.1 一般规定

9.1.1 通信局(站)雷电过电压保护设计应根据通信局(站)内通信设备安装的具体情况,确定被保护对象和保护等级。

9.1.2 通信局(站)的雷电过电压保护设计应建立在联合接地、均压等电位基础上,并应根据雷电电磁场分布情况对局(站)内的接地线进行合理布放。

9.1.3 通信局(站)雷电过电压保护设计应合理设置各防雷区的SPD,其保护水平应小于该防雷区内被保护设备的耐压水平。防雷区的划分可按本规范附录G的规定确定。

9.1.4 用于电源系统的SPD应符合现行行业标准《通信局(站)低压配电系统用电涌保护器技术要求》YD/T 1235.1的有关规定;检测方法应符合现行行业标准《通信局(站)低压配电系统用电涌保护器测试方法》YD/T 1235.2的有关规定。

9.1.5 对于交流电源限压型SPD,应通过产品标称的每线最大通流量检测。对不同通流量等级的产品进行残压对比时,应以测试报告中20kA的8/20 $\mu$ s波形检测数据为准;SPD的通流量等级相同时,可对相同测试等级的数据进行全面对比。

9.1.6 限压型SPD的标称导通电压、标称放电电流、冲击通流容量、限制电压、残压等参数应根据通信局(站)供电电源不稳定因素等工程具体情况进行选择。

### 9.2 防雷器的使用要求

9.2.1 通信局(站)交流电源系统的雷电过电压保护应采用多级保护、逐级限压的方式。

9.2.2 在使用多级保护时,各级防雷器之间应保持不小于 5m 的退耦距离或增设退耦器件。

9.2.3 通信局(站)交流配电系统限压型防雷器,其标称导通电压宜取  $U_n = 2.2U$  ( $U$  为最大运行工作电压)。

9.2.4 移动通信基站、接入网站等中小型站点所使用的交流配电系统防雷器的最大持续运行工作电压不宜小于 385V。

9.2.5 在 TT 供电系统的局(站)内,应使用“3+1”模式的交流电源 SPD,供电方式对安装 SPD 的要求应符合本规范附录 C 的规定。

9.2.6 在电源 SPD 的引接线上,应串接空开或保险丝。空开或保险丝的标称电流不宜大于前级供电线路空开或保险丝的 1/1.6。当设备交流供电回路电流小于 10A 时,且已在回路中加空开,可不在防雷器前另加空开或保险丝。

9.2.7 在雷击频繁地区宜采用自恢复功能的智能重合闸防雷器。

9.2.8 通信局(站)雷电过电压保护应采用限压型 SPD。

9.2.9 可插拔防雷模块严禁简单并联后作为 80kA、120kA 等量级的 SPD 使用。

### 9.3 通信局(站)电源系统雷电过电压保护原则

9.3.1 雷电过电压保护应符合下列规定:

1 通信局(站)各级保护点可根据实际情况选择在变压器低压侧、低压配电室(柜)、楼内(层)配电室(井)、交流配电屏(箱)、用电设备配电柜及精细用电设备端口等处。多级保护应根据当地的雷电环境因素、供电系统的分布范围、分布特点及站内等电位连接情况确定。

2 交流电源供电系统第一级 SPD 的最大通流容量应根据通信局(站)性质、地理环境和当地雷暴日大小确定。雷暴日可按本规范附录 A 的规定确定,全国年平均雷暴日数区划图可按本规范附录 B 的规定确定。

3 通信局(站)位于下列一种或多种情况时,应确定为易遭雷击环境因素:

- 1)通信局(站)高层建筑、山顶、水边、矿区和空旷高地;
- 2)通信局(站)内设有铁塔或塔楼;
- 3)各类设有铁塔的无线通信站点;
- 4)无专用变压器的通信局(站);
- 5)虽然地处少雷区或中雷区,根据历年统计,时有雷击发生;
- 6)土壤电阻率大于  $1000\Omega \cdot m$  时。

4 当通信局(站)采用供电线路架空引入时,应将交流供电系统第一级 SPD 的最大通流容量向上提高一个等级。

5 在第一级 SPD 满足所需的最大通流容量前提下,宜选择更大量级的 SPD。

**9.3.2 SPD 的选择应符合下列规定:**

1 SPD 可由气体放电管、金属氧化物压敏电阻、SAD、齐纳二极管、滤波器、保险丝等元件混合组成;选择 SPD 应在同一测试指标下,应满足 SPD 所选元器件的参数及元器件组合方式。

2 SPD 的选择应满足通信局(站)遥信及监控的需要。

3 SPD 的最大通流容量应为每线的通流容量。

**9.3.3 电源用 SPD 应符合下列规定:**

1 通信局(站)采用的电源用第一级模块式 SPD,应具有下列功能:

- 1)SPD 模块损坏告警;
- 2)遥信;
- 3)SPD 劣化指示;
- 4)热熔和过流保护;
- 5)雷电记数。

2 通信局(站)采用的电源用第一级箱式 SPD,应根据通信局(站)的具体情况选择,并应具有下列功能:

- 1)SPD 劣化指示;

- 2) SPD 损坏告警；
- 3) 热容和过流保护；
- 4) 保险跳闸告警；
- 5) 遥信；
- 6) 雷电记数。

9.3.4 综合通信大楼、交换局、数据局电源供电系统防雷器的设置和选择应符合表 9.3.4 的规定,表中雷电流值为最大通流容量( $I_{max}$ )。

表 9.3.4 综合通信大楼、交换局、数据局电源供电系统防雷器的设置和选择(kA)

环境因素		气象因素	当地雷暴日(d/a)		
			< 25	25~40	≥40
第一级	平原	易遭雷击环境因素	60	100	
		正常环境因素	60		
	丘陵	易遭雷击环境因素	60	100	120
		正常环境因素	60		
第二级	—	40			
精细保护	—	10			
直流保护	—	15			

注:综合通信大楼交流供电系统的第一级 SPD(I/B 级),可根据实际情况选择在变压器低压侧或低压配电室电源入口处安装;第二级 SPD(II/C 级)可选择在后期配电室、楼层配电箱、机房交流配电柜或开关电源入口处安装;精细保护 SPD 可选择在控制、数据、网络机架的配电箱内安装或使用拖板式防雷插座;直流保护 SPD 可选择在直流配电柜、列头柜或用电设备端口处安装;直流集中供电或 UPS 集中供电的通信综合楼,在远端机房的(第一级)直流配电屏或 UPS 交流配电箱(柜)内应分别安装 SPD,集中供电的输出端也应安装 SPD;向系统外供电的端口,以及从外系统引入的电源端口应安装 SPD。

9.3.5 移动通信基站电源供电系统防雷器的设置和选择应符合表 9.3.5 的规定,表中雷电流值为最大通流容量( $I_{max}$ )。

表 9.3.5 移动基站电源供电系统防雷器的设置和选择(kA)

环境因素		气象因素		雷暴日(d/a)			安装位置
				< 25	25~40	≥40	
第一级	L 型	易遭雷击环境因素	60	80		交流配电箱旁边 或者交流配电箱内	
		正常环境因素	60				
	M 型	易遭雷击环境因素	80		100		
		正常环境因素	80				
	H 型	易遭雷击环境因素	100	120			
		正常环境因素	100				
	T 型	易遭雷击环境因素	120*	150*			
		正常环境因素	120*				
第二级	—	40			开关电源		
直流保护	—	15			直流输出端		

注:1 \* 表示采用二端口防雷器或加装自恢复功能的智能重合闸过流保护器。

2 移动通信基站系统防雷接地采取的措施,应根据下列主要因素确定:基站所处的地理环境在城市、郊区、山区,或易遭受雷击的地区;基站所处地区的年雷暴日;雷电保护区的划分;基站的分类(机房建筑物与铁塔的关系);铁塔或桅杆;公共建筑物或民用建筑物;基站内所配置的设备与系统;供电方式;所在地的供电电压波动情况。

3 站内、外使用的电源配电箱应安装断路器或加装自恢复功能的智能重合闸过流保护器,不得安装漏电开关。

4 移动通信基站防雷应根据其所处地区的地理环境影响因素(L 型、M 型、H 型、T 型)确定防护等级,并应根据雷电保护区的划分、地理环境、年雷暴日、遭受雷击频次、供电电压的稳定性、基站重要性等影响因素确定。移动通信基站根据其所处地区的地理环境影响因素,可按下列要求分类:

闹市区、公共建筑物、专用机房且雷暴日为少雷或中雷区时,为 L 型(较低风险型);

城市中高层孤立建筑物的楼顶机房、城郊、居民房、水塘旁以及无专用配电变压器供电的基站,且雷暴日为中雷区及多雷区时,为 M 型(中等风险型);

丘陵、公路旁、农民房、水田中、易遭受雷击的机房,且雷暴日为多雷区及强雷区(包括中雷区以上有架空电源线引入的机房)时,为 H 型(较高风险型);

高山、海岛,且雷暴日为多雷区及强雷区时,为 T 型(特高风险型)。

5 设在居民区的基站应在其建筑物的配电箱内加装 SPD,其最大通流容量不应小于 60kA,并应在临近建筑物的配电箱加装相应等级的 SPD。

**9.3.6** 分布式移动通信基站防雷器的设置和选择应符合下列规定：

**1** 当远端射频单元(RRU)、室内基带处理单元(BBU)分开设置,RRU采用直流远供时,应符合下列规定：

- 1)应在 RRU 直流输入处加装二端口 1+1、标称放电电流不小于 20kA 的直流室外防雷箱或 RRU 接口具备相同的防雷保护能力。
- 2)在直流馈电线进入机房后,在供电回路的适当位置安装二端口 1+1、串联两级、标称放电电流不小于 20kA 直流室内防雷箱或 BBU 远供电源接口具备相同的防雷保护能力。
- 3)直流防雷箱的最大允许电流应根据 RRU 的工作电流确定,宜为 10A~20A。室外型直流防雷箱与抱杆直接固定即可接地,室内应根据就近接地的原则选择安装位置。

**2** 当 RRU、BBU 分开设置,RRU 采用交流远供时,应符合下列规定：

- 1)应在 RRU 交流输入处加装二端口 1+1、标称放电电流不小于 20kA 的交流室外防雷箱或 RRU 接口具备相同的防雷保护能力。
- 2)在交流馈电线进入机房后,在供电回路的适当位置安装二端口 1+1、串联两级、标称放电电流不小于 20kA 交流室内防雷箱或 BBU 远供电源接口具备相同的防雷保护能力。
- 3)交流防雷箱的最大允许电流应根据 RRU 的工作电流确定。室外型交流防雷箱与抱杆直接固定即可接地,室内应根据就近接地的原则选择安装位置。

**3** 当 RRU、BBU 同在机房内部,不存在直流馈电线拉远时的防雷与接地时,可不加装二端口及馈电防雷器,应按本规范要求

做好设备的接地与等电位连接。

4 当 RRU、BBU 同在楼顶天面时，应在配电箱前和交流配电线路上采用二端口 1+1、串联两级、最大通流能量为 80kA 或 100kA 的防雷箱。

5 当采用室外一体化 UPS、一体化直流电源就近为 RRU 供电时，应在市电交流引入处配置二端口 1+1、串联两级、最大通流能量为 80kA 或 100kA 的防雷箱。室外一体化 UPS 设备和室外型 -48V 直流供电设备应就近接地。

9.3.7 采用综合缆线的移动通信基站电调天线及设备防雷，应在机房内馈线窗处及天线伺服机构处加装电源和信号一体化二端口防雷器，电源 SPD 最大通流容量不应小于 40kA，信号不应小于 20kA。

9.3.8 微波站供电系统防雷器的设置和选择应符合表 9.3.8 的规定，表中雷电流值为最大通流容量 ( $I_{max}$ )。

表 9.3.8 微波站供电系统防雷器的设置和选择 (kA)

环境因素 \ 气象因素		当地雷暴日 (d/a)		
		< 25	25~40	≥40
第一级	市区综合楼内	80	100	
	高山站	100*		≥120*
第二级	市区综合楼内	40		
	高山站	40~60		
精细保护	—	10		
直流保护	—	15		

注：\* 表示无人职守的微波站宜加装自恢复功能的智能重合闸过流保护器。

9.3.9 市话接入网点、模块局、光中继站供电系统防雷器的设置和选择应符合表 9.3.9 的规定，表中雷电流值为最大通流容量 ( $I_{max}$ )。

**表 9.3.9 市话接入网点、模块局、光中继站供电系统  
防雷器的设置和选择 (kA)**

气象因素 环境因素			雷暴日(d/a)			安装位置
			< 25	25~40	≥40	
第一级	城区	易遭雷击 环境因素	60		80	变压器次级或者 交流配电柜前
		正常环境因素	60			
	郊区*	易遭雷击 环境因素	80		100	
		正常环境因素	60			
	山区*	易遭雷击 环境因素	80	100	120	
		正常环境因素	80			
第二级	—		40			开关电源
直流保护	—		15			开关电源及列头柜

注：\* 表示市话接入网点、模块局、光中继站宜加装自恢复功能的智能重合闸过流保护器。

**9.3.10 市区内卫星地球站的电源供电系统防雷器的设置和选择**技术要求应按综合通信楼选取,位于郊外的卫星地球站应按微波站选取。

**9.3.11 宽带接入网点防雷器的设置和选择**应符合下列规定：

1 宽带接入网点的交换机应采用电源和信号一体化的二端口、对称式、多级串联型防雷器,其电源 SPD 的最大通流容量不应小于 40kA,信号 SPD 的最大通流容量不应小于 20kA。

2 宽带接入网点的光端机应安装冲击通流容量大于 40kA 的二端口、1+1 方式的 SPD。

**9.3.12 小型通信站电源供电系统防雷器的设置和选择**应符合下列规定：

1 小型无线通信站应符合下列规定：

1)小型无线通信站电源系统采用二端口、对称式、多级串联型防雷器,城市站电源 SPD 的最大通流容量不应小于

80kA,郊区站、山区电源 SPD 的最大通流容量不应小于 100kA。

- 2)从居民配电箱(箱内有漏电开关)取电时,应使用隔离式防雷箱。隔离式防雷箱应安装在儿童触摸不到的地方,并应配锁。
- 3)当电源供电系统易出现雷击中断时,可安装具备自恢复功能的智能重合闸过流保护器。
- 4)隔离式防雷箱的技术指标要求应符合表 9.3.12 的规定。

表 9.3.12 隔离式防雷箱的技术指标要求

漏电开关 防雷性能 (10/700 $\mu$ s)	模块式防雷器			隔离变压器				
	标称放 电电流 (8/20 $\mu$ s)	最大持 续运行 电压	是否带 热脱扣 功能	功率要求		功耗	初、次级绕 组耐压能力 (10/700 $\mu$ s)	工作 环境 温度
				一般 基站	主控 站			
$\geq 2\text{kV}$	$\geq 10\text{kA}$	$\geq 385\text{V}$ (L-N、 N-PE)	是	$\geq$ 300W	$\geq$ 400W	$\leq$ 10W	$\geq 25\text{kV}$	$-20^{\circ}\text{C}$ ~ $80^{\circ}\text{C}$

2 室外站、边际站、直放站的交流输入端应安装最大通流容量大于 100kA 的二端口、1+1 方式的 SPD。

9.3.13 对建筑物上的彩灯、航空障碍灯以及其他楼外供电线路,应在机房输出配电箱(柜)内加装最大通流容量为 50kA 的 SPD。

9.3.14 当低压配电系统采用多个配电室配电,且总配电屏与分配电屏之间的电缆长度大于 50m 时,应在分配电室电源入口处安装最大通流容量不小于 60kA 的限压型 SPD。

9.3.15 交流配电屏(箱、柜)之间的电缆线长度超过 30m 或长度虽然未超过 30m,但等电位连接情况不好或用电设备对雷电较为敏感时,应安装最大通流容量不小于 25kA 的限压型 SPD。

9.3.16  $-48\text{V}$  直流电源防雷器的标称工作电压应为  $65\text{V}\sim 90\text{V}$ 。

9.3.17 直流配电屏(箱、柜)之间的电缆线长度超过 30m 或长度虽然未超过 30m,但等电位连接情况不好或用电设备对雷电较为

敏感时,应安装最大通流容量不小于 25kA 的限压型 SPD。

**9.3.18** 太阳能电池的馈电线路两端可分别对地加装 SPD,SPD 的标称工作电压应大于太阳能电池最大供电电压的 1.2 倍,SPD 的最大通流容量不应小于 25kA。

#### 9.4 电源防雷器安装要求

**9.4.1** 在通信局(站)的建筑设计中,应在 SPD 的安装位置预留接地端子。

**9.4.2** 用于电源的 SPD 的连接线及接地线截面积应符合表 9.4.2 的规定。

表 9.4.2 用于电源的 SPD 的连接线及接地线截面积

名 称	多股铜线截面积 $S(\text{mm}^2)$		
	$S \leq 16$	$S \leq 70$	$S > 70$
配电电源线	$S$	$S$	$S$
引接线	$S$	16	16
接地线	$S$	16	35

**9.4.3** 使用模块式电源 SPD 时,引接线长度应小于 1m,SPD 接地线的长度应小于 1m。

**9.4.4** 使用箱式 SPD 时,引接线和接地线长度均应小于 1.5m。

**9.4.5** 各类 SPD 的接线端子应采用与接地线截面积相适应的铜材料制造。

**9.4.6** SPD 的引接线和接地线应通过接线端子或铜鼻子连接牢固。铜鼻子和缆芯连接时,应使用液压钳紧固或浸锡处理。

**9.4.7** 电源 SPD 的引接线和地线应摆放整齐,并应在机架上进行绑扎固定,走线应短、直,不得盘绕。

#### 9.5 计算机网络及各类信号线雷电过电压保护设计原则

**9.5.1** 进入通信局(站)的电缆芯线及各类信号线应在终端处线间或对地加装 SPD,空线对应就近接地。

9.5.2 进入无线通信局(站)的缆线应加装 SPD 后,再与上、下话路的终端设备相连。

9.5.3 对多雷区通信局(站)内的计算机网络干线(两端设备在同一机房内除外)及引到建筑物外的线路,其线路两侧设备输入入口处均应安装 SPD。高速网络接口可采用由半导体器件组成的 SPD。

9.5.4 对各类控制、数据采集接口和传输信号线,应使用相同物理接口的 SPD,SPD 的动作电压应与设备的工作电压相适应,应为工作电压的 1.2 倍~2.5 倍,SPD 的插入损耗不应大于 0.5dB。

9.5.5 各类端口 SPD 的接地线应就近由被保护设备的接地汇流排(端)接地。

9.5.6 位于联合地网外或远离视频监控中心的摄像机,应分别在控制、电源、视频线两端安装 SPD,云台和防雨罩应就近接地。

9.5.7 移动基站及小型无线基站的同轴馈线 SPD,其插入损耗应小于或等于 0.5dB,驻波比不应大于 1.2。

9.5.8 计算机网络及各类信号线防雷器的设置和选择应符合表 9.5.8 的规定。

表 9.5.8 计算机网络及各类信号线防雷器设置和选择

线型 \ 条件要求		SPD 安装要求	SPD 性质	标称放电电流 (kA)	最大通流容量 (kA)	环境性质	通信局(站)类别	雷暴日
网络数据 数据 线	楼内用户线 >50m	一端安装	GDT+ SAD 或 SAD	≥3kA 或 ≥300A	≥8kA 或 ≥800A	城市	A	>40
	设备间距 50m 以上及楼外用户线	两端安装						
	楼内用户线 >30m	一端安装				郊区或山区		>40
	设备间距 30m 以上及楼外用户线	两端安装						

续表 9.5.8

条件要求 线型		SPD 安 装要求	SPD 性质	标称放 电电流 (kA)	最大通 流容量 (kA)	环境 性质	通信 局(站) 类别	雷暴日
信号线	用户话 路信号线	一端 安装	GDT+ PTC	$\geq 3\text{kA}$	$\geq 8\text{kA}$	—	ABC	<40
			SAD+ PTC	$\geq 300\text{A}$	$\geq 800\text{A}$	—		>40
	PCM 传输 信号线 >30m	两端 安装	GDT+ PTC	$\geq 3\text{kA}$	$\geq 8\text{kA}$	郊区或 山区		—
同轴天(馈)线		在终端处 安装 SPD	GDT 型 滤波器型 1/4 $\lambda$ 型	$\geq 5\text{kA}$	$\geq 10\text{kA}$	郊区或 山区	>25	

注：1 GDT 表示气体放电管，SAD 表示半导体保护器件，PTC 表示热敏电阻。

2 当雷暴日小于 40，但通信局(站)数据信号设备有雷击事故发生时，也应安装防雷器。

3 一端(或两端)安装的端指主设备端。

## 附录 A 全国主要城市年平均雷暴日数统计表

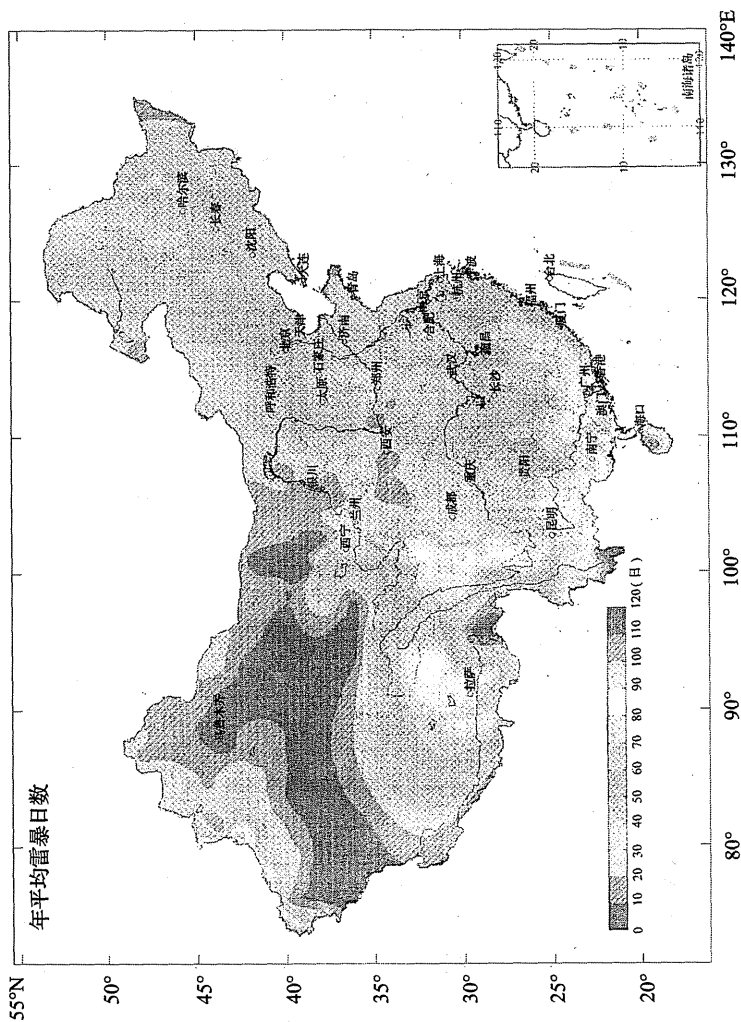
表 A 全国主要城市年平均雷暴日数统计

地名	雷暴日数 (d/a)	地名	雷暴日数 (d/a)	地名	雷暴日数 (d/a)
1. 北京市	36.3	吉林市	40.5	14. 福建省	
2. 天津市	29.3	四平市	33.7	福州市	53.0
3. 上海市	28.4	通化市	36.7	厦门市	47.4
4. 重庆市	36.0	图们市	23.8	漳州市	60.5
5. 河北省		10. 黑龙江省		三明市	67.5
石家庄市	31.2	哈尔滨市	27.7	龙岩市	74.1
保定市	30.7	大庆市	31.9	15. 江西省	
邢台市	30.2	伊春市	35.4	南昌市	56.4
唐山市	32.7	齐齐哈尔市	27.7	九江市	45.7
秦皇岛市	34.7	佳木斯市	32.2	赣州市	67.2
6. 山西省		11. 江苏省		上饶市	65.0
太原市	34.5	南京市	32.6	新余市	59.4
大同市	42.3	常州市	35.7	16. 山东省	
阳泉市	40.0	苏州市	28.1	济南市	25.4
长治市	33.7	南通市	35.6	青岛市	20.8
临汾市	31.1	徐州市	29.4	烟台市	23.2
7. 内蒙古 自治区		连云港市	29.6	济宁市	29.1
呼和浩特市	36.1	12. 浙江省		潍坊市	28.4
包头市	34.7	杭州市	37.6	17. 河南省	
海拉布尔	30.1	宁波市	40.0	郑州市	21.4
赤峰市	32.4	温州市	51.0	洛阳市	24.8
8. 辽宁省		丽水市	60.5	三门峡市	24.3
沈阳市	26.9	衢州市	57.6	信阳市	28.8
大连市	19.2	13. 安徽省		安阳市	28.6
鞍山市	26.9	合肥市	30.1	18. 湖北省	
本溪市	33.7	蚌埠市	31.4	武汉市	34.2
锦州市	28.8	安庆市	44.3	宜昌市	44.6
9. 吉林省		芜湖市	34.6	十堰市	18.8
长春市	35.2	阜阳市	31.9	施恩市	49.7

续表 A

地名	雷暴日数 (d/a)	地名	雷暴日数 (d/a)	地名	雷暴日数 (d/a)
黄石市	50.4	达州市	37.1	27. 甘肃省	
19. 湖南省		乐山市	42.9	兰州市	23.6
长沙市	46.6	康定市	52.1	酒泉市	12.9
衡阳市	55.1	23. 贵州省		天水市	16.3
大庸市	48.3	贵阳市	49.4	金昌市	19.6
邵阳市	57.0	遵义市	53.3	28. 青海省	
郴州市	61.5	凯里市	59.4	西宁市	31.7
20. 广东省		六盘水市	68.0	格尔木市	2.3
广州市	76.1	兴义市	77.4	德令哈市	19.3
深圳市	73.9	24. 云南省		29. 宁夏回族 自治区	
湛江市	94.6	昆明市	63.4	银川市	18.3
茂名市	94.4	东川市	52.4	石嘴山市	24.0
汕头市	52.6	个旧市	50.2	固原县	31.0
珠海市	64.2	景洪市	120.8	30. 新疆维吾尔 自治区	
韶关市	77.9	大理市	49.8	乌鲁木齐市	9.3
21. 广西壮族 自治区		丽江市	75.8	克拉玛依市	31.3
南宁市	84.6	河口县	108	伊宁市	27.2
柳州市	67.3	25. 西藏自治区		库尔勒市	21.6
桂林市	78.2	拉萨市	68.9	31. 海南省	
梧州市	93.5	日喀则市	78.8	海口市	104.3
北海市	83.1	那曲县	85.2	三亚市	69.9
22. 四川省		昌都县	57.1	琼中县	115.5
成都市	34.0	26. 陕西省		32. 香港特别 行政区	
自贡市	37.6	西安市	15.6	香港	34.0
攀枝花市	66.3	宝鸡市	19.7	33. 澳门特别 行政区	
西昌市	73.2	汉中市	31.4	澳门	(暂缺)
绵阳市	34.9	安康市	32.3	34. 台湾省	
内江市	40.6	延安市	30.5	台北市	27.9

# 附录 B 全国年平均雷暴日数区划图



## 附录 C 防雷器保护模式要求

**C.0.1** TN-S 供电系统中的防雷器保护模式应按图 C.0.1 设计, 变压器侧三相线与地之间应使用限压型 SPD, 分配电箱侧三相线、N 线与地之间应使用限压型 SPD。

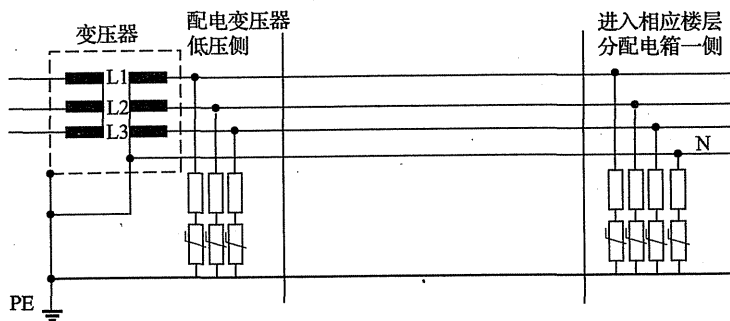


图 C.0.1 TN-S 供电系统 SPD 安装示意

**C.0.2** TN-C-S 供电系统中的防雷器保护模式应按图 C.0.2 设计, 变压器侧三相线与地之间应使用限压型 SPD, 电源线进入通信局(站)后三相线、N 线与地之间应使用限压型 SPD。

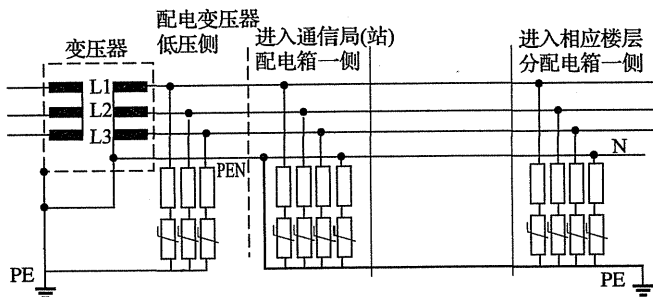


图 C.0.2 TN-C-S 供电系统 SPD 安装示意

**C.0.3** TT 供电系统中的防雷器保护模式应按图 C.0.3 设计,变压器侧三相线与地之间应使用限压型 SPD,电源线进入通信局(站)后三相线与地之间应使用限压型 SPD,N 线与地之间应使用限压型 SPD。

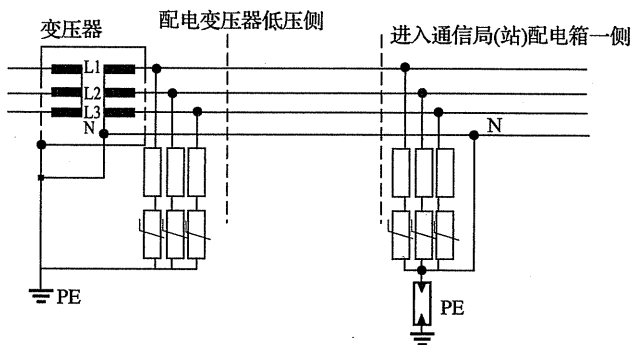


图 C.0.3 TT 供电系统 SPD 安装示意

## 附录 D 网状、星形和星形-网状混合型接地

**D.0.1** 网状接地结构(M型结构)应符合下列规定:

1 当采用 M 型网状结构的等电位连接网时,该通信系统的所有金属组件包括可能连通的建筑物混凝土的钢筋、电缆支架、槽架等,不应与共用接地系统的各组件之间绝缘,M 型网状结构应通过接地线多点连到共用接地系统中,并应形成 M 型等电位连接网络。

2 通信系统的各子系统及通信设备之间敷设的多条线路和电缆可在 M 型结构中由不同点进入该通信系统内。当采用网状结构时,系统的各金属组件应通过多点就近与公共接地网相连形成  $M_m$  型。

3 网状结构可用于延伸较大的开环系统或设备间以及设备与外界的连接线较多的复杂系统。

**D.0.2** 星形接地结构(S型结构)应符合下列规定:

1 典型的星形接地的衍生物树枝形分配接地结构,应从公共接地汇流排只引出一根垂直的主干地线到各机房的分接地汇流排,再由分接地汇流排分若干路引至各列设备和机架。

2 当采用星形结构时,系统的所有金属组件除连接点外,应与公共连接网保持绝缘,并应与公共连接网仅通过唯一的点连接。机房内所有线缆应按星形结构与等电位连接线平行敷设。

3 星型结构应用于易受干扰的通信系统中。

**D.0.3** 星形-网状混合型接地结构应符合下列规定:

1 通信局(站)机房的通信设备一部分应采用网状布置,网状分配接地在设备和所有金属组件相互之间可没有严格的绝缘要求,通信系统可从不同的方位就近接地。

2 另一部分对交流和杂音较为敏感的设备的接地应采用星形布置。

## 附录 E 接地电阻的测试

**E.0.1** 地网接地电阻的测试应按图 E.0.1-1 或图 E.0.1-2 测试。

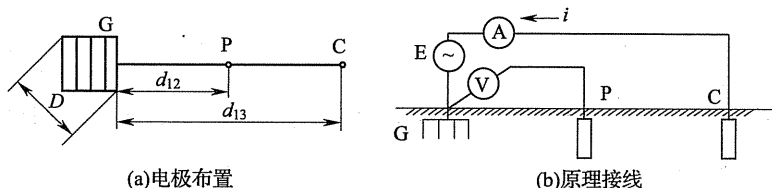


图 E.0.1-1 三极法

G—被测接地装置；P—测量用的电压极；C—测量用的电流极；

E—测量用的工频电源；A—交流电流表；V—交流电压表；

D—被测接地装置的最大对角线长度

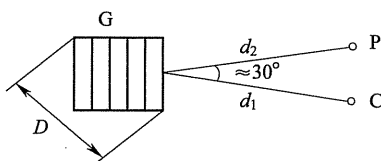


图 E.0.1-2 三角形法

G—被测接地装置；P—测量用的电压极；C—测量用的电流极；

D—被测接地装置的最大对角线长度

**E.0.2** 三极法测试方法应按本规范图 E.0.1-1(a)接线，且应符合下列规定：

1 电流极与接地网边缘之间的距离  $d_{13}$ ，应取接地网最大对角线长度  $D$  的 4 倍~5 倍，电压极到接地网的距离  $d_{12}$  宜为电流极到接地网距离的 50%~60%。测量时，沿接地网和电流极的连线应移动三次，每次移动距离宜为  $d_{13}$  的 5%。

2 若  $d_{13}$  取  $4D \sim 5D$  有困难,在土壤电阻率较均匀的地区,可取  $2D$ ,  $d_{12}$  可取  $D$ ;在土壤电阻率不均匀的地区或城区,  $d_{13}$  可取  $3D$ ,  $d_{12}$  可取  $1.7D$ 。

3 可采用几个方向的测量值互相比较,也可用三角法和直线法对比互校。

4 电流极和电压极均应可靠接地。

**E.0.3** 三角形法测试方法应按本规范图 E.0.1-2 接线,且应符合下列规定:

1 电流极与接地网边缘之间的距离  $d_1$  和电压极与接地网边缘之间的距离  $d_2$  应相等,且  $d_1$  和  $d_2$  的值应大于或等于接地网最大对角线长度  $D$  的 2 倍。夹角  $\theta$  应为  $29^\circ$ ,约等于  $30^\circ$ 。

2 可采用几个方向的测量值互相比较,也可用三角法和直线法对比互校。

3 电流极和电压极均应可靠接地。

## 附录 F 土壤电阻率的测量

**F.0.1** 在进行土壤电阻率测量之前,宜先了解土壤的地质期和地质构造,并宜按表 F.0.1 对所在地土壤电阻率进行估算。

**表 F.0.1 地质期和地质构造与土壤电阻率**

土壤电阻率 ( $\Omega \cdot m$ )	第四纪	白垩纪 第三纪 第四纪	石炭纪 三叠纪	寒武纪 奥陶纪 泥盆纪	寒武纪前 和寒武纪
1(海水)		—	—	—	—
10(特低)		砂质黏土 黏土 白垩			
30(甚低)	—	—	白垩 暗色岩 辉绿岩 页岩 石灰石 砂岩	页岩 石灰石 砂岩 大理石	砂岩 石英岩 板石岩 花岗岩 片麻岩
100(低)			—		
300(中)				—	
1000(高)					
3000(甚高)	表层为砂砾和石子的土壤	—	—	—	
10000(特高)					

**F.0.2** 土壤电阻率的计算应按下式确定:

$$\rho = 4\pi aR / \left( 1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4b^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}} \right) \quad (\text{F.0.2})$$

式中: $\rho$ ——土壤电阻率( $\Omega \cdot m$ );

$R$ ——所测电阻( $\Omega$ );

- $a$ ——电极间距(m),应按图 F.0.2 测量;  
 $b$ ——电极深度(m),应按图 F.0.2 测量。

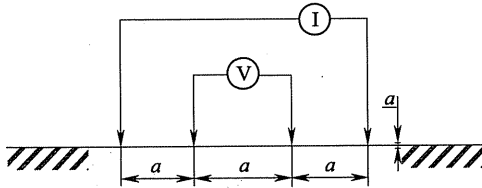


图 F.0.2 土壤电阻率的计量

**F.0.3** 当测试电极入地深度  $b$  不超过  $0.1a$  时,可假定  $b=0$ ,则本规范式(F.0.2)可简化为下式:

$$\rho = 2\pi aR \quad (\text{F.0.3})$$

**F.0.4** 在采用本规范图 F.0.2 进行土壤电阻率测量时,应符合下列规定:

1 测试电极应选用钢质接地棒,且不应使用螺纹杆。在多岩石的土壤地带,宜将接地棒按与铅垂方向成一定角度斜向打入,倾斜的接地棒应避开石头的顶部。

2 在了解地下金属物位置的情况下,可将接地棒排列方向与地下金属物(管道)走向呈垂直状态。

3 不应在雨后土壤较湿时进行测量。

**F.0.5** 土壤电阻率应在干燥季节或天气晴朗多日后进行,土壤电阻率应为所测的土壤电阻率数据中的最大值,应按下式进行季节修正:

$$\rho = \psi\rho_0 \quad (\text{F.0.5})$$

式中: $\rho$ ——土壤电阻率( $\Omega \cdot \text{m}$ );

$\rho_0$ ——所测土壤电阻率( $\Omega \cdot \text{m}$ );

$\psi$ ——季节修正系数,见表 F.0.5。

表 F.0.5 季节修正系数

土壤性质	深度(m)	$\psi_1$	$\psi_2$	$\psi_3$
黏土	0.5~0.8	3	2	1.5
黏土	0.8~3	2	1.50	1.4
陶土	0~2	2.4	1.36	1.2
砂砾盖以陶土	0~2	1.8	1.20	1.1
园地	0~3	—	1.32	1.2
黄沙	0~2	2.4	1.56	1.2
杂以黄沙的砂砾	0~2	1.5	1.30	1.2
泥炭	0~2	1.4	1.10	1.0
石灰石	0~2	2.5	1.51	1.2

注:1  $\psi_1$ ——在测量前数天下过较长时间的雨时选用;

2  $\psi_2$ ——在测量时土壤具有中等含水量时选用;

3  $\psi_3$ ——在测量时,可能为全年最高电阻,即土壤干燥或测量前降雨不大时选用。

## 附录 G 防 雷 区

**G.0.1** 防雷区应以其交界处的电磁环境有明显改变作为划分不同防雷区的特征。

**G.0.2** 防雷区宜按下列要求分区：

1 本区内的各物体都可能遭受直接雷击并承载全部雷电流，本区的雷电电磁场没有衰减，应为 LPZ0<sub>A</sub> 区。

2 本区内的各物体不可能遭受直接雷击，但本区内的雷电电磁场的量级与 LPZ0<sub>A</sub> 区一样，应为 LPZ0<sub>B</sub> 区。

3 本区内的各物体不可能遭受直接雷击，流经各导体的电流比 LPZ0<sub>B</sub> 区小，本区内的雷电电磁场可能衰减，应为 LPZ1 区。

4 当需要进一步减小雷电流和电磁场时，应增设后续防雷区。

**G.0.3** 在两个防雷区的界面上，应将所有通过界面的金属物做等电位连接，并宜采取屏蔽措施。将需要保护的空間宜按图 G.0.3 划分成不同的防雷区。

**G.0.4** 移动通信基站防雷区应按图 G.0.4 划分，各防雷区应包括下列内容：

1 LPZ0(包括 LPZ0<sub>A</sub>、LPZ0<sub>B</sub>)区的设施应包括天线塔、天线、外部架缆线、各类室外馈电电缆、低压配电变压器、接地系统。

2 LPZ1 区的设施应包括移动通信基站站房、埋地缆线、内部缆线。

3 LPZ2 区的设备应包括机柜及其内部设备。

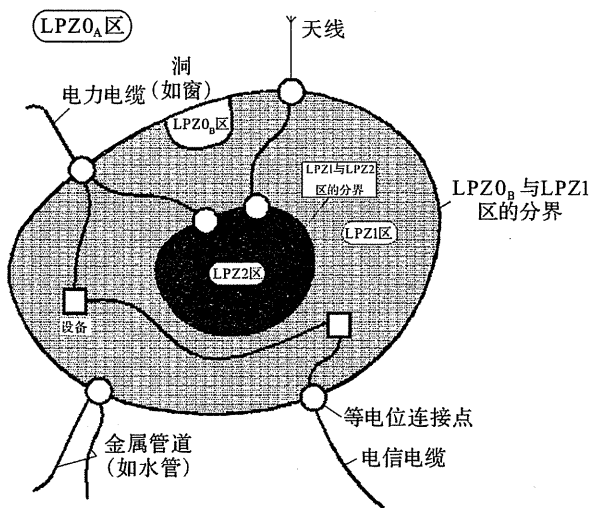


图 G.0.3 将一个需要保护的空間划分为不同防雷区的原则

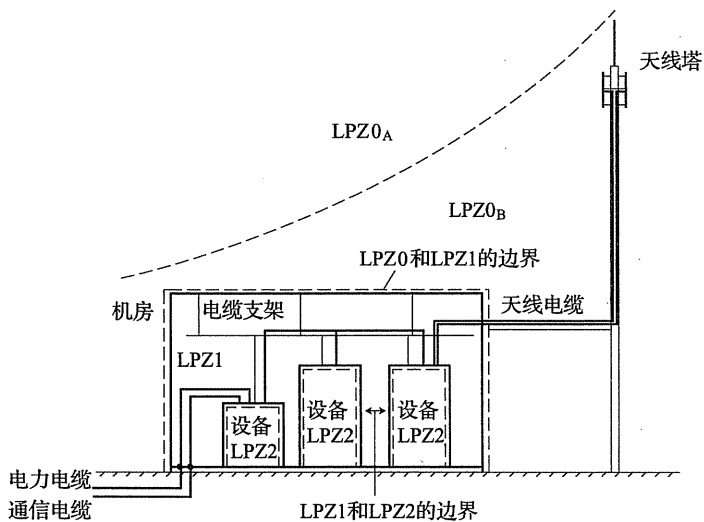


图 G.0.4 移动通信基站防雷区的划分

## 本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,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

《通信局(站)低压配电系统用电涌保护器技术要求》YD/T  
1235.1

《通信局(站)低压配电系统用电涌保护器测试方法》YD/T  
1235.2

中华人民共和国国家标准

通信局(站)防雷与接地工程设计规范

**GB 50689 - 2011**

条文说明

## 制 定 说 明

《通信局(站)防雷与接地工程设计规范》GB 50689—2011,经住房和城乡建设部 2011 年 4 月 2 日以第 981 号公告批准发布。

本规范制定过程中,编制组进行了广泛的调查研究,总结了我国通信工程建设中通信局(站)防雷接地工程的实践经验,借鉴了《移动通信基站雷电主要引入渠道及防雷接地研究与应用》等科研项目的成果,同时参考了国外相关技术标准,形成了本规范的技术要求。

为方便广大设计、施工等单位有关人员在使用本规范时能够正确理解和执行条文规定,《通信局(站)防雷与接地工程设计规范》编制组按照章、节、条顺序编制了本规范的条文说明,对条文规定的目的、依据及执行中需要注意的有关事项进行了说明,还着重对强制性条文的强制性理由作了解释。但是,本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

# 目 次

1	总 则 .....	( 87 )
2	术 语 .....	( 88 )
3	基本规定 .....	( 91 )
3.1	一般规定 .....	( 91 )
3.2	接地系统组成 .....	( 91 )
3.6	接地线 .....	( 92 )
3.9	接地线布放要求 .....	( 92 )
3.10	计算机网络接口、控制终端接口的保护 .....	( 92 )
3.11	集中监控系统的接地与接口的保护 .....	( 92 )
3.13	配电系统 .....	( 93 )
3.14	机房内辅助设备的接地 .....	( 93 )
4	综合通信大楼的防雷与接地 .....	( 94 )
4.1	一般规定 .....	( 94 )
4.2	接地连接方式 .....	( 95 )
4.6	通信设备的接地 .....	( 97 )
4.8	其他设施的接地 .....	( 98 )
5	有线通信局(站)的防雷与接地 .....	( 99 )
5.1	交换局、数据局 .....	( 99 )
5.2	接入网站、模块局 .....	( 99 )
5.3	宽带接入点 .....	( 100 )
6	移动通信基站的防雷与接地 .....	( 101 )
6.2	地网 .....	( 101 )
6.4	天(馈)线接地 .....	( 111 )
6.6	GPS天(馈)线的防雷与接地 .....	( 111 )
6.7	机房内的等电位连接 .....	( 111 )

7	小型通信站的防雷与接地 .....	(113)
7.1	一般原则 .....	(113)
7.4	其他 .....	(113)
9	通信局(站)雷电过电压保护设计 .....	(114)
9.1	一般规定 .....	(114)
9.2	防雷器的使用要求 .....	(116)
9.3	通信局(站)电源系统雷电过电压保护原则 .....	(117)

# 1 总 则

**1.0.2** 通信局(站)是所有通信站型的统一称呼,包括了综合通信大楼、交换局、数据中心、模块局、接入网站、局域网站点、移动通信基站、室外站、边界站、无线市话站、卫星地球站、微波站等。本规范是通信局(站)防雷接地设计的唯一国家标准,这主要从标准的适应性考虑的,避免不同的国家标准乱用。如现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057、《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343 都是以建筑物本身和建筑物内部的信息系统为对象的。建筑物的防雷措施是不能套用在通信局(站)的,如果将这些非专业的国家标准用在通信局(站),可能造成通信局(站)巨大的不安全因素。对此国际上制定标准时也有专门声明,如《建筑物的雷电防护》IEC 61024 在适应范围专门有规定,电信、铁路、电力不在其范围,明确规定这些行业应该由这些行业的主管单位编制本行业的标准,而建筑物国家标准就是按照 IEC 61024 基本等同编制的,同样其他国标也是按照 IEC 的相关标准编制的,因此这些标准内容是不能直接使用在通信行业的。

**1.0.6** 防雷器的选型对于通信局(站)的防雷安全至关重要,防雷器选型不当不仅不能保证通信局(站)的防雷安全,而且还可能引起机房火灾等事故。鉴于通信局(站)自身的特殊性,通信行业颁布了一系列适用于通信系统的防雷器的技术要求和测试方法,如现行行业标准《通信局(站)低压配电系统用电涌保护器技术要求》YD/T 1235.1、《通信局(站)低压配电系统用电涌保护器测试方法》YD/T 1235.2 等。为了保障通信网使用防雷器的安全可靠,原信息产业部发布了《通信网防御雷电管理办法》,要求通信网使用的防雷产品必须按照国家和行业标准进行检测,经过工信部认可的第三方检测部门检测合格的产品才允许进网使用。本条为强制性条文,必须严格执行。

## 2 术 语

**2.0.1** 根据国际电工委员会《雷电电磁脉冲的防护 第一部分：一般原则》IEC 1312—1 将一个需要保护的空間划分为几个防雷区的原則，结合通信局(站)的具体情况，从电磁兼容的角度出发，通信局(站)一个欲保护的空間区域，由外到内可分为几个雷电保护区，以规定各部分空間区域不同的雷电电磁脉冲(LEMP)的严重程度。

通信局(站)雷电保护区的划分是参照《雷电电磁脉冲的防护 第一部分：一般原則》IEC 1312—1 和《雷电电磁脉冲的防护 第三部分：电涌保护器的要求》IEC 1312—3 中的内容，并根据通信局(站)的实际情况进行划分的，主要目的是要确定电涌保护器(SPD)多级保护的原則。

根据雷电保护区的划分要求，可将一个典型通信局(站)划分为几个雷电保护区，通信局(站)建筑物外部是直接雷击的区域，在这个区域内的通信设备最容易遭受雷害，危险性最高，是暴露区域，为 0 区；建筑物内部及被屏蔽的机房和通信设备的金属外壳，所处的位置为非暴露区，可将其分为 1 区、2 区和 3 区等，越往内部，危险程度越低，雷电过电压主要是沿各类导线引入的雷电传导过电压和附近雷闪感应到各类导线及金属体上的过电压。保护区的界面是通过外部的防雷系统、建筑物的钢筋混凝土及金属外壳等所构成的屏蔽层而形成的，电气通道以及金属管道等则通过这些界面。穿过各级雷电保护区的金属构件必须在保护区的分界面做等电位连接(如出入局的缆线屏蔽层应在 0-1 分界面处的进线室接地，而在局内仅在设备端做接地处理)。

**2.0.3** 雷电活动区的划分是以 1951 年~1985 年全国年平均雷暴日数分布图和全国年平均雷暴日数区划图为基础。雷电活动区

划分结果直接关系到本规范的一个重要的立论基础,更重要的是雷电活动区划分结果又直接关系到工程设计的技术经济比。

已颁布的国家标准和行业标准共有 8 个,也是根据年平均雷暴日的多少,将雷电活动区分为少雷区、中雷区、多雷区和强雷区:

少雷区为一年平均雷暴日数不超过 25 的地区;

中雷区为一年平均雷暴日数在 26~40 以内的地区;

多雷区为一年平均雷暴日数在 41~90 以内的地区;

强雷区为一年平均雷暴日数超过 90 的地区。

另外,国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057—94、《交流电器装置的过电压保护和绝缘配合》DL/T 620—1997、《交流电器装置的接地》DL/T 621—1997 等 8 个标准,对于雷暴日在 30 以下的明确指出这些地区属于少雷区,在这些地区可以减免一些防雷措施,如《建筑物防雷设计规范》GB 50057—94 第 3.3.9 条“防雷电波侵入的措施,应符合下列要求:平均年雷暴日小于 30d/a 地区的建筑物,可采用低压架空线引入建筑物内……”,原电力部标准则规定了:“少雷区或经验证明雷电活动轻微的地区,可不沿全线架设避雷线,年平均雷暴日大于 30 以上的地区,宜沿线架设避雷线。”

《建筑物电气设施 第 4 部分:安全防护 第 44 章:过电压保护 第 443 节:大气过电压或操作过电压保护》IEC 61364—4—443 则规定对于外部影响条件为:  $AQ_1$  代表一个低水平的雷电活动区域(年雷暴日小于或等于 25)。

而对雷暴日大于 40 的地区各行业标准则明确表明要采取防雷的一些措施。

综上所述,国家标准及行业标准都是将雷暴日大于 40 定义为多雷区(没有将雷暴日大于 20 就列为多雷区),一般都将雷电活动区分为少雷区、中雷区、多雷区和强雷区,这样划分后,再采用不同的雷电过电压保护方案,才可能有较好的技术经济比,才可能减少一些不必要的投资,因此本规范关于雷电活动区的划分是有充分依据的。

年平均雷暴日数无法表达雷电强度的大小,在衡量一个通信局(站)遭雷击次数的概率分布时,还必须将通信局(站)所处的地理环境、通信局(站)建筑物的形式、本地区的雷电活动情况等因素进行统筹考虑。

**2.0.38** VR 扩大了公共连接网及金属支撑制品的连通性,增加了公共连接网的密度。在建筑物内可以建设 VR 来补充外围环形接地汇集线连接系统;设备和外围环形接地汇集线连接系统间的距离很大时,也可以建设 VR。VR 系统具有树形拓扑,而外围环形接地汇集线连接系统具有网状拓扑,所以外围环形接地汇集线连接系统提供更多的屏蔽作用。某些情况下,需要额外的屏蔽层,使用完全的外围环形接地汇集线连接系统又不太实际,此时就可以混合使用 VR 和外围环形接地汇集线系统。

## 3 基本规定

### 3.1 一般规定

**3.1.1** 本条为强制性条文。联合接地是实现通信局(站)均压等电位的基本措施。联合接地的含义是将局(站)内各建筑物的基础接地体和其他专设接地体相互连通形成一个共用地网,建筑物防雷接地和室内接地系统均由一个共用地网引出。同时,楼内电子设备的保护接地、逻辑接地、屏蔽体接地、防静电接地等共用一组接地系统,局内各开关电源的工作地也要与该接地系统连通,以获得相同的电位参考点。

当高压供电线路或局内铁塔遭受雷击时,变压器地网或铁塔地网会有大量雷电流入地,从而引起变压器地网或铁塔地网出现巨大的地电位升,如不采取联合接地方式,就会对机房内设备产生反击。采用联合接地措施后,可以最大限度地减小系统内产生的雷电过电压,并为过电压保护提供良好的基础。

**3.1.2** 本条为强制性条文。大、中型通信局(站)一般是通信枢纽或者节点,重要性较高,为了保证电气安全,必须采用更为可靠的 TN-S 或 TN-C-S 接线方式。而且由于大、中型通信局(站)一般具有独立的高低电压配电室或者变压器,有条件来实施 TN-S 或 TN-C-S 接线方式。TN 系统有利于通信系统的雷电防护。

### 3.2 接地系统组成

**3.2.1** 综合通信大楼等电位连接与共用接地系统是内部防雷措施中两种不同而又密切相关的重要措施,其目的都是为了确保人身安全,减小电子信息系统因雷击造成的无法正常工作甚至火灾等事故。

## 3.6 接 地 线

**3.6.8** 设备接地线是保证设备电气安全和防雷安全的重要设施,在接地线中加装开关或者熔断器,在设备短路时可能会造成接地线断开而使过电流保护设施无法正常动作,由此可能引发人身触电事故或者火灾。本条为强制性条文,必须严格执行。

## 3.9 接地线布放要求

**3.9.1** 为了保证设备接地线连接的可靠性和低阻值特性,工程中要求必须采用铜接线端子,且压(焊)接牢固。本条为强制性条文,必须严格执行。

## 3.10 计算机网络接口、控制终端接口的保护

**3.10.1** 综合通信大楼内部的通信系统包含了程控交换机、传输设备、监控及网络设备、控制终端、电源、无线等子系统,各子系统之间的内部连接线路纵横交错、非常复杂,其网络接口对雷电较为敏感,是雷电侵入的薄弱环节,通信大楼雷电电磁场的分布直接影响到具有敏感元器件的计算机及控制终端的布局,因此需要对各类接口加装保护器。

**3.10.3** 理论和实践证明,当建筑物遭受雷击时其中部位置是雷电电磁场强度最小的区域,因此设置在此区域能够将雷电电磁场感应减小到最小。建筑物外墙体的建筑钢筋是建筑物遭受雷击时雷电浪涌集中的雷电流分布通道,极易遭受雷电电磁场感应。使用建筑物外墙体的电源插孔可能会使雷电感应过电压沿着电源线侵入到计算机等设备,因此应该避免直接使用。本条为强制性条文,必须严格执行。

## 3.11 集中监控系统的接地与接口的保护

**3.11.2** 室外架空走线的线缆比较容易受到雷电感应的(包括感性

耦合和容性耦合)而在线缆上产生雷电浪涌,雷电浪涌沿着线缆会侵入到机房内的设备连接端口,造成设备损坏。本条为强制性条文,必须严格执行。

### **3.13 配 电 系 统**

**3.13.6** 本条规定是为了避免由于接零保护在地线产生的干扰问题。本条为强制性条文,必须严格执行。

### **3.14 机房内辅助设备的接地**

**3.14.1** 为了保证机房内部的等电位连接和电气安全,室内的走线架及各类金属构件必须接地。电气连通的走线架还具备很好的电磁屏蔽效果,因此必须采用电气连接。本条为强制性条文,必须严格执行。

## 4 综合通信大楼的防雷与接地

### 4.1 一般规定

4.1.1 通信局(站)用建筑物的钢筋混凝土基础可以获得可得到的最低接地电阻值。

1 现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 对于建筑物的接地一般都采用其钢筋混凝土基础作为地网,因为建筑物钢筋混凝土基础埋地较深,与大地的接触面积大,在相同的土质条件下,用其基础作接地体可比一般人工接地的电阻低得多,另外,基础钢筋埋设在混凝土中,作为接地体的钢筋不会受到外力的损伤和破坏,不需要维护,使用期限长,接地电阻稳定。对于通信局(站)这种接地方法是相当有效的。

2 现在通信局(站)利用通信局(站)内所有建筑物钢筋混凝土基础加上外设环行接地体作为地网,由于城市环境所限,根据接地电阻的测试方法的测试距离要求,一般无法对接地电阻进行测试。

3 原邮电部标准交换设备允许的接地电阻值是沿用前苏联的标准,随着通信技术的发展,模拟技术的交换系统在中国已经被数字交换系统所代替,原有基于模拟技术的交换系统局间金属实线连接已经被光缆所代替,因此局间接地电阻引起的电位差引起的问题已经不复存在。故对于现代通信局(站)仍旧沿用原模拟系统对接地电阻的要求是没有必要的。

4 早在 1972 年,原 CCITT(ITU 的前身)的接地手册实际已经对接地电阻值进行了统计分析,当时统计的 8 个国家的接地电阻值一般在  $0.5\Omega\sim 10\Omega$ 。研究证明:交换设备接地电阻在  $0.5\Omega\sim 20\Omega$  时对交换设备都无影响和串音。

5 中讯邮电咨询设计院有限公司在对全国各个运营商通信局(站)改造时一般都是将原有局(站)内建筑物地网及机房进行连接,构成环形地网,接地电阻值没有检测过,也不考虑局方提供的接地电阻值(仅仅作为参考),防雷接地改造后的局(站)经过多年的统计基本上没有雷击发生设备被击坏的记录。

综上所述,由于通信局(站)联合接地利用建筑物钢筋混凝土基础已经可以获得可得到的最低接地电阻值以及能够满足交换设备对接地电阻的要求,且局间传输已经从实线改为光缆,所以在规范中没有再提及接地电阻值的要求问题,而用所有建筑物地网进行环形连接方式组成的最大面积来代替对接地电阻值大小的要求。

**4.1.3** 外部防雷装置主要是防直击雷的防护装置,内部防雷设施主要用于减小和防止雷电流在需防空间内所产生的电磁效应或者主要防止雷电流及雷电电磁场产生的电磁场效应。

**4.1.4** ITU. K27 电信大楼内的网状 BN 示意图 1。

## 4.2 接地连接方式

**4.2.2** 外设环形接地汇集线连接系统近似于一个法拉第笼,第一层的外设环形接地汇集线作为“扩展的”主接地端子,此时实际上不需要单独的 MET。

如果需要,在相应机房可以增加补充的环形接地汇集线。分环形接地汇集线可以跨越构筑物,并连接环形接地汇集线的相对端。分环形接地汇集线这些导体有助于把通信设备、仪器连接到环形接地汇集线,并且在构筑物的顶层或屋顶及底层发挥了颇有价值的屏蔽作用。

在大型通信建筑物内,沿整个建筑物外围建设环形接地汇集线系统不切实际。环形连接导体的范围可以减小到包围以下设备的建筑物区域:电信设备或更可能发生雷击的设备(如无线设备),该系统的垂直范围也可以进行限制。

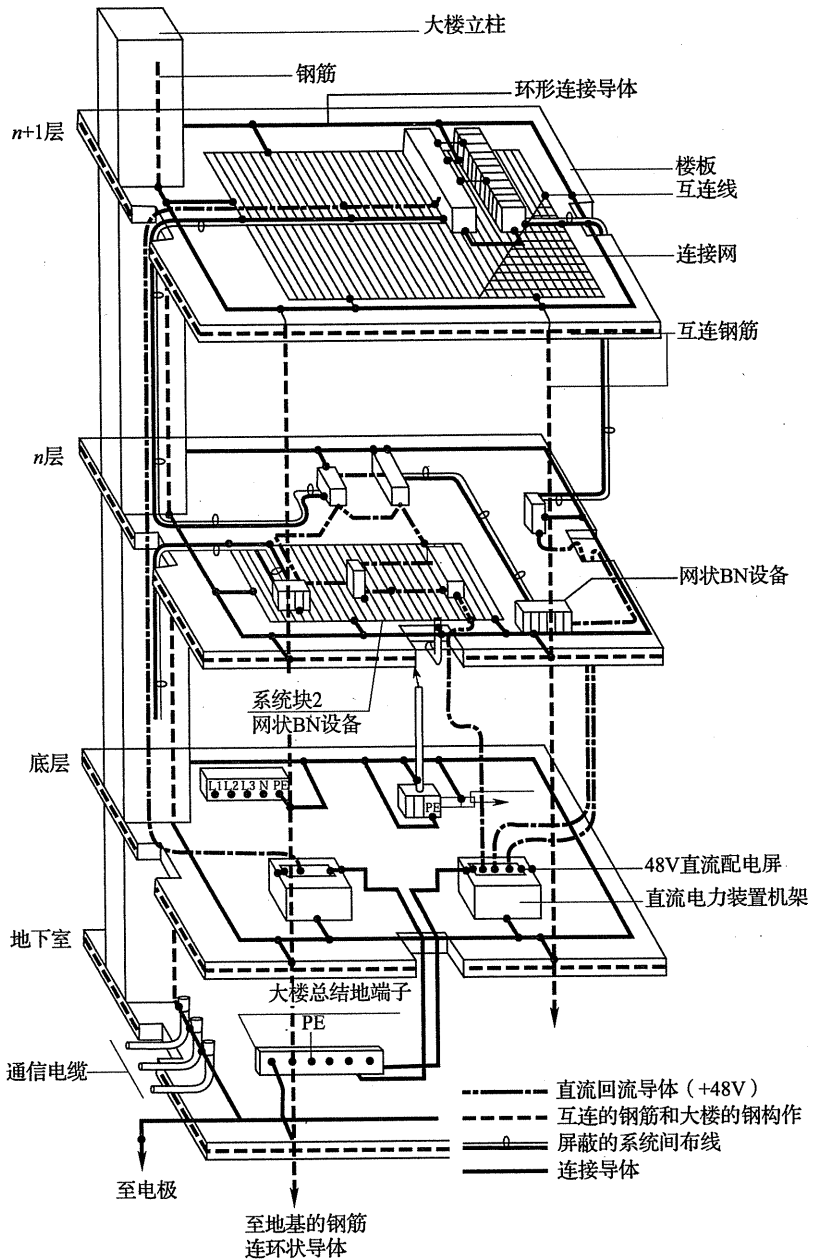


图 1 ITU. K27 电信大楼内的网状 BN

**4.2.3** 垂直主干接地线连接系统是一组在电信设备和总接地排间提供工程低电阻路径的垂直和水平导体。垂直主干接地线连接系统扩大了公共连接网及金属支撑制品的连通性,增加了公共连接网的密度。在建筑物内可以建设垂直主干接地线连接系统来补充外围环形接地汇集线连接系统;设备和外围环形接地汇集线连接系统间的距离很大时,也可以建设垂直主干接地线连接系统。垂直主干接地线连接系统具有树形拓扑,而外围环形接地汇集线连接系统具有网状拓扑,所以外围环形接地汇集线连接系统提供了更多的屏蔽作用。某些情况下,需要额外的屏蔽层,使用完全的外围环形接地汇集线连接系统又不太实际,此时就可以混合使用垂直主干接地线连接系统和外围环形接地汇集线系统。

各垂直主干接地线连接系统为处于有限区域内的通信设备提供服务。这一区域通常为一个长边为 30m 的矩形,以垂直主干接地线连接系统为中心,处于这一区域外的设备由另外的垂直主干接地线连接系统提供服务。

如果建筑物的结构钢可以达到电气连接的要求,则建筑物结构钢可以作为连接的部分。

**4.2.4** 总接地排、电缆入口设施、交流市电和接地系统间的连接导线可传导大浪涌电流,这些电流能够把过多的能量耦合到附近的电子设备,所以必须注意连接导线的布放要远离这些设备,相隔至少 1m。小型局(站)这一距离不可能达到,这时要在维持连接导体的短距离、直接路由这一前提下,根据实际情况尽可能留出大的间隔。

## 4.6 通信设备的接地

**4.6.1** 总配线架应就近接地是关系到配线架的保安单元能否对交换机用户板起到有效保护的关键问题。

**4.6.2** 应避免在外墙上布放非屏蔽信号电缆或电力电缆。如果布放,则应将电缆全部穿入屏蔽金属管,并将金属管两端与公共连

接网连接,如从电缆入口设施到总配线架的屏蔽电缆。

#### **4.8 其他设施的接地**

**4.8.1** 为了防止楼顶金属设施在雷击时发生闪络威胁设备和人身安全,楼顶的各种金属设施必须分别与楼顶避雷带或接地预留端子就近连通。本条为强制性条文,必须严格执行。

## 5 有线通信局(站)的防雷与接地

### 5.1 交换局、数据局

**5.1.3** 接地的其他要求主要是为了避免在各类信号线、控制线、通信线上感应各种干扰信号和雷电脉冲。

**5.1.4** 集中监控系统的接地:在设计时将监控系统对线路进行屏蔽、合理布线、等电位连接、接地及加装 SPD 等措施,主要是为了抑制雷电浪涌与监控系统间的耦合路径,最大程度地减小感应过电压、反击过电压以及雷电侵入波对监控系统的危害。

### 5.2 接入网站、模块局

**5.2.1** 本条是开关电源内的 SPD 安装位置的一般规定。

1 当接入网与移动通信设备共站时,接地排和接地线一般都是在走线架上方固定,因此接入网的开关电源内部 SPD 的安装位置,宜选择 SPD 设计位置在开关电源上方的产品为最佳方案。

2 当接入网安装在有地沟的机房时,地沟中有接地排,此时宜选择 SPD 安装在开关电源下方的方式为优选方案。

**5.2.2** 本条规定了总配线架的接地要求。

1 总配线架应就近接地是关系到配线架的保安单元能否对交换机用户板起到有效保护的关键问题。在通信机房总体规划时,总配线架宜安装在一楼进线室附近,接地引入线应从地网两个方向就近分别引入(从地网在建筑物预留的接地端子接地或从接地汇集线上引入)。

2 当接入网站内部的设备如 MDF 架和接入网机架相距较远时,此时 MDF 架就近与环形接地网连接,使通过用户线进入站内 MDF 架上的保安单元的雷电流能迅速入地。

### 5.2.5 本条为无线接入网站的基本规定。

1 为了确保就近接地的原则,使雷电流通过接地体迅速入地,当接入网站与移动通信基站共站时,机房的接地系统应采用环形接地网的方式,环形接地网围绕铁塔和机房一圈,并分别与铁塔各基础多点相连,机房接地引入点应在远离铁塔的一侧(接地引入点需改造的情况,总汇流排接地引入点切记不能从塔脚引入)。对于土壤电阻率较高的地区,可再在地网四角采用辐射型接地体(在辐射型水平接地体周围采用液状长效降阻剂处理)。

2 利用农村民用建筑物作为机房,实施接地改造时应根据机房的具体情况确定方案,往往由于条件所限或者业主和环境的要求,根据房间的走向、环境条件做一组接地体,使用  $40\text{mm} \times 4\text{mm}$  热镀锌扁钢或截面积大于  $50\text{mm}^2$  的多股铜线分别与机房总配电箱处和机架处的接地排连接。所有焊点用沥青做防腐处理。

## 5.3 宽带接入点

5.3.1 宽带接入点用户单元的设备是目前受雷害影响较为严重的一类设备,经常在雷雨天气出现大面积损坏的情况,一个重要的原因就是这些设备未接地。这些未接地的设备即使加装有防雷器也无法有效地起到保护作用。

由于这些设备一般放置在用户楼宇,故可以通过连接楼柱钢筋等措施实现就近接地。本条为强制性条文,必须严格执行。

5.3.4 出入建筑物的网络线极易受到雷电感应的影响,为了保证网络交换机的安全,必须在网络交换机接口处加装网络数据 SPD。本条为强制性条文,必须严格执行。

## 6 移动通信基站的防雷与接地

### 6.2 地 网

**6.2.5** 对于利用商品房作机房的移动通信基站,应尽量找出建筑防雷地网或其他专用地网,并就近再设一组地网,三者相互在地下焊接连通。找不到原地网时,应因地制宜就近设一组地网,并与建筑物基础内钢筋焊接连通,铁塔应在两个方向与建筑物避雷带就近连接。

**6.2.6** 根据某地区数百个遭受雷击损坏设备的基站接地电阻的统计:5 $\Omega$ 以下的占74%,5 $\Omega$ ~10 $\Omega$ 的占19%,10 $\Omega$ 以上的占7%。在2004年某基站地网优化设计及综合防雷方案科研组对51个现场勘察的雷害基站中,山区型23个,郊区型25个,市区型3个。接地电阻在5 $\Omega$ 以下的31个,5 $\Omega$ ~10 $\Omega$ 的4个,10 $\Omega$ 以上的16个。可见接地电阻符合规范要求5 $\Omega$ 以下,但屡次遭雷害的基站却占60%左右,比例依然很高。这说明雷害同接地电阻值并不是必然对应的关系,从统计数据来看,并不是接地电阻越小,遭雷的概率越小,防雷效果也越好。实践证明,防雷效果和接地电阻并无直接关系,设备的损坏是由于设备间存在电位差造成的。

#### 1 移动基站(包括微波站)的接地:

随着移动通信服务区网络不断向郊区、山区、交通主干线的延伸,基站所处地理环境越加恶劣,特别是石头较多的山上,接地问题更难解决。其实移动通信基站的接地问题一直困扰着移动通信基站的建设和设计单位,另外,对于建在山区的基站实际所处的地理位置与雷电的活动区域有着一定的联系,建在山区的基站,由于土质很差,多为碎石土壤、风化岩或花岗岩石,表面土壤仅十几至

几十厘米厚,甚至只有光秃秃的岩石,土壤电阻率极高,要使基站的地网接触电阻做的很小是极为困难的。

基站根据设计的不同分为机房与铁塔分别设立、机房在铁塔四脚之内、铁塔四脚建在机房之上几类情况,因此,各类移动通信基站接地系统的合理设计是当前移动通信基站接地工程中的重要课题。根据《移动通信基站防雷与接地设计规范》YD 5068—98 的要求,基站接地电阻应小于  $5\Omega$ ,由于基站所处地理环境千差万别,实现规范的要求可能有众多问题,许多工程技术人员都反映按照规范设计接地系统不好处理,也做不到条文所要求的接地电阻值,当然由于基站的地网类型很多,不可能用一种模式去解决所有的问题。

## 2 移动基站接地的目的:

目前建在郊区或山区的移动通信基站有各种各样的地网,接地电阻值从几欧姆至几十欧姆不等。这主要是由基站所处的地理环境和土质以及站址所在地区的土壤电阻率决定的,对于正在运行的基站设备,实践证明:“接地电阻的大小对基站设备技术参数以及信号传输没有任何影响”。从理论上讲,防雷接地用的接地电阻越小越好。这是因为接地装置上流过的雷电流会使接地点的地电位升高,产生过高的接触电压和跨步电压,因此地网的设计主要从防雷保护的角度考虑,尽可能降低接地电阻的数值。

1)按照《信息技术设备的安全》IEC 60950 采用通信开关电源供电的通信设备属于基本绝缘类设备。所以这类设备的外露可导电部分一定要可靠接地,其目的是为了防止设备故障时的危险电压对人身构成电击危险。

2)对于以分离器件为主的模拟通信设备,由于考虑干扰信号的地环流影响,所以设备需要独立的工作接地,但对于以大规模集成电路器件为主的数字通信设备,由于设备本身的抗干扰能力较强但内部器件的抗电涌能力极差,所以工作地必须直接和保护地合一。

3)对于直流系统(-48V 系统为直流正接地,+24V 系统为

直流负接地),其接地目的至少应包括以下两个方面:固定(均衡)电位,防止在供电系统故障后,危险电压对人身构成电击危险;固定(均衡)电位,防止在供电系统故障后,危险电压对设备本身造成的损坏。

4)为防止静电对设备本身的危害的接地。

5)为给窜入系统的雷电能量提供一个泄放渠道的接地。

分析以上基站接地的目的,可以清楚地看到,基站接地电阻的大小是以危险电压不能对人身和设备的安全构成危险为原则的。即在设备供电系统发生对地短路故障时,故障电流在接地电阻上的电压降不能对接触设备的人和设备本身构成安全隐患。

### 3 基站地网的组成形式:

移动通信基站地网设计的主要目的在于:在流往地中的雷电流路径上得到最低的接地电阻,在保护范围内把雷电流产生的电势保持在安全范围内。

一个由多接地体组成的地网可以近似地当作一块孤立的平板,它的电容主要是由它的面积尺寸来决定的,附加于这个平板上的有限长度(2m~3m)的垂直接地体,不足以改变决定电容大小的几何尺寸,因而是电容增加不大,亦即接地电阻减小不多。这里接地电阻  $R$  为:

$$R = \frac{1}{C} \cdot \frac{\oint SE ds}{\frac{1}{\rho} \oint SE^* ds} = \frac{\rho \epsilon}{C} \quad (1)$$

式中: $R$ ——接地体的接地电阻( $\Omega$ );

$C$ ——接地体的电容(F);

$\rho$ ——土壤电阻率( $\Omega \cdot m$ );

$\epsilon$ ——大地的介电系数(F/m),  $\epsilon = \epsilon_r \cdot \frac{1}{4\pi \times 9 \times 10^9}$ ,  $\epsilon_r$ 为大地的相对介电系数。

这个极为重要的物理概念表明:增大接地网的面积是减少接

地电阻的主要因素。只有当附加的垂直接地体的长度与地网的等效半径可以比较时,平板趋近于一个半球时,电容才会有较大的增加,从而才可能降低接地电阻,但是即使在这种情况下,接地电阻减小仅 36.3%。这个结果可由下式推出:

如果将地网等效为埋深为 0,半径为  $r$  的圆盘时, $R_1 = \rho/4r$ ; 半径为  $r$  的半圆球时, $R_2 = \rho/2\pi r$ , $R_1/R_2 = 0.637$ 。

由此可见,接地网的接地电阻主要和接地网面积有关,附加于接地网上的 2m~3m 的垂直接地体对减少接地电阻的作用不大。对于地网的设计,那种认为加密垂直接地体可减小接地电阻的观念是不可取的,从宏观分析,应把地网看作一个二维的平板,采用不长的垂直接地体(垂直接地体的长度与地网等值半径相比,至少小一个数量级),不论打入多少根,即使密集成厚度为 2m~3m 的实体钢板地网,也不会使接地电阻有多大变化。

#### 4 地网大小及网格数与接地电阻的关系:

##### 1) 地网大小与接地电阻的关系:

基站的地网作为复合接地体(以水平接地体为主,且边缘闭合)的接地电阻:

$$R = 0.44 \frac{\rho}{\sqrt{A}} + 0.159 \frac{\rho}{L} \ln \frac{8A}{HD \times 10^4} \quad (2)$$

式中: $A$ ——接地网的总面积( $m^2$ );

$L$ ——接地体的总长度,水平和垂直接地体的总和( $m$ );

$D$ ——水平接地体的直径( $m$ );

$H$ ——水平接地体的埋深( $m$ );

$\rho$ ——土壤电阻率( $\Omega \cdot m$ )。

从式(2)可以看出接地电阻主要取决于接地网的面积,而后一项说明接地网的埋深,接地体的直径以及网内的水平和垂直接地体的总长度对减少接地电阻的作用很小,通常仅占  $R$  总数的 8% 左右。根据《工业与民用电力装置的接地设计规范》GBJ 65—83,对于上述复合式接地网的工频接地电阻的计算,上式  $R$  约为:

$$R = \frac{\sqrt{\pi}}{4} \cdot \frac{\rho}{\sqrt{A}} + \frac{\rho}{L} = 0.443 \frac{\rho}{\sqrt{A}} + \frac{\rho}{L} \approx 0.5 \frac{\rho}{\sqrt{A}} \quad (3)$$

## 2) 接地电阻与基站地网面积的大小:

从  $R = 0.5\rho/\sqrt{A}$  可以看出,在相同土壤电阻率的条件下,要使地网接地电阻减少,就要增加地网的面积,表 1 列出了在不同土壤电阻率时保持  $R$  为  $5\Omega$  时的地网面积。

表 1  $R$  为  $5\Omega$  时土壤电阻率与地网大小的关系

$R = 0.5\rho/\sqrt{A} = 5\Omega$ 时						
$\rho(\Omega \cdot m)$	100	200	400	800	1000	1600
$A(m^2)$	100	400	1600	6400	10000	25600

由此可见,在高电阻率的山区,基站地网的接地电阻要控制在  $5\Omega$  是难以实现的。

## 3) 地网网孔个数和接地电阻的关系:

地网中相距较近的接地体不能充分利用,这种接地体间的相互屏蔽引起的屏蔽效应是由电流流入大地时电场重叠而产生的(接地体的电阻主要是靠位于接地体附近土壤区域土壤电阻率所决定的,由于上述电场是叠加的,所以每一个接地体附近的电流密度变得不均匀,使得接地体附近的土壤有效面积减少,或者使流散电阻增加)。当接地体按照同心圆的方式(即一环套一环)或者地网以直角小方格配置时,由于接地体的相互屏蔽作用,其利用率特别低,此时设置在网格结点上的垂直接地体的利用系数仅仅达到  $0.15 \sim 0.20$ 。因为这时对接地电阻数值起主要作用的是接地体的外环部分,而不是网格内部接地体的数量,所以增加地网内网格数目以减少地网接地电阻值既不经济又非优化设计考虑。

据有关资料介绍:如果一般复合式地网的接地电阻  $R$  为  $100\%$ ,则实心钢板地网接地电阻约为  $90\%R$ ,而中空的环形地网(只有周边有接地体)的接地电阻约为  $110\%R$ ,房屋建筑物基础(一般有钢筋的地基较深,而建筑物中间有空隙)的接地电阻约为

80% $R$ 。可见加密水平接地体,增设垂直接地体对基站地网的接地电阻无显著作用。

接地电阻与接地网孔的关系:美国《电磁兼容性设计手册》(AFSC-DH1-4)认为:“从设计的经济效益方面考虑,地网应尽可能覆盖大的面积以降低其接地电阻,而且网孔数目不宜多于16个”。这与我国水利电力部门的试验结果是相符的;当接地网孔大于16个时,接地电阻减小很慢,如16个网孔的正方形接地网与2个网孔的正方形接地网相比,接地电阻减少23%;与4个网孔的正方形接地网相比,仅减小10%。网孔个数和接地电阻的关系用图2表示(图中 $R$ 为平板的接地电阻)。

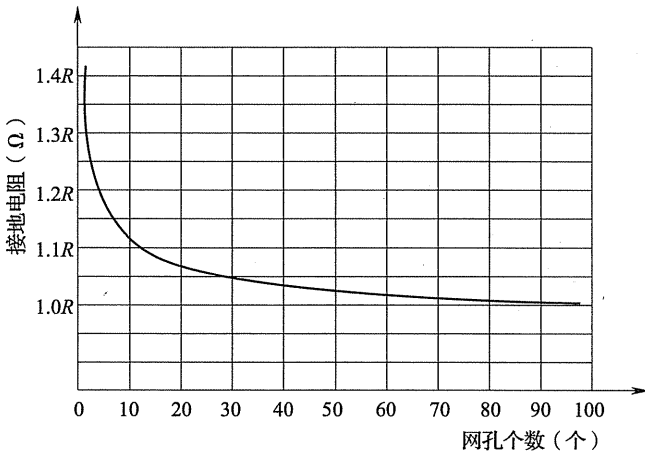


图2 网孔个数和接地电阻的关系

由此可见,加大地网网格的密度以降低接地电阻的方式并非优化设计所推荐的,如将多于16个网孔的接地体用来增大接地网的面积,对于减小接地电阻的效果要好得多。

#### 5 地网与冲击半径及移动通信基站地网最佳面积大小。

对于建在山上的移动通信基站,由于所处的位置往往比周围的山地显得突出,地理位置又与雷电的活动区域有着一定的联系,加之山上一般多为岩石或多石土壤,要使防雷接地电阻在有限的

面积做的很小(如  $5\Omega$ )是不可能的,为此建在山上的基站采用了均衡大地电位,实施联合接地及改进地线的敷设方法,可以在雷击时使站内各处电位同样上升,以致局内设备相互间的冲击电压均衡,增加了雷电泄流能力。

### 1) 接地网与冲击半径。

一个避雷针的接地体接闪时所呈现的电阻,与直流、工频电流的接地电阻有显著不同,对于雷电在土壤所发生的物理过程和工频有着相当大的区别,它们的最主要区别是由雷电的形成过程以及土壤对高频电磁波的传输特性决定的。雷电流是个冲击波,而且具有非常大的电流值,由于雷电流幅度很大,在接地体附近形成的电场强度超过了土壤的冲击击穿强度而产生电弧式火花放电,结果相当于增加了接地体的尺寸,因此,在实际雷电流作用下接地网的接地电阻值小了。

雷电流通过接地体向大地散流时有下列特征:

第一,当雷电流通过接地装置流入土壤时,由于电流幅值很大,在接地体周围形成强大的电场,土壤呈现的电阻率也受到电场强度的影响,随着电场强度增加,也就是随着电流密度的增加,土壤电阻率随之减少。

第二,雷电流相当于高频电源,除接地体的电阻和电导外,接地体的电感和电容对冲击阻抗发生作用,其作用的大小决定于接地体的形状、冲击电流的波形和幅值,以及土壤中电的参数  $\epsilon_r$  和  $\rho$ ,即地的介电系数和土壤电阻率。

第三,冲击电流在地中流动时,由于高频电流的集肤效应,不像直流和工频电流那样穿透很深的地层,而是在距离地面不太深的范围流动。

第四,雷电流通过接地装置流入土壤时,当接地体周围电场强度达到一定数值时,电压和电流不是直线关系,而呈现非线性。

所以,冲击电流或雷电流通过接地体向大地散流时,不再是用工频接地电阻,而是用冲击接地电阻来度量冲击接地的作用。接地装置对地冲击电压的幅值与冲击电流幅值之比则称为冲击接地电阻。由上述冲击接地电阻的定义可以看出,冲击接地电阻是一

个人为的概念,并无具体的物理意义,因为冲击电压幅值和电流幅值往往不是在同一时间出现的(由于接地体的电感作用,冲击电压幅值出现在冲击电流幅值之前),把两个在不同时间发生的量之比定义为冲击接地电阻并无物理意义,但在工程上利用这个定义,可在已知冲击电流的幅值和冲击电阻的条件下,计算出冲击电流通过接地体散流时的冲击电压幅值。

一个接地地网的面积不论有多大,在工频时,是可以把接地体的表面近似地看成等位面的,故接地网全部面积都能得到利用。但是,许多根接地体在地中构成的网状接地体在冲击电流的作用下,当土壤电阻率和介电系数一定时,接地网的冲击等效半径就是一个常数,而冲击等效半径要比接地网面积的等值半径小得多,即在冲击电流的情况下,仅仅利用接地网很小的一块面积,在工频时,接地电阻之所以和接地网面积的平方根成反比,是因为接地网上的电位比较均匀,全部接地体都起着散流作用,接地体得到充分利用的缘故,但在雷电流作用下,情况就不同了。由于接地体的电感作用,接地网的电位呈现不均匀性,离开雷电流引入点愈远的地方,接地体上的电位就愈低。甚至电位为零,其变化规律按指数曲线衰减,只有雷电流引入点附近一块接地网才起着散流作用,而且散流的程度与这一块面积上的电位分布成正比。

2)地网的最佳面积大小。

冲击等值半径与接地网面积的等值半径之比:

$$\frac{r_{ch}}{r} = \frac{\rho \sqrt{\epsilon_r}}{60 \sqrt{\pi A}} \left[ 1 - \exp\left(\frac{-60 \sqrt{\pi A}}{\rho \sqrt{\pi r}}\right) \right] \quad (4)$$

式中:  $r_{ch}$  —— 冲击等值半径(m);

$r$  —— 接地网面积的等值半径(m);

$A$  —— 接地网面积( $m^2$ );

$\rho$  —— 土壤电阻率( $\Omega \cdot m$ );

$\epsilon_r$  —— 地的相对介电系数,这里  $\epsilon_r = 9$ 。

表 2 在不同土壤电阻率条件下,冲击半径与接地网等值半径的利用率百分比

$r(\%)$ $\rho(\Omega \cdot m)$	$r_{ch}$	$A=100$	$A=400$	$A=1600$	$A=6400$
250		53.44%	33.19%	17.57%	8.82%
500		71.63%	53.44%	33.19%	17.57%
1000		84.19%	71.63%	53.44%	33.19%
2000		91.60%	84.19%	71.63%	53.44%

在不同的土壤电阻率和地网的面积条件下,两者之比可为基站地网优化设计提供一个考虑方案。表 2 列出了土壤电阻率  $\rho=250\Omega \cdot m \sim 2000\Omega \cdot m$ ,地网面积  $A=100m^2 \sim 6400m^2$  时冲击等值半径与接地网面积的等值半径的变化规律。从冲击等值半径与接地网面积的等值半径变化规律得出一个结论,在移动通信基站地网优化设计时,根据移动通信基站所处的具体地理环境,其接地网的大小应控制在  $20m \times 20m(400m^2)$  内,这时地网在雷击时冲击等值半径利用率在高电阻率土质的情况是较高的(在土壤电阻率为  $1000\Omega \cdot m$  时为 71.63%),当接地网的大小在  $40m \times 40m(1600m^2)$  时,此时地网在雷击时冲击等值半径利用率在电阻率为  $1000\Omega \cdot m$  的土质情况是 53.44%,冲击等值半径利用率较低,在土壤电阻率低于  $500\Omega \cdot m$  时,地网可小于  $400m^2$ 。这样加之外引水平接地体,地网的利用率可更高。另外,考虑到垂直接地体能起到集中接地扩大散泄雷电流之用,可在冲击等值半径处打入一圈垂直接地体,其等效半径应以铁塔为中心。此时垂直接地体是为了加速散泄雷电流,而不是以减小地网接地电阻为目的。

## 6 网格与均衡电压接触系数的关系。

实施基站联合接地均衡电位的目的,除了减小设备上的反击电压外,另一个目的是减小地网内的最大接触电位差(当电流流过接地装置时,大地表面形成分布电位,在地面上离设备水平距离为

0.8m 处与设备外壳或墙体离地面的垂直距离 1.8m 处两点间的电位差,称为接触电位差,人体接触该两点时所承受的电压,称为最大接触电压),接地网地面的最大接触电压可近似按下式计算:

$$E_{jm} = K_j E_m \quad (5)$$

式中: $E_{jm}$ ——最大接触电压(V);

$K_j$ ——接触系数;

$E_m$ ——接地装置的电位(V)。

其最大接触系数  $K_{jm}$  与地网网孔的个数关系如图 3 所示。

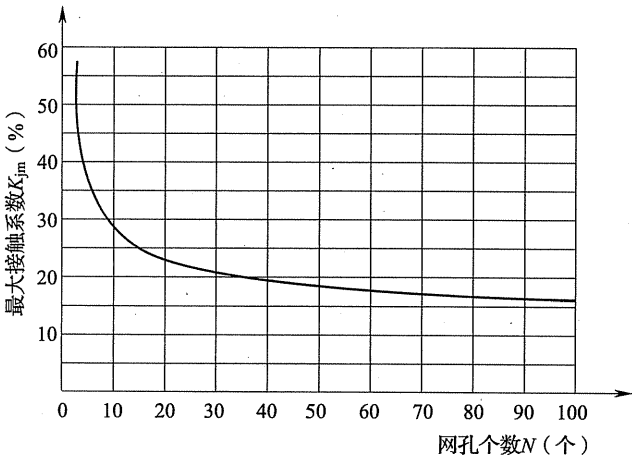


图 3 最大接触系数  $K_{jm}$  和网孔个数  $N$  的关系曲线

(接地网面积  $A=40m \times 40m$ , 接地体直径  $d=0.02m$ , 埋深  $h=0.6m$ )

由此可见,最大接触系数随网孔个数增加而下降的梯度和接地电阻随网孔个数增加而下降的梯度是相似的,这说明了用增加网孔个数而减小接触系数和减小接地电阻一样,不能作为主要方法。一般地网网孔可采用  $3m \times 3m$  或者  $5m \times 5m$ 。当然,最好能利用冲击电流进行现场实际测量和校核。

另外,由于现在站内地面一般都采用高电阻率的地面结构,其平均击穿强度远高于土壤,并且限制了通过人体的能量,其效果十

分显著,为了提高地面击穿强度,在方案实施时可以考虑在地面上铺设 3mm~5mm 厚的绝缘橡胶板。

#### 7 基站地网是否合格的判定依据。

在移动通信基站采用联合接地,土壤电阻率较低的情况下,可以规定一个接地电阻的要求,以减小建设地网投资,但在大地电阻较高的地区,评价基站地网接地电阻是否合格应采取优化设计的方式,换一种方式来评价,即以地网面积的大小为判定依据,看看是否能满足雷击时基站接地的需要,另外,地网四角还应辅以 20m~30m 的热镀锌扁钢做辐射型接地,以提供更好的雷电流散流通渠道。

### 6.4 天(馈)线接地

**6.4.3** 室外接地排的主要作用就是将馈线外护层分流的雷电流尽快地泄放到地网,减小进入机房的雷电流。而铁塔遭受雷击时铁塔塔角是雷电流最集中的泄流渠道,为了施工方便将室外接地排连接到铁塔塔角不仅不会使馈线外护层的雷电流尽快泄放到地网,而且会增大进入机房的雷电流,造成机房内部设备发生损坏。本条为强制性条文,必须严格执行。

### 6.6 GPS 天(馈)线的防雷与接地

**6.6.4** 在建筑物遭受雷击时,避雷带和避雷网上会有较大的雷电流通过,当 GPS 馈线系挂在避雷网或避雷带上时,会在馈线上感应较大的过电压侵入机房造成设备损坏。本条为强制性条文,必须严格执行。

### 6.7 机房内的等电位连接

**6.7.2** 接地参考点(ERP),是指一信息设备或系统的等电位连接网络与共用接地系统之间唯一的一点连接点。实际上,接地参考点并不是一个点,而必然有足够的大小,以适应等电位连接导体

的连接。

接地参考点只存在于星形(S形)等电位连接网络中。这是因为,在网状(M形)等电位连接网络中,必定是有多点连接到共用接地网,是多点接地,故没有要选取接地参考点的问题。

选择接地参考点的目的是保障设备及系统的正常运行,这也是判断接地参考点选择恰当与否的标志。从防雷保护角度看,接地参考点越靠近设备越好,因为在这种情况下用于连接设备和接地参考点的等电位连接导体的长度可以做到最短,从而能保证在雷电流通过时等电位连接导体两端的电压降最低。

## 7 小型通信站的防雷与接地

### 7.1 一般原则

**7.1.2** 室外站、边际站、无线市话站所处的地理环境非常恶劣，与典型正规站相比，各类自然环境条件更加严酷，常年遇到的雷害频次更多，为了保障在雷击基站时正常运行，因此需要在设计时特别强调防雷与接地的重要性。

**7.1.3** 无线市话站的接地一般利用城市中的建筑物原有的避雷带或者建筑物的接地作为其防护直击雷的措施，由于投资所限，从技术经济比考虑，不能照搬基站的防雷接地要求。

### 7.4 其他

**7.4.6** 由于在建筑物遭受雷击时，避雷网和避雷带上会有较大的雷电流通过，当缆线系挂在避雷网或避雷带上时，可能会造成缆线击穿或者在缆线上感应较大的过电压而侵入机房造成设备损坏。本条为强制性条文，必须严格执行。

## 9 通信局(站)雷电过电压保护设计

### 9.1 一般规定

**9.1.1** 本规范对通信局(站)雷电过电压保护设计是建立在联合接地基础上的。近年来虽然对通信局(站)建筑物的防雷接地进行了大量改进,但雷电产生的浪涌电流还是造成了通信设备的损坏,雷击使通信中断的事故时有发生,雷击造成通信设备损坏事故的85%是雷电过电压引起的,因此对通信局(站)雷电过电压的保护就更为重要。

通信局(站)雷电过电压保护并非是简单的、单一的雷电过电压保护器件应用,而是应用电磁兼容的原理,根据雷电保护区的划分,对一个通信局(站)进行综合、多级雷电过电压保护。

通信局(站)传统的雷电浪涌保护方法,在选择浪涌 SPD 时,仅考虑被保护的通信设备本身,没有根据电磁兼容原理,把局部或单一的防护措施归结到系统防雷,即整体防护的概念。由于缺乏通信局(站)系统整体的观念,导致在通信局(站)电源系统网络,甚至在雷电防护的薄弱环节的不同点安装过电压保护器时,各类防护器件之间不能相互协调,相互之间不能控制。由于防护器件在设计时,其防护性能仅仅考虑了被保护设备本身的需求,而通信局(站)系统的防护,各级防护器件是相辅相成的,互相影响的,此时用以局部防护的过电压器件不能有效发挥其防护性能,影响了通信局(站)的整体防护。

**9.1.3** 通信局(站)雷电保护区的划分是参照《雷电电磁脉冲的防护 第一部分:一般原则》IEC 1312-1、《雷电电磁脉冲的防护 第三部分:电涌保护器的要求》IEC 1312-3 中的内容,并根据通信局(站)的实际情况进行划分的。主要目的是要确定避雷器多级

保护的原则。防雷区的划分,并不代表 IEC 建议中关于雷电保护区的划分的所有内容都被本规范所接纳。

IEC 有关雷电保护区的划分可能在通信局(站)内是无法区别的,如高压设备的耐压等级、线路的耐压等级、避雷器的耐压等级是不同的,同样一个雷电流对变电站电力开关柜可能没有任何影响,但对通信设备电源系统已经造成危害。

另外,在通信局(站)IEC 有关设备的耐压等级同样是不能区分的,因为在通信局(站)的一个配电设备中,可能既有能够承受 6kV 的部分,也可能某些部分只能承受 500V,甚至几伏的电压。在实际雷害中往往有很多大家认为比较“粗、笨”,位于通信电源前端的电源设备遭受损坏。在通信电源防雷设计时,如果设计者都是按照保护水平一级一级往下降的,从 6kV、4kV、2.5kV 直到主要保护设备的 1kV(参照《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),极有可能导致通信电源设备遭受雷击损坏事故的增加。

由于自动控制技术越来越普及,6kV、4kV 保护水平的设备只能是指这个设备的主要部件,如铡刀、开关等。举个市油切换屏的例子,现在大部分的市油切换屏都是通过采样回路对市电采样后再对切换开关进行自动控制的。切换开关的耐雷击水平很高,这是毋庸置疑的,但采样回路却常常受雷击损坏。原因就是防雷保护中把强电设备中弱电部分(采样回路)仍然等同于切换开关来保护。因此应将这种具备自动切换技术的市油切换屏也当作弱电设备看待,强化对切换屏的保护,尤其是强化切换屏中弱电部分的保护。这些类似的设备还包括自动调压器等。因此不能将 IEC 的绝缘配合的等级建议直接用到通信电源设备中。

**9.1.4** 由于通信局(站)自身的特殊性,通信行业颁布了一系列适用于通信系统电源用防雷器的技术要求和测试方法(《通信局(站)低压配电系统用电涌保护器技术要求》YD/T 1235.1、《通信局(站)低压配电系统用电涌保护器测试方法》YD/T 1235.2),由此

来保证进入通信网的防雷器符合通信系统的要求,保证通信局(站)的安全运营。

## 9.2 防雷器的使用要求

9.2.9 本条为强制性条文,必须严格执行。

1 “C级防雷模块”一般用在开关电源内部,并且模块可以插拔,模块为氧化锌压敏电阻型,而氧化锌压敏电阻是一种非线性电阻,其等效阻抗会随外加电压不同而显著变化,表现出非常强的非线性伏-安特性。当用压敏电阻进行并联组合时,均流技术是非常关键和复杂的,它不是对器件进行简单的参数筛选,而是要在全工作区间上逐一进行伏-安特性匹配。通常,压敏电阻的动作电压(直流参考电压)的容差范围是标称电压的正负10%,再加上伏-安特性的分散性,如果不在全工作区间上进行伏-安特性分选和匹配,仅进行简单的并联组合,在雷电流冲击下,动作电压低的链路首先动作,引起弱点击穿,造成该链路中压敏电阻率先非预期劣化或失效,显然此时并联后的通流量并不会有明显提高。压敏电阻的非线性越强,这种不均匀性就越大。另外,电感在高频大电流下的电压降很大,所以并联技术的另一个关键技术就是每一链路的等阻抗设计。

2 “C级防雷模块”的过流、过热保护技术是建立在40kA以下通流容量基础之上的,这同空气开关的分断能力概念是一样的,超过了阈值就无法谈可靠性了。另外,就是在通流容量40kA以下,从实际应用情况看,仍有较多的国内外公司的模块式SPD的过流、过热保护是不可靠的,造成了不少设备损坏和机房燃烧事故。而用“C级防雷模块”并联组合而成的B级防雷器,由于其内部用于组合的防雷模块存在特性各异、均流失调等情况,极易造成其过流、过热保护功能配合紊乱,最终发生失效短路事故。

综上所述,对非线性器件进行并联组合,一定要建立在严格的专业测量、试验、筛选、匹配和检验等技术基础之上。若不具备这

类技术手段,而是采用简单的并联组合,非但不能明显提高通流容量,而且会带来燃烧等问题。因此第一级大通流容量的防雷箱采用“C级防雷模块”并联组装制作是不科学的。

### 9.3 通信局(站)电源系统雷电过电压保护原则

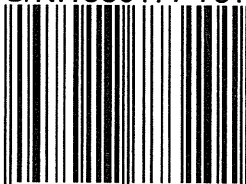
**9.3.1** 本条根据雷电活动区的划分、通信局(站)的分类、通信局(站)所处的地理环境、建筑物的形式、供电方式,在设计中对电源SPD提出了不同要求。

**9.3.3** 电源用SPD通流容量和标称放电电流的取定应根据电源SPD安装的必要性,其原则确定如下:

- 1 SPD安装在被保护电路中,对被保护电路无不利影响。
- 2 在正常情况下SPD是否会损坏。
- 3 SPD损坏的后果会造成什么影响,采取什么措施进行保护。
- 4 SPD能否起到保护作用。
- 5 各级SPD之间的相互协调。

另外,在各类SPD能满足各级所需的标称放电电流前提下,为了SPD的可靠性,一般可选择较大容量级通流容量的SPD。单纯从价格的意义讲,冲击通流容量较小的SPD一般价格上远低于冲击通流容量大的SPD,但从技术经济比的角度去考虑问题,不能单纯考虑价格因素。通流容量是指SPD不发生实质性破坏而能通过规定次数、规定波形的最大电流峰值,冲击通流容量较小的SPD在通过同样的雷电流的条件下其寿命远小于冲击通流容量大的SPD,根据有关资料介绍:“金属氧化物压敏电阻元件在同样的模拟雷电流 $8/20\mu\text{S}$ 、 $10\text{kA}$ 测试条件下,通流容量为 $135\text{kA}$ 的金属氧化物压敏电阻的寿命为 $1000\text{次}\sim 2000\text{次}$ ,通流容量为 $40\text{kA}$ 的金属氧化物压敏电阻的寿命为 $50\text{次}$ ,两者寿命相差几十倍”。由于配电室、电力室入口处的SPD要承受沿配电线路侵入的浪涌电流的主要能量,因此其SPD在满足入口界面处标称放电电流要求的前提下,可根据情况选择较大通流容量的SPD。

S/N:1580177-731



9 158017 773101 >

统一书号: 1580177·731

---

定 价: 25.00 元