ICS 91.120.40
Q70
备案号：37524-2013

DB54

西 藏 自 治 区 地 方 标 准

DB 54/T 0073—2013

建筑防雷设计评价技术规范

点击此处添加标准英文译名

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

（报批稿）

（本稿完成日期：）

2013－05－06 发布　　2013－06－06 实施

西藏自治区质量技术监督局　　发 布

目　　次

前言 VI
1　范围 1
2　规范性引用文件 1
3　术语和定义 1
4　评价原则 6
4.1　独立性原则 6
4.2　权威性原则 7
4.3　科学性原则 7
5　评价依据 7
5.1　国家和区内的防雷法律、法规、规范性文件和防雷技术标准 7
5.2　建设单位提供的其他相关资料 7
6　基本规定 7
7　评价项目和内容 8
7.1　设计依据 8
7.2　设计深度 9
8　建筑物防雷类别 10
8.1　建筑物的防雷分类原则 10
8.2　第一类防雷建筑物 10
8.3　第二类防雷建筑物 10
8.4　第三类防雷建筑物 10
9　电子系统防雷等级 11
9.1　电子系统防护等级划分原则 11
9.2　依据系统雷击风险评估值确定防护等级 11
9.3　依据系统重要性和使用性质确定防护等级 11
10　接地装置的检查 11
10.1　接地装置的一般规定 11
10.2　接地装置的接地电阻 11
10.3　垂直接地装置与水平接地装置 12
10.4　接地装置防雷网格 13
10.5　接地装置电阻测试端子 13
10.6　人工接地装置 13
11　引下线的检查 14
11.1　引下线的平均间距要求 14

11.2 设置原则.....15
12 均压环的检查.....15
13 接闪器的检查.....15
13.1 接闪器的一般规定.....15
13.2 接闪杆.....16
13.3 避雷带.....16
13.4 避雷网.....17
13.5 避雷线.....17
13.6 自身接闪器.....18
14 侧击雷防护系统的检查.....18
14.1 高于 30m 的建筑物防侧击雷.....18
14.2 高于 60m 的建筑物防侧击雷.....18
14.3 幕墙.....18
15 等电位的检查.....19
15.1 一般规定.....19
15.2 施工工艺.....19
16 电子信息系统雷电防护的检查.....19
16.1 屏蔽.....19
16.2 电子系统及其管线安全距离.....20
16.3 电子信息系统的接地形式.....21
16.4 电子信息系统静电及磁场干扰.....21
17 电涌保护器（SPD）的检查.....21
17.1 电源 SPD 的一般要求.....21
17.2 SPD 的保护级数及参数要求.....22
17.3 信号 SPD.....22
附录 A（规范性附录） 雷电电流参数.....24
附录 B（规范性附录） 防雷区.....27
附录 C（资料性附录） 全区各市地主城区及部分县城土壤电阻率数值参照表.....30
附录 D（资料性附录） 冲击接地电阻（Ri）与工频接地电阻（R—）换算系数（A）的查算表.....35
附录 E（资料性附录） 土壤电阻率（ρ）与接地极有效长度（Le）对照表.....37
附录 F（资料性附录） 钢筋表面积总和（S）与钢筋总长度（L）换算表.....38

前　言

本标准按照 GB/T1.1给出的规则起草。

本标准由西藏自治区气象局提出。

本标准由西藏自治区气象标准化技术委员会（XZ/TCQX）归口。

本标准起草单位：西藏自治区气象灾害防御技术中心。

本标准起草人员：许永彬、邓伟、杨虎、列杰班宗、孙希山、多吉次旦、刘赛、次仁白玛、多吉次仁、尼玛卓嘎、普布扎西、倪磊、边巴次仁、陈勇、罗骓翾、边旦洛布、曲扎江措、刘俊。

本标准根据《建筑物防雷设计规范》为指导，对建筑防雷技术评价的基本规定、评价内容、常见防雷装置的检查标准等进行了规定。

本标准代替了DB/T 0073-2013，与DB/T 0073-2013相比有如下变化：

修订了起草单位名称、起草人员名单；

结合数年防雷工作积累，增资料性附录C，并引用于10.2条中；

删除行政相关内容，原5.2条；

删除部分多余的术语；

删除定义和术语的相关英文；

明确了5.1相关法律法规、规范性文件；

删除了与文件关系较小的条款附录A.3；

删除了附录C夏季、冬季、秋冬季的说明；

调整规范性引用文件顺序为由主到次。

建筑防雷设计评价技术规范

1 范围

本标准规定了建筑防雷设计评价的方法，及防雷设计的评价原则、评价依据、评价项目与内容等。

本标准适用于各类新建、改建、扩建建筑物（含构筑物，下同）防雷设计评价，其他建设工程项目也可参照使用。

2 规范性引用文件

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

GB 50057 建筑物防雷设计规范

GB 50343 建筑物电子信息系统防雷技术规范

GB 50016 建筑设计防火规范

GB 50045 高层民用建筑设计防火规范

GB 50096 住宅设计规范

GB 50169 电气装置安装工程接地装置施工及验收规范

GB 50303 建筑电气工程施工质量验收规范

GB 50311 综合布线系统工程设计规范

GB 50312 综合布线系统工程验收规范

GB/T 17949.1 接地系统的土壤电阻率、接地阻抗和地面电位测量导则 第1部分：常规测量

GB/T 18802.12 低压电涌保护器（SPD） 第12部分：低压配电系统的电涌保护器 选择和使用导则

GB/T 21431 建筑物防雷装置检测技术规范

GB/T 21714.1 雷电防护 第1部分：总则

GB/T 50314 智能建筑设计标准

DL/T 475 接地装置特性参数测量导则

QX/T 10.1 电涌保护器 第1部分：性能要求和试验方法

QX/T 10.2 电涌保护器 第2部分：在低压电力系统中的选择和使用原则

QX/T 10.3 电涌保护器 第3部分：在电子系统信号网络中的选择和使用原则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

防雷装置

用于对建筑物进行雷电防护的整套装置，由外部防雷装置和内部防雷装置组成。

3.2

接闪器

由拦截闪击的接闪杆、接闪器、接闪带、接闪网以及金属屋面、金属构件等组成。

3.3

雷电流

流过雷击点的电流值。

3.4

引下线

将雷电流从接闪器传导至接地装置的这部分防雷装置。

3.5

接地装置

接地体和接地线的总和，用于传导雷电流并将其散入大地的这部分防雷装置。

3.6

接地线

从引下线断接卡或换线处至接地体的连接导线；或从接地端子、等电位连接带至接地体或接地装置的连接导体。

3.7

自然接地装置

具有兼作接地功能的但不是为此目的而专门设置的各种金属构件、钢筋混凝土中的钢筋、埋地金属管道和设备等的统称。

3.8

人工接地装置

具有接地功能而专门为此设置的各种金属构件的统称。

3.9

独立接地装置

系统间相互独立的直流地、交流工作地、安全保护地、防雷地和供电系统地等接地装置。

3.10

接地极有效长度

特定幅值及波形的雷电冲击电流在某电阻率土壤中的接地极上流动，雷电流衰减到小于某百分数（如1%）时在接地极上所对应的长度。

3.11

防雷接地

接闪杆、避雷线、及电涌保护器等雷电防护设备与接地装置的连接。

3.12

工作接地

电力系统中某些设备因运行的需要，直接或通过消弧线圈、电抗器、电阻等与接地装置的连接。

3.13

工频接地电阻

冲击电流流过接地装置时，接地极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极流入地中电流的比值，单位为欧姆（Ω·m）。

3.14

冲击接地电阻

冲击电流流过接地装置时，接地装置对地电压的峰值与通过接地极流入地中电流的峰值的比值，单位为欧姆（Ω）。

3.15

电涌保护器 SPD

用于限制暂态过电压各分流电涌电流的装置，它至少包含一个非线性电压限制元件，也称电涌保护器。

3.16

土壤电阻率

表征土壤导电性能的参数，为单位体积土壤阻抗的流量。单位为欧姆米（Ω•m），它指的是一个土壤方体相对两面间测得的阻抗。

3.17

总等电位连接 MEB

作用于全建筑物，在一定程度上可降低建筑物内间接接触电击的接触电压和不同金属物部件间的电位差，并消除自建筑物外经电气线路和各种金属管道引入的危险电压危害的连接方式。

3.18

电子系统

由敏感电子组合部件（如通信系统、计算机、控制和仪表系统、无线电系统、电力电子装置）构成的一个系统。

3.19

间接等电位连接

将电子系统和电气系统中外露可导电部分通过电涌保护器接地。

3.20

屏蔽

一个外壳、屏障或其他物体（通常具有导电性），能够消弱一侧的电场、磁场对另一侧装置或电路的作用。

3.21

直击雷

闪电直接击在建筑物、其他物体、大地或防雷装置上，产生电效应、热效应和机械力者。

3.22

雷击电磁脉冲

与雷击放电相联系的电磁辐射所产生的电场和磁场耦合到电气或电子系统中，从而产生干扰性的电流或电压。

3.23

长时间雷击

电流从波头10%幅值至波尾降至10%之间时间长于2ms且短于1s的雷击。

3.24

短时雷击

脉冲电流半峰值时间短于1ms的雷击。

3.25

爆炸危险环境

爆炸性气体或粉尘混合物出现的或预期出现的数量达到足以要求对电气设备的结构、安装和使用采取预防措施的环境。

3.25.1

0区

连续出现或长期出现爆炸性气体混合物的环境。

3.25.2

1区

在正常运行时可能出现爆炸气体混合物的环境。

3.25.3

2区

在正常运行时不可能出现爆炸性气体混合物的环境，或即使出现也仅是短时存在的爆炸性气体混合物的环境。

注：正常运行是指正常的开车、运转、停车、易燃物质产品的装卸、密闭容器盖的开闭、安全阀、排放阀以及所有工厂设备都在其设计参数范围内工作的状态。

3.25.4

20区

连续出现或长期出现爆炸性粉尘环境。

3.25.5

21区

有时会将积留下的粉尘扬起而偶然出现爆炸性粉尘混合物的环境。

3.25.6

22区

在正常运行时不可能出现爆炸性粉尘混合物的环境，或即使出现也仅是短时存在的爆炸性粉尘混合物的环境。

3.26

雷暴日

一天中可听到或测到一次以上的雷声则称为一个雷暴日。

3.27

重点建设项目

列入国民经济与社会发展五年计划的重大项目和年度重点建设计划的项目，以及当地政府确定的重点建设项目。

3.28

大型建设项目

所有须由国务院或者国务院投资主管部门审批或者核准的投资项目。由国务院或者国务院投资主管部门审批的大型建设项目的具体范围，可以依据政府投资项目管理的有关规定确定。

3.29

公共建筑

用于公共目的的建筑物，如：办公建筑（包括写字楼、政府部门办公楼等）、商业建筑（如商场、金融建筑等）、旅游建筑（如旅馆饭店、娱乐场所等）、科教文卫建筑（包括文化、教育、广播用房）以及交通运输用房（如机场、车站建筑等）。

3.30

女儿墙

房屋外墙高出屋面的矮墙。

3.31

承台

为承受、分布由墩身传递的荷载，在基础桩顶部设置的联结各桩的钢筋混凝土平台。

3.32

桩

沉入、打入、压入或浇注于地基中的桩状支撑构件。

3.33

最大持续运行电压 Vc

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。

3.34

电压保护水平 Vp

表征SPD限制接线端子间电压的性能参数，其值可从优选值列表中选择。该值应大于限制电压的最高值。

3.35

I级分类实验

用标称放电电流In、1.2/50us冲击电压和最大冲击电流Iimp做的试验。最大冲击电流在10ms内通过的电荷Q等于电流幅值Ipeak(kA)的二分之一，即Q（As）=0.5Ipeak（kA）。

3.36

II级分类试验

用标称放电电流In、1.2/50us冲击电压和最大放电电流Imax做的试验。

3.37

标称放电电流

8/20us冲击电流波流过SPD电流峰值。用于对SPD做II级分类试验，也用于对SPD做I级和II级分类试验的预试验。

3.38

退偶元件

在被保护线路中并联接入多级SPD时，如果开关型SPD与限压型SPD自己的线路长度小于10m或限压型SPD之间的线路长度小于5m时，为实现多级SPD件的能量配合，应在SPD之间的线路上串接适当的电阻或电感，这些电阻或电感元件称为退偶元件。

注：电感多用于低压配电系统，电阻多用于电子线路中多级SPD之间的能量配合。

3.39

插入损耗

由于在传输系中插入一个SPD所引起的损耗。它是在SPD插入前的系统部分的功率与SPD插入后传递到同一部分的功率之比。这个插入损耗通常用分贝（dB）表示。

3.40

安全距离

使两导体间不会出现危险火花放电或电磁辐射危及设备安全的距离。

3.41

雷击风险评估

根据雷击大地导致人员、财产损害程度确定防护等级、类别的一种综合计算、分析方法。

4 评价原则

4.1 独立性原则

建筑防雷设计评价独立于建设项目外，其工作不受项目管理和设计人员的制约，评价人员与项目无任何直接的行政或经济关系。评价人员应客观公正地出具评价报告。

4.2 权威性原则

建筑防雷设计评价具有高度的权威性，其依据是防雷法律、法规、规范性文件以及国家和地方的技术标准。

4.3 科学性原则

建筑防雷设计评价具有科学性，在评价实施的过程中应按照科学的程序，并采用科学方法进行评价。评价的科学性是独立性和权威性的基础和保证。

5 评价依据

5.1 国家和区内的防雷法律、法规、规范性文件和防雷技术标准

a) 《中华人民共和国气象法》
b) 《西藏自治区防雷减灾管理条例》
c) GB 50057《建筑物防雷设计规范》
d) GB 50343《建筑物电子信息系统防雷技术规范》

5.2 建设单位提供的其他相关资料

建设单位应根据建设项目设计提供以下资料：

a) 设计说明书（包含建筑的性质、用途、总投资、总建筑面积等情况）；
b) 地形图和总平面图（包含建筑物所在地区的地形、地物状况，建筑物的长、宽、高度及功能位置分布，相邻建筑物的高度）；
c) 综合管网图（包含管网的性质、分布、各种管道的间距、管网与建筑物如何衔接等情况）；
d) 建筑图和结构图（包含建筑、结构概况和功能分区等情况）；
e) 电气图（包含强、弱电设计及电气设备布置安装情况）；
f) 防雷设计图（包含接闪器布置平面图、接地平面图、SPD 设计示意图、均压环设计图、幕墙和钢结构防雷接点图、等电位连接图和其它相关防雷图）；
g) 雷电灾害风险评估报告及相关资料；
h) 其他资料。

6 基本规定

6.1 防雷设计评价程序如图 1。

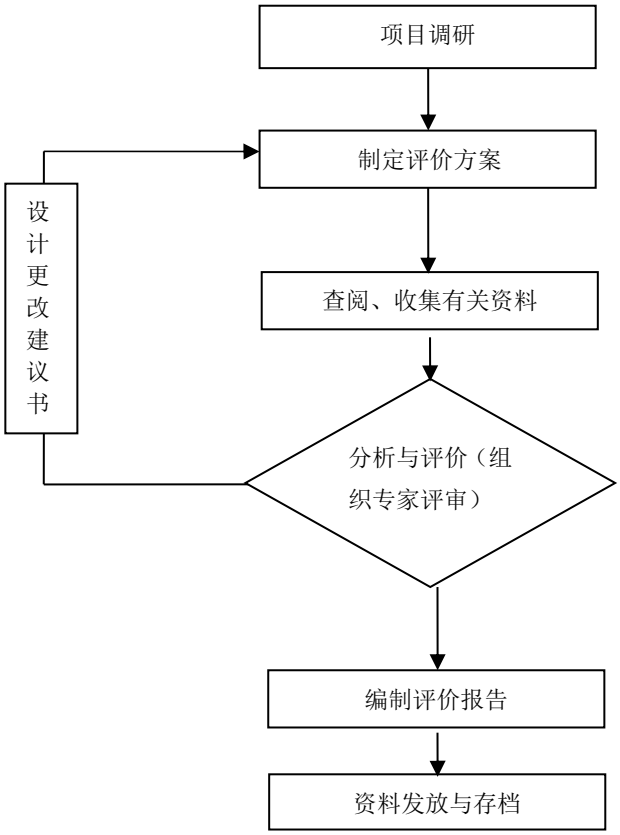


图 1　防雷设计评价程序

6.2　在西藏自治区范围内的建筑防雷设计评价，应由国家及地方有关法律法规规定的法定防雷技术机构完成。

6.3　评价机构应根据建设单位的需求以及项目的重要性和使用性质制定评价方案。

6.4　评价机构应根据项目建设的资料和项目所在地的雷暴活动规律（包含雷暴日数、雷击密度、雷电灾害频数、经济损失模数、人员伤亡密度、雷电灾害综合易损度等），综合分析、计算，获得评价所需基础数据。

6.5　评价机构应根据相关法律法规和技术规范以及基础数据对建筑物防雷设计的依据、深度以及内容进行评价，并确定防雷装置检测项目及内容。

6.6　评价机构应及时出具评价报告，对于存在错误的防雷设计，评价机构应及时提出防雷设计更改建议。

6.7　评价报告内容应包括项目的基本情况、评价依据、评价意见和建议。

7　评价项目和内容

7.1　设计依据

7.1.1　判断防雷设计执行国家、地方法律法规及相关技术规定的符合性。

7.1.2 判断防雷设计引用规范是否适用项目情况，是否为现行有效规范。

7.1.3 判断设计标准掌握是否恰当，是否有提高和降低标准的情况。

7.2 设计深度

7.2.1 初步设计

7.2.1.1 检查初步设计说明书是否包括以下内容,并符合相关规定：

a) 地理、地质、土壤、气象、环境等条件；
b) 建筑物防雷类别、建筑物电子信息系统雷电防护等级的选取和计算；
c) 直击雷防护措施、侧击雷防护措施、雷击电磁脉冲防护措施、防高电位侵入措施；
d) 总等电位和局部等电位的设置要求；
e) 各系统要求接地的种类和接地电阻要求；
f) 接地装置要求，当接地装置需作特殊处理时应说明采取的措施、方法等；
g) 防雷产品选型及 SPD 保护级数设置要求；
h) 高、低压进出线路的敷设方式和防雷保护措施。

7.2.1.2 对于重要建筑物，应检查是否有接地平面图、接闪器布置平面图。

7.2.1.3 对于重要建筑物、雷电灾害敏感建筑物，应针对人身安全、敏感区域等方面检查是否采取了安全系数更高的防雷措施。

7.2.2 施工图设计

7.2.2.1 检查施工图设计说明是否包括以下内容并符合相关规定（可附在相应图纸上）：

a) 接地电阻值是否满足 10.2 条的要求；
b) 防雷类别、接闪器形式和材型规格及敷设方式、接地装置型式和材型规格；
c) 均压环设置和防侧击雷措施；
d) 除防雷接地外的其他电气系统的工作或安全接地（如：电源接地型式、直流接地、局部等电位、楼层等电位、总等电位接地、电磁屏蔽地、静电地、设备接地等）；
e) SPD 安装数量与级数；
f) 涉及引用的标准、图集名称及编号。

7.2.2.2 检查施工图是否包括以下内容并符合相关规定：

a) 接闪器布置平面图，应有主要轴线号、尺寸、标高、比例，并标注接闪器、引下线及其测试点位置、材型规格、敷设方式并配有相关图例及安装大样；
b) 接地平面图，应绘制引下线、接地线、接地极、总等电位连接预留点、测试点、断接卡等的平面位置，并标明所用材料型号、规格、尺寸等；水平接地体与垂直接地体的安装大样；图纸应标注轴线号、尺寸、标高、比例；涉及的标准图编号、页次；
c) 幕墙、钢结构等的防雷设计图；
d) 等电位连接图；
e) SPD 配置图(在干线系统图和配电箱系统图中均应配置），应标明 SPD 型号、标称放电电流、电压保护水平等基本参数；
f) 其它须采取防雷措施的建设工程，应根据其工程性质、结构形式和防雷行政主管部门的要求绘制防雷工程施工图。

8 建筑物防雷类别

8.1 建筑物的防雷分类原则

建筑物应根据其重要性、使用性质、发生雷电事故的可能性和后果，按防雷要求分为三类。在初步设计和施工设计评价中应检查是否按下列要求确定建筑物防雷类别。

8.2 第一类防雷建筑物

第一类防雷建筑物为：

a) 凡制造、使用或贮存火炸药及其制品的危险建筑物，因电火花而引起爆炸、爆轰，会造成巨大破坏和人身伤亡者；
b) 具有 0 区或 20 区爆炸危险场所的建筑物；
c) 具有 1 区或 21 区爆炸危险场所的建筑物，因电火花而引起爆炸，会造成巨大破坏和人身伤亡者。

8.3 第二类防雷建筑物

第二类防雷建筑物为：

a) 国家级重点文物保护的建筑物；
b) 国家级的会堂、办公建筑物、大型展览和博览建筑物、大型火车站和飞机场、国宾馆、国家级档案馆、大型城市的重要给水水泵房等特别重要的建筑物；

注：飞机场不含停放飞机的露天场所和跑道。

c) 国家级计算中心、国际通讯枢纽等对国民经济有重要意义的建筑物；
d) 国家特级和甲级大型体育馆；
e) 制造、使用或贮存火炸药及其制品的危险建筑物，且电火花不易引起爆炸或不致造成巨大破坏和人身伤亡者；
f) 具有 1 区或 21 区爆炸危险场所的建筑物，且电火花不易引起爆炸或不致造成巨大破坏和人身伤亡者；
g) 具有 2 区或 22 区爆炸危险场所的建筑物；
h) 有爆炸危险的露天钢制封闭气罐；
i) 预计雷击次数大于 0.05 次/a 的部、省级办公建筑物及其他重要或人员密集的公共建筑物以及火灾危险场所；
j) 预计雷击次数大于 0.25 次/a 的住宅、办公楼等一般性民用建筑物或一般性工业建筑物。

注 1：建筑物的年预计雷击次数应按 GB 50057 附录 A 计算。

注 2：防雷区的划分，参照附录 B。

8.4 第三类防雷建筑物

第三类防雷建筑物为：

a) 省级重点文物保护的建筑物及省级档案馆；
b) 预计雷击次数大于或等于 0.01 次/a 且小于或 0.05 次/a 的部、省级办公建筑物及其他重要或人员密集的公共建筑物，以及火灾危险场所；
c) 预计雷击次数大于或等于 0.05 次/a 且小于或等于 0.25 次/a 的住宅、办公楼等一般性民用建筑物或一般工业建筑物；

d) 在平均雷暴日大于 15d/a 的地区，高度在 15m 以上的烟囱、水塔、等孤立的高耸建筑物；在平均雷暴日小于或等译 15d/a 的地区，高度在 20m 及以上的烟囱、水塔等孤立的高耸建筑物。

9 电子系统防雷等级

9.1 电子系统防护等级划分原则

建筑物电子系统应依据其重要性、使用性质和雷击风险评估来确定雷电防护等级。

9.2 依据系统雷击风险评估值确定防护等级

电子系统雷击风险评估方法见GB/T 21714.2。

9.3 依据系统重要性和使用性质确定防护等级

电子系统中选用电涌保护器的规定见GB/T 18802.12和QX/T 10.3。

10 接地装置的检查

10.1 接地装置的一般规定

10.1.1 建筑物防雷接地应优先利用建筑物的基础钢筋作为自然接地装置，所有防雷接地、工作接地、保护接地、电子系统接地均共用一个接地装置。

10.1.2 当共用接地装置的接地电阻值不能满足规范要求时应增设自然接地装置;如果自然接地装置的接地电阻还达不到规范要求时，才允许增设人工接地装置。

10.1.3 接地装置（含人工接地装置和自然接地装置）的埋设深度一般不应小于 0.6m。

10.1.4 当两独立接地装置水平距离小于 20m 时，应将两接地装置进行等电位连接，等电位连接材料应采用两条不小于φ16mm 的热镀锌圆钢或 40mm×4mm 的热镀锌扁钢。

注：φ为直径单位。

10.1.5 当使用的接地材料不同时，应充分评估几种材料的电腐蚀性能。

10.1.6 接地装置的连接应采用焊接，焊接应牢固无虚焊；埋设在土壤中的部分，其连接宜采用放热焊接；当采用通常的焊接方法时，应在焊接处做防腐处理。

10.1.7 敷设于土壤中的接地体连接到混凝土基础内起基础接地体作用的钢筋或钢材的情况下，土壤中的接地体宜采用铜质或镀铜或不锈钢导体。

10.1.8 接至电气设备上的接地线，应用镀锌螺栓连接;有色金属接地线不能采用焊接时可用螺栓连接。螺栓连接处的接触面应按现行国家标准(GB 50169)的规定处理。各种金属构件、金属管道等作为接地线时，应保证其全长为完好的电气通路。

10.2 接地装置的接地电阻

进行城市建筑防雷设计技术评价时，宜结合当地土壤环境，建议防雷设计者适当调查防雷设计方案。

注：全区各市地主城区及部分县城土壤电阻率数值参见附录C。

10.2.1　第一类防雷建筑物接地电阻要求

a)　防直击雷：一类防雷建筑物独立接闪杆、架空接闪线或架空接闪网每一引下线的冲击接地电阻不宜大于 10Ω。在土壤电阻率高的地区，可适当增大冲击接地电阻，但在 3000Ω·m 以下地区，冲击接地电阻不应大于 30Ω；
b)　防感应雷：防闪电感应的接地装置应与电气和电子系统的接地装置共用，其工频接地电阻不宜大于 10Ω。防闪电感应的接地装置与独立接闪杆、架空接闪线或架空接闪网的接地装置之间的间隔距离，应符合 GB 50057 中第 4.2.1 条第五款的规定；
c)　当一类建筑物难以装设独立的外部防雷装置时，装设在建筑物上的外部防雷装置每根引下线的冲击接地电阻不应大于 10Ω。如无法满足上述要求，应检查是否按 GB 50057 中第 4.2.4 条第 6 款的要求采取补救措施。

10.2.2　第二类防雷建筑物接地电阻要求

共用接地装置的接地电阻应按 50Hz 电气装置的接地电阻确定，不应大于按人身安全所确定的接地电阻值。在土壤电阻率小于或等于 3000Ω·m 的时，外部防雷装置的接地体在符合 GB 50057 中第 4.3.6 条规定的情况下，可不计及冲击接地电阻；但当每根专设引下线的冲击接地电阻不大于 10Ω时，可不按 4.3.6 条第 1、2 款敷设接地体。

10.2.3　第三类防雷建筑物接地电阻要求

共用接地装置的接地电阻应按 50Hz 电气装置的接地电阻确定，不应大于按人身安全所确定的接地电阻值。在土壤电阻率小于或等于 3000Ω·m 的时，外部防雷装置的接地体当符合 GB 50057 中第 4.4.6 条规定的情况下，可不计及冲击接地电阻；当每根专设引下线的冲击接地电阻不大于 30Ω时，但对 GB 50057 中第 3.0.4 条 第 2 款所规定的建筑物则不大于 10Ω时，可不按 GB 50057 中第 4.4.6 条第 1 款敷设接地体。

10.3　垂直接地装置与水平接地装置

应优先利用建筑物桩内主钢筋作为防雷的垂直接地装置，利用建筑物地梁内主钢筋作为水平接地装置。

10.3.1　垂直接地装置

10.3.1.1　应利用建筑物整个基础中不少于 50%的桩或基坑作为垂直接地体。

10.3.1.2　作为垂直接地体的桩内应至少利用其中 2 根竖向桩主筋与作水平接地体的地梁钢筋焊接连通。

10.3.1.3　有垂直和水平钢筋的独立基础，应利用其中不少于 2 根竖向钢筋作垂直接地体并与基础底部的水平钢筋网焊接连通；仅有水平钢筋的独立基础，应人工添设至少 2 根垂直接地体。

10.3.1.4　若建筑物采用地矛设计时，应将引下线下的四支地矛采用不小于φ16mm 的圆钢，一端与地矛焊接，另一端与建筑物的基础防雷网格焊接。

10.3.2　水平接地装置

10.3.2.1　利用地梁钢筋作水平接地体的，其钢筋数量应不少于 2 根，并与垂直接地体和引下线焊接连通。

10.3.2.2　承台底板钢筋网格(筏式承台)或网箱应与作为水平接地体的地梁钢筋或扁钢焊接连通。

10.3.2.3　若建筑物基础没有地梁设计，其水平接地装置应增设人工水平接地体（材型规格见表 2）与桩、承台钢筋焊接。

10.3.2.4　若引下线为钢柱结构，则应采用两条不小于φ10mm 的圆钢，每条圆钢的一端与钢柱接，另一端与承台底板筋焊接。

10.3.2.5　若建筑物没有桩基础设计时，则应将承台底板的钢筋进行网格焊接，网格尺寸应满足不大于1m。

10.4　接地装置防雷网格

建筑物的防雷接地装置应形成网格，尺寸须满足表1的要求。

利用建筑物基础地梁作接地装置的，防雷网格的要求应结合建筑物基础地梁的布置进行设计。

表 1　建筑物防雷网格尺寸的最低要求

单位：m

建筑物防雷类别	网 格 尺 寸
第一类防雷建筑物	5×5 或 4×6
第二类防雷建筑物	10×10 或 8×12
第三类防雷建筑物	20×20 或 16×24

10.5　接地装置电阻测试端子

接地电阻测试端子应设计在建筑物外墙方便测试处，测试端子的材料宜采用不小于φ12mm的热镀锌圆钢或40mm×4mm的热镀锌扁钢安敷在建筑物外墙内，端子高度为0.3m，接地测试端子面板应采用绝缘材料设计。

10.6　人工接地装置

10.6.1　当采用自然接地装置不能满足对接地电阻值的要求或无自然接地装置时,可采用人工接地装置进行设计。

10.6.2　人工接地装置应优先采用热镀锌材料，其最小规格尺寸应满足表 2 的要求。

10.6.3　人工垂直接地装置长度宜为 1.5m~2.5m，间距为其自身长度的 1.5~2.0 倍，若遇到土壤电阻率不均匀的地方，可适当增加接地装置的长度。

10.6.4　当垂直接地装置埋设有困难时，可设多根环状水平接地装置，彼此间隔为 1.0m~1.5m,且应每隔 3.0m~5.0m 相互焊接连通一次。

10.6.5　接地装置之间所有焊接点，除浇注在混凝土中的以外，均应进行防腐处理。

10.6.6　接地极有效长度 le≥$2\sqrt{\rho}$,其中 ρ 为土壤电阻率并应埋设在冻土层以下。

10.6.7　人工接地装置距建筑物出、入口或人行道的距离应不小于 3m，当小于 3m 时应采取下列措施之一：

a)　水平接地装置局部埋深应不小于 1m；
b)　水平接地装置局部应包绝缘物，可采用 50mm~80mm 厚的沥青层；
c)　采用沥青碎石地面或在接地装置上面敷设 50mm~80mm 厚的沥青层，其宽度应超过接地体 2m。

注：关于ρ和le的对照表参见附录E。

表 2　接地装置的材料、结构和最小尺寸

单位：mm

材料	结构	最小尺寸			说明
		垂直接地装置	水平接地装置	接地板	
铜	铜绞线	——	50 mm^2	——	每股最小直径 1.7 mm
	单根圆铜	——	50 mm^2	——	直径 8mm
	单根扁铜	——	50 mm^2	——	最小厚度 2 mm
	单根圆铜	φ15	——	——	
	铜管	φ20	——	——	最小壁厚 2 mm
	整块铜板	——	——	500×500	最小厚度 2 mm
钢	单根圆钢	φ16	φ10	——	热镀锌
	热镀锌圆钢	φ25	——	——	最小壁厚 2 mm
	热镀锌扁钢	——	90 mm^2	——	最小厚度 3 mm
	热镀锌钢板	——	——	500×500	最小厚度 3 mm
	热镀锌圆钢	φ14	——	——	径向镀铜层至少 250 μm，含铜量 99.9%
	裸圆钢	——	φ10	——	
	裸扁钢	——	75 mm^2	——	最小厚度 3 mm
	热镀锌钢绞线	——	70 mm^2	——	每股最小直径 1.7 mm
	热镀锌角钢	500×500×3	——	——	——
不锈钢	圆形导体	φ16	φ10	——	——
	扁形导体	——	100 mm^2	——	最小厚度 2 mm

11　引下线的检查

11.1　引下线的平均间距要求

引下线的平均间距要求应满足表3的要求。

表 3　各类防雷建筑物引下线平均间距的最小要求

单位：m

建筑物防雷类别	引下线平均间距
第一类防雷建筑物	12
第二类防雷建筑物	18
第三类防雷建筑物	25

11.2 设置原则

11.2.1 应优先利用建筑物钢柱、柱内或剪力墙内的竖向主钢筋作防雷引下线。

11.2.2 当建筑物利用钢柱或结构主筋作防雷引下线时，若其平均间距不能满足表 3 的要求，应使建筑物全部垂直支柱均起到引下线的作用。

11.2.3 当结构柱钢筋直径大于等于 16㎜^{2}时，应将 2 根钢筋作为一组引下线；当结构柱钢筋直径小于16㎜^{2}时，应将 4 根钢筋作为一组引下线。

11.2.4 引下线主筋的顶部应与建筑物屋顶外圈梁的两条主钢筋焊接，建筑物有均压环设计时，引下线的两条竖向主钢筋应与均压环焊接。

11.2.5 每一条引下线在-0.50m 分流系数 Kc=0. 44 时，钢筋连接的总表面积（S）第一、二类防雷 S≥0. 82㎡，第三类防雷 S≥0.37㎡。钢筋表面积总和与钢筋总长度的换算表见附录 F。

11.2.6 当利用消防梯、钢柱等金属构件作引下线时，要求各部件之间应焊接并构成良好的电气通路，且所有钢柱应作为引下线，对于裸露的钢柱且人能触及部分应采用绝缘物包裹。

11.2.7 当建筑物采用人工引下线设计时，引下线应沿建筑物边角敷设，间距应满足表 3 的要求。当采用暗敷引下线时，应敷设在建筑物外墙的批荡层内；当采用明敷时，应敷设在建筑物外墙的瓷砖或批荡层外。

11.2.8 引下线材料应满足 GB 50057 第 5.3.3 条、第 5.3.4 条以及表 5.2.1 的有关要求，当引下线采用明敷时材料要求为热镀锌。

11.2.9 当利用混凝土内钢筋、钢柱作为自然引下线并同时采用基础接地体时，可不设断接卡，但利用钢筋作引下线时应在室内外的适当地点设若干连接板。当仅利用钢筋作引下线并采用埋于土壤中的人工接地体时，应在每根引下线上距地面不低于 0.3m 处设接地体连接板。采用埋于土壤中的人工接地体时应设断接卡，其上端应与连接板或钢柱焊接。连接板处宜有明显标志。建筑物接地电阻测试端子和断接卡子应设计在建筑物外侧，高度应满足 0.3m~1.8m 的要求。

12 均压环的检查

12.1 均压环应优先采用结构外圈梁内的两条水平钢筋构成闭合的电气通路，当无结构外圈梁时，应采用两条不小于φ12㎜ 镀锌圆钢或一条 40㎜×4 ㎜ 的热镀锌扁钢沿建筑物外墙敷设一圈。

12.2 均压环应与该层所有引下线（含所有利用作为引下线的钢筋、钢柱、幕墙龙骨等金属构件）、建筑物金属结构、金属设备作可靠电气连接。

12.3 建筑物应在 30m 以下每三层设计一个均压环，在 30 m 以上每二层或垂直间距不大于 6m 设计一个均压环；有地下室和群楼的建筑物，地下部分应每层设计一个均压环，在群楼部分应每两层设计一个均压环；对于公共建筑物，应从首层起每二层设计一个均压环，并将每层的金属门、窗与均压环的预留端子作电气连接；有玻璃幕墙设计的建筑物，应每层设计均压环。

13 接闪器的检查

13.1 接闪器的一般规定

13.1.1　接闪器可以由下述五类或其组合构成：接闪杆、避雷带、避雷网、避雷线、自身接闪器。

13.1.2　应根据 GB 50057 附录 D 的有关公式确定接闪器的保护范围。

13.1.3　应根据 GB 50057 第 4.2.1 条第五款有关公式确定接闪器的安全距离。

13.1.4　除第一类防雷建筑物应设计独立接闪器外，其他建筑物可在建筑物上接闪器。

13.1.5　接闪器的材料、规格和最小截面应满足 GB 50057 表 5.2.1 的要求。

13.2　接闪杆

13.2.1　接闪杆应设计在建筑物易受雷击的部位:建筑物的女儿墙外侧、水塔、屋顶四角、人字屋面脊的两端，其材料、规格应满足表 4 的要求。屋角处应采用φ12mm 的热镀锌圆钢和高度为≤0.3m 的避雷短针。

表 4　接闪杆长度及材料的要求

单位：mm

接闪杆	圆钢	钢管
接闪杆针长＜1m	φ12	φ20
接闪杆针长 1m~2m	φ16	φ25
烟囱顶上的接闪杆	φ20	φ40

13.2.2　接闪杆尖端宜做成半球状，其最小弯曲半径宜为 4.8mm，最大宜为 12mm。

13.2.3　采用接闪杆时，按避接闪杆的保护范围、总高度、基本风压、修正后的地基承载力特征值、照明台等不同情况，选用对应型式的接闪杆。

13.3　避雷带

13.3.1　避雷带应沿建筑物屋檐、女儿墙外侧或屋脊设计。当采用明敷设计时，其材料应选用不小于φ10 的热镀锌圆钢或不锈钢圆钢，也可利用建筑物女儿墙的金属扶手或金属栏杆设计避雷带。

13.3.2　避雷带应设计成一个完整的闭合通路，任何两点之间都就连通。跨越伸缩缝和沉降缝处避雷带应采取弧形跨接（见图 2）。

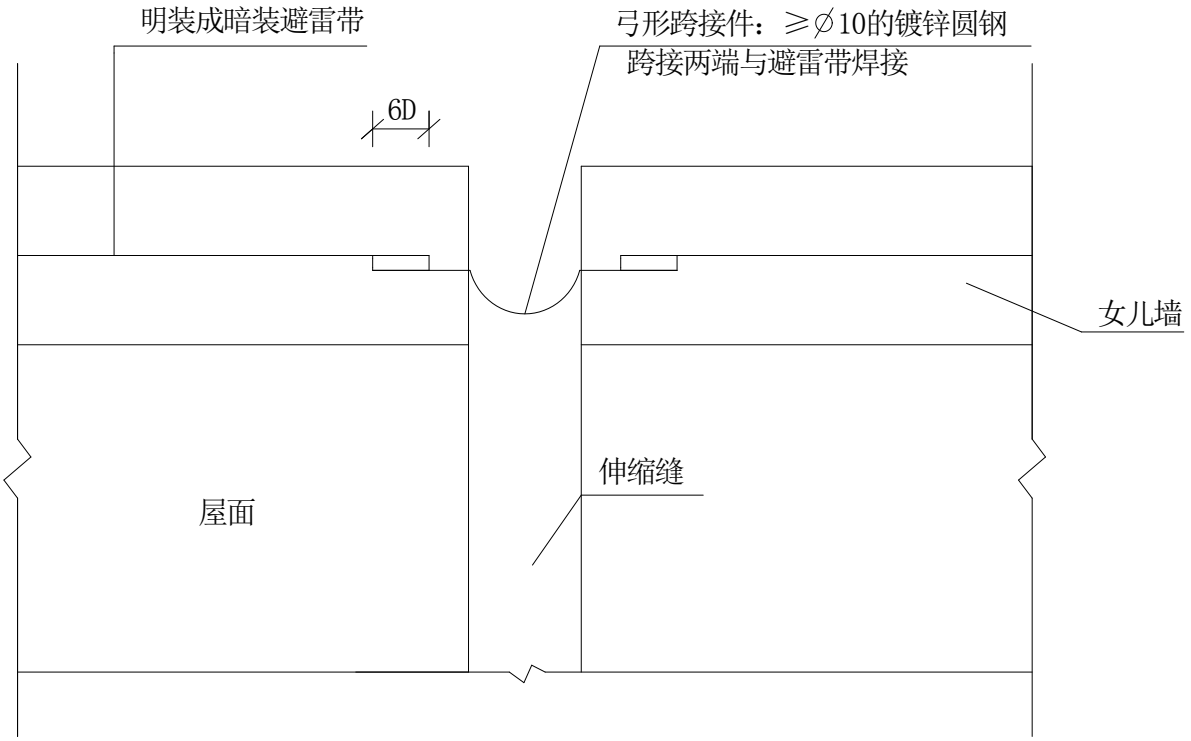


图 2　屋面伸缩缝避雷带处理(平面)

13.3.3　高度在 30m 以上的建（构）筑物应采用明式避雷带，避雷带应沿女儿墙外侧安装。高度在 30m 以下的，如采用暗式避雷带时，敷设时埋深不应大于 20mm。

13.4　避雷网

13.4.1　各类建筑物屋面防雷网格的最小尺寸应满足表 1 的要求,对于特殊建筑物应依据距引下线水平距离 1m 的安全距离设计屋面防雷网格。

13.4.2　防雷装置屋面防雷网格可采用明敷和暗敷设计。当避雷网暗敷时，应敷设在屋顶防水、保温层以上。

13.4.3　对于采用 PVC、石材或玻璃等非金属材料做屋面的建筑物，应在建筑物屋面设计不大于表 1 第一类防雷建筑物的网格。网格材料可选用热镀锌圆钢或扁钢，对于易腐蚀的地区或不易维护的地方可选用不锈钢材料，所选用的材料可贴装或采用支持卡安装在非金属屋面上。

13.4.4　古建筑防雷工程设计中，应遵守不改变文物原状的文物保护原则，避雷网应明装。选择使用接闪导线的颜色应与古建筑屋面的颜色协调一致，接闪导线应随建筑物的形状敷设。固定支架固定在屋面脊瓦时不应对脊瓦造成破坏或破坏屋面的防水结构。

13.5　避雷线

13.5.1　避雷线防雷保护范围应满足 GB 50057 附录 D 的有关要求。

13.5.2　架空避雷线宜采用截面不小于 50mm^2 热镀锌钢绞线或铜绞线。

13.6 自身接闪器

建筑物以下部件可以作自然接闪器：

a) 覆盖于需防雷空间的金属板，但应符合以下要求：
   1) 各个金属板间有电气贯通连接；
   2) 金属板的厚度应满足表 5 的要求；
   3) 金属板无绝缘覆盖层。
b) 如排水管、装饰物、栏杆等金属部件，其截面积不小于对标准接闪器部件所规定的截面；
c) 厚度不小于 2.5mm 的钢管、钢罐，若一旦被雷击击穿，其介质对周围环境造成破坏时，钢管、钢罐的壁厚应不小 4mm。

表 5 各类防雷建筑物自身作接闪器的要求

单位：mm

金属物体的要求	金属板下面无易燃物品时	金属板下面有易燃物品时
铅板厚度	≥2	—
钢、钛板厚度	≥0.5	≥4
铜板厚度	≥0.5	≥5
铝板厚度	≥0.65	≥7
锌板厚度	≥0.70	≥4

14 侧击雷防护系统的检查

14.1 高于 30m 的建筑物防侧击雷

a) 应从 30m 起每隔不大于 6m 沿建筑物四周设水平接闪带并与引下线相连。
b) 30m 及以上外墙上的栏杆、门窗等较大的金属物应与防雷装置连接。

14.2 高于 60m 的建筑物防侧击雷

高于 60 m的建筑物其上部占高度20%并超过60m的部位应防侧击，防侧击应符合下列规定：

a) 在建筑物上部占高度 20%并超过 60m 的部位，各表面上的尖物、墙角、边缘、设备以及显著突出的物体，应按屋顶的保护措施考虑；
b) 在建筑物上部占高度 20%并超过 60m 的部位，布置接闪器应符合对本类防雷建筑物的要求，接闪器应重点布置在墙角、边缘和显著突出的物体上；
c) 外部金属物，当其金属板下面无易燃物品时，铅板的厚度不应小于 2mm，不锈钢、热镀锌钢、钛和铜板的厚度不应小于 0.5mm,铝板的厚度不应小于 0.65mm,锌板的厚度不应小于 0.7mm 时，可利用其作为接闪器，还可利用布置在建筑物垂直边缘处的外部引下线作为接闪器；
d) 符合 GB 50057 第 4.3.5 条规定的钢筋混凝土内钢筋和符合 GB 50057 第 5.3.5 条规定的建筑物金属框架，当作为引下线或与引下线连接时，均可利用其作为接闪器。

14.3 幕墙

14.3.1 幕墙的金属龙骨、面板等金属构件应自底层起与建筑物防雷装置可靠连接

14.3.2 幕墙金属构件与建筑物防雷装置的连接点在竖向和水平方向应形成间距网格,网格尺寸满足表 1 的要求；幕墙竖向和水平方向的端头应与建筑物防雷装置可靠连接。

14.3.3 幕墙金属构件的上下边及侧边封口、沉降缝、伸缩缝、防震缝应采用柔性导线跨接，钢质导线截面积宜小于25㎜²，铝质导线截面积宜小于30㎜²，跨接应采用搪端子。

14.3.4 兼有防雷功能的幕墙压顶板体系应与建筑物屋顶的防雷系统有效连通。

15 等电位的检查

15.1 一般规定

所有进入建筑物的外来导电物应在$LPZ0_A$、$LPZ0_B$与LPZ1区的界面处应做等电位连接。

15.2 施工工艺

15.2.1 当等电位连接带采用不同材质的导体连接时，可采用熔接法进行连接，也可采用压接法。当采用压接法压接时压接处应进行热搪锡处理，等电位连接用的螺栓、垫片、螺母等应进行热镀锌处理。

15.2.2 防雷等电位连接各连接部件的最小截面积，应符合铜：6㎜^{2}、铝：10㎜^{2}、铁：16㎜^{2}的规定。

15.2.3 下列设施可导电部分应连接至建筑物总等电位接地端子上：

a) 变压器室，高、低配电间和发电机房的PE(PEN)母线排；
b) 进出建筑物的金属管道就近处，如给水、煤气、空调、暖气等管道；
c) 建筑物金属构架；
d) 人工接地装置处及其接地引出线。

15.2.4 建筑物总等电位端子与接地装置间应有不少于2处的直接连接。

15.2.5 建筑物下列部位应设置局部等电位接地端子：

a) 各层的强、弱电井；
b) 电子系统机房；
c) 建筑物金属结构、室内大型设备安装位置或共用设施的金属管道；
d) 浴室、游泳池、医院手术室等场所对防电击的特殊要求的位置。

15.2.6 局部等电位连接端子应自非防雷引下线的钢筋引出。

15.2.7 架空和直接埋地的金属管道在进出建筑物处应就近与防雷接地装置进行等电位连接;当不相连时，架空管道应接地，其接地电阻不大于10Ω。对于制造、使用或贮存爆炸物质，或具有1区爆炸危险环境，或具有2区或20区爆炸危险环境的建筑物的金属管道还应在距建筑物25㎜处接地一次，其接地电阻应不大于10Ω。

16 电子信息系统雷电防护的检查

16.1 屏蔽

16.1.1 电子系统及机房应避开强电磁干扰，当无法避开强电场干扰或为保障电子系统安全时，可采取有效的电磁屏蔽措施，一般情况下系统机房不宜设在建筑物的顶层并远离电梯间、通风机房和空压机房等。

16.1.2　当建筑物或房间的大空间屏蔽是由诸如金属支撑物、金属框架或钢筋混凝土等自然构件组成时，这些构件构成一个格栅形大空间屏蔽，穿入这类屏蔽的导电金属物体应就近与其做等电位连接。

16.1.3　电子信息系统管线应置于直击雷防护区（$LPZO_B$）内，且天馈线的同轴电缆上部、下部及进机房入口前应将金属屏蔽层就近接地。当同轴电缆长度超过 60m 时，应每隔 30m 接近等电位连接一次。

16.1.4　电子系统户外的交流供电线路、视频信号线路、控制信号线路应有金属屏蔽层，并穿钢管埋地敷设，屏蔽层及钢管两端应就近接地，信号线路与供电线路应分开敷设。

16.2　电子系统及其管线安全距离

电子系统线缆与配电箱、交变电房、电梯机房、空调机房、电力电缆及其他管线最小净距应符合表6~表8的规定。

表 6　电子系统线缆与其他管线的最小净距

单位：mm

其他管线	电子信息系统线缆	
	最小平行净距	最小交叉净距 a
防雷引下线	1000	300
保护地线	50	20
给水管	150	20
压缩空气管	150	20
热力管（不包封）	500	500
热力管（包封）	300	300
煤气管	300	20
a　如线缆敷设高度超过 6000mm 时，与防雷引下线的交叉净距应按下式计算：S≥0.05H. 式中： S——交叉净距（mm）； H——交叉处防雷引下线距地面的高度（mm）		

表 7　电子系统线缆与电气设备之间的最小净距

单位：m

名称	最小净距
配电箱	1.0
变电室	2.0
电梯机房	2.0
空调机房	2.0

表 8　电子系统与电力电缆的最小净距

单位：mm

类别	与电子信息系统信号线缆接近状况	最小净距
380V 电力电缆容量小于 2kV·A	与信号线缆平行敷设	130
	有一方在接地的金属线槽或钢管中	70

	双方都在接地的金属线槽或钢管中	10
380V 电力电缆容量 2~5 kV·A	与信号线缆平行敷设	300
	有一方在接地的金属线槽或钢管中	150
	双方都在接地的金属线槽或钢管中	80
380V 电力电缆容量 大于 5kV·A	与信号线缆平行敷设	600
	有一方在接地的金属线槽或钢管中	300
	双方都在接地的金属线槽或钢管中	150
注 3：当 380V 电力电缆的容量小于 2kV·A，双方都在接地的线槽中，即两个不同线槽或在同一线槽中用金属板隔开，且平行程度小于等于 10m 时，最小间距可以使 10mm。 注 4：电话线槽中存在在振铃电缆时，不宜与计算机网络敷设在同一根双绞线电缆中。		

16.3 电子信息系统的接地形式

16.3.1 电子信息系统的接地形式一般可根据接地引线长度(L)、电子设备的工作频率(f)和波长(λ)来确定：

a) 当 $L<\frac{\lambda}{20}$，$Z \approx R_{rf}$，f<1MHz 时，一般采用星形接地系统；

b) 当 $L<\frac{\lambda}{20}$，f>10MHz 时，一般采用网状接地系统；

c) 当 $L<\frac{\lambda}{20}$，1MHz≤f≤10MHz 之间时，采用混合式接地系统。

16.3.2 电子信息系统接地线长度严禁为 λ/4 及 λ/4 的奇数倍；每一设备应设置两条接地线，其位置宜在设备对角处，连接长度不大于 0.5m，两根连线长度宜相差 20%以上。

16.4 电子信息系统静电及磁场干扰

16.4.1 电子系统机房内采用的活动地板表面应是导静电的，严禁裸露金属部分。

16.4.2 电子系统机房内绝缘体的静电电位应不大于 1kV。

17 电涌保护器（SPD）的检查

17.1 电源 SPD 的一般要求

17.1.1 在直击雷非防护区(LPA0A)或直击雷防护区(LPA0B)与第一防护区(LPZ1)交界处应安装通过 I 级分类实验的 SPD 或限压型 SPD 作为第一级保护。

17.1.2 第一防护区之后的各分区(含 LPZ1 区)交界处应安装限压型 SPD。固定在建筑物上的节日彩灯、航空障碍灯及其他用电设备的线路应根据建筑物的重要性采取相应的防雷电波侵人措施。

17.1.3 使用直流电源的信息设备，视其工作电压要求，应安装适配的直流电源 SPD。

17.1.4 电源 SPD 的接地应就近接到等电位电气预留端子上，连接 SPD 两端的导线长度应不大于 0.5m。

17.1.5　当电压开关型 SPD 至限压型 SPD 之间的线路长度不大于 10 m 或者限压型 SPD 电涌型保护器之间的线路长度不大于 5m 时，在两级 SPD 之间应加装退偶元件。当 SPD 具有能量自动配合功能时，SPD 之间的线路长度不受限制。

17.1.6　SPD 应有过电流保护装置，并宜有劣化显示功能。

17.1.7　选择 220V/380V 三相系统中的电涌保护器时，其最大持续运行电压 Uc 应符合表 9 的规定。

表 9　电涌保护器（SPD）最大持续电压 UC 值的要求

最大持续运行电压	TT 系统中	TN 和 TT 系统中	IT 系统中
U_c	$U_c \geqslant 1.55U_0$	$U_C \geqslant 1.15U_0$	$U_C \geqslant 1.15U$
U_0——相间电压； U——线间电压。			

17.2　SPD 的保护级数及参数要求

17.2.1　低压配电系统中安装的第一级 SPD 应设计在变压器低压侧配电柜或市电引入的低压配电柜上。

17.2.2　当第一级 SPD 与被保护设备之间关系不能满足一下任何一个条件时，应在靠近被保护设备的分配电柜或设备附近设计第二级 SPD。

a)　设备的耐过电压额定值 UW 低于 SPD 的电压保护水平 UP，并应有 20%的裕度，即 0.8UW≤UP；
b)　SPD 与被保护设备之间的线路长度不大于 10cm；
c)　在建筑物内部存在雷击放电或内部干扰源产生的电磁场干扰。

17.2.3　如果第二级 SPD 尚不能满足上述三条件，还应设计第三级的 SPD，使之满足上述三条件。

17.2.4　第一级电源 SPD 等电位连接线的最小截面积应满足表 14 的要求。第二级及以后 SPD 等电位连接线的最小截面积应满足 GB 50057 第 5.1.2 条的要求。

17.2.5　确定从户外沿线路引入雷击电涌时，电涌保护器的有效电压保护水平值的选取应符合 GB 50057 第 6.4.7 条的规定。

17.3　信号 SPD

17.3.1　我电子系统信号线路 SPD 的选择，应根据线路的工作频率、传输介质、传输速率、传输带宽、工作电压、接口形式、特性阻抗等参数选用电压驻波比和插入损耗小的适配 SPD。SPD 参数的选择应符合表 10 和表 11 的要求。

17.3.2　具有多副天线的天馈传输系统，每副天线应安装适配的 SPD。当天馈传输系统采用波导管传输时。波导管的金属外壁应与天线架、波导管及 天线反射器作电气连通。并应在中频信号输入端口处安装适配的中频信号线路 SPD，其接地端应就近接地。

17.3.3　常用电子系统工作电压与 SPD 额定工作电压对应的设计值见表 12。

表 10　按耦合方式和 SPD 不同测试方法分类选用示例

瞬态源	对建筑物的直接雷击 S1		在建筑物附近的雷击 S2	对连接线路的直接雷击 S3	在连接线路附近的雷击 S4[b]	交流电的影响
耦合	电阻性	感应	感应[a]	电阻性	感应	电阻性

电压波形/μs	——	1.2/50	1.2/50	——	10/700	50/60Hz
电流波形/μs	10/350	8/20	8/20	10/350[d],10/250	5/300	——
优选的测试类别[c]	D1	C2	C2	D1,D2	B2	A2
[a]也适用于邻近的供电网络开关所造成的电容/电阻耦合。 [b]由于距离增加可以显著减小场强，对于远距离雷电流的耦合效果可忽略。 [c]优选的测试类别见 QX10.1-2002 表 15。 [d]用来模拟直击雷测试脉冲的波形，在 IEC/TC81 中用峰值电流、总电荷量和单位能量三个参数表述。可以满足这些参数的一个典型波形是双指数脉冲，在本例中使用 10/350μs 波形。						

表 11　在防雷区交界处使用的 SPD 时额定值选型指南

防雷区	LPZ0/1	LPZ1/2	LPZ2/3	防雷区
电涌值范围	10/350μs 10/250μs	0.5~2.5kA 1.0~2.5kA	——	——
	1.2/50μs 8/20μs	——	0.5~10kV 0.25~5kA	0.5~1kV 0.25~0.5kA
	10/700μs 5/300μs	4kV 100A	0.5~4kV 25~100A	——
防雷区	LPZ0/1	LPZ1/2	LPZ2/3	防雷区
SPDs 的要求	SAD(j)[a]	D1.D2 B2	——	与建筑物外部无电阻性连接
	SPD(k)[a]	——	C2/B2	——
	SPD(1)[a]	——	——	C1
注：LPZ2/3栏下电涌值范围包括了典型的最低耐受能力要求并可安装于信息技术设备内部。				
[a] SPD（j,k,1）为各防雷区的交界处的信号网络 SPD。				

表 12　常用电子系统工作电压与 SPD 额定工作电压对应的设计参考值

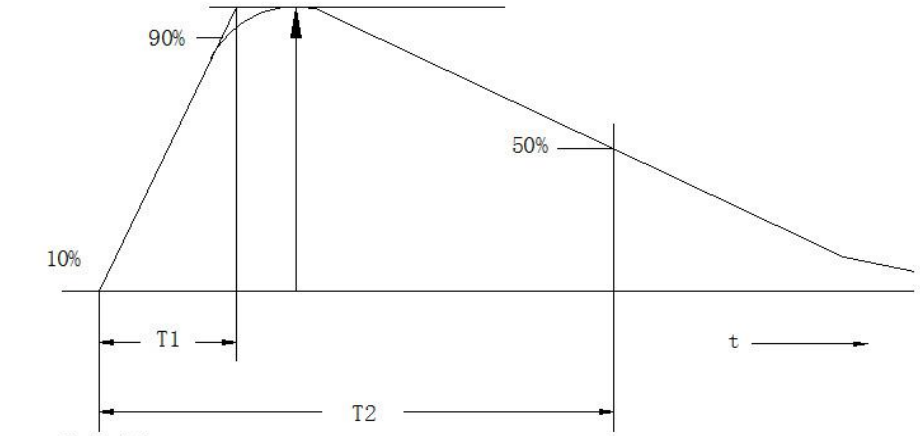
单位：V

序号	通信线类型	额定工作电压	SPD 额定工作电压
1	DDN/X.25/帧中继	<6 或 40~60	18 或 80
2	XDSL	<6	18
3	2M 数字中继	<5	6.5
4	ISDN	40	80
5	模拟电话线	<110	180
6	100M 以太网	<5	6.5
7	同轴以太网	<5	6.5
8	RS232	<12	18
9	RS422/485	<5	6
10	视频线	<6	6.5
11	现场控制	<24	29

附 录 A
（规范性附录）
雷电电流参数

A.1 雷击电流的组成

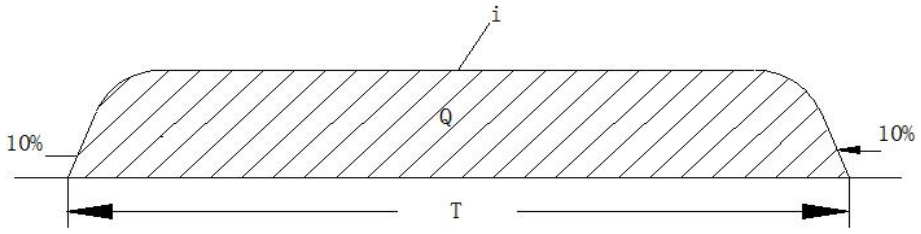
d) 正或负极性的首次雷击，见图 A.1。



I——峰值电流；
T1——视在波前时间；
T2——视在半峰值时间.

图 A.1 首次雷击

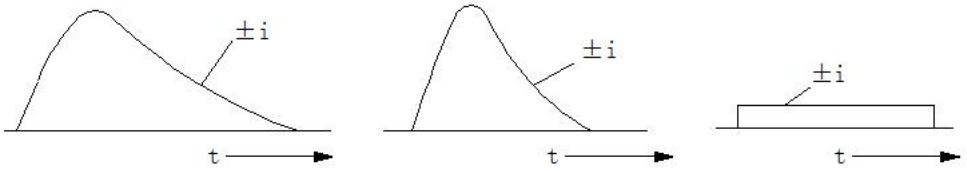
e) 长时间雷击，见图 A.2



T——雷击持续时间（由波前的10%幅值处至波尾10%幅值处）；
Q——长时间雷击的电荷量。

图 A.2 长时间雷击

f) 一次闪击击中的几种雷击，见图 A.3



a)首次雷击　　b）后续雷击　　c）长时间雷击

图 A.3　一次雷闪击的几种雷击

A.2　一般建设项目雷击电流的选择

表 A.1　首次雷击的雷电流参数

雷电流参数	防雷类别		
	I	II	III
峰值电流 I(kA)	200	150	100
波前时间 T1(us)	10	10	10
半峰值时间 T2(us)	350	350	350
短时雷击电荷量 Q_s(C[a])	100	75	50
单位能量 W/R(MJ/Ω)[b]	10	5.6	2.5
a 因为全部总电荷量 Q_s 的本质部分包含在首次雷击中，故所规定的值考虑合并了所有短时雷击的电荷量。 b 由于单位能量 W/R 的本质部分包含在首次雷击中，故所规定的值考虑合并了所有短时雷击的电荷量。			

表 A.2　雷击的雷电流参数

雷电流参数	防雷类别		
	I	II	III
峰值电流 I(kA)	50	37.5	25
波前时间 T1(us)	0.25	0.25	0.25
半峰值时间 T2(us)	100	100	100
平均陡度 I/T1/(kA/us)	200	150	100

表 A.3　长时间雷击的雷电流参数

雷电流参数	防雷类别		
	I	II	III
电荷 Q_l/(C)	200	150	100
持续时间 T(s)	0.5	0.5	0.5
注：平均电流近似等于 Q_l/T			

表A.1时用于首次雷击电流的设计评价；表A.2是用于后续雷击电流的设计评价；表A.3是用于长时间雷击电流的设计评价。

附 录 B
（规范性附录）
防雷区

B.1 防雷区的划分

B.1.1 $LPZO_A$定义

本区域内的个物体不可能遭到直接雷击和导走全部雷电流；本区域内电磁场强度没有衰减。

B.1.2 $LPZO_B$定义

本区域内的各物体不肯能遭到大于所选滚球半径对应的雷击电流的直接雷击，但本区域内的电磁场强度不会衰减。

B.1.3 LPZ1定义

本区域内的个物体不可能遭到直接雷击，流经各导体的电流比$LPZO_B$区更小；本区域内的电磁场强度可能被衰减，这取决于屏蔽措施。

B.1.4 后续防雷区定义

当需要进一步减小流入的电流和磁场强度，应增设后续防雷区，并按照需要被保护的对象所要求的环境区选择后续防雷区的要求条件。各防雷区以其边界处电磁条件有明显变化为特征。

B.2 防雷区等电位

应将需保护空间划分为不同的防雷区（LPZ），以界定具有不同的LEMP严酷程度的各个空间并指明各防雷区上等电位连接点的位置。在各个防雷区的界面处，所有穿越的金属物体应作直接或间接等电位连接，也可采取屏蔽措施。

B.3 防雷分区实例

B.3.1 将一个需要防护的空间划分成不同平面防雷区的一般原则（见图B.1）。

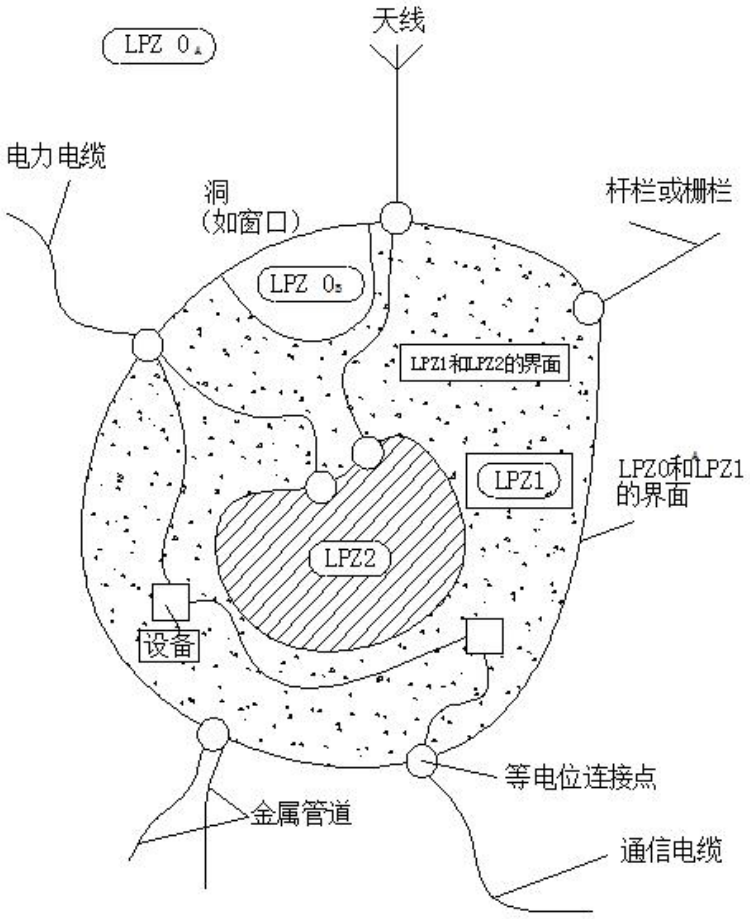


图 B.1　将一个需要保护的区域划分为不同的保区（LPZ）和等电位连接示意图

B.3.2　将一座建筑物划分为若干立面防雷区的一般原则（见图B.2）。

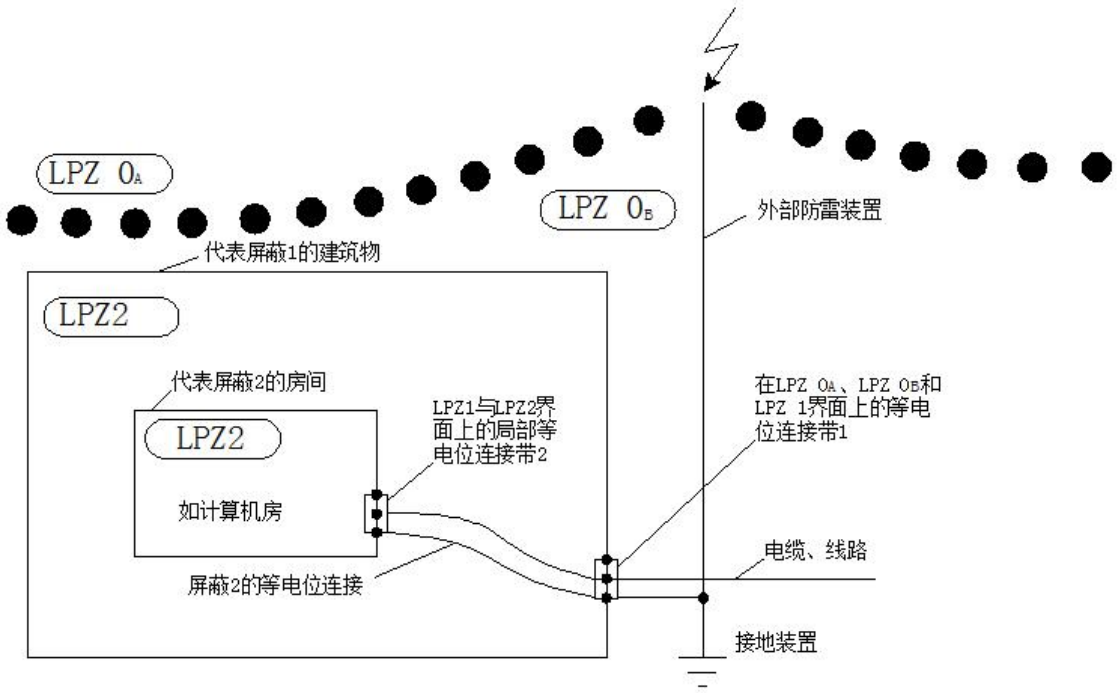


图 B.2　将一个需要保护的区域划分为立面防雷区(LPZ)和等电位连接示意

附 录 C
（资料性附录）
全区各市地主城区及部分县城土壤电阻率数值参照表

拉萨市区土壤电阻率采集季节时间为2015年4－5月、2015年11－12月；各地市土壤电阻率采集季节时间为2015年10－11月左右。

表 C.1 拉萨市城区土壤电阻率数值参照表

地点（城北	经度（° E）	纬度（° N）	夏季土壤电阻率（Ω·m）	冬季土壤电阻率（Ω·m）
拉鲁湿地	91.08458	29.67029	359	624
拉鲁湿地（近吉拉西路）	91.08559	29.67784	412	751
拉鲁湿地	91.09691	29.67857	322	751
西藏自治区委员会党校东侧	91.10116	29.68963	854	1015
拉鲁湿地	91.10641	29.68446	329	684
拉鲁湿地（近吉拉中路）	91.10417	29.68766	377	751
巴日库村	91.1215	29.68825	1374	1578
金萨藏家宴	91.1198	29.67077	1684	2013
拉鲁湿地	91.11912	29.68035	421	854
明珠园	91.13125	29.67741	759	799
昌都花园	91.12842	29.68633	1130	1510
西藏政协办公厅机关第一生活区	91.12922	29.69893	1300	1462
西藏地震局地震台	91.1352	29.70678	1699	2069
西藏自治区旁多水利枢纽管理局路口	91.14214	29.67965	1001	1430
圣城丽都苑	91.14037	29.68568	1240	1520
色拉寺	91.1407	29.69953	2243	2444
锦锈天下小区	91.14785	29.68704	1320	1630
中共定日县人民政府驻拉萨办事处	91.16217	29.68476	1640	1985
西藏警官高等专科学校	91.16489	29.69051	2204	2450
拉萨市公安局城关分局夺底乡派出所	91.16176	29.70216	2101	2475
拉萨吉曲工贸公司	91.17199	29.6948	1775	1963
天佑德青稞酒业有限公司	91.02102	29.63453	1101	1341
西藏虫草交易市场	91.02179	29.64321	980	1450
堆龙路口草坪	91.02371	29.65025	804	1100
堆龙德庆县政府	91.00991	29.65186	1470	1720
堆龙德庆县中学	91.00779	29.64296	1350	1440
西藏高原天然水有限公司	91.01173	29.63309	1320	1500
康雅花园	91.03309	29.65039	1032	1320
拉萨志成制氧厂西侧	91.036	29.64367	793	995
拉萨河畔	91.03356	29.63328	630	889
西藏现代农业示范园区	91.04318	29.63965	701	856
中科院青藏高原研究所东侧	91.04365	29.64892	687	930
西藏高原锅炉厂附近	91.04612	29.66045	1470	1700
西郊电力小区西侧	91.03565	29.65695	1520	1920

表 C.1（续）

地点（城北	经度（° E）	纬度（° N）	夏季土壤电阻率（Ω·m）	冬季土壤电阻率（Ω·m）
拉萨市环卫局西郊转运站	91.05265	29.66217	1452	2010
猎豹汽车西藏维修站	91.05482	29.64392	1280	1400
新第九期安居园	91.05488	29.64216	1254	1600
格桑林卡	91.06521	29.65161	780	993
西藏交通实业发展总公司	91.06194	29.66132	1260	1620
拉萨市六中	91.06516	29.66858	1320	1364
拉萨兰泽假日酒店	91.06081	29.64374	920	1160
哲蚌寺	91.05664	29.67779	2103	2409
地矿博物馆	91.07796	29.65887	1510	1792
西华酒店外	91.07595	29.65021	1201	1288
西藏自治区工业和信息化厅	91.07541	29.66602	1463	1710
金藏假日酒店	91.08518	29.6507	762	868
中国人保西藏分公司生活基地	91.08358	29.66332	1196	1320
罗布林卡(近嘉措园)	91.09592	29.66051	641	850
吉祥苑	91.0998	29.66992	932	1208
拉萨市第三人民医院南侧河边	91.04171	29.63497	712	999
世纪大道（东）	91.06494	29.63098	760	851
火车站附近拉萨河谷	91.07331	29.63913	392	752
火车站前拉萨之窗广场	91.07556	29.63107	963	1300
君泰国际	91.08684	29.63938	841	1100
蒙发商务酒店	91.08532	29.63364	1120	1420
金盾苑	91.08959	29.6181	1730	2209
柳梧村	91.0958	29.61372	2210	2540
海亮世纪新城(东区)	91.09231	29.62277	1613	1920
东环路/团结路口	91.09647	29.63094	1463	1620
西藏中胜矿业	91.09665	29.65162	1129	1420
纪念碑以东河岸草坪	91.10677	29.65202	469	854
圣路货运有限公司	91.10573	29.64147	1301	1653
拉萨河南岸	91.11546	29.64275	1470	1599
长江宾馆	91.12703	29.64885	954	1209
城关区教育体育局	91.14099	29.65047	993	1300
江苏生态园大酒店（靠江侧）	91.13949	29.6435	541	781
拉萨河以南/文成公主剧场以西	91.14091	29.63134	1700	2150
文成公主实景剧场	91.1518	29.63116	1680	1963
拉萨河滩	91.1026	29.64179	310	620
藏大第三教学楼	91.15395	29.65035	674	952
德康小区	91.10714	29.66713	1365	1620
德丹林	91.10707	29.65758	1354	1520
药王山（铜牛）	91.11734	29.69508	774	799
雪峰宾馆外侧	91.11716	29.65196	991	1201
航空酒店	91.1296	29.66014	1563	2003
格桑花公园	91.12987	29.67011	669	952
亚宾馆	91.13924	29.65885	1300	1751
中国工商银行(色拉路支行)	91.1411	29.66889	1430	1852

表 C.1（续）

地点（城北	经度（° E）	纬度（° N）	夏季土壤电阻率（Ω·m）	冬季土壤电阻率（Ω·m）
夺底中路邮储银行外侧	91.15173	29.67887	1245	1520
茂源小区	91.15286	29.65731	1177	1350
当热东路路中石化加油站	91.151	29.66848	784	1201
城关区扎细街道尼卓林社区居委会	91.1616	29.67922	1430	1562
藏缘会所	91.16267	29.66768	1430	1652
苹果院度假村	91.16037	29.66044	759	1032
祥和苑	91.16047	29.65041	744	1088
拉萨大桥南侧	91.16031	29.64249	1301	1632
城关花园 b 区站-公交车站附近	91.17181	29.67203	1201	1320
东郊气象安居园	91.17271	29.65942	952	1230
西藏自治区旁多水利枢纽管理局	91.17017	29.64918	762	999
西藏思露苗圃	91.16945	29.64116	773	1022
藏大新校区西南角	91.18312	29.64491	426	754
木材加工厂	91.1833	29.63469	932	1320
藏大国际学术交流中心	91.1839	29.65136	532	875
拉萨市住房和城乡建设局	91.1819	29.658	996	1238
城关花园以东/纳金东路以北空地	91.18101	29.66713	769	769
德吉花园东北侧	91.19433	29.66648	1238	1238
洲际大酒店前草坪	91.19294	29.6582	764	896
西藏自治区教育厅（新藏大附近）	91.19197	29.65186	636	784
香嘎公路小区	91.1942	29.63818	993	1578
纳金大桥（北）	91.20355	29.66005	667	987
拉萨市园林局以北	91.20296	29.66629	639	786
学府路	91.20586	29.65199	854	1108
春城苗圃基地	91.20153	29.63988	653	896
江苏实验中学	91.21279	29.64871	1008	1452
拉萨阿里高级中学	91.21245	29.64221	1101	1357
蔡一村	91.22374	29.6505	931	1162
星源渡假村	91.21612	29.66705	893	1241

表 C.2　日喀则市城区土壤电阻率数值参照表

单位名称	单位地址	土壤电阻率（Ω·m）
日喀则市气象局	日喀则市上海南路	210
日喀则市东嘎乡	日喀则市北郊	759.7
亚东县气象局	帕里镇	720.35
亚东县卓居村	亚东县	>802.66
岗巴县	县城	301.15
江孜县气象局	江孜县	88.74
白朗县	县城	652.89
章木镇	章木镇	>802.66
章木镇	帮村居委会	>802.66
聂拉木气象局	聂拉木县	605.11
聂拉木江康村	聂拉木县	745.64
老定日	老定日	291.51

表 C.2（续）

单位名称	单位地址	土壤电阻率（Ω·m）
定日县气象局	定日县城	797.04
定日县白巴镇	定日县	756.48
拉孜县气象局	拉孜县	684.60
拉孜县	西郊	778.97
拉孜县	东南	787
拉孜县锡钦镇	拉孜县	101.59
定结县定结村	定结县	>802.66
定结县西边	定结县	>802.66
定结县城北边	定结县	434.86
萨迦县麻布乡	萨迦县	392.70
萨迦县	东郊	228.47
萨迦县扎西岗乡	萨迦县	271.43
萨迦县吉定镇	萨迦县	191.93
谢通门县卡嘎乡	谢通门县	168.24
谢通门县	西南方向	>802.66

表 C.3　昌都市城区土壤电阻率数值参照表

单位名称	单位地址	土壤电阻率（Ω·m）
原昌都地区行政公署	昌都市东北侧	75.5

表 C.4　林芝市城区土壤电阻率数值参照表

单位名称	单位地址	土壤电阻率（Ω·m）
林芝新区	八一镇	5950
八一镇东郊	八一镇	4653
八一镇西郊	八一镇	2845

表 C.5　山南市城区土壤电阻率数值参照表

单位名称	单位地址	土壤电阻率（Ω·m）
山南市石油公司	泽当镇格桑路	3500
地区兴旺液化气站	泽当镇格桑路	2420
能源加油站	泽当镇格桑路	1780
日光加油站	泽当镇格桑路	980
石油公司巾帼加油站	泽当镇格桑路	950
山南市交通局	泽当镇格桑路	707
山南市林业局	泽当镇格桑路	188
山南市建设银行	泽当镇格桑路	570
山南市财政局	泽当镇格桑路	570
山南市卫生局	泽当镇格桑路	650

表 C.6　那曲市城区土壤电阻率数值参照表

单位名称	单位地址	土壤电阻率（Ω·m）
炸药库	拉萨路	3000
征稽处	拉萨路	1000

表 C.6（续）

单位名称	单位地址	土壤电阻率（Ω·m）
司法处	拉萨路	1300
电视台	拉萨路	1500
那曲油库	拉萨路	600
火车站	拉萨路	800
建设局检测中心	滨河路	2000
交警支队	滨河路	1500
那曲县政府	文化路	1200
那曲市中学	文化路	1300
移动公司	文化路	1500
安全局	文化路	1500
财政局	罗布热地路	1200
市三小	罗布热地路	1400
电力公司生活区	罗布热地路	900
环保局	超丹路	900
仲青塘拉大酒店	超丹路	1100
中心幼儿园	超丹路	1100
原地委行署	浙江路	1300
那曲饭店	浙江路	1300
晨曦公司	浙江路	1000
市发改委	辽宁路	1000
气象局	辽宁路	1100
电力局	高原路	1200
唐盛公司	高原路	1300

表 C.7　阿里地区城区土壤电阻率数值参照表

单位名称	单位地址	土壤电阻率（Ω·m）
市东郊	/	2600
南郊	/	2730
西郊	/	2380
北郊	/	2420
阿里地委	狮泉河西路 5 号	2890
阿里行署	文化路 6 号	2780
幼儿园	狮泉河东路 25 号	2287
公安轮训队	陕西路 31 号	2563
农牧民培训中心	迎宾大道 64 号	2972
民宗局	建设大街 10 号	2846
地区检察院	迎宾大道 13 号	2524
气象局观测场	繁森路 27 号	2649
建材市场	滨河南路 2 号	2641
水文站	滨河南路 8 号	2783
粮食公司	狮昆路 8 号	2675
气象局	北京南路 9 号	2639

附 录 D
（资料性附录）
冲击接地电阻（Ri）与工频接地电阻（R—）换算系数（A）的查算表

冲击接地电阻（Ri）与工频接地电阻（R_）换算系数（A）的查算表见C.1，表中$R_{\sim}=AR_i$；$1/l_e$；$l_e=2\sqrt{\rho}$。

表D.1 冲击接地电阻（Ri）与工频接地电阻（R_）换算系数（A）的查算表

	≤ 100/Ω·m	120/Ω·m	140/Ω·m	160/Ω·m	180/Ω·m	200/Ω·m	220/Ω·m	240/Ω·m	260/Ω·m	280/Ω·m	300/Ω·m	320/Ω·m	340/Ω·m	360/Ω·m	380/Ω·m	400/Ω·m	420/Ω·m	440/Ω·m	460/Ω·m
0.050	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.225	1.250	1.275	1.300	1.325	1.350	1.375	1.400	1.425	1.450
0.100	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.225	1.250	1.275	1.300	1.325	1.350	1.375	1.400	1.425	1.450
0.150	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.225	1.250	1.275	1.300	1.325	1.350	1.375	1.400	1.425	1.450
0.200	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.225	1.250	1.275	1.300	1.325	1.350	1.375	1.400	1.425	1.450
0.250	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.225	1.250	1.275	1.300	1.325	1.350	1.375	1.400	1.425	1.450
0.300	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.225	1.250	1.275	1.300	1.325	1.350	1.375	1.400	1.425	1.450
0.350	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.225	1.250	1.275	1.300	1.325	1.350	1.375	1.400	1.418	1.433
0.400	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.225	1.250	1.275	1.300	1.317	1.335	1.353	1.368	1.384	1.400
0.450	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.225	1.240	1.257	1.275	1.292	1.308	1.324	1.338	1.353	1.366
0.500	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.190	1.203	1.218	1.235	1.250	1.265	1.278	1.296	1.306	1.322	1.333
0.550	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.142	1.157	1.171	1.183	1.196	1.211	1.225	1.238	1.250	1.265	1.276	1.287	1.300
0.600	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.112	1.126	1.139	1.152	1.163	1.174	1.187	1.200	1.212	1.223	1.236	1.245	1.255	1.266
0.650	1.000	1.025	1.050	1.075	1.088	1.098	1.112	1.121	1.133	1.143	1.152	1.164	1.175	1.186	1.195	1.205	1.215	1.224	1.232
0.700	1.000	1.025	1.050	1.065	1.075	1.084	1.095	1.103	1.114	1.122	1.130	1.140	1.150	1.158	1.168	1.176	1.185	1.192	1.200
0.750	1.000	1.025	1.040	1.054	1.063	1.070	1.080	1.087	1.095	1.102	1.109	1.117	1.125	1.133	1.140	1.147	1.154	1.160	1.167
0.800	1.000	1.025	1.032	1.043	1.050	1.056	1.064	1.069	1.076	1.081	1.087	1.093	1.100	1.106	1.112	1.118	1.123	1.128	1.133
0.850	1.000	1.018	1.024	1.032	1.038	1.042	1.048	1.052	1.057	1.061	1.065	1.069	1.075	1.080	1.083	1.088	1.092	1.096	1.100
0.900	1.000	1.013	1.016	1.021	1.025	1.028	1.032	1.034	1.038	1.040	1.042	1.046	1.050	1.052	1.055	1.058	1.061	1.066	1.069
0.950	1.000	1.008	1.009	1.011	1.013	1.014	1.016	1.018	1.019	1.020	1.021	1.023	1.025	1.026	1.027	1.028	1.030	1.032	1.034
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

表 D.1（续）

	480/Ω·m	500/Ω·m	600/Ω·m	700/Ω·m	800/Ω·m	900/Ω·m	1000/Ω·m	1100/Ω·m	1200/Ω·m	1300/Ω·m	1400/Ω·m	1500/Ω·m	1600/Ω·m	1700/Ω·m	1800/Ω·m	1900/Ω·m	2000/Ω·m
0.050	1.475	1.500	1.600	1.700	1.800	1.900	2.000	2.100	2.200	2.300	2.400	2.500	2.600	2.700	2.800	2.900	3.000
0.100	1.475	1.500	1.600	1.700	1.800	1.900	2.000	2.100	2.200	2.300	2.400	2.500	2.600	2.700	2.800	2.900	3.000
0.150	1.475	1.500	1.600	1.700	1.800	1.900	2.000	2.100	2.200	2.300	2.400	2.500	2.585	2.655	2.740	2.825	2.895
0.200	1.475	1.500	1.600	1.700	1.800	1.900	2.000	2.085	2.175	2.255	2.335	2.415	2.495	2.555	2.635	2.710	2.775
0.250	1.475	1.500	1.600	1.700	1.795	1.870	1.945	2.025	2.105	2.180	2.255	2.325	2.400	2.475	2.535	2.610	2.675
0.300	1.475	1.500	1.585	1.665	1.735	1.800	1.875	1.955	2.025	2.095	2.165	2.235	2.305	2.375	2.435	2.500	2.555
0.350	1.448	1.465	1.545	1.615	1.685	1.750	1.815	1.885	1.965	2.015	2.085	2.145	2.210	2.275	2.335	2.395	2.445
0.400	1.414	1.425	1.500	1.565	1.530	1.695	1.750	1.815	1.880	1.940	2.000	2.055	2.115	2.175	2.225	2.280	2.335
0.450	1.378	1.392	1.460	1.520	1.575	1.620	1.685	1.755	1.805	1.860	1.915	1.965	2.020	2.075	2.120	2.170	2.225
0.500	1.345	1.355	1.415	1.475	1.525	1.575	1.625	1.675	1.745	1.780	1.835	1.880	1.935	1.975	2.020	2.070	2.110
0.550	1.311	1.320	1.375	1.425	1.470	1.515	1.560	1.610	1.655	1.700	1.750	1.790	1.835	1.875	1.915	1.960	2.000
0.600	1.276	1.285	1.330	1.375	1.420	1.465	1.500	1.540	1.585	1.625	1.665	1.705	1.745	1.780	1.815	1.855	1.890
0.650	1.238	1.250	1.295	1.330	1.370	1.405	1.435	1.475	1.515	1.545	1.585	1.615	1.650	1.685	1.715	1.750	1.785
0.700	1.208	1.215	1.250	1.285	1.315	1.345	1.375	1.405	1.440	1.470	1.500	1.525	1.555	1.585	1.610	1.645	1.675
0.750	1.172	1.175	1.205	1.235	1.260	1.290	1.315	1.345	1.365	1.390	1.420	1.440	1.465	1.495	1.505	1.540	1.555
0.800	1.140	1.140	1.165	1.185	1.210	1.230	1.250	1.275	1.295	1.315	1.330	1.355	1.375	1.395	1.405	1.435	1.450
0.850	1.103	1.105	1.125	1.140	1.155	1.175	1.185	1.200	1.220	1.240	1.255	1.270	1.285	1.295	1.305	1.330	1.340
0.900	1.072	1.075	1.085	1.095	1.105	1.115	1.125	1.135	1.145	1.155	1.165	1.175	1.185	1.195	1.205	1.215	1.225
0.950	1.036	1.039	1.045	10.50	1.055	1.060	1.065	1.070	1.075	1.080	1.085	1.090	1.095	1.100	1.105	1.110	1.115
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

附 录 E
（资料性附录）
土壤电阻率（ρ）与接地极有效长度（Le）对照表

表 E.1 土壤电阻率（ρ）与接地极有效长度（Le）对照表

土壤电阻率ρ/（/Ω·m）	接地极有效长度$2\sqrt{\rho}$/m	接地极有效长度$2\sqrt{\rho}$/m	土壤电阻率ρ/（/Ω·m）	接地极有效长度$2\sqrt{\rho}$/m	接地极有效长度$2\sqrt{\rho}$/m	土壤电阻率ρ/（/Ω·m）	接地极有效长度$2\sqrt{\rho}$/m	接地极有效长度$2\sqrt{\rho}$/m	土壤电阻率ρ/（/Ω·m）	接地极有效长度$2\sqrt{\rho}$/m	接地极有效长度$2\sqrt{\rho}$/m
100	20.00（取 20）	20	300	34.64（取 35）	35	500	44.72（取 45）	45	900	60.00（取 60）	60
110	20.98（取 21）	21	310	35.21（取 36）	36	520	45.61（取 46）	46	920	60.66（取 61）	61
120	21.91（取 22）	22	320	35.78（取 36）	36	540	46.58（取 47）	47	940	61.32（取 62）	62
130	22.80（取 23）	23	330	36.33（取 37）	37	560	47.33（取 48）	48	960	61.97（取 62）	62
140	23.66（取 24）	24	340	36.88（取 37）	37	580	48.17（取 49）	49	980	62.61（取 63）	63
150	24.49（取 25）	25	350	37.42（取 38）	38	600	48.99（取 49）	49	1000	63.25（取 64）	64
160	25.30（取 26）	26	360	37.95（取 38）	38	620	49.80（取 50）	50	1100	66.33（取 67）	67
170	26.08（取 27）	27	370	38.47（取 39）	39	640	50.60（取 51）	51	1200	69.28（取 70）	70
180	26.83（取 27）	27	380	38.99（取 39）	39	660	51.38（取 52）	52	1300	72.11（取 73）	73
190	27.57（取 28）	28	390	39.50（取 40）	40	680	52.15（取 53）	53	1400	74.83（取 75）	75
200	28.28（取 29）	29	400	40.00（取 40）	40	700	52.92（取 53）	53	1500	77.46（取 78）	78
210	28.98（取 29）	29	410	40.50（取 41）	41	720	53.67（取 54）	54	1600	80.00（取 80）	80
220	29.66（取 30）	30	420	40.99（取 41）	41	740	54.41（取 55）	55	1700	82.46（取 83）	83
230	30.33（取 31）	31	430	41.47（取 42）	42	760	55.14（取 56）	56	1800	84.85（取 85）	85
240	30.98（取 31）	31	440	41.95（取 42）	42	780	55.86（取 56）	56	1900	87.18（取 88）	88
250	31.62（取 32）	32	450	42.43（取 43）	43	800	56.57（取 57）	57	2000	89.44（取 90）	90
260	32.25（取 33）	33	460	42.90（取 43）	43	820	57.27（取 58）	58	2200	93.81（取 94）	94
270	32.86（取 33）	33	470	43.36（取 44）	44	840	57.97（取 58）	58	2400	97.98（取 98）	98
280	33.47（取 34）	34	480	43.82	44	860	58.65	59	2600	101.98	102
290	34.06（取 35）	35	490	44.27	45	880	59.33	60	2800	105.83	106
300	34.64（取 35）	35	500	44.72	45	900	60.00	60	3000	109.54	110

附 录 F
（资料性附录）
钢筋表面积总和（S）与钢筋总长度（L）换算表

表 F.1 钢筋表面积总和（S）与钢筋总长度（L）换算表

钢筋规格	长度为 1 m 表面积/m^2	第二类防雷（$S_2 \geq 4.24Kc^2$）			第三类防雷（$S_3 \geq 1.89Kc^2$）		
		Kc＝1 时，$S_2 \geq$ 4.24m^2,所需长度/m	Kc＝0.66 时，$S_2 \geq$ 1.85m^2 ,所需长度/m	Kc＝0.44 时，$S_2 \geq$ 0.82m^2,所需长度/m	Kc＝1 时，$S_3 \geq$ 1.89m^2,所需长度/m	Kc＝0.66 时，$S_3 \geq$ 0.82m^2 ,所需长度/m	Kc＝0.44 时，$S_3 \geq$ 0.37m^2 ,所需长度/m
φ8	0.0251328	167.1（取 168）	73.6（取 74）	32.6（取 33）	75.2（取 76）	32.6（取 33）	14.7（取 15）
φ10	0.0314160	135.0（取 135）	58.9（取 59）	26.1（取 27）	60.2（取 61）	26.1（取 27）	11.8（取 12）
φ12	0.0376992	112.5（取 113）	49.1（取 50）	21.8（取 22）	50.1（取 51）	21.8（取 22）	9.8（取 10）
φ14	0.0439824	96.4（取 97）	42.1（取 43）	18.6（取 19）	43.0（取 43）	18.6（取 19）	8.4（取 9）
φ16	0.0502656	84.4（取 85）	36.8（取 37）	16.3（取 17）	37.6（取 38）	16.3（取 17）	7.4（取 8）
φ18	0.0565488	75.0（取 75）	32.7（取 33）	14.5（取 15）	33.4（取 34）	14.5（取 15）	6.5（取 7）
φ20	0.0628320	67.5（取 68）	29.5（取 30）	13.1（取 14）	30.1（取 31）	13.1（取 14）	5.9（取 6）
φ22	0.0691152	61.4（取 62）	26.8（取 27）	11.7（取 12）	27.4（取 28）	11.7（取 12）	5.4（取 6）
φ24	0.0753984	56.2（取 57）	24.5（取 25）	10.9（取 11）	25.1（取 26）	10.9（取 11）	4.9（取 5）
φ26	0.0816816	51.9（取 52）	22.7（取 23）	10.1（取 11）	23.1（取 24）	10.1（取 11）	4.5（取 5）
φ28	0.0879648	48.2（取 49）	21.1（取 22）	9.3（取 10）	21.5（取 22）	9.3（取 10）	4.2（取 5）
φ30	0.0942480	45.0（取 45）	19.7（取 20）	8.7（取 9）	20.1（取 21）	8.7（取 9）	3.9（取 4）
φ32	0.1005312	42.2（取 43）	18.4（取 19）	8.2（取 9）	18.8（取 19）	8.2（取 9）	3.7（取 4）
φ36	0.1130976	37.5（取 38）	16.4（取 17）	7.3（取 8）	16.7（取 17）	7.3（取 8）	3.3（取 4）