

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50057—2010

建筑物防雷设计规范

Code for design protection of

Structures against lightning

2010 - 11 - 03 发布

2011 - 10 - 01 实施

中华人民共和国建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 号

住房和城乡建设部关于发布国家标准 《建筑物防雷设计规范》的公告

现批准《建筑物防雷设计规范》为国家标准，编号为GB 50057—201X，自201X年X月X日起实施。其中，第3章4.1.1、4.1.2、4.2.1(2)(3)、4.2.3(1)(2)、4.2.4(8)、4.3.3、4.3.5(6)、4.3.8(4)(5)、4.5.8、6.1.3条(款)为强制性条文，必须严格执行。原《建筑物防雷设计规范》GB 50057—94(2000年版)同时废止。

本规范由我部标准定额研究所组织XXX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X年X月X日

前 言

本规范是根据中华人民共和国建设部于2005年3月30日以建标函[2005]84号“关于印发《2005年工程建设标准规范制订、修订计划（第一批）》的通知”的要求，由中国中元国际工程公司会同相关单位对《建筑物防雷设计规范》GB50057-95(2000年版)修订而成的。

本规范修订的主要内容为：

- 1 增加了术语一章；
- 2 变更防接触电压和防跨步电压的措施；
- 3 补充外部防雷装置采用不同金属物的要求；
- 4 修改防侧击的规定；
- 5 详细规定电气系统和电子系统选用电涌保护器的要求；
- 6 简化了雷击大地的年平均密度计算公式，并相应调整了预计雷击次数判定建筑物的防雷分类的数值。
7. 部分条款作了更具体的要求。

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，由中国机械工业联合会负责日常管理，由中国中元国际工程公司负责具体技术内容的解释。本规范在执行过程中，请各单位结合工程实践，认真总结经验，注意积累资料，如发现需要修改或补充之处，请将意见和建议反馈给中国中元国际工程公司（地址：北京市海淀区西三环北路5号，邮编10089）。

本规范组织单位、主编单位、参编单位和主要起草人：

组织单位：中国机械工业勘察设计协会

主编单位：中国中元国际工程公司

参编单位：五洲工程设计研究院

中国气象学会雷电防护委员会

北京市避雷装置安全检测中心

中国石化工程建设公司

中国建筑设计研究院

主要起草人：林维勇 黄友根 焦兴学 陶战驹 王素英 杨少杰 宋平健 黄旭 张文才 徐辉

本规范主要审查人员：王厚余 丁杰 张力欣 方磊 欧清礼 尹君平 王云福 关象石 杨维林

目 录

1 总 则	4
2 术 语	4
3 建筑物的防雷分类	7
4 建筑物的防雷措施	8
4.1 基本规定	8
4.2 第一类防雷建筑物的防雷措施	9
4.3 第二类防雷建筑物的防雷措施	14
4.4 第三类防雷建筑物的防雷措施	17
4.5 其他防雷措施	19
5 防雷装置	21
5.1 防雷装置使用的材料	21
5.2 接闪器	22
5.3 引下线	25
5.4 接地装置	25
6 防雷击电磁脉冲	27
6.1 基本规定	27
6.2 防雷区和防雷击电磁脉冲	27
6.3 屏蔽、接地和等电位连接的要求	29
6.4 安装和选择电涌保护器的要求	35
附 录 A 建筑物年预计雷击次数	38
附 录 B 建筑物易受雷击的部位	40
附 录 C 接地装置冲击接地电阻与工频接地电阻的换算	41
附 录 E 分流系数 k_c	43
附 录 F 雷电流	44
附 录 G 环路中感应电压和电流的计算	44
附 录 H 电缆从户外进入户内的屏蔽层截面积	44
附 录 J 电涌保护器	45
J.1 用于电气系统的电涌保护器	45
J.2 用于电子系统的电涌保护器	48

1 总 则

1.0.1 为使建筑物（含构筑物，下同）防雷设计因地制宜地采取防雷措施，防止或减少雷击建筑物所发生的人身伤亡和文物、财产损失，以及雷击电磁脉冲引发的电气和电子系统损坏或错误运行，做到安全可靠、技术先进、经济合理，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、扩建、改建建筑物的防雷设计。删除：本规范不适用于天线塔、共用天线电视接收系统、油罐、化工户外装置的防雷设计。

1.0.3 建筑物防雷设计，应在认真调查地理、地质、土壤、气象、环境等条件和雷电活动规律以及被保护物的特点等的基础上，详细研究并确定防雷装置的形式及其布置。

1.0.4 建筑物防雷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 对地闪击 lightning flash to earth

雷云与大地（含地上的突出物）之间的一次或多次放电。

2.0.2 雷击 lightning stroke

对地闪击中的一次放电。

2.0.3 雷击点 point of strike

闪击击在大地或其上突出物（例如，建筑物、防雷装置、户外管线、树木等）上的那一点。一次闪击可能有多个雷击点。

2.0.4 雷电流 lightning current

流经雷击点的电流。

2.0.5 防雷装置 lightning protection system（LPS）

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

2.0.6 外部防雷装置 external lightning protection system

由接闪器、引下线 and 接地装置组成。

注：外部防雷装置完全与被保护的建筑物脱离者称为独立的外部防雷装置，其接闪器称独立接闪器。

2.0.7 内部防雷装置 internal lightning protection system

由防雷等电位连接和与外部防雷装置的间隔距离组成。

2.0.8 接闪器 air - termination system

由拦截闪击的接闪杆、接闪带、接闪线、接闪网以及金属屋面、金属构件等组成。

注：原规范中，接闪杆称为避雷针，接闪带称为避雷带，接闪线称为避雷线，接闪网称为避雷网。

2.0.9 引下线 down- conductor system

用于将雷电流从接闪器传导至接地装置的导体。

2.0.10 接地装置 earth- terminat ion system

接地体和接地线的总合，用于传导雷电流并将其流散入大地。

2.0.11 接地体 earth electrode

埋入土壤中或混凝土基础中作散流用的导体。

2.0.12 接地线 earthing conductor

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

2.0.13 直击雷 direct lightning flash

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

2.0.14 闪电静电感应 lightning electro static induction

由于雷云的作用，使附近导体上感应出与雷云符号相反的电荷，雷云主放电时，先导通道中的电荷迅速中和，在导体上的感应电荷得到释放，如没有就近泄入地中就会产生很高的电位。

2.0.15 闪电电磁感应 lightning electro magnetic induction

由于雷电流迅速变化在其周围空间产生瞬变的强电磁场，使附近导体上感应出很高的电动势。

2.0.16 闪电感应 lightning induction

闪电放电时，在附近导体上产生的雷电静电感应和雷电电磁感应，它可能使金属部件之间产生火花放电。

2.0.17 闪电电涌 lightning surge

闪电击于防雷装置或线路上以及由闪电静电感应或雷击电磁脉冲引发表现为过电压、过电流的瞬态波。

2.0.18 闪电电涌侵入 lightning surge on incoming services

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

2.0.19 防雷等电位连接 lightning equipotential bonding (LEB)

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

2.0.20 等电位连接带 bonding bar

将金属装置、外来导电物、电力线路、电信线路及其他线路连于其上以能与防雷装置做等电位连接的金属带。

2.0.21 等电位连接导体 bonding conductor

将分开的诸导电性物体连接到防雷装置的导体。

2.0.22 等电位连接网络 bonding network (BN)

将建筑物和建筑物内系统（带电导体除外）的所有导电性物体互相连接组成的一个网。

2.0.23 接地系统 earthing system

将等电位连接网络和接地装置连在一起的整个系统。

2.0.24 防雷区 lightning protection zone (LPZ)

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

2.0.25 雷击电磁脉冲 lightning electro magnetic impulse (LEMP)

雷电流经电阻、电感、电容耦合产生的电磁效应，包含闪电电涌和辐射电磁场。

2.0.26 电气系统 electrical system

由低压供电组合部件构成的系统。

注：也有称为“低压配电系统”或“低压配电线路”。

2.0.27 电子系统 electronic system

由敏感电子组合部件构成的系统。例如，由通信设备、计算机、控制和仪表系统、无线电系统、电力电子装置构成的系统。

2.0.28 建筑物内系统 internal system

建筑物内的电气系统和电子系统。

2.0.29 电涌保护器 surge protective device (SPD)

用于限制瞬态过电压和分泄电涌电流的器件。它至少含有一个非线性元件。

2.0.30 保护模式 modes of protection

电气系统电涌保护器的保护部件可连接在相对相、相对地、相对中性线、中性线对地及其组合。电子系统电涌保护器的保护部件连接在线与线之间称为差模保护，连接在线与地之间称为共模保护。这些连接方式统称为保护模式。

2.0.31 最大持续运行电压 maximum continuous operating voltage (U_c)

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

2.0.32 标称放电电流 nominal discharge current (I_n)

流过电涌保护器8/20 μ s电流波的峰值。

2.0.33 冲击电流 impulse current (I_{imp})

由电流幅值 I_{peak} 、电荷 Q 和单位能量 W/R 三个参数所限定。

2.0.34 以 I_{imp} 试验的电涌保护器 SPD tested with I_{imp}

耐得起10/350 μ s典型波形的部分雷电流的电涌保护器需要用 I_{imp} 电流做相应的冲击试验。

2.0.35 I 级试验 class I test

电气系统中采用 I 级试验的电涌保护器要用标称放电电流 I_n 、2/50 μ s 冲击电压和最大冲击电流 I_{imp} 做试验。I 级试验也可用 T1 外加方框表示，即 $\boxed{T1}$ 。

2.0.36 以 I_n 试验的电涌保护器 SPD tested with I_n

耐得起8/20 μ s典型波形的感应电涌电流的电涌保护器需要用 I_n 电流做相应的冲击试验。

2.0.37 II 级试验 class II test

电气系统中采用 II 级试验的电涌保护器要用标称放电电流 I_n 、1.2/50 μ s 冲击电压和8/20 μ s 电流波最大放电电流 I_{max} 做试验。II 级试验也可用 T2 外加方框表示，即 $\boxed{T2}$ 。

2.0.38 以组合波试验的电涌保护器 SPD tested with a combination wave

耐得起8/20 μ s典型波形的感应电涌电流的电涌保护器需要用 I_{sc} 短路电流做相应的冲击试验。

2.0.39 III 级试验 class III test

电气系统中采用 III 级试验的电涌保护器要用组合波做试验。组合波定义为由2 Ω 组合波发生器产生1.2/50 μ s 开路电压 U_{oc} 和8/20 μ s 短路电流 I_{sc} 。III 级试验也可用 T3 外加方框表示，即 $\boxed{T3}$ 。

2.0.40 电压开关型电涌保护器 voltage switching type SPD

无电涌出现时为高阻抗，当出现电压电涌时突变为低阻抗。通常采用放电间隙、充气放电管、硅可控整流器或三端双向可控硅元件做这类电涌保护器的组件。这类电涌保护器也称“克罗巴型”电涌保护器。电压开关型电涌保护器具有不连续的电压/电流特性。

2.0.41 限压型电涌保护器 voltage limiting type SPD

无电涌出现时为高阻抗，随着电涌电流和电压的增加，阻抗跟着连续变小。通常采用压敏电阻、抑制二极管做这类电涌保护器的组件。这类电涌保护器也称“箝压型”电涌保护器。限压型电涌保护器具有连续的电压、电流特性。

2.0.42 组合型电涌保护器 combination type SPD

由电压开关型元件和限压型元件组合而成的电涌保护器，其特性随所加电压的特性可以表现为电压开关型、限压型或两者皆有。

2.0.43 测量的限制电压 measured limiting voltage

施加规定波形和幅值的冲击波时，在电涌保护器接线端子间测得的最大电压值。

2.0.44 电压保护水平 voltage protection level (U_p)

表征电涌保护器限制接线端子间电压的性能参数，其值可从优先值的列表中选择。该值应大于所测量的限制电压的最高值。

2.0.45 1.2/50冲击电压 1.2/50 voltage impulse

规定的波头时间 T_1 为 $1.2 \mu s$ 、半值时间 T_2 为 $50 \mu s$ 的冲击电压。

2.0.46 8/20 冲击电流 8/20 current impulse

规定的波头时间 T_1 为 $8 \mu s$ 、半值时间 T_2 为 $20 \mu s$ 的冲击电流。

2.0.47 设备耐冲击电压额定值 rate dimpulse with stand voltage of equipment (U_w)

设备制造商给予的设备耐冲击电压额定值，表征其绝缘防过电压的耐受能力。

2.0.48 插入损耗 insertion loss

在电气系统中：在给定频率下，连接到给定电源系统的电涌保护器的插入损耗定义为，电源线上紧靠电涌保护器接入点之后，在被试电涌保护器接入前后的电压比，结果用dB表示。

在电子系统中：由于在传输系统中插入一个电涌保护器所引起的损耗，它是在电涌保护器插入前传递到后面的系统部分的功率与电涌保护器插入后传递到同一部分的功率之比。插入损耗通常用dB表示。

2.0.49 回波损耗 return loss

反射系数倒数的模。一般以分贝(dB)表示。

2.0.50 近端串扰 near-end cross talk (NEXT)

串扰在被干扰的通道中传输，其方向与产生干扰的通道中电流传输的方向相反。在被干扰的通道中产生的近端串扰，其端口通常靠近产生干扰的通道的供能端，或与之重合。

3 建筑物的防雷分类

3.0.1 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。

3.0.2 在可能发生对地闪击的地区，遇下列情况之一时，应划为第一类防雷建筑物：

1 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。

一、凡制造、使用或贮存炸药、火药、起爆药、火工品等大量爆炸物质的建筑物，因电火花而引起爆炸，会造成巨大破坏和人身伤亡者。

2 具有0区或20区爆炸危险场所的建筑物。

3 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。

(补充知识：0区：连续出现或长期出现爆炸性气体混合物的环境；

1区：在正常运行时可能出现爆炸性气体混合物的环境；

21区：具有闪点高于环境温度的可燃液体，在数量和配置上能引起火灾的环境。)

3.0.3 在可能发生对地闪击的地区，遇下列情况之一时，应划为第二类防雷建筑物：

1 国家级重点文物保护的建筑物。

2 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。

3 国家级计算中心、国际通讯枢纽等对国民经济有重要意义（删除：且装有大量电子设备）的建筑物。

4 国家特级和甲级大型体育馆。

5 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。

6 具有1区或21区爆炸危险场所的建筑物（原：具有1区爆炸危险环境的建筑物，），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。

7 具有2区或22区爆炸危险场所的建筑物（原：具有2区或11区爆炸危险环境的建筑物。）。

8 有爆炸危险的露天钢质封闭气罐。

9 预计雷击次数大于0.05（原为：0.06）次/a 的部、省级办公建筑物和其他重要或人员密集的公共建筑物以及火灾危险场所。

10 预计雷击次数大于0.25（原：0.3）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：预计雷击次数应按本规范附录A计算。

3.0.4 在可能发生对地闪击的地区，遇下列情况之一时，应划为第三类防雷建筑物：

1 省级重点文物保护的建筑物及省级档案馆。

2 预计雷击次数大于或等于0.01（原为：0.012）次/a且小于或等于0.05（原为：0.06）次/a的部、省级办公建筑物和其他重要或人员密集的公共建筑物以及火灾危险场所。

原：预计雷击次数大于或等于0.012次/a，且小于或等于0.06次/a的部、省级办公建筑物及其它重要或人员密集的公共建筑物。

3 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性工业建筑物。原3、4条合并为本条，原4条为：预计雷击次数大于或等于0.06次/a的一般性工业建筑物

原：预计雷击次数大于或等于0.06次/a，且小于或等于0.3次/a的住宅、办公楼等一般性民用建筑物。

原第五条删除

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

4 建筑物的防雷措施

4.1 基本规定

4.1.1 各类防雷建筑物应设防直击雷的外部防雷装置并应采取防闪电电涌侵入的措施。

第一类防雷建筑物和本规范第3.0.3条5、6、7款所规定的第二类防雷建筑物尚应采取防雷电感应的措施。

4.1.2 各类防雷建筑物应设内部防雷装置。

1 在建筑物的地下室或地面层处，以下物体应与防雷装置做防雷等电位连接：建筑物金属体，金属装置，建筑物内系统，进出建筑物的金属管线。

2 除本条1款的措施外，尚应考虑外部防雷装置与建筑物金属体、金属装置、建筑物内系统之间的**间隔距离**。

4.1.3 本规范第3.0.3 条2、3、4款所规定的第二类防雷建筑物尚应采取防雷击电磁脉冲的措施。其他各类防雷建筑物，当其建筑物内系统所接设备的重要性高以及所处雷击磁场环境和加于设备的闪电电涌满足不了要求时也应采取防雷击电磁脉冲的措施。防雷击电磁脉冲的措施见本规范第6章。

4.2 第一类防雷建筑物的防雷措施

4.2.1 第一类防雷建筑物防直击雷的措施，即设外部防雷装置应符合下列要求：

1 应装设独立**接闪杆**或架空**接闪线**或网，使被保护的建筑物及风帽、放散管等突出屋面的物体均处于接闪器的保护范围内。架空接闪线的网格尺寸不应大于 $5\text{m}\times 5\text{m}$ 或 $6\text{m}\times 4\text{m}$ 。

2 排放爆炸危险气体、蒸气或粉尘的放散管、呼吸阀、排风管等的管口外的以下空间应处于接闪器的保护范围内：当有管帽时应按表4.2.1 的规定确定；当无管帽时，应为管口上方半径**5m**的半球体。接闪器与雷闪的接触点应设在上述空间之外。

3 排放爆炸危险气体、蒸气或粉尘的放散管、呼吸阀、排风管等，当其排放物达不到爆炸浓度、长期点火燃烧、一排放就点火燃烧时，及发生事故时排放物才达到爆炸浓度的通风管、安全阀，接闪器的保护范围可仅保护到管帽，无管帽时可仅保护到管口。

4 独立接闪杆的杆塔、架空接闪线的端部和架空接闪网的每根支柱处应至少设一根引下线。对用金属制成或有焊接、绑扎连接钢筋网的杆塔、支柱，宜利用其作为引下线。

表 4.2.1 有管帽的管口外处于接闪器保护范围内的空间

装置内的压力与周围空气压力的压力差 (kPa)	排放物对比于空气	管帽以上的垂直距离 (m)	距管口处的水平距离 (m)
<5	重于空气	1	2
5~ 25	重于空气	2.5	5
≤ 25	轻于空气	2.5	5
>25	重或轻于空气	5	5

注：相对密度小于或等于0.75 的爆炸性气体规定为轻于空气的气体； 相对密度大于0.75的爆炸性气体规定为重于空气的气体。

5 独立接闪杆和架空接闪线或网的支柱及其接地装置至被保护建筑物及与其有联系的管道、电缆等金属物之间的间隔距离（图4.2.1），应按下列公式计算，但不得小于**3m** 。

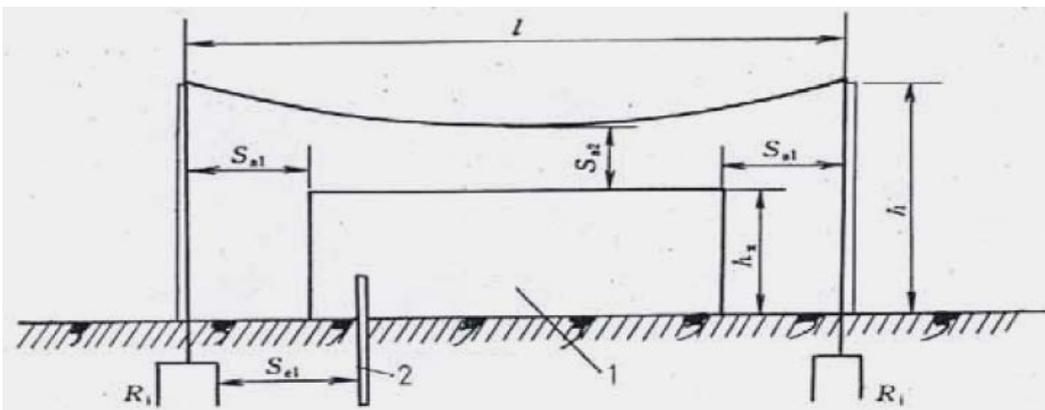


图4.2.1 防雷装置至被保护物的间隔距离

1 — 被保护建筑物； 2 — 金属管道

1) 地上部分：当 $h_x < 5R_i$ 时，

$$S_{a1} \geq 0.4(R_i + 0.1h_x) \quad (4.2.1-1)$$

当 $h_x \geq 5R_i$ 时，

$$S_{a1} \geq 0.1(R_i + h_x) \quad (4.2.1-2)$$

2) 地下部分： $S_{e1} \geq 0.4R_i$ (4.2.1-3)

式中： S_{a1} — 空气中的间隔距离(m)； S_{e1} — 地中的间隔距离(m)；

R_i — 独立接闪杆、架空接闪线或网支柱处接地装置的冲击接地电阻(Ω)；

h_x — 被保护建筑物或计算点的高度(m)。

6 架空接闪线至屋面和各种突出屋面的风帽、放散管等物体之间的间隔距离(图4.2.1)，应按下列公式计算，但不应小于3m。

1) 当 $(h + \frac{l}{2}) < 5R_i$ 时，

$$S_{a2} \geq 0.2R_i + 0.03(h + \frac{l}{2}) \quad (4.2.1-4)$$

2) 当 $(h + \frac{l}{2}) \geq 5R_i$ 时，

$$S_{a2} \geq 0.05R_i + 0.06(h + \frac{l}{2}) \quad (4.2.1-5)$$

式中： S_{a2} — 接闪线至被保护物在空气中的间隔距离(m)； h — 接闪线的支柱高度(m)；

l — 接闪线的水平长度(m)。

7 架空接闪网至屋面和各种突出屋面的风帽、放散管等物体之间的间隔距离，应按下列公式计算，但不应小于3m。

1) 当 $(h + l_1) < 5R_i$ 时，

$$S_{a2} \geq \frac{1}{n}[0.4R_i + 0.06(h + l_1)] \quad (4.2.1-6)$$

2) 当 $(h + l_1) \geq 5R_i$ 时，

$$S_{a2} \geq \frac{1}{n}[0.1R_i + 0.12(h + l_1)] \quad (4.2.1-7)$$

式中： S_{a2} — 接闪网至被保护物在空气中的间隔距离(m)；

l_1 — 从接闪网中间最低点沿导体至最近支柱的距离(m)；

n — 从接闪网中间最低点沿导体至最近不同支柱并有同一距离 l_1 的个数。

8 独立接闪杆、架空接闪线或架空接闪网应有独立的接地装置，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 $3000\Omega \cdot m$ 以下的地区，冲击接地电阻不应大于 30Ω 。

4.2.2 第一类防雷建筑物**防闪电感应，含防闪电静电感应和防闪电电磁感应的措施**，应符合下列要求：

1 建筑物内的设备、管道、构架、电缆金属外皮、钢屋架、钢窗等较大金属物和突出屋面的放散管、风管等金属物，均应接到防雷电感应的接地装置上。

金属屋面周边每隔 $18m \sim 24m$ 应采用引下线接地一次。

现场浇灌的或用预制构件组成的钢筋混凝土屋面，其钢筋网的交叉点应绑扎或焊接，并应每隔 $18m \sim 24m$ 采用引下线接地一次。

原：现场浇制的或由预制构件组成的钢筋混凝土屋面，其钢筋宜绑扎或焊接成闭合回路，并应每隔 $18 \sim 24m$

采用引下线接地一次。

2 平行敷设的管道、构架和电缆金属外皮等长金属物，其净距小于100 mm时应采用金属线跨接，跨接点的间距不应大于30m；交叉净距小于100mm时，其交叉处也应跨接。

当长金属物的弯头、阀门、法兰盘等连接处的过渡电阻大于0.03 Ω 时，连接处应用金属线跨接。对有不少于5根螺栓连接的法兰盘，在非腐蚀环境下，可不跨接。

3 防雷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10 Ω 。防雷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本规范第4.2.1条5款的要求。

当屋内设有等电位连接的接地干线时，其与防雷电感应接地装置的连接，不应少于两处。

原：屋内接地干线与防雷电感应接地装置的连接，不应少于两处。

4.2.3 第一类防雷建筑物防雷电波侵入的措施，应符合下列要求：

1 室外低压配电线路宜全线采用电缆直接埋地敷设，在入户处应将电缆的金属外皮、钢管接到等电位连接带或防雷电感应的接地装置上，在入户处的总配电箱内是否装设电涌保护器应根据具体情况按本规范第6章的规定确定。

2 当全线采用电缆有困难时，可采用钢筋混凝土杆和铁横担的架空线，并应使用一段金属铠装电缆或护套电缆穿钢管直接埋地引入，其埋地长度应按下式计算， 但不应小于**15m**。

$$l \geq 2\sqrt{\rho} \quad 4.2.3$$

式中： l — 电缆铠装或穿电缆的钢管埋地直接与土壤接触的长度(m) ；

ρ — 埋电缆处的土壤电阻率(Ω·m)。

在电缆与架空线连接处，尚应装设户外型电涌保护器。电涌保护器、电缆金属外皮、钢管和绝缘子铁脚、金具等应连在一起接地，其冲击接地电阻不宜大于**30(原10)** Ω 。该电涌保护器应选用 I 级试验产品，其电压保护水平应小于或等于**2.5kV**，其每一保护模式应选冲击电流等于或大于**10kA**；若无户外型电涌保护器，可选用户内型电涌保护器，但其使用温度应满足安装处的环境温度并应安装在防护等级**IP54**的箱内。电涌保护器的最大持续运行电压值和接线形式应按本规范附录J 的规定确定；连接电涌保护器的导体截面应按本规范表**5.1.2**的规定取值。在入户处的总配电箱内是否装设电涌保护器应按本规范第**6.4.7**条的规定确定。

注： 当电涌保护器的接线形式为本规范表J.1.2 中的接线形式2 时，接在中性线和PE线间电涌保护器的冲击电流，当为三相系统时不应小于40kA，当为单相系统时不应小于20kA 。

3 电子系统的室外金属导体线路宜全线采用有屏蔽层的电缆埋地或架空敷设，其两端的屏蔽层、加强钢线、钢管等应等电位连接到入户处的终端箱体上，在终端箱体内是否装设电涌保护器应根据具体情况按本规范第6章的规定确定。

4 当通信线路采用钢筋混凝土杆的架空线时，应使用一段护套电缆穿钢管直接埋地引入，其埋地长度应按本条(4.2.3)式计算，但不应小于**15m**。在电缆与架空线连接处，尚应装设户外型电涌保护器。电涌保护器、电缆金属外皮、钢管和绝缘子铁脚、金具等应连在一起接地，其冲击接地电阻不宜大于**30** Ω 。该电涌保护器应选用**D1**类高能量试验的产品，其电压保护水平和最大持续运行电压值应按本规范附录J的规定确定，连接电涌保护器的导体截面应按本规范表**5.1.2**的规定取值，每台电涌保护器的短路电流应选等于或大于**2kA**；若无户外型

电涌保护器，可选用户内型电涌保护器，但其使用温度应满足安装处的环境温度并应安装在防护等级IP54的箱内。在入户处的终端箱体内是否装设电涌保护器应符合本规范第6.4.7条的规定。

5 架空金属管道，在进出建筑物处，应与防雷电感应的接地装置相连。距离建筑物100m内的管道，应每隔25m左右接地一次，其冲击接地电阻不应大于30Ω (原20)，并应利用金属支架或钢筋混凝土支架的焊接、绑扎钢筋网作为引下线，其钢筋混凝土基础宜作为接地装置。

埋地或地沟内的金属管道，在进出建筑物处应等电位连接到等电位连接带或防雷电感应的接地装置上。

4.2.4 当建筑物太高或其他原因难以装设独立的外部防雷装置时，可将接闪杆或网格不大于5m×5m或6m×4m的接闪网或由其混合组成的接闪器直接装在建筑物上，接闪网应按本规范附录B的规定沿屋角、屋脊、屋檐和檐角等易受雷击的部位敷设；当建筑物高度超过30m时，首先应沿屋顶周边敷设接闪带，接闪带应设在外墙外表面或屋檐边垂直线上或其外。并必须符合下列要求：

1 接闪器之间应互相连接。

2 引下线不应少于两根，并应沿建筑物四周和内庭院四周均匀或对称布置，其间距沿周长计算不宜大于12m。

3 排放爆炸危险气体、蒸气或粉尘的管道应符合本规范第4.2.1条2、3款的规定。

4 建筑物应装设等电位连接环（原为均压环），环间垂直距离不应大于12m，所有引下线、建筑物的金属结构和金属设备均应连到环上。等电位连接环可利用电气设备的等电位连接干线环路。

5 外部防雷的接地装置应围绕建筑物敷设成环形接地体，每根引下线的冲击接地电阻不应大于10Ω，并应和电气和电子系统等接地装置及所有进入建筑物的金属管道相连，此接地装置可兼作防雷电感应接地之用。

6 当每根引下线的冲击接地电阻大于10Ω时，外部防雷的环形接地体宜按以下方法敷设：

1) 当土壤电阻率小于或等于500Ω·m时，对环形接地体所包围面积的等效圆半径小于5m的情况，每一引下线处应补加水平接地体或垂直接地体。

补加水平接地体时，其最小长度应按式计算。

$$l_r = 5 - \sqrt{\frac{A}{\pi}} \quad (4.2.4-1)$$

式中： $\sqrt{\frac{A}{\pi}}$ — 环形接地体所包围面积的等效圆半径(m)；

l_r — 补加水平接地体的最小长度(m)； A — 环形接地体所包围的面积(m²)。

补加垂直接地体时，其最小长度应按式计算。

$$l_v = \frac{5 - \sqrt{\frac{A}{\pi}}}{2} \quad (4.2.4-2)$$

式中： l_v — 补加垂直接地体的最小长度(m)。

2) 当土壤电阻率大于500Ω·m至3000Ω·m时，对环形接地体所包围面积的等效圆半径小于按下式的计算值时，每一引下线处应补加水平接地体或垂直接地体。

$$\sqrt{\frac{A}{\pi}} < \frac{11\rho - 3600}{380} \quad (4.2.4-3)$$

补加水平接地体时，其最小总长度应按式计算。

$$l_r = \frac{11\rho - 3600}{380} - \sqrt{\frac{A}{\pi}} \quad (4.2.4-4)$$

补加垂直接地体时，其最小总长度应按式计算。

$$l_v = \frac{1}{2} \left[\frac{11\rho - 3600}{380} - \sqrt{\frac{A}{\pi}} \right] \quad (4.2.4-5)$$

注：按本款方法敷设接地体以及环形接地体所包围的面积等效圆半径等于或大于所规定的值时，每根引下线的冲击接地电阻可不作规定。共用接地装置的接地电阻按50Hz电气装置的接地电阻确定，以不大于按人身安全所确定的接地电阻值为准。

7 当建筑物高于30m时，尚应采取以下防侧击的措施：

- 1) 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；
- 2) 30m及以上外墙上的栏杆、门窗等较大的金属物与防雷装置连接。

8 在电源引入的总配电箱处应装设 I 级试验的电涌保护器。电涌保护器的电压保护水平值应小于或等于 2.5kV。其每一保护模式的冲击电流值当电源线路无屏蔽层时可按公式(4.2.4-6)计算，当有屏蔽层时可按公式(4.2.4-7)计算；当无法确定时应取冲击电流等于或大于12.5kA。电涌保护器的最大持续运行电压值和接线形式应按本规范附录J的规定确定；连接电涌保护器的导体截面应按本规范表5.1.2的规定取值。

$$I_{imp} = \frac{0.5I}{nm} \quad (\text{kA}) \quad (4.2.4-6)$$

$$I_{imp} = \frac{0.5IR_s}{n(mR_s + R_c)} \quad (4.2.4-7)$$

式中： I — 雷电流，按本规范表F.0.1-1的规定取值(kA)；

n — 地下和架空引入的外来金属管道和线路的总数；

m — 每一线路内导体芯线的总根数；

R_s — 屏蔽层每公里的电阻(Ω/km)；

R_c — 芯线每公里的电阻(Ω/km)。

注：当电涌保护器的接线形式为本规范表J.1.2中的接线形式2时，接在中性线和PE线间电涌保护器的冲击电流，当为三相系统时不应小于上面规定值的4倍，当为单相系统时不应小于2倍。

9 在电子系统的室外线路采用金属线的情况下，在其引入的终端箱处应安装D1类高能量试验类型的电涌保护器，其短路电流当无屏蔽层时可按本条公式(4.2.4-6)计算，当有屏蔽层时可按本条公式(4.2.4-7)计算；当无法确定时应选用2kA。选取电涌保护器的其他参数应符合本规范附录J.2的规定，连接电涌保护器的导体截面应按本规范表5.1.2的规定取值。

10 在电子系统的室外线路采用光缆的情况下，在其引入的终端箱处的电气线路侧，当无金属线路引出本建筑物至其他有自己接地装置的设备时可安装B2类慢上升率试验类型的电涌保护器，其短路电流按本规范表J.2.1的规定宜选用100A。

11 输送火灾爆炸危险物质的埋地金属管道，当其从室外进入户内处设有绝缘段时应在绝缘段处跨接符合下列要求的电压开关型电涌保护器，或称隔离放电间隙：

- 1) 选用 I 级试验的密封型电涌保护器；
- 2) 电涌保护器能承受的冲击电流按本条公式(4.2.4-6)计算，式中取 $m=1$ ；
- 3) 电涌保护器的电压保护水平应小于绝缘段的耐冲击电压水平，无法确定时，应取其等于或大于1.5kV和等于或小于2.5kV；
- 4) 这类管道在进入建筑物处的防雷等电位连接应在绝缘段之后管道进入室内处进行，可将

电涌保护器的上端头接到等电位连接带。

12 具有阴极保护的埋地金属管道，通常，在其从室外进入户内处设有绝缘段，应在绝缘段处跨接符合下列要求的电压开关型电涌保护器，或称隔离放电间隙：

- 1) 选用 I 级试验的密封型电涌保护器；
- 2) 电涌保护器能承受的冲击电流按本条公式(4.2.4 - 6) 计算，式中取 $m=1$ ；
- 3) 电涌保护器的电压保护水平应小于绝缘段的耐冲击电压水平并应大于阴极保护电源的最大端电压；
- 4) 这类管道在进入建筑物处的防雷等电位连接应在绝缘段之后管道进入室内处进行，可将电涌保护器的上端头接到等电位连接带。

4.2.5 当树木邻近（原为高于）建筑物且不在接闪器保护范围之内时，树木与建筑物之间的净距不应小于5m。

4.3 第二类防雷建筑物的防雷措施

4.3.1 第二类防雷建筑物外部防雷的措施，宜采用装设在建筑物上的接闪网、接闪带或接闪杆，或由其混合组成的接闪器。接闪网、接闪带应按本规范附录B的规定沿屋角、屋脊、屋檐和檐角等易受雷击的部位敷设，并应在整个屋面组成不大于 $10m \times 10m$ 或 $12m \times 8m$ 的网格；当建筑物高度超过45m时，首先应沿屋顶周边敷设接闪带，接闪带应设在外墙外表面或屋檐边垂直线上或此外。接闪器之间应互相连接。

4.3.2 突出屋面的放散管、风管、烟囱等物体，应按下列方式保护：

- 1 排放爆炸危险气体、蒸气或粉尘的放散管、呼吸阀、排风管等管道应符合本章第4.2.1条2款的规定。
- 2 排放无爆炸危险气体、蒸气或粉尘的放散管、烟囱，1区、21区、2区和22区爆炸危险场所的自然通风管，0区和20区爆炸危险场所的装有阻火器的放散管、呼吸阀、排风管，本章第4.2.1条3款所规定的管、阀及煤气和天然气放散管等，其防雷保护应符合下列要求：

- 1) 金属物体可不装接闪器，但应和屋面防雷装置相连；
- 2) 在屋面接闪器保护范围之外的非金属物体应装接闪器，并和屋面防雷装置相连；但符合本规范第4.5.7条的规定者可除外。

[4.5.7 对第二类和第三类防雷建筑物:

1 没有得到接闪器保护的屋顶孤立金属物的尺寸没有超过以下数值时可不要求附加的保护措施：高出屋顶平面不超过0.3m，上层表面总面积不超过 $1.0m^2$ 和上层表面的长度不超过2.0m。

2 不处在接闪器保护范围内的非导电性屋顶物体，当它没有突出由接闪器形成的平面0.5m 以上时，可不要求附加增设接闪器的保护措施。]

4.3.3 专设引下线不应少于两根，并应沿建筑物四周和内庭院四周均匀对称布置，其间距沿周长计算不宜大于18m。当建筑物的跨度较大，无法在跨距中间设引下线，应在跨距两端设引下线并减小其他引下线的间距，宜使专设引下线的平均间距不大于18m。

4.3.4 外部防雷装置的接地应和防雷电感应、内部防雷装置、电气和电子系统等接地共用接地装置，并应与引入的金属管线做等电位连接。外部防雷装置的专设接地装置宜围绕建筑物敷设成环形接地体。

4.3.5 利用建筑物的钢筋作为防雷装置时应符合下列规定：

- 1 建筑物宜利用钢筋混凝土屋顶、梁、柱、基础内的钢筋作为引下线。本规范第3.0.3条2、3、4、9、10

款的建筑物，当其女儿墙以内的屋顶钢筋网以上的防水和混凝土层允许不保护时，宜利用屋顶钢筋网作为接闪器，以及这些建筑物为多层建筑且周围很少有人停留时宜利用女儿墙压顶板内或檐口内的钢筋作为接闪器。

2 当基础采用硅酸盐水泥和周围土壤的含水量不低于4%及基础的外表面无防腐层或有沥青质防腐层时，宜利用基础内的钢筋作为接地装置。当基础的外表面有其他类的防腐层且无桩基可利用时，宜在基础防腐层下面的混凝土垫层内敷设人工环形基础接地体。

3 敷设在混凝土中作为防雷装置的钢筋或圆钢，当仅一根时，其直径不应小于10mm。被利用作为防雷装置的混凝土构件内有箍筋连接的钢筋，其截面积总和不应小于一根直径10mm 钢筋的截面积。

4 利用基础内钢筋网作为接地体时，在周围地面以下距地面不小于0.5m，每根引下线所连接的钢筋表面积总和应按下式计算。

$$S \geq 4.24k_c^2 \quad (4.3.5)$$

式中：S — 钢筋表面积总和(m²)；k_c — 分流系数，其值按本规范附录E 的规定取值。

5 当在建筑物周边的无钢筋的闭合条形混凝土基础内敷设人工基础接地体时，接地体的规格尺寸应按表 4.3.5 的规定确定。

表 4.3.5 第二类防雷建筑物环形人工基础接地体的最小规格尺寸

闭合条形基础的周长(m)	扁钢(mm)	圆钢，根数×直径(mm)
≥60	4×25	2×φ10
≥40 至<60	4×50	4×φ10 或 3×φ12
<40	钢材表面积总和 ≥ 4.24 m ²	

注：1 当长度相同、截面相同时，宜优先选用扁钢；

2 采用多根圆钢时，其敷设净距不小于直径的2倍；

3 利用闭合条形基础内的钢筋作接地体时可按本表校验，除主筋外，可计入箍筋的表面积。

6 构件内有箍筋连接的钢筋或成网状的钢筋，其箍筋与钢筋的连接，钢筋与钢筋的连接，应采用土建施工的绑扎法或螺丝扣连接，或对焊或搭焊连接。单根钢筋或圆钢或外引预埋连接板、线与上述钢筋的连接应焊接或采用螺栓紧固的卡夹器连接。构件之间必须连接成电气通路。

4.3.6 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，以不大于其按人身安全所确定的接地电阻值为准。在土壤电阻率小于或等于3000Ω·m的条件下，外部防雷装置的接地体应符合下列规定之一以及环形接地体所包围面积的等效圆半径等于或大于所规定的值时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，可不按本条1、2款敷设接地体。

1 当土壤电阻率ρ小于或等于800Ω·m时，对环形接地体所包围面积的等效圆半径小于5m的情况，每一引下线处应补加水平接地体或垂直接地体。当补加水平接地体时，其最小长度应按本章公式(4.2.4-1)计算；当补加垂直接地体时，其最小长度应按本章公式(4.2.4-2)计算。

2 当土壤电阻率大于800Ω·m至3000Ω·m时，对环形接地体所包围的面积等效圆半径小于按下式的计算值时，每一引下线处应补加水平接地体或垂直接地体。

$$\sqrt{\frac{A}{\pi}} < \frac{\rho-550}{50} \quad 4.3.6-1$$

补加水平接地体时，其最小总长度应按下式计算。

$$l_r = \frac{\rho-550}{50} - \sqrt{\frac{A}{\pi}} \quad 4.3.6-2$$

补加垂直接地体时，其最小总长度应按式计算。

$$l_v = \frac{\frac{\rho-550}{50} - \sqrt{\frac{A}{\pi}}}{2} \quad 4.3.6-3$$

3 在符合本章第4.3.5条规定的条件下，利用槽形、板形或条形基础的钢筋作为接地体或在基础下面混凝土垫层内敷设人工环形基础接地体，当槽形、板形基础钢筋网在水平面的投影面积或成环的条形基础钢筋或人工环形基础接地体所包围的面积符合下列规定时，可不补加接地体：

- 1) 当土壤电阻率小于或等于800Ω·m时，所包围的面积应大于或等于79m²；
- 2) 当土壤电阻率大于800Ω·m至3000Ω·m时，所包围的面积应大于或等于按下式的计算值。

$$A \geq \pi \left(\frac{\rho-550}{50} \right)^2 \quad (\text{m}^2) \quad (4.3.6-4)$$

4 在符合本章第4.3.5条规定的条件下，对6m柱距或大多数柱距为6m的单层工业建筑物，当利用柱子基础的钢筋作为外部防雷装置的接地体并同时符合下列规定时，可不另加接地体：

- 1) 利用全部或绝大多数柱子基础的钢筋作为接地体；
- 2) 柱子基础的钢筋网通过钢柱，钢屋架，钢筋混凝土柱子、屋架、屋面板、吊车梁等构件的钢筋或防雷装置互相连成整体；
- 3) 在周围地面以下距地面不小于0.5m，每一柱子基础内所连接的钢筋表面积总和大于或等于0.82m²。

4.3.7 本规范第3.0.3条5、6、7款所规定的建筑物，其防雷电感应的措施应符合下列要求：

1 建筑物内的设备、管道、构架等主要金属物，应就近接到防雷装置或共用接地装置上。

2 平行敷设的管道、构架和电缆金属外皮等长金属物应符合本规范第4.2.2条2款的规定，但长金属物连接处可不跨接。本款对本规范第3.0.3条7款所规定的建筑物可除外。

3 建筑物内防雷电感应的接地干线与接地装置的连接不应少于两处。

4.3.8 防止雷电流流经引下线和接地装置时产生的高电位对附近金属物或电气和电子系统线路的反击，应符合下列要求：

1 金属物或线路与引下线之间的间隔距离应按式计算。

$$S_{a3} \geq 0.06k_c l_x \quad (\text{原标准为 } 0.075) \quad (4.3.8)$$

式中：S_{a3} — 空气中的间隔距离(m)；

l_x — 引下线计算点到连接点的长度(m)，连接点即金属物或电气和电子系统线路与防雷装置之间直接或通过电涌保护器相连之点。

在金属框架的建筑物中，或在钢筋连接在一起、电气贯通的钢筋混凝土框架的建筑物中，金属物或线路与引下线之间的间隔距离可无要求。

原规范为：当利用建筑物的钢筋或钢结构作为引下线，同时建筑物的大部分钢筋、钢结构等金属物与被利用的部分连成整体时，金属物或线路与引下线之间的距离可不受限制。

2 当金属物或线路与引下线之间有自然或人工接地的钢筋混凝土构件、金属板、金属网等静电屏蔽物隔开时，金属物或线路与引下线之间的间隔距离可无要求。

3 当金属物或线路与引下线之间有混凝土墙、砖墙隔开时，其击穿强度应为空气击穿强度的1/2。当间隔距离不能满足本条1款的规定时，金属物应与引下线直接相连，带电线路应通过电涌保护器与引下线相连。

4 在电气接地装置与防雷接地装置共用或相连的情况下，应在低压电源线路引入的总配电箱、配电柜处装设 I 级试验的电涌保护器，其相关参数的取值应符合本章第4.2.4条8款的规定。

5 当Yyn0 型或Dyn11型接线的配电变压器设在本建筑物内或附设于外墙处时，应在变压器高压侧装设避雷器；在低压侧的配电屏上，当有线路引出本建筑物至其他有独自敷设接地装置的配电装置时应在母线上装设 I 级试验的电涌保护器，其相关参数的取值应符合本章第4.2.4条8款的规定；当无线路引出本建筑物时可在母线上装设 II 级试验的电涌保护器，每台 II 级试验的电涌保护器的标称放电电流值应等于或大于5kA，电压保护水平值应小于或等于2.5kV，电涌保护器的最大持续运行电压值和接线形式应按本规范附录J的规定确定；连接电涌保护器的导体截面应按本规范表5.1.2的规定取值。

6 在电子系统线路从建筑物外引入的终端箱处安装电涌保护器的要求同本章第4.2.4条9款和10款的规定，但9款中规定的2 kA改为1.5kA，10款中规定的100A改为75A 。

7 输送火灾爆炸危险物质和具有阴极保护的埋地金属管道，当其从室外进入户内处设有绝缘段时应符合本章第4.2.4条11和12款的规定。

4.3.9 高度超过45m的建筑物，除屋顶的外部防雷装置应符合本规范第4.3.1条的规定外，尚应符合下列要求：

1 对水平突出外墙的物体，如阳台、平台等，当滚球半径45m 球体从屋顶周边接闪带外向地面垂直下降接触到上述物体时应采取相应的防雷措施。

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

- 1) 在这部位各表面上的尖物、墙角、边缘、设备以及显著突出的物体，如阳台、平台等，应按屋顶上的保护措施考虑；
- 2) 在这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；
- 3) 外部金属物，如金属覆盖物、金属幕墙，当其最小尺寸符合本规范第5.2.7条2款的规定时，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；
- 4) 符合本规范第4.3.5条规定的钢筋混凝土内钢筋和符合本规范第5.3.5条规定的建筑物金属框架，当其作为引下线或与引下线连接时均可利用作为接闪器。

3 外墙内外竖直敷设的金属管道及金属物的顶端和底端应与防雷装置等电位连接。

4.3.10 有爆炸危险的露天钢质封闭气罐，在其高度小于或等于60m的条件下，当其罐顶壁厚不小于4mm时，和在其高度大于60m的条件下，当其罐顶壁厚和侧壁壁厚均不小于4mm时，可不装设接闪器，但应接地，且接地点不应少于两处，两接地点间距离不宜大于30m，每处接地点的冲击接地电阻不应大于30Ω。当防雷的接地装置符合本章第4.3.6 条的规定时，可不计及其接地电阻值，但该条所规定的10Ω可改为30Ω。放散管和呼吸阀的保护应符合本章第4.3.2 条的规定。

4.4 第三类防雷建筑物的防雷措施

4.4.1 第三类防雷建筑物外部防雷的措施，宜采用装设在建筑物上的接闪网、接闪带或接闪杆， 或由其混合组

成的接闪器。接闪网、接闪带应按本规范附录B的规定沿屋角、屋脊、屋檐和檐角等易受雷击的部位敷设，并应在整个屋面组成不大于20m×20m或24m×16m的网格；当建筑物高度超过60m时，应沿屋顶周边敷设接闪带，接闪带应设在外墙外表面或屋檐边垂直面上或其次。接闪器之间应互相连接。

4.4.2 突出屋面的物体的保护措施应符合本章第4.3.2 条的规定。

4.4.3 专设引下线不应少于两根，并应沿建筑物四周和内庭院四周均匀对称布置，其间距沿周长计算不宜大于25m。当建筑物的跨度较大，无法在跨距中间设引下线，应在跨距两端设引下线并减小其他引下线的间距，宜使专设引下线的平均间距不大于25m。

4.4.4 防雷装置的接地应与电气和电子系统等接地共用接地装置，并应与引入的金属管线做等电位连接。外部防雷装置的专设接地装置宜围绕建筑物敷设成环形接地体。

4.4.5 建筑物宜利用钢筋混凝土屋面、梁、柱、基础内的钢筋作为引下线和接地装置，当其女儿墙以内的屋顶钢筋网以上的防水和混凝土层允许不保护时，宜利用屋顶钢筋网作为接闪器，以及当这些建筑物为多层建筑且周围除保安人员巡逻外通常无人停留时宜利用女儿墙压顶板内或檐口内的钢筋作为接闪器，并应符合本章第4.3.5条2、3、6款和下列的规定：

1 利用基础内钢筋网作为接地体时，在周围地面以下距地面不小于0.5m深，每根引下线所连接的钢筋表面积总和应按下列式计算。

$$S_{a3} \geq 1.89k_c^2 \quad (4.4.5)$$

式中：S — 钢筋表面积总和(m²)。

2 当在建筑物周边的无钢筋的闭合条形混凝土基础内敷设人工基础接地体时，接地体的规格尺寸应按表4.4.5 的规定确定。

表 4.4.5 第三类防雷建筑物环形人工基础接地体的最小规格尺寸

闭合条形基础的周长(m)	扁钢(mm)	圆钢，根数×直径(mm)
≥ 60	—	1×φ10
≥ 40 至 < 60	4×20	2×φ8
< 40	钢材表面积总和 ≥ 1.89m ²	

注：1 当长度相同、截面相同时，宜优先选用扁钢；

2 采用多根圆钢时，其敷设净距不小于直径的2倍；

3 利用闭合条形基础内的钢筋作接地体时可按本表校验，除主筋外，可计入箍筋的表面积。

4.4.6 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，以不大于其按人身安全所确定的接地电阻值为准。在土壤电阻率小于或等于3000Ω·m的条件下，外部防雷装置的接地体应符合下列规定之一以及环形接地体所包围面积的等效圆半径等于或大于所规定的值时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，但对本规范3.0.4条2款所规定的建筑物则不大于10Ω时，可不按本条1款敷设接地体。

1 对环形接地体所包围面积的等效圆半径小于5m的情况，每一引下线处应补加水平接地体或垂直接地体。当补加水平接地体时，其最小长度应按本章公式(4.2.4-1)计算；当补加垂直接地体时，其最小长度应按本章公式(4.2.4-2)计算。

2 在符合本章第4.4.5条规定的条件下，利用槽形、板形或条形基础的钢筋作为接地体或在基础下面混凝土垫层内敷设人工环形基础接地体，当槽形、板形基础钢筋网在水平面的投影面积或成环的条形基础钢筋或人工环形基础接地体所包围的面积大于或等于79m²时，可不补加接地体。

3 在符合本章第4.4.5 条规定的条件下，对6m柱距或大多数柱距为6m的单层工业建筑物，当利用柱子基础的钢筋作为外部防雷装置的接地体并同时符合下列规定时，可不另加接地体：

- 1) 利用全部或绝大多数柱子基础的钢筋作为接地体；
- 2) 柱子基础的钢筋网通过钢柱，钢屋架，钢筋混凝土柱子、屋架、屋面板、吊车梁等构件的钢筋或防雷装置互相连成整体；
- 3) 在周围地面以下距地面不小于0.5m深，每一柱子基础内所连接的钢筋表面积总和大于或等于0.37 m²。

4.4.7 防止雷电流流经引下线和接地装置时产生的高电位对附近金属物或电气和电子系统线路的反击，应符合本章第4.3.8 条的规定，但公式(4.3.8) 改按下式计算。

$$S_{a3} \geq 0.04k_c l_x \quad (4.4.7)$$

其6 款的规定中，要求安装D1类电涌保护器者，当无法确定其短路电流时所规定选用1.5kA者可改为选用1kA；要求安装B2类电涌保护器者，其所规定选用75A短路电流者可改为选用50A 。

4.4.8 高度超过60m的建筑物，除屋顶的外部防雷装置应符合本规范第4.4.1条的规定外，尚应符合下列要求：

- 1 对水平突出外墙的物体，如阳台、平台等，当滚球半径60m球体从屋顶周边接闪带外向地面垂直下降接触到上述物体时应采取相应的防雷措施。
- 2 高于60m的建筑物，其上部占高度20%并超过60m的部位应防侧击，防侧击应符合下列要求：
 - 1) 在这部位各表面上的尖物、墙角、边缘、设备以及显著突出的物体，如阳台、平台等，应按屋顶上的保护措施考虑；
 - 2) 在这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；
 - 3) 外部金属物，如金属覆盖物、金属幕墙，当其最小尺寸符合本规范第5.2.7条2款的规定时，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；
 - 4) 符合本规范第4.4.5条规定的钢筋混凝土内钢筋和符合本规范第5.3.5条规定的建筑物金属框架，当其作为引下线或与引下线连接时均可利用作为接闪器。

3 外墙内外竖直敷设的金属管道及金属物的顶端和底端应与防雷装置等电位连接。

4.4.9 砖烟囱、钢筋混凝土烟囱，宜在烟囱上装设接闪杆或接闪环保护。多支接闪杆应连接在闭合环上。

当非金属烟囱无法采用单支或双支接闪杆保护时，应在烟囱口装设环形接闪带，并应对称布置三支高出烟囱口不低于0.5m的接闪杆。

钢筋混凝土烟囱的钢筋应在其顶部和底部与引下线和贯通连接的金属爬梯相连。当符合本章第4.4.5条的规定时，宜利用钢筋作为引下线和接地装置，可不另设专用引下线。

高度不超过40m的烟囱，可只设一根引下线，超过40m时应设两根引下线。可利用螺栓或焊接连接的一座金属爬梯作为两根引下线用。

金属烟囱应作为接闪器和引下线。

4.5 其他防雷措施

4.5.1 当一座防雷建筑物中兼有第一、二、三类防雷建筑物时，其防雷分类和防雷措施应符合下列规定：

- 1 当第一类防雷建筑物部分的面积占建筑物总面积的30%及以上时，该建筑物宜确定为第一类防雷建筑物。
- 2 当第一类防雷建筑物部分的面积占建筑物总面积的30%以下，且第二类防雷建筑物部分的面积占建筑物总面积的30%及以上时，或当这两部分防雷建筑物的面积均小于建筑物总面积的30%，但其面积之和又大于30%时，该建筑物宜确定为第二类防雷建筑物。但对第一类防雷建筑物部分的防雷电感应和防雷电波侵入，应采取第一类防雷建筑物的保护措施。
- 3 当第一、二类防雷建筑物部分的面积之和小于建筑物总面积的30%，且不可能遭直接雷击时，该建筑物可确定为第三类防雷建筑物；但对第一、二类防雷建筑物部分的防雷电感应和防雷电波侵入，应采取各自类别的保护措施；当可能遭直接雷击时，宜按各自类别采取防雷措施。

4.5.2 当一座建筑物中仅有一部分为第一、二、三类防雷建筑物时，其防雷措施宜符合下列规定：

- 1 当防雷建筑物部分可能遭直接雷击时，宜按各自类别采取防雷措施。
- 2 当防雷建筑物部分不可能遭直接雷击时，可不采取防直击雷措施，可仅按各自类别采取防雷电感应和防雷电波侵入的措施。
- 3 当防雷建筑物部分的面积占建筑物总面积的50%以上时，该建筑物宜按本章第4.5.1条的规定采取防雷措施。

4.5.3 当采用接闪器保护建筑物、封闭气罐时，其外表面外的2区爆炸危险场所可不在滚球法确定的保护范围内。

4.5.4 固定在建筑物上的节日彩灯、航空障碍信号灯及其他用电设备和线路，应根据建筑物的防雷类别采取相应的防止雷电波侵入的措施。并应符合下列规定：

1 无金属外壳或保护网罩的用电设备应处在接闪器的保护范围内。

2 从配电箱引出的配电线路应（原为宜）穿钢管。钢管的一端应与配电箱和PE线相连；另一端应与用电设备外壳、保护罩相连，并应就近与屋顶防雷装置相连。当钢管因连接设备而中间断开时应（原为宜）设跨接线。

3 在配电箱内应在开关的电源侧装设II级试验的电涌保护器，其电压保护水平应不大于2.5kV，标称放电电流值应根据具体情况确定。

4.5.5 粮、棉及易燃物大量集中的露天堆场，当其年预计雷击次数大于或等于0.05（原为0.06）时，应采用独立接闪杆或架空接闪线防直击雷。独立接闪杆和架空接闪线保护范围的滚球半径可取100m。

在计算雷击次数时，建筑物的高度可按可能堆放的高度计算，其长度和宽度可按可能堆放面积的长度和宽度计算。

4.5.6 在建筑物外引下线附近保护人身安全而要防接触电压和跨步电压的措施是：

1 防接触电压应符合下列规定之一：

1) 利用建筑物金属构架和建筑物互相连接的钢筋在电气上是贯通且不少于10根柱子组成的自然引下线，这些柱子包括位于建筑物四周和建筑物内。

2) 引下线3m范围内土壤地表的电阻率不小于50kΩ·m。

注：例如，采用5cm厚沥青层或15cm厚砾石层的这类绝缘材料层通常符合本要求。

3) 外露引下线，其距地面2.7m以下的导体用耐1.2/50μs冲击电压100kV的绝缘层隔离，例如用至少3mm厚的交联聚乙烯层。

4) 用护栏、警告牌使接触引下线的可能性降至最低限度。

2 防跨步电压应符合下列规定之一：

- 1) 利用建筑物金属构架和建筑物互相连接的钢筋在电气上是贯通且不少于10根柱子组成的自然引下线，这些柱子包括位于建筑物四周和建筑物内。
- 2) 引下线3m范围内土壤地表面的电阻率不小于50kΩ·m。
注：例如，采用5cm厚沥青层或15cm厚砾石层的这类绝缘材料层通常符合本要求。
- 3) 用网状接地装置对地面作均衡电位处理。
- 4) 用护栏、警告牌使进入距引下线3m范围内地面的可能性减小到最低限度。

4.5.7 对第二类 and 第三类防雷建筑物：

1 没有得到接闪器保护的屋顶**孤立金属物**的尺寸没有超过以下数值时**可不要求附加的保护措施**：高出屋顶平面不超过0.3m，上层表面总面积不超过1.0m²和上层表面的长度不超过2.0m。

2 不处在接闪器保护范围内的非导电性屋顶物体，当它**没有突出由接闪器形成的平面0.5m以上**时，可不要求附加增设接闪器的保护措施。

4.5.8 在独立接闪杆、架空接闪线、架空接闪网的支柱上严禁悬挂电话线、广播线、电视接收天线及低压架空线等。

5 防雷装置

5.1 防雷装置使用的材料

5.1.1 防雷装置使用的材料及其应用条件宜符合表5.1.1的规定。

表 5.1.1 防雷装置的材料及使用条件

材料	使用于大气中	使用于地中	使用于混凝土中	耐腐蚀情况		
				在下列环境中能耐腐蚀	在下列环境中增加腐蚀	与下列材料接触形成直流电耦合可能受到严重腐蚀
铜	单根导体；绞线	单根导体；有镀层的绞线；铜管	单根导体；有镀层的绞线	在许多环境中良好	硫化物有机材料	-
热镀锌钢	单根导体；绞线	单根导体；钢管	单根导体；绞线	敷设于大气、混凝土和无腐蚀性的一般土壤中受到的腐蚀是可接受的	高氯化物含量	铜
电镀铜钢	单根导体	单根导体	单根导体	在许多环境中良好	硫化物	-
不锈钢	单根导体；绞线	单根导体；绞线	单根导体；绞线	在许多环境中良好	高氯化物含量	-
铝	单根导体；绞线	不适合	不适合	在含有低浓度硫和氯化物的大气中良好	碱性溶液	铜
铅	有镀铅层的单根导体	禁止	不适合	在含有高浓度硫酸化合物的大气中良好	-	铜 不锈钢

注：1 本表仅为一般原则。

2 绞线比单根导体更易于受到腐蚀。在地中进出混凝土处绞线也易于受到腐蚀。这就是为什么不推荐在地中采用镀锌钢绞线。

3 敷设于粘土或潮湿土壤中的镀锌钢可能受到腐蚀。

4 在沿海地区，敷设于混凝土中的镀锌钢不宜延伸进入土壤中，这里的地下水可能含盐，会受到腐蚀。

5 通常禁止在地中采用铅。

5.1.2 做防雷等电位连接各连接部件的最小截面应符合表5.1.2的规定。

表 5.1.2 防雷装置各连接部件的最小截面

等电位连接部件			材料	截面(mm ²)
等电位连接带 (铜或热镀锌钢)			C u (铜)、F e (铁)	5 0
从等电位连接带至接地装置或 各等电位连接带之间的连接导体			C u (铜)	1 6
			A l (铝)	2 5
			F e (铁)	5 0
从屋内金属装置至等电位连接带的连接导体			C u (铜)	6
			A l (铝)	1 0
			F e (铁)	1 6
连接电涌保护器的导体	电气系统	I 级试验的电涌保护器	C u (铜)	6
		II 级试验的电涌保护器		2 . 5
		III 级试验的电涌保护器		1 . 5
	电子系统	D 1 类电涌保护器		1 . 2
		其他类的电涌保护器(连接导体的截面可小于 1 . 2 mm ²)		根据具体情况确定

连接单台或多台 I 级分类试验或D1类电涌保护器的单根导体的最小截面尚应按下式计算。

$$S_{\min} \geq I_{\text{imp}}/8 \quad (5.1.2)$$

式中： S_{\min} — 单根导体的最小截面(mm²)； I_{imp} — 流入该导体的雷电流(kA)。

5.2 接闪器

5.2.1 接闪器的材料、结构和最小截面应符合表 5.2.1 的规定。

表 5.2.1 接闪线（带）、接闪杆和引下线的材料、结构和最小截面

材料	结构	最小截面 (mm ²)	注 ¹⁾
铜, 镀锌铜 ²⁾	单根扁铜	50 ³⁾	厚度 2 mm
	单根圆铜 ³⁾	50 ³⁾	直径 8 mm
	铜绞线	50 ³⁾	每股线直径 1.7 mm
	单根圆铜 ^{3) 4)}	176	直径 15 mm
铝	单根扁铝	70	厚度 3 mm
	单根圆铝	50 ³⁾	直径 8 mm
	铝绞线	50 ³⁾	每股线直径 1.7 mm
铝合金	单根扁形导体	50 ³⁾	厚度 2.5 mm
	单根圆形导体	50	直径 8 mm
	绞线	50 ³⁾	每股线直径 1.7 mm
	单根圆形导体 ³⁾	176	直径 15 mm
	外表面镀锌的单根圆形导体	50	径向镀锌厚度至少 250 μm, 铜纯度 99.9%
热浸镀锌 钢 ²⁾	单根扁钢	50 ³⁾	厚度 2.5 mm
	单根圆钢 ³⁾	50	直径 8 mm
	绞线	50 ³⁾	每股线直径 1.7 mm
	单根圆钢 ^{3) 4)}	176	直径 15 mm
不锈钢 ³⁾	单根扁钢 ³⁾	50 ³⁾	厚度 2 mm
	单根圆钢 ³⁾	50	直径 8 mm
	绞线	70 ³⁾	每股线直径 1.7 mm
	单根圆钢 ^{3) 4)}	176	直径 15 mm
外表面镀锌的钢	单根圆钢	50	镀锌厚度至少 250 μm, 铜纯度 99.9%
	单根扁钢(厚 2.5 mm)		

- 注: 1 热浸或电镀锡的锡层最小厚度为1 μm。
- 2 镀锌层宜光滑连贯、无焊剂斑点, 镀锌层至少圆钢250g r/m²、扁钢500g r/m²。
- 3 仅应用于接闪杆。当应用于机械应力(如风荷载)没达到临界值之处, 可采用直径10mm、最长1m的接闪杆, 并增加固定。
- 4 仅应用于入地之处。
- 5 铬等于或大于16%, 镍等于或大于8%, 碳等于或小于0.07%。
- 6 对埋于混凝土中以及可燃材料直接接触的不锈钢, 其最小尺寸宜增大至直径10mm的78mm²(单根圆钢)和最小厚度3mm的75mm²(单根扁钢)。
- 7 在机械强度没有重要要求之处, 50mm²(直径8mm)可减为28mm²(直径6mm)在这种情况下, 应考虑减小固定支架间的间距。
- 8 当温升和机械受力是重点考虑之处, 这些尺寸可加大至60mm²(单根扁形导体)和78mm²(单根圆形导体)。
- 9 避免在单位能量10MJ/Ω下熔化的最小截面是铜16mm²、铝25mm²、钢50mm²、不锈钢50mm²。

10 截面允许误差为-3%。

5.2.2 接闪杆宜采用热镀锌圆钢或钢管制成，其直径不应小于下列数值：

杆长1 m以下：圆钢为12 mm；钢管为20mm。

杆长1~2 m：圆钢为16 mm；钢管为25mm。

独立烟囱顶上的杆：圆钢为20mm；钢管为40mm。

5.2.3 接闪杆的接闪端宜做成半球状，其弯曲半径为最小4.8mm至最大12.7mm。

5.2.4 当独立烟囱上采用热镀锌接闪环时，其圆钢直径不应小于12mm；扁钢截面不应小于100mm²，其厚度不应小于4mm。

5.2.5 架空接闪线和接闪网宜采用截面不小于50 mm²热镀锌钢绞线或铜绞线。

5.2.6 在一般情况下，明敷接闪导体固定支架的间距不宜大于表5.2.6的规定。固定支架的高度不宜小于150mm。

表 5.2.6 明敷接闪导体和引下线固定支架的间距

布置方式	扁形导体和绞线固定支架的间距(mm)	单根圆形导体固定支架的间距(mm)
安装于水平面上的水平导体	500	1000
安装于垂直面上的水平导体	500	1000
安装于从地面至高20m垂直面上的垂直导体	1000	1000
安装在高于20m垂直面上的垂直导体	500	1000

5.2.7 除第一类防雷建筑物外，金属屋面的建筑物宜利用其屋面作为接闪器，并应符合下列要求：

1 板间的连接应是持久的电气贯通，例如，采用铜锌合金焊、熔焊、卷边压接、缝接、螺钉或螺栓连接；

2 金属板下面无易燃物品时，其厚度：铝板不应小于2mm，不锈钢、热镀锌钢、钛和铜板不应小于0.5mm，铝板不应小于0.65mm，锌板不应小于0.7mm；

3 金属板下面有易燃物品时，其厚度：不锈钢、热镀锌钢和钛板不应小于4mm，铜板不应小于5mm，铝板不应小于7mm；

4 金属板无绝缘被覆层。

注：薄的油漆保护层或1mm厚沥青层或0.5mm厚聚氯乙烯层均不属于绝缘被覆层。

5.2.8 除第一类防雷建筑物和本规范第4.3.2条1款的规定外，屋顶上永久性金属物宜作为接闪器，但其各部件之间均应连成电气贯通，并应符合下列规定：

1 旗杆、栏杆、装饰物、女儿墙上的盖板等，其截面应符合本规范表5.2.1的规定，其壁厚应符合本规范第5.2.7条的规定。

2 输送和储存物体的钢管和钢罐的壁厚不应小于2.5 mm；当钢管、钢罐一旦被雷击穿，其内的介质对周围环境造成危险时，其壁厚不应小于4 mm。

注：利用屋顶建筑构件内钢筋作接闪器应符合本规范第4.3.5和4.4.5条的规定。

5.2.9 除利用混凝土构件钢筋或在混凝土内专设钢材作接闪器外，钢质接闪器应热镀锌。在腐蚀性较强的场所，尚应采取加大其截面或其他防腐措施。

5.2.10 不得利用安装在接收无线电视广播天线杆顶上的接闪器保护建筑物。

5.2.11 专门敷设的接闪器应由下列的一种或多种组成：

1 独立接闪杆；

- 2 架空接闪线或架空接闪网；
- 3 直接装设在建筑物上的接闪杆、接闪带或接闪网。

5.2.1.2 专门敷设的接闪器，其布置应符合表5.2.1.2的规定。

表 5.2.1.2 接闪器布置

建筑物防雷类别	滚球半径 h_r (m)	接闪网网格尺寸 (m)
第一类防雷建筑物	30	$\leq 5 \times 5$ 或 $\leq 6 \times 4$
第二类防雷建筑物	45	$\leq 10 \times 10$ 或 $\leq 12 \times 8$
第三类防雷建筑物	60	$\leq 20 \times 20$ 或 $\leq 24 \times 16$

布置接闪器时，可单独或任意组合采用接闪杆、接闪带、接闪网，其中包括采用滚球法。

5.3 引下线

5.3.1 引下线的材料、结构和最小截面应按本规范表5.2.1的规定取值。

5.3.2 在一般情况下，明敷引下线固定支架的间距不宜大于本规范表5.2.6的规定。

5.3.3 引下线宜采用热镀锌圆钢或扁钢，宜优先采用圆钢。

当独立烟囱上的引下线采用圆钢时，其直径不应小于12mm；采用扁钢时，其截面不应小于100mm²，厚度不应小于4mm。

防腐措施应符合本规范第5.2.9条的规定。

注：利用建筑构件内钢筋作引下线应符合本规范第4.3.5和4.4.5条的规定。

5.3.4 专设引下线应沿建筑物外墙外表面明敷，并经最短路径接地；建筑艺术要求较高者可暗敷，但其圆钢直径不应小于10mm，扁钢截面不应小于80mm²。

5.3.5 建筑物的钢梁、钢柱、消防梯等金属构件以及幕墙的金属立柱宜作为引下线，但其各部件之间均应连成电气贯通，例如，采用铜锌合金焊、熔焊、卷边压接、缝接、螺钉或螺栓连接；其截面应按本规范表5.2.1的规定取值；各金属构件可被覆有绝缘材料。

5.3.6 采用多根专设引下线时，应在各引下线上于距地面0.3m至1.8m之间装设断接卡。

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，这些连接板可供测量、接人工接地体和作等电位连接用。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，应在每根引下线上于距地面不低于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。

5.3.7 在易受机械损伤之处，地面上1.7m至地面下0.3m的一段接地线应采用暗敷或采用镀锌角钢、改性塑料管或橡胶管等加以保护。

5.3.8 第二类或第三类防雷建筑物为钢结构或钢筋混凝土建筑物时，在其钢构件或钢筋之间的连接满足本规范规定并利用其作为引下线的条件下，当其垂直支柱均起到引下线的作用时，可不要求满足专设引下线之间的间距。

5.4 接地装置

5.4.1 接地体的材料、结构和最小截面应符合表5.4.1的规定。利用建筑构件内钢筋作接地装置应符合本规范第

4.3.5 和 4.4.5 条的规定。

表 5.4.1 接地体的材料、结构和最小尺寸

材料	结构	最小尺寸			注 ²⁾
		垂直接地体 直径(mm)	水平接地体	接地板 (mm)	
铜, 镀锡铜	铜绞线	—	50 mm ²	—	每股直径 1.7mm
	单根圆钢	15	50 mm ²	—	—
	单根扁钢	—	50 mm ²	—	厚度 2 mm
	单根圆钢	15	—	—	—
	铜管	20	—	—	壁厚 2 mm
	整块钢板	—	—	500×500	厚度 2 mm
	网格钢板	—	—	500×500	各网格边截面 25mm× 2mm, 网格网边总长度 不少于 4.5m
热镀锌 钢 ²⁾	圆钢 ²⁾	14	78 mm ²	—	—
	钢管 ²⁾	20	—	—	壁厚 2 mm
	扁钢	—	90 mm ²	—	厚度 3 mm
	钢板	—	—	500×500	厚度 3 mm
	网格钢板	—	—	500×500	各网格边截面 30mm× 3mm, 网格网边总长度 不少于 4.5m
	型钢	²⁾	—	—	—
裸铜 ⁴⁾	铜绞线	—	70 mm ²	—	每股直径 1.7mm
	圆钢	—	78 mm ²	—	—
	扁钢	—	76 mm ²	—	厚度 3 mm
外表面镀 锡的铜 ⁵⁾	圆钢	14	50 mm ²	—	镀锡厚度至少 250 μ m, 铜纯度 99.9%
	扁钢	—	90 mm ² (厚 3 mm)	—	
不锈钢 ⁶⁾	圆形导体	15	78 mm ²	—	—
	扁形导体	—	100 mm ²	—	厚度 2 mm

- 注： 1 镀锌层应光滑连贯、无焊剂斑点，镀锌层至少圆钢250g r/m²、扁钢500g r/m²。
- 2 热镀锌之前螺纹应先加工好。
- 3 不同截面的型钢，其截面不小于290mm²，最小厚度3 mm，例如，可采用50mm×50mm×3mm角钢。
- 4 当完全埋在混凝土中时才允许采用。
- 5 铜应与钢结合良好。
- 6 铬等于或大于16%，镍等于或大于5%，钼等于或大于2%，碳等于或小于0.08%。
- 7 截面积允许误差为-3%。

5.4.2 在符合本规范表5.1.1规定的条件下，埋于土壤中的人工垂直接地体宜采用热镀锌角钢、钢管或圆钢；埋于土壤中的人工水平接地体宜采用热镀锌扁钢或圆钢。

接地线应与水平接地体的截面相同。

5.4.3 人工钢质垂直接地体的长度宜为2.5m。其间距以及人工水平接地体的间距均宜为5m，当受地方限制时可适当减小。

5.4.4 人工接地体在土壤中的埋设深度不应小于0.5 m，并宜敷设在地冻土层以下，其距墙或基础不宜小于1m。接地体宜远离由于烧窑、烟道等高温影响使土壤电阻率升高的地方。

5.4.5 在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。

5.4.6 在高土壤电阻率的场地，降低防直击雷冲击接地电阻宜采用下列方法：

- 1 采用多支线外引接地装置，外引长度不应大于有效长度，有效长度应符合本规范附录C 的规定。
- 2 接地体埋于较深的低电阻率土壤中。
- 3 换土。
- 4 采用降阻剂。

5.4.7 防直击雷的专设引下线距出入口或人行道边沿不宜小于3 m。

5.4.8 接地装置埋在土壤中的部分，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。

5.4.9 接地装置工频接地电阻的计算应符合国家标准《工业与民用电力装置的接地设计规范》GBJ65-83的规定，其与冲击接地电阻的换算应符合本规范附录C 的规定。

6 防雷击电磁脉冲

6.1 基本规定

6.1.1 防雷击电磁脉冲除遵守本章的规定外，尚应符合本规范其他各章的有关规定。

6.1.2 在工程的设计阶段不知道电子系统的规模和具体位置的情况下，若预计将来会有需要防雷击电磁脉冲的电气和电子系统，应在设计时将建筑物的金属支撑物、金属框架或钢筋混凝土的钢筋等自然构件、金属管道、配电的保护接地系统等与防雷装置组成一个接地系统，并应在一些合适的地方预埋等电位连接板。

6.1.3 当电源采用TN系统时，从建筑物总配电箱起供电给本建筑物内的配电线路和分支线路必须采用TN-S系统。

6.2 防雷区和防雷击电磁脉冲

6.2.1 防雷区应按下列原则划分：

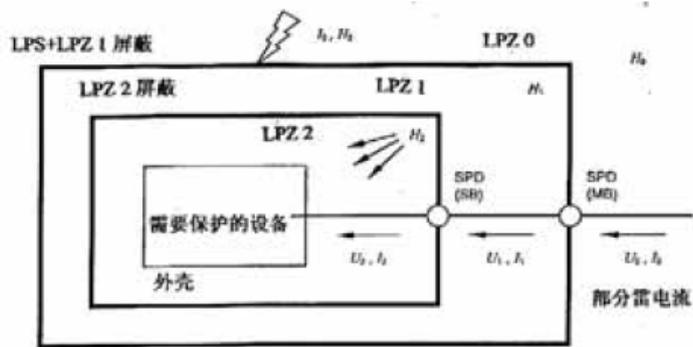
1 LPZ0A 区：本区内的各物体都可能遭到直接雷击并导走全部雷电流；本区内的雷击电磁场强度没有衰减。

2 LPZ0B 区：本区内的各物体不可能遭到大于所选滚球半径对应的雷电流直接雷击；本区内的雷击电磁场强度仍没有衰减。

3 LPZ1区：本区内的各物体不可能遭到直接雷击；由于在界面处的分流，流经各导体的电涌电流比LPZ0B 区内的更小；本区内的雷击电磁场强度可能衰减，衰减程度取决于屏蔽措施。

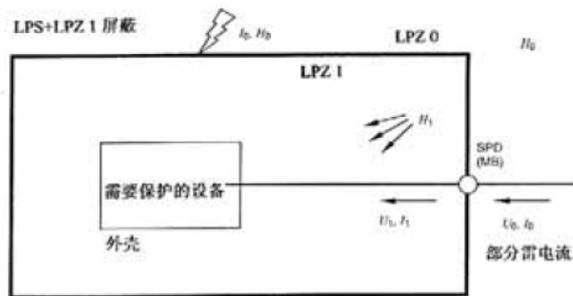
4 LPZ2 … n 续防雷区：需要进一步减小流入的电涌电流和雷击电磁场强度时，增设的后续防雷区。

6.2.2 宜按照需要保护的设备的数量、类型和耐压水平及其所要求的磁场环境选择安装磁场屏蔽后续防雷区、安装协调配合好的多组电涌保护器（见图6.2.2）。



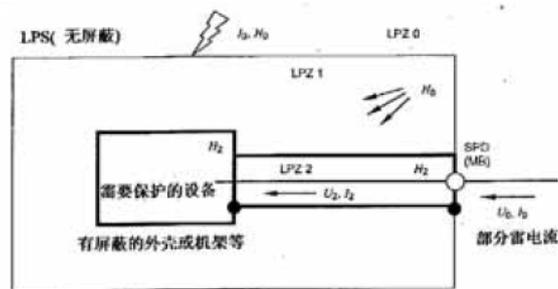
(a) 采用大空间屏蔽和协调配合好的电涌保护器保护

注：设备得到良好的防导入电涌的保护， U_2 大大小于 U_0 和 I_2 大大小于 I_0 ，以及 H_2 大大小于 H_0 防辐射磁场的保护。



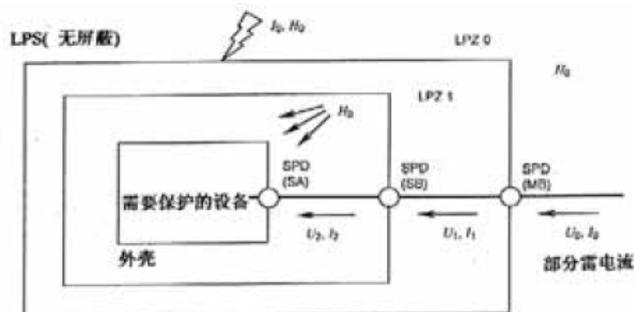
(b) 采用LPZ 1 的大空间屏蔽和进户处安装电涌保护器的保护

注：设备得到防导入电涌的保护， U_1 小于 U_0 和 I_1 小于 I_0 ，以及 H_1 小于 H_0 防辐射磁场的保护。



(c) 采用内部线路屏蔽和在进入LPZ₁处安装电涌保护器的保护

注：设备得到防线路导入电涌的保护， U_2 小于 U_0 和 I_2 小于 I_0 ，以及 H_2 小于 H_0 防辐射磁场的保护。



(d) 仅采用协调配合好的电涌保护器保护

注：设备得到防线路导入电涌的保护， U_2 大大小于 U_0 和 I_2 大大小于 I_0 ，但不需防 H_0 辐射磁场的保护。

图 6.2.2 防雷击电磁脉冲

MB — 总配电箱；SB — 分配电箱；SA — 插座

6.2.3 在两个防雷区的界面上宜将所有通过界面的金属物做等电位连接。由于工艺要求或其他原因，被保护设备的安装位置不会正好设在界面处而是设在其附近，在这种情况下，当线路能承受所发生的电涌电压时，电涌保护器可安装在被保护设备处，而线路的金属保护层或屏蔽层宜首先于界面处做一次等电位连接。

注：LPZ0A与LPZ0B 区之间无实物界面。

6.3 屏蔽、接地和等电位连接的要求

6.3.1 为减少建筑物内雷击电磁场强度和感应效应，宜联合采取以下措施：建筑物和房间的外部设屏蔽，以合适的路径敷设线路，线路屏蔽。

1 为改进电磁环境，所有与建筑物组合在一起的大尺寸金属件都应等电位连接在一起，并与防雷装置相连，如屋顶金属表面、立面金属表面及其固定框架、混凝土内钢筋和金属门窗框架。但第一类防雷建筑物的独立接闪器及其接地装置除外。

2 在需要保护的空間内，采用屏蔽电缆时其屏蔽层应至少在两端并宜在防雷区交界处做等电位连接，系统要求只在一端做等电位连接时，应采用两层屏蔽或穿钢管敷设，外层屏蔽或钢管按前述要求处理。

3 在分开的建筑物之间的连接线路，若无屏蔽层，线路应敷设在金属管、金属格栅或钢筋成格栅形的混凝土管道内，这些金属物从一端到另一端应是导电贯通的，并在两端分别连到建筑物的等电位连接带上；若有屏蔽层，屏蔽层的两端应连到建筑物的等电位连接带上。

4 对由金属物、金属框架或钢筋混凝土钢筋等自然构件构成建筑物或房间的格栅形大空间屏蔽，应将穿入这类屏蔽的导电金属物就近与其做等电位连接。

6.3.2 对屏蔽效率未做试验和理论研究时，磁场强度的衰减应按下列方法计算。

1 在闪电击于格栅形大空间屏蔽以外附近的情况下，当无屏蔽时所产生的无衰减磁场强度，相当于处于LPZ0A 和LPZ0B区内的磁场强度，应按下式计算。

$$H_0 = i_0 / (2 \pi s_a) \quad (6.3.2 - 1)$$

式中： H_0 — 屏蔽时所产生的无衰减磁场强度(A/m)；

i_0 — 最大雷电流(A)，按本规范附录F的表F.0.1-1、表F.0.1-2和表F.0.1-3的规定取值；

s_a — 雷击点与屏蔽空间之间的平均距离(m) (图6.3.2 - 1)，按式(6.3.2 - 3) 或式(6.3.2 - 4) 计算。

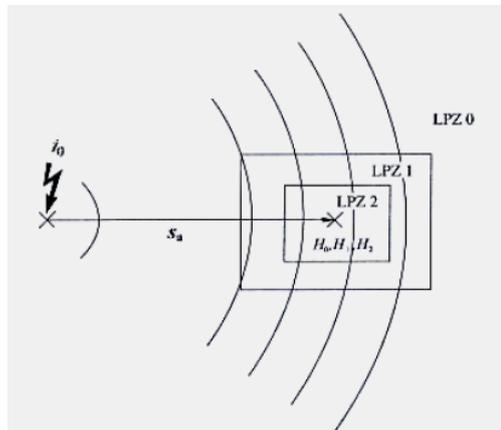


图6.3.2 - 1 附近雷击时的环境情况
 s_a — 雷击点至屏蔽空间的平均距离

1) 在闪电击在建筑物附近磁场强度最大的最坏情况下,按建筑物的防雷类别、高度、宽度或长度可确定可能的雷击点与屏蔽空间之间平均距离的最小值,其方法如下。从图6.3.2-2可看出,最小平均距离是建筑物高度、宽度或长度以及所选最大雷电流对应的滚球半径的一个函数。

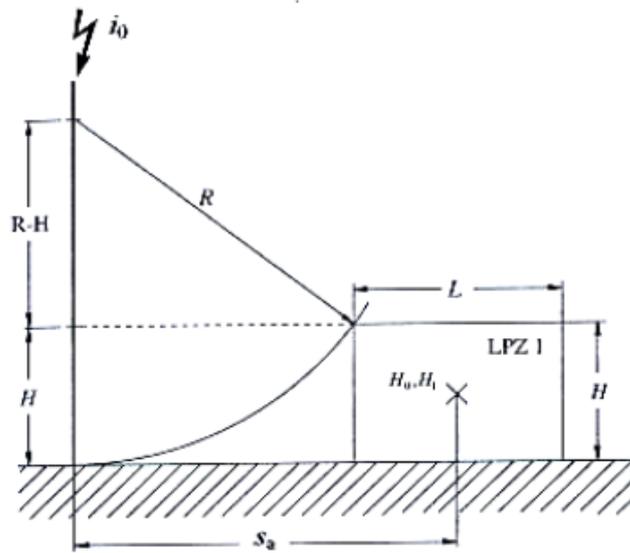


图 6.3.2-2 取决于滚球半径和建筑物尺寸的最小平均距离

滚球半径按下式计算。

$$R = 10 (i_0)^{0.65} \quad (6.3.2-2)$$

式中: R — 滚球半径(m);

i_0 —最大雷电流(k A),按本规范附录F的表 F.0.1-1、表F.0.1-2或表 F.0.1-3的规定取值。对应三类防雷建筑物的滚球半径见表 6.3.2-1。

防雷建筑物类别	最大雷电流 i_0 (k A)			对应的滚球半径 R (m)		
	正极性首次雷击	负极性首次雷击	负极性后续雷击	正极性首次雷击	负极性首次雷击	负极性后续雷击
第一类	200	100	50	313	200	127
第二类	150	75	37.5	260	165	105
第三类	100	50	25	200	127	81

雷击点与屏蔽空间之间的最小平均距离应按下列公式计算。

$$\text{当 } H < R \text{ 时} \quad Sa = \sqrt{H(2R-H)} + \frac{L}{2} \quad (6.3.2-3)$$

$$\text{当 } H \geq R \text{ 时} \quad Sa = R + \frac{L}{2} \quad (6.3.2-4)$$

式中: H — 建筑物高度(m);

L — 建筑物长度(m)。

注: 1 根据具体情况建筑物长度可用宽度代入。

2 对所取最小平均距离小于(6.3.2-3)式或(6.3.2-4)式计算值的情况,闪电将直接击在建筑物上。

2) 当有屏蔽时,在格栅形大空间屏蔽内,即在LPZ1区内的磁场强度应按下列公式计算。

$$H_1 = H_0 / 10^{SF/20} \quad (6.3.2-5)$$

式中: H_1 — 格栅形大空间屏蔽内的磁场强度(A/m);

SF — 屏蔽系数(dB)，按表6.3.2-2的公式计算。

表 6.3.2-2 格栅形大空间屏蔽的屏蔽系数

材 料	SF (dB)	
	25 kHz (见注 1)	1 MHz(见注 2)
铜 / 铝	$20 \cdot \log(8.5/w)$	$20 \cdot \log(8.5/w)$
钢 (见注 3)	$20 \cdot \log \left[\frac{8.5/w}{\sqrt{1+18 \cdot 10^{-6}/r^2}} \right]$	$20 \cdot \log(8.5/w)$

注：1 适用于首次雷击的磁场；

2 适用于后续雷击的磁场；

3 相对磁导系数 $\mu_r \approx 200$ ；

4 w — 格栅形屏蔽的网格宽(m)； r — 格栅形屏蔽网格导体的半径(m)；

5 当计算式得出的值为负数时取 $SF=0$ ；若建筑物具有网格形等电位连接网络， SF 可增加6dB。

表 6.3.2-2的计算值仅对在各LPZ区内距屏蔽层有一安全距离的安全空间内才有效（见图6.3.2-3），安全距离应按下列公式计算。

$$\text{当 } SF \geq 10 \text{ 时 } \quad d_{s/1} = w^{SF/10} \quad (6.3.2-6)$$

$$\text{当 } SF < 10 \text{ 时 } \quad d_{s/1} = w \quad (6.3.2-7)$$

式中： $d_{s/1}$ — 安全距离(m)； w — 格栅形屏蔽的网格宽(m)；

SF — 按表 6.3.2-2 计算的屏蔽系数(dB)。

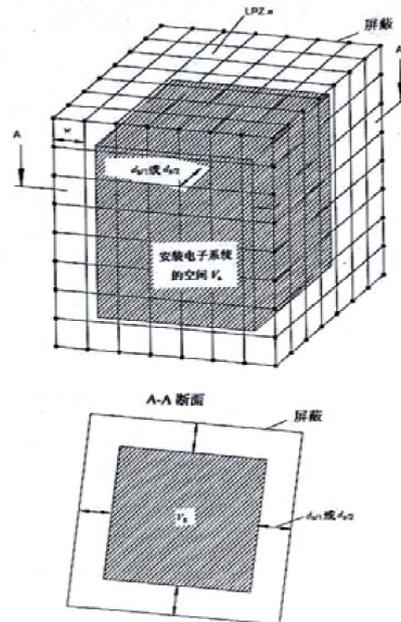


图 6.3.2-3 在LPZ_n区内供安放电气和电子系统的空间

注：空间 V_s 为安全空间。

2 在闪电直接击在位于LPZ_{0A}区的格栅形大空间屏蔽或与其连接的接闪器上的情况下，其内部LPZ₁区内安全空间内某点的磁场强度应按下列公式计算（见图6.3.2-4）。

$$H1 = kH \cdot i0 \cdot w / (dw \cdot \sqrt{dr}) \quad (6.3.2-8)$$

式中： H_1 — 安全空间内某点的磁场强度(A/m)；
 d_r — 所考虑的点距LPZ1区屏蔽顶的最短距离(m)；
 d_w — 所考虑的点距LPZ1区屏蔽壁的最短距离(m)；
 k_H — 形状系数(1/m)，取 $k_H = 0.01$ (1/m)； w — LPZ1区格栅形屏蔽的网格宽(m)。

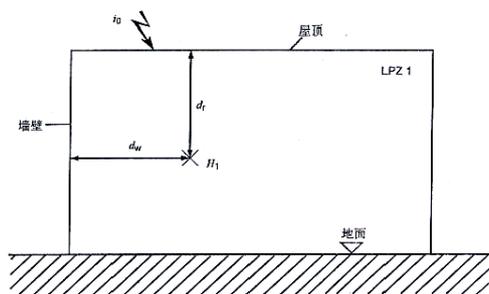


图 6.3.2-4 闪电直接击于屋顶接闪器时 LPZ1 区内的磁场强度

(6.3.2-8) 式的计算值仅对距屏蔽格栅有一安全距离的安全空间内有效，安全距离应按下列公式计算。

当 $SF \geq 10$ 时 $d_{s/2} = w \cdot SF / 10$ (6.3.2-9)

当 $SF < 10$ 时 $d_{s/2} = w$ (6.3.2-10)

式中： $d_{s/2}$ — 安全距离(m)。

电子系统应仅安装在安全空间内。

3 流过包围LPZ2区及以上区的格栅形屏蔽的分雷电流将不会有实质性的影响作用，处在LPZn区内LPZn+1区内的磁场强度将由LPZn区内的磁场强度减至LPZn+1区内的磁场强度，其值可近似地按下式计算。

$$H_{n+1} = H_n / 10^{SF/20} \quad (6.3.2-11)$$

式中： H_n — LPZn区内的磁场强度(A/m)；

H_{n+1} — LPZn+1区内的磁场强度(A/m)。

注：式中的SF为LPZn+1区屏蔽的屏蔽系数。

(6.3.2-11) 式适用于LPZn+1区内距其屏蔽有一安全距离的安全空间内的磁场强度。安全距离应按(6.3.2-6)式或(6.3.2-7)式计算。

当(6.3.2-11) 式中的LPZn区内的磁场强度为LPZ1区内的磁场强度时，LPZ1区内的磁场强度按以下方法确定。

- 1) 闪电击在LPZ1区附近的情况，应按本规范第6.3.2条1款和(6.3.2-5)式确定。
- 2) 闪电直接击在LPZ1区大空间屏蔽上的情况，应按本规范第6.3.2条2款和(6.3.2-8)式确定，但式中的所考虑的点距LPZ1区屏蔽顶的最短距离和距LPZ1区屏蔽壁的最短距离应按图6.3.2-5确定，即其为LPZ2区的屏蔽与LPZ1区的屋顶和墙之间的距离。

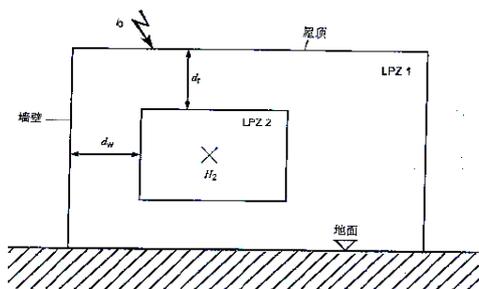


图 6.3.2-5 LPZ2 区内的磁场强度

6.3.3 接地和等电位连接除应符合本规范其他章的规定外，尚应符合下列规定。

1 每幢建筑物本身应采用一个接地系统，其原则构成示于图6.3.3。

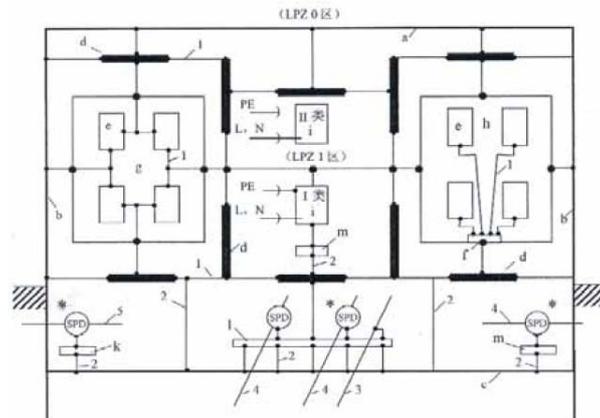


图 6.3.3 接地、等电位连接和接地系统的构成

- a — 防雷装置的接闪器以及可能是建筑物空间屏蔽的一部分，如金属屋顶；
- b — 防雷装置的引下线以及可能是建筑物空间屏蔽的一部分，如金属立面、墙内钢筋；
- c — 防雷装置的接地装置（接地体网络、共用接地体网络）以及可能是建筑物空间屏蔽的一部分，如基础内钢筋和基础接地体；
- d — 内部导电物体，在建筑物内及其上不包括电气装置的金属装置，如电梯轨道，起重机，金属地面，金属门框架，各种服务性设施的金属管道，金属电缆桥架，地面、墙和天花板的钢筋；
- e — 局部电子系统的金属组件，如箱体、壳体、机架；
- f — 代表局部等电位连接带单点连接的接地基准点（ERP）；
- g — 局部电子系统的网形等电位连接结构；
- h — 局部电子系统的星形等电位连接结构；
- i — 固定安装有 PE 线的 I 类设备和无 PE 线的 II 类设备；
- k — 主要供电系统等电位连接用的总接地带、总接地母线、总等电位连接带。也可用作共用等电位连接带；
- l — 主要供电子系统等电位连接用的环形等电位连接带、水平等电位连接导体，在特定情况下：采用金属板。也可用作共用等电位连接带。用接地线多次接到接地系统上做等电位连接，宜每隔 5m 连一次；
- m — 局部等电位连接带；
- 1 — 等电位连接导体；
- 2 — 接地线；
- 3 — 服务性设施的金属管道；
- 4 — 电子系统的线路或电缆；
- 5 — 电气系统的线路或电缆；
- * — 进入 LPZ 1 区处，用于管道、电气和电子系统的线路或电缆等外来服务性设施的等电位连接。

2 当互相邻近的建筑物之间有电气和电子系统的线路连通时，宜将其接地装置互相连接，可通过接地线、PE 线、屏蔽层、穿线钢管、电缆沟的钢筋、金属管道等连接。

6.3.4 穿过各防雷区界面的金属物和建筑物内系统，以及在一个防雷区内部的金属物和建筑物内系统均应在界面处附近做符合下列要求的等电位连接。

1 所有进入建筑物的外来导电物均应在 LPZ0A 或 LPZ0B 与 LPZ1 区的界面处做等电位连接。当外来导电物、电气和电子系统的线路在不同地点进入建筑物时，宜设若干等电位连接带，并应将其就近连到环形接地体、内部环形导体或此类钢筋上，它们在电气上是贯通的并连通到接地体，含基础接地体。

环形接地体和内部环形导体应连到钢筋或金属立面等其它屏蔽构件上，宜每隔 5m 连接一次。

对各类防雷建筑物，各种连接导体和等电位连接带的截面不应小于本规范表 5.1.2 的规定。

当建筑物内有电子系统时，在那些要求雷击电磁脉冲影响最小之处，等电位连接带宜采用金属板，并与钢筋或其他屏蔽构件作多点连接。

2 在LPZ0A与LPZ1区的界面处做等电位连接用的接线夹和电涌保护器，应采用本规范表F.0.1-1的雷电流参量估算通过它们的分流值。当无法估算时，可按本规范公式(4.2.4-6)或(4.2.4-7)计算。尚应考虑沿各种设施引入建筑物的雷电流。应采用以上两值的较大者。

在靠近地面于LPZ0B与LPZ1区的界面处做等电位连接用的接线夹和电涌保护器仅应按上段所述方法考虑闪电击中建筑物防雷装置时通过它们的雷电流；可不考虑沿全长处在LPZ0B区的各种设施引入建筑物的雷电流，其值仅为感应电流和小部分雷电流。

3 各后续防雷区界面处的等电位连接也应采用本条1款的一般原则。穿过防雷区界面的所有导电物、电气和电子系统的线路均应在界面处做等电位连接。宜采用一局部等电位连接带做等电位连接，各种屏蔽结构或设备外壳等其他局部金属物也连到该带。

用于等电位连接的接线夹和电涌保护器应分别估算通过的雷电流。

4 所有电梯轨道、起重机、金属地板、金属门框架、设施管道、电缆桥架等大尺寸的内部导电物，其等电位连接应以最短路径连到最近的等电位连接带或其他已做了等电位连接的金属物或等电位连接网络，各导电物之间宜附加多次互相连接。

5 电子系统的所有外露导电物应与建筑物的等电位连接网络做功能性等电位连接。由于按照本规范规定实现的等电位连接网络均有通大地的连接，所有电子系统不应设独立的接地装置。向电子系统供电的配电箱的保护地线(PE线)应就近与建筑物的等电位连接网络做等电位连接。

一个电子系统的各种箱体、壳体、机架等金属组件与建筑物接地系统的等电位连接网络做功能性等电位连接应采用以下两种基本形式之一(图6.3.4)：S型星形结构或M型网状结构。

当采用S型等电位连接时，电子系统的所有金属组件，例如箱体、壳体、机架，除等电位连接点外，应与接地系统的各组件绝缘。

6 当电子系统为300kHz以下的模拟线路时，可采用S型等电位连接，而且所有设施管线和电缆宜从ERP处附近进入该电子系统。

S型等电位连接应仅通过唯一的一点，即接地基准点ERP组合到接地系统中去形成S_s型等电位连接(图6.3.4)。在这种情况下，设备之间的所有线路和电缆当无屏蔽时宜与成星形连接的等电位连接线平行敷设，以免产生大的感应环路。

用于限制从线路传导来的过电压的电涌保护器，其引线的连接点应使加到被保护设备上的电涌电压最小。

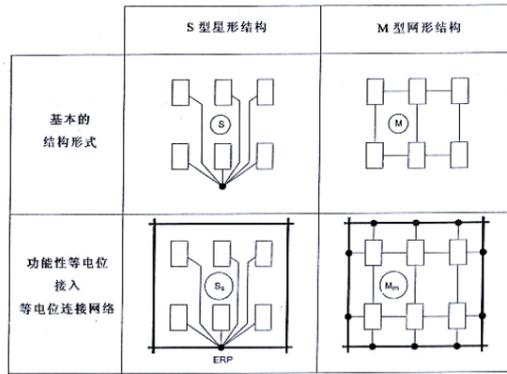
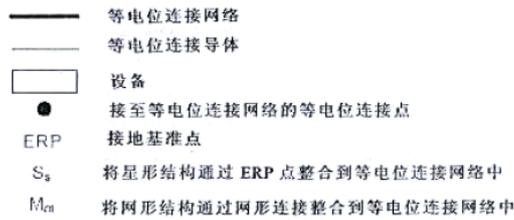


图 6.3.4 电子系统功能性等电位连接整合到等电位连接网络中



7 当电子系统为MHz级数字线路时应采用M 型等电位连接，系统的各金属组件不应与接地系统各组件绝缘。M型等电位连接应通过多点连接组合到等电位连接网络中去，形成 M_m 型等电位连接。每台设备的等电位连接线的长度不宜大于0.5 m，并宜设两根等电位连接线，安装于设备的对角处，其长度宜按相差20% 考虑，例如，一根长0.5m、另一根长0.4 m 。

6.4 安装和选择电涌保护器的要求

6.4.1 在复杂的电气和电子系统中，除在户外线路进入建筑物处，LPZ0A或LPZ0B进入LPZ1区，按本规范第4 章要求安装电涌保护器外，在其后的配电和信号线路上应按本章第6.4. 4至6.4.8. 条考虑是否选择和安装与其协调配合好的电涌保护器保护。

6.4.2 在两栋定为LPZ1区的独立建筑物用电气线路或信号线路的屏蔽电缆或穿钢管的无屏蔽线路连接在一起的情况下，屏蔽层流过的分雷电流在其上所产生的电压降不应対线路和所接设备引起绝缘击穿，同时屏蔽层的截面应满足通流能力（见图6.4.2）。计算方法见本规范附录H 。

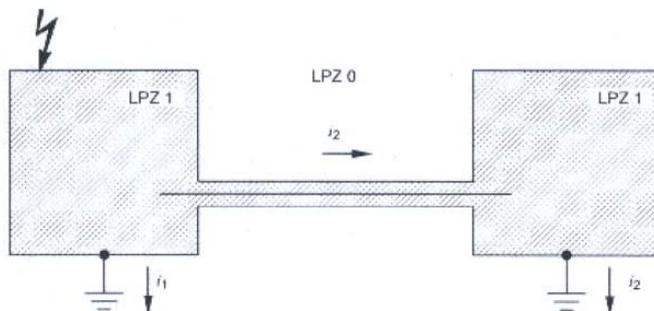


图 6,4,2 用屏蔽电缆或穿钢管线路将两栋独立的LPZ1区连接在一起

6.4.3 在 LPZ1区内两个LPZ₂区之间用电气线路或信号线路 的屏蔽电缆或屏蔽的电缆沟或穿钢管屏蔽的线路连接在一起，当上述线路没有引出LPZ₂区时，线路的两端可不安装电 涌保护器，见图6.4.3。

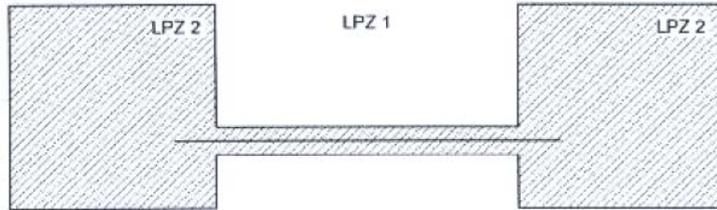


图 6.4.3 用屏蔽的线路将两个LPZ 2 区连接在一起

6.4.4 需要保护的线路和设备的耐冲击电压，220/380V三相配电线路可按表6.4.4规定取值；通信线路和设备宜按相关标准确定；其他线路和设备，包括电压和电流的抗扰度，宜按制造商提供的材料确定。

表 6.4.4 建筑物内220/380V 配电系统中设备绝缘耐冲击电压额定值

设备位置	电源处的设备	配电线路和最后分支线路的设备	用电设备	特殊需要保护的设备
耐冲击电压类别	IV 类	III 类	II 类	I 类
耐冲击电压额定值 U_w (kV)	6	4	2.5	1.5

- 注： I 类— 含有电子电路的设备， 如计算机、有电子程序控制的设备， 等等 ；
 II 类— 如家用电器和类似负荷；
 III 类— 如配电盘， 断路器， 包括线路、母线、分线盒、开关、插座等固定装置的布线系统， 以及应用于工业的设备和永久接至固定装置的固定安装的电动机等的一些其他设备；
 IV 类— 如电气计量仪表、一次线过流保护设备、滤波器。

6.4.5 电涌保护器安装位置和放电电流的选择

1 户外线路进入建筑物处，即LPZ0A 或LPZ0B 进入LPZ1区，例如在配电线路的总配电箱MB处，所安装的电涌保护器应按本规范第4章相关规定确定。

2 靠近需要保护的设备处，即LPZ2和更高区的界面处，例如在配电线路的分配电箱SB或插座SA处，当需要安装电涌保护器时对电气系统宜选用 II 或III级试验的电涌保护器，对电子系统宜按具体情况确定，另见本规范附录J，它们的技术参数应按制造商提供的、在能量上与本条1款所选用的配合好的电涌保护器选用，包含多组电涌保护器之间的最小距离要求。

3 电涌保护器应与同一直路上游的电涌保护器在能量上配合好，这类资料应由制造商提供。若无此资料，II级试验的电涌保护器，其标称放电电流不应小于5kA；III级试验的电涌保护器，其标称放电电流不应小于3kA。

6.4.6 电涌保护器的有效电压保护水平可按下列公式计算。

1 对限压型电涌保护器，
$$U_{p/f} = U_p + \Delta U \quad (6.4.6-1)$$

2 对电压开关型电涌保护器，

$$U_{p/f} = U_p \text{ 或 } U_{p/f} = \Delta U \text{ 中的大者} \quad (6.4.6-2)$$

式中： $U_{p/f}$ — 电涌保护器的有效电压保护水平(kV) ；

U_p — 电涌保护器的电压保护水平 (kV) ；

ΔU — 电涌保护器两端引线的感应电压降，即 $L \times (di/dt)$ ，

户外线路进入建筑物处可按1kV/m计算，在其后的可按 $\Delta U=0.2U_p$ 计算，仅是感应电涌时可略去不计。

注： 为取得较小的电涌保护器有效电压保护水平，一方面可选有较小电压保护水平值的电涌保护器，一方面应采用合理的接线，

例子见本规范附录J，并尽可能缩短连接电涌保护器的导体长度。

6.4.7 考虑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下列要求。

1 当被保护设备距电涌保护器的距离，沿线路的长度小于或等于5m时或在线路有屏蔽并两端等电位连接下

沿线路的长度小于或等于10m时，应按下式计算。

$$U_{p/f} \leq U_w \quad (6.4.7-1)$$

式中： U_w — 被保护设备的设备绝缘耐冲击电压额定值(kV)。

2 当被保护设备距电涌保护器的距离，沿线路的长度大于10m时，应按下式计算。

$$U_{p/f} \leq \frac{U_w - U_i}{2} \quad (6.4.7-2)$$

式中： U_i — 雷击建筑物附近，电涌保护器与被保护设备之间电路环路的感应过电压(kV)，
按本章第6.3.2条和附录G计算。

3 当建筑物或房间有空间屏蔽和线路有屏蔽或仅线路有屏蔽并两端等电位连接时，可不考虑电涌保护器与被保护设备之间电路环路的感应过电压，但应按下式计算。

$$U_{p/f} \leq \frac{U_w}{2} \quad (6.4.7-3)$$

当被保护的电子设备或系统要求按GB/T17626.5-1999(等效IEC61000-4-5:1995)《电磁兼容试验和测量技术浪涌(冲击)抗扰度试验》标准确定的冲击电涌电压小于 U_w 时，上述的 U_w 应用前者代入。

6.4.8 用于电气系统的电涌保护器的最大持续运行电压值和接线形式以及用于电子系统的电涌保护器的最大持续运行电压值应按本规范附录J的规定采用。连接电涌保护器的导体截面应按本规范表5.1.2的规定取值。

附录 A 建筑物年预计雷击次数

A.0.1 建筑物年预计雷击次数应按下列公式计算。

$$N = k \times N_g \times A_e \quad (\text{A.0.1})$$

式中： N — 建筑物年预计雷击次数(次/a)；

k — 校正系数，在一般情况下取1，在下列情况下取相应数值：位于河边、湖边、山坡下或山地中土壤电阻率较小处、地下水露头处、土山顶部、山谷风口等处的建筑物，以及特别潮湿的建筑物取1.5；金属屋面没有接地的砖木结构建筑物取1.7；位于山顶上或旷野的孤立建筑物取2；

N_g — 建筑物所处地区雷击大地的年平均密度(次/km²/a)；

A_e — 与建筑物截收相同雷击次数的等效面积(km²)。

A.0.2 雷击大地的年平均密度，首先应按当地气象台、站资料确定；若无此资料，可按下列公式计算。

$$N_g = 0.1 \times T_d \quad (\text{次/km}^2/\text{a}) \quad (\text{A.0.2})$$

式中： T_d — 年平均雷暴日，根据当地气象台、站资料确定(d/a)。

A.0.3 与建筑物截收相同雷击次数的等效面积应为其实际平面面积向外扩大后的面积。其计算方法应符合下列规定。

1 当建筑物的高小于100 m 时，其每边的扩大宽度和等效面积应按下列公式计算(图A)。

$$D = \sqrt{H(200 - H)}$$

$$A_e = [LW + 2(L + W)\sqrt{H(200 - H)} + \pi H(200 - H)] \cdot 10^{-6}$$

式中： D — 建筑物每边的扩大宽度(m)；

L 、 W 、 H — 分别为建筑物的长、宽、高(m)。

2 当建筑物的高小于100m，同时其周边在 $2D$ 范围内有等高或比它低的其他建筑物，这些建筑物不在所考虑建筑物以 $h_r=100$ (m)的保护范围内时，按公式(A.0.3-2)算出的 A_e 可减去 $(D/2) \times$ (这些建筑物与所考虑建筑物边长平行以米计的长度总和) $\times 10^{-6}$ (km²)。

当四周在 $2D$ 范围内都有等高或比它低的其他建筑物时，其等效面积可按下列公式计算。

$$A_e = [LW + (L + W)\sqrt{H(200 - H)} + \frac{\pi H(200 - H)}{2}] \cdot 10^{-6}$$

3 当建筑物的高小于100 m，同时其周边在 $2D$ 范围内有比它高的其他建筑物时，按公式(A.0.3-2)算出的等效面积可减去 $D \times$ (这些建筑物与所考虑建筑物边长平行以米计的长度总和) $\times 10^{-6}$ (km²)。

当四周在 $2D$ 范围内都有比它高的其他建筑物时，其等效面积可按下列公式计算。

$$A_e = LW \times 10^{-6} (\text{km}^2) \quad (\text{A.0.3-4})$$

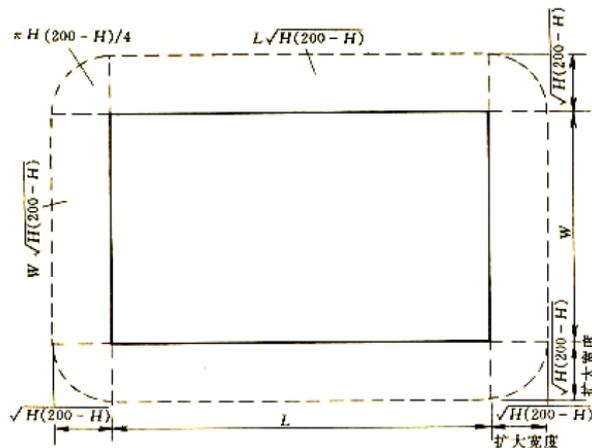


图 A 建筑物的等效面积

4 当建筑物的高等于或大于100 m时，其每边的扩大宽度应按等于建筑物的高计算；建筑物的等效面积应按下式计算。

$$Ae = [LW + 2H(L + W)\pi H^2] \bullet 10^{-6} \quad (\text{A.0.3-5})$$

5 当建筑物的高等于或大于100 m，同时其周边在 $2H$ 范围内有等高或比它低的其他建筑物，这些建筑物不在所考虑建筑物以滚球半径等于建筑物高(m)的保护范围内时，按公式(A.0.3 -5)算出的等效面积可减去 $(H/2) \times$ (这些建筑物与所考虑建筑物边长平行以米计的长度总和) $\times 10^{-6}(\text{km}^2)$ 。

当四周在 $2H$ 范围内都有等高或比它低的其他建筑物时，其等效面积可按下式计算。

$$Ae = [LW + H(L + W) + \frac{\pi H^2}{4}] \bullet 10^{-6} \quad (\text{A.0.3-6})$$

6 当建筑物的高等于或大于100 m，同时其周边在 $2H$ 范围内有比它高的其他建筑物时，按公式(A.0.3 -5)算出的等效面积可减去 $H \times$ (这些建筑物与所考虑建筑物边长平行以米计的长度总和) $\times 10^{-6}(\text{km}^2)$ 。

当四周在 $2H$ 范围内都有比它高的其他建筑物时，其等效面积可按公式(A.0.3-4)计算。

7 当建筑物各部位的高不同时，应沿建筑物周边逐点算出最大扩大宽度，其等效面积应按每点最大扩大宽度外端的连接线所包围的面积计算。

附录 B 建筑物易受雷击的部位

B.0.1 平屋面或坡度不大于 $1/10$ 的屋面，其易受雷击的部位是檐角、女儿墙、屋檐，见图B(a)、图B(b)。

B.0.2 坡度大于 $1/10$ 且小于 $1/2$ 的屋面，其易受雷击的部位是屋角、屋脊、檐角、屋檐，见图B(c)。

B.0.3 坡度不小于 $1/2$ 的屋面，其易受雷击的部位是屋角、屋脊、檐角，见图B(d)。

B.0.4 对图B(c)和图B(d)，在屋脊有接闪带的情况下，当屋檐处于屋脊接闪带的保护范围内时屋檐上可不设接闪带。

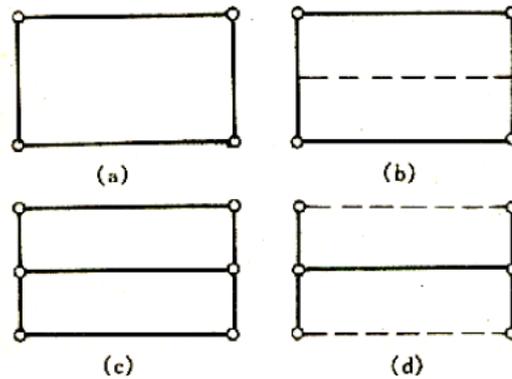


图 B 建筑物易受雷击的部位

—— 易受雷击部位； - - - - 不易受雷击的屋脊或屋檐；

○ 雷击率最高部位

附录 C 接地装置冲击接地电阻与工频接地电阻的换算

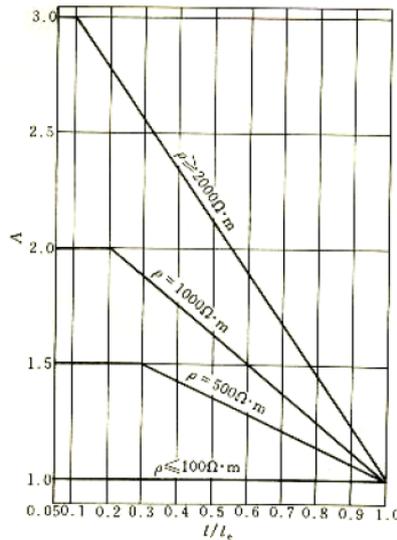
C.0.1 接地装置冲击接地电阻与工频接地电阻的换算应按下列式计算。

$$R_{\sim} = A \times R_i \quad (\text{C.0.1})$$

式中： R_{\sim} — 接地装置各支线的长度取值小于或等于接地体的有效长度 l_e ，或者有支线大于 l_e 而取其等于 l_e 时的工频接地电阻(Ω)；

A — 换算系数，其值宜按图C.0.1确定；

R_i — 所要求的接地装置冲击接地电阻(Ω)。



图C.0.1 换算系数A

注： l 为接地体最长支线的实际长度，其计量与 l_e 类同；当它大于 l_e 时，取其等于 l_e 。

C.0.2 接地体的有效长度应按下列式计算。

$$l_e = 2\sqrt{\rho} \quad (\text{C.0.2})$$

式中： l_e — 接地体的有效长度，应按图C.0.2计量(m)；

ρ — 敷设接地体处的土壤电阻率($\Omega \cdot \text{m}$)。

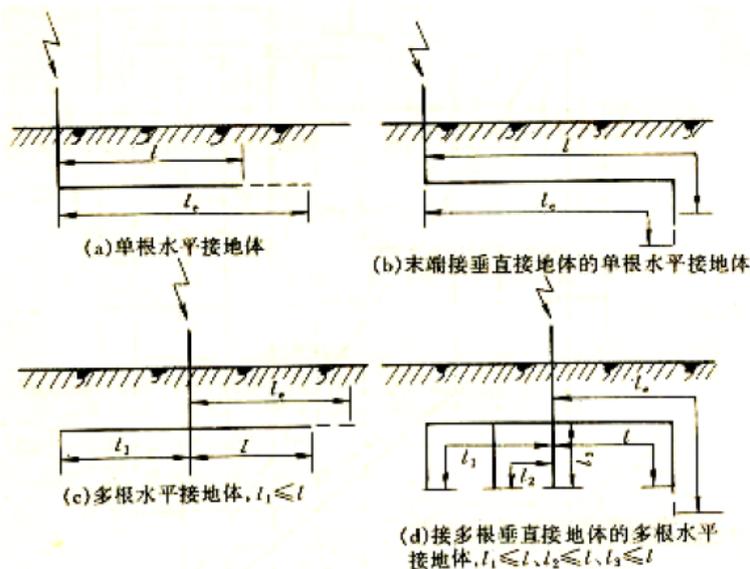


图 C.0.2 接地体有效长度的计量

C.0.3 环绕建筑物的环形接地体应按以下方法确定冲击接地电阻。

1 当环形接地体周长的一半大于或等于接地体的有效长度时，引下线的冲击接地电阻应为从与引下线的连接点起沿两侧接地体各取有效长度的长度算出的工频接地电阻，这时换算系数等于1。

2 当环形接地体周长的一半小于有效长度时，引下线的冲击接地电阻应为以接地体的实际长度算出的工频接地电阻再除以换算系数。

C.0.4 与引下线连接的基础接地体，当其钢筋从与引下线的连接点量起大于20 m 时，其冲击接地电阻应为以换算系数等于1 和以该连接点为圆心、20 m 为半径的半球体范围内的钢筋体的工频接地电阻。

附录 D 滚球法确定接闪器的保护范围

附录 E 分流系数 k_c

E.0.1 分流系数 k_c ，单根引下线时应为1；两根引下线及接闪器不成闭合环的多根引下线时可为0.66或按本附录图E.0.4计算确定；图E.0.1 (c)适用于引下线根数 n 不少于3根，当接闪器成闭合环或网状的多根引下线时可为0.44。

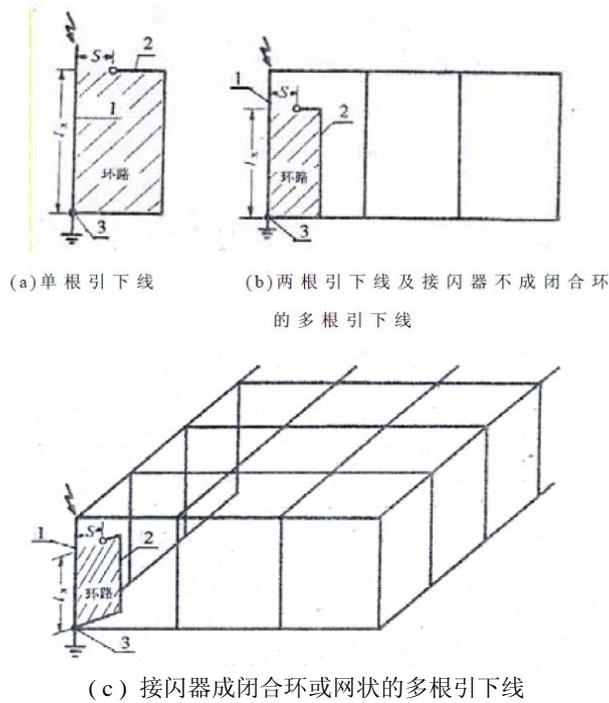


图 E.0.1 分流系数 k_c (1)

E.0.2 当采用网格型接闪器、引下线用多根环形导体互相连接、接地体采用环形接地体，或者利用建筑物钢筋或钢构架作为防雷装置时，分流系数 k_c 宜按图E.0.2 确定。

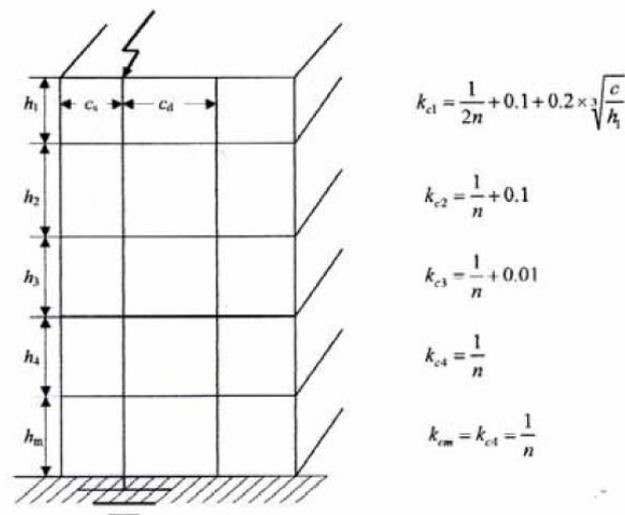


图 E.0.2 分流系数 k_c (2)

注：1 $h_1 \sim h_m$ 为连接引下线各环形导体或各层地面金属体之间的距离， c_s 、 c_d 为某引下线顶雷击点至两侧最近引下线之间的距离，计算式中的 c 取这二者之小者， n 为建筑物周边和内部引下线的根数且不少于4 根。 c 和 h_1 值适用于3m至20m。

2 本图适用于单层至高层建筑物。

E.0.3 在接地装置相同的情况下，即采用环形接地体或各引下线设独自接地体且其冲击接地电阻相近，按图E.0.1和图E.0.2 确定的分流系数 k_c 值不同时，可取较小者。

E.0.4 单根导体接闪器按两根引下线考虑时可按图E.0.4计算 k_c 。接地体与 k_c 值的关系同本附录图E.0.1的注2。

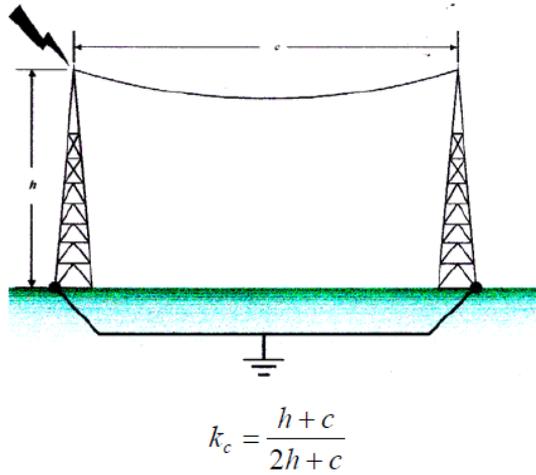


图 E.0.4 分流系数 k_c (3)

附录 F 雷电流

附录 G 环路中感应电压和电流的计算

附录 H 电缆从户外进入户内的屏蔽层截面积

附录 J 电涌保护器

J.1 用于电气系统的电涌保护器

J.1.1 电涌保护器的最大持续运行电压不应小于表J.1.1所规定的最小值；在电涌保护器安装处的供电电压偏差超过所规定的10%以及谐波使电压幅值加大的情况下，应根据具体情况对限压型电涌保护器提高表J.1.1所规定的最大持续运行电压最小值。

表 J.1.1 电涌保护器取决于系统特征所要求的最大持续运行电压最小值

电涌保护器接于	配 电 网 络 的 系 统 特 征				
	TT 系统	TN- C 系统	TN- S 系统	引出中性线的 IT 系统	无中性线引出的 IT 系统
每一相线与中性线间	$1.15U_0$	不适用	$1.15U_0$	$1.15U_0$	不适用
每一相线与 PE 线间	$1.15U_0$	不适用	$1.15U_0$	$\sqrt{3} U_0^{a)}$	相间电压 ^{a)}
中性线与 PE 线间	$U_0^{a)}$	不适用	$U_0^{a)}$	$U_0^{a)}$	不适用
每一相线与 PEN 线间	不适用	$1.15 U_0$	不适用	不适用	不适用

注： 1 标有a) 的值是故障下最坏的情况， 所以不需计及15% 的允许误差。

2 U_0 是低压系统相线对中性线的标称电压， 即相电压220V 。

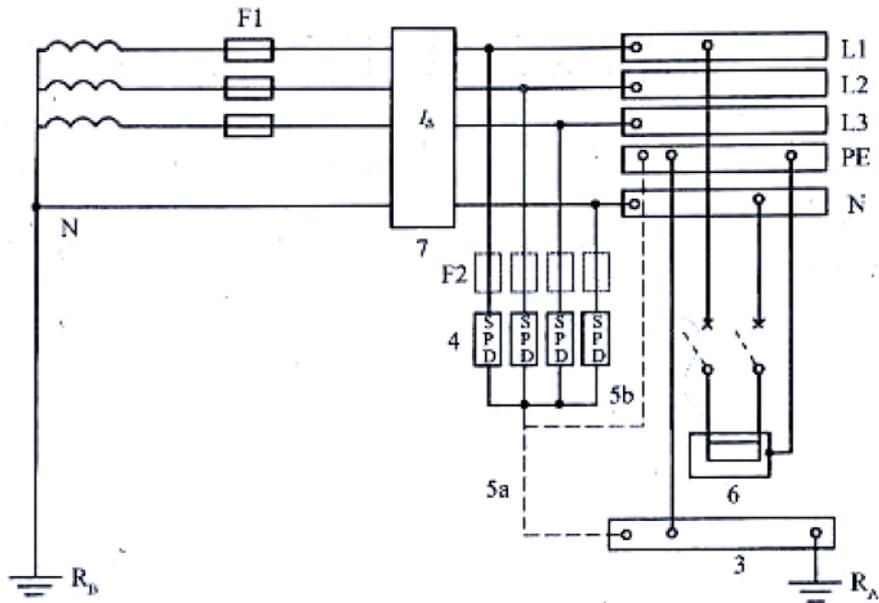
3 此表基于按GB18802.1 标准做过相关试验的电涌保护器产品。

J.1.2 根据系统特征，电涌保护器的接线形式应符合表J.1.2 规定。具体接线图见图J.1.2-1 ~ 图J.1.2 - 5。

表 J.1.2 根据系统特征安装电涌保护器

电涌保护器 接于	电涌保护器安装处的系统特征							
	T T 系统		TN-C 系统	T N - S 系统		引出中性线的 IT 系统		不引出中性 线的 IT 系统
	按以下形式连接			按以下形式连接		按以下形式连接		
	接线形式 1	接线形式 2		接线形式 1	接线形式 2	接线形式 1	接线形式 2	
每根相线与 中性线间	+	o	不适用	+	o	+	o	不适用
每根相线与 P E 线间	o	不适用	不适用	o	不适用	o	不适用	o
中性线与 PE 线间	o	o	不适用	o	o	o	o	不适用
每根相线与 PEN 线间	不适用	不适用	o	不适用	不适用	不适用	不适用	不适用
各相线之间	+	+	+	+	+	+	+	+

注： 0 — — 必须； + — — 非强制性的， 可附加选用。



图J.1.2 - 1 TT 系统电涌保护器安装在进户处剩余电流保护器的负荷侧

- 3 —— 总接地端或总接地连接带；
- 4 —— U_p 应小于或等于2.5 kV 的电涌保护器；
- 5 —— 电涌保护器的接地连接线，5 a 或5 b ；
- 6 —— 需要被电涌保护器保护的设备；
- 7 —— 剩余电流保护器(RCD) ， 应考虑通雷电流的能力；
- F1 —— 安装在电气装置电源进户处的保护电器；
- F2 —— 电涌保护器制造厂要求装设的过电流保护电器；
- RA —— 本电气装置的接地电阻；
- RB —— 电源系统的接地电阻。

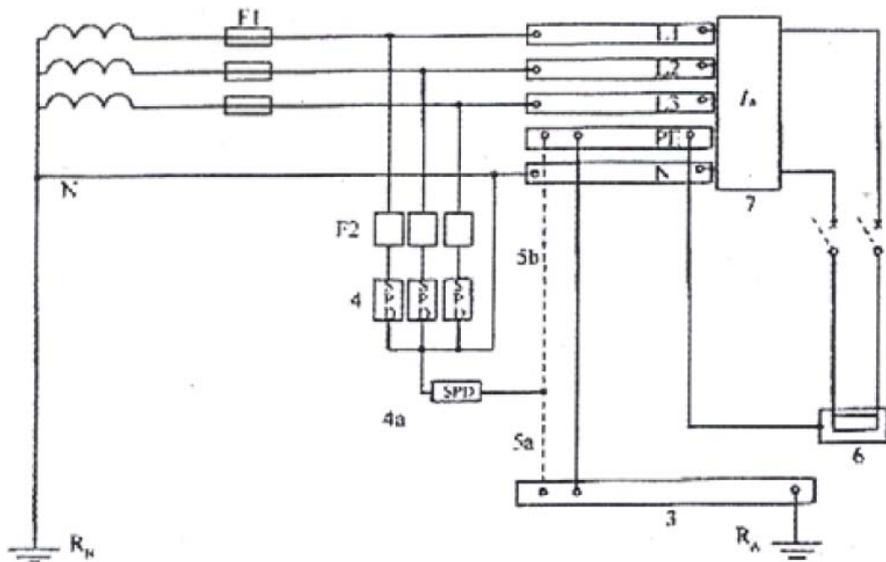
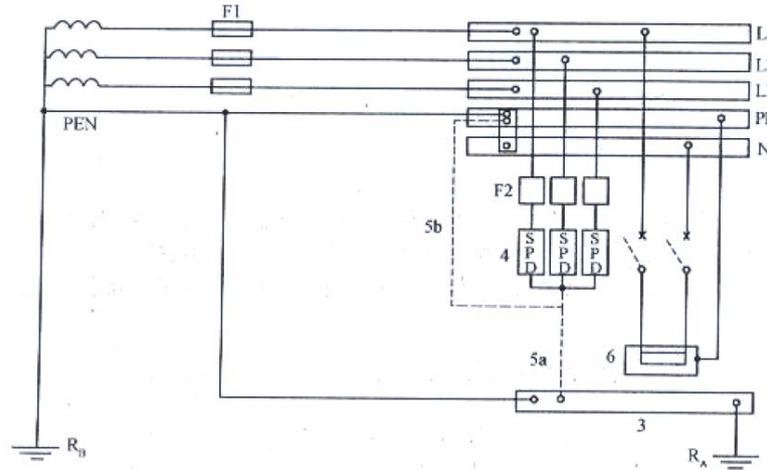


图 J.1.2 - 2 TT 系统电涌保护器安装在进户处RCD 的电源侧

- 3 —— 总接地端或总接地连接带；
- 4、4a —— 电涌保护器，它们串联后构成的 U_p 应小于或等于2.5 kV；
- 5 —— 电涌保护器的接地连接线，5a或5b；

- 6 —— 需要被电涌保护器保护的设备；
- 7 —— 安装于母线的电源侧或负荷侧的RCD；
- F1 —— 安装在电气装置电源进户处的保护电器；
- F2 —— 电涌保护器制造厂要求装设的过电流保护电器；
- R_A —— 本电气装置的接地电阻；
- R_B —— 电源系统的接地电阻。

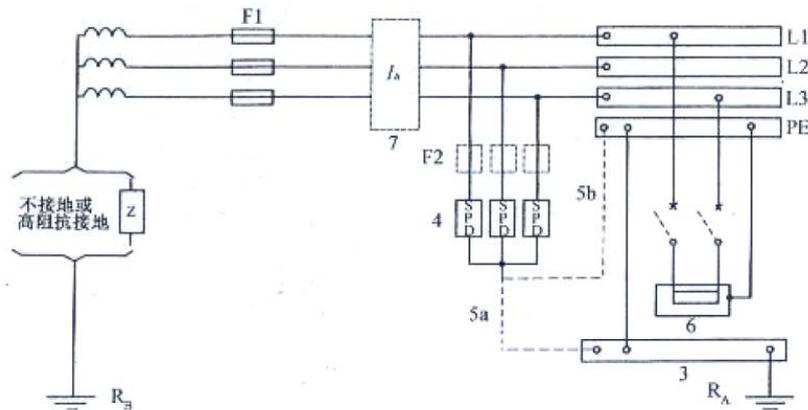
注：在高压系统为低电阻接地的前提下当电源变压器高压侧碰外壳短路产生的过电压加于4a电涌保护器时该电涌保护器应按GB18802.1标准做200ms或按厂家要求做更长时间耐1200 V 暂态过电压试验。



图J.1.2 - 3 TN系统安装在进户处的电涌保护器

- 3 —— 总接地端或总接地连接带；
- 4 —— U_p 应小于或等于2.5 kV的电涌保护器；
- 5 —— 电涌保护器的接地连接线，5a或5b；
- 6 —— 需要被电涌保护器保护的设备；
- F1 —— 安装在电气装置电源进户处的保护电器；
- F2 —— 电涌保护器制造厂要求装设的过电流保护电器；
- R_A —— 本电气装置的接地电阻；
- R_B —— 电源系统的接地电阻。

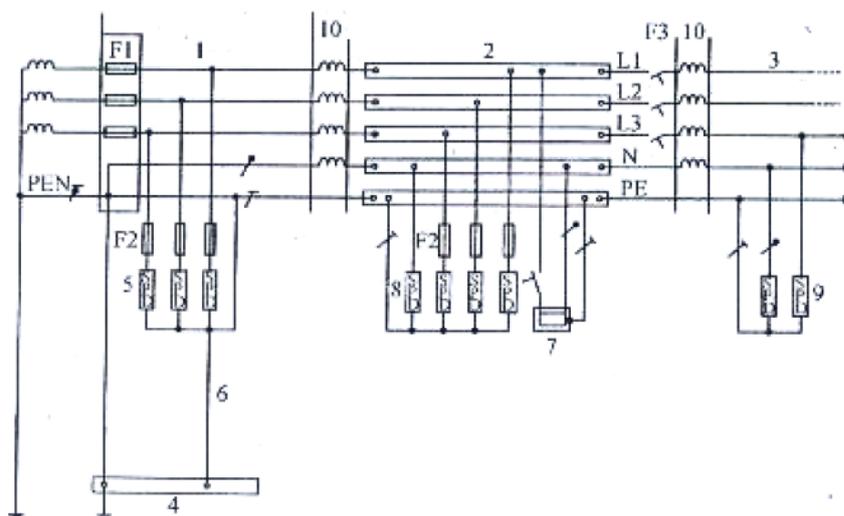
注：当采用TN-C-S或TN-S系统时，在N与PE线连接处电涌保护器用三个，在其以后N与PE线分开10m以后安装电涌保护器时用四个，即在N与PE线间增加一个，见图J.1.2-5及其注。



图J.1.2 - 4 IT系统电涌保护器安装在进户处剩余电流保护器的负荷侧

- 3 —— 总接地端或总接地连接带；

- 4 —— U_p 应小于或等于2.5k V的电涌保护器；
- 5 —— 电涌保护器的接地连接线，5a 或5b ；
- 6 —— 需要被电涌保护器保护的的设备；
- 7 —— 剩余电流保护器(RCD) ；
- F 1 —— 安装在电气装置电源进户处的保护电器；
- F 2 —— 电涌保护器制造厂要求装设的过电流保护电器；
- R A —— 本电气装置的接地电阻；
- R B —— 电源系统的接地电阻。



图J.1.2-5 I级、II级和III级试验的电涌保护器的安装
(以TN-C-S系统为例)

- 1 —— 电气装置的电源进户处；
- 2 —— 配电箱；
- 3 —— 送出的配电线路；
- 4 —— 总接地端或总接地连接带；
- 5 —— I级试验的电涌保护器；
- 6 —— 电涌保护器的接地连接线；
- 7 —— 需要被电涌保护器保护的固定安装的设备；
- 8 —— II级试验的电涌保护器；
- 9 —— II级或III级试验的电涌保护器；
- 10 —— 去耦器件或配电线路长度；
- F1、F2、F3 —— 过电流保护电器。

注：1 当电涌保护器5和8不是安装在同一处时，电涌保护器5的 U_p 应小于或等于2.5 kV；电涌保护器5和8可以组合为一台电涌保护器，其 U_p 应小于或等于2.5kV。

2 当电涌保护器5和8之间的距离小于10m时，在8处N与PE之间的电涌保护器可不装。

J.2 用于电子系统的电涌保护器

J.2.1 电信和信号线路上所接入的电涌保护器的类别及其冲击限制电压试验用的电压波形和电流波形应符合表J.2.1 规定。

表 J.2.1 电涌保护器的类别及其冲击限制电压试验用的电压波形和电流波形

类别	试验类型	开路电压	短路电流
A1	很慢的上升率	$\geq 1 \text{ kV}$ $0.1 \text{ kV}/\mu\text{s}$ 至 100 kV/s	10 A , $0.1 \text{ A}/\mu\text{s}$ 至 $2 \text{ A}/\mu\text{s}$ $\geq 1000 \mu\text{s}$ (持续时间)
A2	AC		
B1	慢上升率	1 kV , $10/1000 \mu\text{s}$	100 A , $10/1000 \mu\text{s}$
B2		1 kV 至 4 kV , $10/700 \mu\text{s}$	25 A 至 100 A , $5/300 \mu\text{s}$
B3		$\geq 1 \text{ kV}$, $100 \text{ V}/\mu\text{s}$	10 A 至 100 A , $10/1000 \mu\text{s}$
C1	快上升率	0.5 kV 至 $< 1 \text{ kV}$, $1.2/50 \mu\text{s}$	0.25 kA 至 $< 1 \text{ kA}$, $8/20 \mu\text{s}$
C2		2 kV 至 10 kV , $1.2/50 \mu\text{s}$	1 kA 至 5 kA , $8/20 \mu\text{s}$
C3		$\geq 1 \text{ kV}$, $1 \text{ kV}/\mu\text{s}$	10 A 至 100 A , $10/1000 \mu\text{s}$
D1	高能量	$\geq 1 \text{ kV}$	0.5 kA 至 2.5 kA , $10/350 \mu\text{s}$
D2		$\geq 1 \text{ kV}$	0.6 kA 至 2.0 kA , $10/250 \mu\text{s}$

J.2.2 电信和信号线路上所接入的电涌保护器，其最大持续运行电压最小值应大于接到线路处可能产生的最大运行电压。用于电子系统的电涌保护器，其标记的直流电压 U_{DC} 也可用于交流电压 U_{AC} 有效值，反之亦然，它们之间的关系为 $U_{DC} = 2 \times U_{AC}$ 。

J.2.3 应注意电涌保护器的一些参数，当其接到电子系统上后可能影响电子系统的传输性能，例如，电容、串联电阻、插入损耗、回波损耗、近端串扰、纵向平衡。设计时应考虑它们是否满足要求。

J.2.4 合理接线的例子

1 应保证电涌保护器的差模和共模限制电压的规格与需要保护系统的要求相一致，见图J.2.4-1。

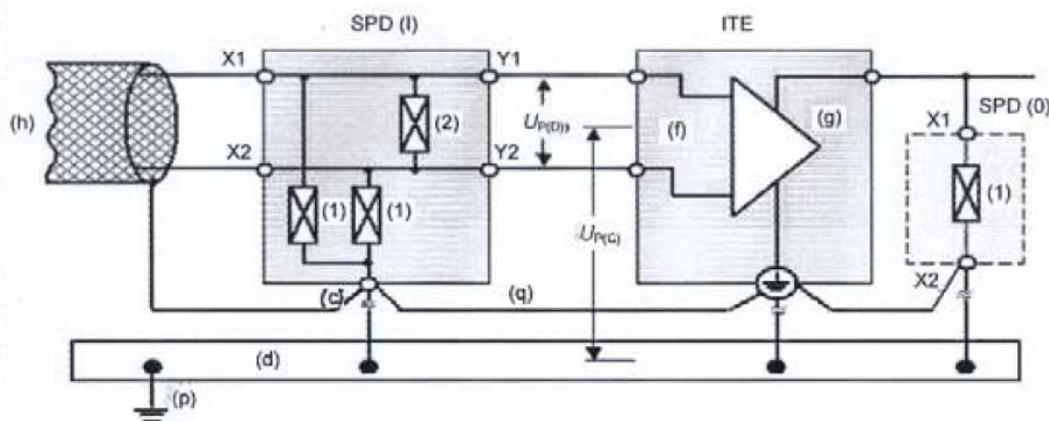


图 J.2.4-1 防需要保护的电子设备(ITE)的供电电压输入端及其信号端的差模和共模电压的保护措施的例子

- (c) ——电涌保护器的一个连接点，通常，电涌保护器内的所有限制共模电涌电压元件都以此为基准点；
- (d) —— 等电位连接带；
- (f) —— 电子设备的信号端口；
- (g) —— 电子设备的电源端口；
- (h) —— 电子系统线路或网络；
- (l) —— 符合本附录表J.2.1 所选用的电涌保护器；
- (o) —— 用于直流电源线路的电涌保护器；
- (p) —— 接地导体；

Up(C) —— 将共模电压限制至电压保护水平;

Up(D) —— 将差模电压限制至电压保护水平;

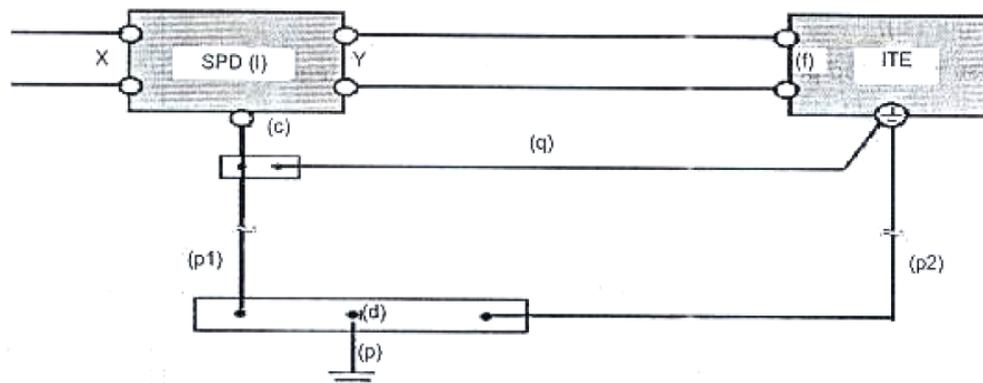
X1、X2 —— 电涌保护器非保护侧的接线端子, 在它们之间接入(1) 和(2) 限压元件;

Y1、Y2 —— 电涌保护器保护侧的接线端子;

(1) —— 用于限制共模电压的防电涌电压元件;

(2) —— 用于限制差模电压的防电涌电压元件。

2 接至电子设备的多接线端子电涌保护器, 为将其有效电压保护水平减至最小所必需的安装条件, 见图 J.2.4-2 。



图J.2.4-2 将多接线端子电涌保护器的有效电压保护水平减至最小所必需的安装条件的例子

(c)、(d)、(f)、(l)、(p) —— 同图J.2.4-1 的说明;

(p1)、(p2) —— 应尽可能短的接地导体, 当电子设备(ITE)在远处时可能无(p2);

(q) —— 必需的连接线(应尽可能短);

X、Y —— 电涌保护器的接线端子, X为其非保护的输入端, Y为其保护侧的输出端。

附加措施:

1) 接至电涌保护器保护端口的线路不要与接至非保护端口的线路敷设在一起;

2) 接至电涌保护器保护端口的线路不要与接地导体(p) 敷设在 一起;

3) 从电涌保护器保护侧接至需要保护的电子设备(ITE)的线路应 尽 可 能短或加以屏蔽。

注: 雷击时在环路中的感应电压和电流的计算见本规范附录G。

本规范用词说明

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，非这样做不可的用词：
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用词：
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用词：
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用词，采用“可”。