



# 中华人民共和国交通行业标准

JT 556—2004、JT/T 557—2004

---

## 港口防雷与接地技术要求 及 港口装卸区域照明照度及测量方法

2004-06-03 发布

2004-09-01 实施

---

中华人民共和国交通部 发布



# 中华人民共和国交通行业标准

JT 556—2004

---

## 港口防雷与接地技术要求

Technical requirements of lightningproof and earthing in the port

2004-06-03 发布

2004-09-01 实施

---

中华人民共和国交通部

发布

## 目 次

前言	4
1 范围	5
2 规范性引用文件	5
3 术语和定义	5
4 一般规定	7
5 铁塔及港口室外装卸设备	8
6 供电系统	9
7 信息系统	10
8 粮食筒仓设施	13
9 油品储运设施	13
10 易燃易爆货物储运	15
11 防雷装置	16
12 检测要求	22
附录 A(规范性附录) 建筑物年预计雷击次数计算	23
附录 B(规范性附录) 雷电防护区(LPZ)	24
附录 C(规范性附录) 综合布线间距	25
附录 D(资料性附录) 接地装置冲击接地电阻与工频接地电阻的换算	26
附录 E(资料性附录) 设备额定耐冲击电压参考值	28

## 前 言

本标准的4.3,4.7,5.1.1,5.1.5,5.2.2,5.2.4,5.3,5.4.1,5.4.4,5.5.2,5.5.3,5.5.5,6.2.2,6.2.4,7.2.1,7.2.2,7.2.3,7.2.9,7.2.10,7.2.11,8.1.1,8.1.2,8.1.5,8.2.1,9.1.1,9.1.2,9.1.3,9.2.2,9.2.3,9.2.5,9.3.2,9.3.4,9.3.5,9.4.1,9.4.2,9.4.6,9.6.3,10.1.1,10.1.3,10.1.4,10.1.5,10.2.1,10.2.3,11.1.3,11.1.4,11.2.2.1,11.2.2.3,11.2.3.2,11.2.5.1,11.2.5.3,11.3.2,11.3.6,11.3.11,11.5.3和11.6.1为强制性的,其余为推荐性的。

本标准参照了国际电工委员会(IEC)相关技术标准,按照我国国家标准中的相关规定,并结合港口的特点制定的。

本标准的附录A、附录B和附录C为规范性附录,附录D和附录E为资料性附录。

本标准由大连港集团有限公司提出。

本标准由交通部科技教育司归口。

本标准起草单位:大连港集团有限公司。

本标准起草人:刘光全、黄明龙、衣庆韶、李明杰、刘力、刘晓峰。

## 港口防雷与接地技术要求

### 1 范围

本标准规定了港口防雷与接地的基本要求,规定了铁塔及港口装卸设备、供电系统、电子信息系统、粮食筒仓设施、油品储运设施、易燃易爆货物储运等防雷与接地的技术要求。

本标准适用于港口内的设备和设施的防雷与接地工程的设计、施工、维护和管理。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB 50057—2000 建筑物防雷设计规范

GB 50058 爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范

GB 50074 石油库设计规范

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1

**接闪器 air-terminal system**

直接截受雷击的避雷针、避雷带(线)、避雷网,以及用作接闪的金属屋面和金属构件等。

#### 3.2

**防雷装置 lightning protection system(LPS)**

接闪器、引下线、接地装置、浪涌保护器及其他连接导体的总合。

#### 3.3

**地 earth, ground**

(1)导电性的土壤,具有等电位,且任意点的电位可以看成零电位。(2)导体,如土壤或钢船的外壳,作为电路的返回通道,或作为零电位参考点。(3)电路中相对于地具有零电位的位置或部分。

#### 3.4

**防雷接地 lightning protection ground**

避雷针的接闪器、避雷线及避雷器等雷电防护设备与接地装置的连接。

#### 3.5

**接地汇流排 main earthing conductor**

在建筑物、控制室、配电总接地端子板内设置的公共接地母线。可以敷设成环形或条形,所有接地线均由接地汇流排引出。

#### 3.6

**接地基准点 earthing reference ponit(ERP)**

共用接地系统与系统的等电位连接网络之间的惟一连接点。

#### 3.7

**共用接地系统 common earthing system**

将各部分防雷装置、建筑物金属构件、低压配电保护线(PE线)、设备保护地、屏蔽体接地、防静电接地和信息设备逻辑地等连接在一起的接地装置。

### 3.8

#### 土壤电阻率 earth resistivity

表征土壤导电性能的参数,它的值等于单位立方体土壤相对两面间测得的电阻,通常用的单位是 $\Omega \cdot m$ 。

### 3.9

#### 直击雷 direct lightning flash

直接击在建筑物或防雷装置上的闪电。

### 3.10

#### 雷电静电感应 electrostatic induction of lightning

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,如不就近泄入地就会产生很高的电位。

### 3.11

#### 雷电电磁脉冲 lightning electromagnetic pulse(LEMP)

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

### 3.12

#### 雷电电磁感应 electromagnetic induction of lightning

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。包括静电感应和电磁感应,它可能使金属部件之间产生火花。

### 3.13

#### 雷电防护系统 lightning protection system(LPS)

用以对某一空间进行雷电效应防护的整套装置,它由外部防雷装置和内部防雷装置两部分组成。在特定情况下,雷电保护系统可以仅由外部防雷装置或内部防雷装置组成。也称防雷装置。

### 3.14

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

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。

### 3.15

#### 综合防雷技术 synthetical lightning protection technology

对一个需要进行雷电防护的建筑物电子信息系统,从外部和内部对该建筑物采用直击雷防护技术、等电位连接技术、屏蔽技术、完善合理的综合布线技术、共用接地技术和安装各类SPD技术进行雷电防护的措施。

### 3.16

#### 雷暴日 thunderstorm day

一天中可听到一次以上的雷声则称为一个雷暴日。

### 3.17

#### 雷电波侵入 lightning surge on incoming services

由于雷电对架空线路或金属管道的作用,雷电波可能沿着这些管线侵入屋内,危及人身或损坏设备。

### 3.18

#### 浪涌保护器 surge protection device(SPD)

用于限制暂态过电压和分流浪涌电流的装置,它至少应包含一个非线性电压限制元件。也称电涌

保护器。

### 3.19

**信息系统 information system**

具有相关组织资源(如人力资源、技术资源和金融资源)的一种信息处理系统,提供并分配信息。

### 3.20

**等电位连接 equipotential bonding**

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

### 3.21

**等电位连接带 equipotential bonding bar(EBB)**

其电位用来作为共同参考点的一个导电带,需要接地的金属装置、导电物体、电力和通讯线路以及其他物体可与之连接。

### 3.22

**等电位连接网络 bonding network**

将一个系统的诸外露可导电部分做等电位连接的导体所组成的网络。

### 3.23

**屏蔽 shielding**

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

### 3.24

**最大持续运行电压 maximum continuous operating voltage**

可连续施加在 SPD 端子上,且不致引起 SPD 传输性能降低的最大电压(直流或均方根值)。

### 3.25

**残压 residual voltage**

在放电电流通过时,在 SPD 端子间呈现的电压峰值。

### 3.26

**劣化 degradation**

SPD 由于浪涌或不利环境引起的原始性能参数的变坏。

### 3.27

**插入损耗 insertion loss**

由于在传输系统中插入一个 SPD 所引起的损耗。它是在 SPD 插入前后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表示。

### 3.28

**标称放电电流 nominal discharge current**

$8/20\mu\text{s}$  冲击电流波流过 SPD 的电流峰值。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。

## 4 一般规定

4.1 防雷电灾害工程是一个系统工程,它的设计和安装应全面规划,并进行雷击风险的评估,达到安全、适用、经济、美观的目的。

4.2 新建建筑物,应从建筑物的设计开始,把防雷的诸因素与建筑物的结构有机地结合起来,发挥它的最优防范功能。建筑物年预计雷击次数计算见附录 A。

4.3 避雷针的接闪作用,当建筑物高度超过对应的滚球半径高度时,还应采取防侧击雷保护措施。

4.4 防雷装置中采用的金属导体,或导体与导体的连接件(如螺栓等)除了钢筋混凝土中的钢筋外,都应进行防腐处理。钢材宜采用热镀锌防腐处理。

4.5 港口建筑物(构筑物)的防雷分为如下三类:

a) 港口第一类防雷建筑物:危险货物的储运及其储运设施;具有因火花或发热而引起火灾爆炸的危险环境的建筑物。

b) 港口第二类防雷建筑物:粮食储运设施、具有较大规模的设备控制中心和调度指挥中心及中小型或中小型以上计算机机房等建筑物;预计雷击次数大于 0.06 次/a 的相当规模的写字楼或办公楼。

c) 其他则为港口第三类防雷建筑物。

4.6 按雷电电磁脉冲(LEMP)强度的变化,将建筑物空间划分为多个雷电防护区(LPZ)。雷电防护区的划分见附录 B。

4.7 港口的防雷与接地,除应符合本规定之外,还应符合 GB 50057—2000、GB 50058、GB 50074 和国家有关标准的规定。

## 5 铁塔及港口室外装卸设备

### 5.1 一般规定

5.1.1 铁塔的地基钢筋如作防雷接地体使用,钢筋之间应焊接或绑扎,形成良好的电气连通。

5.1.2 在距铁塔地基边缘 30m 范围内有其他地网或其他埋地金属管道而且需要连网时,铁塔底下四角应就近与其连接,连线宜采用直径不小于 12mm 的圆钢或截面积不小于 100mm<sup>2</sup>,厚度不小于 4mm 的扁钢,连线至少两根。

5.1.3 铁塔需敷设人工接地体时,应在铁塔地基周围 1m 以外敷设。

5.1.4 铁塔地基接地体的检测点的设置,宜安放在铁塔四角的内侧,用热镀锌扁钢,截面尺寸不小于 40mm×4mm,一端与铁塔地下 300mm 处地基钢筋焊接,另一端露出地面 100mm~150mm 作检测点。检测点可作铁塔接闪器与接地引下线的连接点,也可作人工接地体的连接点,检测点与引下线或人工接地体的连接应用镀锌螺栓连接。

5.1.5 铁塔顶端的接闪器尺寸和材料选择应按当地雷电流强度和防腐抗风能力来设计。接闪器的保护范围的计算按 GB 50057—2000 的附录四滚球法确定。

5.1.6 铁塔塔体的金属结构件之间不论是焊接还是用螺栓连接,只要在任何情况下能构成电气连通,可不需另行安装接地引下线。

### 5.2 照明灯塔

5.2.1 照明灯塔含升降式高杆灯和铁路车场灯桥。

5.2.2 塔顶应安装避雷针,其针的高度应能保护塔上照明灯具的安全。

5.2.3 照明电源线宜选用铠装电缆,电缆的金属外护套在塔顶和塔的下部电源开关箱处就近接地,电源线也可用电线穿金属管敷设,金属管紧贴塔体。

5.2.4 照明电源线无论采用 TN-S 或 TN-C 接地型式,PE 线或 PEN 线都应在铁塔下部电源开关箱处和塔顶与灯具的金属护罩就近接地。

5.2.5 塔顶避雷针的接地应与照明电源线在塔基处的接地共用一地网。

### 5.3 通信用铁塔

5.3.1 塔体地基接地体或塔体周围的人工接地体,其边缘离机房接地体(网)水平间距不超过 30m 时,铁塔的接地体应与机房地网组成共用接地系统,其之间的连线不少于两根。

通信铁塔设在建筑物顶上时,除铁塔本身有良好的电气连通之外,塔体底部四角应与屋顶避雷带(网)放射式连接,利用屋顶的防雷引下线以最短的直线距离进入地网。

5.3.2 塔顶避雷针所形成的保护范围,其防护线高出屋顶通信收发天线的垂直距离应不小于 3m。

5.3.3 塔上信号电缆应采用铠装电缆,其金属护套应在两端就近接地,或穿镀锌钢管紧贴塔体敷设,经



铁塔中心进出机房的信号线在进户(出户)时,在界面处应安装浪涌保护器(SPD)。

如塔上有照明、信号或摄像头等附加设备,这些设备所采用的电缆或信号线除进行等电位和屏蔽保护外,线路入机房时,在界面处都应安装浪涌保护器(SPD)。

5.3.4 通信塔超过 30m 时,信号线(天馈线)的金属护套应从塔底(屋顶)穿过铁塔的中心向上每隔 30m 接地一次。

5.3.5 禁止利用接收无线通信用的天线支架作接闪器来保护建筑物及各种设备设施。

5.3.6 通信导航用灯塔,如各种导标、提头灯塔、陆域或水上灯塔等都应该有防直击雷的措施。

#### 5.4 专设防直击雷铁塔

5.4.1 港口第一类防雷建筑物的防直击雷铁塔应独立装设防直击雷接地设施,其他类防雷建筑物的防直击雷铁塔的防雷接地装置可与其他接地装置组成共用接地系统。

5.4.2 塔体上禁止悬挂照明线或广播线等。

5.4.3 专设防直击雷铁塔在满足高度要求的同时,应满足钢结构强度的要求,并设置可供攀登的检测接闪器与引下线的爬梯或脚蹬。

5.4.4 在易燃易爆货物的码头所安装的防直击雷的独立铁塔(含在这些危险场所安装的照明或其他用途具有接闪作用的铁塔),其安全距离应满足 10.1.3 的要求。

#### 5.5 港口室外装卸设备

5.5.1 装卸现场的龙门起重机、岸边集装箱起重机、散粮筒仓仓顶的金属结构和矿石、煤、油等专用码头的大型装卸机械及其他金属构筑物等,如符合 11.1.4 规定的要求,可以作为防直击雷的装置。

5.5.2 龙门起重机等装卸机械设备的轨道必须接地,接地点不少于两处,沿轨道每隔 30m ~ 40m 设一个接地点,并同时与并行的另一轨道相跨接。轨道的接地线与跨接线采用热镀锌圆钢或扁钢,圆钢直径不小于 20mm,扁钢截面积不小于 160mm<sup>2</sup>,厚度不小于 4mm,每个接地点的接地电阻不应大于 10Ω。

5.5.3 场地运行的轮胎式起重机械,如轮胎式集装箱龙门起重机、轮胎式正面吊等,这类机械设备不能作防直击雷设施使用,发生雷暴时应停放在有防直击雷设施的保护区内,并人机分离。

5.5.4 岸边集装箱起重机和场地轮胎式集装箱龙门起重机上安装的无线通信设备的接收或发射天线,应有防直击雷的设施及安装浪涌保护器,保护器的接地线与车体就近连接。

5.5.5 装易燃易爆危险品的集装箱,应集中放置在有防直击雷避雷设施保护的专用场地。整个箱体应在 LPZOB 区内。

5.5.6 装卸设备内的电控系统的防雷与接地应符合第 7 章中的有关规定。

5.5.7 冷冻集装箱供电的电源线宜用铝装电缆,电缆的金属外皮应与电源开关箱外壳和支架相连并就近接地,雷暴日 20d/a 以上的地区,在电源线的输出端和输入端宜安装浪涌保护器。

## 6 供电系统

### 6.1 6kV 及以上高压电源

6kV 及以上电压变(配)电站和高压输变(配)电线路和设备的防雷和接地应按电力系统的有关标准和规定执行。

### 6.2 低压系统

6.2.1 港口第一类防雷建筑物和通信设备较集中的场所的供电线路,如果使用架空线路入户,应由架空线路改为铝装电缆埋地入户。宜直接埋地敷设或穿钢管敷设,埋地长度应大于  $2\sqrt{\rho}$ (m),第一类防雷应不小于 15m,第二类、第三类应不小于 12m。电缆的金属外皮(钢管)的两端都应就近接地,并与电气设备的保护接地或油罐或输油管或其他长金属(设备)的防雷电感应接地、等电位接地、防静电接地等接入共用接地系统,其接地电阻值按其中的最小值来确定。

架空线入户前改为电缆埋地敷设很困难或其埋地长度达不到  $2\sqrt{\rho}$ (m)要求时,可在入户前三极杆上分别安装避雷装置,入户电缆的金属外皮、钢管和绝缘子铁脚、金具等应与避雷装置一起接地。

6.2.2 低压供电系统的接地型式,不论低压用户负荷性质如何,新建或改造时宜首先采用 TN-S 或 TN-C-S 系统接地型式。

港口第一类防雷建筑物和建筑物内装有较大规模的电子信息系统设备时,低压供电系统的接地型式,当电源采用 TN 系统时,应采用 TN-S 系统接地型式,进出电源线路不宜采用架空线路。

6.2.3 易燃易爆场所供电应符合 GB 50058 和 GB 50074 中的有关规定。易燃易爆场所供电除应当遵守 6.2.1 和 6.2.2 规定之外,供电电缆应采用阻燃型铠装电缆,载流量在正常计算容量的电缆截面基础上应加大 20%~30%,中性线(N 线)与相线应具有同等的绝缘等级和截面。

6.2.4 电子信息系统的电源(含电子自动控制较集中的大型设备电源),电源入户在 LPZO 与 LPZ<sub>1</sub> 界面处应安装浪涌保护器(SPD)作为电源的第一级保护。浪涌保护器(SPD)在防雷界面处安装有一定困难或线路(设备)能承受一定的暂态过电压时,SPD 可安装在界面附近或被保护设备的附近,但电缆的金属外皮护套或金属管的两端在界面处应接地。

供电系统不论采用哪种接地型式供电,应根据当地雷暴日数和设备的过电压承受能力安装 1 级~3 级浪涌保护器。

低压直流电源应适配直流型浪涌保护器(SPD)。

## 7 信息系统

### 7.1 防直击雷

对设有信息系统设备而又没有采取任何防直击雷措施,周边又无其他建筑物或构筑物保护的建筑物,应按第二类防雷建筑物的设置来防范直击雷的侵害,接闪器宜采用避雷网。如有架空天线,天线应置于 LPZO<sub>B</sub> 防护区内。

### 7.2 防雷击电磁脉冲和雷电波侵入

7.2.1 信息系统的等电位接地、屏蔽接地、防雷接地、防静电接地和信息系统功能性要求接地,应采取共用接地系统。

7.2.2 新建或改建要安装信息设备的建筑物,应将建筑物内的金属支撑件、金属框架、金属门窗、电梯天井内的金属构筑物及滑道、混凝土中的钢筋等自然构件,与外来金属物如金属管道、供电电缆和通信电缆的铠装金属护套、供电的保护接地系统与防雷的接地装置等通过等电位连接带和引下线共同组成共用接地系统,如图 1 所示。

7.2.3 信息系统的金属外壳(金属屏蔽网)、系统的工作接地、浪涌保护器的接地等通过图 2 所示的 M 形或 S 形等电位连接网络接入共用接地系统。

7.2.3.1 信息系统直接地地的形式,当采用 S 形等电位连接网络时,所采用的金属组件,除在基准点外,应有 10kV、1.2/50 $\mu$ s 的绝缘;当采用 M 形等电位连接网络时,应每隔 5m~6m 与建筑物内的主钢筋连接一次。

7.2.3.2 信息系统防雷与接地中的连接导体的材料和尺寸应符合表 1 和 11.2、11.4、11.6 中有关要求。S 形网络的引下线要求截面不小于 35mm<sup>2</sup> 的多股铜绞线,而且引下线在地网上的接地点与其他引下线在地网上的接地点之间的水平距离不少于 5m。引下线敷设时要求尽量短而直。

7.2.4 在多层或高层建筑物中,电子设备宜安装在建筑物的雷电防护区最高级别的楼层中,而且应尽量远离外露的门窗和钢筋混凝土结构的柱子,并采取相应的屏蔽措施。

7.2.5 安装信息系统设备的房间,钢筋混凝土中的钢筋或其他金属自然构件作防雷接地引下线时,在适当位置留出预埋等电位连接板。连接板宜设在房间的四角或其他合适位置,离(房间)地面高 50mm~100mm。

7.2.6 信息系统的电缆宜采用单层或双层铠装电缆,在各界面处通过等电位连接板接地。光缆中的金属件也应通过等电位连接板进行等电位连接。

7.2.7 信息系统设备为非金属外壳,且安置设备的房间达不到设备对磁场屏蔽的要求时,应对设备加

装金属屏蔽网或安放在金属屏蔽室内,金属屏蔽网或金属屏蔽室内的屏蔽层都应与等电位连接板连接。

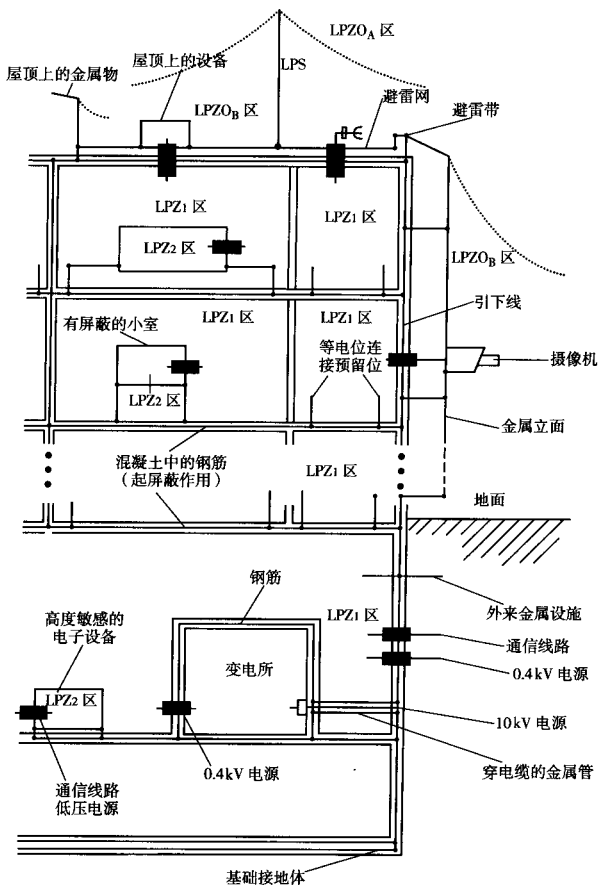


图1 对一内置系统的建筑物划分雷电防护区,进行屏蔽、等电位连接和接地的示意图

- 等电位连接  
 ■ 浪涌保护器 (SPD)

7.2.8 当采用非屏蔽电缆时,电缆应敷设在金属管道内埋入地中,埋地水平距离不能小于  $2\sqrt{\rho}$  (m),最少不小于 15m。金属管应是连续的电气导通,并在界面处做等电位连接。

7.2.9 合理布线,建筑物内的供电电缆、通信电缆、天线线和作等电位、屏蔽用的连接导体及引下线等,根据可能通过的电流大小和功能要求相互之间应保持一定的间距,见附录 C。

7.2.10 同一房间或同一楼层的同一防护区内的同一个系统的设备,所有外露导电物应建一等电位连接网络,等电位连接网络通过引下线与接地系统相连,如图 2 所示。

表 1 各种连接导体的最小截面积

单位为平方毫米

材料	等电位连接带之间和等电位连接带与接地装置之间的连接导体, 流过大于或等于 25% 总雷电流的等电位连接导体	内部金属装置与等电位连接带之间的连接导体, 流过小于 25% 总雷电流的等电位连接导体
铜	16	6
铝	25	10
铁	50	16

铜或热镀锌钢等电位连接带的截面积不应小于  $50\text{mm}^2$ , 当建筑物内部有电子信息系统时, 在那些要求雷电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做多点连接;  
等电位线除了建筑物内钢筋外, 都应作防腐处理, 包括焊接点。

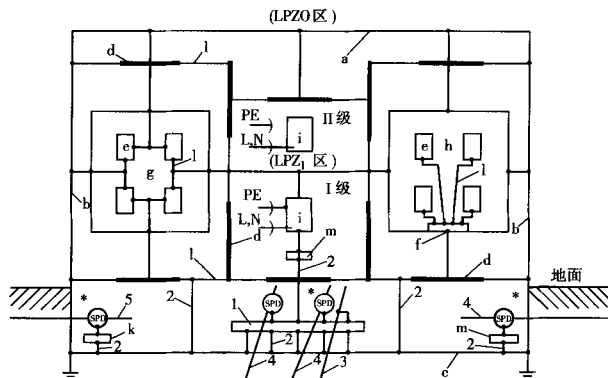


图 2 接地、等电位连接和共用接地系统的构成

- 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、共用接地体系统)以及可能是建筑物空间屏蔽的一部分(基础内钢筋和基础接地体);  
d-内部导电物体,在建筑物内及其上的金属装置(不包括电气装置),如电梯轨道、吊车、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、墙和天花板钢筋;  
e-(局部)信息系统的金属组件,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)信息系统的网形等电位连接结构;  
h-(局部)信息系统的星形等电位连接结构;  
i-固定安装的 I 级设备(引入 PE 线)和 II 级设备(不引入 PE 线);  
k-主要供电线路和电力设备等电位连接用的总接地端(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-主要供信息线路和信息设备等电位连接用的等电位连接带(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(典型值为每隔 5m 连一次);  
m-局部等电位连接带;  
1-等电位连接导体;2-接地导体;3-服务性设施的金属管道;4-信息线路或电缆;5-电力线路或电源;  
\*-进入 LPZ<sub>0</sub> 区处,用于外来服务性设施的等电位连接(管道、电力和通信线路或电缆)。

7.2.11 信号线入户前在界面处都应安装浪涌保护器(SPD)。浪涌保护器的接地线要求短而直,并就近与界面处的接地引下线相连接。

## 8 粮食筒仓设施

### 8.1 防直击雷

8.1.1 突出仓顶的装卸工艺设备如呼吸管、排尘阀等,如没有处于突出仓顶的永久性的钢结构能作接闪器保护时,仓顶应安装避雷针进行保护,并应符合表2的要求。

表2 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	排放物的密度	管帽以上的垂直高度 m	距管口处的水平距离 m
< 5	大于空气	1	2
5 ~ 25	大于空气	2.5	5
≤ 25	小于空气	2.5	5
> 25	大于或小于空气	5	5

8.1.2 粮食筒仓高出地面45m及以上时,筒仓应设有等电位连接和防侧击雷的措施。

8.1.3 利用筒仓混凝土仓壁或柱子内钢筋作引下线,并与仓内金属构件和筒仓外墙的栏杆、门窗等较大金属件相连接并接地。

8.1.4 竖直敷设的金属管道及金属构架,电力或通信电缆的金属护套,其顶端和底端都应就近与引下线或等电位带相连接。

8.1.5 钢罐结构的筒仓顶铁皮厚度大于或等于4mm时,仓顶可不安装避雷针,但罐体应接地,且接地点不少于两处。

### 8.2 防雷电波的侵入和雷电电磁脉冲

8.2.1 进入筒仓的电源线和信号线应使用阻燃型铠装电缆埋地敷设,电源电缆和信号线进入筒仓时在LPZO与LPZ<sub>1</sub>界面处应安装浪涌保护器(SPD),同时电缆的金属外皮和浪涌保护器的接地线就近作好等电位连接并接地。

8.2.2 仓内的电子控制设备的防雷与接地应符合第7章的要求。

8.2.3 筒仓群的环形接地体与筒仓相关的各装卸工艺建筑单体的接地体之间应连接形成共用接地系统,各接地体之间连接线不少于两根。

## 9 油品储运设施

### 9.1 金属油罐

9.1.1 金属油罐不论大小应做防雷接地,接地点不应少于两处。接地点沿油罐的间距不大于30m,接地电阻不大于10Ω。

9.1.2 装有阻火器的钢油罐,其顶板厚度大于4mm时,不装设避雷针。铝顶油罐或顶板厚度小于4mm的钢油罐,应装设避雷针(网),避雷针(网)应保护整个油罐。储存可燃油品的钢油罐,不应装设避雷针(线),但应做防雷接地。

9.1.3 浮顶油罐,不论内浮还是外浮,不装设避雷针,但必须用不少于两处且截面不小于25mm<sup>2</sup>的软铜复绞线将浮顶与罐体连接。铝质浮顶油罐连接导线应选用直径不小于5mm的不锈钢钢丝绳。

9.1.4 在油罐区所设立的独立避雷针塔,针塔的边缘距离油罐的边缘不小于10m,针塔的接地体不应与罐体作接地体的地基钢筋相连。

9.1.5 可利用金属油罐本身地基的地下钢筋结构形成的接地体,接地电阻值应满足油罐运行的安全要

求,如果本身地基网满足不了油罐运行所需要的接地电阻要求,应离罐体 3m 处以外敷设人工接地体。人工接地体在地下沿油罐地基环形敷设,并与原油罐地基中的钢筋相连接,连接点不少于两点,连接点沿油罐的间距不大于 30m,形成环网。

## 9.2 非金属油罐

9.2.1 非金属油罐包括覆土油罐和人工洞石油库油罐。

9.2.2 非金属油罐的罐体及罐室的金属构件和呼吸阀、量油孔等金属附件,应做等电位连接并接地。

9.2.3 非金属油罐的金属通气管道和通风管的外露部分,应在避雷针的保护之下。避雷针的保护范围,应覆盖爆炸危险一区,避雷针的接闪器应在爆炸危险二区之外。

9.2.4 非金属油罐的地基、壳体的钢筋、进出罐区的油管和电力与通信电缆金属护套等做等电位连接后接入共用接地系统。接地电阻值应按接入设备要求的最小值确定。

9.2.5 避雷针的接地装置与罐体的共用接地系统互为独立的地网,两地网的边缘在地下水平间距不小于 5m。

## 9.3 输油(气)管路

9.3.1 输油管之间的连接法兰和阀门的连接处应设金属跨接线。当法兰螺栓五根以上,在非腐蚀性环境下,可以不用金属跨接线,但应构成电气通路。跨接线宜用多股铜绞线,其截面积不应小于  $16\text{mm}^2$ 。

9.3.2 管路系统所有的金属件,包括护套的金属包覆层都应接地。管路的两端、拐弯处、分支处以及直线段每隔 200m~300m 处均应有一处接地。接地处宜设在管墩处。

9.3.3 平行敷设于地面、栈桥或管沟的金属管道,当净距(边缘)在 100mm 以内时,每隔 20m~25m 管道之间还应应用截面积为  $16\text{mm}^2 \sim 25\text{mm}^2$  的铜绞线或截面积不小于  $48\text{mm}^2$  的扁钢或直径不小于 8mm 的圆钢跨接。管道交叉净距小于 100mm 时,其交叉点应用金属线跨接。管道进入油罐区或装卸现场时,要与罐区和装卸现场的接地装置相连接。

9.3.4 储运现场和装卸现场各种金属设备及构件,均应作等电位连接并接地。

9.3.5 进出油泵房的金属管道、电缆的金属外皮或架空电缆的金属桥架以及暖气管道等长金属,在泵房的界面处应接地,接地装置应与保护接地和防雷感应等接地同一共用接地系统。

## 9.4 油品的装卸

9.4.1 油(气)装卸现场的泵房或室内油(气)装卸作业的场地,应装设避雷针(带),避雷针(带)的保护范围应覆盖爆炸危险一区。

露天装卸油(气)作业的,可不装设避雷针(带)。

9.4.2 码头油品的装卸现场的设备如输油臂、消防炮、登船梯等设备都应接地,与保护接地,防雷接地同接在一共用接地系统。

9.4.3 油品装卸现场,特别是液化气等挥发性油品的装卸现场,与作业有关的设施(构筑物)应有良好的防雷接地,与作业无关的设备(构筑物)应拆除。

9.4.4 油品装卸现场周围 25m 内不应有树木(高出地面 10m 以上树木)。突出地面 15m 以上的设施(构筑物)应有良好的防雷措施。

9.4.5 木质的或其他绝缘材料制成的油驳在码头装卸作业,作业前应将桅杆或其他突出的金属物与水线以下的铜板连接或借助码头的接地装置与之连接接地。

9.4.6 雷暴天气应停止油(气)装卸作业,关闭油(气)阀门。

## 9.5 污水罐

油罐区的污水罐及其管道的防雷与接地应符合 9.1~9.4 的有关规定。

## 9.6 油品储运设施配套的通信系统

9.6.1 装于油罐上的信息系统的配线电缆应采用屏蔽电缆(或穿钢管),电缆的金属护套(或钢管的两端)应与罐体作电气连接。信息系统线路末端需与电子器件连接时,应装设与电子器件耐压水平相适应的电涌保护器(SPD)。

9.6.2 罐群之间或罐与控制室之间及油(气)装卸现场的信息系统的配线电缆,宜采用铠装电缆直接埋地敷设或穿钢管敷设。电缆的外皮(钢管端口)在进入建筑物处应接地,并与建筑物的保护接地,防雷电感接地同一接地系统。

9.6.3 进出非金属油罐的信息系统电缆线路,电缆埋地长度应超过  $2\sqrt{\rho}$ (m),如不足  $2\sqrt{\rho}$ (m)时,除了电缆的金属外皮与罐体的接地系统相连接外,在电缆的另一端还应装置过电压保护器,过电压保护器和电缆外皮应做电气连接并接地。

## 10 易燃易爆货物储运

### 10.1 防直击雷

10.1.1 储存易燃易爆货物的仓库和堆场,包括码头和铁路、汽车等的运场应安装避雷针或避雷网,或者两者兼备。

10.1.2 独立避雷针的杆塔、架空避雷线的端部和架空避雷网的各支柱处至少应设一根引下线。对用金属制成的支架或混凝土杆塔、支柱中的钢筋,宜利用其作接地引下线。

10.1.3 独立避雷针和架空避雷线(网)的支柱及其接地装置至被保护库房及与其有联系的管道、电缆等金属物之间的距离(见图3),应符合公式(1)~(3)的要求,但不应小于3m。

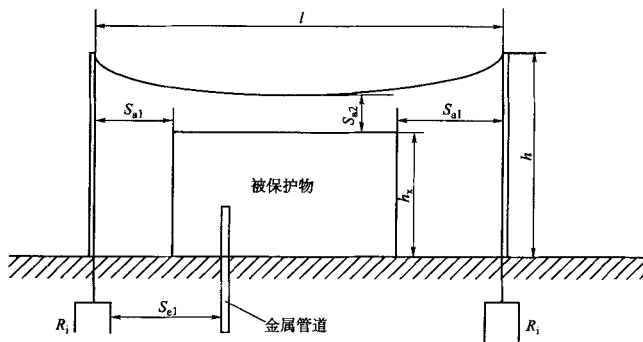


图3 防雷装置至被保护库房的距离

地上部分:

当  $h_x < 5R_i$  时,

$$S_{ai} \geq 0.4(R_i + 0.1h_x) \quad (1)$$

当  $h_x \geq 5R_i$  时,

$$S_{ai} \geq 0.1(R_i + h_x) \quad (2)$$

地下部分:

$$S_{ei} \geq 0.4R_i \quad (3)$$

式中:

$S_{ai}$ ——空气中距离,m;

$S_{ei}$ ——地中距离,m;

$R_i$ ——独立避雷针或架空避雷线(网)支柱处接地装置的冲击接地电阻, $\Omega$ ;冲击接地电阻与工频接地电阻的换算参见附录D;

$h_x$ ——被保护库房或计算点的高度,m。

10.1.4 架空避雷线至库房屋面和各种突出屋面的物体之间的距离(见图3),应符合下列公式(4)和(5)的要求,但不应小于3m。

当 $(h + l/2) < 5R_i$ 时,

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

当 $(h + l/2) \geq 5R_i$ 时,

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

式中:

$S_{a2}$ ——避雷线(网)至被保护库房的空气中距离,m;

$h$ ——避雷线(网)的支柱高度,m;

$l$ ——避雷线的水平长度,m。

10.1.5 架空避雷网至库房屋面和各种突出屋面的物体之间的距离,应符合下列公式(6)和(7)的要求,但不应小于3m。

当 $(h + l_1) < 5R_i$ 时,

$$S_{a2} \geq l/n[0.4R_i + 0.06(h + l_1)] \quad (6)$$

当 $(h + l_1) \geq 5R_i$ 时,

$$S_{a2} \geq l/n[0.1R_i + 0.12(h + l_1)] \quad (7)$$

式中:

$l_1$ ——从避雷网中间最低点沿导体至最近支柱的距离,m;

$n$ ——从避雷网中间最低点沿导体至最近支柱并有同一距离 $l_1$ 的个数。

10.1.6 独立避雷针、架空避雷线或架空避雷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10 $\Omega$ ;在土壤电阻率较高的地区,可采用人工接地体等降阻措施。

## 10.2 防雷电感应和雷电波的侵入

10.2.1 库场内所有设备、管道、金属构架(包含房屋钢结构及钢窗框架等大金属物和突出地面或屋面的金属物)、电缆金属外皮或金属穿管均应就近接到防雷电感应的接地装置上,特别是金属管道和电缆线的金属外皮等长金属物进出库时,即LPZO与LPZ<sub>1</sub>界面上应做好等电位连接并接地。

10.2.2 金属屋面周边或浇筑或预制的钢筋混凝土屋面的周边,每隔18m~24m应采用引下线接地一次,引下线可利用钢筋混凝土建筑物内的钢筋。

10.2.3 平行敷设的金属管道、金属构架和电缆金属外皮等长金属物,相互间其净距小于100mm时,应采用金属线跨接,跨接点间距不大于30m。当交叉净距小于100mm时,其交叉处也要采用跨接线。每一个跨接点都应接地。

10.2.4 长金属物的连接法兰盘螺栓少于五根或法兰连接处接触电阻大于0.03 $\Omega$ 时,法兰连接处应采用跨接线。在腐蚀环境里,都必须设跨接线。跨接线应采用多股铜绞线,其截面不小于16mm<sup>2</sup>或截面不小于48mm<sup>2</sup>的圆钢或扁钢。钢跨接线都必须热镀锌防腐处理,扁钢厚度不小于4mm。

10.2.5 现场周围树木不在接闪器保护范围之内时,树木与危险货物之间的净距应不小于10m(指10m以上的树木)。

10.2.6 防直击雷的接地装置应相对独立,形成独立的接地系统,且之间的边缘水平间距不宜小于15m,如两接地装置相隔太近,可用不少于两根的金属连线作等电位连接。

## 11 防雷装置

### 11.1 接闪器

11.1.1 接闪器宜采用圆钢或钢管制成,其直径应不小于(钢管壁厚不小于4mm):

a) 针长1m以下: 圆钢为14mm;



- 钢管为 22mm。
- b) 针长 1m ~ 2m: 圆钢为 18mm;  
钢管为 27mm。
- c) 烟囱顶上的针: 圆钢为 22mm;  
钢管为 40mm。

11.1.2 避雷网和避雷带宜采用圆钢或扁钢,扁钢截面面积应不小于  $20\text{mm} \times 4\text{mm}$ ,圆钢直径不应小于 10mm。

烟囱上避雷环:圆钢直径不应小于 14mm;

扁钢不应小于  $40\text{mm} \times 4\text{mm}$ 。

架空避雷线(网):宜采用截面面积不小于  $35\text{mm}^2$  的镀锌钢绞线。

11.1.3 金属屋面(包括压型钢板屋面)作接闪器时,屋面金属板要求互相搭接,搭接长度应不小于 100mm;金属板厚度:板下面无易燃物品时钢板应不小于 0.6mm,铜板应不小于 0.7mm,铝板应不小于 1mm。金属板下面有易燃物品时,钢板厚度应不小于 4mm,铜板应不小于 5mm,铝板应不小于 7mm。

作接闪器的金属板表面应无绝缘层。

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

11.1.4 利用建筑物或地面如门机、场地灯塔、岸边集装箱起重机、油码头输油臂及消防塔等永久性金属物作接闪器时,除其各部之间应连成电气通路外,还应有良好的接地。

11.1.5 在腐蚀性较强或检修很困难的场所,可适当加大接闪器的截面或采取防腐等措施。

11.1.6 接闪器的布置要求见表 3。接闪器设计采用滚球法见 GB 50057—2000 中附录四。

表 3 接 闪 器 的 布 置

单位为米

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

## 11.2 引下线

11.2.1 引下线宜优先选用圆钢,如采用圆钢,其直径应不小于 10mm。采用扁钢,其截面应不小于  $100\text{mm}^2$ ,厚度应不小于 4mm。

烟囱等高建筑物的引下线,如采用圆钢,其直径应不小于 14mm。

11.2.2 引下线应充分利用建筑物内钢筋或永久性钢结构。如爬梯等,但爬梯的上下边架必须是焊接,形成可靠的电气通路。

11.2.2.1 利用建筑物柱内钢筋作引下线,每柱不应少于两根,上下应焊接(或绑扎)。钢筋直径 16mm 及以上时,每柱可用两根作引下线,钢筋直径 16mm 以下、10mm 以上时,每柱不应少于四根作引下线。

11.2.2.2 作引下线的钢筋每隔一个楼层应用短路环互相连接一次,如一柱子内有多层钢筋,宜选用最外层的钢筋作引下线。

11.2.2.3 柱内引下线向上与屋顶避雷带(网)相焊接(或绑扎);向下直接与建筑物地基内作接地体的钢筋焊接;中间与各楼层的楼面横向主钢筋用“T”型或“+”型接头连接,形成笼式结构。

11.2.2.4 作引下线的钢筋经过安装通信设备的楼层时,在合适位置应焊接一块  $40\text{mm} \times 4\text{mm}$ ,长  $100\text{mm} \sim 150\text{mm}$  的扁钢作连接板,作为界面的等电位连接带的接地连接点。当作引下线的钢筋离地面 0.3m 左右时,焊接同样连接板,作界面等电位连接带的接地点,同时兼作人工接地体的预备接口,连接板的位置要有明显的标志。

### 11.2.3 引下线的布置

11.2.3.1 引下线宜沿建筑物最容易受雷击的屋角外墙明敷,或利用建筑物内的钢筋或其他金属构件暗敷。

11.2.3.2 沿建筑物避雷带(网)周边作引下线,至少不少于两根,而且对称布置。第一类防雷建筑物的引下线,沿周边其间距不大于 12m;第二类防雷建筑物的引下线沿周边其间距不大于 18m;第三类防雷建筑物不大于 24m。

11.2.3.3 明敷的引下线离地面 0.3m~1.8m 处应装设断接卡(混凝土内作引线的钢筋在室内外适当地点设连接板),用作等电位连接带和接地引下线的连接点,或作为检测点。

11.2.3.4 在易受机械损坏和人力接触的地方,地面以上 1.8m 至地面以下 0.3m 这一段接地线应采取暗敷或用镀锌钢管等保护措施。

#### 11.2.4 连接板和断接卡

引下线的连接板、断接卡是引下线与接地线的连接点,连接板和断接卡的选材和截面积要与引下线相适配,其截面积宜大于引下线的截面积之和,之间的连接应用螺栓连接。引下线、连接板和断接卡截面选择见表 1 和附录 C。

#### 11.2.5 接地线

11.2.5.1 接地线与接地体之间的连接应焊接。

11.2.5.2 接地线的截面一般不宜小于  $100\text{mm}^2$ (钢质),扁钢的厚度不小于 4mm。

11.2.5.3 接地线的截面积应大于接地引下线的共同截面积,同时与水平接地体的截面相等。

11.2.6 引下线、连接板、断接卡、接地线及其螺栓等,凡是不在混凝土内的器件,都应进行热镀锌处理。接地线与接地体在地下的焊接点应进行沥青密封等防腐处理。

#### 11.3 接地体

11.3.1 接地体宜采用扁钢,接地体也可选用圆钢、角钢或钢管。规格如下:

- 扁钢的截面不应小于  $160\text{mm}^2$ ,厚度不小于 4mm;
- 圆钢的直径不应小于 16mm;
- 角钢的厚度不应小于 5mm、边长不小于 40mm;
- 钢管的壁厚不应小于 5mm、外径不小于 40mm。

11.3.2 输送易燃易爆物质的金属管道不能作为防雷装置中的接地体。

11.3.3 建筑物地基中的钢筋作接地体,应满足以下条件:

- 钢筋混凝土中的水泥是以硅酸盐为基料;
- 地基周围土壤的湿度应大于 4%,作接地体的钢筋埋深不能小于 0.6m;
- 钢筋混凝土中的钢筋构架之间的连接必须是焊接或绑扎,并与地面引下线(或接地连接板)形成良好的电气连通;

- 基础的外表面无防腐层(不含沥青质防腐层)。

11.3.4 人工接地体分为垂直接地体和水平接地体。应满足以下条件:

- 垂直接地体宜采用长 2.5m~3.0m 的角钢、钢管或圆钢;
- 水平接地体宜采用扁钢或圆钢,其长度不宜大于  $2\sqrt{\rho}(\text{m})$ ;
- 人工接地体之间的敷设距离视环境空间而定,一般为 5m 左右;
- 人工接地体应在土壤中埋设深度根据当地冬天(冻土层以下)气温和土壤结构而定,干燥土壤或砂砾地宜采取深埋,埋深一般应不少于 0.7m;

- 人工接地体要求考虑季节的影响和远离烟囱等土壤电阻率不稳定的高温区。

11.3.5 高土壤电阻率地区或设备要求对地低电阻值时,可采取如下措施:

- 接地装置采用闭环、开环多支线外引的接地方式;
- 按图 4 加长接地体的长度,但不宜大于接地体的有效长度  $L_e = 2\sqrt{\rho}$ ;
- 采用深埋至较低的土壤电阻率层;

- d) 采用降阻剂;
- e) 换土或以上几种办法混合使用。

11.3.6 防直击雷的人工接地体埋地位置尽量避开建筑物出入口或人行道,接地体与人行道边缘之间距离不应小于3m。当小于3m时,应采取如下防范措施:

- a) 水平接地体深埋应不小于1.0m;
- b) 水平接地体上面覆盖50mm~80mm厚沥青层,其宽度应超过接地体2m。

11.3.7 接地体之间必须焊接。接地线与接地体之间焊口长度,扁钢为其宽度的两倍,圆钢为其直径的六倍。

11.3.8 接地电阻值,除了前面已规定或设备要求的之外,应符合下列要求:

- a) 港口第一类防雷建筑物的冲击接地电阻值不大于

10 $\Omega$ ;

- b) 港口第二类防雷建筑物的冲击接地电阻值不大于10 $\Omega$ ;

- c) 港口第三类防雷建筑物的冲击接地电阻值不大于20 $\Omega$ 。

11.3.9 当采用共用接地系统时,其系统的接地冲击接地电阻值应取其中某一系统(设备)要求接地冲击接地电阻值最小值;在土壤电阻率较大的山石地区接地体环形敷设半径大于5m或环形接地体所包围的面积大于80m<sup>2</sup>时,其冲击接地电阻值可适当放宽。

11.3.10 防直击雷接地、等电位的接地、电子信息系统的接地和防静电接地在同一建筑物内可以接于同一接地系统或将各自的独立接地体连接起来形成一个共同的接地系统,连线不应少于两根,且连线宜用热镀锌40mm×4mm的扁钢或直径不小于 $\Phi 14$ 的圆钢。

11.3.11 接地体通过接地线与引下线或保护线连接,中间禁止装设开关或熔断器。

#### 11.4 等电位

11.4.1 建筑物内的等电位线除了混凝土中的钢筋外都应焊接或螺栓连接(包括高层竖井内金属管道及电梯滑道等金属构件),与其他保护线共用一根导体接入地网(见图1和图2)。

11.4.2 各接地体形成连网的等电位线,要求使用经热镀锌处理后的扁钢或圆钢,连接点应为焊接。

11.4.3 等电位线或等电位连接带,以及等电位连接带与接地体的引线,其最小截面积见表1。

#### 11.5 屏蔽

11.5.1 屏蔽层的接地可通过建筑物内作引下线的钢筋与接地系统相连,也可独立地向下引线与接地体连接,引线的最小截面积见表1。

11.5.2 屏蔽层可分为网型结构和板型结构。

网型结构采用金属网或板拉网焊接形成金属屏蔽层,如建筑物内钢筋组成的法拉第笼或专门设置的网孔金属栅等;板型采用0.3mm~1.0mm厚金属板压制装配而成,门窗的屏蔽可采用带金属网的屏蔽玻璃。

11.5.3 进出建筑物的电力线和通信线的金属外皮或穿管敷设的金属管道或金属线槽,其两端都应就近接地,穿管或金属线槽要形成电气通道。线路埋地敷设时,其长度为 $2\sqrt{\rho}$ (m),最少不小于15m。

#### 11.6 浪涌保护器(SPD)

11.6.1 电源浪涌保护器(SPD)的选择和安装应考虑以下因素:

- a) 被保护设备对冲击过电压的承受能力和技术要求,见表4和参见附录E。
- b) 建筑物或保护设备所处环境的自然状况和LPZ的界面位置。

c) 在LPZ<sub>0</sub>与LPZ<sub>1</sub>界面处应安装通过I级分类试验的浪涌保护器或限压型浪涌保护器作第一级保护;LPZ<sub>1</sub>之后(含LPZ<sub>1</sub>区)各分区界面处应根据设备承受过电压的能力安装限压型分级浪涌保护器

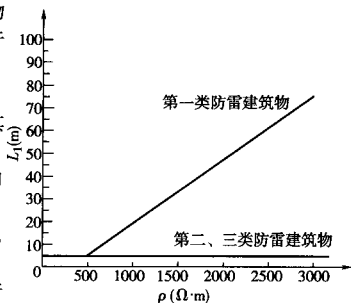


图4 按防雷类别确定接地体最小长度

(SPD)。直流设备视其工作电压的要求,宜采用适配的直流电源浪涌保护器(SPD)。

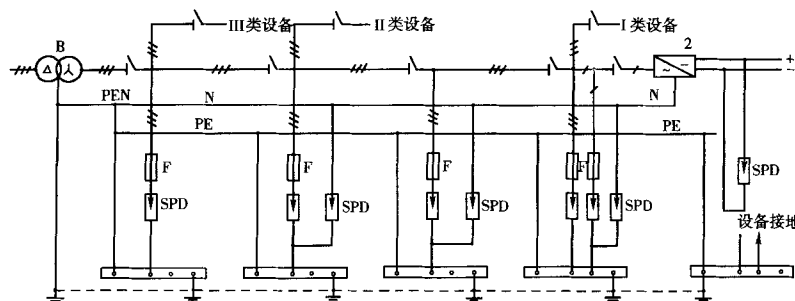
d) SPD 必须能承受预期通过它的浪涌电流和有熄灭工频续流的能力。

e) SPD 的残压和两端引线的感应电压(压降)之和应低于被保护设备额定耐冲击过电压值。设备额定耐冲击电压参考值见表 4 和参见附录 E。

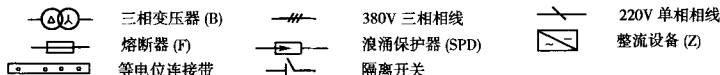
f) 一级 SPD 应有熔断器作热熔和过流保护。熔断器在主电路上的熔丝电流比宜为 1:1.6 或 1:2, 并能在额定通流量下不断开。

表 4 电源浪涌保护器(SPD)安装位置及分级主要参数

设备位置	总配电柜		分配电柜	机房配电箱	特殊需要保护的电子设备	
耐冲击过电压类别	IV		III	II	I	
SPD 位置	LPZ <sub>0</sub> 与 LPZ <sub>1</sub> 区交界面处		LPZ <sub>1</sub> 与 LPZ <sub>2</sub> 、LPZ <sub>2</sub> 与 LPZ <sub>3</sub> (LPZ <sub>3</sub> 与 LPZ <sub>4</sub> )区交界面处			直流电源标称放电电流 kA
保护分级	第一级冲击电流 (标称放电电流) <i>I</i> <sub>imp</sub> kA		第二级标称 放电电流 <i>I</i> <sub>ca1</sub> kA	第三级标称 放电电流 <i>I</i> <sub>ca2</sub> kA	第四级标称 放电电流 <i>I</i> <sub>ca3</sub> kA	
	10/350μs	8/20μs	8/20μs	8/20μs	8/20μs	
A 级	≥20	≥80	≥40	≥20	≥10	≥10
B 级	≥15	≥60	≥40	≥20		
C 级	≥12.5	≥50	≥20			
D 级	≥12.5	≥50	≥10			



图示说明:



1. SPD 连接铜导线最小截面积:第一级(开关型或限压型)16mm<sup>2</sup>/25mm<sup>2</sup>;第二级(限压型)10mm<sup>2</sup>/16mm<sup>2</sup>;第三级(限压型)6mm<sup>2</sup>/10mm<sup>2</sup>;第四级(限压型)4mm<sup>2</sup>/6mm<sup>2</sup>。分子表示 SPD 连接相线,分母表示 SPD 接地线。

2. SPD 连接导线其长度不宜大于 0.5m。

3. SPD 不具有能量自动配合功能时,电压开关型 SPD 至限压型 SPD 之间线路长度小于 10m,限压型 SPD 与限压型 SPD 之间线路长度小于 5m 时,在两级 SPD 之间应加装退耦装置。

- g) SPD 宜有声、光报警,或有遥控信号装置和雷击次数显示等状态功能和劣化显示等。
- h) 电源 SPD 的典型接线型式,其最大持续运行电压  $U_c$  应符合下列规定(如图 5):
- 1) a) 接线的 TT 系统中,  $U_c$  不应小于  $1.55 U_0$  (在 220V/380V 三相系统中,  $U_0 = 220V$ );
  - 2) b) 和 c) 接线的 TN 和 TT 系统中,  $U_c$  不应小于  $1.15 U_0$ ;
  - 3) d) 接线的 IT 系统中的  $U_c$  不应小于  $1.15 U$  ( $U$  为线间电压)。

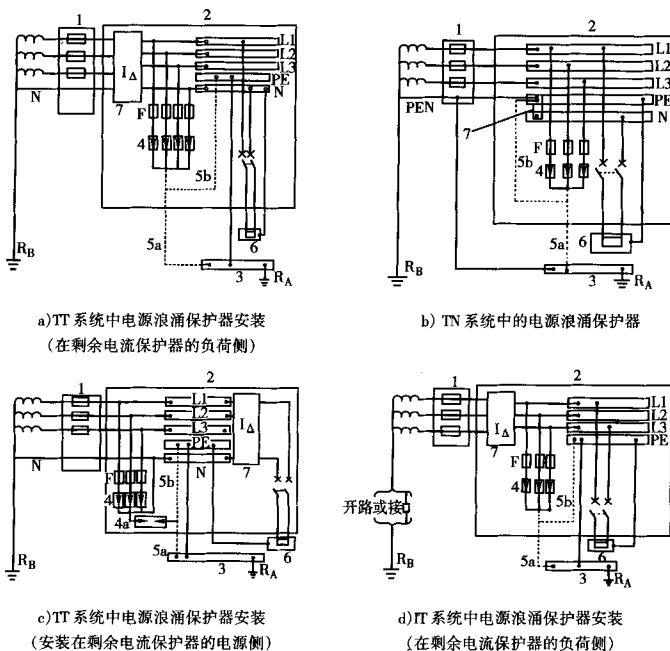


图 5 电源浪涌保护器安装

- 1-装置的电源;
- 2-配电盘;
- 3-总接地端或总接地连接带;
- 4-浪涌保护器(SPD);
- 5-浪涌保护器的接地连接 5a 或 5b;
- 6-需要保护的设备;
- 7-剩余电流保护器,应考虑通雷电流的能力;b) PE 与 N 线的连接带;
- F-保护浪涌保护器推荐的熔丝、断路器或剩余电流保护器;
- $R_A$ -本装置的接地电阻; $R_B$ -供电系统的接地电阻。

注:当采用 TN-C-S 或 TN-S 系统时,在 N 与 PE 线连接处浪涌保护器用三个,在其以后 N 与 PE 线分开处安装浪涌保护器时用四个,即在 N 与 PE 线间增加一个,类似于 a);c) 中 4a-浪涌保护器或放电间隙。

#### 11.6.2 信号系统 SPD 应符合下列规定:

- a) SPD 的箱位电压应满足设备接口的需要,一般应控制在  $1.5 U_b$  以内 ( $U_b$  为信号系统工作电压),对雷电响应时间应不大于 10ns。
- b) SPD 应满足信号传输速率及带宽(频率)的要求和一定的兼容性。

- c) SPD 的插入损耗不小于 0.5dB 和驻波系数应不大于 1.3。
- d) 标称放电电流与连接的通信电缆线有关。在非屏蔽双绞线中不小于 1kA；屏蔽双绞线中应不小于 0.5kA；同轴电缆中不小于 3kA。
- e) SPD 的平均功率(W)应不小于系统平均功率的 1.5 倍；特性阻抗( $\Omega$ )和接口形式都应满足系统要求。
- f) SPD 的接地线，其截面积不小于  $1.5\text{mm}^2$  的铜绞线。

#### 11.6.3 天馈浪涌保护器(SPD)应满足：

- a) 天馈浪涌保护器(SPD)其参数应符合表 5 规定：

表 5 天馈浪涌保护器的主要参数

名 称	插入损耗 dB	电压驻波比	响应时间 ns	平均功率 W	SPD 接地铜导线 $\text{mm}^2$	SPD 安装位置	箝拉电压 V
规定值	$\leq 0.50$	$\leq 1.3$	$\leq 10$	$\geq 1.5$ 倍系统 平均功率	$\geq 6$	收/发设备的 射频出/入端口	$< 1.5U_b$
注： $U_b$ 为被保护线路和设备绝缘耐冲电压值(参见附录 E)。							

- b) 天馈浪涌保护器(SPD)的选择应满足被保护系统的工作频率、平均输出功率、接口形式、传输速率、特性阻抗等要求。

#### 11.6.4 程控数字交换机选用浪涌保护器(SPD)时，应符合如下规定：

- a) SPD 的选择应根据用户总配线路所连接的中继线及用户线性质选用适配的信号线路浪涌保护器(SPD)。
- b) SPD 对雷电流的响应时间为纳秒级(ns)，标称放电电流应不小于 0.5kA，并应满足线路传输速率和带宽的要求。
- c) SPD 的接地端应与配线路的接地端相连，SPD 的接地线截面积不小于  $16\text{mm}^2$  的多股铜绞线。

#### 11.6.5 计算机网络系统和安全保卫及火灾自动报警消防自控系统等浪涌保护器(SPD)的选择可参考 11.6.2 中有关规定。

### 12 检测要求

#### 12.1 检测规则

防雷系统的检测主要分以下三种：

- 竣工验收检测；
- 定期监督检测；
- 单位自行安全检测。

#### 12.2 竣工验收检测

应符合设计要求和本标准规定。

#### 12.3 定期检测

防雷装置系统运行过程中的定期安全检测。每年雷雨季节到来之前应进行全面检测。

#### 12.4 单位自行安全检测

单位不定期的经常性的检测。

**附录 A**  
**(规范性附录)**  
**建筑物年预计雷击次数计算**

建筑物年预计雷击次数按下式计算

$$N = KN_g A_e \quad \text{..... (A.1)}$$

式中:

$N$ ——建筑物预计雷击次数,次/a;

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

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

$$N_g = 0.024 T_d^{1.3} \quad \text{..... (A.2)}$$

式中:

$T_d$ ——年平均雷暴日(查当地气象部门提供的资料),d/a;

$A_e$ ——与建筑物截收相同雷击次数的等效面积( $\text{km}^2$ ),  $A_e$  应为其实际面积向外扩大后的面积。

$A_e$  值计算方法如下:

a) 当建筑物高  $H < 100\text{m}$  时(见图 A.1),

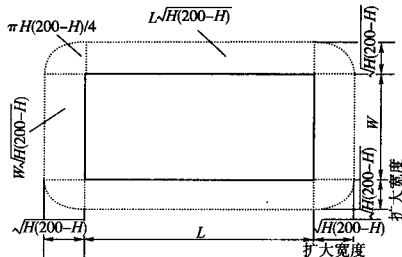


图 A.1 建筑物的等效面积

建筑物每边的扩大宽度(m):  $D = H \sqrt{H(200-H)} \quad \text{..... (A.3)}$

$$A_e = [LW + 2(L+W) \cdot \sqrt{H(200-H)} + \pi H(200-H)] \cdot 10^{-6} \quad \text{..... (A.4)}$$

式中:

$L$ 、 $W$ 、 $H$ ——分别为建筑物的长、宽、高, m。

b) 当建筑物高  $H \geq 100\text{m}$  时,

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

c) 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  $A_e$  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  
(规范性附录)  
雷电防护区(LPZ)

雷电防护区(LPZ)应按下列原则划分,并见图 B.1:

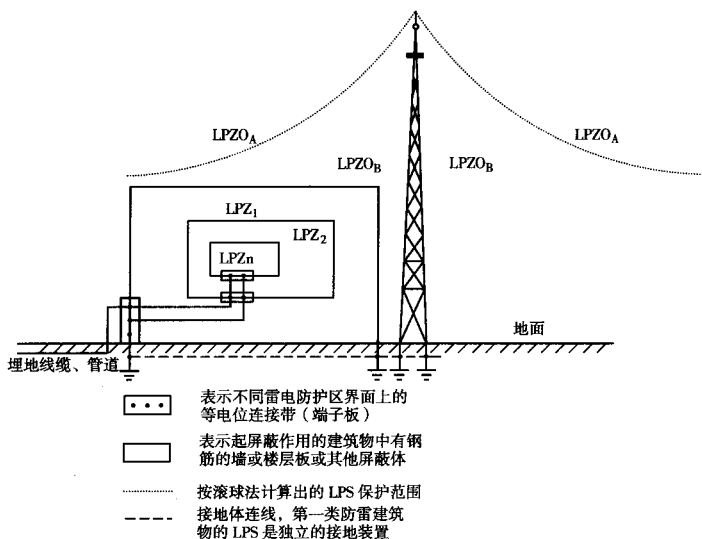


图 B.1 雷电防护区的划分和等电位连接示意图

——LPZO<sub>A</sub>区:本区内各物体都可能遭到直接雷击和导走全部雷电流;本区内的电磁场强度没有衰减。

——LPZO<sub>B</sub>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,但本区内的电磁场强度没有衰减。

—— LPLZ<sub>1</sub> 区:本区内的各物体不可能遭到直接雷击,流经各导体的电流比 LPZO<sub>B</sub> 区更少;本区内的电磁场强度可能衰减,这取决于屏蔽措施。

——LPZ<sub>n+1</sub>区后续区:当需要进一步减小流入的电流和电磁场强度时,应增加后续防雷区,并按照需要保护的對象所要求的环境区选择后续防雷区的要求条件。

——两个防雷区的界面上应将所有通过界面的金属物做等电位连接,并宜采取屏蔽措施。



**附 录 C**  
(规范性附录)  
**综合布线间距**

综合布电线缆与其他干扰源的间距见表 C.1, 与其他管线的间距见表 C.2。

**表 C.1 综合布电线缆与其他干扰源的间距**

类 别	与综合布线接近状况	最小净距 mm
380V 电力电缆 < 2kVA	与缆线平行敷设	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 2kVA ~ 5kVA	与缆线平行敷设	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 > 5kVA	与缆线平行敷设	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
荧光灯、氙灯、电子启动器或感性设备	与缆线接近	15 ~ 30
无线电发射设备(如天线、发射机等)雷达设备, 其他工业设备(如开关电源、电磁感应炉)	与缆线接近	> 150
配电箱	与配线设备接近	> 100
电梯设备间、变电室	尽量远离	> 200
要求:a)当 380V 电力电缆小于 2kV·A, 双方都在接地的线槽中, 且平行长度不大于 10m 时, 最小间距可以是 10mm。 b)电话用户存在振铃电源时, 不能与计算机网络在同一根对绞电缆中一起运用。 c)双方都在接地的线槽中, 是两者不在同一线槽, 如是应用金属板隔开。		

**表 C.2 综合布电线缆与其他管线的间距**

单位为毫米

其 他 管 线	最小平行净距/电缆、光缆或和管线	最小交叉净距/电缆、光缆或管线
避雷引下线	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
燃气管	300	20

## 附录 D (资料性附录)

### 接地装置冲击接地电阻与工频接地电阻的换算

D.1 换算系数 A 见图 D.1, 接地体有效长度的计量见图 D.2。

D.2 接地装置冲击接地电阻与工频接地电阻的换算应按下式确定:

$$R_{\Sigma} = AR_i \quad \text{..... (D.1)}$$

式中:

$R_{\Sigma}$ ——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,  $\Omega$ ;

A——换算系数, 其数值宜按附图 E.1 确定;

$R_i$ ——所要求的接地装置冲击接地电阻,  $\Omega$ 。

D.3 接地体的有效长度应按下式确定:

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

式中:

$l_e$ ——接地体的有效长度, 应按附图 D.2 计量, m;

$\rho$ ——敷设接地体处的土壤电阻率,  $\Omega \cdot m$ 。

D.4 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:

a) 当环形接地体周长的一半大于或等于接地体的有效长度  $l_e$  时, 引下线的冲击接地电阻应为从与该引下线的连接点起沿两侧接地体各取  $l_e$  长度算出的工频接地电阻(换算系数 A 等于 1)。

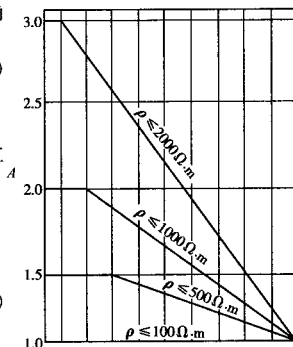
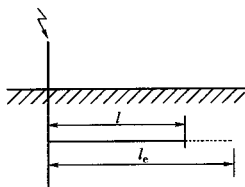
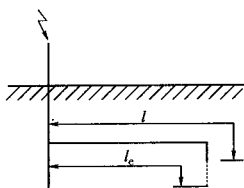


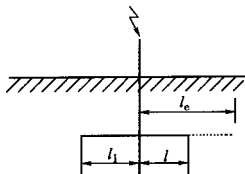
图 D.1 换算系数 A



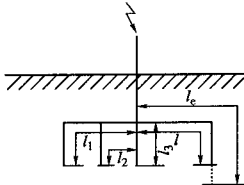
a) 单根水平接地体



b) 末端接垂直接地的单根水平接地体



c) 多根水平接地体,  $l_1 \leq l$



d) 接多根垂直接地的多根水平接地体,  
 $l_1 \leq l, l_2 \leq l, l_3 \leq l$

图 D.2 接地体有效长度的计量

b) 当环形接地体周长的一半  $l$  小于  $l_0$  时,引下线的冲击接地电阻应为以接地体的实际长度算出工频接地电阻再除以  $A$  值。

**D.5** 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 20m 时,其冲击接地电阻应为以换算系数  $A$  等于 1 和以该连接点为圆心、20m 为半径的半球体范围内的钢筋体的工频接地电阻。

**附 录 E**  
(资料性附录)  
**设备额定耐冲击电压参考值**

220/380V 三相系统各种设备额定耐冲击电压参考值见表 E.1, 220V 带中性线的单相系统各种设备额定耐冲击电压值见表 E.2。

**表 E.1 220/380V 三相系统各种设备额定耐冲击电压值**      单位为千伏

设备位置	电源处的设备	配电线路和最后分支线路的设备	用电器具	需要特殊保护的設備
耐冲击过电压类别	IV 类	III 类	II 类	I 类
耐冲击电压额定值	6	4	2.5	1.5

**表 E.2 220V 带中性线的单相系统各种设备额定耐冲击电压值**      单位为千伏

设备位置	电源处的设备	配电线路和末级分支线路的设备	用电器具	需要特殊保护的設備
耐冲击过电压类别	IV 类	III 类	II 类	I 类
耐冲击电压额定值	4	2.5	1.5	0.8
注 1: I 类——需要将瞬态过电压限制到特定水平的设备; 注 2: II 类——如家用电器、手提工具和类似负荷; 注 3: III 类——如配电盘、断路器、包括电缆、母线、分线盒、开关、插座等的布线系统以及应用于工业和设备永久接至固定安装的电动机等的一些其他设备; 注 4: IV 类——如电气计量仪表, 一次线过流保护设备, 波纹控制设备。				