

ICS 45.020
S 60

TB

中华人民共和国铁道行业标准

TB/T 3074—2017
代替 TB/T 3074—2003

铁路信号设备 雷电电磁脉冲防护技术条件

Technical specification for protection against lightning
electromagnetic impulse on railway signaling equipments

高清完整版 | 海量资源库

最新标准官方首发群：141160466

2017-06-05 发布

2018-01-01 实施

国家铁路局 发布

目 次

| | |
|------------------------------|----|
| 前言 | II |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语和缩略语 | 1 |
| 4 信号机房雷电电磁脉冲防护的基本要求 | 3 |
| 5 信号机房的综合防雷 | 5 |
| 6 其他相关要求 | 11 |
| 附录 A(规范性附录) 避雷针保护范围的确定 | 13 |
| 参考文献 | 17 |

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 TB/T 3074—2003《铁路信号设备雷电电磁脉冲防护技术条件》。除编辑性修改外,与 TB/T 3074—2003 相比,本标准主要技术变化如下:

- 修改了铁路信号设备雷害风险的各种因素(见 5.1,2003 年版的第 4 章);
- 将“信号设备系统雷电电磁脉冲防护原则”修改为“信号设备雷电电磁脉冲防护的基本要求”(见第 4 章,2003 年版的第 5 章);
- 修改了防雷区的划分(见第 4 章,2003 年版的第 6 章);
- 删除了“信号设备雷电电磁脉冲的改善”(见 2003 年版的第 6 章);
- 增加了机房建筑物外部防护和内部防护的内容(见 4.3、4.5);
- 增加了信号设备机房外部和内部防护的具体要求和实施方法(见 5.4.1);
- 增加了电子设备机房的直贴式连续屏蔽要求(见 5.4.2.3);
- 修改了安装协调配合的 SPD 要求(见 5.4.3,见 2003 年版的第 8 章);
- 删除了“信号设备雷电电磁脉冲防护水平的测试”(见 2003 年版的第 9 章);
- 修改了接地要求和技术参数(见 5.4.1.3、5.4.1.4,2003 年版的第 10 章);
- 修改了“雷电防护区的划分和做符合要求的地电位连接”(见 4.4、图 2,2003 年版的附录 A);
- 增加了“避雷针保护范围的确定”(见附录 A);
- 删除了有关电缆敷设的要求(见 2003 年版的附录 B)。

本标准由北京全路通信信号研究设计院集团有限公司提出并归口。

本标准起草单位:中国铁道科学研究院通信信号研究所。

本标准主要起草人:付茂金、阮小飞、王州龙、肖桐、李永毅、冯为国、邱传睿。

本标准所代替标准的历次版本发布情况:TB/T 3074—1992、TB/T 3074—2003。

铁路信号设备雷电电磁脉冲防护技术条件

1 范围

本标准规定了铁路信号设备对雷电电磁脉冲诱发的过电压和过电流安全防护的基本原则和防护技术要求。

本标准适用于新建铁路和既有线路信号设备改建及扩建时综合防雷系统的设计、施工、制造和维护。其他电子设备系统的综合防雷措施可以参照本标准执行。

本标准不考虑雷电直接击中信号设备的防护。

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。

TB/T 2311 铁路通信、信号、电力电子系统防雷设备

3 术语和缩略语

3.1 术语

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

雷电电磁脉冲 lightning electromagnetic impulse

雷电流经电阻性、电感性 and 电容性耦合产生的所有电磁感应,包括浪涌和辐射电磁场。

3.1.2

电磁兼容性 electromagnetic compatibility

设备或系统在其电磁环境中能正常工作,且不对环境中的其他设备和系统构成不能承受的电磁干扰的能力。

3.1.3

接地 earth; ground

一种有意或非有意的导电连接,由于这种连接,可使电路或电气设备接到大或接到代替大地的某种较大的导体。

3.1.4

环形接地体 ring conductor

围绕建筑物四周形成一个回路的导体,与引下线、垂直接地体相连,分散雷电流。

3.1.5

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)、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。

3.1.6

自然接地体 natural earthing electrode

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。

3.1.7

基础接地体 foundation earthing electrode

地基的混凝土钢筋或预埋在建筑物混凝土中用作接地极的其他导体。

3.1.8

接地网 ground grid

由埋在地中互相连接的裸导体构成的一组接地体群,用以为电气、电子设备和金属结构提供共同的地。

3.1.9

工频接地电阻 power frequency ground resistance

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

3.1.10

冲击接地阻抗 impulse earthing impedance

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。

3.1.11

接地参考点 earthing reference point

共用接地系统和系统的等电位连接网络之间的唯一连接点。

3.1.12

接地终端 earthing terminal

与接地装置相连的公共接地母线,为各类接地线连接的终端,可以敷设成环形或条形。它可以是接地端子板,也可以是接地汇流排(线)。

3.1.13

电缆入口接地排 cable entrance earthing bar

将进入机房的各电缆钢带外护套在入口处与总接地排或环形接地体进行连接的专用接地排。

3.1.14

雷电等电位连接 lightning equipotential bonding

为减少雷电流产生的电位差,直接或通过浪涌保护器把分离的导电部件连接到防雷系统的一种雷电防护措施。

3.1.15

防雷设备 lightning protection device

用以限制雷电瞬态过电压和分流雷电浪涌电流的设备。

3.1.16

浪涌保护器 SPD surge protective device

用以限制瞬态过电压以及泄放浪涌电流的防雷设备,它至少包含一个非线性元件。

注1:浪涌保护器又称电源保护器、防雷器、防雷保安器、避雷器等。

注2:浪涌保护器分为单端口 SPD 和双端口 SPD。

3.1.17

最大持续运行电压 maximum continuous operating voltage

U_c

允许持久地施加在 SPD 的各种保护模式上的最大交流电压有效值或直流电压值。

3.1.18

电压保护水平 voltage protection level

U_p

表征 SPD 限制其两端电压的特性参数。该电压值大于冲击限制电压的最大实测值。

3.1.19

标称放电电流 nominal discharge current

I_n

SPD 不发生实质性破坏而能通过规定次数具有 8/20 μ s 波形的电流峰值。

3.1.20

耐冲击电压额定值 rated impulse withstand voltage

由制造商对设备或其某一部件认定的一个冲击耐受电压值,用以表征其对过电压的规定的耐受能力。

注:本标准只考虑带电导体和地间的耐受电压。

3.1.21

协调配合的 SPD 系统 coordinated SPD system

为减少电气和电子系统失效而适当选择、配合并安装组成系统的一组 SPD。

3.1.22

综合防雷技术 synthetical lightning protection technology

对建筑物内电气和电子系统,在建筑物外部和内部采取直击雷防护、等电位连接、计算机机房屏蔽以及合理布线、线路端口安装各类防雷器、设备外壳和防雷器共用接地等统一为一个整体的技术措施。用综合防雷技术建设的防雷系统即综合防雷系统。

3.1.23

铁路综合接地技术 railway ingerated earthing technology

将铁路沿线的牵引供电、电力供电、信号、通信等系统及建筑物、道床、站台、桥梁、隧道、声屏障等需要接地的装置通过共用地线连成一体的接地系统。

3.1.24

贯通地线 through-railway grounding wire

沿铁路敷设的连接各种设备、设施的接地导体,并作为牵引回流的辅助通道。

3.2 缩略语

以下缩略语适用于本标准:

| | |
|------|---|
| CEEB | 电缆入口接地排(Cable Entrance Earthing Bar) |
| EMC | 电磁兼容性(Electro Magnetic Compatibility) |
| ERP | 接地参考点(Earthing Reference Point) |
| LEMP | 雷电电磁脉冲(Lightning Electromagnetic impulse) |
| LP | 雷电防护(Lightning Protection) |
| LPS | 雷电防护系统(Lightning Protection System) |
| LPZ | 雷电防护区(Lightning Protection Zone) |
| PE | 保护接地(Protective Earthing) |
| SPD | 浪涌保护器(Surge Protection Device) |
| SPM | 浪涌保护措施(Surge Protection Measure) |

4 信号机房雷电电磁脉冲防护的基本要求

4.1 信号设备及机房(含所有信号电气电子设备的房间),应采取综合防雷措施,应装有防止强电及雷电危害的浪涌保护器等保安设备。电子设备应符合电磁兼容有关规定。

4.2 建筑物内的电气电子系统综合防雷由两部分组成:

- a) LPS 属于外部防雷系统,用以减少直击雷对建筑物实体的损害和建筑物内人员的伤害;

b) SPM 属于内部防雷系统,用以防止雷电电磁脉冲辐射和传导进入建筑物损害建筑物内电气电子设备。

4.3 铁路信号设备及机房综合防雷由 LPS 和 SPM 构成,见图 1,包括下列措施:

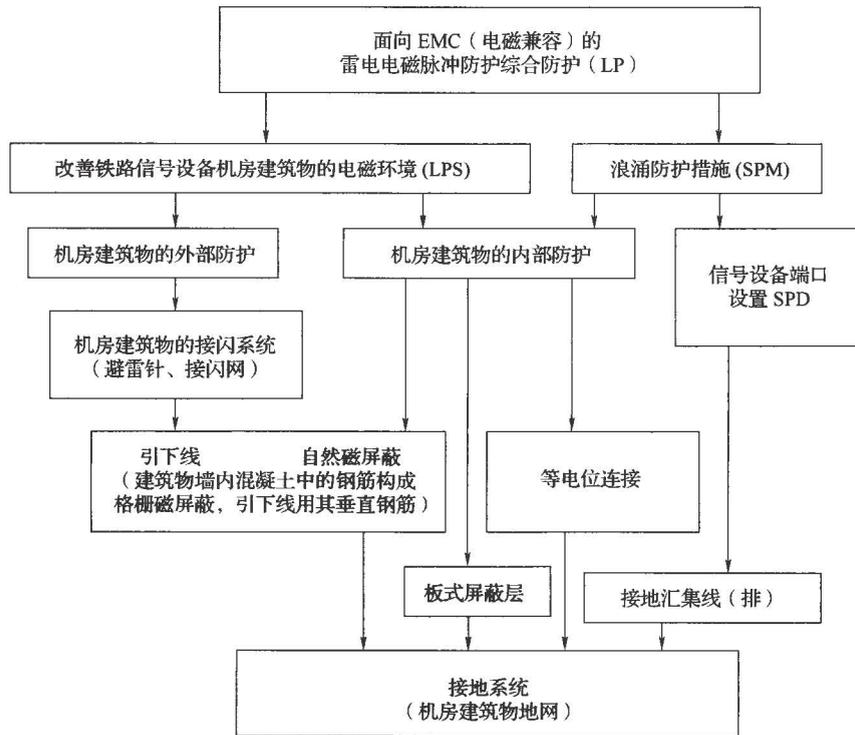


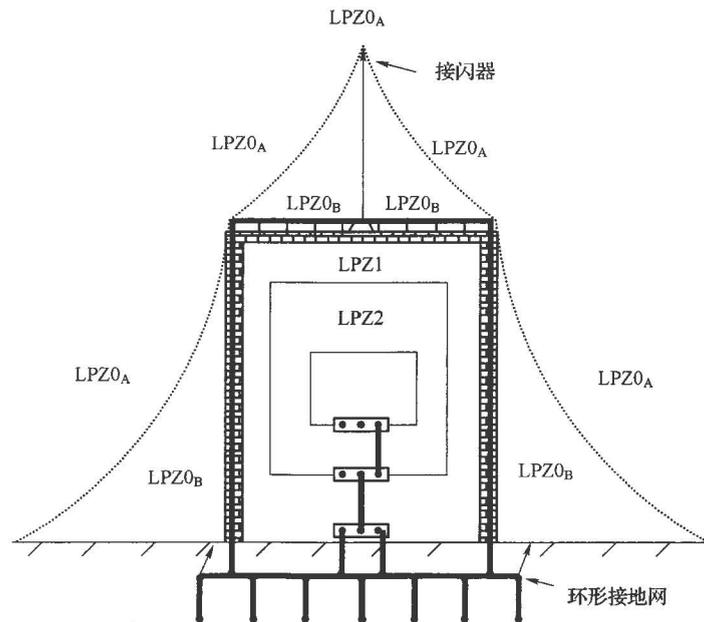
图 1 铁路信号设备及机房综合防雷示意图

- a) 信号机房建筑物直击雷接闪装置;
- b) 信号机房法拉第屏蔽和内部线缆屏蔽;
- c) 信号设备在机房内的合理放置、正确的电缆引入接地处理和按电磁兼容原理布放线缆;
- d) 设置泄流通畅的地网和机房内设置等电位连接系统;
- e) 按设备所处地区的雷电活动情况、安装环境以及设备的额定冲击耐雷电水平,分区、分级、分设备安装能量协调配合的 SPD 或其他防雷设备。

4.4 根据雷电威胁程度不同,将需要保护和控制雷电电磁脉冲环境的建筑物划分为不同的防雷区,防雷区按以下规定划分,见图 2:

- a) 外部区域(建筑物外,机房直接暴露在雷电威胁下的区域)。
 - LPZ0:该区域中,威胁来自未衰减的雷电电磁场。机房内部系统可能遭受全部或部分雷电浪涌电流的危害。LPZ0 又分为以下两类:
 - LPZ0_A:直击雷非防护区,它是可以遭受直击雷及全部雷电电磁场危害的空间,内部系统可能遭受全部雷电浪涌电流的危害。
 - LPZ0_B:直击雷防护区,它是对直击雷进行了防护但仍可遭受全部雷电电磁场危害的空间。内部系统可能遭受部分雷电浪涌电流的危害。
- b) 内部区域(建筑物内,机房未直接暴露在雷电威胁下的区域),可以有分层分区。
 - LPZ1:该区域的雷浪涌电流通过边界上分流和 SPD 得到限制。空间屏蔽能衰减雷电电磁场。
 - LPZ2...n:电路中的雷浪涌进一步在边界上被分流和被边界上的 SPD 限制,雷电电磁场进一步被边界空间屏蔽衰减。

4.5 信号机房应纳入机房建筑物综合防护系统。区间和站场等暴露在雷电环境中的信号设备,应采



图例：

- 表示在不同雷电防护区界面上的等电位接地端子
- ▣▣▣ 表示起屏蔽作用的建筑物外墙、房间或其他屏蔽体
- 虚线表示用滚球法计算 LPS 的保护范围

图 2 机房建筑物雷电防护区示意

取以下的防雷措施：

- a) 信号设备应放置在屏蔽接地的箱、盒内；
- b) 引入机房的电缆屏蔽层应接地；
- c) 缆线与设备接口合理设置 SPD 或其他防雷设备；
- d) 信号设备集中的地方设置常规接闪装置，将信号设备置于直击雷保护范围内。

4.6 任何防雷措施不应改变被防护系统的电气性能，不影响被保护设备的正常工作。

4.7 应根据信号设备接口的额定冲击耐受水平 U_w ，选择适当的 SPD 等防雷设备和设计防雷系统。

4.8 外电网引入机房电源的接地方式应为有保护接零的 TN 制式，进入通信、信号机房的配电线路应采用有保护接零的三相五线制式即 TN-S 制式，并采用埋地电缆引入建筑物。

5 信号机房的综合防雷

5.1 信号设备雷害风险因素

铁路信号设备雷害风险与下列因素有关：

- a) 铁路沿线和车站及机房所在位置的雷电参数等气象条件；
- b) 被保护建筑物所在地区的地形、地物状况和地质状况；
- c) 信号机房建筑物或建筑物群体的特征和周围环境，结构（砖、钢筋混凝土、钢框架、金属立面等）、建筑尺寸（长、宽、高及位置分布）、屋顶材料种类和相邻建筑物的高度；
- d) 建筑物内各楼层电子信息系统设备分布状况；
- e) 信号机房内被保护设备的类型、功能及性能参数（如工作频率、功率、工作电平、传输速率、特性阻抗、传输介质及接口形式等）、通信网络结构、各设备之间的电气连接和信号的传输方式，各端口的耐雷电能力 U_w 等；
- f) 供、配电情况，及配电系统接地型式。

在采取铁路信号设备综合防雷措施前应考虑以上因素。

5.2 信号机房的位置选择

5.2.1 信号机房单独设置时,机房建筑物应选择在土壤电阻率相对较低且腐蚀性小的地方,并远离牵引变电所和高大建筑物。

5.2.2 铁路信号机房若选在车站建筑物内,应独立设置,并处于车站建筑物内电磁环境较好的位置。机房净空高度不宜高于4 m。

5.2.3 区间的中继站机房宜选择在不易遭受直击雷的位置,如高架桥下。

5.3 新建信号机房的空間要求

新建信号机房应在建筑物建设时同步考虑综合防雷系统,机房要便于机柜安置,方便布线,应预留合适的各种接地端子排的连接点,需做直贴式连续屏蔽的计算机房还应预留设置机房屏蔽的空间。

5.4 信号机房综合防雷系统要求

5.4.1 外部防雷系统

5.4.1.1 外部防雷系统构成

信号机房建筑物的外部防雷系统,由接闪器、引下线和接地装置构成。

5.4.1.2 接闪器

信号机房为独立建筑物时,建筑物接闪器应符合以下规定:

- a) 信号机房建筑物顶部应设置接闪网,接闪网应覆盖整个建筑物顶部。网格不大于 $3\text{ m}\times 3\text{ m}$ 。
- b) 信号机房建筑物顶面上不得设置建筑物避雷针。

5.4.1.3 引下线

引下线是接闪器与接地装置的连接线。金属框架结构、钢筋混凝土和框架结构建筑物等可用建筑物支柱的钢筋为引下线,无此条件的建筑物应单设明敷引下线。

5.4.1.4 接地装置

建筑物基础采用硅酸盐水泥且周围土壤含水量不低于4%及基础的外表面无防腐层或沥青质防腐层时,接地装置应利用建筑物的自然接地体。

5.4.1.5 机房建筑物周围的环形接地体

砖木结构和钢筋混凝土结构的信号机房宜在建筑物四周水平埋设环形接地体。环形接地体设置垂直接地体和水平接地体,连接构成环形,并与机房其他接地体连接构成接地网。

5.4.1.6 金属框架结构建筑物的外部防雷要求

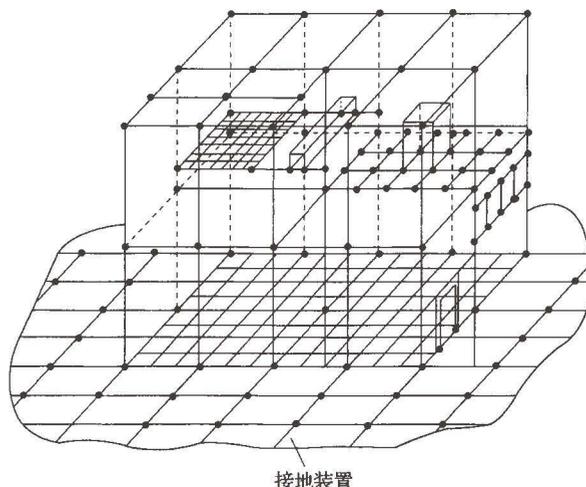
信号机房位于采用金属框架结构的建筑物(如车站候车楼)内时,建筑物可不另设接闪网和接闪带等接闪装置以及不另设引下线。建筑物周围或者在建筑物地基周围混凝土中的环形接地极,应于建筑物下方和周围的网格形接地网结合,并每隔5 m和接地装置连接一次。

5.4.2 内部防雷系统

5.4.2.1 内部防雷系统结构

内部防雷系统包括接地和连接网络、机房连续磁屏蔽和布线、安装SPD等措施。应符合以下要求:

- a) 接地装置将雷电流传导并泄放到大地。连接网络将最大限度地降低电位差,减少磁场。合理的接地和连接网络基于一个完整的接地系统,见图3。
- b) 机房连续屏蔽磁措施,衰减了建筑物或建筑物防雷电直击时在机房内产生的磁场和雷浪涌。内部电路合理布线,将被雷电磁脉冲的侵入的“脏”布线和未被雷电磁脉冲侵入的“干净”布线分槽设置,减少布线间形成的环路面积,最大限度地减少传输线间的雷电相互感应,从而减少内部浪涌。
- c) 协调配合的SPD系统限制来源于外部和内部系统的雷浪涌。



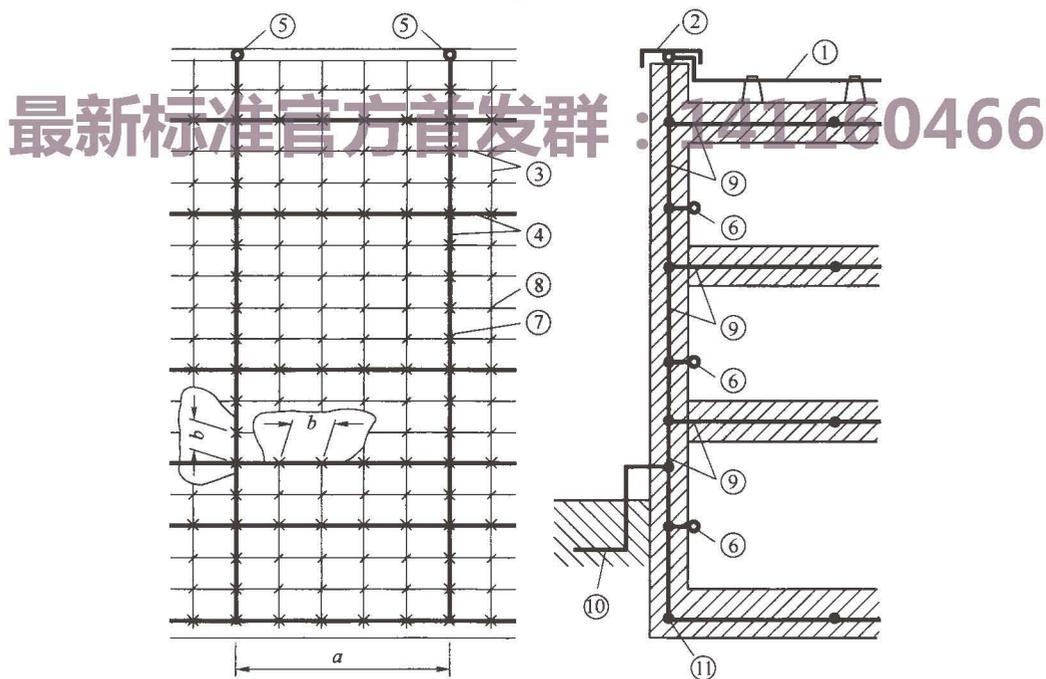
注：图中所画的连接既有建筑物结构的金属件之间的已有连接，又有实现搭接的连接。其中某些连接金属也可能将雷电流截取、传导和泄放到大地。

图3 搭接网络与接地终端系统互连构成三维接地系统(屏蔽笼)示例

5.4.2.2 建筑物空间磁屏蔽的要求

建筑物用铁磁材料低阻抗搭接网络形成的法拉第笼，具有空间雷电电磁脉冲磁屏蔽作用。设置空间磁屏蔽的地方也是防护区的边界。电气电子设备机房的空間磁屏蔽应符合以下要求：

- a) 建筑物本身“自然部件”构成的格栅形屏蔽，网孔宽度典型值为5 m，见图4的a，构件内有箍筋连接的钢筋或成网状的钢筋，主钢筋直径不得小于12 mm，或其截面面积总和不应小于一根



说明：

- | | |
|------------------|--------------------------|
| 1——接闪器导体； | 8——任意连接； |
| 2——屋顶护墙的金属层； | 9——混凝土中的钢筋(有叠加的网格形导体)； |
| 3——钢筋； | 10——环形接地电极(有可能有,也有可能无)； |
| 4——叠加在钢筋上的网格形导体； | 11——基础接地体； |
| 5——网状导体的接头； | a ——重叠的网格形导体典型的宽度为5 m； |
| 6——为内部搭接母线准备的接头； | b ——钢筋网格的典型宽度为1 m。 |
| 7——焊接或卡接； | |

图4 利用建筑物钢筋作磁屏蔽和等电位连接

直径 12 mm 的钢筋的截面积。建筑物上和建筑物内的金属部件多重相互连接(如混凝土钢筋、电梯导轨、吊架、金属屋顶、金属墙面、金属门框和窗户框架、金属地板框架、金属管道和电缆槽)。构件间应电气贯通;

- b) 每一机房内,应预留用于连接各种接地的连接母线和相应的连接端点,见图 4 的⑥和图 5 的⑥,该母线还应与雷电防护区(LPZ)的磁屏蔽层连接到一起;
- c) 构件内应有箍筋连接的钢筋或成网状的钢筋,主钢筋的直径不得小于 12 mm,或其截面积总和不应小于一根直径 12 mm 钢筋的截面积。钢筋与钢筋间用土建施工的绑扎法、螺丝、对焊或搭焊连接,构件间应电气贯通;
- d) 每个防雷区(LPZ)边界将所有金属部件直接与搭接网连接,导电设施通过 SPD 连接。

5.4.2.3 电子设备机房的直贴式连续屏蔽

铁路信号设备机房应按图 4 钢筋网格宽度 *b* 的低阻抗搭接网络形成的空间磁屏蔽,信号机房为独立建筑物时,计算机机房内应再采用直贴式连续屏蔽。

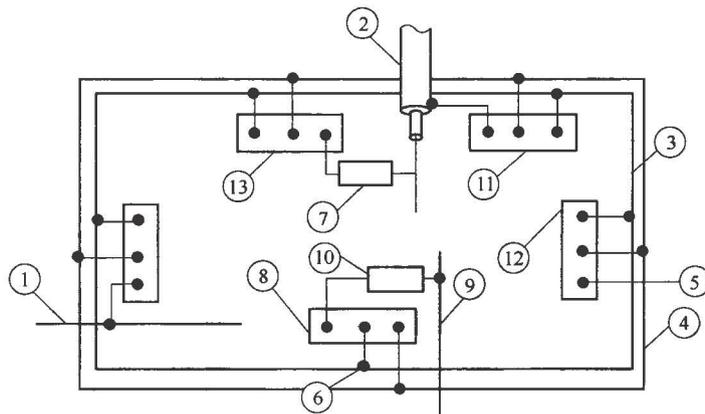
信号机房位于金属框架结构建筑物地下室或不含建筑物外墙的内部房间时,可不再做直贴式连续屏蔽。

5.4.2.4 信号机房的接地端子板和接地汇流排安装

5.4.2.4.1 接地端子板和接地汇流排的基本要求

机房信号接地端子板和接地汇流排应满足以下要求:

- a) 每一机房墙面预留地网接地端子或接头以便接地端子板或接地汇流排与其搭接接地。机房设置接地端子板示意图 5。
- b) 机房所有的接地都共用同一接地系统,不同功能的接地应使用各自独立的接地端子和接地汇流排,共地不同线。



说明:

- | | |
|---------------------|----------------------------|
| 1——外部导电部分(如金属管); | 8——交流源防雷设备专用接地端子板; |
| 2——信号电缆; | 9——交流电源线; |
| 3——墙内接地环形钢筋; | 10——交流电源 SPD; |
| 4——室外环形接地体(可能有或没有); | 11——电缆外护套(屏蔽层)专用接地端子板; |
| 5——去往其他接地极; | 12——信号机房总接地端子板; |
| 6——接地端子板连接点; | 13——电缆芯线接地端子板(可由总接地端子板接出)。 |
| 7——铁路信号 SPD; | |

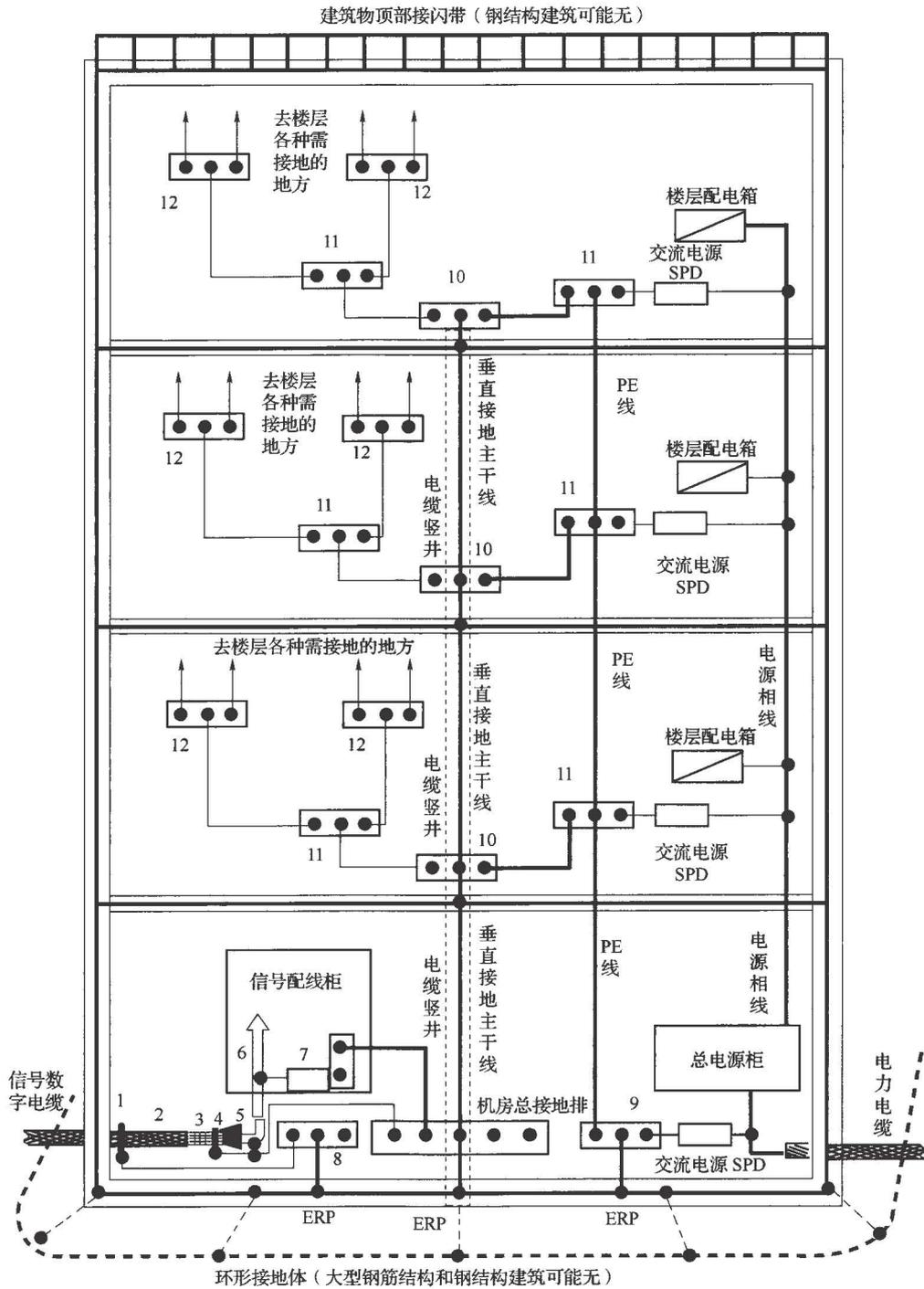
图 5 机房设置接地端子板示意(地基中的钢筋作为自然接地体)

5.4.2.4.2 接地端子板和接地汇流排布放要求

接地端子板和接地汇流排布放应符合以下要求:

- a) 接地端子板和接地汇流排应与墙体或地面绝缘,应采用紧固螺栓固定在绝缘座上。接地汇流排上每隔 1 m ~ 1.5 m 宜预留一个供信号设备接地使用的螺栓。未用预留螺栓应紧固,以满足连接点机械强度和电气连续性的要求。

- b) 接地端子板与机房建筑物钢筋等电位搭接网预留的内部搭接母线接头(见图4的⑥)应可靠连接。
- c) 机房分布在几个楼层时,各楼层间应设置垂直接地主干线汇流排,各楼层可设置总接地端子板(见图6)。



说明:

- | | | |
|-----------------|------------------|-----------------|
| 1——信号电缆外护套接地卡箍; | 5——信号电缆成端; | 9——交流电源专用接地端子板; |
| 2——信号电缆外护套; | 6——信号电缆芯线; | 10——楼层总接地端子板; |
| 3——信号电缆铝护套; | 7——铁路信号 SPD; | 11——楼层分接地端子板; |
| 4——信号电缆铝护套接地卡箍; | 8——电缆入口接地排 CEEB; | 12——楼层树形接地端子板。 |

图6 信号设备分散分布于多层建筑物时的共用接地系统示意图

5.4.2.5 信号机房的接地

机房接地应符合以下要求：

- a) 电缆钢外护套不得进入机房并应在该界面接入电缆入口信号电缆外护套(屏蔽层)专用接地端子板或接地汇流排；
- b) 电子设备的防雷设备接地端应连接到由总接地端子引出的接地汇流排；
- c) 安装防静电地板的机房,防静电地板应连接由总接地端子引出的汇流排。

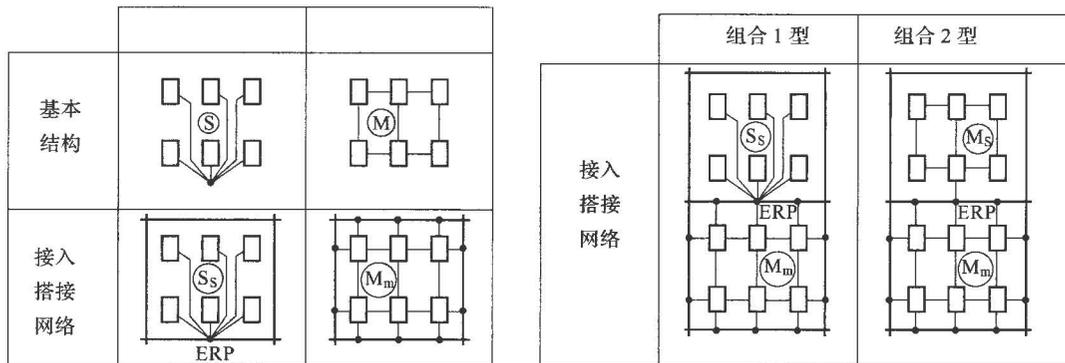
5.4.2.6 信号机房设备的等电位连接

信号设备的机房应设置等电位连接网络,等电位连接网络的结构形式有 S 型(星形)结构和 M 型(网形)结构。S 型结构适用于相对较小、局部的电子信息系统。M 型结构适用于较大机房。

采用 S 型结构时,机房内电子信息系统的金属部件通过唯一的参考点 ERP 连接到建筑物接地网络,形成 S_s 型搭接结构。

采用 M 型结构,设备可以通过多个搭接点就近接地,形成 M_m 型网状搭接结构。

复杂的电气电子系统可以结合两种结构的优点,构成图 7 的组合 1 型(S_s 结合 M_m)和组合 2 型(M_m 结合 S_s)。



图例：

- 搭接网络
- 搭接导体
- 设备
- 搭接网络的搭接点
- ERP 接地参考点 (earth reference point)
- S_s 单点搭接的星形结构
- M_m 网状搭接的网状结构
- M_s 单点接入的网格结构

图 7 电子系统接入搭接网络的组合方式

5.4.2.7 信号机房内不带电金属的等电位连接

信号机房内不带电金属的等电位连接应符合以下要求：

- a) 信号机房内的所有不带电金属,如水管,暖气管等在进入机房 LPZ0 区与 LPZ1 区交界处时,应就近与建筑物钢筋做等电位连接,见图 5 的①；
- b) 室内空调机外壳等宜就近与接地汇流排连接；
- c) 信号机房内部所有金属走线架应电气贯通,相互间宜用绝缘多股线栓接并与接地汇流排就近栓接；
- d) 进入信号机房的金属管线接地应符合以下规定：
 - 1) 进入建筑物的所有金属管线宜与建筑物钢筋引出的环形接地体连接；

- 2) 当室外引入室内的管线从不同的位置进入时,应分别连接到不同位置的等电位连接端子上。

5.4.2.8 信号机房内机柜放置和线路布放

信号机房内机柜的合理放置和线路的合理布放应符合以下规定:

- a) 机房内的机柜并列布置,机柜、布线槽或走线架宜为 E 字形,不应形成环形,布线槽或走线架应电气连续;
- b) 室内电缆布放时可采用磁屏蔽措施,可采用金属密封的铁磁材料电缆管和将设备置于接地的金属布线槽内;
- c) 电源线和信号线应在各自的接地屏蔽槽内布放、同一接地屏蔽槽隔内分离隔离布放或穿金属密封电缆管敷设,金属布线槽和电缆托架应就近接地;
- d) 机房内信号设备要放置在室内雷电电磁脉冲干扰相对弱的位置,例如安装在距离建筑物屏蔽层安全距离至少 0.5 m 的空间,不应靠近有格栅的墙体。

5.4.2.9 接地连接线

接地线应以最短方式接入。各类接地线应根据最大故障电流值和材料机械强度确定,所有室内接地线应用黄绿相间色标的绝缘铜导线。

不应在接地线中加装开关或熔断器。穿越墙壁、楼板和地坪的接地线,应在穿越处套保护管。

5.4.3 安装协调配合的 SPD

5.4.3.1 一般要求

选用和安装 SPD 应符合以下一般要求:

- a) 选用的 SPD,应符合 TB/T 2311 标准的要求;
- b) 所有连接 SPD 的导线应采用多股绝缘铜导线;
- c) 各级 SPD 之间以及 SPD 与被保护设备之间应达到能量协调配合。

5.4.3.2 电源线路防雷

引入信号设备建筑物的交流电源 SPD 应当实施多级防护,第一级设置在 LPZ1 区的配电盘后,第二级设置在电源屏电源引入侧。第三级设置在计算机终端电源稳压器或 UPS 电源前。也可以多于 3 级。

5.4.3.3 铁路信号电缆引入防雷措施

铁路信号电缆引入信号机房时,应在分线柜(盘)处集中设置铁路信号设备 SPD,应采用防雷型分线柜。

5.4.3.4 室内电子设备数据传输线路防雷

受到雷电电磁脉冲干扰时,应在电子设备室内数据传输线单端或双端设置通道 SPD。

5.4.3.5 SPD 的参数

选择 SPD 时应根据实际被防护设备的需要,确定下列 SPD 的技术参数:

- a) 标称放电电流 I_n ;
- b) 标称电压 U_N ;
- c) 基础限制电压 U_B ;
- d) 电压保护水平 U_p ;
- e) 串联使用的模拟信号用 SPD 应考虑在使用频率时对传输信号的衰耗,数字信号用 SPD 应考虑传输时的误码率。

6 其他相关要求

6.1 室外信号设备的防雷

6.1.1 室外信号设备应安装适当的防雷设备。

6.1.2 驼峰调车场、车站咽喉部位等室外电子设备集中的区域,可在距电子设备和机房建筑物 20 m

以外的地点安装常规避雷针阵,驼峰调车场安装独立避雷针。其保护范围可用附录 A 的计算方法计算。

6.1.3 室外信号设备的金属箱、盒壳体接地应满足以下要求:

- a) 路基区段,室外信号设备的金属箱、盒接地体应就近和贯通地线连接,金属箱、盒壳体宜设置独立的接地体;
- b) 高架桥上的室外信号设备的金属箱、盒壳体宜就近与桥上预留的接地端子栓接后与贯通地线连接。内有 SPD 的信号箱、盒壳体内应设专用接地端子(板),供 SPD 接地,不应用钢轨代替接地体;
- c) 进出金属箱、盒的电源线、信号线宜采用屏蔽电缆,屏蔽电缆的钢带护套宜在机房侧可靠接地,非屏蔽电缆应采取防护措施。

6.1.4 高柱信号机应有相应的防护措施。

6.2 通信铁塔设置要求

通信铁塔位置应符合以下要求:

- a) 通信铁塔避雷针的接地装置应单独设置,并距信号机房建筑物环形接地装置 15 m 以上,因环境条件达不到上述要求时应采用设置小型地网,使铁塔工频接地电阻满足要求后通过有垂直接地体的埋地连接线等电位连接。
- b) 机房建筑物顶部不应设置通信铁塔。

6.3 相关专业设备接入铁路综合接地系统的要求

相关专业设备接入综合接地系统前,应独立设置接地体,其交流接地电阻应符合相关要求。

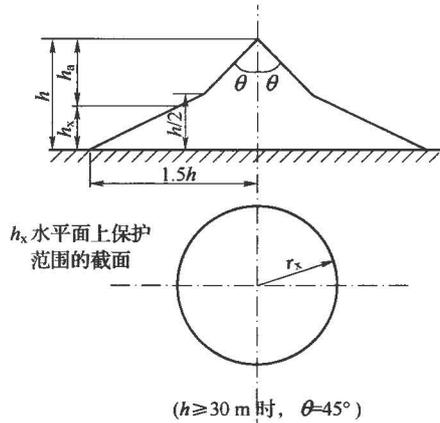
最新标准官方首发群：141160466

附录 A
(规范性附录)
避雷针保护范围的确定

A.1 保护角法

A.1.1 单支避雷针的保护范围

单支避雷针的保护范围见图 A.1。



说明:

h ——避雷针高度;

h_x ——被保护设备高度;

r_x ——避雷针的保护半径。

h_a ——避雷针的有效高度。

图 A.1 单支避雷针的保护范围

避雷针保护半径可按以下方法计算:

a) 避雷针在地面上的保护半径 r , 应按式 (A.1) 计算。

$$r = 1.5h \times P \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

r ——避雷针在地面上的保护半径, 单位为米 (m);

P ——高度影响系数, $h \leq 30$ m, $P = 1$; 30 m $< h \leq 120$ m, $P = \frac{5.5}{\sqrt{h}}$; $h > 120$ m 时, 取其等于 120 m。

b) 在被保护高度 h_x , 水平面上的保护半径应按以下方法确定:

1) 当 $h_x \geq 0.5h$ 时

$$r_x = (h - h_x)P - h_a P \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

r_x ——避雷针在 h_x 水平面上的保护半径, 单位为米 (m);

h_x ——被保护物高度, 单位为米 (m)。

2) 当 $h_x < 0.5h$ 时

$$r_x = (1.5h - 2h_x) \cdot P \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

A.1.2 两支等高避雷针的保护范围

两支等高避雷针的保护范围见图 A.2。保护范围可按以下方法计算:

a) 两针外侧的保护范围应按单支避雷针的计算方法确定;

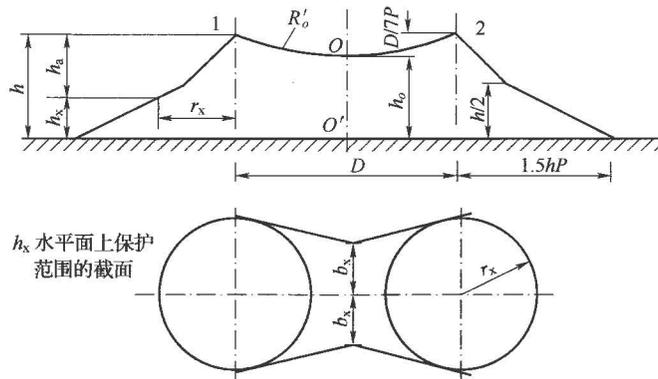
b) 两针间的保护范围应按通过两针顶点及保护范围上部边缘最低点 O 的圆弧确定, 圆弧的半径为 R'_o 。 O 为假想避雷针的顶点, 其高度应按式(A.4)计算。

$$h_o = h - \frac{D}{7P} \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

h_o ——两避雷针间保护范围上部边缘最低点高度, 单位为米(m);

D ——两避雷针间的距离, 单位为米(m)。



说明:

h ——避雷针高度;

h_x ——被保护物高度;

r_x ——单支避雷针保护半径;

D ——两支避雷针距离;

R'_o ——两支避雷针间 1、O、2 弧度的半径;

O' ——假想雷击点顶点 O 与地面垂线交点。

图 A.2 高度为 h 的两等高避雷针的保护范围

两针尖 h_x 水平面上保护范围的一侧最小宽度应按图 A.3 确定。当 $b_x > r_x$ 时, 取 $b_x = r_x$ 。求得 b_x 后可按图 A.2 绘出两针间的保护范围。

两针间距离与针高之比 D/h 不宜大于 5。

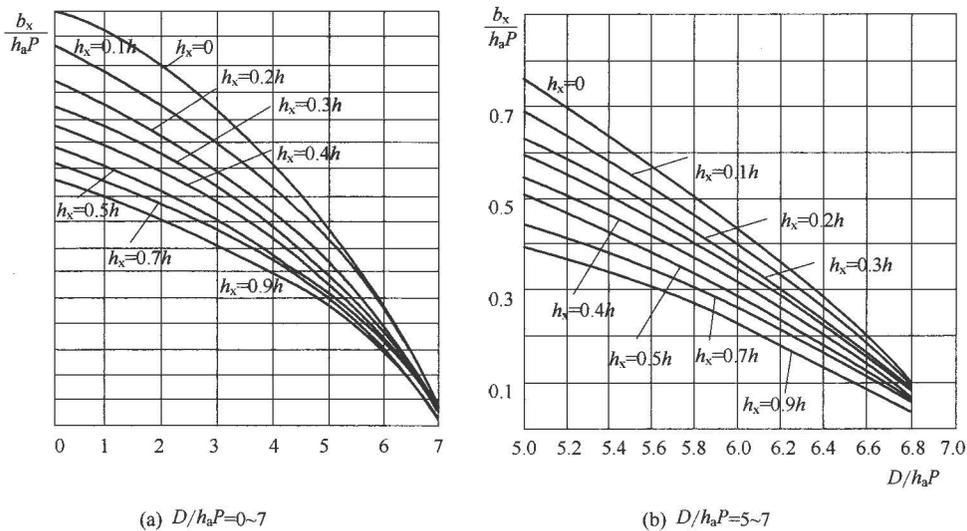


图 A.3 两支等高(h)避雷针间的保护范围一侧最小宽度(b_x)与 $D/h_a P$ 的关系

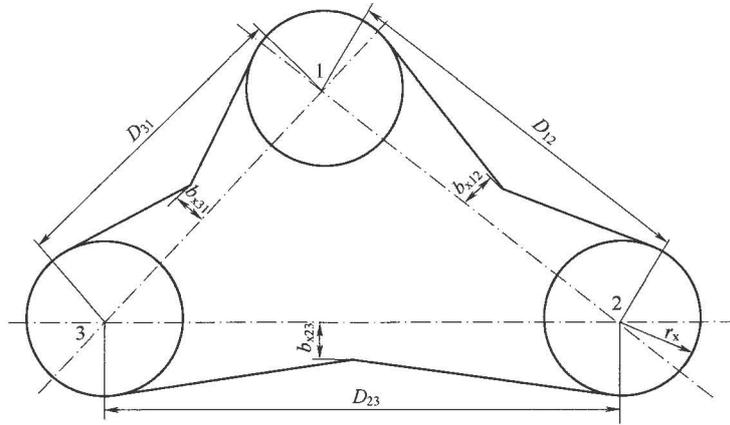
A.1.3 多支等高避雷针的保护范围

多支等高避雷针的保护范围可按以下方法计算:

a) 三支等高避雷针形成的三角形外侧保护范围应分别按两支等高避雷针的计算方法确定。如

在三角形内被保护物最大高度 h_x 水平面上,各相邻避雷针间保护范围的一侧最小宽度 $b_x \geq 0$ 时,则全部面积受到保护,见图 A.4。

- b) 四支以上等高避雷针所形成的四角形或多角形,可先将其分成两个或数个三角形,然后分别按三支等高避雷针的计算方法计算。如各边的保护范围一侧最小宽度 $b_x \geq 0$ 时,则全部面积受到保护,见图 A.5。

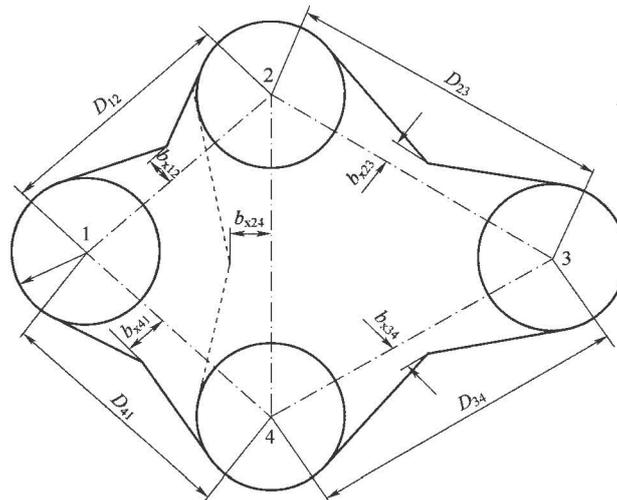


说明:

D_{12}, D_{23}, D_{31} —— 相邻两支避雷针间的距离; r_x —— 每支避雷针的保护半径;

$b_{x12}, b_{x23}, b_{x31}$ —— 相邻两支避雷针保护范围外侧与两避雷针连线间的最小距离。

图 A.4 三支等高避雷针在 h_x 水平面上的保护范围



说明:

$D_{12}, D_{23}, D_{34}, D_{41}$ —— 相邻两支避雷针间的距离;

$b_{x12}, b_{x23}, b_{x34}, b_{x41}, b_{x24}, b_{x31}$ —— 相邻两支避雷针保护范围外侧与两避雷针连线间的最小距离。

图 A.5 四支等高避雷针在 h_x 水平面上的保护范围

A.2 滚球法

滚球法是以 h_r 为半径的一个球体,沿需要防直击雷的部位滚动,当球体只触及接闪器(包括利用作为接闪器的金属物)或接闪器和地面(包括与大地接触能承受雷击的金属物)而不触及需要保护的部位时,则该部分就得到接闪器的保护。

单支接闪杆的保护范围见图 A.6,图中:

h —— 接闪杆的高度(m);

- r_x ——接闪杆在 h_x 高度的 $x-x'$ 平面的保护半径 (m)；
- h_r ——滚球半径, 根据 GB 50057—2010 表 5.2.12, 取 $h_r = 45$ m；
- h_x ——被保护物的高度 (m)。

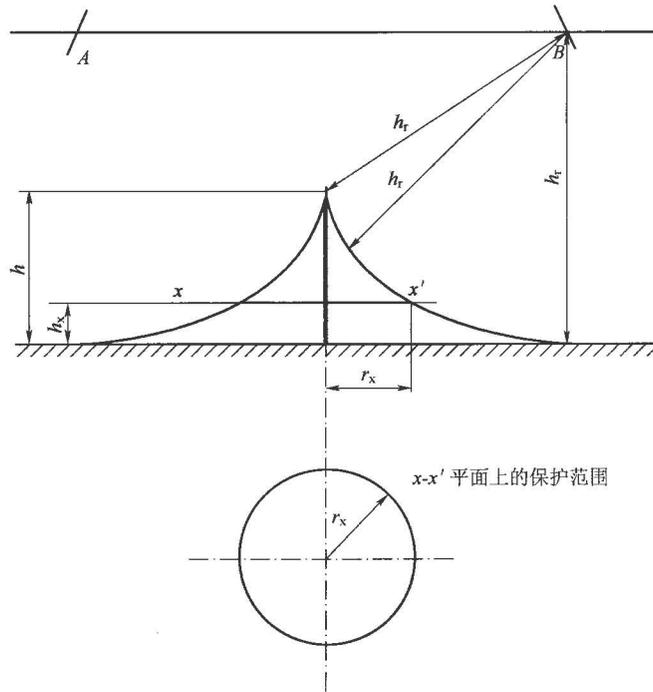
当接闪杆的高度 h 小于滚球半径 h_r 时, 高度为 r_x 处 $x-x'$ 平面的保护半径可以由下式计算, 见图 A.6。

$$r_x = \sqrt{h(2h_r - h)} - \sqrt{h_x(2h_r - h_x)} \dots\dots\dots (A.5)$$

接闪杆在地面上的保护半径 r_0 可以由下式计算：

$$r_0 = \sqrt{h(2h_r - h)} \dots\dots\dots (A.6)$$

当接闪杆的高度 h 大于滚球半径 h_r 时, 在接闪杆取高度为 h_r 的一点代替单支接闪杆杆尖作圆心。其余做法如图 A.6, 式(A.5)和式(A.6)中的 h 用 h_r 代入。



说明：

- h ——避雷针高度；
- h_r ——根据被保护物类别确定的滚球半径 (30 m、45 m、60 m)；
- r_x ——避雷针保护半径。

图 A.6 单支避雷针的保护范围

参 考 文 献

- [1] GB/T 19663—2005 信息系统雷电防护术语
- [2] IEEE Std C62. 41. 1TM-2002 IEEE Guide on the Surge Environment in Low-Voltage (1 000 V and Less) AC Power Circuits IEEE 指南 低压(1 000 V 及以下)交流电路浪涌环境
- [3] GB/T 18802. 21—2004 低压电涌保护器 第 21 部分: 电信和信号网络的电涌保护器 (SPD)—性能要求和试验方法(IEC 61643-21:2000, IDT)
- [4] GB/T 18802. 22—2008 低压电涌保护器 第 22 部分: 电信和信号网络的电涌保护器 (SPD)—选择和使用导则(IEC 61643-22:2004, IDT)
-