



中华人民共和国气象行业标准

QX/T 211—2019
代替 QX/T 211—2013

高速公路设施防雷装置检测技术规范

Technical specifications for inspection of lightning protection system on
expressway facilities

2019-09-18 发布

2019-12-01 实施

中 国 气 象 局 发 布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本要求	3
4.1 工作程序	3
4.2 检测仪器设备	4
4.3 检测报告	4
4.4 检测周期	4
5 检测项目及技术要求	4
5.1 建筑物	4
5.2 加油加气站	6
5.3 机电系统	6
5.4 通信系统	8
5.5 接地电阻	8
附录 A(资料性附录) 防雷装置检测原始记录表	9
附录 B(规范性附录) 防雷装置技术要求	14
附录 C(规范性附录) 接地电阻值的测试方法	18
附录 D(资料性附录) 冲击接地电阻与工频接地电阻的换算	20
参考文献	22

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 QX/T 211—2013《高速公路设施防雷装置检测技术规范》。与 QX/T 211—2013 相比，除编辑性修改外，主要技术变化如下：

- 修改了标准的范围(见第 1 章,2013 年版的第 1 章)；
- 修改了规范性引用文件(见第 2 章,2013 年版的第 2 章)；
- 删除了电气系统的术语和定义(见 2013 年版的 3.4)，修改了雷电防护装置、人工接地体、接地电阻、防雷等电位连接、磁屏蔽的定义(见 3.5、3.8、3.9、3.11、3.13,2013 年版的 3.4、3.6、3.9、3.10、3.12、3.14)；
- 删除了检测机构和人员要求(见 2013 年版的 4.1)；
- 修改了现场环境和有关资料的调查应包含的内容(见 4.1.2,2013 年版的 4.2.2)；
- 删除了标准中防静电的有关内容和条款(见 4.1.2 的 e 条、5.3.1.5、5.5.3、5.5.4,2013 年版的 4.2.2 的 e 条、5.2.9、5.3.1.5、5.4.3、5.4.4、5.4.6)；
- 修改了检测仪器设备的检定要求(见 4.2,2013 年版的 4.3)；
- 修改了检测报告的要求(见 4.3.3,2013 年版的 4.4.3)；
- 修改了接闪器的检查要求(见 5.1.1.1、5.1.1.3、5.1.1.4,2013 年版的 5.1.1.1、5.1.1.3、5.1.1.4)；
- 修改了引下线的检查要求(见 5.1.2.3、5.1.2.4,2013 年版的 5.1.2.3、5.1.2.4)；
- 增加了引下线防接触电压的检查要求(见 5.1.2.5)；
- 修改了接地装置的检查要求(见 5.1.3.1,2013 年版的 5.1.3.1、5.1.3.2)；
- 增加了接地装置防跨步电压的检查要求(见 5.1.3.4)；
- 修改了等电位连接的检查要求(见 5.1.4.5,2013 年版的 5.1.4.5)；
- 修改了 SPD 的检查要求(见 5.1.6.1、5.1.6.2,2013 年版的 5.1.6.1、5.1.6.2)；
- 修改了低压配电系统安装的 SPD 的测试参数和方法要求(见 5.1.6.6,2013 年版的 5.1.6.6)；
- 修改了 2013 版 5.3.4 条为 5.4 节(见 5.4,2013 年版的 5.3.4)；
- 修改了采取电气连接、等电位连接和跨接连接时过渡电阻的要求(见 5.5.5、5.5.6,2013 年版的 5.4.5)；
- 修改了附录 A 中表 A.1、A.3 的内容(见附录 A.1、A.3,2013 年版的附录 A.1、A.3)；
- 修改了附录 B 中表 B.1、B.2、B.3、B.4 的内容(见附录 B,2013 年版的附录 B)；
- 修改了附录 C 的性质(见附录 C,2013 年版的附录 C)；
- 修改了附录 D 中 D.4 的内容(见附录 D,2013 年版的附录 D)。

本标准由全国雷电灾害防御行业标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：湖北省防雷中心、江苏省气象灾害防御技术中心、武汉市气象局、武汉天宏防雷检测中心发展有限公司。

本标准主要起草人：王学良、冯民学、刘学春、余田野、焦雪、黄克俭、史雅静、李国樑、李鑫、朱传林、张科杰、贺姗、陈仁君、张谦、朱秦超、李斐。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- QX/T 211—2013。

高速公路设施防雷装置检测技术规范

1 范围

本标准规定了高速公路设施防雷装置检测的基本要求和检测项目及技术要求。
本标准适用于高速公路设施防雷装置的检测。

2 规范性引用文件

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

GB/T 21431—2015 建筑物防雷装置检测技术规范
GB 50057—2010 建筑物防雷设计规范
GB 50343—2012 建筑物电子信息系统防雷技术规范
QX/T 190—2013 高速公路设施防雷设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

高速公路 **expressway**

具有四个或四个以上车道,并设有中央分隔带,全部立体交叉并具有完善的交通安全设施与管理设施、服务设施,全部控制出入,专供汽车高速度行驶的公路。

[JTJ 002—1987,定义 2.0.1]

3.2

高速公路设施 **expressway facility**

高速公路沿线各种附属建筑物、高速公路中的桥梁、隧道等主体工程,以及相关的高速公路机电系统。

3.3

机电系统 **mechanical & electronic system**

高速公路收费、交通监控、通信、照明及低压配电等电气、电子系统的统称。

3.4

加油加气站 **filling station**

加油站、加气站、加油加气合建站的统称。

[GB 50156—2012,定义 2.1.1]

3.5

防雷装置 **lightning protection system;LPS**

雷电防护装置

用来减小雷击建筑物造成物理损害的系统。

注 1:LPS 由外部和内部雷电防护装置两部分构成。

注 2:改写 GB/T 21714.1—2015,定义 3.42。

3.6

接地装置 earth-termination 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。

[GB 50057—2010,定义 2.0.10]

3.7

共用接地系统 common earthing system

将防雷系统的接地装置、建筑物金属构件、低压配电保护线(PE)、等电位连接端子板或连接带、设备保护地、屏蔽体接地、防静电接地、功能性接地等连接在一起构成共用的接地系统。

[GB 50343—2012,定义 2.0.6]

3.8

人工接地体 artificial earth electrode

为接地需要而埋设的接地体。人工接地体可分为人工垂直接地体和人工水平接地体。

[GB/T 21431—2015,定义 3.5]

3.9

接地电阻 earthing resistance

接地装置对远方电位零点的电阻。

注 1:数值上为接地装置与远方电位零点间的电位差与通过接地装置流入地中电流的比值。按冲击电流求得的接地电阻称为冲击接地电阻;按工频电流求得的接地电阻称为工频接地电阻*。

注 2:改写 DL/T 475—2017,定义 3.7。

3.10

自然接地体 natural earthing electrode

兼有接地功能、但不是为此目的而专门设置的与大地有良好接触的各种金属构件、金属井管、混凝土中的钢筋等的统称。

[GB 50343—2012,定义 2.0.7]

3.11

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。

[GB 50057—2010,定义 2.0.19]

3.12

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。

[GB 50057—2010,定义 2.0.29]

3.13

磁屏蔽 magnetic shield

将需保护建筑物或其一部分包围起来的闭金属格栅或连续型屏蔽体,用于减少电气和电子系统的失效。

[GB/T 21714.1—2015,定义 3.52]

* 本标准凡未标明为冲击接地电阻的接地电阻均指工频接地电阻。

3.14

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,如不一定要有墙壁、地板或天花板作为区界面。

[GB 50057—2010,定义 2.0.24]

4 基本要求

4.1 工作程序

4.1.1 防雷装置检测工作程序宜按图 1 进行。

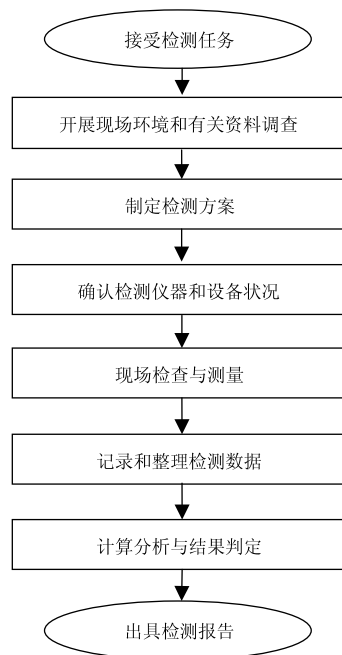


图 1 防雷装置检测工作程序

4.1.2 现场环境和有关资料的调查应包含下列内容:

- a) 根据 GB 50057—2010 第 3 章和 4.5.1 的规定划分建筑物防雷类别;
- b) 根据 QX/T 190—2013 第 4 章的规定划分防雷区;
- c) 查阅受检场所的防雷工程设计和施工档案;
- d) 查看接闪器、引下线的安装和敷设方式;
- e) 查看接地型式、等电位连接状况;
- f) 检查低压配电系统和电子系统的接地型式、SPD 的设置及安装工艺状况、管线布设和磁屏蔽措施等。

4.1.3 防雷装置接地电阻的测量应在非雨天和土壤未冻结时进行,现场环境条件应能保证正常检测。

4.1.4 防雷装置现场检测的数据应记录在专用的原始记录表中,并应有检测人员签名。检测记录应使用钢笔或签字笔填写,字迹工整、清楚,不应涂改;改错应使用一条直线划在原有数据上,在其上方填写正确数据,并签字或加盖修改人员印章。

4.1.5 防雷装置检测原始记录表的式样参见附录 A。

4.2 检测仪器设备

- 4.2.1 用于现场检测的仪器、仪表和测试工具的准确度等级应满足被测参数的准确度要求。
- 4.2.2 用于现场检测的仪器、仪表和测试工具应经过检定/校准,并在检定/校准有效期内,且处于正常状态。
- 4.2.3 用于现场检测的仪器、仪表和测试工具,在测试中发现故障、损伤或误差超过允许值时,应及时更换或修复;经修复的仪器、仪表和测试工具应经检定/校准,在满足准确度要求后方可使用,并对之前检测进行复检。

4.3 检测报告

- 4.3.1 现场检测完成后,应对记录的检测数据进行整理、分析,及时出具检测报告。
- 4.3.3 检测报告应对所检测项目是否符合本标准或设计文件及其规范的要求作出明确的结论。
- 4.3.3 检测报告应包括:
 - 受检单位名称;
 - 依据的主要技术标准、使用的主要仪器设备;
 - 检测内容、检测项目、检测结论;
 - 检测日期、报告完成日期及下次检测时间;
 - 检测、审核和批准人员签名;
 - 加盖检测机构检测专用章或检测机构公章。

4.4 检测周期

- 4.4.1 防雷装置实行定期检测制度,应每年检测一次,其中加油加气站防雷装置应每半年检测一次。
- 4.4.2 对雷击频发或有雷击破坏史的场所,宜增加检测次数。

5 检测项目及技术要求

5.1 建筑物

5.1.1 接闪器

- 5.1.1.1 检查接闪器的材料规格(包括直径、截面积、厚度)、支持卡间距、与引下线的焊接工艺、防腐措施、保护范围、接闪网网格尺寸及其与保护物之间的安全距离,接闪器的材料规格、安装工艺应符合附录 B 中的表 B.1 的要求。
- 5.1.1.2 检查接闪器外观状况,应无明显机械损伤、断裂及严重锈蚀现象。
- 5.1.1.3 检查接闪器上是否有附着的其他电气和电子线路,附着的其他电气和电子线路应采用直埋于土壤中的带金属护层的电缆或穿入金属管的导线。电缆的金属护层或金属管应接地,埋入土壤中的长度应在 10 m 以上,方可与配电装置的接地相连接或与电源线、低压配电装置相连接。
- 5.1.1.4 测试接闪器与每一根引下线、屋面电气电子设备和金属构件与防雷装置、防侧击雷装置与接地装置等的电气连接,应符合 5.5.5 的要求。

5.1.2 引下线

- 5.1.2.1 检查引下线的设置、材料规格(包括直径、截面积、厚度)、焊接工艺、防腐措施,引下线材料规格、安装工艺应符合附录 B 中的表 B.2 的要求。
- 5.1.2.2 检查引下线外观状况,应无明显机械损伤、断裂及严重锈蚀现象。

5.1.2.3 检查各类电气和电子线路与引下线之间的距离,水平净距不应小于 1 m,交叉净距不应小于 0.3 m。

5.1.2.4 检查引下线之间、专设引下线距出入口或人行道边沿的距离,应符合表 B.2 的要求。

5.1.2.5 检查引下线的防接触电压措施,应符合表 B.2 的要求。

5.1.3 接地装置

5.1.3.1 检查接地型式、接地体材质、防腐措施、材料规格、截面积、厚度、埋设深度、焊接工艺,以及与引下线连接,接地装置的材料规格、安装工艺应符合附录 B 中的表 B.3 的要求。

5.1.3.2 首次检测时应检查相邻接地体在未进行等电位连接时的地中距离。

5.1.3.3 接地装置接地电阻的测试方法见附录 C。

5.1.3.4 检查接地装置的防跨步电压措施,应符合表 B.3 的要求。

5.1.4 等电位连接

5.1.4.1 检查建筑物的屋顶金属表面、立面金属表面、混凝土内钢筋等大尺寸金属件所采取的等电位连接措施,并测试其与接地装置的电气连接,应符合 5.5.5 的要求。

5.1.4.2 检查穿过各防雷区交界处的金属部件,以及建筑物内的设备、金属管道、电缆桥架、电缆金属外皮、金属构架、钢屋架、金属门窗等较大金属物,应就近与接地装置或等电位连接板(带)作等电位连接。测试其电气连接,应符合 5.5.5 的要求。

5.1.4.3 检查等电位接地端子板及连接线的安装位置、材料规格、连接方式及工艺,防侧击雷及雷电电磁脉冲防护装置的材料规格、安装工艺应符合附录 B 中的表 B.4 的要求。

5.1.4.4 检查各等电位接地端子板的安装位置,应设置在便于安装和检查的位置,且不应设置在潮湿或有腐蚀性气体及易受机械损伤的地方。

5.1.4.5 检查高度超过 60 m 的第二类、第三类防雷建筑物,其相应高度及以上外墙的栏杆、门窗等较大金属物与接地端子(或等电位连接端子)的电气连接状况,测试其电气连接,应符合 5.5.5 的要求。

5.1.5 磁屏蔽

5.1.5.1 检查屏蔽电缆的屏蔽层应至少在两端并宜在各防雷区交界处做等电位连接,同时与防雷接地装置相连。测试其电气连接,应符合 5.5.5 的要求。

5.1.5.2 检查建筑物之间用于敷设非屏蔽电缆的金属管道、金属格栅或钢筋成格栅形的混凝土管道,两端应电气贯通,且两端应与各自建筑物的等电位连接带连接。测试其电气连接,应符合 5.5.5 的要求。

5.1.5.3 检查屏蔽网格、金属管、金属槽、金属网格、大尺寸金属件、房间屋顶金属龙骨、屋顶金属表面、立面金属表面、金属门窗、金属格栅和电缆屏蔽层的等电位连接状况。测试其电气连接,应符合 5.5.5 的要求。

5.1.6 SPD

5.1.6.1 检查低压配电系统、所选 SPD 的技术参数,应符合设计要求。

5.1.6.2 检查 SPD 之间的线路长度。当低压配电线路上安装多级 SPD 时,SPD 之间的线路长度应符合生产厂商提供的技术要求。如无技术要求时,电压开关型 SPD 与限压型 SPD 之间的线路长度不宜小于 10 m,限压型 SPD 之间的线路长度不宜小于 5 m,长度达不到要求应加装退耦元件。

5.1.6.3 检查 SPD 的状态指示器应处于正常工作状态。

5.1.6.4 检查各级 SPD 的连接线应平直,每个 SPD 的连接线总长度不宜超过 0.5 m,连接线的截面积应符合表 B.5 的要求。

5.1.6.5 测试 SPD 接地端子与接地装置的电气连接,应符合 5.5.5 的要求。

5.1.6.6 低压配电系统安装的 SPD 的测试参数和方法应符合 GB/T 21431—2015 中 5.8.5.1 和 5.8.5.2 的规定。

5.2 加油加气站

5.2.1 检查油(气)罐、储气瓶组防雷接地点不应少于两处。测试其接地电阻,应符合 5.5.4 的要求。

5.2.2 检查油(气)罐及罐室的金属构件以及呼吸阀、量油孔、放空管、加油机及安全阀等金属附件应采取接地并做电气连接。测试其接地电阻和电气连接的过渡电阻,应分别符合 5.5.4 和 5.5.6 的要求。

5.2.3 检查长距离无分支管道始、末端及管道拐弯、分岔处的接地状况。测试其接地电阻,应符合 5.5.4 的要求。

5.2.4 检查进出加油加气站的金属管道的接地状况,距离建筑物 100 m 内的管道应每隔 25 m 接地一次。测试其接地电阻,应符合 5.5.4 的要求。

5.2.5 检查平行管道净距小于 0.1 m 时,应每隔 20 m~30 m 作电气连接;当管道交叉且净距小于 0.1 m 时,应作电气连接。测试其电气连接,应符合 5.5.6 的要求。

5.2.6 检查管道的法兰应作跨接连接,在非腐蚀环境下不少于 5 根螺栓可不跨接。测试其跨接连接,应符合 5.5.6 的要求。

5.2.7 检查加油、加气管道与充装设备电缆金属外皮(电缆金属保护管)与接地装置的连接状况。测试其电气连接,应符合 5.5.6 的要求。

5.2.8 检查加油、加气软管(胶管)两端连接处应采用金属软铜线跨接。测试其跨接连接,应符合 5.5.6 的要求。

5.2.9 检查加油加气站的低压配电线路、信号线路上安装的 SPD,应符合 5.1.6 的要求。

5.3 机电系统

5.3.1 机房

5.3.1.1 检查机房所处建筑物位置,应处在建筑物低层中心部位的 LPZ1 区及其后续防雷区内。

5.3.1.2 检查机房内设备距外墙及柱、梁的距离,不应小于 1 m。

5.3.1.3 检查机房的金属门、窗和金属屏蔽网与建筑物内的结构主筋,应作可靠电气连接。

5.3.1.4 检查机房内设置的等电位连接带的规格,应符合表 B.4 的要求。

5.3.1.5 检查机房内机柜、金属外壳与等电位连接带连接的材料规格、安装工艺,应符合表 B.4 的要求。测试其电气连接,应符合 5.5.5 的要求。

5.3.1.6 检查机房的低压配电线路、信号线路上安装的 SPD,应符合 5.1.6 的要求。

5.3.1.7 检查进、出机房的金属管、金属槽、金属线缆屏蔽层,应就近与接地汇流排连接。

5.3.1.8 检查机房的接地线,应从共用接地装置引至机房局部等电位接地端子板。

5.3.2 收费岛机电系统

5.3.2.1 检查计重系统、收费系统及收费天棚防雷系统接地型式,应符合防雷设计方案的要求;接地装置的材料规格、安装工艺,应符合表 B.4 的要求。测试其接地电阻,应符合 5.5.2 和 5.5.3 的要求。

5.3.2.2 检查收费亭、自动栏杆、信号灯、车道护栏、立柱、车道摄像机支撑架(杆)、地下通道的扶栏、门等所有金属构件与收费岛共用接地装置连接的材料规格、安装工艺,应符合表 B.4 的要求。测试其电气连接,应符合 5.5.5 的要求。

5.3.2.3 检查收费亭内的金属机柜、各种机电设备的金属外壳,应与收费亭内预留的等电位接地端子板电气连接。测试其电气连接,应符合 5.5.5 的要求。

5.3.2.4 检查计重收费系统的设备外壳、金属框架、线缆的金属外护层或穿线金属管与收费岛共用接地系统连接的材料规格、安装工艺,应符合表 B.4 的要求。测试其电气连接,应符合 5.5.5 的要求。

5.3.2.5 检查进、出收费亭的低压配电线路、信号线路在雷电防护分区不同界面处安装的 SPD,应符合 5.1.6 的要求。

5.3.3 外场机电系统

5.3.3.1 检查可变信息标志、气象监测仪器、车辆检测器(不含路面铺设)及监控摄像探头应处于接闪器有效保护范围内。

5.3.3.2 可变信息标志、气象监测仪器、车辆检测器及监控摄像系统传输线路、配电线路的敷设形式、屏蔽措施,应符合防雷设计方案的要求。屏蔽层应保持电气连通。测试其电气连接,应符合 5.5.5 的要求。

5.3.3.3 高杆灯的引下线及接地状况,应符合防雷设计方案的要求。

5.3.3.4 独立接闪装置的接地网与共用地网间距应符合表 B.3 的要求。

5.3.3.5 监控系统各路信号线路、控制信号线路端口处设置的 SPD 应符合 5.1.6 的要求。

5.3.3.6 监控系统低压配电线路在各雷电防护分区不同界面处安装的 SPD 应符合 5.1.6 的要求。

5.3.3.7 检查车辆检测器、气象监测仪器、可变信息标志、机箱等金属外壳与接地装置的连接状况,测试其电气连接,应符合 5.5.5 的要求。

5.3.4 低压配电系统

5.3.4.1 检查变电所、配电房建筑物防雷装置应符合 5.1.1、5.1.2、5.1.3 的要求。

5.3.4.2 引入高压架空供电线路在进入变电所、配电房前,应改用金属护套或绝缘护套电力电缆穿钢管埋地,埋地距离应不小于 50 m 引入变压器输入端。

5.3.4.3 检查低压配电系统的接地型式。当低压配电系统采用 TN 系统时,应检查从建筑物总配电盘处引出低压配电线路应采取 TN-S 系统。

5.3.4.4 由配电房引出的各配电专线线缆应采用屏蔽电缆或穿钢管埋地敷设,屏蔽层或穿线钢管应两端就近接地。屏蔽层或穿线钢管应保持电气连通。测试其与接地装置的电气连接,应符合 5.5.5 的要求。

5.3.4.5 检查与外场设备连接的直埋电缆屏蔽层或穿线钢管应两端就近接地,屏蔽层或穿线钢管应保持电气连通。测试其与接地装置的电气连接,应符合 5.5.5 的要求。

5.3.4.6 低压配电、照明线路上安装的 SPD 应符合 5.1.6 的要求。

5.3.4.7 检查外场设备电源箱、配电箱、分线箱与安全保护接地的等电位连接状况,测试其电气连接,应符合 5.5.5 的要求。

5.3.5 桥梁、隧道的机电系统

5.3.5.1 检查桥面敷设的低压配电线路、信号线路应采取屏蔽措施,其屏蔽层两端应接地,屏蔽层或穿线钢管应保持电气连通。测试其电气连接,应符合 5.5.5 的要求。

5.3.5.2 检查桥梁的低压配电线路、信号线路上安装的 SPD,应符合 5.1.6 的要求。

5.3.5.3 检查隧道的车辆检测器、气象监测仪器、环境检测设备、紧急电话系统、可变信息标志、消防、闭路电视监控、通风、行车信号、通信、广播、供配电、照明等系统的防雷措施,应符合防雷设计方案的要求。

5.3.5.4 检查隧道的环境检测设备、报警与诱导设施、通风设施、照明设施、消防设施、本地控制器的供配电线路、信号线路,应采取屏蔽措施,其屏蔽层两端应接地,屏蔽层或穿线钢管应保持电气连通。测试其电气连接,应符合 5.5.5 的要求。

5.3.5.5 检查隧道的环境检测设备、报警与诱导设施、通风设施、照明设施、消防设施、本地控制器的低压配电线路、信号线路上安装的 SPD,应符合 5.1.6 的要求。

5.3.5.6 检查隧道监控中心的防雷措施,应符合 5.3.1 的要求。

5.4 通信系统

5.4.1 检查通信站、通信塔的防雷装置,应符合 5.1.1、5.1.2、5.1.3 的要求。

5.4.2 通信机房应符合 5.3.1 的要求。

5.4.3 检查通信线路的敷设形式、屏蔽措施,应符合防雷设计方案的要求。屏蔽层应保持电气连通。测试其电气连接,应符合 5.5.5 的要求。

5.4.4 检查埋地光缆上方埋设的排流线或架设的架空地线材料规格、安装工艺,应符合防雷设计方案的要求。测试其接地电阻,应符合 5.5.2 和 5.5.3 的要求。

5.4.5 检查光缆在人(手)孔处、引入机房前,应将其缆内金属构件接地。测试其接地电阻,应符合 5.5.2 和 5.5.3 的要求。

5.4.6 检查直埋电缆金属铠装层或屏蔽层的各接续点,应保持电气连通,两端应接地。测试其接地电阻,应符合 5.5.2 和 5.5.3 的要求。

5.4.7 紧急电话机箱应接地。测试其接地电阻值,应不大于 $10\ \Omega$ 。

5.4.8 通信系统低压配电线路、信号线路在各雷电防护分区的不同界面处安装的 SPD 应符合 5.1.6 的要求。

5.5 接地电阻

5.5.1 高速公路建筑物、加油加气站、机电系统防雷装置的接地电阻应符合防雷设计方案的要求。

5.5.2 第一类防雷建筑物采用独立的接地装置,每根引下线的冲击接地电阻不宜大于 $10\ \Omega$;第二类防雷建筑物,每根引下线的冲击接地电阻不应大于 $10\ \Omega$;第三类防雷建筑物,每根引下线的冲击接地电阻不宜大于 $30\ \Omega$ 。冲击接地电阻与工频接地电阻的换算方法参见附录 D。

5.5.3 当建筑物防雷接地、保护接地及电子系统的接地等采用共用接地系统时,共用接地系统的接地电阻值应按接入设备中要求的最小值阻值确定。

5.5.4 加油加气站的防雷接地、电气设备的工作接地、保护接地及信息技术设备的接地等,宜共用接地装置,其接地电阻不应大于 $4\ \Omega$;当各自单独设置接地装置时,其接地电阻不应大于 $10\ \Omega$,保护接地电阻不应大于 $4\ \Omega$;地上油品、液化石油气和压缩天然气管道始、末端及管道拐弯、分岔处的接地装置的接地电阻不应大于 $30\ \Omega$;进出加油加气站的金属管道,其接地的冲击接地电阻不应大于 $30\ \Omega$ 。

5.5.5 当采取电气连接、等电位连接时,其过渡电阻不应大于 $0.2\ \Omega$ 。

5.5.6 加油加气站场所内采用跨接等电气连接时,其过渡电阻不应大于 $0.03\ \Omega$ 。

附 录 A
(资料性附录)

防雷装置检测原始记录表

防雷装置检测原始记录表包括资料类记录表、现场检测示意图、检测类记录表、测试类记录表，表 A.1～表 A.4 分别给出了相应的样式。

表 A.1 资料类记录表式样

记录编号：

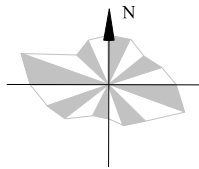
共 页 第 页

受检单位名称			
受检单位地址			
受检单位联系人		联系电话	
受检单位经度		受检单位纬度	
施工单位名称			
受检场所名称			
受检场所地址			
使用的主要检测仪器及编号			
检测的主要技术依据			
综 合 评 价			
检测单位			
检测人		审核人	

表 A.2 现场检测示意图式样

记录编号：

共 页 第 页

测点平面示意图	
备注	

注：根据检测场所一处一表。

表 A.3 检测类记录表式样

记录编号：

共 页 第 页

序号	检测项目	实测结果			
1	接闪器	类型	<input type="checkbox"/> 杆 <input type="checkbox"/> 带 <input type="checkbox"/> 线 <input type="checkbox"/> 网 <input type="checkbox"/> 金属构件		
		材料		规格尺寸	
		搭接形式		搭接长度	
		锈蚀状况		保护范围	
		间隔距离			
2	引下线	敷设方式	<input type="checkbox"/> 明设 <input type="checkbox"/> 暗敷	锈蚀状况	
		根数		平均间距	
		利用结构钢筋或钢结构	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	防接触电压措施	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无
		搭接形式		搭接长度	
		材料		规格尺寸	
		断接卡设置情况			
3	侧击雷防护	首道水平接闪带高度		水平接闪带的间距	
		连接状况			
		搭接形式		搭接长度	
		金属物与防雷装置 的连接状况			
4	接地装置	人工接地体材料		人工接地体规格	
		自然接地体材料		自然接地体规格	
		搭接形式		搭接长度	
		防腐状况		防跨步电压措施	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无
5	SPD	类型	<input type="checkbox"/> 低压配电系统 SPD <input type="checkbox"/> 信号系统 SPD		
		级数		产品型号	
		安装位置			
		SPD级间间距		安装数量	
		状态指示		引线长度	
		引线截面			
6	等电位连接	等电位接地端子板材料	钢 <input type="checkbox"/> 铜 <input type="checkbox"/> 其他：		
		等电位接地端子板规格	_____ mm(长)×_____ mm(宽)×_____ mm(厚)		
		接地干线与接地装置 的连接状况			
		防雷区交界的金属 部件连接状况			
		长距离架空管道、桥架 的接地状况			

表 A.3 检测类记录表式样(续)

序号	检测项目	实测结果			
7	气(液)装卸台、加油机、管道、法兰盘	装卸管跨接状况			
		烃(油)泵接地状况			
		压缩机接地状况			
		冲装(抽残)枪接地状况			
		加油(机)枪接地状况			
		枪管接地状况			
		法兰跨接状况			
8	油(气)罐	跨接点间距			
		阻火器接地状况			
		呼吸阀接地状况			
		量油孔接地状况			
		罐壁(顶板)厚度		接地点数	
		接地点周长距离		接地线规格	
		通气管规格		通气管高度	
放散管规格		放散管高度			
备注					

表 A.4 测试类记录表式样

记录编号：

共 页 第 页

检测场所	检测内容	检测项目	检测结果(单位)	标准值(单位)	评定
备注					

附录 B
(规范性附录)
防雷装置技术要求

防雷装置包括接闪器、引下线、接地装置及雷电电磁脉冲防护装置等,表 B.1~表 B.4 分别给出了其材料规格和安装工艺的技术要求。

表 B.1 接闪器的材料规格、安装工艺的技术要求

名称	技术要求
接闪杆	杆长 1 m 以下:圆钢直径不应小于 12 mm;钢管直径不应小于 20 mm;铜材有效截面积不应小于 50 mm ² 。 杆长 1 m~2 m:圆钢直径不应小于 16 mm;钢管直径不应小于 25 mm;铜材有效截面积不应小于 50 mm ² 。 烟囱、水塔顶上的杆:圆钢直径不应小于 20 mm;钢管直径不应小于 40 mm;铜材有效截面积不应小于 50 mm ² 。 其他材料规格要求按照 GB 50057—2010 表 5.2.1 的规定选取。
接闪带	圆钢直径不应小于 8 mm;扁钢截面积不应小于 50 mm ² ;铜材截面积不应小于 50 mm ² 。 烟囱(水塔)顶部接闪环:圆钢直径不应小于 12 mm;扁钢截面积不应小于 100 mm ² ,厚度不应小于 4 mm; 其他材料规格要求按照 GB 50057—2010 表 5.2.1 的规定选取。 支持卡的高度不宜小于 150 mm,间距按照 GB 50057—2010 表 5.2.6 的规定选取。
接闪网	圆钢直径不应小于 8 mm;扁钢截面积不应小于 50 mm ² 。 其他材料规格要求按照 GB 50057—2010 表 5.2.1 的规定选取。 网格尺寸:一类应小于或等于 5 m×5 m 或 6 m×4 m;二类应小于或等于 10 m×10 m 或 12 m×8 m;三类应小于或等于 20 m×20 m 或 24 m×16 m。
接闪线	镀锌钢绞线截面积不应小于 50 mm ² 。 其他材料规格要求按照 GB 50057—2010 表 5.2.1 的规定选取。
金属板屋面	第一类场所建筑物金属屋面不宜作接闪器。 金属板下面无易燃物品时:铝板厚度不应小于 2 mm;不锈钢、热镀锌钢、钛和铜板的厚度不应小于 0.5 mm;铝板厚度不应小于 0.65 mm;锌板的厚度不应小于 0.7 mm。 金属板下面有易燃物品时:不锈钢、热镀锌钢和钛板厚度不应小于 4 mm;铜板厚度不应小于 5 mm;铝板厚度不应小于 7 mm。
钢管、钢罐	壁厚不应小于 2.5 mm。 处于爆炸和火灾危险场所的钢管、钢罐壁厚不应小于 4 mm。
防腐措施	镀锌、涂漆、不锈钢、铜材、暗敷、加大截面。
搭接形式与长度	扁钢与扁钢:不应少于扁钢宽度的 2 倍,两个大面不应少于 3 个棱边焊接。 圆钢与圆钢:不应少于圆钢直径的 6 倍,双面施焊。 圆钢与扁钢:不应少于圆钢直径的 6 倍,双面施焊。 其他材料焊接时搭接长度要求按照 GB 50601—2010 表 4.1.2 的规定。
保护范围	按 GB 50057—2010 附录 D 计算接闪器的保护范围。
安全距离	接闪器与被保护物的安全距离:一类场所应符合 GB 50057—2010 中 4.2.1 第 5 款的要求;二类场所应符合 GB 50057—2010 中 4.3.8 的要求;三类场所应符合 GB 50057—2010 中 4.4.7 的要求。

表 B.2 引下线的材料规格、安装工艺的技术要求

名称	技术要求
根数	专设引下线不应少于 2 根。 独立接闪杆不应少于 1 根。 高度小于或等于 40 m 的烟囱不应少于 1 根；高度大于 40 m 的烟囱不应少于 2 根。
平均间距	四周及内庭院均匀或对称布置。 第二类或第三类防雷建筑物当满足 GB 50057—2010 中 5.3.8 的要求时，专设引下线之间的间距不做要求。 一类不应大于 12 m，金属屋面引下线应在 18 m~24 m 之间；二类不应大于 18 m；三类不应大于 25 m。
材料规格	独立烟囱：圆钢直径不应小于 12 mm；扁钢截面积不应小于 100 mm ² ，厚度不应小于 4 mm。 暗敷：圆钢直径不应小于 10 mm；扁钢截面积不应小于 80 mm ² 。 其他材料规格要求按照 GB 50057—2010 表 5.2.1 的规定选取。
断接卡	专设引下线断接卡的设置，应符合 GB 50057—2010 中 5.3.6 的规定。
防腐措施	镀锌、涂漆、不锈钢、铜材、暗敷、加大截面。
安全距离	引下线与被保护物的安全距离：见表 B.1 的安全距离。
搭接形式与长度	见表 B.1 的搭接形式与长度。
防接触电压措施	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，作为自然引下线的柱子包括位于建筑物四周和建筑物内的； 2) 引下线 3 m 范围内地表层的电阻率不小于 50 kΩ·m，或敷设 5 cm 厚沥青层或 15 cm 厚砾石层； 3) 外露引下线，其距地面 2.7 m 以下的导体用耐 1.2/50 μs 冲击电压 100 kV 的绝缘层隔离，或用至少 3 mm 厚的交联聚乙烯层隔离； 4) 用护栏、警告牌使接触引下线的可能性降至最低限度。

表 B.3 接地装置材料规格、安装工艺的技术要求

名称	技术要求
人工接地体	水平接地体：间距宜为 5 m。 垂直接地体：长度宜为 2.5 m，间距宜为 5 m。 埋设深度：不应小于 0.5 m，并宜敷设在当地冻土层以下。
	距墙或基础不宜小于 1 m，且宜远离由于烧窑、烟道等高温影响使土壤电阻率升高的地方。
	材料规格要求按照 GB 50057—2010 表 5.4.1 的规定选取。
自然接地体	材料规格要求按照 GB 50057—2010 表 5.4.1 的规定选取。
安全距离	接地装置与被保护物的安全距离：见表 B.1 安全距离。
搭接形式与长度	见表 B.1 的搭接形式与长度。

表 B.3 接地装置材料规格、安装工艺的技术要求(续)

名称	技术要求
防跨步电压的措施	<p>防跨步电压应符合下列规定之一：</p> <ol style="list-style-type: none"> 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,作为自然引下线的柱子包括位于建筑物四周和建筑物内； 2) 引下线 3 m 范围内土壤地表层的电阻率不小于 $50 \text{ k}\Omega \cdot \text{m}$,或敷设 5 cm 厚沥青层或 15 cm 厚砾石层； 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 3 m 范围内地面的可能性减小到最低限度。

表 B.4 防侧击雷及雷电电磁脉冲防护装置的材料规格、安装工艺的技术要求

名称	技术要求	
防侧击雷装置	<p>防侧击的措施</p> <p>一类场所:建筑物高度高于 30 m,应从 30 m 起每隔不大于 6 m 沿建筑物四周设水平接闪带并与引下线相连;30 m 及以上外墙上的栏杆、门窗等较大金属物应与接地端子(或等电位连接端子)连接。</p> <p>二类场所:应符合 GB 50057—2010,4.3.9 的规定。</p> <p>三类场所:应符合 GB 50057—2010,4.4.8 的规定。</p>	
	材料规格	材料规格要求按照 GB 50057—2010 表 5.2.1 的规定选取。
	连接状况	外墙内、外竖直敷设的金属管道及金属物的顶端和底端,应与防雷装置作等电位连接。
	搭接形式与长度	见表 B.1 的搭接形式与长度。
雷电电磁脉冲防护装置	<p>等电位连接</p> <p>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:铜材料的截面积不应小于 16 mm^2;铝材料的截面积不应小于 25 mm^2;铁材料的截面积不应小于 50 mm^2。</p> <p>从屋内金属装置至等电位连接带的连接导体:铜材料的截面积不应小于 6 mm^2;铝材料的截面积不应小于 10 mm^2;铁材料的截面积不应小于 16 mm^2。</p>	
	<p>屏蔽及埋地</p> <p>入户低压配电线路埋地引入长度应符合 GB 50057—2010,4.2.3 第 3 款的要求,且不应小于 15 m。</p> <p>入户处应将电缆的金属外皮、钢管接到等电位连接带或防闪电感应的接地装置上。</p>	
	<p>设备、设施金属管道接地状况</p> <p>进出建筑物界面的各类金属管线应与防雷装置连接。</p> <p>建筑物内设备管道、构架、金属线槽应与防雷装置连接。</p> <p>竖直敷设的金属管道及金属物顶端和底端应与防雷装置连接。</p> <p>建筑物内设备管道、构架、金属线槽连接处应作跨接处理。</p> <p>架空金属管道、电缆桥架应每隔 25 m 接地一次。</p>	
	<p>室内接地干线</p> <p>室内等电位连接的接地干线与接地装置的连接不应少于 2 处。</p> <p>材料规格:铜材料的截面积不应小于 16 mm^2;铝材料的截面积不应小于 25 mm^2;铁材料的截面积不应小于 50 mm^2。</p>	
	<p>SPD</p> <p>当低压配电线路安装多级 SPD 时,电压开关型 SPD 至限压型 SPD 之间的线路长度小于 10 m、限压型 SPD 之间的线路长度小于 5 m 时,在两级 SPD 之间应加装退耦装置。当 SPD 具有能量自动配合功能时,SPD 之间的线路长度不受限制。SPD 应有过流保护装置和劣化显示功能,SPD 连接线的选用见表 B.5。</p> <p>信号线路 SPD 的选用和安装见 GB 50343—2012 中 5.4 和 6.5 的规定。</p>	

表 B.5 SPD 连接线的选用

单位为平方毫米

SPD 级数	SPD 类型	SPD 连接相线铜导线的截面积	SPD 接地端连接铜导线的截面积
第一级	开关型或限压型	6	10
第二级	限压型	4	6
第三级	限压型	2.5	4
第四级	限压型	2.5	4

SPD 连接线应短直,总长度不宜大于 0.5 m,组合型 SPD 的截面积参照相应级数的截面积选择。

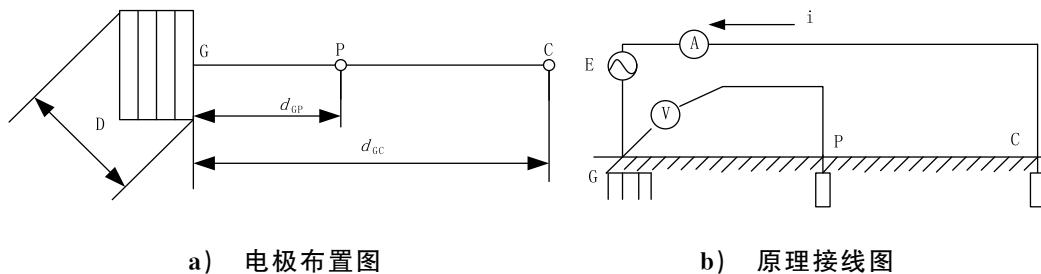
附录 C
(规范性附录)
接地电阻值的测试方法

C.1 接地装置的接地电阻测量

接地装置的工频接地电阻值测量常用三极法和使用接地电阻测试仪法,其测得的值为工频接地电阻值,当需要冲击接地电阻值时,参见附录 D 进行换算。

每次检测都宜固定在同一位置,采用同一台仪器,采用同一种方法测量,记录在案以备下一年度比较性能变化。

三极法的三极是指图 C.1 上的被测接地装置 G,测量用的电压极 P 和电流极 C。图中测量用的电流极 C 和电压极 P 离被测接地装置 G 边缘的距离为 $d_{GC}=(4\sim 5)D$ 和 $d_{GP}=(0.5\sim 0.6)d_{GC}$, D 为被测接地装置的最大对角线长度,点 P 可以认为是处在实际的零电位区内。为了较准确地找到实际零电位区,可把电压极沿测量用电流极与被测接地装置之间连接线方向移动三次,每次移动的距离约为 d_{GC} 的 5%,测量电压极 P 与接地装置 G 之间的电压。如果电压表的三次指示值之间的相对误差不超过 5%,则可以把中间位置作为测量用电压极的位置。



说明:

- G —— 被测接地装置;
- P —— 测量用的电压极;
- C —— 测量用的电流极;
- E —— 测量用的工频电源;
- A —— 交流电流表;
- V —— 交流电压表;
- D —— 被测接地装置的最大对角线长度。

图 C.1 三极法的原理接线图

把电压表和电流表的指示值 U_G 和 I 代入式 $R_G=U_G/I$ 中,得到被测接地装置的工频接地电阻 R_G 。

当被测接地装置的面积较大而土壤电阻率不均匀时,宜将电流极离被测接地装置的距离增大,同时电压极离被测接地装置的距离也相应地增大。

在测量工频接地电阻时,如 d_{GC} 取 $(4\sim 5)D$ 值有困难,当接地装置周围的土壤电阻率较均匀时, d_{GC} 可以取 $2D$ 值,而 d_{GP} 取 D 值;当接地装置周围的土壤电阻率不均匀时, d_{GC} 可以取 $3D$ 值, d_{GP} 值取 $1.7D$ 值。

使用接地电阻测试仪进行接地电阻值测量时,宜按选用仪器的要求进行操作。

C.2 测量中需要注意的问题

C.2.1 当被测建筑物是用多根暗敷引下线接至接地装置时,应根据防雷类别所规定的引下线间距在建筑物顶面敷设的接闪带上选择检测点,每一检测点作为待测接地极 G' ,由 G' 将连接导线引至接地电阻仪,然后按仪器说明书的使用方法测试。

C.2.2 当接地极 G' 和电流极 C 之间的距离大于 40 m 时,电压极 P 的位置可插在 G' 、C 连线中间附近,其距离误差允许范围为 10 m,此时仅考虑仪表的灵敏度。当 G' 和 C 之间的距离小于 40 m 时,则应将电压极 P 插于 G' 与 C 的中间位置。

C.2.3 三极(G、P、C)应在一条直线上且垂直于地网,应避免平行布置。

C.2.4 当建筑物周边为岩石或水泥地面时,可将 P 极、C 极与平铺放置在地面上每块面积不小于 250 mm×250 mm 的钢板连接,并用水润湿后实施检测。

C.2.5 测量时要避开地下的金属管道、通信线路等。如对地下情况不了解,可多换几个地点测量,进行比较后得出较准确的数据。

C.2.6 在测量过程中,当接地电阻测试仪出现读数不稳定时,可将 G 极连线改成屏蔽线(屏蔽层下端应单独接地),或选用能够改变测试频率、采用具有选频放大器或窄带滤波器的接地电阻测试仪检测,提高其抗干扰的能力。

C.2.7 当地网带电影响检测时,应查明地网带电原因,在解决带电问题之后测量,或改变检测位置进行测量。

C.2.8 G 极连接线长度宜小于 5 m。当需要加长时,应将实测接地电阻值减去加长线阻值后填入表格。也可采用四极接地电阻测试仪进行检测。加长线线阻应用接地电阻测试仪二级法测量。

C.2.9 首次检测时,在测试接地电阻值符合设计要求的情况下,可通过查阅防雷装置工程竣工图纸,施工安装技术记录等资料,将接地装置的形式、材料、规格、焊接、埋设深度、位置等资料填入防雷装置原始记录表。

附录 D
(资料性附录)

冲击接地电阻与工频接地电阻的换算

D.1 接地装置冲击接地电阻与工频接地电阻的换算按式(D.1)确定:

$$R_{\sim} = AR_i \quad \dots\dots\dots(D.1)$$

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 时的工频接地电阻值,单位为欧姆(Ω);
- A ——换算系数,其数值宜按图 D.1 确定;
- R_i ——所要求的接地装置冲击接地电阻,单位为欧姆(Ω)。

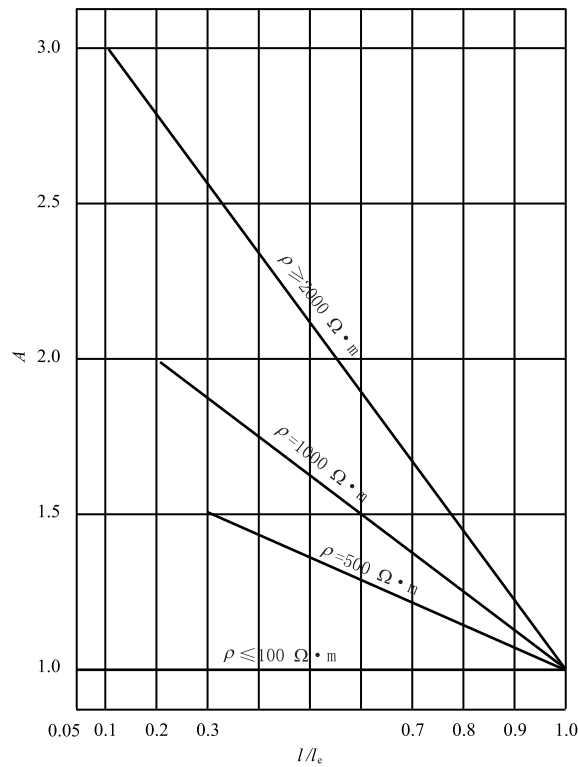


图 D.1 换算系数 A

注 1: l 为接地体最长支线的实际长度,其计量与接地体的有效长度 l_e 类同。当它大于 l_e 时,取其等于 l_e 。

注 2: l_e 的计算见 D.2。

D.2 接地体的有效长度 l_e 按式(D.2)确定:

$$l_e \approx 2\sqrt{\rho} \quad \dots\dots\dots(D.2)$$

式中:

- l_e ——接地体的有效长度,按图 D.2 计量,单位为米(m);
- ρ ——敷设接地体处的土壤电阻率,单位为欧姆米($\Omega \cdot m$)。

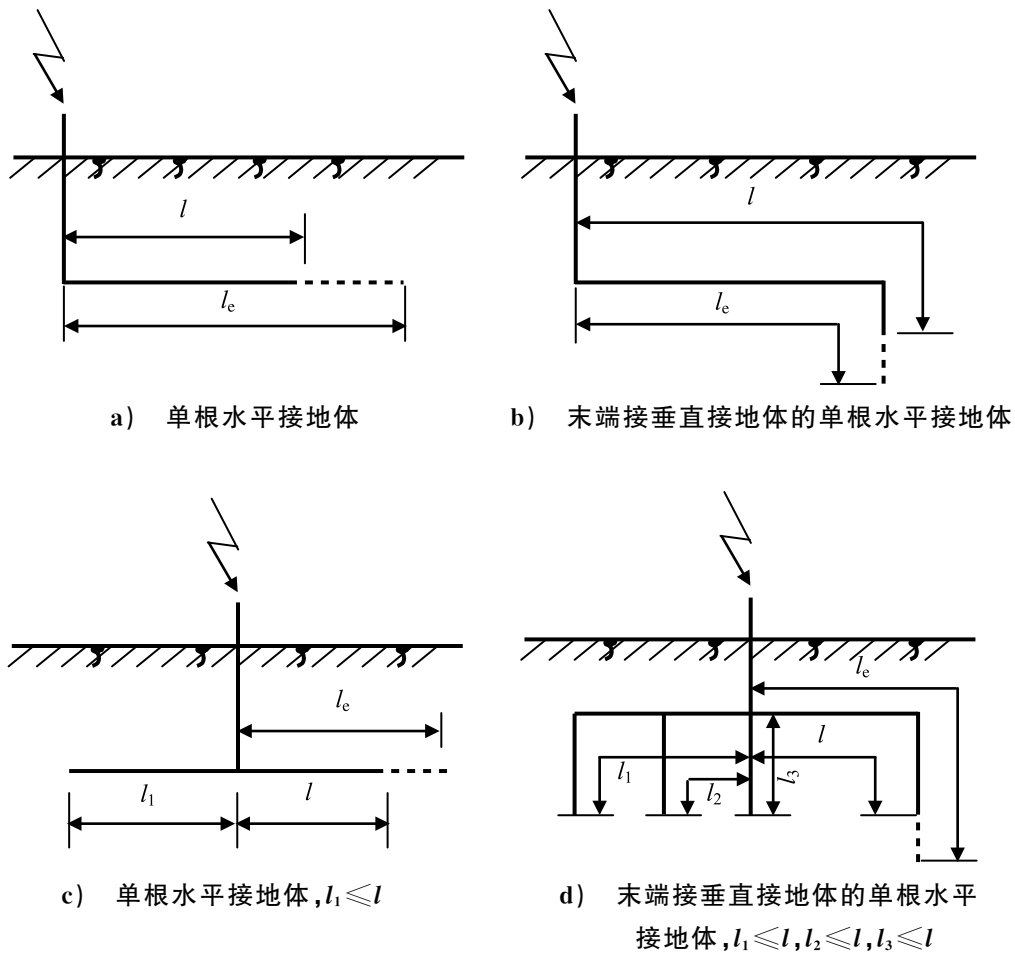


图 D.2 接地体有效长度的计量

D.3 环绕建筑物的环形接地体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）。
- b) 当环形接地体周长的一半 l 小于 l_e 时，引下线的冲击接地电阻为以接地体的实际长度算出工频接地电阻再除以 A 值。

D.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，其冲击接地电阻为以换算系数 A 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。

参 考 文 献

- [1] GB/T 9361—2011 计算机场地安全要求
 - [2] GB/T 17949.1—2000 接地系统的土壤电阻率、接地阻抗和地面电位测量导则 第1部分：
常规测量
 - [3] GB/T 19663—2005 信息系统雷电防护术语
 - [4] GB/T 21714.1—2015 雷电防护 第1部分：总则
 - [5] GB/T 31067—2014 桥梁防雷技术规范
 - [6] GB 50054—2011 低压配电设计规范
 - [7] GB 50156—2012 汽车加油加气站设计与施工规范(2014年版)
 - [8] GB 50169—2016 电气装置安装工程接地装置施工及验收规范
 - [9] GB 50174—2017 数据中心设计规范
 - [10] GB 50311—2016 综合布线系统工程设计规范
 - [11] GB 50348—2004 安全防范工程技术规范
 - [12] GB 50601—2010 建筑物防雷工程施工与质量验收规范
 - [13] GB/T 50680—2012 城镇燃气工程基本术语标准
 - [14] DL/T 475—2017 接地装置特性参数测量导则
 - [15] JTG D80—2006 高速公路交通工程及沿线设施设计通用规范
 - [16] JTG/T F50—2011 公路桥涵施工技术规范
 - [17] JTG F80/1—2017 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程
 - [18] JTG F80/2—2004 公路工程质量检验评定标准 第二册 机电工程
 - [19] JTJ 002—1987 公路工程名词术语
-

中华人民共和国
气象行业标准
高速公路设施防雷装置检测技术规范
QX/T 211—2019

*

气象出版社出版发行
北京市海淀区中关村南大街46号
邮政编码:100081
网址:<http://www.qxcbs.com>
发行部:010-68408042
北京中科印刷有限公司印刷

*

开本:880 mm×1230 mm 1/16 印张:1.75 字数:52.5千字
2019年9月第一版 2019年9月第一次印刷

*

书号:135029-6072 定价:26.00元

如有印装差错 由本社发行部调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68406301