

深圳经济特区技术规范

SZJG 28.1—2009

雷电防护安全要求及检测规范 第 1 部分：通则

2009-08-10 发布

2009-09-01 实施

深圳市质量技术监督局 发布

目 次

前 言..... 11

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 安全要求..... 1

5 检测方法 100

6 检测数据整理 155

附录 A..... 166

 （资料性附录）接地电阻的测试方法..... 166

附录 B..... 200

 （资料性附录）部分检测仪器的主要性能和参数指标..... 200

附录 C..... 233

 （资料性附录）爆炸性危险场所分区..... 233

附录 D..... 244

 （资料性附录）防雷装置检测原始记录..... 244

前 言

SZJG 28《雷电防护安全要求及检测规范》预计分为五个部分：

——第1部分：通则

——第2部分：学校

——第3部分：油（气）站（库）

——第4部分：特殊医疗电气设备的场所

——第5部分：低压电气系统和电子系统机房

本部分的附录A、附录B、附录C、附录D为资料性附录。

本部分由深圳市气象局提出。

本部分由深圳市质量技术监督局归口。

本部分主要起草单位：深圳市防雷中心、深圳市防雷协会。

本部分主要起草人：余立平、邱宗旭、刘敦训、孙丹波、林雨人、安文、杨悦新、周鹏、张光辉、蔡晓明、冯磊、李俊山、毕金刚、张峻、刘元昌、关象石。

雷电防护安全要求及检测规范

第 1 部分：通则

1 范围

本部分规定了雷电防护的安全要求、检测方法及检测数据整理。

本部分适用于建筑物（含构筑物，下同）的雷电防护。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过SZJG 28本部分的引用而成为本部分的条款。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部分，然而，鼓励根据本部分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部分。

GB/T 17626.9-1998 电磁兼容 试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验(IEC 61000-4-9:1993, IDT)

GB/T 18802.12-2006 低压配电系统的电涌保护器（SPD）第12部分：选择和使用原则(IEC 61643-12:2002, IDT)

GB/T 21714.2-2008 雷电防护 第2部分：风险管理(IEC 62305-2:2006, IDT)

GB 50057 建筑物防雷设计规范

GB50169-2006 接地装置施工及验收规范

JGJ/T 152-2008 混凝土中钢筋检测技术规程

QX/T 10.3 -2007 电涌保护器 第3部分：在电子系统信号网络中的选择和使用原则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本部分。

3.1

雷击风险评估 evaluation of lightning strike risk

根据雷击可能导致人员、财产损失程度来确定保护等级、类别的综合计算、分析方法。

3.2

爆炸性危险场所 dangerous areas of explosion

是指存在由于爆炸性混合物出现造成爆炸事故危险而必须对其生产、使用、储存和装卸采取预防措施的场所。

4 安全要求

4.1 雷击风险评估

大型建设工程、重点工程和爆炸性危险场所等建设项目应按照中国气象局第8号令的要求进行雷击风险评估，评估方法应符合GB/T 21714.2-2008的规定。评估中所使用的气象资料应由市气象主管机构提供或审查同意。

4.2 建筑物防雷分类和防雷区划分

4.2.1 建筑物防雷分类应符合表 1 的规定。

表 1 建筑物防雷分类

类别	建筑物防雷类别确定条件
第一类	遇下列情况之一时，应划为第一类防雷建筑物：
	制造（使用、贮存）炸药（火药、起爆药、火工品等）大量爆炸物的建筑物，因电火花而引起爆炸，会造成巨大破坏和人身伤亡。
	具有 0 区或 20 区爆炸危险环境的建筑物。
	具有 1 或 21 区爆炸危险环境的建筑物，因电火花引起爆炸，会造成巨大破坏和人身伤亡。
第二类	遇下列情况之一时，应划为第二类防雷建筑物：
	高度超过 100m 的建筑物。
	国家级重点文物保护的建筑物。
	国家级的会堂、办公建筑物、大型展览和博览建筑物，特大型、大型铁路旅客站，国际性的航空港，国宾馆、国家级档案馆、大型旅游建筑物，国际港口客运站、大型城市的重要给水水泵房等特别重要的建筑物。
	国家级计算中心、国家通讯枢纽等对国民经济有重要意义且装有大量电子设备的建筑物。
	特级和甲级体育馆。
	制造、使用或贮存爆炸物质的建筑物，且火花不易引起爆炸或不致造成巨大破坏和人身伤亡者。
	具有 1 区或 21 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重大破坏和人身伤亡者。
	具有 2 区或 22 区爆炸危险环境的建筑物。
	有爆炸危险的露天钢质封闭气罐。
	预计雷击次数大于 0.05 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。
	预计雷击次数大于 0.25 次/a 的住宅、办公楼等一般性民用建筑物。
第三类	遇下列情况之一时，应划为第三类防雷建筑物：
	省级重点文物保护的建筑物及省级档案馆。
	省级大型计算中心和装有重要电子设备的建筑物。
	19 层及以上住宅建筑和高度超过 50m 的其他民用建筑物。
	建筑群中最高的建筑物或位于建筑群边缘高度超过 20m 的建筑物。
	通过调查确认当地遭受过雷击灾害的类似建筑物；历史上雷害事故严重地区或雷害事故较多的较重要建筑物。
	预计雷击次数大于或等于 0.01 次/a，且小于或等于 0.05 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。
	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。
	预计雷击次数大于或等于 0.05 次/a 的一般性工业建筑物。

雷 建 筑 物 时 防 雷 类 别 的 确 定	一座建筑物中兼有各类防	根据雷击后对工业生产的影响及产生的后果，并结合当地气象、地形、地质及周围环境等因素，确定需要防雷的火灾危险环境。
		在平均雷暴日大于 15d/a 的地区，高度在 15m 及以上烟囱、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。
		不属于第一类、第二类的建筑物，如其内有信息技术设备，需防雷击电磁脉冲时，宜按第三类防雷建筑物采取防直击雷的防雷措施。
		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：
		当第一类防雷建筑物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。
		当第一类防雷建筑物的面积占建筑物总面积的 30% 以下，且第二类防雷建筑物的面积占建筑物总面积的 30% 及以上时，或当这两类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。
		当第一、二类防雷建筑物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。

4.2.2 防雷区划分应符合表 2 的规定。

表2 防雷区划分

防雷区	物理特性
LPZ0 _A 区	本区内的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。
LPZ0 _B 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。
LPZ1 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 LPZ0 _B 区更小；本区内的电磁场强度可能衰减，这取决于屏蔽措施。
LPZn+1 后续防雷区	当需要进一步减小流入的电流和电磁场强度时，应增设后续防雷区，并按照需要保护的物体所要求的环境区选择后续防雷区的要求条件。
注：n=1、2、...	

4.3 防止人身伤害的措施

- 4.3.1 在易受机械损坏和防人身接触的地方，地面上1.7m至地面下0.3m的一段接地线应采取暗敷或镀锌角钢、改性塑料管或橡胶管等保护设施。
- 4.3.2 防直击雷的人工接地体距建筑物出入口或人行道不应小于3m。当小于3m时应采取下列措施之一：
- 水平接地体局部深埋不应小于1m；
 - 水平接地体局部应包绝缘物，可采用50～80mm厚的沥青层；
 - 采用沥青碎石地面或在接地体上面敷设50～80mm厚的沥青层，其宽度应超过接地体2m。
- 4.3.3 在存在接触电压、跨步电压和闪络易导致人身伤害的区域应设置警示标志。

4.4 外部防雷装置

4.4.1 接闪器

4.4.1.1 接闪器布置应符合表3的规定。

表3 各类防雷建筑物接闪器的布置要求

建筑物防雷类别	避雷针滚球半径/m	避雷网网格尺寸/m×m
第一类防雷建筑物	30	≤5×5或6×4
第二类防雷建筑物	45	≤10×10或12×8
第三类防雷建筑物	60	≤20×20或24×16

4.4.1.2 接闪器的焊接工艺应符合表4的规定。

表4 防雷装置钢材焊接时的搭线长度及焊接方法

焊接材料	搭接长度不应少于	焊接方法
扁钢与扁钢	扁钢宽度的2倍	不少于3个棱边焊接
圆钢与圆钢	圆钢直径的6倍	双面施焊
圆钢与扁钢	圆钢直径的6倍	双面施焊
扁钢与钢管、 扁钢与角钢	紧贴角钢外侧两面或紧贴3/4钢管表面，上下两侧施焊，并应焊以由扁钢弯成的弧形（或直角形）卡子或直接由扁钢本身弯成弧形（或直角形）与钢管或角钢焊接	
注: 螺纹钢与圆钢、螺纹钢之间焊接时的搭接长度宜在上述基础上适当增加。		

4.4.1.3 接闪器的材料规格

4.4.1.3.1 避雷针宜采用圆钢或焊接钢管制成，其直径不应小于下列数值：

- 针长1m 以下：圆钢为12mm；钢管为20mm。
- 针长1m ～2m：圆钢为16mm；钢管为25mm。
- 烟囱顶上的针：圆钢为20mm；钢管为40mm。

4.4.1.3.2 避雷网和避雷带宜采用圆钢或扁钢，优先采用圆钢。圆钢直径不应小于8mm，扁钢截面不应小于48mm²，其厚度不应小于4 mm。4.4.1.3.3 架空避雷线和避雷网宜采用截面不小于35mm²的镀锌钢绞线。

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

- 金属板之间采用搭接时，其搭接长度不应小于100mm；
- 金属板下面无易燃物品时，其厚度不应小于0.5mm；
- 金属板下面有易燃物品时，其厚度，铁板不应小于4mm，铜板不应小于5 mm，铝板不应小于7mm；
- 金属板无绝缘被覆层。

注：薄的油漆保护层或0.5mm厚沥青层或1.0mm厚聚氯乙烯层均不属于绝缘被覆层。

4.4.1.3.5 除第一类防雷建筑物和第二类防雷建筑物中突出屋面排放爆炸危险气体、蒸气或粉尘的放散管、风管、烟囱等物体外，屋顶上永久性金属物作接闪器的，在其各部件之间连成电气通路的情况下，应符合下列要求：

- 旗杆、栏杆、装饰物等，其尺寸符合本标准4.4.1.3.1条和4.4.1.3.2条的规定。
- 钢管、钢罐的壁厚不得小于2.5mm，但钢管、钢罐一旦被雷击穿，其介质对周围环境造成危险时，其壁厚不得小于4mm。

4.4.1.4 其他要求

4.4.1.4.1 接闪器应热镀锌或涂漆。在腐蚀性较强的场所，尚应采取加大截面或其他防腐措施。

4.4.1.4.2 不得利用安装在接收无线电广播的共用天线的杆顶上的接闪器保护建筑物。

4.4.2 引下线

4.4.2.1 引下线的布置：引下线一般采用明敷、暗敷或利用建筑物内主钢筋或其它金属构件敷设。

引下线可沿建筑物最易受雷击的屋角外墙明敷，建筑艺术要求较高者可暗敷。建筑物的消防梯、钢柱等金属构件宜作为引下线，其各部件之间均应连成电气通路。例如，采用铜锌合金焊、熔焊、卷边压接、缝接、螺钉或螺栓连接。

注：各金属构件可被覆有绝缘材料。

4.4.2.2 引下线焊接工艺应符合本部分第4.4.1.2条的要求。

4.4.2.3 引下线的材料规格

引下线宜采用圆钢或扁钢，宜优先采用圆钢。圆钢直径不应小于8mm，扁钢截面不应小于48mm²，厚度不应小于4mm。

当引下线采用暗敷时，其圆钢直径不应小于10mm，扁钢截面不应小于80mm²。

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，截面不应小于100mm²，厚度不小于4mm。

明敷引下线应热镀锌或涂漆。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。

4.4.2.4 对各类防雷建筑物引下线的具体要求：

4.4.2.4.1 第一类防雷建筑物安装的独立避雷针的杆塔、架空避雷线的端部和架空避雷网的各支柱处应至少设一根引下线。用金属制成或有焊接、绑扎连接钢筋网的混凝土杆塔、支柱，可作为引下线；引下线不应少于两根，并应沿建筑物四周均匀或对称布置，其间距不应大于12m。

4.4.2.4.2 第二类防雷建筑物的引下线不应少于两根，并应沿建筑物四周均匀或对称布置，其间距不大于18m。

4.4.2.4.3 第三类防雷建筑物引下线不应少于两根，但建筑物周长不超过25m，且高度不超过40m时可只设一根引下线。引下线应沿建筑物四周均匀或对称布置，其平均间距不大于25m；高度超过40m的钢筋混凝土烟囱、砖烟囱应设两根引下线，可利用螺栓连接或焊接的一座金属爬梯作为两根引下线用。

4.4.2.4.4 用多根引下线明敷时，应在各引下线距离地面0.3m~1.8m处装设断接卡。当利用混凝土内钢筋、钢柱作自然引下线并同时采用基础接地体时，可不设断接卡，但应在室内外的适当地点设若干连接板，供测量、接人工接地体和作等电位连接用。当仅用钢筋作引下线并采用埋入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。连接板处要有明显标志。

4.4.2.4.5 在易受机械损坏和防人身接触的地方，应符合本部分4.3.1条的要求。

4.4.2.4.6 当利用金属构件、金属管道做接地引下线时，应在构件或管道与接地干线间焊接金属跨接线。

4.4.3 接地装置

4.4.3.1 共用接地系统

除第一类防雷建筑物独立避雷针和架空避雷线（网）的接地装置有独立接地要求外，其他建筑物应利用建筑物内的金属支撑物、金属框架或钢筋混凝土的钢筋等自然构件、金属管道、低压配电系统的保护接地等与外部防雷装置连接构成共用接地系统。

当互相邻近的建筑物之间有电力和通信电缆连通时，宜将其接地装置互相连接。

4.4.3.2 独立接地

第一类防雷建筑物的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物及与其有联系的管道、电缆等金属物之间的距离应符合GB50057-94第3.2.1条第五款的要求。第二类 and 第三类防雷建筑物在防雷接地装置独立设置时，地中距离应符合GB 50057-94第3.3.4条和第3.4.2条的要求。

4.4.3.3 利用建筑物的基础钢筋作为接地装置时应符合GB 50057-94第3.3.5条~第3.3.8条、第3.4.2条~第3.4.4条和第3.4.8条的要求。

4.4.3.4 接地装置的冲击接地电阻值应分别符合GB 50057-94对第一类、第二类、第三类防雷建筑物规定的要求。

4.4.3.5 人工接地体材料

——埋于土壤中的人工垂直接地体应用角钢、钢管或圆钢；埋于土壤中的人工水平接地体应用扁钢或圆钢。圆钢直径不应小于10mm；扁钢截面不应小于100mm²，其厚度不应小于4mm；角钢厚度不应小于4mm；钢管壁厚不应小于3.5mm。

——在腐蚀性较强的土壤中，应采取热镀锌等防腐措施或加大截面，也可采用阴极保护措施。

——埋在土壤中的接地装置，其连接应采用焊接，并在焊接处作防腐处理。使用铜、铁两种不同的金属材料时，在连接处应使用铜铁过渡盒或采用热熔焊接。

——接地线的最小截面应与水平接地体的截面相同。

4.4.3.6 人工接地体的布置

——人工垂直接地体的长度宜为2.5m。人工垂直接地体间的距离及人工水平接地体间的距离宜为5m，当受地方限制时可适当减小，但不应小于2.5m。

——人工接地体在土壤中的埋设深度不应小于0.5m。接地体应远离由于砖窑、烟道、供暖管道等高温影响使土壤电阻率升高的地方。

——建筑物出入口或人行道处的防直击雷的人工接地体应符合本部分第4.3.2条的要求。

4.4.3.7 接地装置焊接工艺应符合本部分第4.4.1.2条的要求。

4.5 内部防雷装置

4.5.1 电磁屏蔽

4.5.1.1 建筑物、专用屏蔽室以及线路的屏蔽措施

4.5.1.1.1 为减少电磁干扰的感应效应，宜采取以下的基本屏蔽措施：建筑物和专用屏蔽室的外部设屏蔽措施，以合适的路径敷设线路，线路屏蔽。这些措施宜联合使用。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，但第一类防雷建筑物的独立避雷针及其接地装置除外。如屋顶金属表面、立面金属表面、混凝土内钢筋和金属门窗框架，以形成格栅形大空间屏蔽。当设备需要时，可在格栅形大空间屏蔽的基础上增设专用屏蔽室（网）。建筑物的格栅型大空间屏蔽磁场强度的计算方法应符合GB 50057-94第6.3.2条第一、二款的规定。专用屏蔽室磁场强度的计算方法应符合GB 50057-94第6.3.2条第三款的规定。

4.5.1.1.2 屏蔽结构和材料

——屏蔽结构可分为网型和板型两种。

网型屏蔽是采用金属网或板拉网构成的焊接固定式或装配式金属屏蔽，如利用建筑物内钢筋组成的法拉第笼或专门设置的网型屏蔽室。

板型屏蔽是采用金属板或金属薄片构成金属屏蔽，板型屏蔽效果比网型屏蔽较好。

——屏蔽材料宜选用铜材、钢材或铝材。选用铜板时，其厚度宜为0.3mm~0.5mm间，其它材料可在0.3mm~1.0mm之间；选用网材时，应考虑网材目数和增设网材层数。在门、窗的屏蔽中，可采用钢网屏蔽玻璃。

4.5.1.1.3 在需要保护的空間内，当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，当系统要求只在一端做等电位连接时，应采用双层屏蔽，外层屏蔽按前述要求处理。

4.5.1.1.4 在分开的各建筑物之间的非屏蔽电缆应敷设在金属管道内，如敷设在金属管、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，并分别连到各分开的建筑物的等电位连接带上。电缆屏蔽层应分别连到这些带上。

4.5.1.2 建筑物内电子设备的屏蔽等级应符合GB/T 17626.9-1998表1的规定。

4.5.2 等电位连接

4.5.2.1 第一类防雷建筑物的等电位连接应符合以下要求：

4.5.2.1.1 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，均应连接到防雷电感应的接地装置上。

4.5.2.1.2 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100mm时应采用金属线跨接，跨接点的间距不应大于30 m；交叉净距小于100mm时，其交叉处亦应跨接。

4.5.2.1.3 当长金属物的弯头、阀门、法兰盘等连接处的过渡电阻大于 $0.03\ \Omega$ 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。

4.5.2.1.4 防雷电感应的接地装置应和电气设备、信息系统等接地装置共用或将分开的接地装置电气连接。

4.5.2.1.5 屋内接地干线与防雷接地装置的连接，不应少于两处。

4.5.2.1.6 低压线路宜全线采用电缆直接埋地敷设，在入户端应将电缆的金属外皮、钢管接到防雷电感应的接地装置上。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，并应使用埋地长度不少于15m的一段金属铠装电缆或护套电缆穿金属管直接埋地引入。在电缆与架空线连接处，使用的避雷器、电缆金属外皮、钢管和绝缘子铁脚、金具等应连在一起接地。

4.5.2.1.7 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接。距离建筑物100m内的管道，应每隔25m左右接地一次。

4.5.2.1.8 埋地或地沟内的金属管道，在进出建筑物处，应与防雷电感应接地装置相连接。

4.5.2.1.9 当第一类防雷建筑物难以装设独立避雷针（线、网）时，可将避雷针或避雷网或由其混合组成的接闪器直接装在建筑物上，所有接闪器、引下线、均压环、建筑物的金属构件和金属设备均应进行电气连接，并连接到围绕建筑物敷设环形接地体上，电气设备、信息系统和防雷电感应的接地装置可共用这一环形接地体。

4.5.2.2 第二类防雷建筑物的等电位连接应符合以下要求：

4.5.2.2.1 防直击雷接地宜和防雷电感应、电气设备、信息系统等接地共用同一接地装置，并宜与埋地金属管道相连；当不共用、不相连时，两者间在地中的距离应符合GB 50057-94第3.3.4条的要求。

4.5.2.2.2 建筑物内的设备、管道、构架、均压环、栏杆等主要金属物，应就近连接至防直击雷接地装置和电气设备、信息系统的共用接地装置上。

4.5.2.2.3 平行敷设的管道、构架和电缆金属外皮等长金属物的连接应符合本标准4.5.2.1.2条的要求。长金属物的弯头、阀门、法兰盘等连接处可不跨接。

4.5.2.2.4 低压线路宜全线采用埋地电缆或敷设在架空金属线槽内引入，并在入户端将电缆金属外皮、金属线槽与接地装置相连接。当全线采用埋地电缆或敷设在架空金属线槽内有困难时，可按本标准4.5.2.1.6条执行。当第二类防雷建筑物处在平均雷暴日小于30d/a的地区时，可采用低压架空线直接引入建筑物，此时其等电位连接要求为：

(1) 在入户处安装的避雷器或空气间隙，应与绝缘子铁脚、金具连在一起接到防雷的接地装置上；

(2) 入户前三基杆绝缘子铁脚、金具应接地。

4.5.2.2.5 架空和直接埋地的金属管道在进出建筑物处应就近与防雷的接地装置相连；处在爆炸危险环境的第二类防雷建筑物，其架空金属管道应在距建筑物25m处接地一次。

4.5.2.2.6 有爆炸危险的露天钢质封闭气（油）罐，接地点不应少于两处，两接地点间距不宜大于30m。

4.5.2.2.7 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连接。

4.5.2.3 第三类防雷建筑物的等电位连接应符合以下要求：

4.5.2.3.1 防雷接地装置宜与电气设备等接地装置共用。防雷的接地装置宜与埋地金属管道相连。当不共用、不相连时，两者间在地中的距离不应小于2m。

4.5.2.3.2 在共用接地装置与埋地金属管道相连的情况下，接地装置宜围绕建筑物敷设成环形接地体。

4.5.2.3.3 对电缆进出线，应在进出端将电缆的金属外皮、钢管等与电气设备接地相连。当电缆转换为架空线时，应在转换处装设避雷器；避雷器、电缆金属外皮和绝缘子铁脚、金具等应连在一起接地，其冲击接地电阻不宜大于 $30\ \Omega$ 。

4.5.2.3.4 对低压架空进出线，应在进出处装设避雷器并与绝缘子铁脚、金具连在一起接到电气设备的接地装置上。当多回路架空进出线时，可仅在母线或总配电箱处装设一组避雷器或其它型式的过电压保护器，但绝缘子铁脚、金具仍应接到接地装置上。

4.5.2.3.5 进出建筑物的架空金属管道，在进出处应就近接到防雷或电气设备的接地装置上或独自接地，其冲击接地电阻不宜大于 30Ω 。

4.5.2.3.6 高于接闪器的金属物，如广告牌、各种天线、空调室外机、冷却塔等，应与建筑物屋面的接闪器作电气连接。

4.5.2.4 电子系统的等电位连接应符合以下要求：

4.5.2.4.1 所有进入建筑物的外来导电物均应在LPZ0与LPZ1区的界面处做等电位连接。当外来导电物、电力线、通信线在不同地点进入建筑物时，宜设若干等电位连接带，并应就近连到环形接地体、内部环形导体或建筑物的钢筋上；当不能直接连接时，可采用SPD进行等电位连接。它们在电气上是贯通的，并连接到共用接地系统上。光缆内的加强筋和金属防潮层应作等电位接地连接。

4.5.2.4.2 穿过各后续防雷区界面处的所有导电物、电力线、通信线均应在防雷区交界处做等电位连接；当不能直接连接时，可采用SPD进行等电位连接。各种屏蔽结构或设备外壳等其它金属物也应进行等电位连接。

4.5.2.4.3 供电子系统线路和电子设备等电位连接用的等电位连接板或内部环形导体应连到建筑物的钢筋或金属立面等构件上，环形导体宜每隔5m与建筑物钢筋连接一次。

4.5.2.4.4 电梯轨道、吊车、金属地板、金属门框架、设施金属管道、金属电缆桥架、外墙上的栏杆等大尺寸的内部导电物，应以最短路径连到最近的等电位连接带或其它已做了等电位连接的金属物，各导电物之间宜附加多次互相连接。

4.5.2.4.5 电子系统的各种箱体、壳体、机架等金属组件与建筑物的共用接地系统的等电位连接，应按GB 50057的规定采用S型或M型两种基本形式或其组合的等电位连接网络。当设备工作频率在300kHz以下时，宜采用星形（S型）结构。当设备工作频率在MHz以上时，宜采用网状（M型）结构，当采用S型等电位连接网络时，电子系统的所有金属组件，除在接地基准点（ERP）外，应与共用接地系统各组件有大于10KV、 $1.2/50\mu s$ 的绝缘。

4.5.2.5 等电位连接导体的最小截面应符合表5的规定。

表5 等电位连接部件的最小截面(mm²)

等电位连接部件	材料	截面
等电位连接带（铜或热镀锌钢）	Cu(铜)、Fe(铁)	50
从等电位连接带至接地装置或至其他等电位连接带的连接导体	Cu(铜)	16
	Al(铝)	25
	Fe(铁)	50
从屋内金属装置至等电位连接带的连接导体	Cu(铜)	6
	Al(铝)	10
	Fe(铁)	16

4.5.3 电涌保护器（SPD）

4.5.3.1 安装的电涌保护器应符合GB 50057-94第3.3.8条第五款、3.5.4条第三款及第六章第四节、GB 16895.22-2004、GB/T 18802.12-2006、QX/T 10.3-2007的规定。

4.5.3.2 连接电涌保护器导体的最小截面应符合表6的规定。

表6 连接电涌保护器导体的最小截面(mm²)

连接电涌保护器的导体	电气系统	I级试验的电涌保护器	Cu(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	D1 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 1.2mm ²)		根据具体情况确定

注: 连接单台或多台 I 级分类试验或D1类SPD的单根导体的最小截面 $S_{min}(mm^2)$ 尚应满足下式的要求 $S_{min} \geq I_{imp}/8$, 式中 I_{imp} 为确定流入该导体的雷电流(kA)。

4.5.4 综合布线

4.5.4.1 综合布线电缆与附近可能产生高电平电磁干扰的电动机、电力变压器、射频应用设备等电器设备之间应保持必要的间距, 并应符合下列规定:

4.5.4.1.1 综合布线电缆与电力电缆的间距应符合表7的规定。

表7 综合布线电缆与电力电缆的间距

类别	与综合布线接近状况	最小间距(mm)
380V电力电缆 2kV·A	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①	10①
380V电力电缆 2~5kV·A	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②	80
380V电力电缆 >5kV·A	与缆线平行敷设	600
	有一方在接地的金属线槽或钢管中	300
	有一方在接地的金属线槽或钢管中	300

注: ①当380V 电力电缆<2kV·A, 双方都在接地的线槽中, 且平行长度≤10m时, 最小间距可为10mm。

②双方都在接地的线槽中, 系指两个不同的线槽, 也可在同一线槽中用金属板隔开。

4.5.4.1.2 综合布线系统缆线与配电箱、变电室、电梯机房、空调机房之间的最小净距宜符合表8的规定。

表8 综合布线缆线与电气设备的最小净距

名称	最小净距(m)	名称	最小净距(m)
配电箱	1	电梯机房	2
变电室	2	空调机房	2

4.5.4.1.3 墙上敷设的综合布线缆线及管线与其他管线的间距应符合表9的规定。当墙壁电缆敷设高度超过6000mm 时, 与避雷引下线的交叉间距应按下式计算:

$$S \geq 0.05L$$

式中 S——交叉间距(mm);

L——交叉处避雷引下线距地面的高度(mm)。

表9 综合布线缆线及管线与其他管线的间距

其他管线	平行净距(mm)	垂直交叉净距(mm)
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
煤气管	300	20

4.5.4.2 综合布线系统应根据环境条件选用相应的缆线和配线设备,或采取防护措施,并应符合下列规定:

4.5.4.2.1 当综合布线区域内存在的电磁干扰场强低于 $3V/m$ 时,宜采用非屏蔽电缆和非屏蔽配线设备。

4.5.4.2.2 当综合布线区域内存在的电磁干扰场强高于 $3V/m$ 时,或用户对电磁兼容性有较高要求时,可采用屏蔽布线系统和光缆布线系统。

4.5.4.2.3 当综合布线路由上存在干扰源,且不能满足最小净距要求时,宜采用金属管线进行屏蔽,或采用屏蔽布线系统及光缆布线系统。

4.5.4.3 在电信间、设备间及进线间应设置楼层或局部等电位接地端子板。

4.5.4.4 综合布线系统应采用共用接地的接地系统,如单独设置接地体时,接地电阻不应大于 4Ω 。如布线系统的接地系统中存在两个不同的接地体时,其接地电位差不应大于 $1V_{r.m.s.}$ 。

4.5.4.5 楼层安装的各个配线柜(架、箱)应采用适当截面的绝缘铜导线单独布线至就近的等电位接地装置,也可采用竖井内等电位接地铜排引到建筑物共用接地装置,铜导线的截面应符合设计要求。

4.5.4.6 缆线在雷电防护区交界处,屏蔽电缆屏蔽层的两端应做等电位连接并接地。

4.5.4.7 综合布线的电缆采用金属线槽或钢管敷设时,线槽或钢管应保持连续的电气连接,并应有不少于两点的良好接地。

4.5.4.8 当缆线从建筑物外面进入建筑物时,电缆和光缆的金属护套或金属件应在入口处就近与等电位接地端子板连接。

4.5.4.9 装有避雷针和避雷线的构架上的照明灯电源线,必须采用直埋于土壤中的带电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必须接地,埋入土壤中的长度应在 $10m$ 以上,方可与配电装置的接地相连或与电源线、低压配电装置相连接。

5 检测方法

5.1 基本要求

检测机构和检测人员应具备相应的资质和资格。

5.2 检测分类和检测周期

5.2.1 定期检测

a) 安装在爆炸和火灾危险环境的防雷装置,应每半年检测一次。

b) 其他场所防雷装置应每年检测一次。

5.2.2 新建建筑物检测

根据施工进度,对隐蔽工程实施分段跟踪检测,工程竣工后实施验收检测。

5.2.3 改、扩建建筑物检测

工程竣工后实施验收检测。

5.3 检测流程和作业要求

5.3.1 防雷装置检测流程见图1。

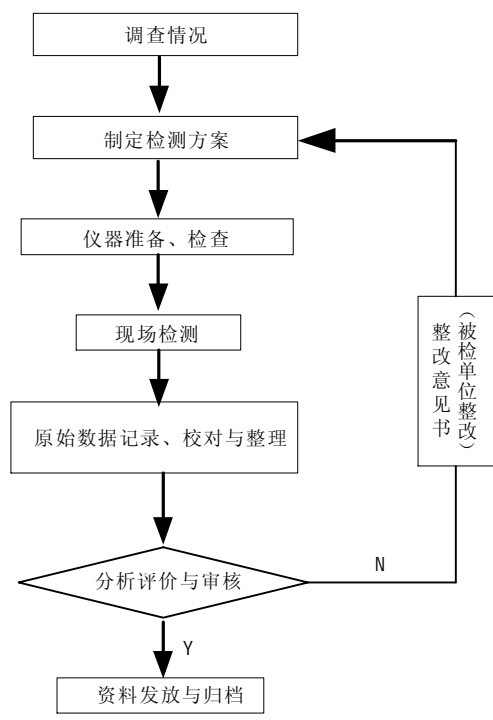


图 1 防雷装置检测流程图

- 5.3.2 检测前应查阅防雷装置设计图纸和施工隐蔽工程资料，根据防雷装置的布局、材质和安装工艺等情况制定检测方案。
- 5.3.3 现场环境条件应能保证正常检测。雨天时不应检测土壤电阻率和接地电阻值。
- 5.3.4 检测应由二人以上共同进行，每一个检测点的检测数据经复核后填入原始记录表。
- 5.3.5 检测过程中出现边缘数据时，应重复测量三次。
- 5.3.6 检测过程中出现检测仪器故障时，应中止检测或更换备用仪器进行检测。
- 5.3.7 测量过程中由于杂散电流或其它干扰源使接地电阻测试仪出现读数不稳定时，可将接地电阻测试仪的 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，以提高其抗干扰的能力。
- 5.3.8 地网带电影响检测时，应查明原因并解决影响因素后进行测量，或改变检测位置进行测量。
- 5.4 检测作业安全要求
- 5.4.1 被测区域如有雷雨或可能发生雷电的情况下，以及现场高温使作业无法正常进行时，应立即停止检测。
- 5.4.2 检测时，接地电阻测试仪的接地引线和其他导线应避开高、低压供电线路。
- 5.4.3 遵守油气库、炸药库、化工车间等爆炸和火灾危险场所的安全规定，使用防爆型检测仪器和不易产生火花的测量工具。严禁携带火种和使用非防爆通讯设备，不应穿钉鞋和易产生静电的服装，不得随意敲打金属物。检测工作与被检单位安全规定发生矛盾时，应与被检测单位协商解决。
- 5.4.4 在高空检测作业时应采取充分的安全保障措施，检测人员应使用安全带（绳）、安全帽等保护装备，检测仪器和设备不得放置在高空易坠落处。
- 5.4.5 在配电室、变电所等有触电危险的场所检测时，应使用绝缘手套、绝缘鞋和绝缘垫等保护装备。检测 SPD 时应切断 SPD 两端连线。
- 5.4.6 在可能产生静电危害的场所，应采取下列措施：

a) 使用各种防静电用品（如防静电鞋、防静电工作服、防静电手套等），不得穿戴合成纤维及丝绸衣物。

b) 使用防静电泄放装置（如防静电球、棒）将身体上携带的静电泻放后方可进入工作场所。

c) 在可能产生静电危害的场所禁止穿、脱衣物等。

5.5 检测内容和方法

5.5.1 雷击风险评估

按照本部分第4.1条的规定检查评估报告。

5.5.2 建筑物防雷分类和防雷区划分

判定建筑物的防雷类别和划分建筑物的防雷保护区（LPZ）。

5.5.3 防止人身伤害的措施

5.5.3.1 检查引下线和独立避雷针的绝缘措施及在人员容易接触的区域是否设置警示标志。

5.5.3.2 检查在建筑物出入口或人行道 3m 范围内接地体的绝缘措施。

5.5.4 外部防雷装置

5.5.4.1 接闪器

5.5.4.1.1 检查接闪器的材质、敷设和焊接工艺、是否有明显的机械损伤、断裂及锈蚀情况。

5.5.4.1.2 检查接闪器上是否绑扎或悬挂各类电气线路。

5.5.4.1.3 检查建筑物高于所选滚球半径对应高度以上部位的防侧击和等电位保护措施。

5.5.4.1.4 当接闪器为暗敷时，应对建筑物周围进行检查，防止可能发生的混凝土碎块坠落等造成的事故隐患。

5.5.4.1.5 使用仪器设备进行接闪器测量的内容见表 10

表10 测量仪器与测量内容

测量仪器	长度测量设备	游标卡尺或其他长度测量设备	经纬仪	测高仪	接地电阻表（仪）	毫欧表	防雷元件测试仪
测量内容	避雷网的网格尺寸	接闪器的规格尺寸	接闪器的安装位置	接闪器的高度	接地装置的接地电阻值	检测 SPD 接地线与等电位连接带之间的过渡电阻值	限压型 SPD 的泄漏电流 I_{le} 值
	测试接闪器与被保护物之间的安全距离	屏蔽材料的规格尺寸			电涌保护器的接地电阻值。	系统电缆的金属管（槽）电气连接的过渡电阻值	SPD 标称压敏电压值
	第一类建筑物附近且高于建筑物的树木与建筑物之间的净距	每根引下线的规格尺寸			金属槽盒、钢管及铠装电缆金属铠皮的接地电阻值	屏蔽层连接处的过渡电阻值	
	综合布线系统（建筑物内传输网络的）与其它干扰源之间	等电位连接导体的规格尺寸				接闪器与建筑物顶部外露的其他金属物及与引下线的电气	

	的间距					连接过渡电阻值	
	每相邻两根引下线之间的距离	SPD 两端的连接导线的规格尺寸					
	屏蔽体的敷设长度						
	多级 SPD 之间的距离，SPD 的两端连接导线的长度						
	建筑物的长、宽、高						
	明敷引下线与附近其他电气线路的距离						

5.5.4.2 引下线

5.5.4.2.1 首次检测应检查引下线隐蔽工程施工记录，如无隐蔽工程施工记录，应按 JGJ/T 152-2008 的规定对混凝土内钢筋的敷设情况进行检测。

5.5.4.2.2 检查引下线的材质、敷设和焊接工艺、是否有明显的机械损伤、断裂及锈蚀情况。

5.5.4.2.3 检查明敷引下线上有无附着的其他电气线路。如通讯铁塔等可作为接闪器时，铁塔上的电气线路是否符合 GB 50169-2006 的规定。

5.5.4.2.4 检查断接卡的设置情况及近地面的保护设施。

5.5.4.2.5 使用仪器设备进行引下线测量的内容见表10。

5.5.4.3 接地装置

5.5.4.3.1 首次检测时应查看隐蔽工程纪录；检查接地装置的结构和安装位置；检查接地体的埋设间距、深度、安装方法；检查接地装置的材质、规格、连接方法、敷设和焊接工艺、防腐措施；检查相邻接地体及与其有联系的管道、电缆等金属物在未进行等电位连接时的地中距离。

5.5.4.3.2 检查接地装置的填土有无沉陷情况。

5.5.4.3.3 检查有无因挖土方、敷设管线或种植树木而挖断接地装置。

5.5.4.3.4 使用仪器设备进行接地装置测量的内容见表 10。

5.5.5 内部防雷装置

5.5.5.1 电磁屏蔽

5.5.5.1.1 当电子设备需考虑电磁场的干扰时，应检测电子设备所处环境的电磁屏蔽状况。首先要检查电子设备的耐磁场强度等级（1000/300/100Am），之后通过对建筑物的格栅形大空间屏蔽检测（检测方法见 JGJ/T 152-2008）计算出 H_i 的数值，并将此数值与电子设备的耐磁场强度等级相比较，确定是否需要进一步采取屏蔽措施。

5.5.5.1.2 检测利用建筑物内的钢筋构成格栅形大空间屏蔽的状况，并计算屏蔽效率。

5.5.5.1.3 检测进出建筑物金属线缆的屏蔽状况，使用毫欧表测量屏蔽层连接处的过渡电阻值，使用长度测量装置测量屏蔽体的敷设长度。

5.5.5.2 等电位连接

5.5.5.2.1 检查设备、管道、构架、均压环、钢骨架、钢窗、放散管、吊车、金属地板、电梯轨道、栏杆等大尺寸金属物与共用接地装置的连接情况、连接质量、连接导体的材料，测试电气连接过渡电阻值和连接导体的规格尺寸。

5.5.5.2.2 检查平行或交叉敷设的管道、构架和电缆金属外皮等长金属物的金属线跨接情况、连接质量、连接导体的材料，测试长金属物之间的净距、电气连接过渡电阻值和连接导体的规格尺寸。

5.5.5.2.3 检查防雷建筑物中长金属物的弯头、阀门、法兰盘等连接处的连接情况、连接质量、连接导体的材料，测试电气连接过渡电阻值和连接导体的规格尺寸。

5.5.5.2.4 检查 LPZ0 区到 LPZ1 区的总等电位连接情况、连接质量、连接导体的材料，测试电气连接过渡电阻值和连接导体的规格尺寸。

5.5.5.2.5 检查低压配电线路是否全线埋地或敷设在架空金属管（槽）内引入，检查电缆埋地长度，检查电缆与架空线连接处使用的避雷器、电缆金属外皮、钢管和绝缘子铁脚等接地连接情况、连接质量、连接导体的材料，测试电气连接过渡电阻值和连接导体的规格尺寸。

5.5.5.2.6 检查第一类和处在爆炸危险环境的第二类防雷建筑物外架空金属管道进入建筑物前的接地连接情况、连接质量、连接导体的材料，测试接地电阻值、电气连接过渡电阻值和连接导体的规格尺寸。

5.5.5.2.7 检查建筑物内竖直敷设的金属管道及金属物与建筑物内钢筋的连接情况、连接质量、连接导体的材料，测试电气连接过渡电阻值和连接导体的规格尺寸。

5.5.5.2.8 检查进入建筑物的外来导电物在 LPZ0 区与 LPZ1 区界面处与总等电位连接带的连接情况、连接质量、连接导体的材料，测试电气连接过渡电阻值和连接导体的规格尺寸。

5.5.5.2.9 检查穿过各后续防雷区界面处导电物在界面处与建筑物内的钢筋或等电位连接预留板的连接情况、连接质量、连接导体的材料，测试电气连接过渡电阻值和连接导体的规格尺寸。

5.5.5.2.10 检查电子设备与建筑物共用接地系统的连接情况、连接型式、连接质量、连接导体的材料，测试电气连接过渡电阻值和连接导体的规格尺寸，检查采用 S 型连接的电子设备的所有金属组件在接地基准点（ERP）外的绝缘情况。

5.5.5.2.11 等电位连接的过渡电阻值的测试应采用空载电压 4V 至 24V，最小电流为 0.2A 的测试仪器进行检测。

5.5.5.2.12 使用仪器设备进行等电位连接测量的内容见表10。

5.5.5.3 电涌保护器（SPD）

5.5.5.3.1 检查确认低压配电系统的接地型式：TN-C、TN-C-S、TN-S、TT 或 IT 系统。

5.5.5.3.2 检查 SPD 的保护和安装模式，确认是否符合系统接地的型式。

5.5.5.3.3 检查并记录各级 SPD 的安装位置、安装数量、型号、主要性能参数（ I_{imp} 或 I_n 、 U_c 、 U_p ）和安装工艺，SPD 装置有无国家授权检测机构的测试报告。

5.5.5.3.4 检查 SPD 的外观：SPD 的表面应平整，光洁，无划伤，无裂痕和烧灼痕或变形。SPD 的标志应完整和清晰。

5.5.5.3.5 检查 SPD 两端的连接导线的材质、截面、安装牢度程度和电气连接是否符合设计要求；检测 SPD 的两端连接导线的长度。

5.5.5.3.6 检查 SPD 是否具有状态指示器。如有，则需确认状态指示应与生产厂说明相一致。应及时更换劣化的 SPD。

5.5.5.3.7 检查安装在电路上的 SPD 限压元件前端是否有外部脱离器。如有，则需确认安装在 SPD 前端的外部脱离器的额定参数是否与设计相一致。

5.5.5.3.8 检查低压架空线路入户端是否安装电涌保护器。

5.5.5.3.9 对以金属氧化物压敏电阻(MOV)为限压元件且无其它并联元件的 SPD 标称压敏电压和泄露电流值进行测试。

5.5.5.3.10 使用仪器设备进行电涌保护器测量的内容见表 10。

5.5.5.4 综合布线

5.5.5.4.1 查阅建筑图纸及实地目测,检查系统干线电缆所处位置,检查系统线缆的屏蔽情况。

5.5.5.4.2 检查、检测系统线缆的屏蔽、埋地长度。

5.5.5.4.3 检查、检测光缆金属部分的接地情况。

5.5.5.4.4 使用仪器设备进行综合布线测量的内容见表10。

6 检测数据整理

6.1 应在检测现场将各项检测结果如实记入原始记录表。表中应有检测人员、校核人员和现场负责人签名,记录应字迹清晰、工整。首次检测时,应绘制出被检单位防雷装置平面示意图,并在后续检测时进行补充或修改。

6.2 使用修约值比较法对原始检测数据进行计算和整理,依据相关标准作出判定并出具检测报告。

附录 A

(资料性附录)

接地电阻的测试方法

A.1 定义

电流从接地体向周围大地散流时，接地体对大地呈现的电阻值叫接地电阻 R ；其数值等于接地体相对于远方大地零电位的升高值 U 与接地体流入大地中电流 I 的比值。用公式表示为：

$$R = \frac{U}{I}$$

工程建设中，接地装置的电阻主要由下面四部分组成：

- (1) 接地体与防雷接闪器之间的连线电阻；
- (2) 接地体本身的电阻；
- (3) 接地体与土壤的接触电阻；
- (4) 当电流由接地体流入土壤后，土壤呈现的电阻。

第 3 与第 4 部分之和称散流电阻，它们占接地电阻的绝大部分。

A.2 工频接地电阻与冲击接地电阻

当测试电流为冲击电流或雷电流时，称为冲击接地电阻 R_s ；当测试电流为工频电流时，称为工频接地电阻 R_i 。

冲击接地电阻 R_s 与工频接地电阻 R_i 的关系是：

$$R_s = \alpha R_i \quad \alpha \text{ 为冲击系数}$$

α 的大小与土壤电阻率 ρ 有关，它们的关系如下：

当土壤电阻率 $\rho \leq 100 \Omega \cdot \text{m}$ 时	$\alpha \approx 1$
$\rho \leq 500 \Omega \cdot \text{m}$ 时	$\alpha \approx 0.667$
$\rho \leq 1000 \Omega \cdot \text{m}$ 时	$\alpha \approx 0.5$
$\rho > 1000 \Omega \cdot \text{m}$ 时	$\alpha \approx 0.333$

A.3 测试

A.3.1 测试方法及原理

接地电阻的测试方法主要有：

- (1) 两点法；
- (2) 三极法；
- (3) 比较法；
- (4) 多级大电流法和故障电流法；
- (5) 电位降法；

在防雷检测工作中，主要采用两点法和三极法进行检测。

A.3.2 两点法

采用两点法测得的电阻值是待测接地极和辅助接地极电阻值之和。与待测接地极的接地电阻相比较，辅助接地极的接地电阻认为是可忽略的，因此用欧姆表示的所测电阻值即称为待测接地极的接地电阻值。

典型的两点法测试原理如图 A.1 所示

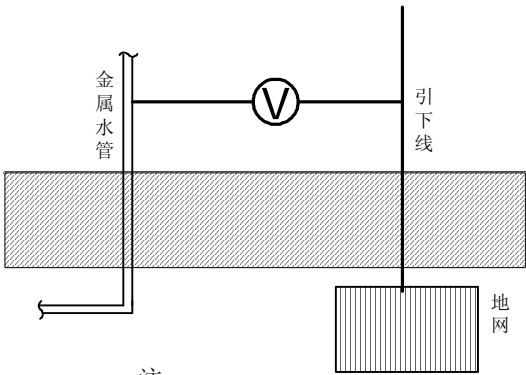


图 A.1 两点法测试原理示意图

注：金属水管的管道接头无绝缘

两点法通常应用于有金属自来水管道系统，且管道接头无绝缘的建筑物防雷接地电阻的测定。由于此法对于接地电阻较低的接地系统，误差较大，但对仅需进行粗略测试的场所，两点法比较实用。

A.3.3 三极法

在实际工作中，三极法是应用得最多的，很多接地电阻测试仪的测试原理均是三极法，此法适用于各种接点阻抗的测量。

A.3.3.1 测试原理

典型的两点法测试原理如图A.2所示

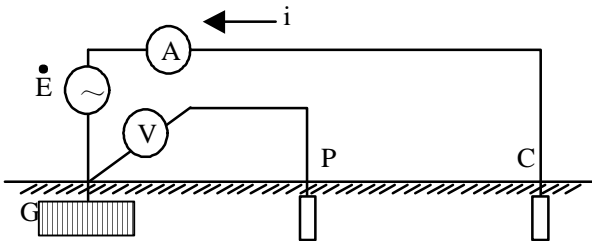


图 A.2 三极法测试原理图

测试时，将把电压表和电流表的指定值 U_0 和 I 代入 $R_0=U_0/I$ 中去，得到被测接地装置的工频接地电阻 R_0 。

当被测接地装置的面积较大而土壤电阻率不均匀时，为了得到较可信的测试结果，宜将电流极离被测接地装置的距离增大，同时电压及离被测接地装置的距离也相应地增大。

A.3.3.2 测试电极的布置

A.3.3.2.1 直线布极法

(1) 首先要弄清被测地网的形状、大小和具体尺寸，确定被测地网的对角线长度 D （或圆形地网的直径 D ）。

(2) 在距接地网（2~3） D 处，打下地阻仪的电流极棒，地阻仪的电压极棒应设在电流极棒到地网距离的0.618处（优选法）。如图A.3所示。

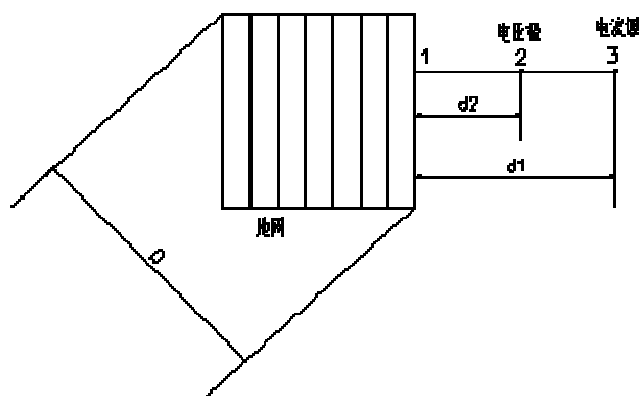


图 A.3 测量电极布置图

在土壤电阻率较均匀的地区，电流极到地网的距离取 $2D$ ，电压极到地网的距离可取 D 。

在土壤电阻率不均匀的地区，电流极到地网的距离应取 $3D$ ，电压极到地网的距离应取 $1.7D$ 。

A.3.3.2.2 三角形布极法

如图 A.4 所示：

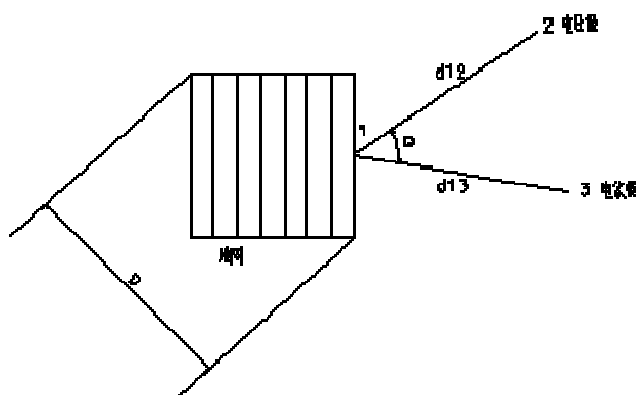


图 A.4 三角形布极图

图中，取 $d_{12} = d_{13} = 2D$ ，夹角 $Q = 28.950^\circ \approx 30^\circ$ ，此时测得的电阻误差接近零， Q 越大误差也越大， $Q = 180^\circ$ 时误差最大。

A.3.3.2.3 两侧布极法

一般情况下，不宜把地阻仪的电流极棒和电压极棒分别打在地网的两侧，但由于测试场地限制，可按图A.5所示的方法布置测试电极进行测试。

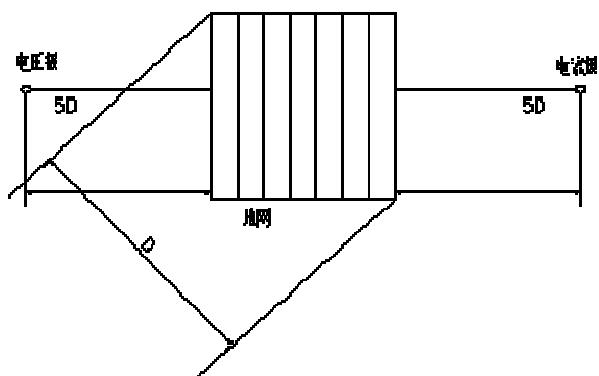


图 A.5 两侧布极图

图中：(1) 电流极到地网的距离和电压极到地网的距离应相等，均 $\geq 5D$ ， D 为地网对角线的长度。

(2) 电流极棒，电压极棒和地网中心应尽量在一条直线上。

A.3.3.3 注意事项

A.3.3.3.1 测试前，应首先了解被测地网的结构形式，地网尺寸以及周围空中、地下的环境情况，如有无架空线、地下金属管道、地下电缆等，在测量时尽量避开，或采取相应措施，以便减小测量误差。

A.3.3.3.2 试验电极应选用钢接地棒，且不应使用螺纹杆；试验引线应选用挠性引线，以适用多次卷绕。

A.3.3.3.3 在多岩石的土壤地带，宜将接地棒按与铅垂方向成一定角度斜行打入，倾斜的接地棒应躲开石头的顶部。

A.3.3.3.4 选择电流极棒和电压极棒的测量位置，应避开架空线路和地下金属管道走向，将接地棒排列方向与地下金属物（管道）走向呈垂直状态。

A.3.3.3.5 测试极棒应牢固可靠接地，防止松动或与土壤间有间隙。同时，地网、电流极棒、电压极棒应在一条直线上，否则将产生较大的测量误差。

A.3.3.3.6 当测试回路中地电位超过2V时，应采取措施降低地电位，否则，测试将会出现较大误差。

A.3.3.3.7 不要在雨后土壤较湿时进行测量。

附录 B

(资料性附录)

部分检测仪器的主要性能和参数指标

B.1 测量工具和仪器

B.1.1 尺

钢直尺：测量上限 (mm)：150、300、500、1000、1500、2000。

钢卷尺：自卷式或制动式测量上限 (m)：1、2、3、3.5、5。

摇卷盒式或摇卷架式测量上限 (m)：5、10、15、20、50、100。

卡钳：全长 (mm)：100、125、200、250、300、350、400、450、500、600。

游标卡尺：全长 (mm)：0~150

分度值 (mm)：0.02

B.1.2 经纬仪

测风经纬仪：测量范围：仰角 $-5^{\circ} \sim 180^{\circ}$ 方位 $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ 读数最小格值： 0.1°

B.1.3 工频接地电阻测试仪

测量范围： $0 \sim 1 \Omega$ 最小分度值： 0.01Ω $0 \sim 10 \Omega$ 0.1Ω $0 \sim 100 \Omega$ 1Ω

B.1.4 土壤电阻率测试仪

许多工频接地电阻测试仪具有土壤电阻率测试功能，综合多种测试仪，仪器主要参数指标见表 B.1：

表 B.1 土壤电阻率测试仪主要参数指标

测量范围/ $\Omega \cdot m$	分辨率/ $\Omega \cdot m$	精度
$0 \sim 19.99$	0.01	$\pm (2\% + 2\pi a \cdot 0.02 \Omega)$; $\frac{r}{2pa} \leq 19.99 \Omega$
$20 \sim 199.9$	0.1	
$200 \sim 1999$	1	
$2k \sim 19.99k$	10	$\pm (2\% + 2\pi a \cdot 0.2 \Omega)$; $19.99 \leq \frac{r}{2pa} \leq 199.9 \Omega$
$20k \sim 199.9k$	100	$\pm (2\% + 2\pi a \cdot 2 \Omega)$; $\frac{r}{2pa} \geq 199.9 \Omega$

B.1.5 毫欧表

毫欧表主要用以电气连接过渡电阻的测试，含等电位连接有效性的测试，其主要参数指标见表 B.2：

表 B.2 毫欧表参数指标

注	测量范围/m	注	分辨率/ $m\Omega$	注	测量电流/A	注	精度
---	--------	---	----------------	---	--------	---	----

Ω			
注 0~19.9	注 0.01	注 0.2	注 $\pm (0.1\% + 3d)$
注 20~200	注 0.1	注 0.2	注 $\pm (0.1\% + 2d)$

B.1.6 绝缘电阻

B.1.6.1 绝缘电阻测试应用及主要仪器

在本标准中, 绝缘电阻测试主要用于采用 S 型连接网络时, 除在接地基准点 (ERP) 外, 是否达到规定的绝缘要求和 SPD 的绝缘电阻测试要求。

绝缘电阻测试仪器主要为兆欧表, 按其测量原理可分为:

- 直接测量试品的微弱漏电流兆欧表;
- 测量漏电流在标准电阻上电压降的电流电压法兆欧表;
- 电桥法兆欧表;
- 测量一定时间内漏电流在标准电容器上积聚电荷的电容充电法兆欧表。

兆欧表可制成手摇式、晶体管式或数字式。

除兆欧表外, 也可以使用 1.2/50 μ s 波形的冲击电流发生器进行冲击, 以测试 S 型网络除 ERP 外的绝缘。

B.1.6.2 兆欧表或绝缘电阻测试仪主要参数指标见表B.3

表 B.3 兆欧表或绝缘电阻测试仪主要参数指标

额定电压/V	量限/M Ω	延长量限/ M Ω	准确度等级
100	0~200	500	1.0
250	0~500	1000	1.0
500	0~2000	∞	1.0
1000	0~5000	∞	1.0
2500	0~10000	∞	1.5
5000	$2 \times 10^3 \sim 5 \times 10^5$		1.5

B.1.7 环路电阻测试仪

N-PE 环路电阻测试仪不仅可应用于低压配电系统接地型式的判定, 也可用于等电位连接网络有效性的测试, 其主要参数指标见表 B.4:

表 B.4 环路电阻测试仪主要参数指标

显示范围/ Ω	分辨率/ Ω	精度
0.00~19.99	0.01	$\pm (2\% + 3d)$
20.0~199.9	0.1	
200~1999	1	

B.1.8 指针或数字万用表

万用表应有交流 (a.c) 和直流 (d.c) 的电压、电流、电阻等基本测量功能, 也可有频率测量的性能, 其主要参数指标见表 B.5:

表 B.5 万用表主要参数指标

性能	量程	分辨率	精度
直流电压 (d.c)	0.2V 2V	0.1mV 1mV	$\pm (0.8\% + 2d)$

	20V 200V 400V	10mV 100mV 1000mV	
交流电压 (a.c)	200V 400V 750V	0.1V 1V 10V	$\pm (1.5\% + 10d)$
电 流 (a.c 或 d.c)	10A	1mA	$\pm (0.5\% + 30d)$
电阻	30M Ω	1m Ω	$\pm (0.1\% + 5d)$

B.1.9 电涌保护器 (SPD) 测试仪器

B.1.9.1 压敏电压测试仪

压敏电压测试仪主要参数指标见表 B.6:

表 B.6 压敏电压测试仪主要参数指标

量程	允许误差	恒流误差	0.75U _{1mA} 下漏电流量程	漏电流测试允许误差	漏电流分辨率
0 ~ 1700V	$\leq \pm (2\% + 1d)$	1mA5 μ A	0.1 ~ 199.9 μ A	$\leq 2\mu$ A $\pm 1d$	0.1 μ A

B.1.9.2 限制电压测试仪

利用混合波雷击电涌测试仪可测试限压型 SPD 的残压、混合型 SPD 的限制电压, 仪器主要参数见表 B.7。

表 B.7 混合波雷击电涌测试仪主要参数指标

项目	波头时间	半峰值时间	其他
开路电压波形	1.2 μ s $\pm 30\%$	50 μ s $\pm 20\%$	开路电压 (2~6kV) $\pm 10\%$
短路电流波形	8 μ s $\pm 20\%$	20 μ s $\pm 20\%$	短路电流 (1~3kV) $\pm 10\%$
虚拟阻抗	2 $\Omega \pm 0.25\Omega$		
电源	220Va.c $\pm 10\%$ 50Hz ± 5 Hz		

B.1.9.3 电磁屏蔽用测试仪

电磁屏蔽用测试仪主要参数指标见表 B.8:

表 B.8 电磁屏蔽测试仪主要参数指标

频率范围	输入电平范围	参考电平准确度
0.15MHz~1GHz	-100dBm~20dBm	1dBm(80MHz)

附录 C

(资料性附录)

爆炸性危险场所分区

C.1 爆炸性气体环境危险区

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

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

注：正常运行——开车、运转、停车、装卸、密闭盖的开闭等

C.2 爆炸性粉尘环境

四种粉尘

C.2.1 易爆炸性粉尘

在空气中氧气很少的环境也能着火，呈悬浮状时能产生剧烈的爆炸，如镁、铝、铝青铜等粉尘

C.2.2 可燃性导电粉尘

与空气中氧起发热反映而燃烧的导电性粉尘，如石墨、炭黑、焦炭、铁、锌、钛等粉尘

C.2.3 可燃性非导电粉尘

与空气中的氧起发热反映而燃烧的非导电性粉尘，如聚乙烯、苯酚树脂、小麦、玉米、砂糖、可可、木质、米糠、硫磺等粉尘

C.2.4 可燃纤维

与空气中的氧起发热反映而燃烧的纤维，如棉花纤维、麻、丝、毛的纤维、木质纤维、人造纤维等。

C.3 爆炸性粉尘环境危险区

20 区：在正常运行时，空气中的爆炸性粉尘云持续（长期或经常短时频繁）存在的场所，如粉尘容器内、料斗、料仓、旋风除尘器和过滤器、粉料传输系统、搅拌机、研磨机、干燥机等。

21 区：在正常运行时，空气中的爆炸性粉尘云很可能偶尔出现的场所，如为操作而频繁打开粉尘容器的周围。

22 区：在正常运行时，空气中的爆炸性粉尘云不太可能出现的场所，即便出现，持续时间也是短暂的。

附录 D

(资料性附录)

防 雷 装 置 检 测 原 始 记 录

单位名称				检测时间	
单位地址				邮政编码	
联系部门		联系人		联系电话	
检测员				检测单位	
被检建(构)筑物基本情况					
检测项目		检测依据			
防雷类别		土 质		当地雷暴日(天)	
环境条件		天气状况			
检测仪器	编号	仪器名称	仪器型号	仪器编号	仪器检定有效期
提示： 1、对照防雷装置检测项目记录； 2、防雷装置的连接、材料、规格、锈蚀、敷设方式； 3、画草图标示长、宽、高，年预计雷击次数；实测电阻值、测点及序号； 4、存在问题及整改措施。				经度： 纬度：	

防雷装置检测原始记录

建（构）筑物名称：

防雷类别：

检测内容		检测结果	质量情况			备注
			优良	合格	不合格	
防直击雷措施						
避雷带	测点编号					
	敷设方式（明或暗）					
	材料、规格（mm）					
	锈蚀情况或防腐措施					
	工频接地电阻值（ Ω ）					
避雷针（线）	测点编号					
	类型					
	材料、规格（mm）					
	高度（m）					
	保护范围					
	独立针与保护物安全距离（m）					
	锈蚀情况或防腐措施					
	工频接地电阻值（ Ω ）					
避雷网	测点编号					
	网格规格（m）					
	材料、规格（mm）					
	敷设方式（明或暗）					
	锈蚀情况或防腐措施					
	工频接地电阻值（ Ω ）					
其他接闪器	测点编号					
	接闪方式（金属栏杆或金属屋面）					
	材料、规格（mm）					
	高度（m）					
	突出屋面的非金属物保护情况					
	工频接地电阻值（ Ω ）					

防雷装置检测原始记录

建（构）筑物名称：

防雷类别:

[illegible]

防雷装置检测原始记录

建（构）筑物名称：

防雷类别：

检测内容		数量	连接导体材料	过渡电阻（ Ω ）	质量情况			备注
					优良	合格	不合格	
雷电感应或等电位连接措施								
信息系统 (1)	检测项目							
	信息设备（机房）防雷区							
	信息设备接地方式							
	等电位连接网络形式							
信息系统 (2)	检测项目							
	信息设备（机房）防雷区							
	信息设备接地方式							
	等电位连接网络形式							
信息系统 (3)	检测项目							
	信息设备（机房）防雷区							
	信息设备接地方式							
	等电位连接网络形式							
信息系统 (4)	检测项目							
	信息设备（机房）防雷区							
	信息设备接地方式							
	等电位连接网络形式							

防雷装置检测原始记录

建（构）筑物名称：

防雷类别：

电源系统防雷电波侵入措施							
电源电涌保护器	编号	1	2	3	4	5	
	安装位置						
	产品型号						
	过电流保护						
	安装数量（套）						
	电流 I_{imp} 或 I_n (kA)						
	I_{le} (mA)						
	电压保护水平 U_p (kV)						
	SPD 接地线规格 (mm^2)						
	接线长度 (m)						
	工频接地电阻值 (Ω)						
	质量情况	优良					
		合格					
不合格							
配电线路屏蔽接地措施	编号	1	2	3	4	5	
	安装位置						
	线缆敷设方式（埋地、架空）						
	线路屏蔽情况						
	管线工频接地电阻值 (Ω)						
	质量情况	优良					
		合格					
		不合格					
备注：							

防 雷 装 置 检 测 原 始 记 录

建（构）筑物名称：

防雷类别：

信息系统防雷电波侵入措施							
信号电涌保护器	编号	1	2	3	4	5	
	安装位置						
	产品型号						
	接口形式						
	安装数量（套）						
	电流 I _{imp} 或 I _n （kA）						
	插入损耗（dB）						
	SPD 接地线规格（mm ² ）						
	接地线长度（m）						
	工频接地电阻值（Ω）						
	质量情况	优良					
		合格					
不合格							
信息系统线路屏蔽接地措施	编号	1	2	3	4	5	
	安装位置						
	线缆敷设方式（埋地、架空）						
	线路屏蔽情况						
	管线工频接地电阻值（Ω）						
	质量情况	优良					
		合格					
		不合格					
备注：							