

DB45

广西壮族自治区地方标准

DB45/T 446—2007

防雷装置检测技术规范

Technical Specifications for inspection of Lightning Protection system

2007-12-28 发布

2008-01-28 实施

广西壮族自治区质量技术监督局发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 检测项目	3
5 检测要求和方法	3
6 检测周期	21
7 检测程序	21
8 检测数据整理	22
附录 A (规范性附录) 建(构)筑物防雷类别的划分	23
附录 B (规范性附录) 防雷装置检测基本项目	32
附录 C (规范性附录) 用于建筑物电子信息系统雷击风险评估 N 和 N_c 的计算方法	35
附录 D (资料性附录) 磁场强度的测量和屏蔽效率的计算	37
附录 E (规范性附录) 土壤电阻率的测量	42

前　　言

本标准按 GB/T 1.1—2000、GB/T 1.2—2002 进行编写。

本标准中规定：防雷装置即接闪器、引下线、接地装置、电涌保护器及其它连接导体为本标准的检测主体。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C、附录 E 为规范性附录，附录 D 为资料性附录。

本标准由广西壮族自治区气象局提出。

本标准由广西壮族自治区气象局政策法规处归口并解释。

本标准起草单位：广西壮族自治区防雷中心。

本标准主要起草人：张少虎、阳宏声、韦卓运、周扬天。

本标准为首次发布。

防雷装置检测技术规范

1 范围

本标准规定了建（构）筑物、信息系统防雷装置的检测项目、检测要求和方法、检测周期、检测程序和检测数据整理。

本标准适用于广西壮族自治区境内建（构）筑物、信息系统、易燃易爆等场所防雷装置的检测。本标准不适用于以下方面的防雷装置的检测：

- a) 铁路系统；
- b) 建筑物外的高压电力系统；
- c) 车辆、船舶、飞机及离岸装置。

其他行业可参照本标准的要求执行。

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/T 2887—2000 电子计算机场地通用规范

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

GB 18802.1—2002 低压配电系统的电涌保护器（SPD） 第1部分：性能要求和试验方法

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

GB/T 19271.1—2003 雷电电磁脉冲的防护 第1部分：通则

GB/T 19663—2005 信息系统雷电防护术语

GB 50057—94 建筑物防雷设计规范（2000年版）

GB 50058 爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范

GB 50074—2002 石油库设计规范

GB 50089 民用爆破器材工厂设计安全规范

GB 50156—2002 汽车加油加气站设计与施工规范（2006年版）

GB 50160 石油化工企业设计防火规范

GB 50161 烟花爆竹工厂设计安全规范

GB 50174 计算机机房设计规范

GB 50303—2002 建筑电气工程施工质量验收规范

GB 50343—2004 建筑物电子信息系统防雷设计规范

DL/T 475—2006 接地装置特性参数测量导则

YD/T 1429—2006 通信局（站）在用防雷系统的技术要求和检测方法

YD 5068 移动通信基站防雷与接地设计规范

YD/T 5098 通信局（站）雷电过电压保护工程设计规范

3 术语和定义

GB 50057—1994、GB 18802.1—2002、GB/T 19663—2005 所确立的和下列术语及定义适用于本标准。

3.1

防雷装置 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，防雷装置可以仅由外部防雷装置或内部防雷装置组成。也称雷电防护系统。

3.2

外部防雷装置 external lightning protection system

由接闪器、引下线和接地装置组成，主要用于防护直击雷的防雷装置。

3.3

内部防雷装置 internal lightning protection system

除外部防雷装置外，所有其他附加设施均为内部防雷装置，主要用于减小和防护雷电流在需防护空间内所产生的电磁效应。

3.4

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。

3.5

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少雷电流在它们之间产生的电位差。

3.6

电涌保护器 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。也称浪涌保护器。

3.7

退耦元件 decoupling elements

在被保护线路中并联接入多级 SPD 时，如果开关型 SPD 与限压型 SPD 之间的线路长度小于 10m 或限压型 SPD 之间的线路长度小于 5m 时，为实现多级 SPD 间的能量配合，应在 SPD 之间的线路上串接适当的电阻或电感，这些电阻或电感元件称为退耦元件。

3.8

标称放电电流 nominal discharge current (I_n)

流过 SPD 具有 8/20μs 波形的放电电流峰值。用于Ⅱ级试验的 SPD 分类以及Ⅰ级、Ⅱ级试验的 SPD 的预处理试验。

3.9

压敏电压 press-sensitivity voltage ($U_{res}(1mA)$)

当通过 1mA 直流电流时，在 MOV 两端测得的电压值。

3.10

残压 residual voltage (U_{res})

放电电流流过 SPD 时，在其端子间的电压峰值。

3.11

响应时间 response time (t_a)

SPD 的阻抗从开始下降到下降结束的时间。

3.12

泄漏电流 leakage current (I_{le})

除放电间隙外, SPD 在并联接入线路后所通过的微安级电流。

注: 泄漏电流值是限压型 SPD 劣化程度的重要参数指标。

3.13

劣化 degradation

当 SPD 长时间工作或处于恶劣环境工作时, 或直接受雷电浪涌而引起其性能下降、原始性能参数改变的现象。也称退化或老化。

3.14

信息系统 information system

各种类型的电子装置, 包括计算机、有/无线通信设备、监视设备、自动控制设备等的统称。

3.15

电磁屏蔽 Electromagnetic shielding

用导电材料减少交变电磁场向指定区域穿透的屏蔽。

3.16

雷电防护区 Lightning protection zone (LPZ)

需要规定和控制雷电电磁环境的区域。

3.17

防雷装置检测 lightning protection system check and measure

按照建筑物防雷装置的设计标准确定防雷装置满足标准要求而进行的检查、测量及信息综合分析处理全过程。

4 检测项目

4.1 建(构)筑物防雷装置的检测。

4.2 电涌保护器(SPD)的检测。

4.3 信息系统防雷装置的检测。

4.4 油气站防雷装置的检测。

4.5 通信局(站)防雷装置的检测。

4.6 其它检测项目。

5 检测要求和方法**5.1 建(构)筑物防雷装置的检测****5.1.1 建(构)筑物的防雷分类**

5.1.1.1 根据建(构)筑物的重要性、使用性质、发生雷电事故的可能性和后果对建筑物进行防雷分类, 见附录 A(规范性附录)。

5.1.1.2 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宜符合下列规定:

- a) 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;
- b) 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;

c) 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。

5.1.1.3 在设有低压电气系统和电子系统的建筑物需防雷电电磁脉冲的情况下，当该建筑物不属于第一类、第二类和第三类防雷建筑物和不处于其他建筑物或物体的保护范围内时，宜将其划属第三类防雷建筑物。

5.1.2 接闪器

5.1.2.1 要求

5.1.2.1.1 接闪器应由下列的一种或多种组成：

- a) 独立避雷针；
- b) 架空避雷线或架空避雷网；
- c) 直接装设在建筑物上的避雷针、避雷带（网）；
- d) 以及用作接闪器的金属屋面和金属构件。

5.1.2.1.2 布置接闪器时，可单独或任意组合采用滚球法、避雷网。

独立避雷针或架空避雷线（网），应使被保护物均处于接闪器的保护范围内，其保护范围按滚球法计算（计算方法按GB 50057—94（2000年版）附录四），并且与被保护物保持足够的安全距离，应符合GB 50057—94（2000年版）3.2.1的规定。

直接装设在建筑物上的避雷针宜设在建筑物屋面的凸出处和拐角处，避雷带（网）应沿屋角、屋脊、屋檐、檐角、女儿墙等易受雷击部位敷设，见GB 50057—94（2000年版）附录二。

接闪器的布置，应符合表1的规定。

表1 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

表2 接闪器的材料规格

名称	材料规格		
避雷针	针高	圆钢（mm）	钢管（mm）
	≤1 m	≥Φ12	≥Φ20
	1 m~2 m	≥Φ16	≥Φ25
	烟囱顶上的针	≥Φ20	≥Φ40
避雷网（带）	敷设方式	圆钢（mm）	扁钢（mm）
	明敷	≥Φ8	≥12×4
	暗敷	≥Φ10	≥20×4
	烟囱顶	≥Φ12	≥25×4
架空避雷线（网）	避雷线应采用截面积≥35 mm ² 的镀锌钢缆或≥Φ8 mm的镀锌圆钢。		
金属屋面	除第一类防雷建筑物外，金属屋面的建筑物宜利用其屋面作为接闪器，并应符合下列要求：		
	a) 金属板之间采用搭接时，其搭接长度不应小于100 mm；		
	b) 金属板下面无易燃物品时，其厚度不应小于0.5 mm；		
	c) 金属板下面有易燃物品时，其厚度，钢板不应小于4 mm，铜板不应小于5 mm，铝板不应小于7 mm；		
	d) 金属板无绝缘被覆层。		
注：薄的油漆保护层或1 mm厚沥青层或0.5 mm厚聚氯乙烯层均不属于绝缘被覆层。			

表 2 (续)

名称	材料规格
屋顶永久 金属体	除第一类防雷建筑物和 GB50057—94 (2000 年版) 3.3.2 (一) 项的规定外, 屋顶上永久性金属宜作为接闪器, 但其各部件之间均应连成电气通路, 并应符合下列规定: a) 旗杆、栏杆、装饰物等, 其尺寸应符合 GB50057—94 (2000 年版) 4.1.1、4.1.2 的规定。 b) 钢管、钢罐的壁厚不小于 2.5 mm, 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 4 mm。 注: 利用屋顶建筑构件内钢筋作接闪器应符合 GB 50057—94 (2000 年版) 3.3.5、3.4.3 的规定。
防腐	除利用混凝土构件内钢筋作接闪器外, 接闪器应镀锌或涂漆。在腐蚀性较强的场所, 尚应采取加大其截面或其它防腐措施。
注意	接闪器的受雷部至接地装置应是电气贯通的, 其连接电阻不应大于 0.03Ω , 不应采用在其中串联阻抗而引起电气贯通障碍的“新型”避雷针。对生产厂商宣称有特殊功能的避雷针, 首先应符合本标准在材质和尺寸上的要求, 其保护范围应按滚球法计算。

5.1.2.1.3 接闪器的材料规格应符合表 2 的要求。避雷针、避雷带宜使用热镀锌钢材, 优先采用圆钢。

5.1.2.1.4 建筑物高度超过所选滚球半径时, 其滚球半径高度以上的外墙应有防侧击保护措施, 应符合 GB 50057—94 (2000 年版) 3.2.4 (七) 项、3.3.10、3.4.10 的规定。

5.1.2.2 接闪器的检查

5.1.2.2.1 检查接闪器的位置是否正确, 避雷带是否平正顺直, 固定点支持件是否间距均匀, 固定可靠, 避雷带支持件间距是否符合水平直线距离不大于 $1.0 \text{ m} \sim 1.5 \text{ m}$ 、垂直直线距离不大于 $1.5 \text{ m} \sim 3.0 \text{ m}$ 、转弯处不大于 0.5 m 。

5.1.2.2.2 检查焊接处的焊缝是否饱满无遗漏, 焊接时的搭接长度为: 扁钢与扁钢搭接为扁钢宽度的 2 倍, 不少于三面施焊; 圆钢与圆钢搭接为圆钢直径的 6 倍, 双面施焊(单面施焊为圆钢直径的 12 倍); 圆钢与扁钢搭接为圆钢直径的 6 倍, 双面施焊; 扁钢与钢管, 扁钢与角钢焊接, 紧贴角钢外侧两面或紧贴 $3/4$ 钢管表面, 上下两侧施焊。

检查焊接部分补刷的防腐油漆是否完整。

5.1.2.2.3 检查接闪器与建筑物顶部外露的其他金属物的电气连接、与引下线的电气连接。

5.1.2.2.4 首次检测时应检查避雷网的网格尺寸是否符合表 1 的要求, 第一类防雷建筑物的接闪器(网、线)与风帽、放散管之间的距离应符合 GB 50057—94 (2000 年版) 中 3.2.1 (六) 项和 (七) 项的规定。

5.1.2.2.5 首次检测时应用经纬仪或测高仪和卷尺测量接闪器的高度、长度, 建筑物的长、宽、高, 然后根据建筑物防雷类别用滚球法计算其保护范围。

5.1.2.2.6 首次检测时应测量接闪器的规格尺寸, 应符合表 2 的要求。检查接闪器是否锈蚀, 如锈蚀其残存截面积不应小于表 2 规定的截面积的三分之二。

5.1.2.2.7 检查接闪器上有无附着的其它电气线路。

5.1.2.2.8 检查建筑物高于所选滚球半径对应高度以上外墙的栏杆、门窗等较大金属物的接地。

5.1.2.2.9 低层或多层建筑物利用屋顶女儿墙内或防水层内、保温层内的钢筋作暗敷接闪器时, 要对该建筑物周围的环境进行检查, 防止可能发生的混凝土碎块坠落等事故隐患。暗敷避雷带的埋设深度不宜大于 20 mm 。高层建筑物不应利用建筑物女儿墙内钢筋做为暗敷避雷带。琉璃瓦屋顶的建筑物其屋脊不应设置暗敷避雷带。

5.1.2.2.10 利用楼板或结构圈梁混凝土内的钢筋作暗敷接闪器时的跟踪检测, 应在施工过程中进行。

5.1.3 引下线

5.1.3.1 要求

5.1.3.1.1 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。引下线可沿建筑物外墙明敷，并经最短路径接地，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的一部分，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，螺钉或螺栓的数量不应少于2个。

注：各金属构件可被覆有绝缘材料。

引下线不应少于两根，应沿建筑物四周均匀或对称布置，在屋角处宜设置引下线。引下线间距应符合表3的规定，引下线间距按建筑物周长平均计算。但周长不超过25m且高度不超过40m的第三类防雷建筑物可只设一根引下线。

表3 引下线间距

防雷类别	引下线间距(m)
一类	≤12
二类	≤18
三类	≤25

高度不超过40m的烟囱，可只设一根引下线，超过40m时应设两根引下线。可利用螺栓连接或焊接的一座金属爬梯作为两根引下线用。金属烟囱应作为接闪器和引下线。

5.1.3.1.2 引下线的材料规格应符合表4的规定。明敷引下线宜使用热镀锌钢材，优先采用圆钢。

表4 引下线材料

引下线	材料规格	
	圆钢 (mm)	扁钢 (mm)
明敷	≥Φ8	≥12×4
暗敷	≥Φ10	≥20×4
烟囱	≥Φ12	≥25×4

5.1.3.1.3 采用多根引下线时，宜在各引下线上于距地面0.3m至1.8m之间装设断接卡。当利用混凝土内钢筋、钢柱作为自然引下线并同时采用基础接地体时，可不设断接卡，但利用钢筋作引下线时应在室内外的适当地点设若干连接板，该连接板可供测量、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于土壤中的人工接地体时，应在每根引下线上于距地面不低于0.3m处设接地体连接板。采用埋于土壤中的人工接地体时应设断接卡，其上端应与连接板或钢柱焊接，连接板处宜有明显标志。

5.1.3.1.4 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。

5.1.3.2 引下线的检查

5.1.3.2.1 首次检测应检查引下线隐蔽工程纪录。

5.1.3.2.2 检查明敷引下线是否平直，无急弯、固定牢靠。引下线支持件间距是否符合水平直线部分0.5m~1.5m，垂直直线部分1.5m~3.0m，弯曲部分0.3m~0.5m的要求。焊接处的焊缝是否饱满无遗漏，焊接长度应符合5.1.2.2.2的规定，焊接部分补刷的防腐油漆是否完整，引下线是否锈蚀。检查引下线与接闪器和接地装置的焊接处是否锈蚀，油漆是否有遗漏及近地面的保护设施。

利用建筑物内钢筋做为暗敷引下线的跟踪检测，应在施工过程中进行。

5.1.3.2.3 首次检测时应测量每相邻两根引下线之间的距离，记录引下线布置的位置、总根数，每根引下线为一个检测点，按顺序编号检测。

5.1.3.2.4 首次检测时应用游标卡尺测量每根引下线的尺寸规格。

5.1.3.2.5 检查明敷引下线上有无附着的其他电气线路。测量明敷引下线与附近其他电气线路的距离，一般不宜小于1m；当不足1m时，检查绝缘措施。

5.1.3.2.6 检查断接卡的设置是否符合5.1.3.1.3的规定。

5.1.4 接地装置

5.1.4.1 要求

5.1.4.1.1 共用接地系统的要求

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线（PE）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。

5.1.4.1.2 独立接地的要求

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GB 50057—94（2000年版）3.2.1（五）项的规定。第二类和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（2000年版）3.3.4、3.4.2的规定。

5.1.4.1.3 利用建筑物的基础钢筋作为接地装置时应符合GB 50057—94（2000年版）3.3.5、3.3.6、3.4.3、3.4.4的规定。

5.1.4.1.4 接地装置的接地电阻（或冲击接地电阻）值应符合设计的要求。有关标准规定的设计要求值见表5。

在高土壤电阻率的地区，降低防直击雷接地装置接地电阻宜采用下列方法：

- a) 采用多支线外引接地装置，外引长度不应大于有效长度，有效长度应符合GB 50057—94（2000年版）附录三的规定；
- b) 接地体埋于较深的低电阻率土壤中；
- c) 采用降阻剂；
- d) 换土。

表5 接地电阻（或冲击接地电阻）允许值

接地装置的主体	允许值（Ω）	接地装置的主体	允许值（Ω）
第一类防雷建筑物防雷装置	≤10 ^a	配电变压器（B类）	≤4
第二类防雷建筑物防雷装置	≤10 ^a	信息系统直流工作接地装置	≤4
第三类防雷建筑物防雷装置	≤30 ^a	安全保护接地（PE地）	≤4
油（气）罐防雷装置	≤10 ^a	交流工作接地	≤4
油（气）管道防雷电感应接地装置	≤30	天气雷达站共用接地	≤4
防静电保护接地装置	≤100	移动通信基站	≤5
SPD接地装置	≤10	共用接地装置	按其中最小值

a: 凡加a者为冲击接地电阻值。

注1：第一类防雷建筑物防雷电波侵入时，距建筑物100m内的管道，每隔25m接地一次的冲击接地电阻值不应大于20Ω。

注2：第二类防雷建筑物防雷电波侵入时，架空电源线入户前两基电杆的绝缘子铁脚接地冲击电阻值不应大于30Ω。

注3：雷达站共用接地装置在土壤电阻率小于100Ω·m时，宜≤1Ω；土壤电阻率为100Ω·m~300Ω·m时，宜≤2Ω；土壤电阻率为300Ω·m~1000Ω·m时，宜≤4Ω；当土壤电阻率>1000Ω·m时，可适当放宽要求。

注4：按GB 50057—94（2000年版）规定，第一、二、三类防雷建筑物的接地装置在一定的土壤电阻率条件下，其地网等效半径大于规定值时，可不增设人工接地体，此时可不计及冲击接地电阻值。

5.1.4.1.5 人工水平接地体宜围绕建筑物敷设成闭合环形接地体，人工接地体并且宜连接成均压网格。

5.1.4.1.6 埋于土壤中的人工垂直接地体宜采用角钢、钢管或圆钢；埋于土壤中的人工水平接地体宜采用扁钢或圆钢。接地线应与水平接地体的截面相同。人工接地体材料要求见表 6 中的规定。

表6 人工接地体材料

材料规格			
圆钢 (mm)	扁钢 (mm)	角钢 (mm)	钢管 (mm)
≥Φ10	≥25×4	≥40×40×4	壁厚≥3.5

人工接地体应使用镀锌钢材。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。

5.1.4.1.7 人工水平接地体埋设深度不小于 0.5 m，人工垂直接地体长度宜为 2.5 m，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 5 m，当受地方限制时可适当减少。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。

5.1.4.1.8 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。

5.1.4.1.9 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 3 m。当小于 3 m 时应采取下列措施之一：

- 水平接地体局部深埋不应小于 1 m；
- 水平接地体局部应包绝缘物，可采用 50 mm~80 mm 厚的沥青层；
- 采用沥青碎石地面或在接地体上面敷设 50 mm~80 mm 厚的沥青层，其宽度超过接地体 2 m。

5.1.4.2 接地装置的检测

5.1.4.2.1 检查

按以下内容进行检查：

- 首次检测时应查看隐蔽工程记录；
- 检查接地装置的填土有无沉陷情况；
- 检查有无因挖土方、敷设管线或种植树木而挖断接地装置；
- 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；
- 检查第一类防雷建筑物与高于建筑物且不在接闪器保护范围内的树木之间的净距是否大于 5 m。
- 新建、改建、扩建建筑物利用建筑物的基础钢筋作为接地装置的跟踪检测，应在施工过程中进行。应测量接地体材料的尺寸、埋设深度、间距，检查焊接处的焊缝是否饱满无遗漏，焊接长度应符合 5.1.2.2.2 的规定，人工接地体的焊接部分补刷的防腐油漆是否完整。

5.1.4.2.2 用毫欧表检测两相邻接地装置的电气连接

为检测两相邻接地装置是否达到 5.1.4.1.1、5.1.4.1.2 规定的共用接地系统要求或独立接地要求，首次检测时应使用毫欧表对两相邻接地装置进行测量。如测得阻值不大于 0.2 Ω，则断定为电气导通，如测得阻值偏大，则判定为各自是独立接地。

5.1.4.2.3 接地装置的接地电阻值测量

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表法，其测得的值为工频接地电阻值，当需要冲击接地电阻值时，应按 GB 50057—1994（2000 版）附录三的规定进行换算。

三极法的三极是指图 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。

把电压表和电流表的指示值 U_G 和 I 代入式 $R_G = \frac{U_G}{I}$ 中去, 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, 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, 同时电压极离被测接地装置的距离也相应地增大。

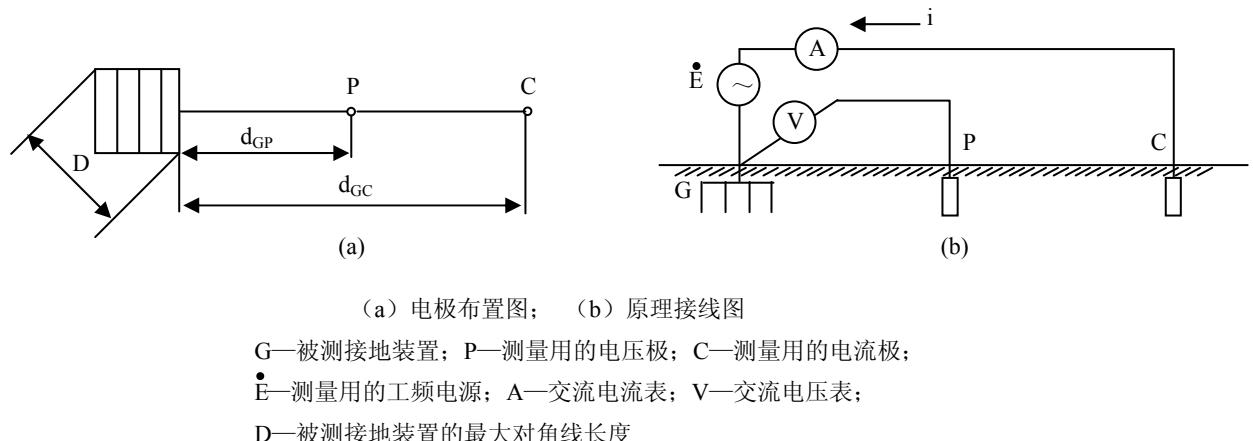


图1 三极法的原理接线图

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。

对于 110 kV 及以上的变电站和面积大于 5000 m^2 的接地网, 测试电流宜选用 $3\text{ A}\sim 20\text{ A}$ 的异频电流。

使用接地电阻表(仪)进行接地电阻值测量时, 按图1要求布线, 宜按选用仪器的要求进行操作。

5.1.4.2.4 土壤电阻率(ρ)的测试方法见附录E(规范性附录)。

5.1.5 防雷电感应的检测

5.1.5.1 要求

5.1.5.1.1 第一类防雷建筑物的防雷电感应应符合 GB 50057—94(2000年版)3.2.2的规定。

5.1.5.1.2 第二类防雷建筑物的防雷电感应应符合 GB 50057—94(2000年版)3.3.7的规定。

5.1.5.2 检测

5.1.5.2.1 大尺寸金属物的连接检查与测试

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。如已实现连接应进一步检查连接质量、连接导体的材料和尺寸。

5.1.5.2.2 平行敷设的长金属物的检查和测试

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, 其净距小于规定要求值时的金属线跨接情况。如已实现跨接应进一步检查连接质量、连接导体的材料和尺寸。

5.1.5.2.3 长金属物的弯头、阀门等连接物的检查和测试

检查第一类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螺栓数量或过渡电阻, 当连接螺栓数量少于 5 根或过渡电阻大于 0.03Ω 时, 检查是否有跨接的金属线, 并检查连接质量、连接导体的材料和尺寸。

5.1.6 防雷电波侵入、高电位反击和等电位连接的检查

5.1.6.1 要求

5.1.6.1.1 第一类防雷建筑物的防雷电波侵入、高电位反击和等电位连接应符合 GB 50057—94 (2000 年版) 3.2.1 (五) 项、(六) 项、(七) 项和 3.2.3 的规定。

5.1.6.1.2 第二类防雷建筑物的防雷电波侵入、高电位反击和等电位连接应符合 GB 50057—94 (2000 年版) 3.3.8 和 3.3.9 的规定。

5.1.6.1.3 第三类防雷建筑物的防雷电波侵入、高电位反击和等电位连接应符合 GB 50057—94 (2000 年版) 3.4.8 和 3.4.9 的规定。

5.1.6.1.4 总等电位连接箱或连接干线, 与接地装置连接不少于两处, 所有进出建筑物的金属物、金属管道、电缆金属外皮、电梯导轨、接地干线、正常情况下不带电的金属物、配电箱、弱电箱等都要与接地端子连接。

5.1.6.1.5 利用圈梁内主筋和楼板筋连成水平闭合圈并引出接地端子, 卫生间内的水管、扶手、支架、淋浴设备等金属物都要与接地端子连接。

5.1.6.2 检测

5.1.6.2.1 等电位连接带的检查和测试

检查由 LPZ0 区到 LPZ1 区的总等电位连接状况。如已实现其与防雷接地装置的两处以上连接, 应进一步检查连接质量、连接导体的材料和尺寸。

5.1.6.2.2 低压配电线路埋地引入和连接的检查与测试

检查低压配电线路是否全线埋地或敷设在架空金属线槽内引入。如全线采用电缆埋地引入有困难, 应检查电缆埋地长度和电缆与架空线连接处使用的 SPD、电缆金属外皮、钢管和绝缘子铁脚等接地连接质量, 连接导体的材料和尺寸。检查 SPD 的安装情况, 连接导体的材料和尺寸, 接地电阻。

5.1.6.2.3 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的检查和测试

检查架空金属管道进入建筑物前是否每隔 25m 接地一次, 进一步检查连接质量、连接导体的材料和尺寸。

5.1.6.2.4 建筑物内竖直敷设的金属管道及金属物的检查和测试

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就近不少于两处的连接, 如已实现连接, 应进一步检查连接质量、连接导体的材料和尺寸。

5.1.6.2.5 进入建筑物的外来导电物连接的检查和测试

所有进入建筑物的外来金属物和导电物均应在 LPZ0 区与 LPZ1 区界面处与总等电位连接带连接, 如已实现连接应进一步检查连接质量、连接导体的材料和尺寸。

如外来金属物和导电物未与总等电位连接带连接, 则应检查外来金属物和导电物与引下线及接地装置的距离。

5.1.6.2.6 穿过各后续防雷区界面处导电物连接的检查和测试

所有穿过各后续防雷区界面处导电物均应在界面处与建筑物内的钢筋或等电位连接预留板连接, 如已实现连接应进一步检查连接质量、连接导体的材料和尺寸。

5.1.6.2.7 信息技术设备等电位连接的检查测试

检查信息技术设备与建筑物共用接地系统的连接, 应检查连接的基本形式, 并进一步检查连接质量、连接导体的材料和尺寸。如采用 S 型连接, 应检查信息技术设备的所有金属组件, 除在接地基准点 (ERP) 处外, 是否达到规定的绝缘要求。

5.1.6.2.8 过渡电阻值一般不应超过 0.03Ω 。

5.1.6.2.9 各种连接导体的截面积应符合表 8、表 12 的要求。

5.2 电涌保护器 (SPD)

5.2.1 要求

5.2.1.1 基本要求

5.2.1.1.1 当电源采用 TN 系统时, 从总配电盘(箱)开始引出的配电线路和分支线路必须采用 TN—S 系统。

5.2.1.1.2 原则上 SPD 和等电位连接位置应在各防雷区的交界处, 但当线路能承受预期的电涌电压时, SPD 可安装在被保护设备处。线路的金属保护层或屏蔽层宜首先于防雷区交界处进行等电位连接。

5.2.1.1.3 SPD 必须能承受预期通过它们的雷电流, 并具有通过电涌时的最大箝压和有熄灭工频续流的能力。

5.2.1.1.4 选择 220/380V 三相系统中的电涌保护器, U_c 值应符合表 7 的规定。

5.2.1.1.5 SPD 两端的连线应符合表 8 中连接导线的最小截面要求, SPD 两端的引线应尽可能的短和直, 长度不宜超过 0.5 m。SPD 应安装牢固。

表7 在各种低压配电系统接地型式时 SPD 的最小 U_c 值

SPD 连接于以下导体之间	低压配电系统的接地型式				
	TT	TN-C	TN-S	有中性线的 IT	无中性线的 IT
相线与中性线	1.15U _o	不适用	1.15U _o	1.15U _o	不适用
相线与 PE 线	1.15U _o	不适用	1.15U _o	$\sqrt{3} U_o^*$	相间电压*
中性线与 PE 线	U _o *	不适用	U _o *	U _o *	不适用
相线与 PEN 线	不适用	1.15U _o	不适用	不适用	不适用

* 这些值对应于最严重的故障状况, 因而没有考虑 10%的余量。

注: U_o 是低压系统的相线对中性线的标称电压, 在 220/380 V 三相系统中, $U_o=220$ V。

表8 浪涌保护器 (SPD) 连接导线截面积

保护级别	SPD 的类型	导线截面 (mm ²)	
		SPD 连接相线铜导线	SPD 接地端连接铜导线
电 源	第一级 开关型或限压型	≥16	≥25
	第二级 限压型	≥10	≥16
	第三级 限压型	≥6	≥10
	第四级 限压型	≥4	≥6
信号	天馈		≥6
	信号		≥1.5

注: 混合型SPD 参照相应保护级别的截面积选择。

5.2.1.2 低压配电系统对 SPD 的要求

5.2.1.2.1 电源 SPD 的 U_p 应低于被保护设备的耐冲击过电压额定值 (U_w) , 且必须加上 20% 的安全余量, 即 $U_p + \Delta U$ (SPD 两端的引线上产生的感应电压降) $\leq 0.8U_w$ 。如 SPD 与被保护设备非常接近, 在使用限压型 SPD 时 ΔU 应与 SPD 的 U_p 相加考虑, 在使用开关型 SPD 时应在 U_p 与 ΔU 中选取较大的一个值来考虑。 U_w 值可参见表 9。 ΔU 可设定为 1 kV/m。

5.2.1.2.2 当被保护设备的 U_w 与 U_p (ΔU) 的关系满足 5.2.1.2.1 时, 被保护设备前端可只加一级 SPD, 否则应增加 SPD2 乃至 SPD3, 直至满足 5.2.1.2.1 规定为止。

表9 220/380V 三相系统各种设备耐冲击过电压额定值 (U_w)

设备位置	电气装置电源进线端的设备	配电装置和末级分支线路设备	用器具	特殊需要保护设备
耐冲击过电压类别	IV	III	II	I
耐冲击过电压额定值 (kV)	6	4	2.5	1.5

注: I类——需要将瞬态过电压限制到特定水平的设备,如含有电子电路的设备,计算机及含有计算机程序的用电设备。
 II类——如家用电器、手提电工工具或类似负荷;
 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,以及应用于工业的设备和永久接至固定装置的固定安装的电动机等的一些其它设备;
 IV类——如电气计量仪表、一次线过流保护设备、波纹控制设备。

5.2.1.3 电源 SPD 的布置

5.2.1.3.1 在 LPZ_{0A}或 LPZ_{0B}区与 LPZ1 区交界处,在从室外引来的线路上安装的 SPD 应选用符合 I 级分类试验的产品。当难于计算时, I_{imp} 值不应小于 12.5 kA。

5.2.1.3.2 在 LPZ1 区与 LPZ2 区交界处,分配电盘处或 UPS 前端宜安装第二级 SPD,可选用经 II 或 III 级分类试验的产品。其标称放电电流 I_{n} 不宜小于 20 kA (8/20 μ s)。

5.2.1.3.3 在重要的终端设备或精密敏感设备处,宜安装第三级 SPD,可选用经 II 或 III 级分类试验的产品,其标称放电电流 I_{n} 值不宜小于 10 kA (8/20 μ s)。

注: 无论是安装一级或二级,乃至三至四级SPD,均应符合5.2.1.1和5.2.1.2的规定。

5.2.1.3.4 在两栋定为 LPZ 1 区的独立建筑物用电气线路的屏蔽电缆或穿钢管的无屏蔽电缆连接在一起的情况下,当屏蔽层流过的分雷电流在其上所产生的电压降不会对线路和所接设备引起绝缘击穿时,可不用安装 SPD (见图 2)。

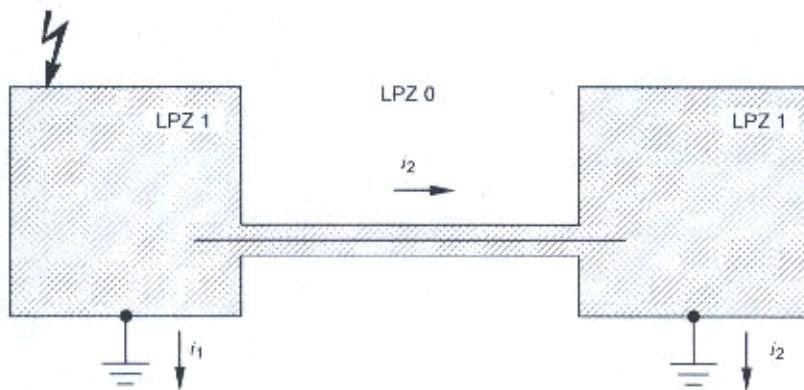


图2 用屏蔽电缆或穿钢管线路将两栋独立的 LPZ 1 区连接在一起

5.2.1.3.5 当在线路上多处安装 SPD 时,SPD 之间的线路长度应按生产厂试验数据采用;若无此试验数据时,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,否则,应加装退耦元件。

注: 对将放电间隙和压敏电阻组合在一起的新型SPD,若这两者之间的配合已有措施,并通过检测后,可不用退耦元件。

5.2.1.3.6 安装在电路上的 SPD,其前端应有过电流保护器。如使用熔断器、空气开关等。

5.2.1.3.7 SPD 如有通过声、光报警或遥信功能的状态指示器,应检查其所显示的 SPD 劣化状态。

5.2.1.3.8 连接导体应符合相线采用黄、绿、红色,中性线用浅蓝色,保护线用绿/黄双色线的要求。

5.2.1.4 电信和信号网络 SPD 的布置

5.2.1.4.1 连接于电信和信号网络的 SPD 其电压保护水平 U_p 和通过的电流 I_p 应低于被保护的信息技术设备(ITE)的耐受水平。电缆绝缘的耐冲击电压值参考表 10。

表10 电缆绝缘的耐冲击电压值

电缆的额定电压 (kV)	绝缘的耐冲击电压 U_b (kV)
≤0.05	5
0.22	15
10	75
15	95
20	125

注: 当流入线路的雷电流大于以下数值时, 绝缘可能产生不可接受的温升;
 对屏蔽线路: $I_i = 8S_c$;
 对无屏蔽的线路: $I'_i = 8n'S'$ 。
 式中:
 I_i ——流入屏蔽层的雷电流 (kA);
 S_c ——屏蔽层的截面 (mm^2);
 I'_i ——流入无屏蔽线路的总雷电流 (kA);
 n' ——线路导线的根数;
 S' ——每根导线的截面 (mm^2)。

5.2.1.4.2 在 $LPZ0_A$ 区或 $LPZ0_B$ 区与 $LPZ1$ 区交界处应选用 I_{imp} 值为 $0.5 \text{ kA} \sim 2.5 \text{ kA}$ ($10/350 \mu\text{s}$ 或 $10/250 \mu\text{s}$) 的 SPD 或 4 kV ($10/700 \mu\text{s}$) 的 SPD; 在 $LPZ1$ 区与 $LPZ2$ 区交界处应选用 U_{oc} 值为 $0.5 \text{ kV} \sim 10 \text{ kV}$ ($1.2/50 \mu\text{s}$) 的 SPD 或 $0.5 \text{ kA} \sim 5 \text{ kA}$ ($8/20 \mu\text{s}$) 的 SPD; 在 $LPZ2$ 区与 $LPZ3$ 区交界处应选用 $0.5 \text{ kV} \sim 1 \text{ kV}$ ($1.2/50 \mu\text{s}$) 的 SPD 或 $0.5 \text{ kA} \sim 1.0 \text{kA}$ ($8/20 \mu\text{s}$) 的 SPD。

5.2.1.4.3 网络入口处通信系统的 SPD, 尚应满足系统传输特性, 如比特差错率(BER)、带宽、频率、允许的最大衰减和阻抗等。对用户的 IT 系统, 应满足 BER、近端交扰(NEXT)、允许的最大衰减和阻抗等。对有线电视系统, 应满足带宽、回波损耗、450MHz 时允许最大衰减和阻抗等特性参数。

5.2.1.4.4 5.2.1.1 的基本要求原则上适用于电信和信号网络的 SPD。

5.2.2 SPD 的检查

5.2.2.1 用 N—PE 环路电阻测试仪。测试从总配电盘(箱)引出的分支线路上的中性线(N)与保护线(PE)之间的阻值, 确认线路为 TN-C 或 TN-C-S 或 TN-S 或 TT 或 IT 系统。

5.2.2.2 检查并记录各级 SPD 的安装位置, 安装数量、型号、主要性能参数和安装工艺(连接导体的材质和导线截面, 连接导线的色标, 连接牢固程度)。

5.2.2.3 对 SPD 进行外观检查: 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。

5.2.2.4 测量多级 SPD 之间的距离和 SPD 两端引线的长度, 应符合 5.2.1.1.5 和 5.2.1.3.5 的要求。

5.2.2.5 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。

5.2.2.6 检查安装在电路上的 SPD 限压元件前端是否有脱离器。如 SPD 无内置脱离器, 则检查是否有外置脱离器。

5.2.2.7 检查安装在配电系统中的 SPD 的 U_c 值应符合表 7 的规定要求。

5.2.2.8 检查在 $LPZ0_A$ 或 $LPZ0_B$ 区和 $LPZ1$ 区交界处总配电盘上安装的是否为 I 级分类试验的 SPD, 检查每一种保护模式中安装的 SPD I_{imp} ($10/350 \mu\text{s}$) 值是否达到 5.2.1.3.1 的要求。

检查在 $LPZ1$ 区及以后各防雷区交界处安装在每一对线上的 SPD I_n 值 ($8/20 \mu\text{s}$) 是否达到了

5.2.1.3.2 和 5.2.1.3.3 的要求。检查 SPD 接地线与等电位连接带之间的过渡电阻。

5.2.2.9 检测在电信和信号网络上安装的 SPD 是否符合 5.2.1.4 的要求, 检查 SPD 安装工艺, 连接导线截面积应符合表 8 的规定。

5.2.3 低压电源 SPD 的测试

5.2.3.1 SPD 运行期间, 会因长时间工作或因处在恶劣环境中而老化, 也可能因受雷电浪涌而引起性能下降、失效等故障。因此需定期进行测试。如测试结果表明 SPD 老化, 或状态指示指出 SPD 失效, 应及时更换。

5.2.3.2 泄漏电流 I_{le} 的测试。

使用防雷元件测试仪或泄漏电流测试表对可插拔式限压型 SPD 的 I_{le} 值进行静态试验。规定在 $0.75U_{1mA}$ 下测试。如果此值偏大, 说明 SPD 性能劣化, 应及时更换。

首先取下可插拔式 SPD 的模块, 多组 SPD 应按图 3 所示连接逐一进行测试。按仪器使用说明书的方法进行测试。

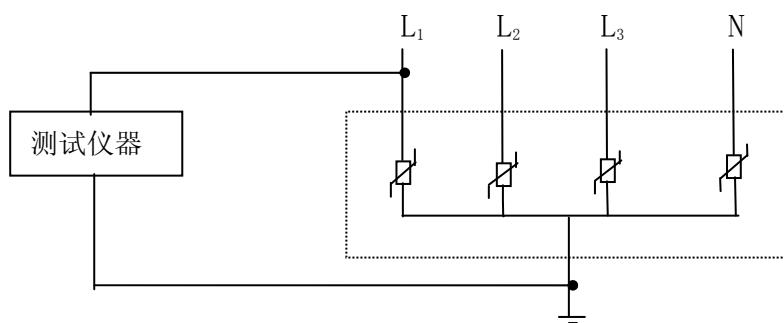


图3 多组 SPD 逐一测试示意图

合格判定: 当实测值大于生产厂标称的最大值的 10 % 时, 判定为不合格, 如生产厂未标定出 I_{le} 值时, 一般不应大于 $30 \mu A$ 。SPD 漏电流在线检测方法在研究中 (其值有阻性电流和容性电流, 一般在 mA 级范围内)。

5.2.3.3 压敏电压 (U_{1mA}) 的测试

5.2.3.3.1 本试验仅适用于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。主要测量在 MOV 通过 $1mA$ 直流电流时, 其两端的电压值。

5.2.3.3.2 将 SPD 的可插拔模块取下测试, 按测试仪器说明书连接进行测试。如 SPD 为一件多组并联, 应用图 3 所示方法测试, SPD 上有其他并联元件时, 测试时不对其接通。

5.2.3.3.3 将测试仪器的输出电压值按仪器使用说明及试品的标称值选定, 并逐渐提高, 直至测到通过 $1mA$ 直流时的压敏电压。

5.2.3.3.4 对内部带有滤波或限流元件的 SPD, 不进行测试。

5.2.3.3.5 合格判定: 当 U_{1mA} 值不低于交流电路中 U_0 值 1.86 倍时, 在直流电路中为直流电压 1.33 至 1.6 倍时, 在脉冲电路中为脉冲初始峰值电压 1.4 至 2.0 倍时, 可判定为合格。也可与生产厂提供的允许公差范围表对比判定。

5.3 信息系统防雷装置的检测

5.3.1 防直击雷装置的检测

机房所在建筑物的防直击雷装置的检测按 5.1 规定的方法检测。

5.3.2 防雷区的检查

应按照 GB 50057—94(2000 年版)6.2.1 的规定将需要防雷电电磁脉冲的环境划分为 LPZ0_A、LPZ0_B、LPZ1……LPZn+1 区等防雷区。在进行防雷区的划分后, 应检查防雷工程设计中 LPZ 的划分是否符合标准。同时应检查等电位连接的位置和最小截面、SPD 安装位置和选型、屏蔽验算。

电子信息设备主机房宜选择在建筑物低层中心部位, 其设备应远离外墙结构柱, 设置在雷电

防护区的高级别区域内。

5.3.3 信息系统雷电防护等级的分级

5.3.3.1 建筑物电子信息系统的雷电防护等级应按防雷装置的拦截效率划分为A、B、C、D四级。

5.3.3.1.1 雷电防护等级应按下列方法之一划分：

- a) 按建筑物电子信息系统所处环境进行雷击风险评估，确定雷电防护等级；
- b) 按建筑物电子信息系统的重要的和使用性质确定雷电防护等级。

5.3.3.1.2 对于特殊重要的建筑物，宜采用前款规定的两种方法进行雷电防护分级，应按其中较高防护等级确定。

5.3.3.2 按雷击风险评估确定雷电防护等级

5.3.3.2.1 按建筑物年预计雷击次数 N_1 和建筑物入户设施年预计雷击次数 N_2 确定 N （次/年）值， $N=N_1+N_2$ （计算方法见标准性附录C）。

5.3.3.2.2 建筑物电子信息系统设备，因直击雷和雷电电磁脉冲损坏可接受的年平均最大雷击次数 N_c 可按下式计算： $N_c=5.8\times10^{-1.5}/C$ （次/年）。（计算方法见附录C）

5.3.3.2.3 将 N 和 N_c 进行比较，确定电子信息设备是否需要安装雷电防护装置：

- a) 当 $N\leq N_c$ 时，可不安装雷电防护装置；
- b) 当 $N>N_c$ 时，应安装雷电防护装置。

5.3.3.2.4 按防雷装置拦截效率 E 的计算式 $E=1-N_c/N$ 确定其雷电防护等级：

- a) 当 $E>0.98$ 时定为A级；
- b) 当 $0.90<E\leq0.98$ 时定为B级；
- c) 当 $0.80<E\leq0.90$ 时定为C级；
- d) 当 $E\leq0.80$ 时定为D级。

5.3.3.3 按建筑物电子信息系统的重要的和使用性质确定雷电防护等级，见表11。

表11 建筑物电子信息系统雷电防护等级的选择表

雷电防护等级	电子信息系统
A 级	1. 大型计算中心、大型通信枢纽、国家金融中心、银行、机场、大型港口、火车枢纽站等。 2. 甲级安全防范系统，如国家文物、档案库的闭路电视监控和报警系统。 3. 大型电子医疗设备、五星级宾馆。
B 级	1. 中型计算中心、中型通信枢纽、移动通信基站、大型体育场（馆）监控系统、证券中心。 2. 乙级安全防范系统，如省级文物、档案库的闭路电视监控和报警系统。 3. 雷达站、微波站、高速公路监控和收费系统。 4. 中型电子医疗设备 5. 四星级宾馆。
C 级	1. 小型通信枢纽、电信局。 2. 大中型有线电视系统。 3. 三星级以下宾馆。
D 级	除上述A、B、C级以外一般用途的电子信息设备

5.3.4 电磁屏蔽

5.3.4.1 建筑物、房间以及线路的屏蔽措施要求

5.3.4.1.1 建筑物的屋顶金属表面、立面金属表面、混凝土内钢筋和金属门窗框架等大尺寸金属件等应等电位连接在一起，并与防雷接地装置相连，以形成格栅形大空间屏蔽。

5.3.4.1.2 需要保护的信号线缆，宜采用屏蔽电缆，应在屏蔽层两端及雷电防护区交界处做等电位连接并接地，并与防雷接地装置相连。

当采用非屏蔽电缆时，应敷设在金属管道内并埋地引入，金属管应电气导通，并应在雷电防护区交界处做等电位连接并接地，并与防雷接地装置相连。

5.3.4.1.3 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。

5.3.4.1.4 当电子信息设备为非金属外壳，且机房屏蔽未达到设备电磁环境要求时，应设金属屏蔽网或金属屏蔽室。金属屏蔽网、金属屏蔽室应与等电位接地端子板连接。

5.3.4.1.5 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弟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好。

屏蔽材料宜选用铜材、钢材或铝材。选用板材时，其厚度宜为0.3 mm~0.5 mm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。

5.3.4.1.6 主机房内无线电干扰场强，在频率范围0.15 MHz~1000 MHz时不大于126 dB。主机房内磁场干扰场强不大于800 A/m（相当于10 Gs）。

5.3.4.2 电磁屏蔽的检测方法

5.3.4.2.1 用毫欧表检查屏蔽网格、金属管（槽）、防静电地板支撑金属网格、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电气连接，过渡电阻值不宜大于0.03 Ω。

5.3.4.2.2 计算建筑物利用钢筋或专门设置的屏蔽网的屏蔽效率，电磁场屏蔽的计算方法按GB 50057—94（2000年版）6.3.2的规定。

5.3.4.2.3 用仪器检测电磁屏蔽效率的测量应符合规定。参见附录D（资料性附录）。

5.3.5 接地、等电位连接的检测

5.3.5.1 要求

5.3.5.1.1 接地、等电位连接应符合GB 50057—94（2000年版）和GB 50343—2004的有关规定。连接导体应符合表12的规定。

表12 各种连接导体的最小截面（mm²）

材料	铜	铁	铝
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，流过大或等于25%总雷电流的等电位连接导体	16	50	25
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	6	16	10
接地装置与室内总等电位连接带之间	50	80	
总等电位连接带与局部等电位接地端子板之间	16		
等电位接地端子板之间	16		
楼层配线柜	16		
钢筋混凝土建筑物环形局部等电位连接带	50		
砖混结构建筑物机房局部等电位连接带	50		
砖混结构建筑物与总等电位连接带相连	35		

5.3.5.1.2 接地电阻值要求见表5。

5.3.5.1.3 机房的防雷地、交流地、直流地、安全地宜采用共用地（即联合接地），共用地接地电阻应不大于4 Ω。宜利用建筑物的自然基础地网作为共用接地系统，如建筑物没有地网，宜在建筑物四周埋设环型水平接地体加垂直接地体作为共用接地系统。

5.3.5.1.4 防雷引下线与交流地（当变压器安装在同一建筑物内）、直流地、安全地引下线接地点之间宜相距3~5m。

对于有特殊要求的单独直流工作地接地系统，其地极与其他接地系统的地极宜相距不小于20m。

信号线与接地线不宜并行，如并行时其距离一般不小于50mm。

5.3.5.1.5 机房内应设等电位连接带，将所有计算机房内的接地就近连接到等电位连接带上，连接方法应采用星形（S型）结构（适合于 $\leq 1\text{MHz}$ 的低频电路）和网形（M型）结构（适合于 $\geq 10\text{MHz}$ 的高频电路），网型结构的接地线长度应不大于四分之一波长，可以采用星型和网型混合接地方法。等电位连接带单点连接到相应的接地引下线。

5.3.5.2 检测

5.3.5.2.1 检测各种接地的数量、材料规格、敷设方式、接地电阻值。

5.3.5.2.2 检查各种接地体的性质、位置、距离、接地点位置。

5.3.5.2.3 检测进出信息系统机房的各种金属管道、电缆屏蔽层、机房内的设备外壳、屏蔽槽、金属门窗、吊顶等的等电位连接情况。检查机房内的等电位连接网络结构。

5.3.6 电源防雷措施

5.3.6.1 要求

5.3.6.1.1 机房内的电源应该是50Hz、220/380V三相五线制或单相三线制，当电源采用TN系统时，必须是TN-S系统。

5.3.6.1.2 计算机房电源宜采用屏蔽电缆或护套电缆穿金属管埋地进线，电缆埋地长度不应小于15米。电缆金属外皮或金属套管应在入户端接地。当采用架空线时，在进户处应安装电源电涌保护器（SPD）。电源线应尽可能远离计算机信号线，并避免并排敷设，当不能避免时，应采取相应的屏蔽措施。

5.3.6.1.3 电源应至少安装两级SPD，其间距应符合5.2.1.3.5的规定。电源电涌保护器的连接线应符合表8的规定，并尽可能的短和直。

5.3.6.1.4 电源SPD的启动电压和标称放电电流应根据保护级数选定，标称放电电流参数的选择可参考表13，启动电压为工作电压峰峰值的1.5~2.5倍，前级SPD的启动电压应比后级大。并联型SPD的漏电流应 $\leq 30\mu\text{A}$ ，串联型SPD的漏电流应 $\leq 0.1\text{mA}$ 。残压越小越好。电源SPD应有劣化指示。

表13 电源线路浪涌保护器标称放电电流参数值

雷电 保护 分级	LPZ0区与LPZ1区交界处		LPZ1与LPZ2、LPZ2与LPZ3区 交界处			直流电源标称放电电流 (kA)
	第一级标称放电电流* (kA)		第二级标称放 电电流 (kA)	第三级标称放 电电流 (kA)	第四级标称放 电电流 (kA)	
	10/350 μs	8/20 μs	8/20 μs	8/20 μs	8/20 μs	
A级	≥ 20	≥ 80	≥ 40	≥ 20	≥ 10	≥ 10
B级	≥ 15	≥ 60	≥ 40	≥ 20		直流配电系统中根据线 路长度和工作电压选用 标称放电电流 $\geq 10\text{kA}$ 适 配的SPD
C级	≥ 12.5	≥ 50	≥ 20			
D级	≥ 12.5	≥ 50	≥ 10			

* 第一级防护使用两种波形的说明见GB 50343—2004 5.4.1的条文说明。

注：SPD的外封装材料应为阻燃型材料。

5.3.6.2 检测

5.3.6.2.1 检查机房内电源的接地型式、进线方式、屏蔽及屏蔽层的接地情况。

5.3.6.2.2 检查电源SPD的安装级数、位置、型号、数量、参数、状态指示，测量SPD的间距、连接线截面积、长度、接地电阻。

5.3.6.2.3 SPD 参数的测量应符合 5.2.3 的规定。

5.3.7 信号线路防雷措施

5.3.7.1 要求

5.3.7.1.1 信号线路防雷措施应符合 GB 50057—94 (2000 年版) 和 GB 50343—2004 的有关规定。

5.3.7.1.2 信息系统机房进出的各种信号线 (包括电话线、专线、X.25 线、DDN 线、ADSL 线、网络线、同轴电缆、光纤等) 宜采用屏蔽电缆或护套电缆穿金属管埋地进线, 应安装信号 SPD。信号 SPD、分线箱外壳、电缆金属层应接地, 空线对应短接并接地。光纤不必安装信号 SPD, 但金属保护层和加强芯应接地。

5.3.7.1.3 信息系统机房内的各种信号线宜采取屏蔽措施, 屏蔽槽应接地。信号线与其它干扰源的间距应符合表 14 的规定。

表14 综合布线系统与其它干扰源的间距

其它干扰源	与综合布线接近状况	最小间距 (mm)
380V 以下电力电缆 (<2 kVA)	与缆线平行敷设	130
	有一方在接地的线槽中	70
	双方都在接地的线槽中	注
380V 以下电力电缆 (2—5 kVA)	与缆线平行敷设	300
	有一方在接地的线槽中	150
	双方都在接地的线槽中	80
其它干扰源	与综合布线接近状况	最小间距 (mm)
380V 以下电力电缆 (>5 kVA)	与缆线平行敷设	600
	有一方在接地的线槽中	300
	双方都在接地的线槽中	150
其它管线	最小平行净距 (mm)	最小交叉净距 (mm)
防雷引下线	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	300

注 1: 当380V 电力电缆的容量小于2 kVA, 双方都在接地的线槽中, 且平行长度≤10 m时, 最小间距可以是10 mm。

注 2: 电话线缆中存在振铃电流时, 不宜与计算机网络在同一根双绞线电缆中。

注 3: 双方都在接地的线槽中, 系指两个不同线槽或同一线槽中用金属板隔开。

注 4: 如线缆敷设高度超过6000 mm 时, 与防雷引下线的交叉净距应按下式计算: $S \geq 0.05H$

式中: H —交叉处防雷引下线距地面的高度 (mm); S —交叉净距 (mm)。

5.3.7.1.4 信号线路浪涌保护器性能参数的选择可参考表 15。

表15 信号线路浪涌保护器性能参数

项目	指标	
	信号线路	天馈线路
标称导通电压	$\geq 1.2U_n$	$\geq 1.2U_n$
测试波形	混合波 (1.2/50 μ s、8/20 μ s)	混合波 (1.2/50 μ s、8/20 μ s)
标称放电电流 (kA)	≥ 1 (非屏蔽双绞线) 或 ≥ 0.5 (屏蔽双绞线)	≥ 3
插入损耗 (dB)	≤ 0.5	≤ 0.5
电压驻波比		≤ 1.5
响应时间 (ns)	≤ 10	≤ 10
平均功率 (W)		≥ 1.5 倍系统平均功率
特性阻抗 (Ω)	应满足系统要求	应满足系统要求
传输速率 (bps)	应满足系统要求	应满足系统要求
工作频率 (MHz)	应满足系统要求	应满足系统要求
接口型式	应满足系统要求	应满足系统要求

注: U_n —最大工作电压。

5.3.7.2 检测

5.3.7.2.1 检查机房内信号线路的种类、数量、进线方式、屏蔽及屏蔽层的接地情况。

5.3.7.2.2 检查信号 SPD 的安装级数、位置、型号、数量、参数，测量 SPD 的连接线截面积、接地电阻。

5.3.7.2.3 检查信号线与其它干扰源的间距，屏蔽及屏蔽层的接地情况。

5.3.8 静电防护

5.3.8.1 要求

主机房绝缘体的静电电位不应大于 1 kV，导静电地面的体积电阻率应为 $1.0 \times 10^7 \sim 1.0 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 。

5.3.8.2 检测

抗静电地板、工作台面和坐椅垫套必须进行静电接地，其接地电阻应不大于 4Ω ，静电接地可以经限流电阻后接地，限流电阻的阻值宜为 $1 \text{M}\Omega$ 。

用仪器测量静电电位、导静电材料的体积电阻率。

5.4 油气站防雷装置检测

5.4.1 要求

油气站（包括石油库、液化气站、汽车加油加气站）的防雷装置应符合 GB 50074—2002 第 14 章和 GB 50156—2002（2006 年版）第 10 章的规定。

5.4.2 防雷装置的检测

5.4.2.1 建筑物防雷装置的分类和检测应符合第 5.1 条的规定。

5.4.2.2 独立避雷针和避雷线（网）、引下线、接地装置的检测分别符合 5.1.2、5.1.3、5.1.4 的规定。

5.4.3 金属油罐防雷及接地检测

5.4.3.1 了解钢油罐的用途、壁厚及安装形式，检查接地点数量，测量接地点的弧形间距，测量用材规格、防腐情况、电气连接情况。并作详细纪录。

5.4.3.2 检查浮顶金属罐的浮顶与罐体的电气连接。

5.4.3.3 检查金属油罐的阻火器、呼吸阀、量油孔、人孔、透光孔等金属附件的电气连接情况。

5.4.4 输油管道防雷及接地检测

5.4.4.1 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，其净距小于规定要求值时的金属线跨接情况。如已实现跨接应进一步检查连接质量、连接导体的材料和尺寸。

5.4.4.2 检查管道的弯头、阀门、法兰盘等连接处的连接螺栓数量或过渡电阻，当连接螺栓数量少于5根或过渡电阻大于 0.03Ω 时，检查是否有跨接的金属线，并检查连接质量、连接导体的材料和尺寸。

5.4.4.3 检查管道始端、末端和分支处的防雷电感应和防静电接地，进一步检查连接质量、连接导体的材料和尺寸。

5.4.5 防静电接地的检测

5.4.5.1 检查鹤管、栈桥、油泵、铁路钢轨的防雷电感应和防静电接地。

5.4.5.2 检查加油机、充气磅称的防雷电感应和防静电接地。

5.4.5.3 检查卸油场地的防静电接地及静电接地检测仪。

5.4.6 配电线路和信息系统线路的检测

5.4.6.1 检查低压配电线路是否全线埋地或敷设在架空金属线槽内引入。如全线采用电缆埋地引入有困难，应检查电缆埋地长度和电缆与架空线转换处使用的SPD、电缆金属外皮、钢管和绝缘子铁脚等接地连接质量，连接导体的材料和尺寸。检查SPD的安装情况。

5.4.6.2 检查信息系统线路的屏蔽和敷设情况，检查屏蔽层接地及安装SPD的情况。

5.4.7 人工洞石油库的检测

5.4.7.1 检查进入人工洞石油库的金属管路在洞外的埋地长度、接地点间距。

5.4.7.2 检查进入人工洞石油库的电力和通信线路的进线方式、屏蔽及接地情况、安装电源SPD的情况。

5.4.8 接地电阻的检测

测量防雷装置、金属罐、管道防雷电感应和防静电、卸油防静电、电气的接地电阻，测量共用接地装置接地电阻。接地电阻值见表5。

5.5 通信局（站）防雷装置检测

5.5.1 要求

通信局（站）防雷装置应符合现行国家和行业的有关规范。

5.5.2 防雷装置检测

5.5.2.1 建筑物

建筑物防雷装置的分类和检测应符合5.1的规定。

5.5.2.2 天线塔

5.5.2.2.1 检测天线塔的高度、天线塔的接地方式、接地数量、接地线的材型，接地电阻值，计算天线是否在天线塔的保护范围内。

5.5.2.2.2 检查天馈线屏蔽层接地的次数、位置，SPD安装的情况。

5.5.2.3 接地系统

5.5.2.3.1 检查接地体的性质、布置方式；

5.5.2.3.2 接地引入线的材型、长度，接地汇集排（线）的截面积，直流工作地和安全保护地的材型及接地电阻。

5.5.2.4 高压供电系统

5.5.2.4.1 检查高压电力线的进线方式、避雷线的长度、SPD安装数量及位置；

5.5.2.4.2 检查变压器安装SPD的情况、变压器接地电阻。

5.5.2.5 低压供电系统

检查低压电缆的进线方式、走线方式、SPD安装数量、位置及接地电阻。

5.5.2.6 信号线

5.5.2.6.1 检查信号线的种类、进线方式、屏蔽层及空线对的接地、安装SPD的情况及接地电阻。

5.5.2.6.2 检查光纤屏蔽层及加强芯的接地情况。

5.5.2.7 等电位连接

检查机房内的各种金属管道、电缆屏蔽层、机房内的走线架、设备外壳、屏蔽槽、金属门窗、地板架、吊顶等进行等电位连接的情况，测量连接线的截面积及接地电阻。

5.6 检测作业要求

5.6.1 应在非雨天或降水后天晴一日后进行，如遇降水后或因浇灌等使土壤潮湿的情况，应采用季节修正（见规范性附录E）对所测得的接地电阻值或土壤电阻率进行订正。

5.6.2 应具备保障检测人员和设备的安全防护措施，必须遵守安全生产制度，雷雨天应停止检测。

5.6.3 检测仪器应在检定合格有效使用期内使用。

5.6.4 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。

5.6.5 在测量过程中由于周围环境存在电磁干扰而使接地电阻表出现读数不稳定时，应停止检测，待电磁干扰消除后再进行检测。

5.6.6 每一项检测需要有具有检测资格证的二人或二人以上共同进行，每一个检测点的检测数据需经复核无误后，填入原始记录表。

5.6.7 在检测易燃易爆环境的防雷装置时，严禁携带火种、无线电通讯设备，严禁吸烟，不应穿化纤服装，禁止穿钉子鞋，现场不准随意敲打金属物，以免产生火星，造成重大事故。应使用不易产生火花的工具。

5.6.8 检测油气库、化学、农药仓库的防雷装置时，应严格遵守被检测单位规章制度和安全操作规程，必要时可向被检单位提出暂时关闭危险品流通管道阀门的申请。

5.6.9 在检测配电房、变电所、配电柜的防雷装置时应着绝缘鞋、绝缘手套、使用绝缘垫，必要时可向被检单位提出暂时停电的申请，以防电击。

5.7 测量仪器要求

测量和测试仪器应满足检测项目和精度要求，符合国家计量法规的规定。

6 检测周期

6.1 对安装在易燃易爆环境的防雷装置，宜每半年检测一次。

6.2 其他场所防雷装置应每年检测一次。

7 检测程序

7.1 对受检测单位的首次检测应全面检测，检测项目见附录B（规范性附录）。

7.2 对受检单位的后续检测，在受检单位防雷装置无较大变化时，可不进行接闪器保护范围、防雷区的划分和电磁屏蔽的检测项目。

7.3 首次检测单位，应先通过查阅防雷工程技术资料和图纸，了解并记录受检单位的防雷装置的基本情况，在与受检单位协商制定检测方案后进行现场检测。

7.4 现场检测进行时可按先检测外部防雷装置，后检测内部防雷装置的顺序进行，将检测结果填入防雷装置安全检测原始记录表，校核人员核对无误。

7.5 检测工作前后检查一次所用的仪器，检测前如仪器不正常应停止检测，检测后发现仪器不正常应改用好的仪器重新检测。

7.6 当检测发现异常值时，在确认检测设备正常工作情况下再重新测试；如发现防雷装置的检测数据不正确，应再次进行检测。

7.7 检测工作结束后，检测人员应检查防雷装置连接件是否恢复检测前的状况。

7.8 对受检单位出具检测报告和整改意见书。

8 检测数据整理

8.1 检测结果的记录

8.1.1 在现场将各项检测结果如实记入原始记录表，校核人全面核对原始记录、仪器等各项结果是否都有相应的记录，原始记录表应有检测人员、校核人员签名。原始记录表应作为用户档案至少保存两年。

8.1.2 原始记录只能用钢笔、签字笔和黑（蓝）色圆珠笔填写，字迹要清晰、工整，不允许随意涂改、删减。若确系记录错误需更改或作废时，则按规定要求杠改，并在更改处加盖私章或签字。

8.1.3 首次检测时，应绘制建筑物防雷装置平面示意图，后续检测时应进行补充或修改。

8.1.4 计算公式和计算结果如实记入原始记录表。

8.2 检测结果的判定

用数值修约比较法将经计算或整理的各项检测结果与相应的技术要求进行比较，判定各检测项目是否合格。

8.3 防雷装置检测报告

8.3.1 检测报告由检测员按原始记录的内容填写并签字，校核人校对后签字，经授权签字人签发，应加盖检测单位公章。

8.3.2 检测报告一式二份，一份送受检单位，一份由检测单位存档。存档应有文字和计算机存档两种形式。检测报告应作为用户档案至少保存两年。

附录 A
(规范性附录)
建(构)筑物防雷类别的划分

A.1 建(构)筑物防雷类别的确定条件

建筑物防雷分类见表 A.1 中 A.1.1 ~A.1.4, 爆炸火灾危险环境分区见表 A.1 中 A.1.5。

表 A.1 建筑物的防雷类别确定

类别	序号	建筑物防雷类别确定条件
第一类防雷建筑物	A.1.1	遇下列情况之一时, 应划为第一类防雷建筑物:
	A.1.1.1	凡制造、使用或贮存炸药、火药、起爆药、火工品等大量爆炸物质的建筑物, 因电火花而引起爆炸, 会造成巨大破坏和人身伤亡者。
	A.1.1.2	具有 0 区或 10 区爆炸危险环境的建筑物。
	A.1.1.3	具有 1 区爆炸危险环境的建筑物, 因电火花而引起爆炸, 会造成巨大破坏和人身伤亡者。
第二类防雷建筑物	A.1.2	遇下列情况之一时, 应划为第二类防雷建筑物:
	A.1.2.1	国家级重点文物保护的建筑物。
	A.1.2.2	国家级的会堂、办公建筑物、大型展览和博览建筑物、大型火车站、国宾馆、国家级档案馆、大型城市的重要给水水泵房等特别重要的建筑物。
	A.1.2.3	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。
	A.1.2.4	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。
	A.1.2.5	具有 1 区爆炸危险环境的建筑物, 且电火花不易引起爆炸或不致造成巨大破坏和人身伤亡者。
	A.1.2.6	具有 2 区或 11 区爆炸危险环境的建筑物。
	A.1.2.7	工业企业内有爆炸危险的露天钢质封闭气罐。
	A.1.2.8	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。如省委、车站、影剧院、体育场馆、商场、展(博)览馆、学校、医院等。
	A.1.2.9	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。
第三类防雷建筑物	A.1.3	遇下列情况之一时, 应划为第三类防雷建筑物:
	A.1.3.1	省级重点文物保护的建筑物及省级档案馆。
	A.1.3.2	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。
	A.1.3.3	预计雷击次数大于或等于 0.05 次/a, 且小于或等于 0.25 次/a 的住宅、办公楼等一般性民用建筑物。

表 A. 1 (续)

类 别	序 号	建筑物防雷类别确定条件
第三类防雷建筑物	A. 1. 3. 4	预计雷击次数大于或等于 0.05 次/a 的一般性工业建筑物。
	A. 1. 3. 5	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 21 区、22 区、23 区火灾危险环境。
	A. 1. 3. 6	在平均雷暴日大于 15d/a 的地区，高度在 15 m 及以上的烟囱、水塔等孤立的高耸建筑物；在平均雷暴日小于或等于 15d/a 的地区，高度在 20 m 及以上的烟囱、水塔等孤立的高耸建筑物。
	A. 1. 3. 7	不属于 A.1.3.1~A.1.3.6 及第一类、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。
防雷建筑物时防雷类别的确定	A. 1. 4	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宜符合下列规定：
	A. 1. 4. 1	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。
	A. 1. 4. 2	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。
	A. 1. 4. 3	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。
爆炸火灾危险环境分区	A. 1. 5	爆炸火灾危险环境可分为以下 8 区：
	A. 1. 5. 1	0 区：连续出现或长期出现爆炸性气体混合物的环境。
	A. 1. 5. 1. 1	油漆车间：非桶装的地下贮漆间。
	A. 1. 5. 1. 2	石油库：易燃油品油灌或油桶内油品表面以上空间和油罐呼吸阀、量油孔 3m 内的空间。
	A. 1. 5. 1. 3	汽车加油站：埋地卧式汽油储罐内部油表面以上空间。
	A. 1. 5. 2	1 区：在正常运行时可能出现爆炸性气体混合物的环境。
	A. 1. 5. 2. 1	油漆车间：喷漆室（连续式烘干室，距门框 6m 以内的空间）；桶装贮漆间；油漆干燥间、漆泵间。
	A. 1. 5. 2. 2	线圈车间：侵漆车间。
	A. 1. 5. 2. 3	线缆车间：漆包线工部。
	A. 1. 5. 2. 4	发生炉煤气站：机器间、加压室、煤气分配间。
	A. 1. 5. 2. 5	乙炔站：发生器间、乙炔压缩机间、电石间、丙酮库、乙炔汇流排间、净化器间、罐瓶间、空瓶间和实瓶间。
	A. 1. 5. 2. 6	液化石油气配气站。
	A. 1. 5. 2. 7	天然气配气站。
	A. 1. 5. 2. 8	电气室：固定式蓄电池。
	A. 1. 5. 2. 9	汽车库：携带式蓄电池充电间、硫化间和汽化器间。
	A. 1. 5. 2. 10	蓄电池车间：蓄电池充电间。
	A. 1. 5. 2. 11	石油库：易燃油品的油泵房、阀室；易燃油品桶装库房；易燃油罐的 3m 范围内的空间；易燃油品人工洞库区的主巷道、支巷道、上引道、油泵房，油罐操作间，油罐室等。

表 A. 1 (续)

类 别	序 号	建筑物防雷类别确定条件
爆炸火灾危险环境分区	A. 1. 5. 2. 12	汽车加油加气站：加油机壳体内部空间；埋地卧式汽油储罐入孔（阀）井内部空间；以通气管管口为中心，半径 1.5 m 的球形空间及以密闭卸油口为中心，半径 0.5 m 的球形空间。
	A. 1. 5. 2. 13	汽车加油加气站：液化石油加气机内部空间；埋地液化石油气储罐入孔（井）井内部空间和以卸车口为中心，半径为 1 m 的球形空间；地上液化石油气储罐以卸车口为中心，半径为 1 m 的球形空间；液化石油气压缩机、泵、法兰、阀门或类似附件的房间内部空间。
	A. 1. 5. 2. 14	汽车加油加气站：压缩天然气加气机壳体内部空间；天然气压缩机、阀门、法兰或类似附件的房间的内部空间；存放压缩天然气储气瓶组的房间内部空间。
	A. 1. 5. 2. 15	燃气制气车间：焦炉地下室、煤气水封室、封闭煤气预热室；侧喷式焦炉分烟道走廊；焦炉煤塔下直接式计器室；直立炉顶部。
	A. 1. 5. 2. 16	燃气制气车间：油制气车间配送机室；油制气控制室。
	A. 1. 5. 2. 17	燃气制气车间：水煤气车间生产厂房、水煤气配送机间、水煤气管道排水器间；室外缓冲气罐、罐顶和罐壁外 3 m 以内；煤气计量器室。
	A. 1. 5. 2. 18	燃气制气车间：煤气净化车间、鼓风机；室内吡啶回收装置及贮罐；室外浓氨水槽；粗苯产品泵房、干法脱硫箱室、萃取脱酚泵房。
	A. 1. 5. 3	2 区：在正常运行时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。
	A. 1. 5. 3. 1	热处理车间：加热炉的地下部分。
	A. 1. 5. 3. 2	金加工、装配车间：装配线上的喷漆室及距烘室门柜 6 m 以内的空间。
	A. 1. 5. 3. 3	油漆车间：涂漆室（非连续式烘干室距门柜 6m 的空间内）。
	A. 1. 5. 3. 4	发生炉煤气站：发生炉间；电气滤清器；洗涤塔；下喷式焦炉分烟道走廊；煤塔、炉间台和炉端台底层；集气管直接式计器室；直立炉一般操作层和空间；煤气配送机间、煤气管道排水器间、室外设备和煤气计量器室。
	A. 1. 5. 3. 5	燃气制气车间：油制气车间室外设备。
	A. 1. 5. 3. 6	燃气制气车间：水煤气车间室外设备。
	A. 1. 5. 3. 7	燃气制气车间：煤气净化车间初冷器；电捕焦油器；硫铵饱和器；室外吡啶回收装置及贮槽；洗萘、终冷、洗氨、洗苯和脱硫等塔；蒸氨装置、粗苯蒸馏装置、粗苯油水分离器、粗苯贮槽、再生塔、煤气放散装置、干法脱硫箱、萃取脱酚萃取塔和氨水泵房。
	A. 1. 5. 3. 8	乙炔站：气瓶修理间；干渣堆物；露天设置的贮气罐。
	A. 1. 5. 3. 9	石油库：易燃油品油泵棚和露天油泵站；易燃油品桶装油品敞棚和场地。
	A. 1. 5. 3. 10	汽车加油加气站：以加油机中心线为中心线，以半径 4.5 m 的地面区域为底面和以加油机顶部以上 0.15 m、半径为 3 m 的平面为顶面的圆台形空间；埋地卧式汽油储罐距入孔（阀）井外边缘 1.5 m 以内，自地面算起 1 m 高的圆柱形空间；以通气管管口为中心，半径为 3 m 的球形空间；以密闭卸油口为中心，半径为 1.5 m 的球形并延至地面的空间。

表 A.1 (续)

类 别	序 号	建筑物防雷类别确定条件
爆 炸 火 灾 危 险 环 境 分 区	A. 1. 5. 3. 11	汽车加油加气站：以加气机中心线为轴线，以半径为 5 m 的地面区域为底面和以加气机顶部以上 0.15 m、半径为 3 m 的平面为顶面的圆台形空间；埋地液化石油气储罐距入孔（阀）井边缘 3 m 以内，自地面算起 2 m 高的圆柱形空间；以放散管管口为中心，半径为 3 m 的球形并延至地面的空间、以卸车口为中心，半径为 3 m 的球形并延至地面的空间。地上液化石油气储罐以放散管管口为中心，半径为 3 m 的球形空间、距储罐外壁 3 m 范围内并延至地面的空间、防火堤内与防火堤等高的空间、以卸车口为中心，半径为 3 m 的球形并延至地面的空间。露天或棚内设置的液化石油气泵、压缩机、阀门和法兰等在距释放源壳体外缘半径为 3 m 范围内的空间和距释放源壳体外缘 6 m 范围内，自地面算起 0.6 m 高的空间。 液化石油气泵、压缩机、阀门和法兰等在有孔、洞或开式墙时，以孔、洞边缘为轴心半径 3 m 以内与房间等高的空间和以释放源为轴心，半径为 6 m 以内，自地面算起 0.6 m 高的圆柱形空间。压缩天然气加气机以中心线为轴线，半径为 4.5 m 高度为地面向上至加气机顶部以上 0.5 m 的圆柱形空间。室外或棚内压缩天然气储气瓶组（储气瓶）以放散管管口为中心，半径为 3 m 的球形空间和距储气瓶组壳体（储气瓶）4.5 m 以内并延至地面的空间。天然气压缩机、阀门，法兰等在有孔、洞或开式墙的房间内，以孔、洞边缘为轴心半径为 3 m 至 7.5 m 以内至地面的空间。露天（棚）设置的天然气压缩机、阀门，法兰等壳体 7.5 m 以内延至地面的空间。存放压缩天然气瓶组的房间有孔、洞或开式墙外，以孔、洞边缘为轴心，半径为 3 m 至 4.5 m 以内并延至地面的空间。
	A. 1. 5. 4	10 区：连续出现或长期出现爆炸性粉尘环境。
	A. 1. 5. 4. 1	在爆炸性粉尘环境中粉尘应分为下列四种： 爆炸性粉尘：这种粉尘即使在空气中氧气很少的环境中也能着火，呈悬浮状时能产生剧烈的爆炸，如镁、铝、铝青铜等粉尘。 可燃性导电粉尘：与空气中的氧起发热反应而燃烧的导电性粉尘，如石墨、碳黑、焦炭、煤、铁、锌、钛等粉尘。 可燃性非导电粉尘：与空气中的氧起发热反应而燃烧的非导电性粉尘，如聚乙烯、苯酚树脂、小麦、玉米、砂糖、染料、可可、木质、米糠、硫磺等粉尘。 可燃纤维：与空气中的氧起发热反应而燃烧的纤维，如棉花纤维、麻纤维、丝纤维、毛纤维、木质纤维和合成纤维等。
	A. 1. 5. 4. 2	爆炸危险区域的划分应按爆炸性粉尘的量、爆炸极限和通风条件来确定，引燃温度分为 T1-3 (150 °C < t ≤ 200 °C)、T1-2 (200 °C < t ≤ 270 °C) 和 T1-1 (t > 270 °C) 三组。为爆炸性粉尘环境服务的排风机室，应与被排风区域的爆炸危险区域等级相同。
	A. 1. 5. 4. 3	煤气净化车间：室外脱硫剂再生装置。
	A. 1. 5. 5	11 区：有时会将积留的粉尘扬起而偶然出现爆炸性粉尘混合物的环境。
	A. 1. 5. 5. 1	煤气净化车间：硫磺仓库（室内）。
	A. 1. 5. 6	21 区：具有闪点高于环境温度的可燃液体，在数量和配置上能引起火灾危险的场所。
	A. 1. 5. 6. 1	可燃液体如：柴油、润滑油、变压器油等。
	A. 1. 5. 6. 2	石油库：油泵房和阀室内有可燃油品；油泵棚或露天油泵站有可燃油品；可燃油品的灌油间；可燃油品桶装库房；可燃油品桶装棚或场地；可燃油品的油罐区；可燃油品的铁路装卸设施或码头；存放可燃油品的人工洞库中的主巷道、支巷道、上引道、油泵房、油罐操作间、油罐室等；石油库内化验室、修洗桶间和润滑油再生间。

表 A.1 (续)

类 别	序 号	建筑物防雷类别确定条件
爆炸火灾危险环境分区	A. 1.5.6.3	热处理车间：地下油泵间、贮油槽间、井式煤气。
	A. 1.5.6.4	金加工、装配车间：乳化脂配制车间。
	A. 1.5.6.5	修理车间：油洗间、变压器修理或拆装间、油料处理间、变压器油贮放间和油泵间。
	A. 1.5.6.6	线缆车间：干燥侵油工部。
	A. 1.5.6.7	电碳车间和锅炉房：重油泵间。
	A. 1.5.6.8	发生炉煤气站：焦油泵房和焦油库。
	A. 1.5.6.9	汽车库：停车间下部（电气设备安装高度低于 1.8m、线路低于 4 m 处）。
	A. 1.5.6.10	机车库：油料分发室、防水锈剂室。
	A. 1.5.6.11	燃气制气车间：油制气泵房（室内）。
	A. 1.5.6.12	燃气制气车间：煤气净化车间的室外焦油氨水分离装置及贮槽、室外终冷洗萘油贮槽、洗油贮槽（室外）、化验室等。
	A. 1.5.7	22 区：具有悬浮状、堆积状的可燃粉尘或可燃纤维，虽不可能形成爆炸性混合物，但在数量和配置上能引起火灾危险的场所。
	A. 1.5.7.1	可燃粉尘如：铝粉、焦炭粉、煤粉、面粉、合成树脂粉等。可燃纤维如：棉花、麻、丝、毛、木质和合成纤维等。
	A. 1.5.7.2	铸造车间：煤的球磨机间。
	A. 1.5.7.3	木工车间：大锯间。
	A. 1.5.7.4	线圈车间：侵胶车间。
	A. 1.5.7.5	锅炉房：煤粉制备间、碎煤机室、运煤走廊、天然气调压间。
	A. 1.5.7.6	发生炉煤气站：受煤斗室、输碳皮带走廊、破碎筛分间、运煤栈桥。
	A. 1.5.7.7	燃气制气车间：制气车间室内的粉碎机、胶带通廊、转运站、配煤室、煤库和贮焦间。
	A. 1.5.7.8	燃气制气车间：直立炉的室内煤仓、焦仓和操作层。
	A. 1.5.7.9	燃气制气车间：水煤气车间内煤斗室、破碎筛分间和运煤胶带通廊。
	A. 1.5.7.10	燃气制气车间：发生炉车间内敞开建筑或无煤气漏入的贮煤层，运煤胶带通廊和煤筛分间。
	A. 1.5.8	23 区：具有固体状可燃物质，在数量和配置上能引起火灾危险的环境。
	A. 1.5.8.1	固体状可燃物质如：煤、焦炭、木等。
	A. 1.5.8.2	木工车间：机床工部、机械模型工部、手工制模工部；木材存放间；木制冷却间，装配工部。
	A. 1.5.8.3	修理车间：木工修理和木工备料部。
	A. 1.5.8.4	电碳车间：加油侵渍工部。
	A. 1.5.8.5	发生炉煤气站：煤库。
	A. 1.5.8.6	机车库：擦料贮存室。
	A. 1.5.8.7	图书室，资料库、档案库、晒图室。
	A. 1.5.8.8	露天煤场。

注 1：表A.1中A.1.1~A.1.4选自《建筑物防雷设计规范》（GB 50057-94（2000年版））。

注 2：表A.1中A.1.5内容选自《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》（GB 50058）及《城镇燃气设计规范》（GB 50028）、《乙炔站设计规范》（GB 50031）、《汽车加油加气站设计和施工规范》（GB 50156）、《石油库设计规范》（GB 50074）和《发生炉煤气站设计规范》（GB 50195）等标准。

A.2 烟花爆竹工厂的危险场所类别见表A.2

表 A.2 工作间和仓库的危险场所类别

名称	危险等级	工作间和仓库名称	危险场所类别	防雷等级
黑火药	A ₃	三成分混合, 造粒, 干燥, 凉药, 筛选, 包装	I	一
	C	硫炭二成分混合, 硝酸钾干燥、粉碎和筛选, 硫、炭粉碎和筛选	III	三
烟火药	A ₂	含氯酸盐或高氯酸盐的烟火药、摩擦类药剂、爆炸音剂、笛音剂等的混合或配制、造粒、干燥、凉药	I	一
	A ₃	不含氯酸盐或高氯酸盐的烟火药的混合或配制、造粒、干燥、凉药		
	C	称原料、氯酸钾和过氯酸钾粉碎、筛选	III	三
爆 竹	A ₂	含氯酸盐或高氯酸盐的爆竹药的混合或配制、装药	I	一
	A ₃	不含氯酸盐或高氯酸盐的爆竹药的混合、装药	I	一
		已装药的钻孔、切引、机械压药	II	二
	C	称原料, 不含氯酸盐或高氯酸盐的爆竹药的筑药, 插引, 挤引, 结鞭, 包装	III	三
烟 花	A ₂	筒子并装药装珠, 上引线, 干燥	I	一
	A ₃	筒子单发装药, 筑药, 机械压药, 钻孔, 切引	II	二
	C	蘸药, 按引, 组装, 包装	III	三
礼花弹	A ₂	称量, 装药, 装珠, 晒球, 干燥	I	一
	A ₃	上发射药, 上引线	II	二
	C	油球, 打皮, 皮色, 包装	III	三
引火线	A ₂	含氯酸盐的引药的混合、干燥、凉药、制引、浆引、凉干、包装	I	一
	A ₃	黑药的三成分混合、干燥、凉药、制引、浆引、凉干、包装		
	C	硫、碳二成分混合, 硝酸钾干燥、粉碎和筛选, 硫、碳粉碎和筛选	III	三
	C	氯酸钾粉碎和筛选	II	二
仓 库	A ₂	引火线, 含氯酸盐或高氯酸盐的烟花药、爆竹药、爆炸音剂、笛音剂	I	一
	A ₃	黑火药, 不含氯酸盐或高氯酸盐的烟火药、爆竹药, 大爆竹, 单个产品装药在 40g 以上的烟花或礼花弹, 已装药的半成品, 黑药引火线		
	C	中、小爆竹, 单个产品装药在 40g 以下的烟花或礼花弹	II	二

注: 表A.2选自《烟花爆竹工厂设计安全规范》(GB 5016)。

A.3 民用爆破器材工厂的危险区域和防雷类别见表A.3和表A.4

表 A.3 工作间危险区域和防雷类别

危险品分类	工作间名称	危险区域	防雷类别
粉状铵梯炸药、粉状铵梯油炸药	梯恩梯粉碎、梯恩梯称量	F1 区	I
	混药、筛药、凉药、装药、包装	F2 区	I
	硝酸铵粉碎、干燥	F2 区	II
	运送炸药的敞开或半敞开式廊道	F2 区	II
	运送炸药的封闭式廊道	F1 区	I
铵油炸药、铵松蜡炸药、铵沥蜡炸药	混药、筛药、凉药、装药、包装	F1 区	I
	硝酸铵粉碎、干燥	F2 区	II
多孔粒状铵油炸药	混药、包装	F1 区	I
粒状粘性炸药	混药、包装	F1 区	I
	硝酸铵粉碎、干燥	F2 区	II
水胶炸药	硝酸甲胺的制造和浓缩、混药、凉药、装药、包装	F1 区	I
	硝酸铵粉碎、筛选	F2 区	II
浆状炸药	熔药、混药、凉药、包装	F1 区	I
	梯恩梯粉碎	F1 区	I
	硝酸铵粉碎	F2 区	II
乳化炸药	乳化，乳胶基质冷却，乳胶基质贮存、敏化、敏化后保温（或凉药）、贮存、装药、包装	F1 区	I
	硝酸铵粉碎、硝酸钠粉碎	F2 区	II
传爆药柱	熔药、装药、凉药、检验、包装	F1 区	I
	梯恩梯药柱	F1 区	I
铵梯黑炸药	铵梯黑三成份混药、筛选、凉药、装药、包装	F1 区	I
	铵梯二成份轮碾机混合	F1 区	I
太乳炸药	制片、干燥、检验、包装	F1 区	I
导火索	黑火药三成份混药、干燥、凉药、筛选、包装，导火索生产中黑火药准备	F0 区	I
	导火索制索、盘索、烘干、普检、包装	F2 区	II
	硝酸钾粉碎、干燥	F2 区	II
导爆索	黑索金或太安的筛选、混合、干燥导爆索的包塑、涂索、烘索、盘索、普检、组批、包装	F1 区	I
	导爆索制索	F1 区	I
	黑索金或太安的筛选、混合、干燥	F1 区	I
雷管（包括火雷管、电雷管、导爆管雷管）	黑索金或太安的造粒、干燥、筛选、包装	F1 区	I
	雷管干燥，雷管烘干	F1 区	I
	二硝基重氮酚制造（包括中和、还原、重氮、过滤）	F1 区	I
	二硝基重氮酚的干燥、凉药、筛选，黑索金或太安的造粒、干燥、筛选	F1 区	I
	火雷管装药、压药、电雷管和导爆管雷管装配	F1 区	I

表 A.3 (续)

危险品分类		工作间名称	危险区域	防雷类别	
雷管(包括火雷管、电雷管、导爆管雷管)		雷管检验、包装、装箱	F1 区	I	
		引火药剂制造(包括引火药头用的引火药剂和延期药用的引火药)	F1 区	I	
		引火药头制造	F1 区	I	
		延期药的混合、造粒、干燥、筛选、装药、延期体制造	F1 区	I	
		雷管试验站	F2 区	II	
		二硝基重氮酚废水处理	F2 区	II	
塑料导爆管		奥克托金或黑索金的粉碎、干燥、筛选、混合	F1 区	I	
		塑料导爆管制造	F1 区	I	
继爆管		装配、包装	F1 区	I	
射孔器材(包括射孔弹、穿孔弹等)		炸药暂存	F1 区	I	
		烘干、称量、压药、装配、包装	F1 区	I	
		射孔弹试验室或试验塔	F2 区	I	
雷源药柱	高密度	炸药准备、熔混药、装药、压药、凉药、装配、检验、装箱	F1 区	I	
	中低密度	炸药准备、震源药柱检验和装箱	F1 区	I	
		装药、压药、钻孔、装传爆药柱	F1 区	I	
爆裂管		切索、装药、包装	F1 区	I	
理化试验室		黑火药、炸药、起爆药的理化试验室	F2 区	II	

注 1: 在雷管制造中所用药剂(包括单组份药剂或多组份药剂),其作用和起爆药类似者,此类药剂制造的工作间危险区域,应按表内二硝基重氮酚确定。

注 2: 表A.3选自《民用爆破器材工厂设计安全规范》(GB 50089)。

表 A.4 库房危险区域和防雷类别

危险品库房名称	危险区域	防雷类别
黑索金、太安、奥克托金、黑梯药柱、铵梯黑炸药	F0 区	I
干或湿的二硝基重氮酚	F0 区	I
梯恩梯、苦味酸、雷管(包括火雷管、电雷管、导爆管雷管)、导爆索、梯恩梯药柱、继爆管、爆裂管、太乳炸药、震源药柱(高密度)	F0 区	I
粉状铵梯炸药、粉状铵梯油炸药、铵油炸药、铵松蜡炸药、铵沥蜡炸药、多孔粒状铵油炸药、粒状粘性炸药、水胶炸药、浆状炸药、乳化炸药、震源药柱(中、低密度)、黑火药	F0 区	I
射孔弹	F0 区	I
延期药	F0 区	I
导火索	F0 区	I
硝酸铵、硝酸钠	F2 区	II
硝酸钾、高氯酸钾	F2 区	II
塑料导爆管	—	—

注 1: 在雷管制造中所用药剂(包括单组份药剂或多组份药剂),其作用和起爆药类似者,此类药剂制造的工作间危险区域,应按表内二硝基重氮酚确定。

注 2: 表A.4选自《民用爆破器材工厂设计安全规范》(GB 50089)。

A.4 石油化工产品火灾危险性分类见表A.5

表 A.5 石油化工产品的火灾危险性分类举例

类别		名 称
可燃 气 体	甲	可燃气体与空气混合物的爆炸下限: <10% (体积) 乙炔、环氧乙烷、氢气、合成气、硫化氢、乙烯、氯化氢、丙烯、丁烯、丁二稀、顺丁烯、反丁烯、甲烷、乙烷、丙烷、丁烷、丙二稀、环丙烷、甲胺、环丁烷、甲醛、甲醚、氯甲烷、氯乙烯、异丁烷
		可燃气体与空气混合物的爆炸下限: ≥10% (体积)
	乙	一氧化碳、氨、溴甲烷
液化 烃	A	15℃时的蒸汽压力>0.1Mpa 的烃类液体及其他类似的液体 液化甲烷、液化天然气、液化氯甲烷、液化顺式-2 丁烯、液化乙烯、液化乙烷、液化反式-2 丁烯、液化环丙烷、液化丙稀、液化丙烷、液化环丁烷、液化新戊烷、液化丁烯、液化丁烷、液化氯乙烯、液化环氧乙烷、液化丁二稀、液化异丁烷、液化石油气
		甲 A 类以外, 闪点<28℃
	B	异戊二稀、异戊烷、汽油、戊烷、二硫化碳、异己烷、己烷、石油醚、异庚烷、环己烷、辛烷、异辛烷、苯、庚烷、石脑油、原油、甲苯、乙苯、邻二甲苯、间对二甲苯、异丁醇、乙醚、乙醛、环氧丙烷、甲酸甲酯、乙胺、二乙胺、丙酮、丁醛、二氯甲烷、三乙胺、醋酸乙烯、甲乙酮、丙烯腈、醋酸乙酯、醋酸异丙酯、二氯乙烯、甲醇、异丙醇、乙醇、醋酸丙酯、丙醇、醋酸异丁酯、甲酸丁酯、吡啶、二氯乙烷、醋酸丁酯、醋酸异戊酯、甲酸戊酯
可燃 液 体	乙	闪点≥28℃至≤45℃ 丙苯、环氧氯丙烷、苯乙烯、喷气燃料、煤油、丁醇、氯苯、乙二胺、戊醇、环己酮、冰醋酸、异戊醇
		闪点>45℃至<60℃ -35 号轻柴油、环戊烷、硅酸乙酯、氯乙醇、丁醇、氯丙醇
	丙	闪点≥60℃至≤120℃ 轻柴油、重柴油、苯胺、锭子油、酚、甲酚、糠醛、20 号重油、苯甲醛、环己醇、甲基丙烯酸、甲酸、环己醇、乙二醇丁醚、甲醛、糠醇、辛醇、乙醇胺、丙二醇、乙二醇
		闪点>120℃ 蜡油、100 号重油、渣油、变压器油、润滑油、二乙二醇醚、三乙二醇醚、邻苯二甲酸二丁酯、甘油
固 体	甲	黄磷、硝化棉、硝化纤维胶片、喷漆棉、火胶棉、赛璐珞棉、锂、钠、钾、钙、锶、铷、铯、氢化锂、氢化钾、氢化钠、磷化钙、碳化钙、四氢化锂铝、钠汞齐、碳化铝、过氧化钾、过氧化钠、过氧化钡、过氧化锶、过氧化钙、高氯酸钾、高氯酸钠、高氯酸钡、高氯酸铵、高氯酸镁、高锰酸钾、高锰酸钠、硝酸钾、硝酸钠、硝酸铵、硝酸钡、氯酸钾、氯酸钠、氯酸铵、次亚氯酸钙、过氧化二乙酰、过氧化二苯甲酰、过氧化二异丙苯、过氧化氢苯甲酰、(邻、间、对)二硝基苯、2-二硝基苯酚、二硝甲苯、二硝基苯、三硫化四磷、五硫化二磷、赤磷、氨基化钠
		硝酸镁、硝酸钙、亚硝酸钾、过硫酸钾、过硫酸钠、过硫酸氨、过硼酸钠、重铬酸钾、重铬酸钠、高锰酸钙、高氯酸银、高碘酸钾、溴酸钠、碘酸钠、亚氯酸钠、五氧化二碘、三氧化铬、五氧化二磷、萘、蕙、菲、樟脑、硫磺、铁粉、铝粉、锰粉、钛粉、咔唑、三聚甲醛、松香、均四甲苯、聚合甲醛偶氮二异丁腈、赛璐珞片、联苯胺、噻吩、苯磺酸钠、聚苯乙烯、聚乙烯、聚丙稀、环氧树脂、酚醛树脂、聚丙烯腈、季戊四醇、尼龙、己二酸、炭黑、聚氨脂、聚氯乙烯
	丙	石蜡、沥青、苯二甲酸、聚酯、有机玻璃、橡胶及其制品、玻璃钢、聚乙烯醇、ABS 塑料、SAN 塑料、乙烯树脂、聚碳酸脂、聚丙稀酰胺、乙内酰胺、尼龙 6、尼龙 66、丙纶纤维、蕙醌、(邻、间、对)苯二酚

注: 表A.5选自《石油化工企业设计防火规范》(GB 50160)。

附录 B
(规范性附录)
防雷装置检测基本项目

B.1 建筑物防雷装置检测项目见表B.1

表 B.1 建筑物防雷装置检测项目

名称	检测项目
B.1.1 接闪器	B.1.1.1 避雷针(线): 材型规格、安装高度、过渡电阻、安全距离、保护范围、接地电阻、防腐情况。 注: 安全距离用于独立避雷针、架空避雷线。
	B.1.1.2 避雷网: 材型规格、网格尺寸、敷设方式、敷设厚度、安全距离、过渡电阻、接地电阻、防腐情况、保护范围、引下线数量。
	B.1.1.3 避雷带: 材型规格、敷设方式、敷设厚度、支持卡间距、接地电阻、防腐情况、固定。
	B.1.1.4 其他: 材型规格、厚度、搭接长度、接地电阻、引下线数量。 注: 其他指利用建筑物顶永久性金属物作为接闪器。
B.1.2 引下线	B.1.2.1 利用建筑物结构柱筋作为引下线: 材型规格、分流系数、连接电阻、间距、测试卡高度、接地电阻。
	B.1.2.2 利用建筑物金属构架柱作引下线: 材型规格、间距、分流系数、接地电阻。
	B.1.2.3 明装引下线: 材型规格、间距、支持卡间距、安全距离、断接卡高度、接地电阻、防腐情况、固定、近地面端的保护措施。
B.1.3 接地装置	B.1.3.1 自然接地体: 桩利用系数、桩深、桩直径、桩利用主筋数、单桩接地电阻平衡度、土壤电阻率、与其他接地系统间距、接地电阻、短路环、埋设深度、过渡电阻。
	B.1.3.2 人工接地体: 接地体类型、材型规格、埋设深度、垂直接地体间距、接地体型式、接地线、接地电阻、与其他接地系统间距。
B.1.4 防侧击雷装置	B.1.4.1 水平避雷带: 设置高度、间距、与引下线连接电阻及连接点数量。
	B.1.4.2 玻璃幕墙及金属门窗: 接地方式、接地电阻、各部分连接电阻。
	B.1.4.3 竖直长金属体: 接地方式、接地电阻、与建筑物主体防雷装置的连接电阻。
B.1.5 等电位连接及防雷电感应装置	B.1.5.1 建筑物顶广告牌、风机、水箱、冷却塔、放散管、呼吸阀、排风管、通风管、吊车、金属地板、电梯轨道、栏杆等大尺寸金属物体接地方式及接地电阻。
	B.1.5.2 建筑物各类电气设备保护接地电阻和接地方式。
	B.1.5.3 等电位连接带的材型规格、与防雷接地装置的连接电阻及连接点数量。
	B.1.5.4 均压环: 材型规格、环间垂直距离、接地方式、接地电阻、与引下线连接电阻及连接方式、与建筑物金属结构和金属设备连接电阻及连接方式。
	B.1.5.5 平行长金属物间距离、连接导体材型规格、连接电阻。
	B.1.5.6 易燃易爆环境里长金属物的弯头、阀门、法兰盘等连接处的连接螺栓数量和(或)过渡电阻, 跨接。
	B.1.5.7 各预留接地端子设置位置、材型规格和接地电阻。
B.1.6 防雷电波侵入装置	B.1.6.1 进入建筑物的金属管道和电缆金属外皮: 接地方式与接地电阻, 在建筑物入口处与预留接地端子连接方式及连接电阻。
	B.1.6.2 燃气管道绝缘隔断接地情况。
	B.1.6.3 电涌保护器: 型号、级数、级间距离、退耦措施、数量、安装工艺、引线长度、标称放电电流、泄漏电流。

B. 2 SPD的检测项目见表B. 2

表 B. 2 SPD 检测项目

名称	检测项目
B. 2. 1 主要性能参数	B. 2. 1. 1 SPD的类型、型号。
	B. 2. 1. 2 标称放电电流、响应时间、最大持续运行电压、压敏电压、泄漏电流、插入损耗、电压驻波比。
	B. 2. 1. 3 低压配电系统的接地型式。
B. 2. 2 安装工艺	B. 2. 2. 1 各级SPD的安装位置、安装数量、多级SPD之间的距离。
	B. 2. 2. 2 SPD两端引线的长度、接线形式、连接导体的材质、截面积、色标、连接牢固程度。
B. 2. 3 外观检查	B. 2. 3. 1 SPD的标志、外表。
	B. 2. 3. 2 SPD的状态指示器。
B. 2. 4 测试	B. 2. 4. 1 泄漏电流 I_{le} 的测试。
	B. 2. 4. 2 压敏电压(U_{ImA})的测试。
	B. 2. 4. 3 接地电阻测量。

B. 3 信息系统的检测项目见表B. 3

表 B. 3 信息系统防雷装置检测项目

名称	检测项目
B. 3. 1 机房环境	B. 3. 1. 1 机房位置、防雷区、信息系统雷电防护等级。
	B. 3. 1. 2 电磁环境：主机房内的无线电干扰场强、磁场干扰场强、静电电位、噪声。
	B. 3. 1. 3 防静电措施、导静电材料及体积电阻率、静电接地电阻、限流电阻。
B. 3. 2 电源	B. 3. 2. 1 机房内的电源制式，机房电源的进线方式、屏蔽情况、屏蔽层接地。
	B. 3. 2. 2 SPD的型号、参数、安装级数、位置，SPD之间的距离、退耦措施，连接线的材料、截面积、长度，接地电阻。
	B. 3. 2. 3 电源线与信号线的走线情况
B. 3. 3 信号线路	B. 3. 3. 1 进出机房的各种信号线（包括电话线、专线、X. 25线、DDN线、ADSL线、网络线、同轴电缆、光纤等）种类和数量，信号线的进线方式、屏蔽情况、屏蔽层接地。
	B. 3. 3. 2 SPD的型号、参数、安装级数、位置，连接线的材料、截面积，接地电阻。
	B. 3. 3. 3 信号线与其它干扰源的间距、屏蔽情况及屏蔽层的接地。
B. 3. 4 屏蔽	B. 3. 4. 1 建筑物、机房屏蔽：屏蔽方式、屏蔽材料、屏蔽网格，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等大尺寸金属件的接地。
	B. 3. 4. 2 设备、线路屏蔽：机壳、机柜的接地，信号线的屏蔽方式、屏蔽材料、屏蔽层接地。
	B. 3. 4. 3 安全距离、计算建筑物利用钢筋或专门设置的屏蔽网的屏蔽效率。
B. 3. 5 接地系统	B. 3. 5. 1 接地体的性质、位置、形状、距离、接地点位置。
	B. 3. 5. 2 机房接地线种类、接地线材料、截面积、接地电阻。
B. 3. 6 等电位连接	B. 3. 6. 1 机房内各种机壳、机柜、防静电地板架、屏蔽管、金属门窗、隔墙、吊顶等金属物的等电位连接方式、材料、截面积、接地线接地电阻。
	B. 3. 6. 2 等电位连接带的材料、截面积、敷设方式。
	B. 3. 6. 3 等电位连接网络的形式、星形(S型)网络除接地基准点(ERP)外其他组件的绝缘电阻。

B.4 油气站的检测项目见表B.4

表 B.4 油气站防雷装置检测项目

名称	检测项目
B.4.1 金属油罐	B.4.1.1 用途、壁厚、安装形式。
	B.4.1.2 防直击雷设施。
	B.4.1.3 接地点数量、弧形间距、接地线材型规格、防腐情况、电气连接情况、接地电阻。
	B.4.1.4 浮顶金属罐软铜绞线的截面积、连接点的数量。
	B.4.1.5 阻火器、呼吸阀、量油孔、人孔、透光孔等金属附件的电气连接情况。
B.4.2 输油管道	B.4.2.1 平行或交叉敷设的管道的间距、跨接、接地电阻。
	B.4.2.2 管道的弯头、阀门、法兰盘等连接处的过渡电阻、跨接、连接导体的材料和尺寸。
	B.4.2.3 地上或管沟敷设的石油管线的始端、末端和分支处的接地电阻。
B.4.3 防感应雷、防静电	B.4.3.1 鹤管、栈桥、油泵、铁路轨道的接地电阻。
	B.4.3.2 加油机、充气磅称的防雷电感应和防静电接地电阻。
	B.4.3.3 卸油场地的防静电接地电阻、静电接地检测仪。
B.4.4 配电线路和信息系统线路	B.4.4.1 低压配电线路的进线方式、屏蔽情况、屏蔽层接地、安装电涌保护器的情况、接地电阻。
	B.4.4.2 信息系统线路的屏蔽和敷设情况、屏蔽层接地、安装电涌保护器的情况、接地电阻。
B.4.5 人工洞石油库	B.4.5.1 露出洞外部分的金属呼吸管和通风管的防直击雷设施、接地电阻。
	B.4.5.2 金属管路在洞外的埋地长度、接地点间距、接地电阻。
	B.4.5.3 电力和通信线路的进线方式、屏蔽及接地情况、安装电源SPD的情况。

B.5 通信局（站）的检测项目见表B.5

表 B.5 通信局（站）防雷装置检测项目

名称	检测项目
B.5.1 天线塔	B.5.1.1 天线塔的高度、天线塔的接地方式、接地数量、接地线的材型、接地电阻值。
	B.5.1.2 天馈线屏蔽层接地的次数、位置、电涌保护器安装的情况。
B.5.2 接地系统	B.5.2.1 接地体的性质、布置方式。
	B.5.2.2 接地引入线的材料、截面积、长度，接地汇集排（线）的材料、截面积，直流工作地和安全保护地的材料、截面积、接地电阻。
B.5.3 高压供电系统	B.5.3.1 高压电力线的进线方式、避雷线的长度、电涌保护器安装数量及位置、接地电阻。
	B.5.3.2 变压器安装电涌保护器的情况、接地电阻。
B.5.4 低压供电系统	B.5.4.1 低压电缆的进线方式、走线方式。
	B.5.4.2 SPD的型号、参数、安装级数、位置，SPD之间的距离、连接线的材料、截面积、长度、接地电阻。
B.5.5 信号线	B.5.5.1 信号线的种类、进线方式、屏蔽方式、屏蔽层接地电阻、空线对接地。
	B.5.5.2 SPD的型号、参数、位置，连接线的材料、截面积、长度、接地电阻。
	B.5.5.3 光纤屏蔽层及加强芯的接地情况。
B.5.6 等电位连接	机房内的各种金属管道、电缆屏蔽层、机房内的走线架、设备外壳、屏蔽槽、金属门窗、地板架、吊顶等进行等电位连接的情况，连接线的截面积及接地电阻。

附录 C (规范性附录)

用于建筑物电子信息系统雷击风险评估 N 和 N_c 的计算方法

C. 1 建筑物及入户设施年预计雷击次数 (N) 的计算

C. 1.1 建筑物年预计雷击次数 (N_1) 可按式 (C.1) 确定

式中：

K——校正系数, 在一般情况下取1, 在下列情况下取相应数值: 位于旷野孤立的建筑物取2; 金属屋面的砖木结构的建筑物取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, 以及特别潮湿地带的建筑物取1.5。

Ng——建筑物所处地区雷击大地的年平均密度[次/(km²·a)];

A_e——建筑物截收相同雷击次数的等效面积 (km²)。

C. 1. 1. 1 年平均密度 Ng 按式 (C. 2) 确定:

式中：

T_d ——年平均雷暴日 (d/a)。根据当地气象台、站资料确定。

C. 1. 1. 2 等效面积 A_e ，其计算方法应符合下列规定：

a) 当建筑物的高度 $H < 100 \text{ m}$ 时, 其每边的扩大宽度 (D) 和等效面积 (A_e) 分别按式 (C.3)、式 (C.4) 计算确定:

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

式中：

L、W、H——分别为建筑物的长、宽、高 (m)

b) 建筑物的高 $H \geq 100$ m 时, 其每边的扩大宽度应按等于建筑物的高 H 计算。建筑物的等效面积应按式 (C.5) 确定

c) 建筑物各部位的高不同时, 应沿建筑物周边逐点计算出最大的扩大宽度, 其等效面积 A_e 应按每最大扩大宽度外端的连线所包围的面积计算。建筑物扩大后的面积如图 C.1 中周边虚线所包围的面积。

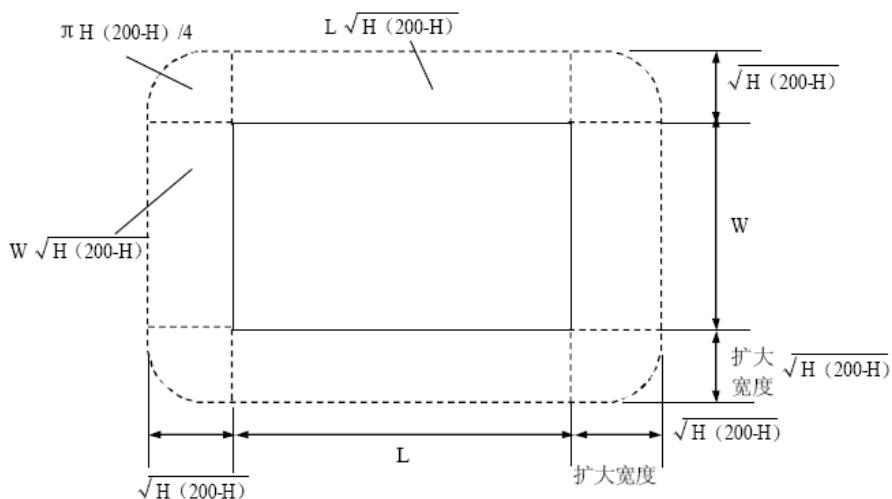


图 C.1 建筑物的等效面积

C.1.2 入户设施年预计雷击次数(N_2)按式(C.6)确定

$$N_2 = Ng \cdot A' e = (0.024 \cdot Td^{1.3}) \cdot (A'_{e1} + A'_{e2}) \quad (\text{次/年}) \quad (\text{C.6})$$

式中:

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

Td——年平均雷暴日(d/a)。根据当地气象台、站资料确定;

A'_{e1}——电源线缆入户设施的截收面积(km^2), 见表C.1;A'_{e2}——信号线缆入户设施的截收面积(km^2), 见表C.1。

表C.1 入户设施的截收面积

线路类型	有效截收面积A' e (km^2)
低压架空电源电缆	$2000 \cdot L \cdot 10^{-6}$
高压架空电源电缆(至现场变电所)	$500 \cdot L \cdot 10^{-6}$
低压埋地电源电缆	$2 \cdot ds \cdot L \cdot 10^{-6}$
高压埋地电源电缆(至现场变电所)	$0.1 \cdot ds \cdot L \cdot 10^{-6}$
架空信号线	$2000 \cdot L \cdot 10^{-6}$
埋地信号线	$2 \cdot ds \cdot L \cdot 10^{-6}$
无金属铠装或带金属芯线的光纤电缆	0

注1: L是线路从所考虑建筑物至网络的第一个分支点或相邻建筑物的长度, 单位为m, 最大值为1000 m, 当L未知时, 应采用L=1000 m。

注2: ds:表示埋地引入线缆计算截面积时的等效宽度, ds的单位为m, 其数值等于土壤电阻率的值, 最大值取500。

注3: 低压电源是指500 V及以下的工作电源。

C.1.3 建筑物及入户设施年预计雷击次数(N)的计算:

$$N = N_1 + N_2 \quad (\text{次/年}) \quad (\text{C.7})$$

C.2 可接受的最大年平均雷击次数Nc的计算

因直击雷和雷电电磁脉冲引起电子信息系统设备损坏的可接受的最大年平均雷击次数Nc按式(C.8)确定:

$$N_c = 5.8 \times 10^{-1.5} / C \quad (\text{C.8})$$

式中:

C——各类因子 $C = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6$

C_1 为信息系统所在建筑物材料结构因子。当建筑物屋顶和主体结构均为金属材料时, C_1 取0.5; 当建筑物屋顶和主体结构均为钢筋混凝土材料时, C_1 取1.0; 当建筑物为砖混结构时, C_1 取1.5; 当建筑物为砖木结构时 C_1 取2.0; 当建筑物为木结构时, C_1 取2.5。

C_2 信息系统重要程度因子, 等电位连接和接地以及屏蔽措施较完善的设备 C_2 取2.5; 使用架空线缆的设备 C_2 取1.0; 集成化程度较高的低电压微电流的设备 C_2 取3.0。

C_3 电子信息系统设备耐冲击类型和抗冲击过电压能力因子, 一般, C_3 取0.5; 较弱, C_3 取1.0; 相当弱, C_3 取3.0。

注: 一般指设备具有过电压保护, 且采取了较完善的等电位连接、接地、线缆屏蔽措施; 较弱指设备具有过电压保护, 但使用架空线缆, 因而风险大; 相当弱指设备集成化程度很高, 通过低电压、微电流进行逻辑运算的计算机或通信设备。

C_4 电子信息系统设备所在雷电防护区(LPZ)的因子, 设备在LPZ2或更高层雷电防护区内时, C_4 取0.5; 设备在LPZ1区内时, C_4 取1.0; 设备在LPZ0_b区内时, C_4 取1.5~2.0。

C_5 为电子信息系统发生雷击事故的后果因子, 信息系统业务中断不会产生不良后果时, C_5 取0.5; 信息系统业务原则上不允许中断, 但在中断后无严重后果时, C_5 取1.0; 信息系统业务不允许中断, 中断后会产生严重后果时, C_5 取1.5~2.0。

C_6 表示区域雷暴等级因子, 少雷区 C_6 取0.8; 多雷区 C_6 取1; 高雷区 C_6 取1.2; 强雷区 C_6 取1.4。

附录 D
(资料性附录)
磁场强度的测量和屏蔽效率的计算

D. 1 一般原则

D. 1. 1 磁场强度指标

D. 1. 1. 1 GB/T2887和GB50174中规定, 电子计算机机房内磁场干扰环境场强不应大于800 A/m。

注: 本磁场强度是指在电流流过时产生的磁场强度, 由于电流元 $I \Delta s$ 产生的磁场强度可按式(D. 1)计算:

$$H = I \Delta s / 4 \pi r^2 \quad \dots \dots \dots \quad (D. 1)$$

距直线导体 r 处的磁场强度可按式(D. 2)计算:

$$H = I / 2 \pi r \quad \dots \dots \dots \quad (D. 2)$$

磁场强度的单位用 A/m 表示, 1 A/m 相当于自由空间的磁感应强度为 $1.26 \mu T$ 。T(特斯拉)为磁通密度 B 的单位。Gs 是旧的磁场强度的高斯单位, 新旧换算中, 1 Gs 约为 79.5775 A/m , 即 2.4 Gs 约为 191 A/m , 0.07 Gs 约为 5.57 A/m 。

D. 1. 1. 2 GB/T17626. 9中规定, 可按表D. 1规定的等级进行脉冲磁场试验:

表 D. 1 脉冲磁场试验等级

等级	1	2	3	4	5	×
脉冲磁场强度 A/m	—	—	100	300	1000	特定

注 1: 脉冲磁场强度取峰值。
 注 2: 脉冲磁场产生的原因有两种, 一是雷击建筑物或建筑物上的防雷装置; 二是电力系统的暂态过电压。
 注 3: 等级1、2: 无需试验的环境;
 等级 3: 有防雷装置或金属构造的一般建筑物, 含商业楼、控制楼、非重工业区和高压变电站的计算机房等;
 等级 4: 工业环境区中, 主要指重工业、发电厂、高压变电站的控制室等;
 等级 5: 高压输电线路、重工业厂矿的开关站、电厂等;
 等级×: 特殊环境。

D. 1. 1. 3 GB/T 2887中规定, 在存放媒体的场所, 对已记录的磁带, 其环境磁场强度应小于3200 A/m; 对未记录的磁带, 其环境磁场强度应小于4000 A/m。

D. 1. 2 信息系统电子设备的磁场强度要求

1971 年美国通用研究公司 R. D 希尔的仿真试验通过建立模式得出: 由于雷击电磁脉冲的干扰, 对当时的计算机而言, 在无屏蔽状态下, 当环境磁场强度大于 0.07 Gs 时, 计算机会误动作; 当环境磁场强度大于 2.4 Gs 时, 设备会发生永久性损坏。按新旧单位换算, 2.4 Gs 约为 191 A/m , 此值较 D. 1. 1. 1 的中 800 A/m 低, 较表 D. 1 中 3 等高, 较 4 等低。

注: IEC 62305—4 (81/238/CDV) 文件中给出在适于首次雷击的磁场 (25 kHz) 时的1000-300-100 A/m值及适用于后续雷击的磁场 (1MHz) 时的100-30-10 A/m指标。

D. 1. 3 磁场强度测量一般方法

D. 1. 3. 1 雷电流发生器法

IEC 61312-2 提出的一个用于评估被屏蔽的建筑物内部磁场强度而作的低电平雷电电流试验的建议。

D. 1. 3. 2 浸入法

GB/T17626. 9 规定了在工业设施和发电厂、中压和高压变电所的在运行条件下的设备对脉冲磁场骚扰的抗扰度要求, 指出其适用于评价处于脉冲磁场中的家用、商业和工业用电气和电子设备的性能。

D. 1. 3. 3 大环法

GB12190 规定了屏蔽室屏蔽效能的测量方法, 主要适用于各边尺寸在 $1.5 \text{ m} \sim 15 \text{ m}$ 之间的长方形屏蔽室。

D. 1. 3. 4 交直流高斯计法

GB/T 2887—2000 中 5.8.2 指出可使用交直流高斯计，在计算机机房内任一点测试，并取最大值。

D. 1. 4 屏蔽效率的计算

屏蔽效率的测量一般指将规定频率的模拟信号源置于屏蔽室外时,接收装置在同一距离条件下在室外和室内接收的磁场强度之比,可用式(D.3)表示:

$$S_H = 20 \lg \left(\frac{H_0}{H_1} \right) \quad \dots \dots \dots \quad (D. 3)$$

式中：

H_0 ——没有屏蔽的磁场强度

H_1 ——有屏蔽的磁场强度

S_H ——屏蔽效率 (能), 单位为 dB。

屏蔽效率与衰减量的对应关系参见表 D.2:

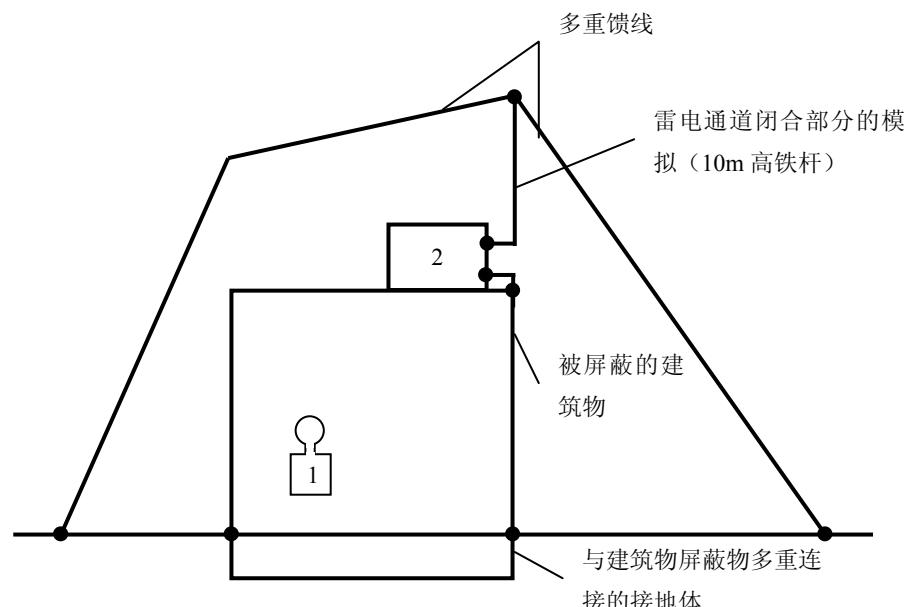
表 D.2 屏蔽效率与衰减量的对应表

屏蔽效率 (dB)	原始场强	屏蔽后的场强比	衰减量 (%)
20	1	1/10	90
40	1	1/100	99
60	1	1/1 000	99.9
80	1	1/10 000	99.99
100	1	1/100 000	99.999
120	1	1/1 000 000	99.999 9

D. 2 测量方法和仪器

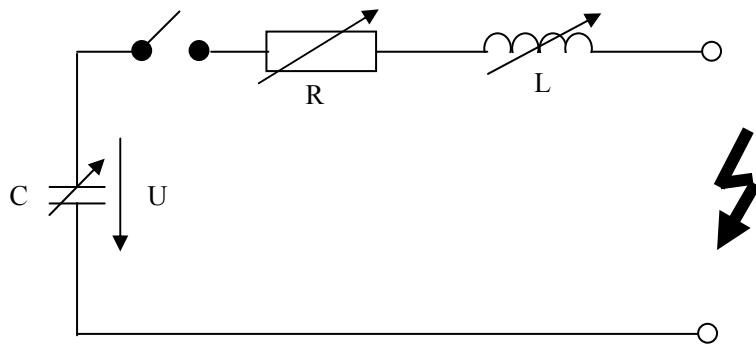
D. 2. 1 雷电流发生器法

试验原理见图 D.1 所示, 雷击电流发生器原理见图 D.2 所示。



图中：1—磁场测试仪 2—雷击电流发生器

图 D. 1 雷电流发生器法测试原理图



U: 电压典型值为数 10kv

C: 电容典型值为数 10nF

图 D. 2 雷电流发生器原理图

在雷电流发生器法试验中可以用低电平试验来进行，在这些低电平试验中模拟雷电流的波形应与原始雷电流相同。

IEC 标准规定，雷击可能出现短时首次雷击电流 i_f (10/350 μ s) 和后续雷击电流 i_s (0.25/100 μ s)。首次雷击产生磁场 H_f ，后续雷击产生磁场 H_s ，见图 D.3 和图 D.4:

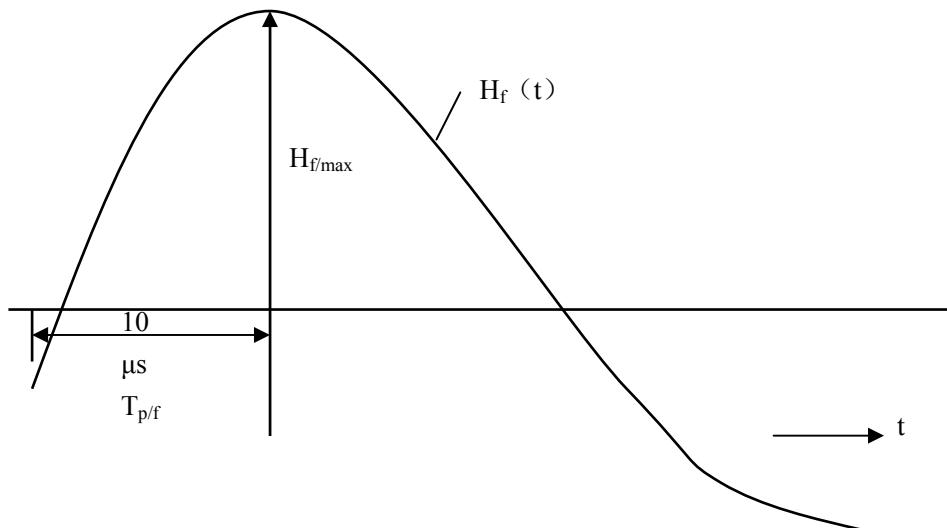


图 D. 3 首次雷击磁场强度 (10/350 μ s) 上升期的模拟

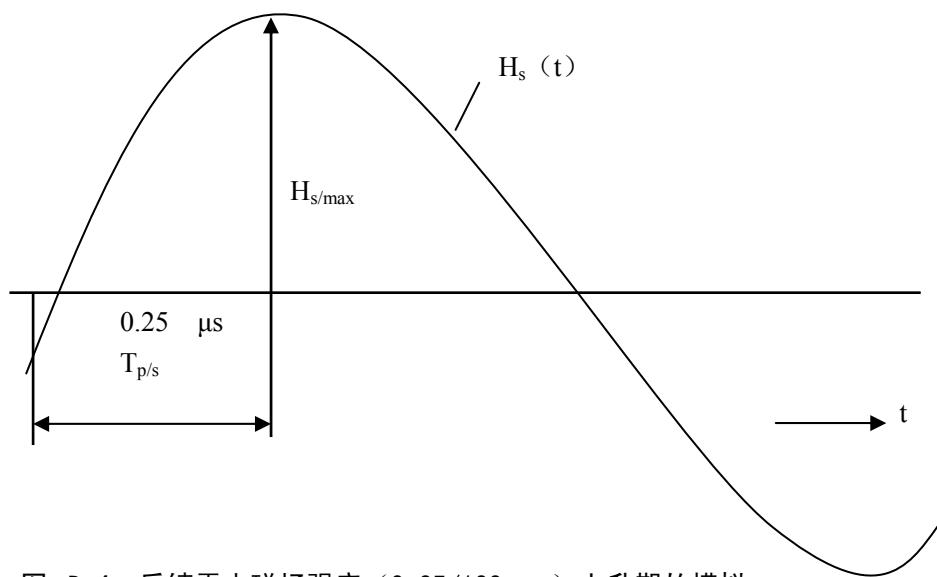


图 D.4 后续雷击磁场强度 (0.25/100 μs) 上升期的模拟

磁感应效应主要是由磁场强度升至其最大值的上升时间规定的,首次雷击磁场强度 H_f 可用最大值 $H_{f/\max}$ (25 kHz) 的阻尼振荡场和升至其最大值的上升时间 T_p/f (10 μs、波头时间) 来表征。同样后续雷击磁场强度 H_s 可用 $H_{s/\max}$ (1 MHz) 和 T_p/s (0.25 μs) 来表征。

当发生器产生电流 $i_{o/\max}$ 为 100 kA, 建筑物屏蔽网格为 2 m 时, 实测出不同尺寸建筑物的磁场强度如表 D.3:

表 D.3 不同尺寸建筑物内磁场强度测量实例

建筑物类型	建筑物长、宽、高、m (L×W×H)	$H_{1/\max}$ (中心区) A/m	$H_{1/\max}$ ($d_w = d_{s/1}$ 处) A/m
1	10×10×10	179	447
2	50×50×10	36	447
3	10×10×50	80	200

注: $H_{1/\max}$ — LPZ1区内最大磁场强度;
 d_w — 闪电直击在格栅形大空间屏蔽上的情况下, 被考虑的点距 LPZ1 区屏蔽壁的最短距离;
 $d_{s/1}$ — 闪电击在格栅形大空间屏蔽以外附近的情况下, LPZ1 区内距屏蔽层的安全距离。

D.2.2 浸入法

GB/T17626.9 对设备进行脉冲磁场抗扰度试验中规定:

受试设备 (EUT) 可放在具有确定形状和尺寸的导体环 (称为感应线圈) 的中部, 当环中流过电流时, 在其平面和所包围的空间内产生确定的磁场。试验磁场的电流波形为 6.4/16 μs 的电流脉冲。试验过程中应从 x、y、z 三个轴向分别进行。

由于受试设备的体积与格栅形大空间屏蔽体相比甚小, 此法只适于体积较小设备的测试和在矮小的建筑物屏蔽测量时可参照使用。具体方法见 GB/T17626.9。

D.2.3 大环法

D.2.3.1 GB12190 规定了高性能屏蔽室相对屏蔽效能的测试和计算方法, 主要适用于 1.5 m~15.0 m 之间的长方形屏蔽室, 采用常规设备在非理想条件的现场测试。

D.2.3.2 为模拟雷电流频率, 在测试中应选用的常规测试频率范围为 100 Hz~20 MHz, 模拟干扰源置于屏蔽室外, 其屏蔽效能计算公式按 D.3 式。测试用天线为环形天线, 并提出下列注意事项:

- a) 测试之前, 应把被测屏蔽室内的金属(及带金属的)设备, 含办公用桌、椅、柜子搬走。
- b) 在测试中, 所有的射频电缆、电源等均应按正常位置放置。

D. 2. 3. 3 大环法可根据屏蔽室的四壁均可接近时而采用优先大环法或屏蔽室的部分壁面不可接近时而采用备用大环法。现将备用大环法简要介绍如下:

- a) 射环使用频段 I (100 Hz~200 kHz) 的环形天线。
- b) 屏蔽室的一个壁面是可以接近时, 将磁场源置于屏蔽室外, 并用双绞线引至可接近的壁, 沿壁边布置发射环, 环的平面与壁面平行, 其间距应大于 25 cm。可用橡胶吸力杯将发射环固定在壁面上。
- c) 磁场源由通用输出变压器、常闭按钮开关、具有 1W 输出的超低频振荡器、热电偶电流表组成。
- d) 屏蔽室内置检测环, 衰减器和检测仪, 其中检测环的直径为 300 mm。
- e) 当检测仪采用高阻选频电压表时,

$$S_H = 20\lg (V_0/V_1) \quad \dots \dots \dots \quad (D. 4)$$

D. 2. 4 其他测量方法

D. 2. 4. 1 以当地中波广播频点对应的波头做为信号源, 将信号接收机分别置于建筑物内和建筑物外, 分别测试出信号强度 E_0 和 E_1 。用下式计算出建筑物的屏蔽效能:

$$S_E = 20\lg (E_0/E_1) \quad \dots \dots \dots \quad (D. 5)$$

测试时, 接收机应采用标准环形天线。当天线在室外时, 环形天线设置高度应为 0.6 m~0.8 m, 与大的金属物, 如铁栏杆, 汽车等应距 1 m 以外。当天线在室内时, 其高度应与室外布置同高, 并置在距外墙或门窗 3 m~5 m 远处。室内布置与大环法的要求相同。

用本方法可测室内场强 (A_2) 和室外场强 (A_1), 屏蔽效能为其代数差 ($A_1 - A_2$)。

D. 2. 4. 2 可使用专门的仪器设备(如EMP-2或EMP-2HC等脉冲发生器)进行与备用大环法相似的测试, 其区别于备用大环法的内容有:

- a) 脉冲发生器置于被测墙外约 3m 处。发生器产生模拟雷电流波头的条件, 如 10 μ s、0.25 μ s 及 2.6 μ s、0.5 μ s。发生器的发生电压可达 5 kV~8 kV, 电流 4~19 kA;
- b) 从被测建筑物墙内 0.5 m 起, 每隔 1m 直至距内墙 5~6 m 处每个测点进行信号电势的测量。如被测房间较深, 在 5 m~6 m 处之后可每隔 2 m(或 3 m、4 m) 测信号电势一次, 直至距被测墙体对面墙的 0.5 m 处;
- c) 平移脉冲发生器, 在对应室内测量的各点处测量无屏蔽状况的信号电势;
- d) 各点的屏蔽效能为:

$$E = 20\lg (e_0/e_1) \quad \dots \dots \dots \quad (D. 6)$$

式中:

e_0 ——无屏蔽处信号电势;

e_1 ——有屏蔽处信号电势。

建筑物的屏蔽效能应是各点的平均值。

附录 E
(规范性附录)
土壤电阻率的测量

E.1 总则

E.1.1 测量目的

为解决土壤电阻率 ρ 的测量, 附录 E 引用了 GB/T 17949.1 的相关内容。

E.1.2 一般原则

E.1.2.1 土壤电阻率是土壤的一种基本物理特性, 是土壤在单位体积内的正方体相对两面间在一定电场作用下, 对电流的导电性能。一般取每边长为 10 mm 的正方体的电阻值为该土壤电阻率 ρ , 单位为 $\Omega \cdot m$ 。

E.1.2.2 土壤电阻率的影响因子有: 土壤类型、含水量、含盐量、温度、土壤的紧密程度等化学和物理性质, 同时土壤电阻率随深度变化较横向变化要大很多。因此, 对测量数据的分析应进行相关的校正。本标准只对接地装置所在的上层(几米以内)土壤层进行测量, 不考虑土壤电阻率的深层变化。

E.1.2.3 在进行土壤电阻率测量之前, 宜先了解土壤的性质, 并参阅表 E.1, 对所在地土壤电阻率进行估算。

表 E.1 常见土壤电阻率参考值

类别	名称	电阻率近似值 ($\Omega \cdot m$)	不同情况下电阻率的变化范围 ($\Omega \cdot m$)		
			较湿时 (一般地区、多雨区)	较干时 (少雨区、沙漠区)	地下水含盐碱时
土	陶粘土	10	5~20	10~100	3~10
	泥炭、泥灰岩、沼泽地	20	10~30	50~300	3~30
	捣碎的木炭	40	—	—	—
	黑土、园田土、陶土	50	30~100	50~300	10~30
	白垩土、粘土	60	30~100	50~300	10~30
	砂质粘土	100	30~300	80~1000	10~80
	黄土	200	100~200	250	30
	含砂粘土、砂土	300	100~1000	1000 以上	30~100
	河滩中的砂	—	300	—	—
	煤	—	350	—	—
砂	多石土壤	400	—	—	—
	上层红色风化粘土、下层红色页岩	500 (30%湿度)	—	—	—
	表层土夹石、下层砾石	600 (15%湿度)	—	—	—
	砂、砂砾	1000	250~1000	1000~2500	—
岩	沙层深度大于 10m、地下水较深的草原	1000	—	—	—
	地而粘土深度不大于 1.5m、底层多岩石	—	—	—	—
	砾石、碎石	5000	—	—	—
石	多岩山地	5000	—	—	—
	花岗岩	200000	—	—	—
混	在水中	40~55	—	—	—
	在湿土中	100~200	—	—	—
	在干土中	500~1300	—	—	—
	在干燥的大气中	12000~18000	—	—	—
矿	金属矿石	0.01~1	—	—	—

E. 1.2.4 土壤电阻率的测量方法有：土壤试样法、三点法（深度变化法）、两点法（西坡Shepard土壤电阻率测定法）、四点法等，本标准主要介绍四点法。

E. 1.2.5 在采用四点法测量土壤电阻率时，应注意如下事项：

- a) 试验电极应选用钢接地棒，且不应使用螺纹杆。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。
- b) 试验引线应选用挠性引线，以适用多次卷绕。在确定引线的长度时，要考虑到现场的温度。引线的绝缘应不因低温而冻硬或破裂。引线的阻抗应较低。
- c) 对于一般的土壤，因需把钢接地棒打入较深的土壤，宜选用2~4 kg重量的手锤。
- d) 为避免地下埋设的金属物对测量造成的干扰，在了解地下金属物位置的情况下，可将接地棒排列方向与地下金属物（管道）走向呈垂直状态。
- e) 不要在雨后土壤较湿时进行测量。

E. 2 测量方法（四点法）

E. 2.1 等距法或温纳（Wenner）法

将小电极埋入被测土壤呈一字排列的四个小洞中，埋入深度均为b，直线间隔均为a。测试电流I流入外侧两电极，而内侧两电极间的电位差V可用电位差计或高阻电压表测量。如图E.1所示。设a为两邻近电极间距，则以a，b的单位表示的电阻率ρ为：

$$\rho = 4 \pi a R / \left(1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4b^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}} \right) \quad \text{..... (E. 1)}$$

式中：

ρ——土壤电阻率；

R——所测电阻；

a——电极间距；

b——电极深度。

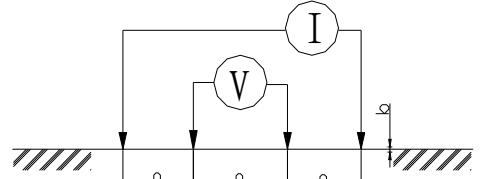


图 E. 1 电极均匀布置

当测试电极入地深度b不超过0.1a，可假定b=0，

则计算公式可简化为：

$$\rho = 2 \pi a R \quad \text{..... (E. 2)}$$

E. 2.2 非等距法或施伦贝格—巴莫（Schlumberger—Palmer）法

主要用于当电极间距增大到40m以上，采用非等距法，其布置方式见图E.2。此时电位极布置在相应的电流极附近，如此可升高所测的电位差值。

这种布置，当电极的埋地深度b与其距离d和c相比较甚小时，则所测得电阻率可按下式计算：

$$\rho = \pi c(c+d)R/d \quad \text{..... (E. 3)}$$

式中：

ρ——土壤电阻率；

R——所测电阻；

c——电流极与电位极间距；

d——电位极距。

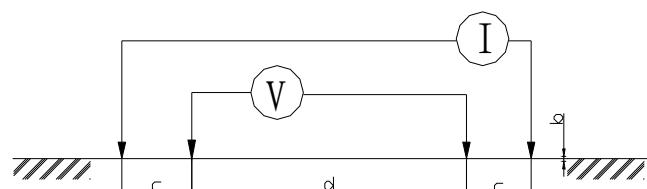


图 E. 2 电极非均匀布置

E. 3 测量数据处理

E. 3. 1 为了了解土壤的分层情况，在用等距法测量时，可改变几种不同的a值进行测量，如 ($a = 2, 4, 5, 10, 15, 20, 25, 30$) m 等。

E. 3.2 根据需要采用非等距法测量，测量电极间距可选择40 m、50 m、60m。按公式E. 3计算相应的土壤电阻率。根据实测值绘制土壤电阻率 ρ 与电极间距的二维曲线图。采用兰开斯特—琼斯（The Lancastrian-Jones）法判断布出现偏差转折点时，即是下口土壤，其深度为所测高电极间距的 $\alpha/2$ 处。

E. 3.3 土壤电阻率应在干燥季节或天气晴朗多日后进行,因此土壤电阻率应是所测的土壤电阻率数据中最大的值,为此应按下列公式进行季节修正:

式中：

ρ_0 —所测土壤电阻率

Ψ ——季节修正系数, 见表 E. 2。

表 E. 2 根据土壤性质决定的季节修正系数表

土壤性质	深度 (m)	Ψ_1	Ψ_2	Ψ_3
粘土	0.5~0.8	3	2	1.5
粘土	0.8~3	2	1.5	1.4
陶土	0~2	2.4	1.4	1.2
砂砾盖以陶土	0~2	1.8	1.2	1.1
园地	0~3	—	1.3	1.2
黄沙	0~2	2.4	1.6	1.2
杂以黄沙的砂砾	0~2	1.5	1.3	1.2
泥炭	0~2	1.4	1.1	1.0
石灰石	0~2	2.5	1.5	1.2

注： ψ_1 ——在测量前数天下过较长时间的雨时选用；

Ψ_2 ——在测量时土壤具有中等含水量时选用：

Ψ_3 ——在测量时，可能为全年最高电阻，即土壤干燥或测量前降雨不大时选用。

E.4 测量仪器

可按 GB/T 17949.1—2000 第 12 章的规定选用下列任一种仪器：

- a) 电流表和高阻电压表的电源;
- b) 比率欧姆表(接地电阻测试仪);
- c) 双平衡电桥;
- d) 单平衡变压器;
- e) 感应极化发送器和接收器。