



中华人民共和国国家标准

GB/T 21431—2008

建筑物防雷装置检测技术规范

Technical specifications for inspection of
lightning protection system in building

2008-02-23 发布

2008-10-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

前 言

本标准主要采用了 GB 50057《建筑物防雷设计规范》和 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》的规范性技术要素内容。同时参考了 IEC 61024-1-2:1998《建筑物防雷 第1部分:通则 第2分部分:指南 B——防雷装置的设计、施工、维护和检查》(英文版)和 IEC 62305 系列防雷标准的规范性技术要素内容。其中与 IEC 61024-1-2 的主要差异为:

- IEC 61024-1-2 的检测周期在表 8 中规定保护级别 I 的检测间隔时间为 6 个月;保护级别 II、III、IV 的检测间隔时间为 12 个月。
- 本标准第 6 章规定固定检测周期“第一类防雷建筑物,要求严格的系统的检测间隔时间为 6 个月,第二、三类防雷建筑物检测间隔时间为 12 个月”。
- IEC 61024-1-2 第 2.1 规定“不管使用了任何一种宣称能提供增强的防护功能的装置或系统,仍应完全遵守本标准对接闪器系统、引下线、接地装置,连接和各种部件等在材料、范围及尺寸等方面的规定”。
- 本标准中规定:防雷装置即接闪器、引下线、接地装置、电涌保护器及其他连接导体为本标准的检测主体,对任何一种宣称能提供增强的防护功能的防雷装置,首先应符合本标准在材料、尺寸和范围等方面的规定,对生产厂宣称的特有功能,本标准不做认证。

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

本标准由中国气象局提出。

本标准由全国雷电防护标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:上海市气象局、广东省气象局、湖北省气象局、北京市气象局、四川省气象局、天津市气象局、广东省质量技术监督局、浙江省气象局、总装备部工程设计研究院、上海电器科学研究所(集团)有限公司、长沙三益电磁股份有限公司。

本标准主要起草人:曹和生、吴少丰、匡本贺、关象石、刘寿先、周锦程、刘穗鲁、胡春良、蔡振新、侯柳、丁海芳、张力欣、蒋容兴、李冬根。

本标准为首次发布。

目次

前言 I

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 7

5 检测要求和方法 7

5.1 建筑物的防雷分类 7

5.2 接闪器 7

5.2.1 要求 7

5.2.2 接闪器的检查 7

5.3 引下线 8

5.3.1 要求 8

5.3.2 引下线的检查 8

5.4 接地装置 9

5.4.1 要求 9

5.4.2 接地装置的检测 10

5.5 防雷区的检查 11

5.6 雷电电磁脉冲屏蔽 11

5.6.1 建筑物和线路的屏蔽要求 11

5.6.2 电磁屏蔽的检测方法 12

5.7 等电位连接 12

5.7.1 等电位连接的基本要求 12

5.7.2 等电位连接的检查和测试 12

5.8 电涌保护器(SPD) 13

5.8.1 要求 13

5.8.2 SPD 的检查 15

5.8.3 电源 SPD 的测试 16

5.9 检测作业要求 16

5.10 测量仪器要求 17

6 检测周期 17

7 检测程序 17

8 检测数据整理 17

附录 A (规范性附录) 爆炸火灾危险环境分区和防雷分类 18

附录 B (规范性附录) 接地装置冲击接地电阻与工频接地电阻的换算 25

附录 C (资料性附录) 磁场强度的测量和屏蔽效率的计算 27

附录 D (规范性附录) 土壤电阻率的测量 32

附录 E (资料性附录) 部分检测仪器的主要性能和参数指标 35

附录 F (资料性附录) 防雷装置检测业务表格式样 38

附录 G (资料性附录) 检测中常见问题处理 50

附录 H (规范性附录) 本规范用词说明 51

建筑物防雷装置检测技术规范

1 范围

本标准规定了建筑物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。本标准适用于建筑物防雷装置的检测。以下情况不属于本标准的范围：

- a) 铁路系统；
- b) 车辆、船舶、飞机及离岸装置；
- c) 地下高压管道；与建筑物不相连的管道、电力线和通信线。

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，其随后所有的修订单（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 16895.3—2004 建筑物电气装置 第5-54部分：电气设备的选择和安装 接地配置、保护导体和保护联结导体(IEC 60364-5-54:2002, IDT)

GB 16895.4—1997 建筑物电气装置 第5部分：电气设备的选择和安装 第53章：开关设备和控制设备(idt IEC 60364-5-53:1994)

GB/T 16895.9—2000 建筑物电气装置 第7部分：特殊装置或场所的要求 第707节：数据处理设备用电气装置的接地要求(idt IEC 60364-7-707:1984)

GB 16895.12—2001 建筑物电气装置 第4部分：安全防护 第44章：过电压保护 第443节：大气过电压或操作过电压保护(idt IEC 60364-4-443:1995)

GB/T 16895.16—2002 建筑物电气装置 第4部分：安全防护 第44章：过电压保护 第444节：建筑物电气装置电磁干扰(EMI)防护(IEC 60364-4-444:1996, IDT)

GB/T 16895.17—2002 建筑物电气装置 第5部分：电气设备的选择和安装 第548节：信息技术装置的接地配置和等电位联结(IEC 60364-5-548:1996, IDT)

GB 16895.22—2004 建筑物电气装置 第5-53部分：电气设备的选择和安装 隔离、开关和控制设备 第534节：过电压保护器(IEC 60364-5-534:2001 A1:2002, IDT)

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(idt ANSI/IEEE81:1983)

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(IEC 61643-1:1998, IDT)

GB/T 18802.21—2004 低压电涌保护器 第21部分：电信和信号网络的电涌保护器(SPD)——性能要求和试验方法(IEC 61643-21:2000, IDT)

GB/T 19271.1—2003 雷电电磁脉冲的防护 第1部分：通则(IEC 61312-1:1995, IDT)

GB/T 19663—2005 信息系统雷电防护术语

GB 50057—1994 建筑物防雷设计规范

GB 50174 电子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/T 50312—2000 建筑与建筑群综合布线系统工程验收规范

IEC 61024-1:1990 建筑物防雷 第1部分：通则

3.7

共用接地系统 common earthing system

将各部分防雷装置、建筑物金属构件、低压配电保护线(PE)、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。

[GB/T 19663—2005, 定义 5.19]

3.8

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电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。

[GB/T 19663—2005, 定义 5.8]

3.9

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。

注：改写 GB/T 19663—2005, 定义 7.31。

3.10

过电流保护 overcurrent protection

位于 SPD 外部的前端, 作为电气装置的一部分的电流装置(如, 断路器或熔断器)。

[GB 18802.1—2002, 定义 3.36]

3.11

剩余电流动作保护器 residual current device

RCD

在规定的条件下, 当剩余电流或不平衡电流达到给定值时能使触头断开的机械开关电器或组合电器。

[GB 18802.1—2002, 定义 3.37]

3.12

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 10 m 或限压型 SPD 之间的线路长度小于 5 m 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。

注：电感多用于低压配电系统, 电阻多用于信息线路中多级 SPD 之间的能量配合。

3.13

SPD 的脱离器 SPD disconnect

把 SPD 从电路中脱开所需要的装置(内部的和/或外部的)。

注：这种断开装置不需要具有隔离能力, 它防止系统持续故障并可用来给出 SPD 故障的指示。除了具有脱离功能外, 还可具有其他功能, 例如过电流保护功能和热保护功能。这些功能可以组合在一个装置中或几个装置来完成。

[GB 18802.1—2002, 定义 3.29]

3.14

低压电源电涌保护器(SPD)冲击试验分类 impulse test classification

3.14.1

I 级分类试验 class I tests

用标称放电电流 I_n 、1.2/50 μ s 冲击电压和冲击电流 I_{imp} 做的试验。 I_{imp} 在 10 ms 内通过的电荷

IEC 61024-1-2:1998 建筑物防雷 第1部分:通则 第2分部分:指南 B——防雷装置的设计、安装、维护和检查

IEC 61643-12:2002 低压配电系统电涌保护器(SPD) 第12部分:选择和使用导则

IEC 61643-22:2004 低压电涌保护器(SPD) 第22部分:电信和信号网络的电涌保护器—选择和使用导则

IEC 62305-1:2005 雷电防护 第1部分:总则

IEC 62305-2:2005 雷电防护 第2部分:风险管理

IEC 62305-3:2005 雷电防护 第3部分:建筑物的物理损坏和生命危险

IEC 62305-4:2005 雷电防护 第4部分:建筑物内的电气和电子系统

3 术语和定义

本标准采用下列术语和定义。本标准未特别给出的通用性的术语和定义参见 GB 50057、GB/T 17949.1、GB 18802.1 和相关标准的定义。

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。

注:改写 GB/T 19663—2005,定义 7.32。

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。

[GB/T 19663—2005,定义 7.41]

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电流在需防护空间内所产生的电磁效应。

[GB/T 19663—2005,定义 7.36]

3.4

接地 earth; ground

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

注:接地的目的是:a.使连接到地的导体具有等于或近似于大地(或代替大地的导电体)的电位;b.引导入地电流流入和流出大地(或代替大地的导电体)。

[GB/T 17949.1—2003,定义 4.1]

3.5

自然接地极 natural earthing electrodes

具有兼作接地功能的但不是为此目的而专门设置的各种金属构件、钢筋混凝土中的钢筋、埋地金属管道和设备等统称为自然接地极。

[GB/T 19663—2005,定义 5.44]

3.6

人工接地体 made 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。

$Q(A_s)$ 的数值等于电流幅值 $I_{peak}(kA)$ 的二分之一。

注: IEC/TC 81 文件规定: I级分类试验的 SPD 由 I_{imp} 、 Q 和 W/R 参数决定, 冲击试验电流应在 50 μs 内达到 I_{peak} , 应在 10 ms 内输送电荷 Q 和应在 10 ms 内达到单位能量 W/R 。冲击试验符合上述参数的可能方法之一是 10/350 μs 波形。

3.14.2

II 级分类试验 class II tests

用标称放电电流 I_n 、1.2/50 μs 冲击电压和最大放电电流 I_{max} 进行的试验。

3.14.3

III 级分类试验 class III tests

用复合波(1.2/50 μs 冲击电压和 8/20 μs 冲击电流)做的试验。

注: 改写 GB/T 18802.1—2002, 定义 3.35。

3.15

信号系统电涌保护器(SPD)冲击试验分类 impulse test classification

类别	试验类型	开路电压	短路电流
A1	很慢的上升速率	≥ 1 kV 上升率 0.1 kV/s~100 kV/s	10 A 0.1 A/ μs ~2 A/ μs ≥ 1 000 μs (持续时间)
A2	AC	从 GB/T 18802.21—2004 表 5 中选择	
B1	慢的上升速率	1 kV 10/1 000 μs	100 A 10/1 000 μs
B2		1 kV 或 4 kV 10/700 μs ≥ 1 kV	25 A 或 100 A, 5/300 μs 10 A, 25 A 或 100 A
B3		100 V/ μs	10/1 000 μs
C1	快的上升速率	0.5 kV 或 1 kV 1.2/50 μs	0.25 kA 或 0.5 kA 8/20 μs
C2		2 kV, 4 kV 或 10 kV 1.2/50 μs	1 kA, 2 kA 或 5 kA 8/20 μs
C3		≥ 1 kV 1 kV/ μs	10 A, 25 A 或 100 A 10/1 000 μs
D1	高能量	≥ 1 kV	0.5 kA, 1 kA 或 0.5 kA 10/350 μs
D2		≥ 1 kV	1 kA 或 2.5 kA 10/250 μs

3.16

插入损耗 insertion loss

由于在传输系统中插入了一个 SPD 所引起的损耗。它是在 SPD 插入前传递到后面的系统部分的功率与 SPD 插入后传递到同一部分的功率之比。插入损耗通常用 dB(分贝)表示。

注: 改写 GB/T 14733.2—1993 中定义 05-07。

3.17

回波损耗 return loss

反射系数倒数的模。一般以分贝(dB)来表示。

注: 当阻抗可以确定时, 回波损耗(单位: dB)由下式给出:

$$20\lg\text{MOD}[(Z_1 + Z_2)/(Z_1 - Z_2)]$$

式中:

Z_1 ——阻抗不连续点之前传输线的特性阻抗, 即源阻抗。

Z_2 ——不连续点之后的特性阻抗或从源和负载间的结合点所测得的负载阻抗。

3.18

比特差错率 bit error ratio, BER

BER

在给定时间内, 误码数与所传递的总码数之比。

3.19

近端串扰 near-end crosstalk

NEXT

串扰在被干扰的通道中传输, 其方向与该通道中电流传输的方向相反。被干扰通道的端部基本上靠近产生干扰的通道的激励端, 或与之重合。

3.20

纵向平衡 longitudinal balance

3.20.1

纵向平衡(模拟音频电路) (analogue voice frequency circuits) longitudinal balance

组成一个线对的两根导线在电气上的对地对称。

3.20.2

纵向平衡(数据传输电路) (data transmission) longitudinal balance

一对平衡电路中两个及两个以上导线的对地(或公共点)阻抗相似性的量度。该术语用于表示对共模干扰的敏感度。

3.20.3

纵向平衡(通信和控制电缆) (communication and control cables) longitudinal balance

骚扰的对地共模电压(纵向的) $V_L(r, m, s)$ 与受试 SPD 的合成差模电压(金属线的) $V_m(r, m, s)$ 之比, 以分贝(dB)来表示。

注: 以 dB 表示的纵向平衡值由下式给出: $20 \times \lg(V_L/V_m)$, 式中, V_L 、 V_m 是以同一频率测量的。

3.20.4

纵向平衡(电信线路的) (telecommunications) longitudinal balance

骚扰的共模电压(纵向的) V_L 与受试 SPD 的合成差模电压(金属线的) V_m 之比, 以分贝(dB)来表示。

3.21

最大持续运行电压 maximum continuous operating voltage

U_c

允许持久地施加在 SPD 上的最大交流电压有效值或直流电压。其值等于额定电压。

[GB 18802.1—2002, 定义 3.11]

3.22

残压 residual voltage

U_{res}

放电电流流过 SPD 时, 在其端子间的电压峰值。

[GB 18802.1—2002, 定义 3.17]

3.23

(实测)限制电压 measured limiting voltage

U_{lim}

在 SPD 试验中施加规定波形和幅值的冲击电压时, 在 SPD 接线端子间测得的最大电压峰值。

[GB 18802.1—2002, 定义 3.16]

4 检测项目

以下检测项目内容应按检测程序中对首次检测和后续检测的规定来选取。

- a) 建筑物的防雷分类;
- b) 接闪器;
- c) 引下线;
- d) 接地装置;
- e) 防雷区的划分;
- f) 电磁屏蔽;
- g) 等电位连接;
- h) 电涌保护器(SPD)。

5 检测要求和方法

5.1 建筑物的防雷分类

应按 GB 50057—1994 中第 2 章、第 3.5.1 条、第 3.5.2 条及附录一的规定对建筑物进行防雷分类。

在设有低压电气系统和电子系统的建筑物需防雷击电磁脉冲的情况下,当该建筑物不属于第一类、第二类 and 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。

5.2 接闪器

5.2.1 要求

5.2.1.1 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

避雷带、均压环和架空避雷线应按 GB 50057—1994 中的规定布置。

5.2.1.2 接闪器的材料规格应符合 GB 50057—1994 中第 4 章第 1 节的要求。

5.2.2 接闪器的检查

5.2.2.1 检查接闪器与建筑物顶部外露的其他金属物的电气连接、与避雷引下线电气连接,天面设施等电位连接。

5.2.2.2 检查接闪器的位置是否正确,焊接固定的焊缝是否饱满无遗漏,螺栓固定的应备帽等防松零件是否齐全,焊接部分补刷的防腐油漆是否完整,接闪器是否锈蚀 1/3 以上。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为 0.5 m~1.5 m 的要求。每个支持件能否承受 49 N(5 kgf)的垂直拉力。

5.2.2.3 首次检测时应检查避雷网的网格尺寸是否符合本标准表 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—1994 中第 3.2.1 条中的规定。

5.2.2.4 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。

5.2.2.5 首次检测时应测量接闪器的规格尺寸,应符合 GB 50057—1994 中第 4 章的要求。

5.2.2.6 检查接闪器上有无附着的其他电气线路。如果接闪器上有附着的其他电气线路则应按 GB 50169—1992 中第 2.5.3 条规定检查,即“装有避雷针和避雷线的构架上的照明灯电源线,必须采用

3.24

开关型 SPD 的放电电压 sparkover voltage of a voltage switching SPD

在 SPD 的间隙电极之间,发生击穿放电前的最大电压值。

[GB 18802.1—2002,定义 3.38]

3.25

电压保护水平 voltage protection level

U_p

表征 SPD 限制接线端子间电压的性能参数,其值可从优选值的列表中选择。该值应大于限制电压的最高值。

[GB 18802.1—2002,定义 3.15]

3.26

SPD 的直流参考电压 direct-current reference voltage of SPD

$U_{res}(1\text{ mA})$

当 SPD 上通过规定的直流参考电流时,从其两端测得的电压值。一般将通过 1 mA 直流电流时的参考电压称为压敏电压 ($U_{res}(1\text{ mA})$)。

3.27

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。在测试中常用 0.75 倍的直流参考电压进行。

注 1: 泄漏电流值是限压型 SPD 劣化程度的重要参数指标。

注 2: 改写 GB 13032—2000 定义 2.36。

3.28

多极 SPD multipole SPD

多于一种保护模式的 SPD,或者电气上相互连接的作为一个单元供货的 SPD 组件。

3.29

总放电电流 total current

I_{Total}

多极 SPD 生产厂在产品上标注的多极 SPD 放电电流之和。此值用于型式试验中流过多极(如 L_1 、 L_2 、 L_3 、N)SPD 到 PE 线的电流之和的检验。

3.30

耐冲击过电压额定值 Rated impulse withstand voltage level

U_w

由生产厂给出的设备或设备主要部件的耐受冲击过电压的额定值,该值规定了设备或设备主要部件的绝缘对过电压的耐受能力特性。

[IEC 62305-4:2005,定义 3.6]

3.31

防雷装置检查 lightning protection system check up

对防雷装置的外观部分进行目测检查,对隐蔽部分利用原设计资料或质量监督资料核实的过程。

3.32

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。

线与附近其他电气线路的距离,一般不应小于 1 m。

5.3.2.6 检查断接卡的设置是否符合 GB 50057—1994 中第 4.2.4 条的要求。

5.3.2.7 采用仪器检查引下线接地端与接地体的电气连接性能。

5.4 接地装置

5.4.1 要求

5.4.1.1 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。

5.4.1.2 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—1994 中第 3.2.1 条第五款的规定。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—1994 中第 3.3.4 条和第 3.4.2 条的规定。

5.4.1.3 利用建筑物的基础钢筋作为接地装置时应符合 GB 50057—1994 中第 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。

5.4.1.4 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 3。

表 3 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	$\leq 10^a$	天气雷达站共用接地	≤ 4
第二类防雷建筑物防雷装置	$\leq 10^a$	配电电气装置总接地装置(A类)	≤ 10
第三类防雷建筑物防雷装置	$\leq 30^a$	配电变压器(B类)	≤ 4
汽车加油、加气站防雷装置	≤ 10	有线电视接收天线杆	≤ 4
电子计算机机房防雷装置	$\leq 10^a$	卫星地球站	≤ 5
注 1: 第一类防雷建筑物防雷波侵入时,距建筑物 100 m 内的管道,每隔 25 m 接地一次的冲击接地电阻值不应大于 20 Ω 。			
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 30 Ω 。属于本标准附录 A.1.2.7 钢罐接地电阻不应大于 30 Ω 。			
注 3: 第三类防雷建筑物中属于本标准附录 A 中 A.1.3.2 建筑物接地电阻不应大于 10 Ω 。			
注 4: 加油加气站防雷接地、防静电接地、电气设备的工作接地、保护接地及信息系统的接地等,宜共用接地装置,其接地电阻不应大于 4 Ω 。			
注 5: 电子计算机机房宜将交流工作接地(要求 $\leq 4 \Omega$)、交流保护接地(要求 $\leq 4 \Omega$)、直流工作接地(按计算机系统具体要求确定接地电阻值)、防雷接地共用一组接地装置,其接地电阻按其中最小值确定。			
注 6: 雷达站共用接地装置在土壤电阻率小于 100 $\Omega \cdot m$ 时,宜 $\leq 1 \Omega$;土壤电阻率为 100 $\Omega \cdot m \sim 300 \Omega \cdot m$ 时,宜 $\leq 2 \Omega$;土壤电阻率为 300 $\Omega \cdot m \sim 1\,000 \Omega \cdot m$ 时,宜 $\leq 4 \Omega$;当土壤电阻率 $>1\,000 \Omega \cdot m$ 时,可适当放宽要求。			
注 7: 按 GB 50057 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。			
^a 凡加脚注 a 者为冲击接地电阻值。			

5.4.1.5 人工接地体材料要求、埋设深度和间距等要求应符合 GB 50057—1994 中第 4.3.1 条~第 4.3.3 条的规定。

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必须接地,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或与电源线、低压配电装置相连接”。

5.2.2.7 首次检测时应检查建筑物高于所选滚球半径对应高度以上时,防侧击保护措施,应符合 GB 50057—1994 中第 3.2.4 条第七款,第 3.3.10 条和第 3.4.10 条的要求。

5.2.2.8 当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。高层建筑物不应利用建筑物女儿墙内钢筋作为暗敷避雷带。

5.3 引下线

5.3.1 要求

5.3.1.1 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他金属构件敷设。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。

注:各金属构件可被覆有绝缘材料。

5.3.1.2 引下线的材料规格应符合 GB 50057—1994 中第 4.2.1 条和第 4.2.2 条的规定。

5.3.1.3 对各类防雷建筑物引下线的具体要求。

5.3.1.3.1 各类防雷建筑物引下线间距见表 2。

表 2 各类防雷建筑物引下线间距的具体要求

建筑物防雷类别	引下线间距/m
第一类防雷建筑物	12
第二类防雷建筑物	18
第三类防雷建筑物	25

5.3.1.3.2 第一类防雷建筑物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。对用金属制成或有焊接、绑扎连接钢筋网的杆塔、支柱,宜利用其作为引下线。

5.3.1.3.3 第一类防雷建筑物的金属屋面周边每隔 18 m~24 m 应采用引下线接地一次。现场浇制的或由预制构架组成的钢筋混凝土屋面,其钢筋宜绑扎或焊接成闭合回路,并应每隔 18 m~24 m 采用引下线接地一次。

5.3.1.3.4 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。当仅利用建筑物四周的钢柱或柱内钢筋作为引下线时,可按跨度设引下线,但引下线平均间距不应大于 18 m。

5.3.1.3.5 第三类防雷建筑物的引下线不应少于两根,但周长不超过 25 m,且高度不超过 40 m 的建筑物可只设一根引下线。当仅利用建筑物四周的钢柱或柱内钢筋作为引下线时,可按跨度设引下线,但引下线的平均间距不应大于 25 m。

5.3.1.3.6 烟囱的引下线应符合 GB 50057—1994 中第 3.4.6 条的要求。

5.3.2 引下线的检查

5.3.2.1 首次检测应检查引下线隐蔽工程纪录。

5.3.2.2 检查明敷引下线是否平直,无急弯。卡钉是否分段固定,且能承受 49 N(5 kgf)的垂直拉力。引下线支持件间距是否符合水平直线部分 0.5 m~1.5 m,垂直直线部分 1.5 m~3 m,弯曲部分 0.3 m~0.5 m 的要求。检查引下线、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。利用建筑物内钢筋作为暗敷引下线的检查方法正在研究中。

5.3.2.3 首次检测时应用卷尺测量每相邻两根引下线之间的距离,记录引下线布置的总根数,每根引下线为一个检测点,按顺序编号检测。

5.3.2.4 首次检测时应用游标卡尺测量每根引下线的规格尺寸。

5.3.2.5 检查明敷引下线上有无附着的其他电气线路。如果有则应按 5.2.2.6 检查。测量明敷引下

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。

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。

使用接地电阻表(仪)进行接地电阻值测量时,宜按选用仪器的要求进行操作。

5.5 防雷区的检查

防雷区的划分应按照 GB 50057—1994 第 6.2.1 条的规定将需要防雷击电磁脉冲的环境一般应划分为 LPZ0_A、LPZ0_B、LPZ1……LPZ_{n+1} 区,防雷区定义见 GB 50057—1994 中第 6.2.1 条。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。

注:在 IEC 62305-4、IEC 61643-42 和 IEC 61643-22 中均根据防雷区(LPZ)、雷击类型和损害及损失类型对 SPD 的选择作出要求。

雷击类型根据雷电可能击中的位置划分为 $S_1 \sim S_4$ 型:

- S_1 : 雷击建筑物;
- S_2 : 雷击在建筑物的邻近区域;
- S_3 : 雷击在电力线或通信线上;
- S_4 : 雷击在电力线或通信线附近。

损害类型划分为 $D_1 \sim D_3$ 型:

- D_1 : 接触或跨步电压导致人员伤亡;
- D_2 : 建筑物或其他物体的物理损坏;
- D_3 : 电涌导致电气系统或电子系统的损坏。

损失类型划分为 $L_1 \sim L_4$ 型:

- L_1 : 生命损失;
- L_2 : 向公众服务的供电和通信系统的损失;
- L_3 : 文化遗产损失;
- L_4 : 经济损失。

在进行防雷设计时,首先应对受保护对象进行雷击风险评估,在评估后确认需进行防雷设计和施工后还需按雷击类型($S_1 \sim S_4$ 型)考虑需采取的防雷措施,如 SPD 的选择。

当雷击类型为 S_1 、 S_2 及 S_3 型时(S_4 型尚需考虑架空线路的长度、所在地雷暴日数和架空杆塔的接地状况),位于 LPZ0_A 或 LPZ0_B 区与 LPZ1 区交界处(MB)的 SPD1 在电气系统中应选 I 级分类试验的产品,在电信和信号网络中应选择 10/350 μ s 或 10/350 μ s 波形试验的 D₁ 或 D₂ 类(见 GB 18802.21)产品。

5.6 雷电电磁脉冲屏蔽

5.6.1 建筑物和线路的屏蔽要求

5.6.1.1 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。

5.6.1.2 屏蔽电缆的金属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,并与防雷接地装置相连。

5.6.1.3 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。

5.6.1.4 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。

5.4.1.6 对土壤电阻率的测量,见本标准附录 D(规范性附录)。

5.4.2 接地装置的检测

5.4.2.1 检查

5.4.2.1.1 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、连接方法、防腐处理。

5.4.2.1.2 检查接地装置的填土有无沉陷情况。

5.4.2.1.3 检查有无因挖土方、敷设管线或种植树木而挖断接地装置。

5.4.2.1.4 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。

5.4.2.1.5 检查第一类防雷建筑物与树木之间的净距是否大于 5 m。

5.4.2.1.6 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在研究中。

5.4.2.2 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本标准 5.4.1.1 规定的共用接地系统要求或 5.4.1.2 规定的独立接地要求,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 $1\ \Omega$,则断定为电气导通,如测得阻值偏大,则判定为各自为独立接地。

注:接地网完整性测试可参见 GB/T 17949.1—2000 的 8.3。

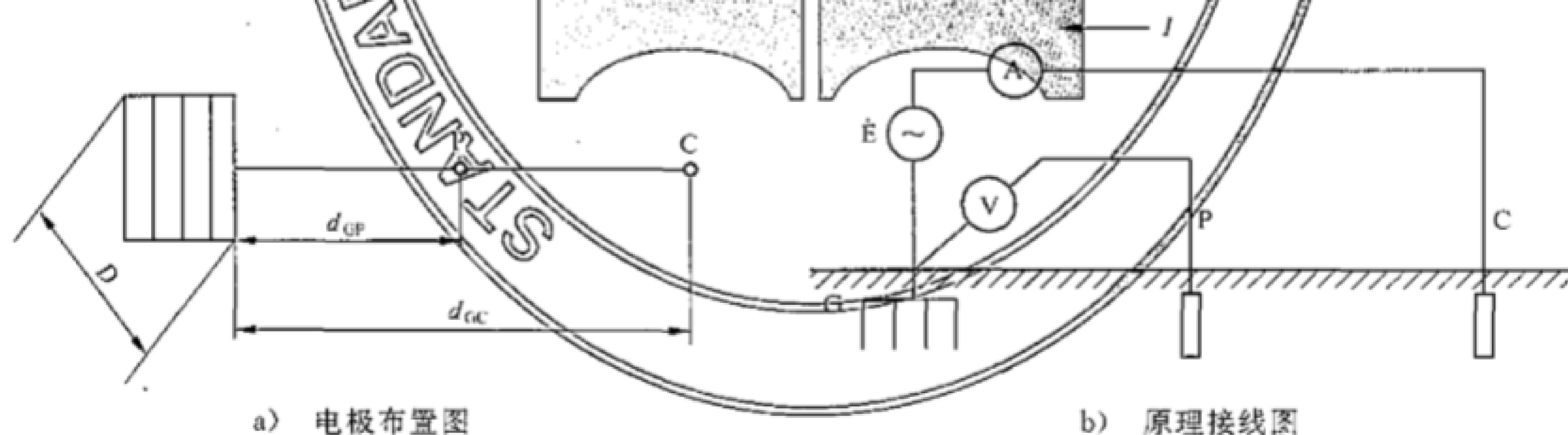
5.4.2.3 接地装置的接地电阻值测量

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,应按本标准附录 B(规范性附录)的规定进行换算。

每次检测都应固定在同一位置,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(G、P、C)应布置在一条直线上且垂直于地网。

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 $d_{GC}=(4\sim5)D$ 和 $d_{GP}=(0.5\sim0.6)d_{GC}$, 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时,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。



- a) 电极布置图
- b) 原理接线图
- 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 1 三极法的原理接线图

接,应进一步检查连接质量,连接导体的材料和尺寸。

5.7.2.8 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。

5.7.2.9 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。

5.7.2.10 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。

5.7.2.11 等电位连接的过渡电阻的测试采用空载电压 4 V~24 V,最小电流为 0.2 A 的测试仪器进行检测,过渡电阻值一般不应超过 0.03 Ω。

5.8 电涌保护器(SPD)

5.8.1 要求

5.8.1.1 基本要求

5.8.1.1.1 应使用经国家认可的检测实验室检测,符合 GB 18802.1 和 GB/T 18802.21 标准的产品。

5.8.1.1.2 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。

5.8.1.1.3 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电压保护水平和有熄灭工频续流的能力。

5.8.1.1.4 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。选择 220/380 V 三相系统中的电涌保护器, U_0 值应符合本标准表 4 的规定。

表 4 在各种低压配电系统接地型式时 SPD 的最小 U_0 值

电涌保护器连接于	低压交流配电接地型式				
	TT 系统	TN-C 系统	TN-S 系统	引出中性线的 IT 系统	不引出中性线的 IT 系统
每一相线和中性线间	$1.15U_0$	不适用	$1.15U_0$	$1.15U_0$	不适用
每一相线和 PE 线间	$1.55U_0$	不适用	$1.15U_0$	$1.15U$	$1.15U$
中性线和 PE 线间	$1.15U_0$	不适用	$1.15U_0$	$1.15U_0$	不适用
每一相线和 PEN 线间	不适用	$1.15U_0$	不适用	不适用	不适用
注:1. U_0 指低压系统相线对中性线的标称电压, U 为线间电压, $U=\sqrt{3}U_0$ 。 2. 在 TT 系统中,SPD 在 RCD 的负荷侧安装时,最低 U_0 值不应小于 $1.55U_0$,此时安装形式为 L-PE 和 N-PE;当 SPD 在 RCD 的电源侧安装时,应采用“3+1”形式,即 L-N 和 N-PE, U_0 值不应小于 $1.15U_0$ 。 3. U_0 应大于 U_{oc} 。					

5.8.1.1.5 选择电子系统中信息技术设备信号电涌保护器, U_0 值一般应高于系统运行时信号线上的最高工作电压的 1.2 倍,表 5 提供了常见电子系统的参考值。

表 5 常用电子系统工作电压与 SPD 额定工作电压的对应关系参考值

序号	通信线类型	额定工作电压/V	SPD 额定工作电压/V
1	DDN/X.25/帧中继	<6 或 40~60	18 或 80
2	xDSL	<6	18
3	2M 数字中继	<5	6.5

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。需要时,在门、窗的屏蔽中,可采用钢网屏蔽玻璃。

5.6.2 电磁屏蔽的检测方法

5.6.2.1 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 。用卡尺测量屏蔽材料规格尺寸是否符合本标准 5.6.1.4 的要求。

5.6.2.2 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见 GB 50057—1994 中第 6.3.2 条的规定。

5.6.2.3 用仪器检测电磁屏蔽效率的测量在研究中。参见本标准附录 C(资料性附录)。

5.6.2.4 首次检测按图施工是否符合标准要求。

5.7 等电位连接

5.7.1 等电位连接的基本要求

5.7.1.1 第一类防雷建筑物的等电位连接应符合 GB 50057—1994 中第 3.2.2 条和第 3.2.3 条的要求。

5.7.1.2 第二类防雷建筑物的等电位连接应符合本标准 GB 50057—1994 中第 3.3.4 条、第 3.3.5 条第六款、第 3.3.6 条第三款、第 3.3.7 条~第 3.3.9 条的要求。

5.7.1.3 第三类防雷建筑物的等电位连接应符合 GB 50057—1994 中第 3.4.2 条、第 3.4.4 条、第 3.4.8 条和第 3.4.9 条的要求。

5.7.1.4 信息技术设备的等电位连接应符合 GB 50057—1994 中第 6 章中的要求。

5.7.1.5 等电位连接导线和连接到接地装置的导体的最小截面应符合 GB 50057—1994 中表 6.3.4 中的要求。

5.7.2 等电位连接的检查和测试

5.7.2.1 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。

5.7.2.2 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。

5.7.2.3 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、法兰盘等连接处的过渡电阻,当过渡电阻大于 0.03 Ω 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。

5.7.2.4 总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。

5.7.2.5 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避雷器、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。

5.7.2.6 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 25 m 接地一次,进一步检查连接质量,连接导体的材料和尺寸。

5.7.2.7 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

电流 I_n 不宜小于 5 kA(8/20 μ s)。

5.8.1.3.3 在重要的终端设备或精密敏感设备处,宜安装第三级 SPD,其标称放电电流 I_n 值不宜小于 3 kA(8/20 μ s)。

注:无论是安装一级或二级,乃至三至四级 SPD,均应符合本标准 5.8.1.1 和 5.8.1.2 的规定。

5.8.1.3.4 当在线路上多处安装 SPD 时,SPD 之间的线路长度应按试验数据采用;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,若小于 10 m 应加装退耦元件。限压型 SPD 之间的线路长度不宜小于 5 m,若小于 5 m 应加装退耦元件。

5.8.1.3.5 安装在电路上的 SPD,其前端应有后备保护装置过电流保护器。如使用熔断器,其值应与主电路上的熔断电流值相配合。即应当根据电涌保护器(SPD)产品手册中推荐的过电流保护器的最大额定值选择。如果额定值大于或等于主电路中的过电流保护器时,则可省去。

5.8.1.3.6 SPD 如有通过声、光报警或遥信功能的状态指示器,应检查 SPD 的运行状态和指示器的功能。

5.8.1.3.7 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。

5.8.1.4 电信和信号网络 SPD 的布置

5.8.1.4.1 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_n 应低于被保护的信息技术设备(ITE)的耐受水平。

5.8.1.4.2 在 LPZ0_A 区或 LPZ0_B 区与 LPZ1 区交界处应选用 I_{imp} 值为 0.5 kA~2.5 kA(10/350 μ s 或 10/250 μ s)的 SPD 或 4 kV(10/700 μ s)的 SPD;在 LPZ1 区与 LPZ2 区交界处应选用 U_{oc} 值为 0.5 kV~10 kV(1.2/50 μ s)的 SPD 或 0.25 kA~5 kA(8/20 μ s)的 SPD;在 LPZ2 区与 LPZ3 区交界处应选用 0.5 kV~1 kV(1.2/50 μ s)的 SPD 或 0.25 kA~0.5 kA(8/20 μ s)的 SPD。

5.8.1.4.3 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、450 Hz 时允许最大衰减和阻抗等特性参数。

5.8.1.4.4 本标准 5.8.1.1 的基本要求原则上适用于电信和信号网络的 SPD。

5.8.1.4.5 信号电涌保护器(SPD)原则上应设置在金属线缆进出建筑物(机房)的防雷区界面处,但由于工艺要求或其他原因,受保护设备的安装位置不会正好设在防雷区界面处,在这种情况下,当线路能承受所发生的电涌电压时,也可将信号电涌保护器(SPD)安装在保护设备端口处。信号电涌保护器(SPD)与被保护设备的等电位连接导体的长度应尽可能短,以减少电感电压降对电压保护水平的影响。导线连接过渡电阻应不大于 0.03 Ω 。

5.8.2 SPD 的检查

5.8.2.1 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。

5.8.2.2 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(如 U_c 、 I_n 、 I_{max} 、 I_{imp} 、 U_p 等)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)。

5.8.2.3 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。

5.8.2.4 测量多级 SPD 之间的距离和 SPD 两端引线的长度,应符合本标准 5.8.1.1.6 和 5.8.1.3.4 的要求。

5.8.2.5 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。

5.8.2.6 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,则检查是否有过电流保护器,检查安装的过电流保护器是否符合本标准 5.8.1.3.5 的要求。

5.8.2.7 检查安装在配电系统中的 SPD 的 U_c 值应符合表 4 的规定要求。

5.8.2.8 检查安装的电信、信号 SPD 的 U_c 值应符合本标准 5.8.1.1.5 的规定要求。

表 5(续)

序号	通信线类型	额定工作电压/V	SPD 额定工作电压/V
4	ISDN	40	80
5	模拟电话线	<110	180
6	100M 以太网	<5	6.5
7	同轴以太网	<5	6.5
8	RS232	<12	18
9	RS422/485	<5	6
10	视频线	<6	6.5
11	现场控制	<24	29

5.8.1.1.6 SPD 两端的连线应符合本标准第 5.7.1.5 中连接导线的最小截面要求,SPD 两端的引线长度不宜超过 0.5m。SPD 应安装牢固。

5.8.1.2 低压配电系统对 SPD 的要求

5.8.1.2.1 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 ,一般应加上 20%的安全裕量,即有效的电压保护水平 $U_{p(1)}$ 低于 0.8 倍的 U_w 。 U_w 值可参见表 6。 ΔU 为 SPD 两端引线上产生的电压,一般取 1 kV/m(8/20 μ s 20 kA 时)。

表 6 220/380 V 三相系统各种设备耐冲击过电压额定值(U_w)

设备位置	电源处的设备	配电线路和最后分支线路的设备	用电设备	特殊需要保护设备
耐冲击过电压类别	Ⅳ类	Ⅲ类	Ⅱ类	Ⅰ类
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(不含计算机及含有计算机程序的家用电器的)、手提工具、不间断电源设备(UPS)、整流器和类似负荷。 Ⅲ类——如配电箱、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他设备。 Ⅳ类——如电气计量仪表、一次线过流保护设备、波纹控制设备。				

5.8.1.2.2 当被保护设备的 U_w 与 $U_p(\Delta U)$ 的关系满足 5.8.1.2.1 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 5.8.1.2.1 规定为止。

5.8.1.3 电源 SPD 的布置

5.8.1.3.1 在 LPZ0_A 或 LPZ0_B 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 级分类试验的浪涌保护器,其 I_{imp} 值可按 GB 50057 规定的方法选取。当难于计算时,可按 GB 16895.22 的规定,当建筑物已安装了防直击雷装置,或与其有电气连接的相邻建筑物安装了防直击雷装置时,每一相线和中性线对 PE 之间 SPD 的冲击电流 I_{imp} 值不应小于 12.5 kA;采用 3+1 形式时,中性线与 PE 线间不宜小于 50 kA(10/350 μ s)。对多级 SPD,总放电电流 I_{Total} 不宜小于 50 kA(10/350 μ s)。当进线完全在 LPZ0_B 或雷击建筑物和雷击与建筑物连接的电力线或通信线上的失效风险可以忽略时采用 I_n 测试的 SPD(Ⅱ类试验的 SPD)。

注:当雷击类型为 S₃ 型时,架空线使用金属材料杆(含钢筋混凝土杆)并采取接地措施时和雷击类型为 S₁ 型时,SPD1 可选用Ⅱ级和Ⅲ级分类试验的产品, I_n 值不应小于 5 kA。

5.8.1.3.2 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。其标称放电

- 5.9.5 每一项检测需要有二人以上共同进行,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。
- 5.9.6 在检测爆炸火灾危险环境的防雷装置时,严禁带火种、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。应使用防爆型检测仪表和不易产生火花的工具。
- 5.9.7 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。
- 5.9.8 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,以防电击。
- 5.10 测量仪器要求

测量和测试仪器应符合国家计量法规的规定,介绍部分检测仪器见本标准附录 E(资料性附录)。

6 检测周期

固定检测周期见表 7。

表 7 检测的间隔时间

建筑物防雷类别	彻底检测的时间间隔	要求严格的系统的检测间隔时间
第一类防雷建筑物	2 年	6 个月
第二类防雷建筑物	4 年	12 个月
第三类防雷建筑物	6 年	12 个月

7 检测程序

- 7.1 检测前应对使用仪器仪表和测量工具进行检查,保证其在计量合证有效期内和能正常使用。
- 7.2 对受检测单位的首次检测应全面检测本标准第 4 章中的全部检测项目(彻底检测)。
- 7.3 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,可不进行本标准第 4 章中 a)和 b)中的接闪器保护范围、及 e)和 f)项的检测项目。
- 7.4 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。
- 7.5 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。部分检测业务表格式样参见本标准附录 F(资料性附录)。
- 7.6 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,原始记录表应有检测人员、校核人员和现场负责人签名。原始记录表应作为用户档案保存两年。
- 8.1.2 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。

8.2 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本标准 8.1 和 8.2 的内容填写、检测员和校核员签字后,经技术负责人签发,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。

5.8.2.9 检查 SPD 安装工艺和接地线与等电位连接带之间的过渡电阻。

5.8.3 电源 SPD 的测试

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

5.8.3.2 泄漏电流 I_{le} 的测试

除电压开关型外,SPD 在并联接入电网后都会有微安级的电流通过,如果此值偏大,说明 SPD 性能劣化,应及时更换。可使用防雷元件测试仪或泄漏电流测试表对限压型 SPD 的 I_{le} 值进行静态试验。规定在 $0.75U_{1mA}$ 下测试。

首先应取下可插拔式 SPD 的模块或将线路上两端连线拆除,多组 SPD 应按图 2 所示连接逐一进行测试。测试仪器使用方法见仪器使用说明书。

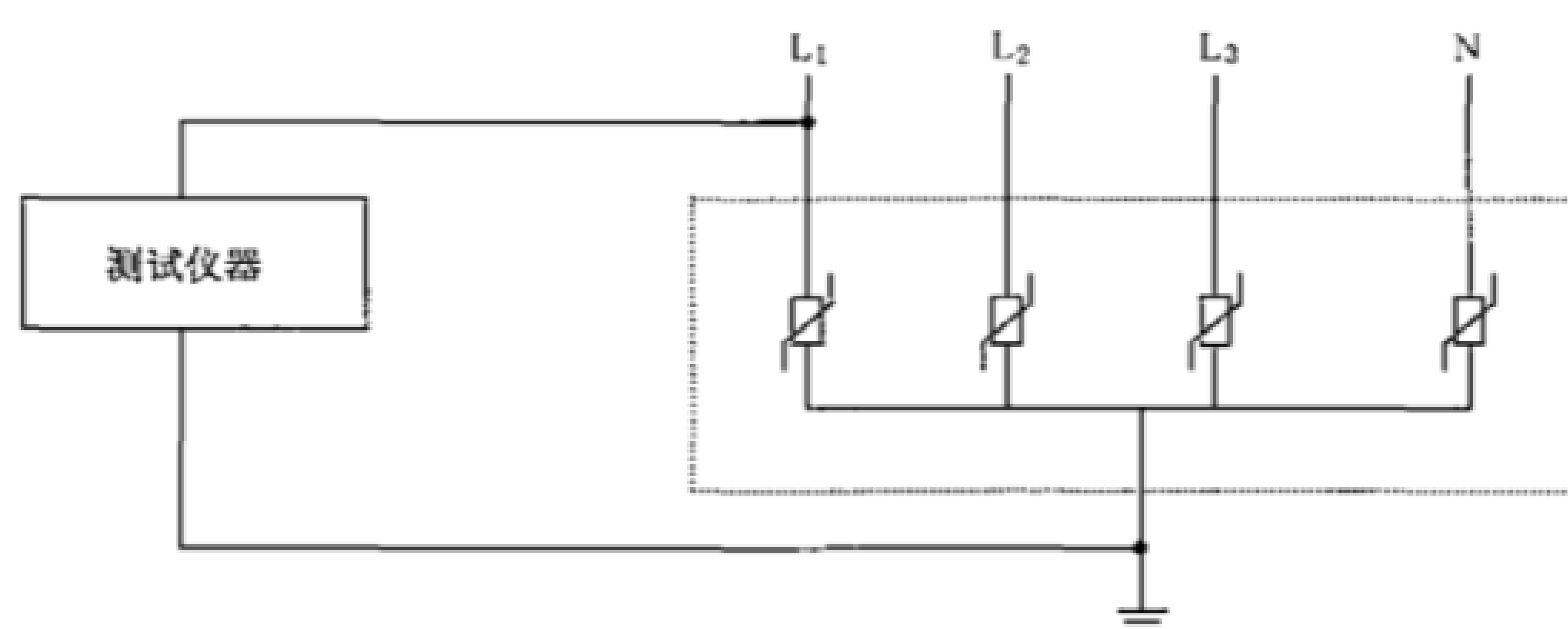


图 2 多组 SPD 逐一测试示意图

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 $20\mu A$ 。

注:SPD 泄漏电流在线测试方法在研究中,一般认为由于存在阻性电流和容性电流,其值应在 mA 级范围内。

5.8.3.3 直流参考电压(U_{1mA})的测试

- 本试验仅适用于以金属氧化物压敏电阻(MOV)为限压元件且无其他并联元件的 SPD。主要测量在 MOV 通过 1 mA 直流电流时,其两端的电压值。
- 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 2 所示方法测试,SPD 上有其他并联元件时,测试时不对其接通。
- 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 1 mA 直流时的压敏电压。
- 对内部带有滤波或限流元件的 SPD,应不带滤波器或限流元件进行测试。
注:带滤波或限流元件的 SPD 测试方法在研究中。
- 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。

5.8.3.4 电信和信号网络的 SPD 特性参数的测试方法在研究中。

5.8.3.5 SPD 实测限制电压的现场测试方法在研究中。

5.9 检测作业要求

5.9.1 应在非雨天和土壤未冻结时检测土壤电阻率和接地电阻值。现场环境条件应能保证正常检测。

5.9.2 应具备保障检测人员和设备的安全防护措施,雷雨天应停止检测,攀高危险作业必须遵守攀高作业安全守则。检测仪表、工具等不能放置在高处,防止坠落伤人。

5.9.3 检测仪器应在检定合格有效使用期内使用。

5.9.4 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。

表 A. 1(续)

2 区	在不正常情况下形成爆炸性混合物可能性较小的爆炸危险的场所
	热处理车间:加热炉的地下部分
	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
	油漆车间:涂漆室(非连续式烘干室距门柜 6 m 的空间内)
	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;煤气排送机间、煤气管道排水器间、室外设备和煤气计量器室
	燃气制气车间:油制气车间室外设备
	燃气制气车间:水煤气车间室外设备
	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;吡啶回收装置及贮槽;洗苯、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
	乙炔站:气瓶修理间;干渣堆物;露天设置的贮气罐
	石油库:易燃易爆油品泵棚和露天油泵站;易燃易爆油品桶装油品敞棚和场地
	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人孔(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
	汽车加油加气站:以加气机中心线为中心线,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人孔(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半径为 3 m 范围内的空间和距释放源壳体半径 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、洞边缘为中心半径 3 m 以内与房间等高的空间和以释放源为中心,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中心线,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、洞边缘为中心半径为 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、洞边缘为中心,半径 R 以内并延至地面的空间
10 区	正常情况下能形成粉尘或纤维爆炸性混合物的爆炸危险场所 注: 正常情况指连续出现或长期出现爆炸性粉尘环境
	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 ($150^{\circ}\text{C} < t \leq 200^{\circ}\text{C}$)、T1-2 ($200^{\circ}\text{C} < t \leq 270^{\circ}\text{C}$)和 T1-1 ($t > 270^{\circ}\text{C}$)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
	煤气净化车间:室外脱硫剂再生装置
11 区	正常情况下不能形成,但在不正常情况下能形成粉尘或纤维爆炸性混合物的爆炸危险场所 注: 11 区指有时会将积留下的粉尘物起而偶然出现爆炸性粉尘混合物的环境
	煤气净化车间:硫磺仓库(室内)

附 录 A
(规范性附录)
爆炸火灾危险环境分区和防雷分类

A.1 爆炸火灾危险环境分区

表 A.1 列举了 0 区、1 区、2 区、10 区、11 区、21 区、22 区和 23 区共 8 种爆炸火灾危险环境分区的示例,用于按 GB 50057—1994 第 2 章要求对建筑物的防雷分类。

表 A.1 爆炸火灾危险环境分区的示例

0 区	正常情况下能形成爆炸性混合物(气体或蒸汽爆炸性)的爆炸危险场所
	油漆车间:非桶装的地下贮漆间
	石油库:易燃易爆油品灌油间和油罐呼吸阀、量油孔 3 m 内的空间
	汽车加油站:埋地卧式汽油储罐内部油表面以上空间
1 区	在不正常情况下能形成爆炸性混合物(气体或蒸汽爆炸性)的爆炸危险场所
	油漆车间:喷漆室(连续式烘干室,距门框 6 m 以内的空间);桶装贮漆间;油漆干燥间、漆泵间
	线圈车间:浸漆车间
	线缆车间:漆包线工部
	发生炉煤气站:机器间、加压室、煤气分配间
	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、气瓶间、空瓶间和实瓶间
	液化石油气配气站
	天然气配气站
	电气室:固定式蓄电池
	汽车库:携带式蓄电池充电间、硫化间和汽化器间
	蓄电池车间:蓄电池充电间
	石油库:易燃易爆油品的油泵房、阀室;易燃易爆油品桶装库房;易燃易爆油罐的 3 m 范围内的空间;易燃易爆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
	汽车加油加气站:加油机壳体内部空间;埋地卧式汽油储罐人孔(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
	汽车加油加气站:液化石油气加气机内部空间;埋地液化石油气储罐人孔(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
	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子的内部空间;存放压缩天然气储气瓶组的房间内部空间
	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
	燃气制气车间:油制气车间排送机室;油制气控制室
	燃气制气车间:水煤气车间生产厂房、水煤气排送机间、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
	燃气制气车间:煤气净化车间、鼓风机;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.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	
		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、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
	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 40 g 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 40 g 以下的烟花或礼花弹	Ⅱ	二
注:表 A.2 选自 GB 50161—1992《烟花爆竹工厂设计安全规范》。				

表 A. 1(续)

21 区	在生产过程中,产生、使用、加工贮存或转运闪点高于场所环境温度的燃液体,在数量和配置上能引起火灾危险的场所
	可燃液体如:柴油、润滑油、变压器油等
	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
	热处理车间:地下油泵间、贮油槽间、井式煤气
	金加工、装配车间:乳化脂配制车间
	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
	线缆车间:干燥浸油工部
	电碳车间和锅炉房:重油泵间
	发生炉煤气站:焦油泵房和焦油库
	汽车库:停车间下部(电气设备安装高度低于 1.8 m、线路低于 4 m 处)
	机车库:油料分发室、防水锈剂室
	燃气制气车间:油制气泵房(室内)
	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
22 区	在生产过程中,悬浮状、堆积状的可燃粉尘或可燃纤维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
	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
	铸造车间:煤的球磨机间
	木工车间:大锯间
	线圈车间:浸胶车间
	锅炉房:煤粉制备间、碎煤机室、运煤走廊、天然气调压间
	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
	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
	燃气制气车间:直立炉的室内煤仓、焦仓和操作层
23 区	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
	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
	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
	固体状可燃物质如:煤、焦碳、木等
	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
	修理车间:木工修理和木工备料部
	电碳车间:加油浸渍工部
	发生炉煤气站:煤库
	机车库:撩料贮存室
	图书室,资料库、档案库、晒图室
	露天煤场
注:表 A. 1 中内容选自 GB 50058—1992《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》及 GB 50028—1993《城镇燃气设计规范》、GB 50031—1991《乙炔站设计规范》、GB 50156—2002《汽车加油加气站设计和施工规范》、GB 50074—2002《石油库设计规范》和GB 50195—1994《发生炉煤气站设计规范》等标准。	

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)		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
		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	8.5.1.1.1.1.1
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 GB 50089—1998《民用爆破器材工厂设计安全规范》。				

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

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 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	黑梯药柱	熔药、装药、凉药、检验、包装	F1 区	I
	梯恩梯药柱	压制、检验、包装	F1 区	I
铵梯黑炸药		铵梯黑三成分混药、筛选、凉药、装药、包装	F1 区	I
		铵梯二成分轮碾机混合	F1 区	I
太乳炸药		制片、干燥、检验、包装	F1 区	I
导火索		黑火药三成分混药、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

附录 B
(规范性附录)

接地装置冲击接地电阻与工频接地电阻的换算

B.1 接地装置冲击接地电阻与工频接地电阻的换算应按下式确定：

$$R_{\omega} = AR_i \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

- R_{ω} ——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(Ω)；
- A ——换算系数,其数值宜按图 B.1 确定；
- R_i ——所要求的接地装置冲击接地电阻(Ω)。

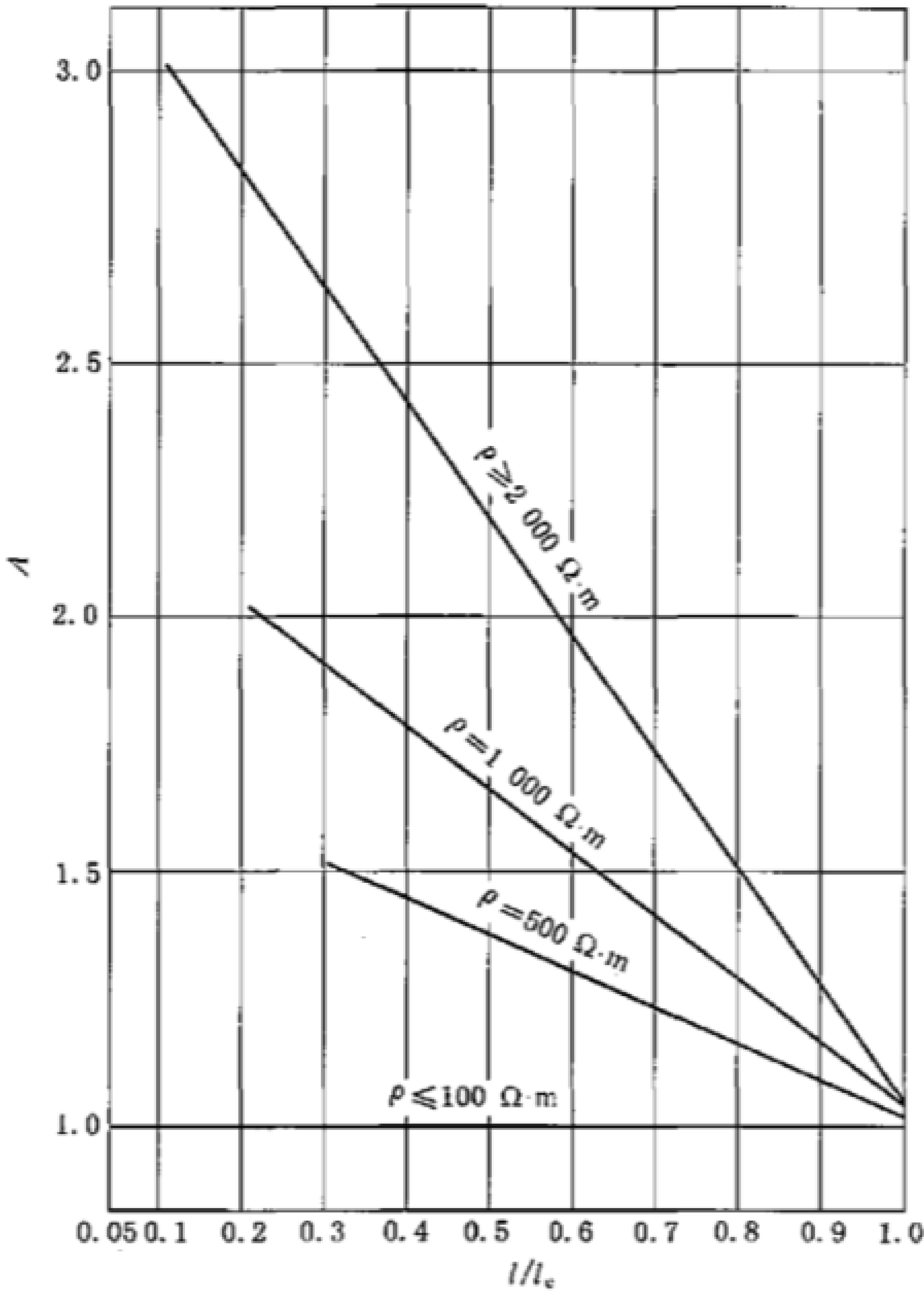


图 B.1 换算系数 A

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

B.2 接地体的有效长度应按下式确定：

$$l_e = 2\sqrt{\rho} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

- l_e ——接地体的有效长度,应按图 B.2 计量(m)；
- ρ ——敷设接地体处的土壤电阻率($\Omega \cdot m$)。

B.3 环绕建筑物的环形接地体应按以下方法确定冲击接地电阻：

B.3.1 当环形接地体周长的一半大于或等于接地体的有效长度 l_e 时,引下线的冲击接地电阻应为从

表 A. 4(续)

危险品库房名称	危险区域	防雷类别
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	—	—
<p>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。</p> <p>注 2：表 A. 4 选自 GB 50089—1998《民用爆破器材工厂设计安全规范》。</p>		

附录 C
(资料性附录)

磁场强度的测量和屏蔽效率的计算

C.1 一般原则

C.1.1 磁场强度指标

(1) GB/T 2887 和 GB 50174 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下式计算:

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

距直线导体 r 处的磁场强度可按下式计算:

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

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。 O_e 是旧的磁场强度的高斯 CGS 单位,新旧换算中,1 O_e 约为 79.577 5 A/m,即 2.4 O_e 约为 191 A/m,0.07 O_e 约为 5.57 A/m。

(2) GB/T 17626.9 中规定,可按表 C.1 规定的等级进行脉冲磁场试验。

表 C.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	1 000	特定
注:1. 脉冲磁场强度取峰值。 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。 3. 等级 1:2. 无需试验的环境; 等级 2: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 3: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 4:高压输电线路、重工业厂矿的开关站、电厂等; 等级 5:特殊环境。						

(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 3 200 A/m;对未记录的磁带,其环境磁场强度应小于 4 000 A/m。

C.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 0.02 G_e 时,计算机会误动作;当环境磁场强度大于 2.4 G_e 时,设备会发生永久性损坏。按新旧单位换算,2.4 G_e 约为 191 A/m,此值较 C.1.1 的(1)中 800 A/m 低,较表 C.1 中 3 等高,较 4 等低。

注:IEC 62305-4 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(1 MHz)时的 100-30-10 A/m 指标。

C.1.3 磁场强度测量一般方法

(1) 雷电流发生器法

IEC 62305-4 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。

(2) 浸入法

GB/T 17626.9 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。

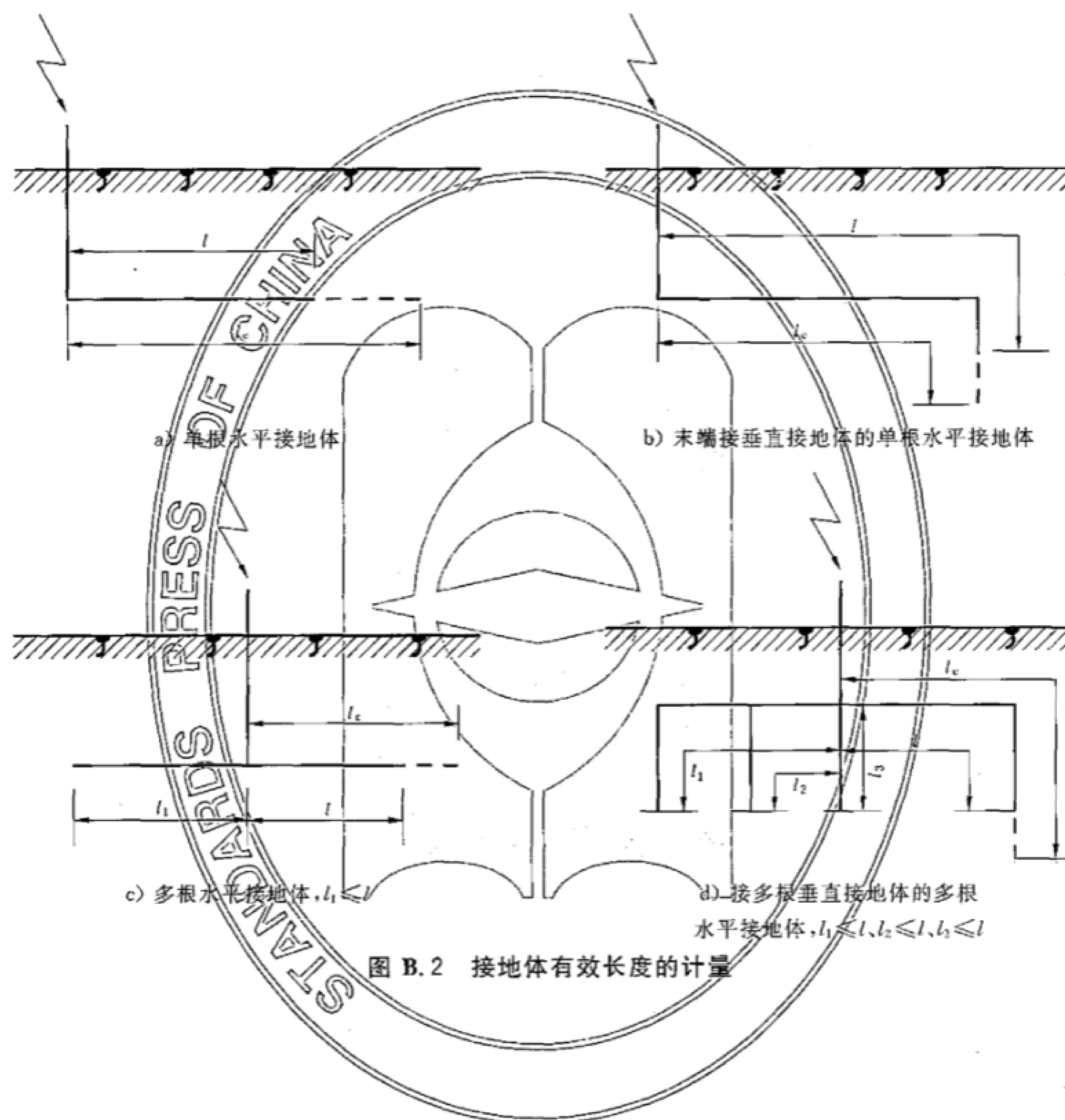
(3) 大环法

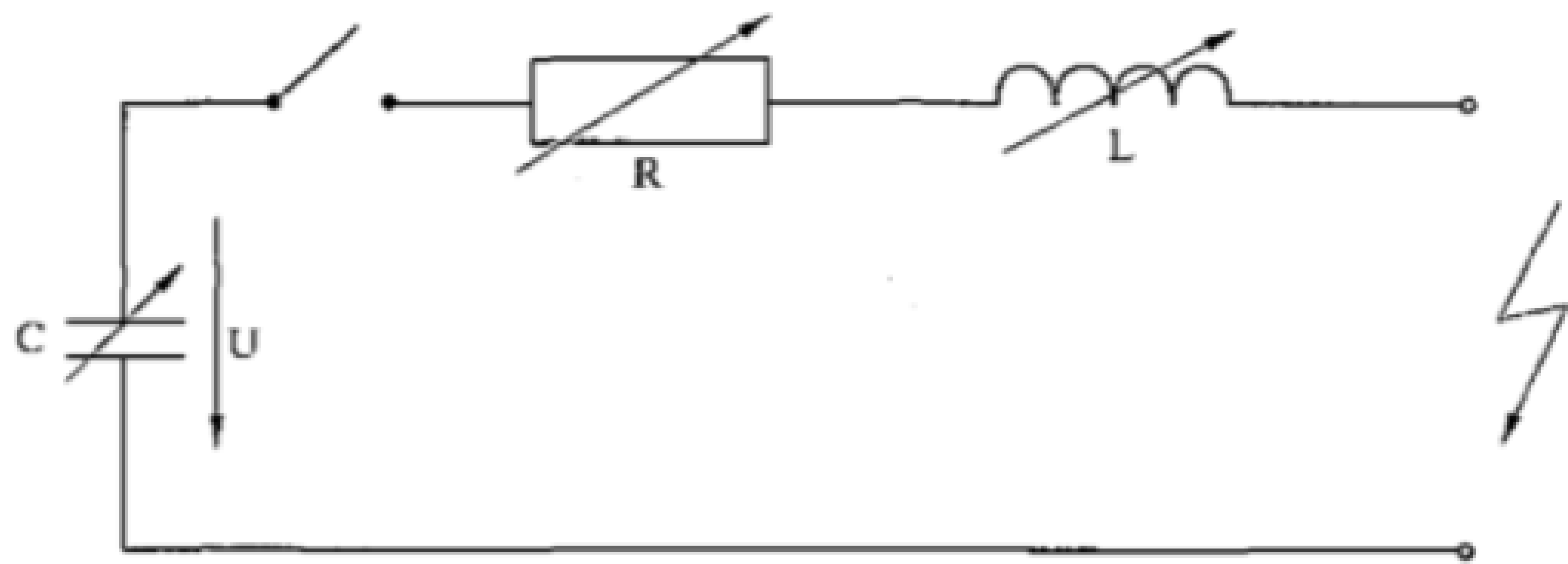
GB/T 12190 规定了屏蔽室屏蔽效能的测量方法,主要适用于各边尺寸在 1.5 m~15 m 之间的长

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.3.2 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应为以接地体的实际长度算出工频接地电阻再除以 A 值。

B.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,其冲击接地电阻应为以换算系数 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。





U:电压典型值为数 10 kV;
C:电容典型值为数 10 nF。

图 C.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 $i_t(10/350\ \mu\text{s})$ 和后续雷击电流 $i_s(0.25/100\ \mu\text{s})$ 。首次雷击产生磁场 H_t ,后续雷击产生磁场 H_s ,见图 C.3 和图 C.4:

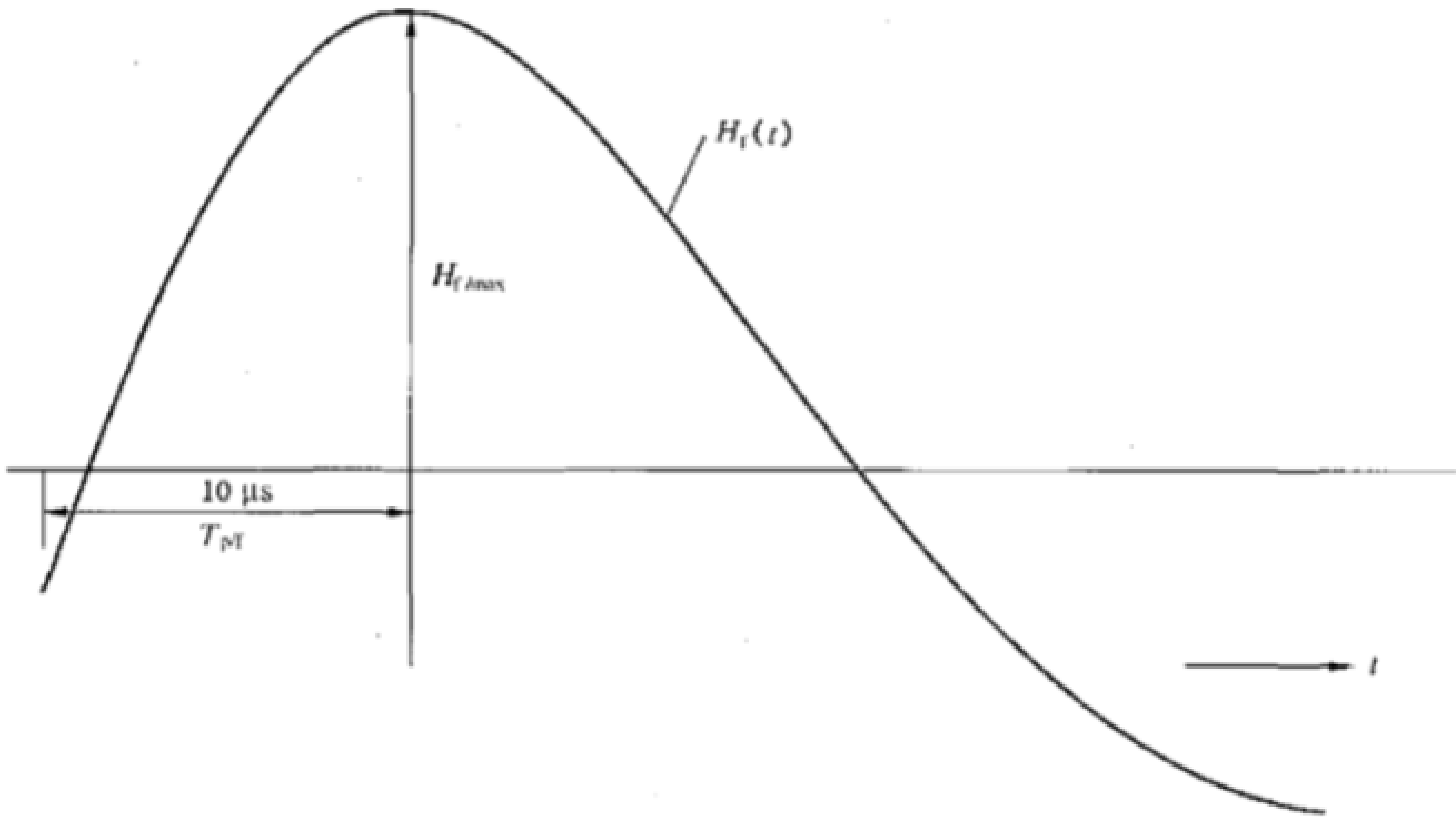


图 C.3 首次雷击磁场强度(10/350 μs)上升期的模拟

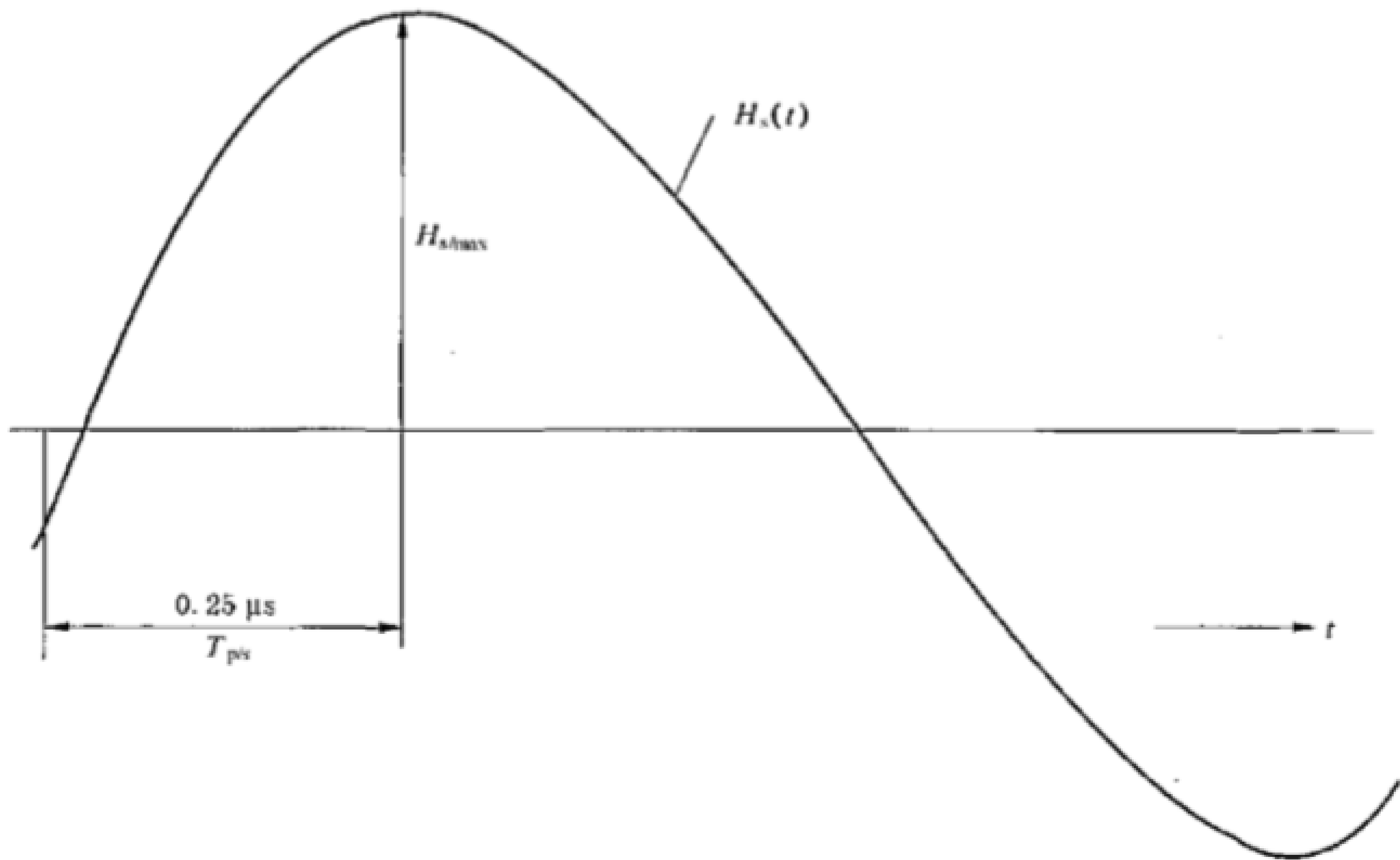


图 C.4 后续雷击磁场强度(0.25/100 μs)上升期的模拟

方形屏蔽室。

(4) 交直流高斯计法

GB/T 2887—2000 中 5.8.2“磁场干扰环境场强的测试”中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。

C.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,可用下式表示:

$$S_H = 20\lg(H_0/H_1) \dots\dots\dots (C.3)$$

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 C.2:

表 C.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

C.2 测量方法和仪器

C.2.1 雷电流发生器法

试验原理见图 C.1 所示,雷击电流发生器原理见图 C.2 所示。

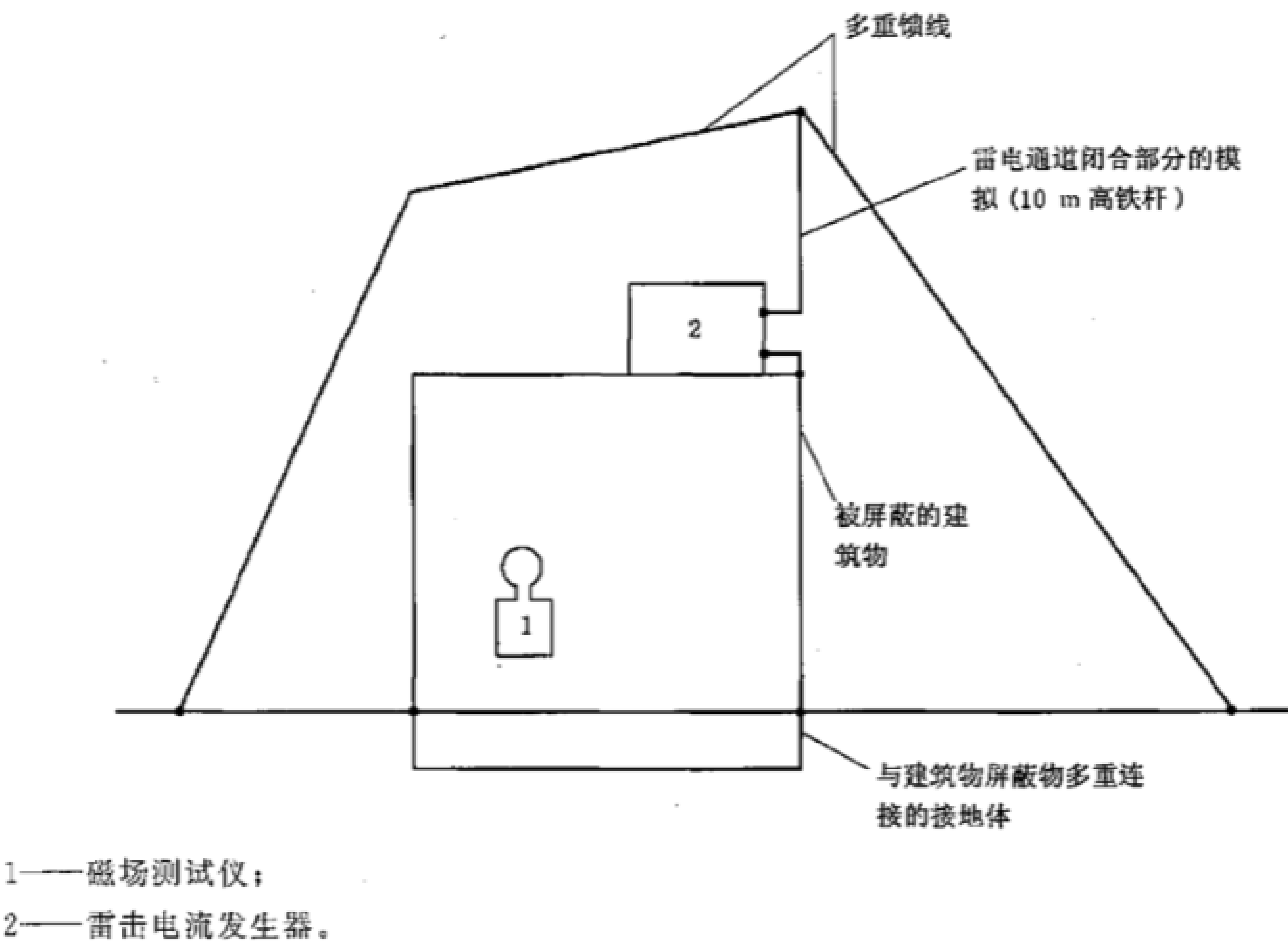


图 C.1 雷电流发生器法测试原理图

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),蔽效能为其代数差($A_1 - A_2$)。

C.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:

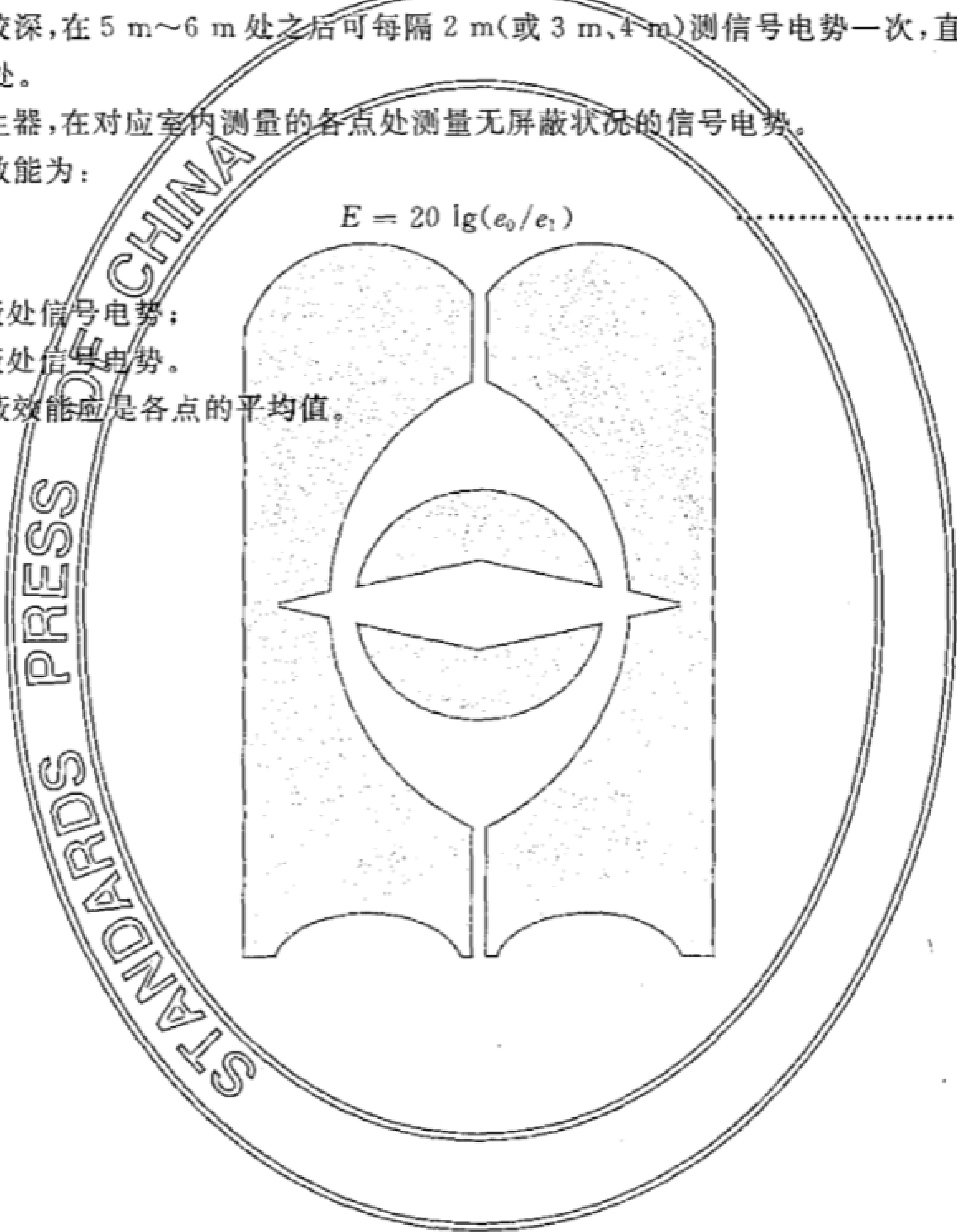
(1) 脉冲发生器置于被测墙外约 3 m 处。发生器产生模拟雷电流波头的条件,如 10 μ s、0.25 μ s 及 2.6 μ s、0.5 μ s。发生器的发生电压可达 5 kV~8 kV,电流 4 kA~19 kA。

(2) 从被测建筑物墙内 0.5 m 起,每隔 1 m 直至距内墙 5 m~6 m 处每个测点进行信号电势的测量。被测如房间较深,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。

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。
各点的屏蔽效能为:

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

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。



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_i 可用最大值 $H_{i/\max}$ (25 kHz)的阻尼振荡场和升至其最大值的上升时间 $T_{p/i}$ (10 μ s、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 μ s)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 C.3:

表 C.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 ($L \times W \times H$)	$H_{1/\max}$ (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 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。			

C.2.2 浸入法

GB/T 17626.9 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 μ s 的电流脉冲。试验过程中应从 x 、 y 、 z 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/T 17626.9。

C.2.3 大环法

GB/T 12190 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。

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如本标准附录 C.3 式。测试用天线为环形天线,并提出下列注意事项:

- (1) 在测试之前,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。
- (2) 在测试中,所有的射频电缆、电源等均应按正常位置放置。

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:

- (1) 发射环使用频段 1(100 Hz~200 kHz)的环形天线。
- (2) 当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。
- (3) 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。
- (4) 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。
- (5) 当检测仪采用高阻选频电压表时:

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

C.2.4 其他测量方法

C.2.4.1 以当地中波广播频点对应的波头作为信号源,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:

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

- (3) 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 kg~4 kg 质量的手锤。
- (4) 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。
- (5) 在测量变电站和避雷器接地极的时候, 应使用绝缘鞋、绝缘手套、绝缘垫及其他防护手段, 要采取措施使避雷器放电电流减至最小时, 才可测试其接地极。
- (6) 不要在雨后土壤较湿时进行测量。

D.2 测量方法(四点法)

D.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 D.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:

$$\rho = 4\pi aR / \left(1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4b^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}} \right) \dots\dots\dots (D.1)$$

式中:
 ρ ——土壤电阻率;
 R ——所测电阻;
 a ——电极间距;
 b ——电极深度。

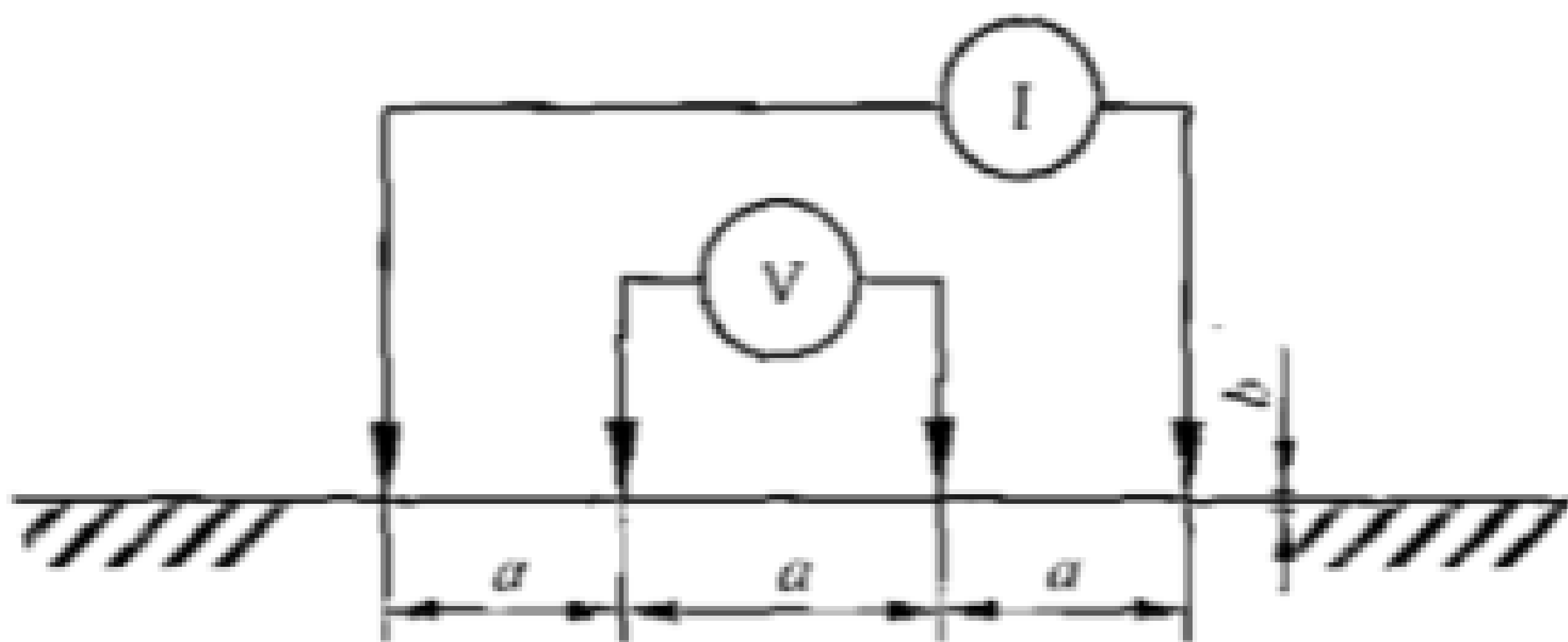


图 D.1 电极均匀布置

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:

$$\rho = 2\pi aR \dots\dots\dots (D.2)$$

D.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 40 m 以上, 采用非等距法, 其布置方式见图 D.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:

$$\rho = \pi c(c + d)R / d \dots\dots\dots (D.3)$$

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。

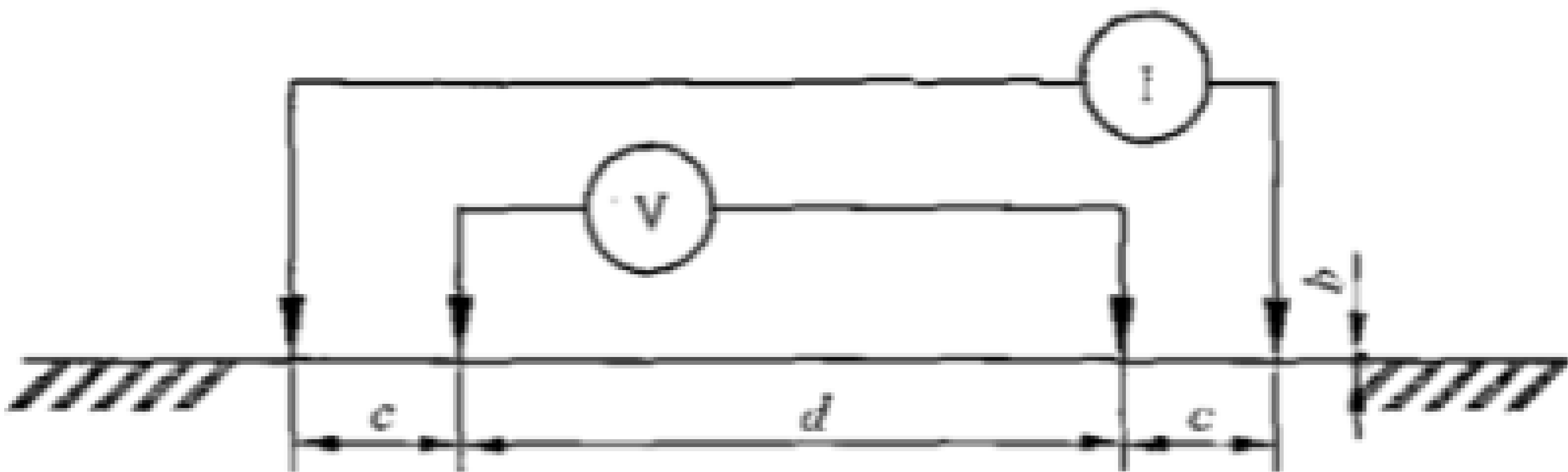


图 D.2 电极非均匀布置

附录 D
(规范性附录)
土壤电阻率的测量

D.1 总则

D.1.1 测量目的

为解决本标准中涉及到土壤电阻率 ρ 的相关规定和计算公式中的要求,附录 D 引用了 GB/T 17949.1 的相关内容。

D.1.2 一般原则

D.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 $\Omega \cdot \text{m}$ 。

D.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,同时土壤电阻率随时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。

D.1.2.3 在进行土壤电阻率测量之前,宜先了解土壤的地质期和地质构造,并参见表 D.1,对所在地土壤电阻率进行估算。

表 D.1 地质期和地质构造与土壤电阻率

土壤电阻率/($\Omega \cdot \text{m}$)	第四纪	白垩纪 第三纪 第四纪	石炭纪 三叠纪	寒武纪 奥陶纪 泥盆纪	寒武纪前 和寒武纪
1(海水)		砂质粘土 粘土 白垩	白垩 暗色岩 辉绿岩 页岩 石灰石 砂岩	页岩 石灰石 砂岩 大理石	砂岩 石英岩 板石岩 花岗岩 片麻岩
10 (特低)					
30 (甚低)					
100 (低)					
300 (中)					
1 000 (高)					
3 000 (甚高)					
10 000(特高)	表层为沙砾和 石子的土壤				

D.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。

D.1.2.5 在采用四点法测量土壤电阻率时,应注意如下事项:

(1) 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,倾斜的接地棒应避开石头的顶部。

(2) 试验引线应选用挠性引线,以适用多次卷绕。在确实引线的长度时,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。

附录 E
(资料性附录)

部分检测仪器的主要性能和参数指标

E.1 测量工具和仪器

E.1.1 尺

钢直尺:测量上限(mm):150、300、500、1 000、1 500、2 000。
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

E.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°

E.2 工频接地电阻测试仪

测量范围:0~1 Ω
0~10 Ω
0~100 Ω
最小分度值:0.01 Ω
0.1 Ω
1 Ω

E.3 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 E.1。

表 E.1 土壤电阻率测试仪主要参数指标

测量范围/(Ω·m)	分辨率/(Ω·m)	精 度
0~19.99	0.01	$\pm(2\%+2\pi a\cdot 0.02\ \Omega);$ $\frac{\rho}{2\pi a}\leq 19.99\ \Omega$
20~199.9	0.1	
200~1999	1	
$2\times 10^3\sim 19.99\times 10^3$	10	$\pm(2\%+2\pi a\cdot 0.2\ \Omega);$ $19.99\frac{\rho}{2\pi a}\leq 199.9\ \Omega$
$20\times 10^3\sim 199.9\times 10^3$	100	

E.4 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 E.2。

D.3 测量数据处理

D.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。

D.3.2 根据需要采用非等距法测量,测量电极间距可选择 40、50、60(m)。按公式 D.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 Lan-
neaste-Jones)法判断在出现曲率转折点时,即是下一层土壤,其深度为所对应电极间距的 2/3 处。

D.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:

$$\rho = \psi \rho_0 \dots\dots\dots (D.4)$$

式中:
 ρ_0 ——所测土壤电阻率;
 ψ ——季节修正系数,见表 D.2。

表 D.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	1.36	1.2
砂砾盖以陶土	0~2	1.8	1.2	1.1
园地	0~3		1.32	1.2
黄沙	0~2	2.4	1.56	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	1.51	1.2
注: ψ_1 ——在测量前数天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。				

D.4 测量仪器

可按 GB/T 17949.1—2000 中第 12 章测量仪器的规定选用下列任一种仪器:

- a) 带电流表和高阻电压表的电源;
- b) 比率欧姆表;
- 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。

表 E.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)	0.2 V	0.1 mV	$\pm(0.8\%+2d)$
	2 V	1 mV	
	20 V	10 mV	
	200 V	100 mV	
	400 V	1 000 mV	
交流电压(a. c)	200 V	0.1 V	$\pm(1.5\%+10d)$
	400 V	1 V	
	750 V	10 V,	
电流(a. c 或 d. c)	10 A	1 mA	$\pm(0.5\%+30d)$
电阻	30 M Ω	1 Ω	$\pm(0.1\%+5d)$

E.8 压敏电压测试仪

压敏电压测试仪主要参数指标见表 E.6:

表 E.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 _{1 mA} 下 漏电流量程	漏电流测试 允许误差	漏电流分辨率
0~1 700 V	$\leq\pm(2\%+1d)$	5 μ A	0.1 μ A~199.9 μ A	$\leq 2 \mu\text{A}\pm 1d$	0.1 μ A

E.9 电磁屏蔽用测试仪

电磁屏蔽用测试仪主要参数指标见表 E.7:

表 E.7 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
0.15 MHz~1 GHz	-100 dBm~20 dBm	$\pm 1 \text{ dBm}(80 \text{ MHz})$

表 E.2 毫欧表参数指标

测量范围/mΩ	分辨率/ mΩ	测量电流/A	精度
0~19.9	0.01	0.1	±(0.1%+3 <i>d</i>)
20~200	0.1	0.1	±(0.1%+2 <i>d</i>)

E.5 绝缘电阻

E.5.1 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 μs 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。

E.5.2 兆欧表或绝缘电阻测试仪主要参数指标见表 E.3

表 E.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/MΩ	延长量限/ MΩ	准确度等级
100	0~200	500	1.0
250	0~500	1 000	1.0
500	0~2 000	∞	1.0
1 000	0~5 000	∞	1.0
2 500	0~10 000	∞	1.5
5 000	2×10 ³ ~5×10 ³		1.5

E.6 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 E.4:

表 E.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	±(2%+3 <i>d</i>)
20.0~199.9	0.1	
200~1 999	1	

E.7 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 E.5:

F.2.2.3.1 土壤电阻率估算值可根据表 D.1 选取填入相应的栏内。

F.2.2.3.2 为防止地电位反击,第一类防雷建筑物的独立地检测数值可分别填入对应的栏内,如独立地超过 6 处,栏目不够时可另加纸。

F.2.2.3.3 两相邻接地装置的电气连接检测应按本标准 5.4.2.2 的规定执行,并将阻值填入相应的栏内,同时确认是否为电气导通。

F.2.2.3.4 共用接地系统由两个以上地网组成时,应分别填入第一,第二地网栏内,只有一个地网时,只填第一地网,并填明地网材料、网格尺寸和所包围的面积及测得的接地电阻值。

F.2.2.4 防侧击装置。

当被检建筑物需防侧击时,应进行防侧击装置检测并填入表 2 相应栏内。

F.2.2.5 外部防雷装置检测综评

在完成了外部防雷装置检测后,检测员(负责人)应就外部防雷装置是否符合本标准的有关规定进行综评,同时可提出整改意见。

F.2.3 磁场强度和屏蔽效率的检测(表 F.3)

F.2.3.1 建筑物格栅形大空间屏蔽

F.2.3.1.1 本栏适用于建筑物为钢筋混凝土(或砖混)结构,同时按闪电直接击在位于 LPZ0A 区格栅形大空间屏蔽上的最严重的情况下计算建筑物内 LPZ1 区内 V₁ 空间某点的磁场强度 H_1 。由于首次雷击产生的磁场强度大于后续雷击产生的磁场强度,本栏只对首次雷击产生的磁场强度进行计算。

F.2.3.1.2 H_1 值计算可按实际需要计算的 A、B、C 各点所在位置,分别将 d_w (该点距 LPZ1 区屏蔽壁的最短距离/m), d_t (该点距 LPZ1 区屏蔽顶的最短距离/m) 填入表格中, i_0 取(200 000 A/一类、150 000 A/二类、100 000 A/三类)、 w 取屏蔽层(建筑物主钢筋)网格尺寸/m,代入公式 $H_1 = 0.01 \times i_0 \times w / (d_w \times \sqrt{d_t})$ 计算。

F.2.3.1.3 对处于 LPZ2 区内各点(如 D 点、E 点)的磁场强度 H_2 计算应按 $H_2 = H_1 / 10^{SF/20}$ 公式计算,其中屏蔽系数应按 GB 50057—1994 中表 A.6.3.2 中 25 kHz 栏选取,其中要代入不同金属材料的半径值(m)。

F.2.3.2 磁场强度的实测

磁场强度采用仪器实测时,可将相关数据填入对应表格中。

F.2.3.3 综合评估

在对被保护设备所在位置进行磁场强度计算或实测后,应查明该位置上设备电磁兼容的磁场强度耐受值。并进行防护安全性的评估。

F.2.4 等电位连接测试(表 F.4)

F.2.4.1 大尺寸金属物的等电位连接

大尺寸金属物是指:设备、管道、构架、电缆金属外皮、钢屋架、钢门窗、金属广告牌、玻璃幕墙的支架、擦窗机、吊车、栏杆、放散管和风管等物。其等电位连接检测应符合本标准 5.7.2.1 的要求。

F.2.4.2 平行敷设长金属物的等电位连接

平行敷设的管道、构架和电缆金属外皮等长金属物,其净距小于规定值时,应按本标准 5.7.2.2 的规定进行检测。

F.2.4.3 长金属物的弯头等连接检查

第一类防雷建筑物中长金属物连接处,如弯头、阀门、法兰盘的连接螺栓少于 5 根时,或虽多于 5 根但处于腐蚀环境中时,应用金属线跨接。应按本标准 5.7.2.3 的规定进行检测。

F.2.4.4 信息技术设备等电位连接检测

F.2.4.4.1 信息技术所在空间(如计算机房)的概况含:房间在建筑物中的位置(含是否在顶层、是否处于其他房间中央等),房间的长、宽、高度,是否有防静电地板,设备数量和布置等。

F.2.4.4.2 如信息技术设备的系统相对较小,采用了星型连接结构(S 型),应按本标准 5.7.1.4 和

附录 F

(资料性附录)

防雷装置检测业务表格式样

F.1 表 F.1~F.6 给出了防雷装置检测业务表格的式样。

F.2 填写表 F.1~F.6 的注意事项

F.2.1 受检单位基本情况(表 F.1)

F.2.1.1 受检单位基本情况和防雷类别确定

受检单位基本情况包括:单位名称性质(办公、厂矿、住宅、商贸、医疗等),建(构)筑物长、宽、高,储存爆炸物质、易燃物质情况等。然后按本 GB 50057 中的规定确定其防雷类别。

当受检单位建筑物可同时划为第二类 and 第三类防雷建筑物时,应划为第二类防雷建筑物。

当受检单位在同一地址有多处建筑物时,表 F.1 只需填写一份;当受检单位在不同地址有多处建筑物时,表 F.1 应按不同地址填写,并归纳到同一档案编号之中。

当一座建筑物中兼有第一、二、三类防雷建筑物时,应按 GB 50057—1994 中第 3.5.1 和第 3.5.2 的规定确定防雷类别。

F.2.1.2 高压供电和低压配电基本情况内容

高压供电应查明架空、埋地形式,架空时是否有防雷措施(避雷线、避雷器、塔杆接地状况等),输电电压值等。

低压配电应查明变压器的防雷措施,低压配电接地形式,低压供电线路的敷设方法,总配电柜(盘)、分配电盘的位置等。

F.2.1.3 保护对象基本情况内容

应查明受检单位防雷装置的主要保护对象(如:人、建筑物、重要管道、电气和信息技术设备),特别应查明被保护设备的耐用冲击电压额定值。

F.2.1.4 防雷装置设置基本情况

指外部防雷装置和内部防雷装置中 SPD 的设置情况,屏蔽如有专用屏蔽室时可作说明,一般情况下屏蔽与等电位连接情况均在具体检测表格中填写。

F.2.1.5 其他情况

其他需调查说明的情况,如防雷区的划分等可填入“其他情况”栏中。

F.2.2 外部防雷装置的检测(表 F.2)

F.2.2.1 接闪器检查

F.2.2.1.1 接闪器不止一种时,应分别填入“接闪器(一)”、“接闪器(二)”栏中,栏目不够时可另加纸。

F.2.2.1.2 接闪器形式可按实际填入,如避雷针、网、带、线(网应标明网格尺寸)、金属屋面、金属旗杆(栏杆、装饰物、广告牌铁架)、钢罐等,应说明是否暗敷。

F.2.2.1.3 检查安装情况见本标准 5.2.2 的规定。

F.2.2.1.4 首次检测时应绘制接闪器布置平面图和保护范围计算过程及各剖面图示。

F.2.2.1.5 第一类防雷建筑物架空避雷线与风帽、放散管之间距离填入“安全距离”栏内。

F.2.2.2 引下线检查和测量

F.2.2.2.1 引下线检测应符合本标准 5.3 的要求,并填入相应栏内。

F.2.2.2.2 备注栏

凡表格中未包含的项目,如第一类防雷建筑物与树木的距离,避雷带跨越伸缩缝的补偿措施、接闪器上有无附着的其他电气线路、接闪器和引下线的防腐措施等。

F.2.2.3 接地装置的检测

表 F.2 防雷装置检测原始记录表
外部防雷装置的检测

页数 共 页

接闪器 (一)	形式(针、网、带)												
	架设高度及位置												
	检查	材料						规格尺寸					
		安装											
		电气连接											
		安全距离											
		保护范围											
接闪器 (二)	形式(针、网、带)												
	架设高度及位置												
	检查	材料						规格尺寸					
		安装											
		电气连接											
		安全距离											
		保护范围											
引下线	形式(明、暗敷)												
	主材及规格尺寸												
	引下线根数及间距												
	断接卡及保护措施												
	安装情况检查												
	引下线各测点工频接地电阻值测量												
	测点编号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	工频电阻(Ω)												
	测点编号		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	工频电阻(Ω)												
	引下线	测点编号		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
工频电阻(Ω)													
备注													

- 5.7.2.10的要求对 ERP 处及信息设备的所有金属组件进行连接过渡电阻和绝缘电阻的测试。
- F.2.4.4.3 如信息系统较大,采用了网型连接结构(M 型),应按本标准 5.7.1.4 和 5.7.2.10 的要求进行检测和测试。
- F.2.5 电涌保护器(SPD)检测(表 F.5)
- F.2.5.1 连接至低压配电系统的 SPD 第一级可安在建筑物入口处的配电柜上或与屋面电气设备相连的配电盘上,第二级可安在各楼层的配电箱上。
- F.2.5.2 SPD 的检测应符合本标准 5.8 的规定。
- F.2.5.3 表中 U_c 值应根据生产厂提供的数据抄入,同时应按本标准中表 4 的要求进行检查。表中 I_{imp} 值或 I_n 值应根据生产厂提供的数据抄入,同时应按本标准 5.8.2 的要求进行检查。
- F.2.5.4 除 U_c 和 I_{imp} 或 I_n 值外,表中其他各栏需进行实测,并按本标准 5.8 的规定检查是否合格。
- F.2.5.5 连接至电信和信号网络的 SPD 的检测,与连接至低压配电系统的 SPD 基本相同,其中标称频率范围和插入损耗值应按生产厂提供的数据抄入。

表 F.1 防雷装置检测原始记录表
受检单位基本情况

检测日期: 档案编号: 页数 共 页

单位名称		地址	
联系部门		联系人	
联系电话		邮编	
受检单位基本情况和防雷类别确定			
受检单位高压供电和低压配电基本情况			
受检单位主要防雷保护对象和电气、信息设备基本情况			
受检单位防雷装置设置基本情况及雷灾历史			
其他情况(LPZ 划分等)			

表 F.2(续)

页数 共 页

防侧击 装置	均压环的构成形式				
	均压环的间距/m				
	钢构架和主钢筋的连接				
	外墙栏杆、金属门窗和主钢筋的连接				
检测 仪器 设备	编号	仪器名称	仪器型号	仪器号	仪器检定有限期
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	11				
12					
外部防雷 装置检测 综评					
检测员：				校核人	
检测日期	天气状况				

表 F.2(续)

页数 共 页

土壤电阻率	土壤性质(构造)												
	土壤电阻率估算值												
	测试深度和方法												
	测试值												
	季节修正系数		修正值										
独立地检测	测点编号		1	2	3	4	5	6					
	空气中距离/ S_{a1}												
	地中距离/ S_{d1}												
	接地工频电阻												
	接地冲击电阻/ R_i												
	被保护物高度/ h_x												
	合格判定												
接地装置	架空金属管道接地电阻值												
	架空线金具接地电阻值												
	两相邻接地装置电气连接												
	共用接地系统检测	共地网的组成											
		第一地网构成							地阻值				
		第二地网构成							地阻值				
		第三地网构成							地阻值				
	人工接地体的检测	人工水平接地体构成											
		人工重直接地体构成											
		防跨步电压措施											
工频接地电阻与冲击接地阻抗换算	测量编号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	工频电阻												
	冲击阻抗												
	测点编号		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	工频电阻												
	冲击阻抗												
	测点编号		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
	工频电阻												
冲击阻抗													
备 注													

表 F.4 防雷装置检测原始记录表
等电位连接测试表

页数 共 页

大尺寸金属物连接	序号	连接物名称	外观检查	连接导体的材料和尺寸	连接过渡电阻值/ Ω
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	11				
平行敷设长金属物连接	序号	长金属物名称和净距	跨接状况	跨接导体的材料和尺寸	跨接过渡电阻值/ Ω
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
长金属物的弯头等连接	序号	检查对象名称及位置	螺栓根数	跨接导体的材料和尺寸	跨接过渡电阻值/ Ω
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				

表 F.3 防雷装置检测原始记录表
磁场强度和屏蔽效率的检测

页数 共 页

建筑物的 格栅 形屏蔽	磁场强度 H_1 值	A 点所在位置:								
		d_r 值/m				d_w 值/m				
		$H_1 = 0.01 \times i_0 \times w / (d_w \times \sqrt{d_r})$								
		B 点所在位置:								
		d_r 值/m				d_w 值/m				
		$H_1 = 0.01 \times i_0 \times w / (d_w \times \sqrt{d_r})$								
		C 点所在位置:								
		d_r 值/m				d_w 值/m				
	$H_1 = 0.01 \times i_0 \times w / (d_w \times \sqrt{d_r})$									
	磁场强度 H_2 值	D 点所在位置:								
		屏蔽材料				材料半径				
		$H_2 = H_1 / 10^{SF/20}$								
E 点所在位置:										
屏蔽材料				材料半径						
$H_2 = H_1 / 10^{SF/20}$										
磁场强度 实测	各点 实测值	位置编号	A	B	C	D	E	F	G	
		$H/(A/m)$								
		S_H/dB								
使用仪器说明:										
磁场强度 检测综评										
检测员:						校核人				
检测日期					天气状况					

表 F.5 防雷装置检测原始记录表
电涌保护器(SPD)检测表

页数 共 页

连接至低压配电系统的 SPD 检测										
级别	第一级		第二级				第三级			
编号	1	2	1	2	3	4	1	2	3	4
安装位置										
产品型号										
安装数量										
U_c 标称值										
检查电流 I_{imp} 或 U_{oc}										
U_p 检查值										
脱离器检查										
I_{ic} 测试值										
U_{1mA} 测试值										
状态指示器										
引线长度										
连线色标										
连线截面/mm ²										
过渡电阻/ Ω										
过电流保护										

表 F.4(续)

页数 共 页

LPZ0 与 LPZ1 连接	序号	连接物名称和位置	外观检测	连接导体的材料和尺寸				连接过渡电阻/ Ω				
	1											
	2											
	3											
	4											
	5											
LPZ1 与 LPZ2 连接	序号	连接物名称和位置	外观检测	连接导体的材料和尺寸				连接过渡电阻/ Ω				
	1											
	2											
	3											
	4											
信息技术 设备连接	信息设备(机房)概况:											
	星型结构(S型)概况:											
	星型结构检查											
	网型 结构 检查	网格尺寸/m					材料和尺寸					
		连接点序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		相邻点间距/m										
连接过渡电阻/ Ω												
检测 综 评	设备连接电阻/ Ω											
检测员				校核人								
检测日期						天气状况						

表 F.5(续)

页数 共 页

连接至电信和信号网络的 SPD 检测								
编号	1	2	3	4	5	6	7	8
安装位置								
产品型号								
安装数量								
U_c 标称值								
电流 I_{imp} 或 I_n								
U_p 检查值								
绝缘电阻值								
I_{sc} 测试值								
U_{1mA} 测试值								
引线长度								
连线色标								
连线截面/mm ²								
过渡电阻/ Ω								
标称频率范围								
线路对数								
插入损耗								
检测仪器设备	编号	仪器名称		仪器型号	仪器号	仪器检定有效期		
	1							
	2							
	3							
检测综评：								
检测员					校核人			
检测日期				天气状况				

附录 H
(规范性附录)
本规范用词说明

H.1 执行本规范条文时,对于要求严格程度的用词说明如下,以便在执行中区别对待:

H.1.1 表示很严格,非这样做不可的用词:

正面词采用“必须”;

反面词采用“严禁”。

H.1.2 表示严格,在正常情况下均应这样做的用词:

正面词采用“应”;

反面词采用“不应”或“不得”。

H.1.3 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的用词:

正面词采用“宜”或“可”;

反面词采用“不宜”。

H.2 条文中指明必须按其他有关标准和规范执行的写法为“应按……执行”或“应符合……要求或规定”。

附 录 G
(资料性附录)
检测中常见问题处理

G.1 防雷装置电气通路和工频接地电阻的检测

当引下线暗敷且未设断接卡而与接地装置直接连接时,可在引下线与接地装置不断开的情况下对防雷装置电气通路和工频接地电阻值进行检测。其检测方法是:

G.1.1 当被测建筑物是用多根暗敷引下线接至接地装置时,应根据建筑物防雷类别所规定的引下线间距(一类 12 m、二类 18 m、三类 25 m)在建筑物顶面敷设的避雷带上选择检测点,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。

G.1.2 当接地极 G' 和电流极 C 之间的距离大于 40 m 时,电位极 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 10m,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,则应将电位极 P 插于 G' 与 C 的中间位置。

G.1.3 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。

G.1.4 当建筑物周边为岩石或水泥地面时,可将 P 、 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。

G.1.5 在测量过程中由于杂散电流、工频漏流、高频干扰等因素,使接地电阻表出现读数不稳定时,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表检测,以提高其抗干扰的能力。

G.1.6 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。

G.1.7 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表二极法测量。

G.1.8 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。

G.2 土壤电阻率(ρ)的测量可按照 GB/T 17949.1 规定的方法进行,见附录 D(规范性附录)。

G.3 电源线、综合布线系统缆线的最小净距,电、光缆暗管敷设与其他管线最小净距的距离要求应符合 GB/T 50312—2000 中表 5.1.1-1 和表 5.1.1-2 的要求。