



中华人民共和国国家标准

GB/T 21714.4—2008/IEC 62305-4:2006

雷电防护 第4部分:建筑物内电气和电子系统

Protection against lightning—
Part 4: Electrical and electronic systems within structures

(IEC 62305-4:2006, IDT)

2008-04-24 发布

2008-11-01 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

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准

雷电防护

第4部分:建筑物内电气和电子系统

GB/T 21714.4—2008/IEC 62305-4:2006

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号

邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 4.25 字数 124 千字

2008年7月第一版 2008年7月第一次印刷

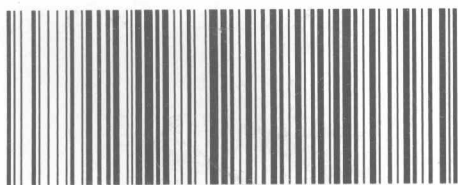
*

书号:155066·1-32018 定价 42.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533



GB/T 21714.4-2008

前 言

GB/T 21714《雷电防护》由下列 4 部分组成:

- 第 1 部分:总则;
- 第 2 部分:风险管理;
- 第 3 部分:建筑物的物理损坏和生命危险;
- 第 4 部分:建筑物内电气和电子系统。

本部分为 GB/T 21714 的第 4 部分,等同采用 IEC 62305-4:2006《雷电防护 第 4 部分:建筑物内电气和电子系统》(英文版)。

本部分的附录 A~附录 D 均为资料性附录。

本部分由全国雷电防护标准化技术委员会提出并归口。

本部分负责起草单位:清华大学。

本部分参加起草单位:中国铁道科学研究院、广东省防雷中心、天津市中力防雷技术有限公司。

本部分主要起草人:何金良、邱传睿、胡军、陈水明、曾嵘、黄智慧、谷山强、陈未远、王晶晶、李雨、孙巍巍。

本部分为首次发布。

引 言

雷电作为危害源,是一种高能现象。闪电释放数百兆焦耳的能量。与建筑物内电气和电子系统中的敏感电子设备所能耐受的毫焦耳数量级的能量相比,无疑很有必要另加防护措施去保护这些设备。

GB/T 21714 的本部分起因于雷电电磁作用导致电气和电子系统失效而带来的渐增的费用。其中最重要的是那些用于数据处理和存储的电子系统,以及用于高投资、大规模、高复杂度工厂(出于成本和安全因素,这些工厂不允许生产中断)的流程控制和安全的电子系统。

如 GB/T 21714.2—2008 所规定,雷电可能在建筑物内产生不同类型的危害:

D1——由于接触电压和跨步电压引起的对生命的伤害;

D2——由于机械、热、化学和爆炸等效应引起的物理损害;

D3——由于电磁作用引起的电气与电子系统的失效。

GB/T 21714.3—2008 描述了减少物理损害和生命伤害风险的防护措施,但没有包含对电气和电子系统的防护。

因此 GB/T 21714 的第 4 部分提供了关于减少建筑物内电气和电子系统永久性失效风险的防护措施的资料。

雷电电磁脉冲(LEMP)可以由以下途径引起电气和电子系统的永久性失效:

a) 通过连接导线传输给设备的传导和感应浪涌;

b) 辐射电磁场直接作用于设备上的效应。

建筑物外部或内部都可产生浪涌:

——建筑物外部浪涌由雷击入户电线或其附近地面产生,并经电线本身传输到电气和电子系统;

——建筑物内部浪涌由雷击建筑物或其附近地面产生。

雷电电磁耦合的产生可以基于不同的机理:

——电阻性耦合(例如建筑物接地装置的接地阻抗或电缆屏蔽层电阻);

——磁场耦合(例如由于电气和电子系统中线路构成的回路或搭接导体的电感所引起);

——电场耦合(例如由于鞭状天线接受所引起);

注:通常电场耦合作用比磁场耦合作用小很多,可不予考虑。

辐射电磁场可以由以下方式产生:

——雷电通道内流过的雷电流;

——在导体中流过的部分雷电流(例如 GB/T 21714.3—2008 描述的外部 LPS 引下线中,或本部分描述的外部空间屏蔽体中的雷电流)。

目 次

前言	I
引言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 LEMP 防护措施系统(LPMS)的设计和安装	4
4.1 LPMS 设计	6
4.2 雷电防护区(LPZ)	7
4.3 LPMS 基本防护措施	7
5 接地和搭接	9
5.1 接地装置	10
5.2 搭接网络	10
5.3 搭接母排	11
5.4 LPZ 边界处的搭接	14
5.5 搭接部件的材料和尺寸	15
6 磁屏蔽和布线	16
6.1 空间屏蔽	16
6.2 内部线路屏蔽	16
6.3 内部线路布线	16
6.4 外部线路屏蔽	16
6.5 磁屏蔽的材料和尺寸	16
7 协调配合的 SPD 防护	17
8 LPMS 系统管理	17
8.1 LPMS 管理计划	17
8.2 LPMS 检查	18
8.3 维护	19
附录 A (资料性附录) LPZ 区内电磁环境评估基础	20
附录 B (资料性附录) 既有建筑物内电子系统 LEMP 防护措施的实施	36
附录 C (资料性附录) SPD 的协调配合	47
附录 D (资料性附录) 协调配合 SPD 保护的选择和安装	60
参考文献	63

雷电防护

第4部分:建筑物内电气和电子系统

1 范围

本部分提供对建筑物内电气和电子系统的雷电电磁脉冲防护系统(LPMS)的设计、安装、检验、维护和测试的资料,以减少由于雷电电磁脉冲产生的永久性失效风险。

本部分不包含对可能导致电子系统故障的雷电电磁干扰的防护。但附录A的资料也能用于评估这种骚扰。对电磁干扰的防护措施参见IEC 60364-4-44和IEC 61000系列^{[1]1)}。

本部分可以指导电气和电子系统设计者与防护措施设计者之间进行的合作,以达到最优防护效果。本部分不涉及电气和电子系统本身的具体设计。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过GB/T 21714的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB 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:过电压保护电器(IEC 60364-5-53:2001,IDT)

GB/T 16935.1—1997 低压系统内设备的绝缘配合 第1部分:原理、要求和试验(idt IEC 664-1:1992)

GB/T 17626.5—1999 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验(idt IEC 61000-4-5:1995)

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

GB/T 17626.10—1998 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡磁场抗扰度试验(idt IEC 61000-4-10:1993)

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 18802.12—2006 低压配电系统的电涌保护器(SPD) 第12部分:选择和使用导则(IEC 61643-12:2002,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 21714.1—2008 雷电防护 第1部分:总则(IEC 62305-1:2006,IDT)

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

GB/T 21714.3—2008 雷电防护 第3部分:建筑物的物理损坏和生命危险(IEC 62305-3:2006,IDT)

IEC 60364-4-44:2001 建筑物电气装置 第4-44部分:安全防护 电压骚扰与电磁骚扰的防护

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

1) 方括号中数字代表参考文献。

IEC 61000-5-2:1997 电磁兼容(EMC) 第5部分:安装和调试指南 第2节:接地和布线
ITU-T K.20:2003 电信中心通信设备抗过电压和过电流的能力
ITU-T K.21:2003 用户终端通信设备抗过电压和过电流的能力

3 术语和定义

下列术语和定义适用于 GB/T 21714 的本部分。

3.1

电气系统 electrical system

装有低压供电部件的系统。

3.2

电子系统 electronic system

装有敏感电子部件的系统,如通信设备、计算机、控制和仪表系统、无线电系统、电力电子设备等。

3.3

内部系统 internal system

建筑物内的电气和电子系统。

3.4

雷电电磁脉冲 lightning electromagnetic impulse

LEMP

雷电流的电磁效应。

注:它包括传导浪涌及辐射脉冲电磁场辐射作用。

3.5

浪涌 surges

由 LEMP 引起的,以过电压和/或过电流形态出现的瞬态波。

注:由 LEMP 引起的浪涌可来自于(局部)雷电流、设备回路的感应效应,以及位于浪涌保护器(SPD)下级的残余威胁。

3.6

额定冲击耐受电压水平 rated impulse withstand voltage level

U_w

由制造商对设备或其某一部件认定的冲击耐受电压,表征其规定的对过电压的抗击穿能力。

注:本部分仅考虑带电导体和地之间的耐受电压(GB/T 16935.1)。

3.7

雷电防护水平 lightning protection level

LPL

与概率相关的一组雷电流参数数值,其相关的最大和最小设计值不应当超过自然发生的雷电。

注:根据相关的一组雷电流参数,用雷电防护水平设计防护措施。

3.8

雷电防护区 lightning protection zone

LPZ

规定雷电电磁场环境的区域。

注:雷电防护区的区域边界并不一定是物理边界(例如墙、地板和天花板)。

3.9

LEMP 防护措施系统 LEMP protection measures system

LPMS

内部系统用来防护 LEMP 的完整防护措施系统。

3.10

格栅形空间屏蔽 grid-like spatial shield

有开孔特征的磁屏蔽。

注：对建筑物或房间，适合用建筑物的自然金属构件相互连接来实现（例如混凝土中的钢筋、金属框架和金属支撑等）。

3.11

接地装置 earth termination system

外部 LPS 的一部分，用于将雷电流传导和泄放到大地。

3.12

连接网络 bonding network

建筑物和内部系统所有导体部件（带电导体除外）与接地装置相互连接的网络。

3.13

接地系统 earthing system

由接地装置和搭接网络组成的完整系统。

3.14

浪涌保护器 surge protective device

SPD

用于限制瞬态过电压和对浪涌电流进行分流的器件，它至少包含一个非线性元件。

（GB 18802.1）。

3.15

用 I_{imp} 测试的 SPD SPD tested with I_{imp}

耐受典型波形 10/350 μ s 的部分雷电流的 SPD，要求一个相应的冲击试验电流 I_{imp} 。

注：对电力线路，合适的测试电流 I_{imp} 由 GB 18802.1 的等级 I 测试程序定义。

3.16

用 I_n 测试的 SPD SPD tested with I_n

耐受典型波形 8/20 μ s 的感应浪涌电流的 SPD，要求一个相应的冲击试验电流 I_n 。

注：对电力线路，合适的测试电流 I_n 由 GB 18802.1 的等级 II 测试程序定义。

3.17

用组合波测试的 SPD SPD tested with a combination wave

耐受典型波形 8/20 μ s 的感应浪涌电流的 SPD，要求一个相应的冲击试验电流为 I_{sc} 。

注：对电力线路，合适的组合波测试由 GB 18802.1 的等级 III 测试程序定义，规定一个内阻 2 Ω 的组合波发生器的开路电压为 U_{oc} 、波形为 1.2/50 μ s，短路电流为 I_{sc} 、波形为 8/20 μ s。

3.18

电压开关型 SPD SPD-voltage switching type

无浪涌时呈高阻抗值，但一旦响应电压浪涌时，其阻抗突然变为低值的 SPD。

注 1：用作电压开关型装置的常见器件有：放电间隙、气体放电管（GDT）、晶闸管（可控硅整流器）和三端双向可控硅。有时称这种 SPD 为“急剧短路型”SPD。

注 2：电压开关器件有不连续的电压/电流特性。

[GB 18802.1]

3.19

限压型 SPD SPD-voltage limiting type

无浪涌时呈高阻抗值，但随着浪涌电流和浪涌电压的增加，其阻抗会不断减小的 SPD。

注 1：用作非线性装置的常见器件有：压敏电阻和抑制二极管。这些 SPD 有时称为“箝位型”SPD。

注 2：限压器件有连续的电压/电流特性。

[GB 18802.1]

3.20

组合型 SPD SPD-combination type

将电压开关型组件和限压型组件组装在一起的 SPD, 根据外施电压的特性, SPD 显示出电压开关特性、限压特性或者同时具有电压开关特性和限压特性。

[GB 18802.1]

3.21

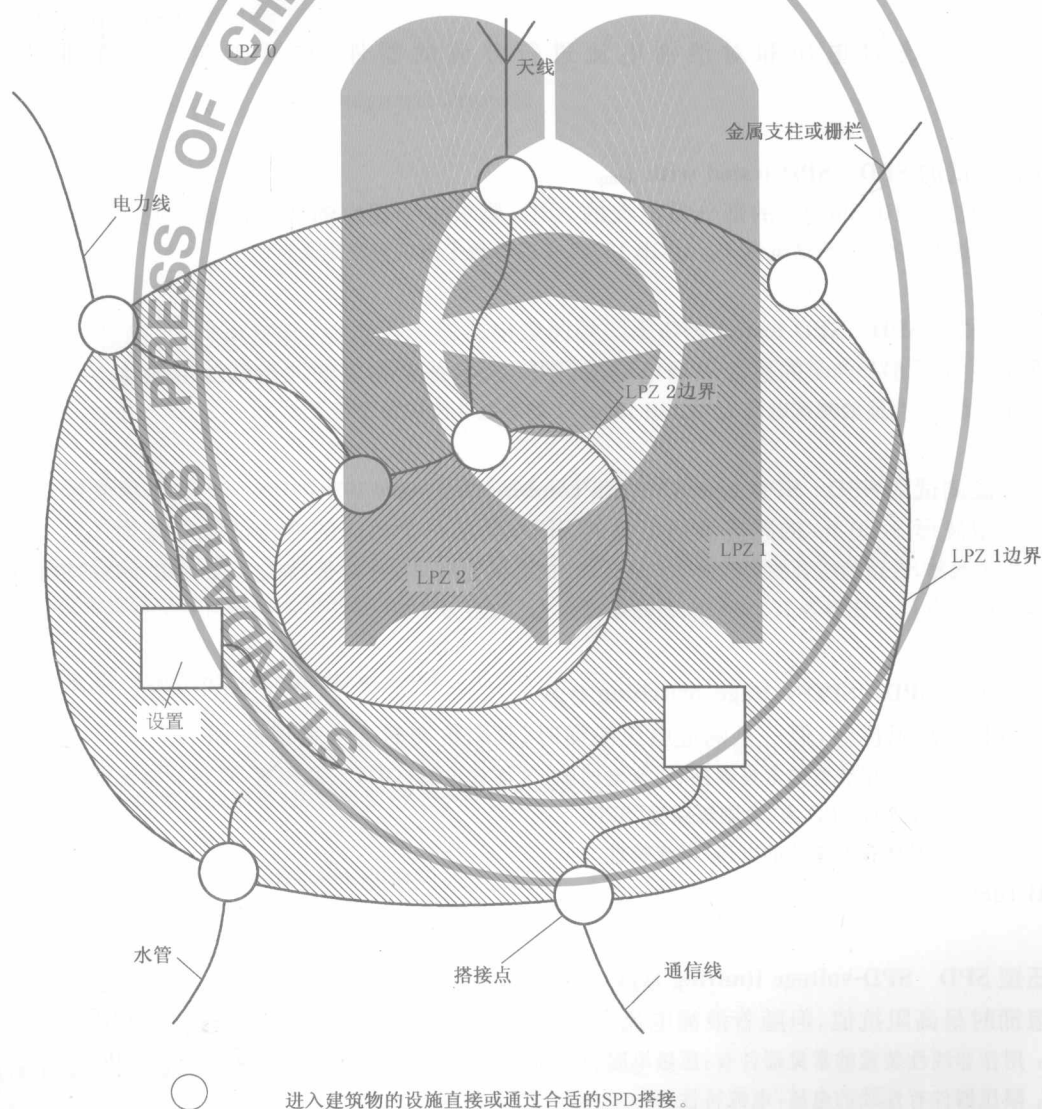
协调配合的 SPD 防护 coordinated SPD protection

一组经过适当选择、配合和安装, 用于减少电气和电子系统的 SPD。

4 LEMP 防护措施系统(LPMS)的设计和安装

雷电电磁脉冲(LEMP)会危及电气和电子系统, 因此应采取 LEMP 防护措施以避免建筑物内部的电气和电子系统失效。

对 LEMP 的防护是基于雷电防护区(LPZ)概念: 包含被保护系统的空间可划分成 LPZ。这些区域是理论上指定的空间, 某空间的 LEMP 严重程度和该空间内的内部系统的耐受水平相匹配(见图 1)。根据 LEMP 强度的显著变化划分连贯的区域。LPZ 的边界由采用的防护措施来定义(见图 2)。



注: 本图是一个建筑物划分内部 LPZ 的示例。所有进入建筑物的金属公共设施采用搭接母排在 LPZ 1 边界做搭接。同时, 进入 LPZ 2 (例如计算机机房) 的金属公共设施采用用搭接母排在 LPZ 2 边界做搭接。

图 1 划分不同 LPZ 的基本原则

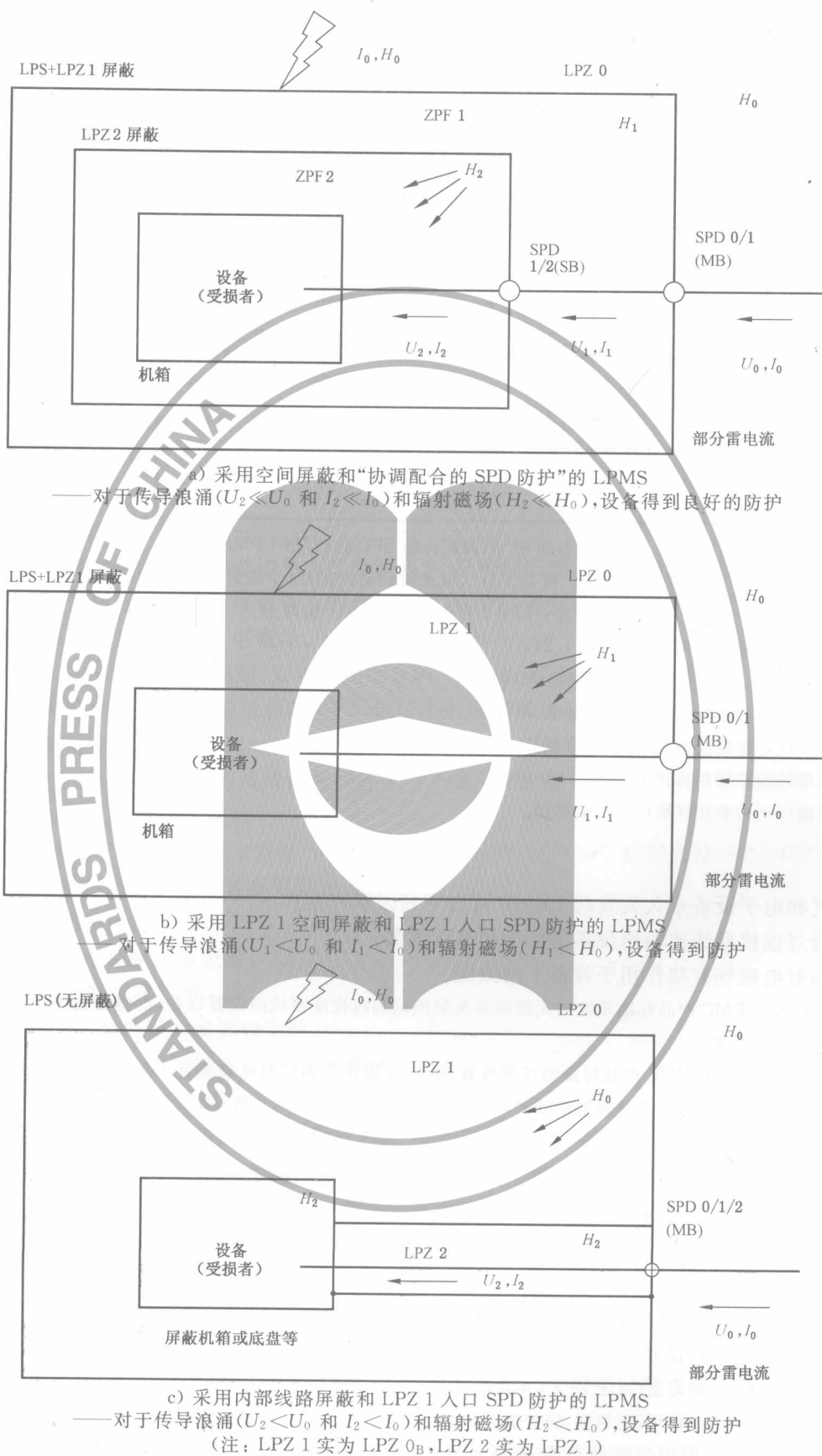
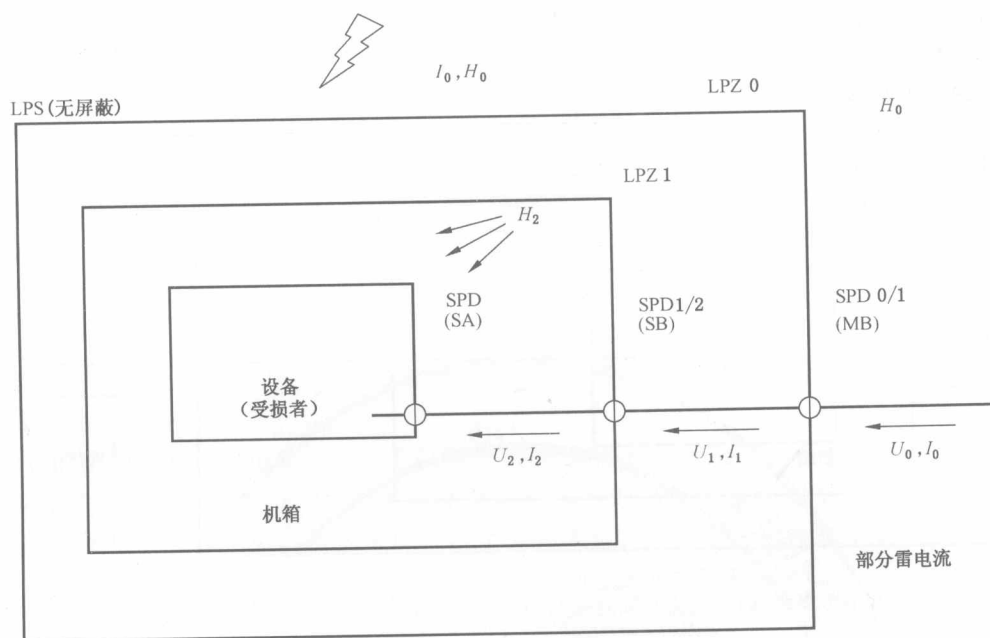


图2 LEMP 防护措施系统(LPMS)示例



d) 仅采用“协调配合的 SPD 防护”的 LPMS

——对于传导浪涌 ($U_2 \ll U_0$ 和 $I_2 \ll I_0$), 设备得到防护; 但对于辐射磁场 (H_0) 却无防护作用

(注: LPZ 1 实为 LPZ 0B, H_2 实为 H_1)

注 1: SPD 可以位于下列位置(见 D.1.2):

- LPZ 1 边界上(例如主配电盘 MB);
- LPZ 2 边界上(例如次配电盘 SB);
- 或者靠近设备处(例如电源插孔 SA)。

注 2: 详细的安装规则参阅 IEC 60364-5-53。

注 3: 屏蔽(——)和非屏蔽(——)的界面。

图 2 (续)

使电气和电子设备永久失效的 LEMP 可由下列因素产生:

- 通过连接导线传输给设备的传导和感应浪涌;
- 辐射电磁场直接作用于设备上的效应。

注 1: 符合相关 EMC 产品标准规定的无线频率发射测试和抗扰度测试的仪器设备, 电磁场直接作用于设备引起的失效可以忽略。

注 2: 对于不符合相关 EMC 产品标准的仪器设备, 附录 A 提供了如何对电磁场直接作用于仪器设备本身进行防护的资料。这些仪器设备对辐射磁场的耐受水平依据 GB/T 17626.9 和 GB/T 17626.10 选取。

4.1 LPMS 设计

通过 LPMS 设计, 可以实现设备对于浪涌和辐射电磁场的防护。以图 2 为例:

——图 2a) 所示, 一个采用了空间屏蔽和“协调配合的 SPD 防护”的 LPMS, 能对辐射电磁场和传导浪涌进行防护。格栅形空间屏蔽和协调配合的 SPD 可以将磁场和浪涌的威胁减少到较低水平。

——图 2b) 所示, LPZ 1 采用空间屏蔽和 LPZ 1 入口采用 SPD 的 LPMS, 可以使设备对辐射磁场和传导浪涌进行防护。

注 1: 对于磁场保持较高值(由于 LPZ 1 的屏蔽效果差), 或者浪涌幅度仍然很高(由于 SPD 防护水平太高及 SPD 下级线路上的感应作用)的情况, 防护效果将不够充分。

——图 2c) 所示, 采用屏蔽线路和屏蔽外壳设备的 LPMS, 可以对辐射磁场进行防护; LPZ 1 入口 SPD 将对传导浪涌进行防护。为了使浪涌威胁达到较低水平, 可能需要特殊的 SPD(例如在

内部增加协调配合的级数),以达到足够低的电压防护水平。

——图 2d)所示,使用“协调配合的 SPD 防护”体系的 LPMS,由于 SPD 只能对传导浪涌进行防护,因此仅适用于防护对辐射电磁场不敏感的设备。使用协调配合的 SPD 可以使浪涌威胁达到较低水平。

注 2: 图 2a)~图 2c)的解决方案,特别建议用于不符合相关 EMC 产品标准规定的仪器设备。

注 3: 根据 GB/T 21714.3—2008 规定、仅采用等电位搭接 SPD 的 LPS,不能防止敏感电气和电子系统失效。可以减小网眼尺寸和选择合适的 SPD 来改进 LPS,使其成为 LPMS 的有效组成部分。

4.2 雷电防护区(LPZ)

根据雷电威胁程度,定义了如下的雷电防护区 LPZ(见 GB/T 21714.1—2008):

外部区域

LPZ 0 该区域中,威胁来自于未衰减的雷电电磁场。内部系统可能遭遇全部或部分雷电浪涌电流。LPZ 0 又分为:

LPZ 0_A 该区域中,威胁来自于直击雷和全部雷电电磁场。内部系统可能遭遇全部雷电浪涌电流。

LPZ 0_B 该区域中,对直击雷进行了防护,但受到全部雷电电磁场威胁。内部系统可能遭遇部分雷电冲击电流。

内部区域(直击雷防护区)

LPZ 1 该区域浪涌电流通过边界上的分流和 SPD 得到限制。空间屏蔽能衰减雷电电磁场。

LPZ 2...*n* 该区域浪涌电流通过边界上的分流和附加 SPD 得到进一步限制。附加的空间屏蔽能用来进一步衰减雷电电磁场。

LPZ 由安装 LPMS 来实现,例如,安装协调配合的 SPD 和/或磁场屏蔽(见图 2)。根据被保护设备的编号、类型和耐受水平,可以规定适当的 LPZ,包括小的局部区域(例如设备机箱)或者大的完整区域(例如完整的建筑物空间)(见图 B.2)。

如果两个分开的建筑物由电力线或信号线连接在一起,或者为了减少所需 SPD 的数目,有必要将相同序号的 LPZ 互连起来(见图 3)。

在某些特殊情况下或者为了减少所需 SPD 的数目,也需要将一个 LPZ 扩展进另一个 LPZ(见图 4)。

对 LPZ 的电磁环境的详细计算参见附录 A。

4.3 LPMS 基本防护措施

对 LEMP 的基本防护措施包括:

——接地和搭接(见第 5 章)。

接地装置将雷电流传导并泄放到大地上。

搭接网络将最大程度地降低电位差,减少磁场。

——磁屏蔽和布线(见第 6 章)。

空间屏蔽衰减了雷电直击建筑物或其附近而在 LPZ 内部产生的磁场,并减少了内部浪涌。

使用屏蔽电缆或屏蔽电缆管道屏蔽内部线路,最大限度地减少了感应浪涌。

内部线路合理布线能够最大限度地减少感应回路,从而减小内部浪涌。

注 1: 空间屏蔽、内部线路屏蔽和合理布线可以同时使用,也可以单独使用。

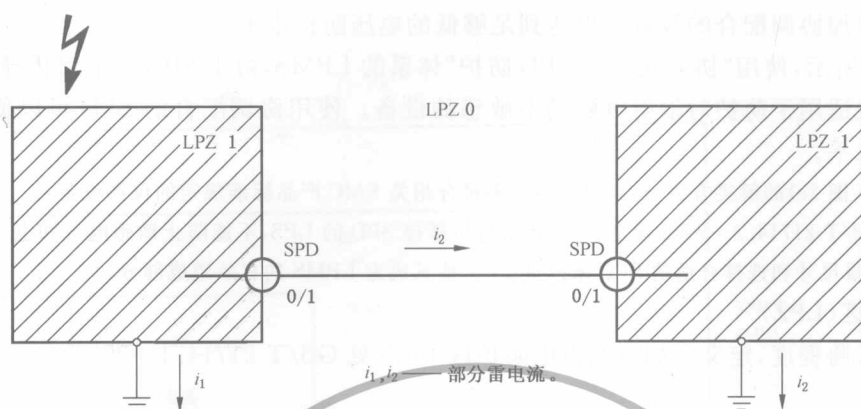
进入建筑物的外部线路屏蔽减少了传导到内部系统的浪涌。

——协调配合的 SPD 防护(见第 7 章)。

协调配合的 SPD 防护限制了外部和内部浪涌。

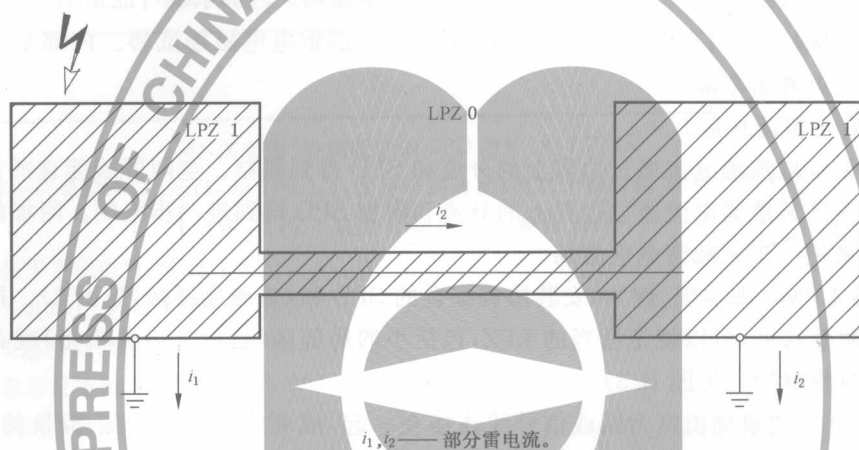
应始终确保接地和连接,特别是在进入建筑物的入口处,将每个导电设施直接或通过等电位连接的 SPD 进行连接。

注 2: 根据 GB/T 21714.3—2008 的雷电等电位搭接(EB)仅能对危险放电进行防护。根据本部分,内部系统对浪涌进行防护需要协调配合的 SPD 防护。



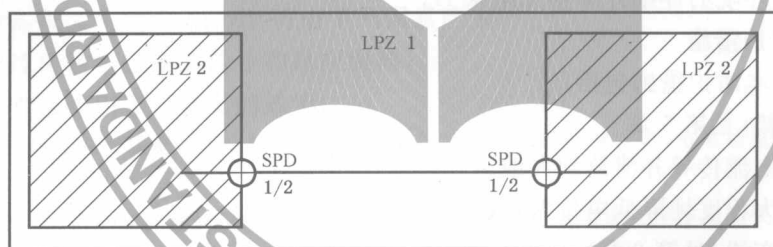
注：图 3a) 表示两个 LPZ 1 用电力线或信号线连接。应特别注意两个 LPZ 1 分别代表有独立接地系统的相距数十米或数百米的建筑物的情况。这种情况，大部分雷电流会沿着连接线流动，未被防护。

a) 采用 SPD 互连两个 LPZ 1



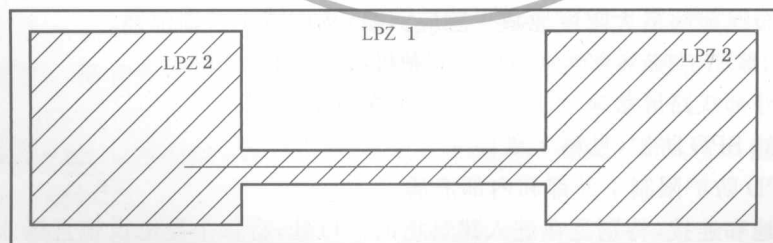
注：图 3b) 表示该问题可以利用屏蔽电缆或屏蔽电缆管道连接两个 LPZ 1 来解决，前提是屏蔽层可以携带部分雷电流。若沿屏蔽层的电压降不太大，可以免装 SPD。

b) 采用屏蔽电缆或屏蔽电缆管道互连两个 LPZ 1



注：图 3c) 表示两个 LPZ 2 用电力线或信号线连接。由于线路暴露在 LPZ 1 的威胁水平内，在进入每个 LPZ 2 时需要安装 SPD。

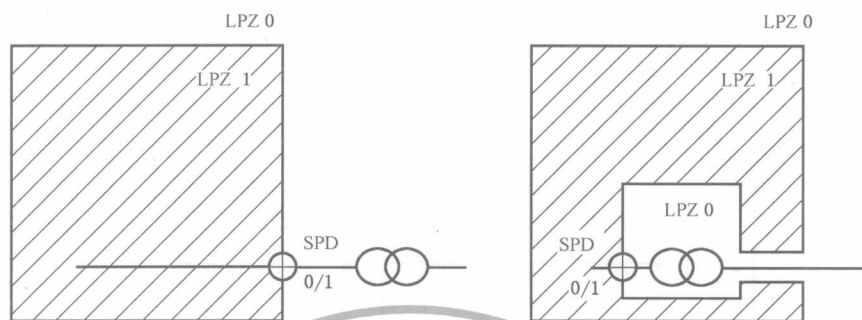
c) 采用 SPD 互连两个 LPZ 2



注：图 3d) 表示若将两个 LPZ 2 用屏蔽电缆或屏蔽电缆管道互连，可以避免干扰，并免装 SPD。

d) 采用屏蔽电缆或屏蔽电缆管道互连两个 LPZ 2

图 3 雷电防护区互连示例

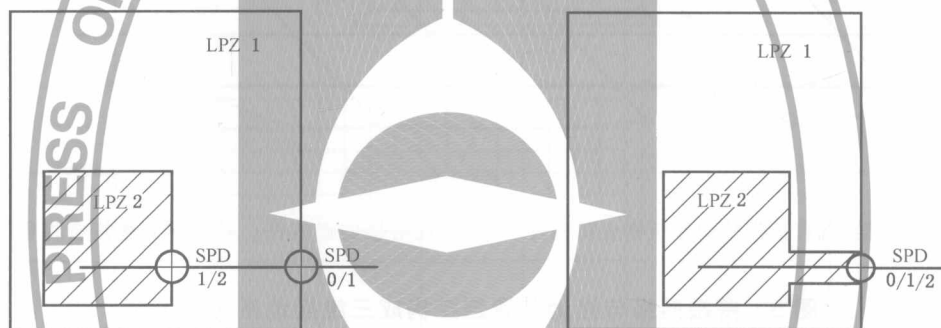


注：图 4a) 表示用变压器供电的建筑物。若变压器安装在建筑物外部，只有进入建筑物的低压线路需要用 SPD 防护。若变压器必须安装在建筑物内部，往往不允许房主在变压器高压侧采取防护措施。

注：图 4b) 表示该问题可以通过将 LPZ 0 扩展到 LPZ 1 来解决，这时仍然需要仅在低压侧加装 SPD。

a) 变压器在建筑物外部

b) 变压器在建筑物内部 (LPZ 0 扩展到 LPZ 1)



注：图 4c) 表示用电力线或信号线连接的 LPZ 2。该线路上需要两个协调配合的 SPD：一个安装在 LPZ 1 边界上，另一个安装在 LPZ 2 边界上。

注：图 4d) 表示若用屏蔽电缆或屏蔽电缆管道将 LPZ 2 扩展到 LPZ 1，线路就能够直接进入 LPZ 2，此时仅需要一个 SPD。此 SPD 能直接将威胁降低到 LPZ 2 的水平。

c) 需要协调配合的两个 SPD(0/1) 和 SPD(1/2)

d) 仅需一个 SPD(0/1/2) (LPZ 2 扩展到 LPZ 1)

图 4 扩展雷电防护区示例

其他 LEMP 防护措施可以单独或配合使用。

LEMP 防护措施应能耐受安装地点的各种工况影响(例如，温度、湿度、大气污染、震动、电压和电流的影响)。

确定选择最合适的 LEMP 防护措施，应基于 GB/T 21714.2—2008 进行风险评估，充分考虑技术和经济因素。

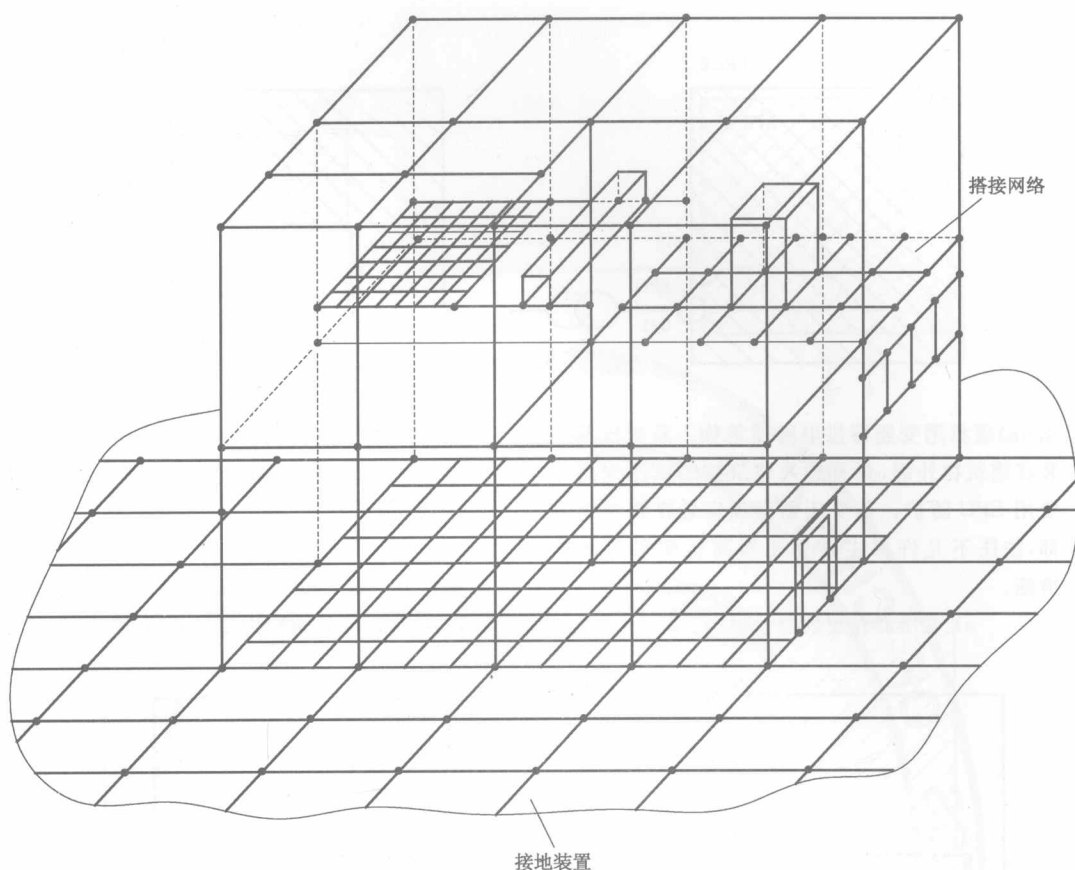
附录 B 提供了对既有建筑内电子系统实现 LEMP 防护措施的实用资料。

注 3：实现 LEMP 防护措施的进一步资料可在 IEC 60364-4-44 中找到。

5 接地和搭接

合理的接地和搭接基于一个完整的接地系统(见图 5)，它包括：

- 接地装置(将雷电流泄放到大地)；
- 搭接网络(最大程度地降低电势差，减少磁场)。



注：图中所示连接，既有被搭接的建筑物金属构件，又有实现搭接的连接件。其中部分连接会将雷电流截取、传导并泄放到大地。

图5 搭接网络与接地装置连接构成三维接地系统的示例

5.1 接地装置

建筑物接地装置应该满足 GB/T 21714.3—2008 的要求。在只有电气系统的建筑物内，可以采用 A 类接地方式，但采用 B 类接地方式更加理想。在有电子系统的建筑物内，建议采用 B 类接地方式。

建筑物周围或者在建筑物地基周围混凝土中的环形接地极，应该与建筑物下方和周围的网格形接地网相结合，网络的典型宽度为 5 m。这将大大改善接地装置的性能。如果建筑物地下室地面中的钢筋混凝土构成了相互连接良好的网格，也应每隔 5 m (典型值) 和接地装置相连接。图 6 给出了一个工厂的网格形接地装置。

对于分别与独立接地系统连接的两个内部系统，应该采取如下措施来减小两者的电位差：

- 电力电缆或信号电缆敷设在网格型钢筋混凝土管道(或金属管道)内时，在同一路径上用一些平行导体将两个接地装置连为一体；
- 使用具有足够截面积的屏蔽电缆，电缆两端分别连接两个独立接地系统。

5.2 搭接网络

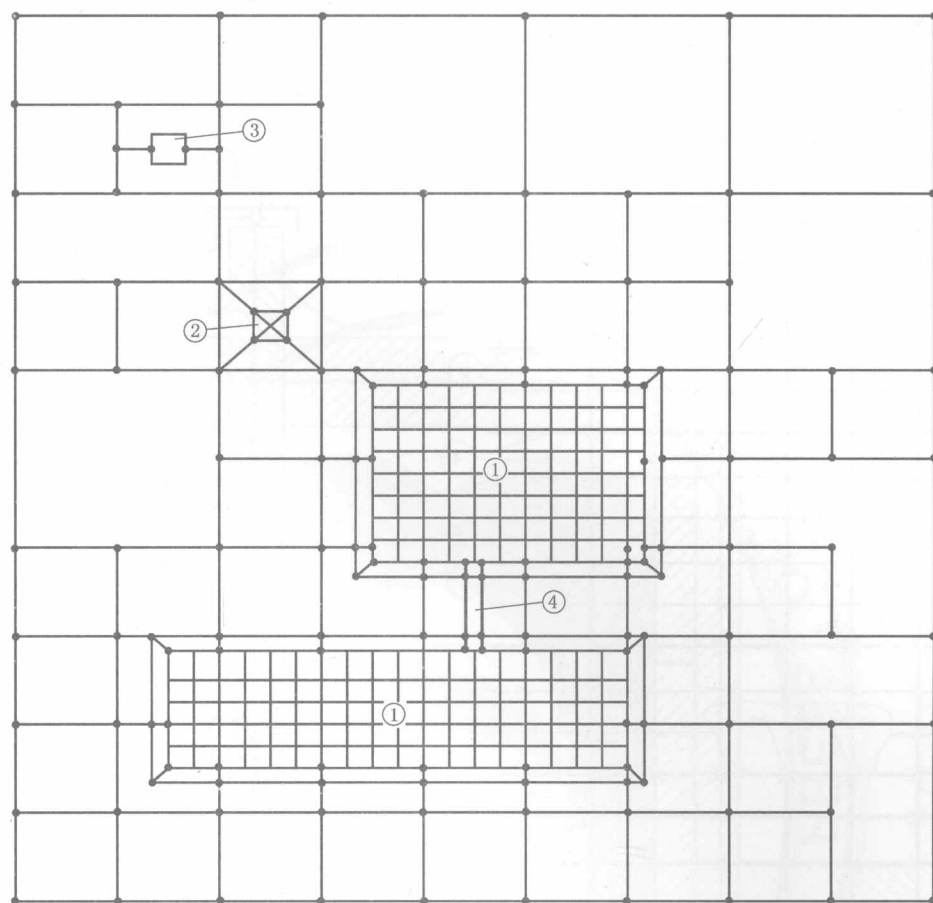
为了避免 LPZ 区域内设备内部出现危险的电位差，必须使用低阻抗的搭接网络，同时也能减小磁场(见附录 A)。

网格形的搭接网络可以由建筑物的导电部件或者内部系统的部件构成，并且在每个 LPZ 的边界将所有金属部件或导电设施直接或通过合适 SPD 进行搭接。

搭接网络可以布置成三维的网格状结构，网络的典型宽度为 5 m (见图 5)。需要对建筑物内部及建筑物上的金属部件(如混凝土钢筋，电梯导轨，吊架，金属屋顶，金属墙面，门窗的金属框架，金属地板框

架,管道和线槽)进行多重相互连接。同样需要对搭接母排(如环形母线,建筑物不同楼层间的连接母线)以及 LPZ 的磁屏蔽层进行类似的连接。

图 7 和图 8 给出了一个搭接网络的示例。



- 1——具有网格型钢筋架的建筑物;
- 2——工厂内部的塔;
- 3——孤立的设备;
- 4——电缆架。

图 6 工厂的网格型接地装置

导电部件(如机柜、机箱和机架)和内部系统的保护地线(PE)必须按照如下配置结构与搭接网络进行连接(见图 9)。

采用星形结构时,内部系统所有的金属导体(如机柜、机箱和机架)与接地系统独立,仅通过作为接地参考点(ERP)的唯一搭接母排与接地系统连接,形成 S_s 型单点搭接的星形结构。当采用星形结构时,单个设备的所有连线必须与搭接导体平行,避免形成感应回路。当内部系统处于一个较小的区域,并且所有线路仅在一点进入区域时,适合采用星形连接。

采用网格形结构时,内部系统所有的金属导体(如机柜、机箱和机架)不必独立于接地系统,而是应该通过多个搭接点与接地系统连接,形成 M_m 型网状搭接的网格形结构。当内部系统分布于较大区域或者整个建筑内,设备之间有许多线路,并且通过多点进入建筑物时,适合采用网格形结构。

在一个复杂系统中,可以结合两种结构(星形和网格形)的优点进行使用,如图 10 所示,构成组合 1 型(S_s 结合 M_m)和组合 2 型(M_m 结合 S_s)。

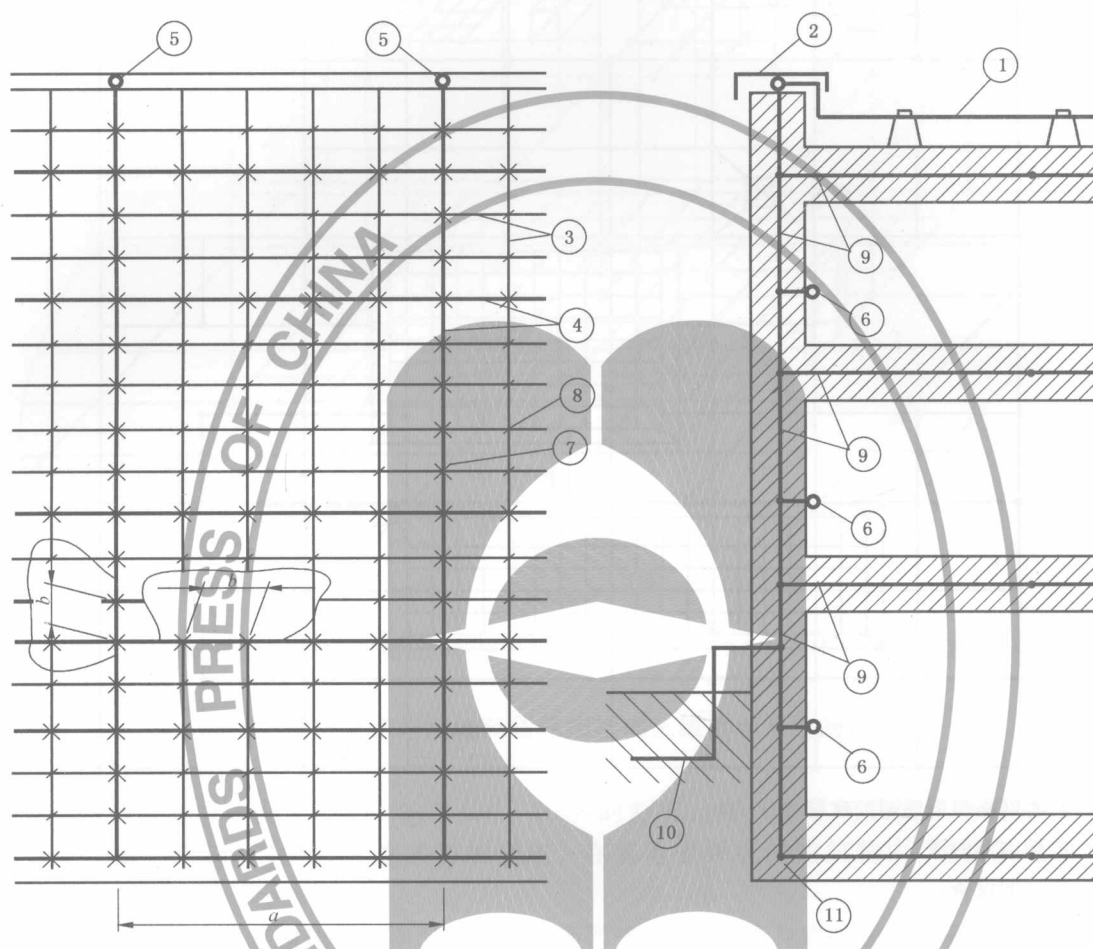
5.3 搭接母排

下列情况必须使用搭接母排:

- 所有导电设施进入 LPZ(直接或者通过合适的 SPD 进行连接);
- 保护地线 PE;
- 内部系统的金属部件(如机柜,机箱和机架);
- 建筑物外表面或者内部的磁屏蔽。

为了实现有效的搭接,必须遵守下列安装原则:

- 所有搭接措施的基础条件是一个低阻抗的搭接网络;



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

图 7 利用建筑物钢筋进行等电位搭接