

雷电防护装置检测部位及检测点确认技术规范

Technical Specifications for the Confirmation of Detection Locations and Detection Points of Lightning Protection System

2021 - 06 - 03 发布

2021 - 07 - 03 实施

江苏省防雷减灾协会

目 次

前言	II
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 确认原则	4
5 雷电防护装置检测部位及检测点	4
5.1 接闪器	4
5.2 引下线	5
5.3 接地装置	6
5.4 雷击电磁脉冲屏蔽	6
5.5 等电位连接	7
5.6 电涌保护器	8
5.7 布线	9
附录 A (资料性) 爆炸和火灾危险场所雷电防护装置常见检测部位	11
A.1 常见爆炸和火灾危险场所	11
A.2 储油(甲、乙醇)库检测部位	11
A.3 汽车加油(气)站雷电防护装置常见检测部位	11
A.4 液化气站、天然气站、燃气调压站和门站雷电防护装置常见检测部位	12
A.5 氢气站、氧气站、乙炔站雷电防护装置常见检测部位	12
A.6 其他爆炸、火灾、危险化学品生产、储存场所雷电防护装置常见检测部位	12
附录 B (资料性) 格栅型空间屏蔽	14
附录 C (资料性) 建(构)筑物雷电防护装置常见检测部位	16
附录 D (资料性) 风力发电机组雷电防护装置常见检测部位	18
附录 E (规范性) 线路布线	19
附录 F (规范性) 综合布线系统缆线与其他管线的间距	21
附录 G (规范性) 环路中感应电压和电流的计算	22
参考文献	23

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由江苏省气象局提出并归口。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件起草单位：江苏省防雷减灾协会、江苏天安防雷工程有限责任公司、扬州市气象学会、江苏华云防雷检测有限公司、南京捷宝凯雷电气检测技术有限公司、常州市防雷设施检测所有限公司。

本文件主要起草人：游志远、姜翠宏、陈广昌、涂永高、冯建伟、刘步鸿、陈红兵、徐乐、陈忠涛、张洁茹、崔浩、查怀华、仇文捷、火焰、蒋海琴、刘杨、俞文政。

雷电防护装置检测部位及检测点确认技术规范

1 范围

本文件明确了雷电防护装置检测部位及检测点确认的原则和方法。
本文件适用于雷电防护装置检测部位和检测点的确认。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 12190 电磁屏蔽室屏蔽效能的测量方法

GB 18802.1—2011 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 50057—2010 建筑物防雷设计规范

GB 50343—2012 建筑物电子信息系统防雷技术规范

GB 50601—2010 建筑物防雷工程施工与质量验收规范

GB/T 21431—2015 建筑物防雷装置检测技术规范

GB/T 21714.3—2015 雷电防护第3部分：建筑物的物理损坏和生命危险（IEC 62305-3:2010，IDT）

GB/T 21714.4—2015 雷电防护第4部分：建筑物内电气和电子系统（IEC 62305-4:2010，IDT）

GB/T 32937—2016 爆炸和火灾危险场所防雷装置检测技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

雷电防护装置 lightning protection system; LPS

用于减少闪击击于建（构）筑物上或建（构）筑物附近造成的物质性损害和人身伤亡的整个系统。

注：LPS由外部和内部防雷系统两部分组成。

3.2

检测部位 parts under inspection

雷电防护装置中具有独立功能须进行检测的部分。

3.3

检测点 lightning protection system detection point

从雷电防护装置检测部位中确认进行测试的位置。

3.4

屏蔽效能（SE） shielding effectiveness (SE)

未有屏蔽体时接收到的信号值与在屏蔽体内接收到的信号值的比值，即发射源与接收体之间存在屏蔽体所产生的功率损耗。

3.5

雷击电磁脉冲 lightning electromagnetic impulse; LEMP

雷电流经电阻、电感和电容耦合产生的电磁效应，包括浪涌和辐射电磁场。

3.6

格栅型空间屏蔽 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、金属框架和金属支架）。

3.7

防雷等电位连接 lightning equipotential bonding; LEB

将分开的诸金属物体直接用连接导体或经电涌保护器连接到雷电防护装置上以减少雷电流产生的电位差。

3.8

雷电防护装置检测 lightning protection system check up and measure

按照雷电防护装置的设计标准确定雷电防护装置符合标准要求而进行的检查、测量及信息综合分析处理全过程。

3.9

确认 Confirmation

明确辨认检测部位及检测点的过程。

4 确认原则

检测部位及检测点的确认应合理准确，覆盖所有雷电防护装置，能够支撑检测结论，全面反映雷电防护装置真实状况。

5 雷电防护装置检测部位及检测点

5.1 接闪器

5.1.1 常见形式

可能拦截闪击的金属装置均可作为接闪器，可由以下任一部件组成：

- a) 专设接闪器；
- b) 自然接闪器。

5.1.2 检测部位

LPS中具有独立功能须进行检测的部分，以下应分别确认为检测部位：

- a) 杆状接闪器、悬链线、接闪带、网状导体、金属屋面、金属塔、通风管及其他金属构件；
- b) 覆盖在建（构）筑物上的金属薄板；
- c) 非金属屋顶损坏可以在接受范围内，非金属屋顶下方的金属部分（构架、互连钢筋）；
- d) 金属部件装饰品、栏杆、金属管道、金属覆盖层；
- e) 屋顶的金属管道和容器；
- f) 输送易燃或易爆混合物的金属管道和容器；
- g) GB 50057—2010 附录 B 规定的建筑物易受雷击部位、雷击率最高部位。

接闪器检测部位及检测点示例详细描述参见附录A。

5.1.3 检测点

检测部位中确认需要进行测试的点，每个检测部位不应少于一个检测点，以下位置应分别确认为检测点：

- a) 接闪杆主杆体、接闪线支撑处、易受雷击处、金属构件主体；
- b) 接闪器连接处及其与引下线的电气连接处；
- c) GB 50057—2010 第 4.2.1、4.3.1、4.4.1 条款规定的接闪网格交叉处；
- d) 接闪器支撑处的垂直拉力测试点。

5.1.4 主要参数

主要参数如下：

- a) 保护范围；
- b) 材质规格；
- c) 网格尺寸；
- d) 固定支架高度、间距；
- e) 接地电阻；
- f) 过渡电阻；
- g) 垂直拉力。

5.2 引下线

5.2.1 常见形式

从雷击点连接至大地的金属导体均可作为引下线，可由以下任一部件组成：

- a) 专设引下线；
- b) 自然引下线。

5.2.2 检测部位

以下应分别确认为检测部位：

- a) 独立 LPS 用来把雷电流从接闪器引至接地装置的专设引下线；
- b) 非独立 LPS 用来把雷电流从接闪器引至接地装置的引下线；
- c) 钢筋混凝土框架结构中具有电气连续的金属；
- d) 建（构）筑物主筋、钢结构、消防梯、管道等金属导体；
- e) 建（构）筑物内的互连的钢筋框架；
- f) 建（构）筑物的正面部件、侧面围栏和表面金属附件。

5.2.3 检测点

检测部位中选取需要进行数据测试的点，每个检测部位不应少于一个检测点，以下位置应分别确认为检测点：

- a) LPS 引下线与接地装置的电气焊接处；
- b) LPS 引下线与均压环的电气通路处；
- c) LPS 引下线上断接卡的连接处；
- d) LPS 引下线支撑处的拉力测试。

5.2.4 主要参数

主要参数如下：

- a) 材质规格；
- b) 平均间距；
- c) 接地电阻；
- d) 过渡电阻；
- e) 防接触电压；

- f) 电气性能;
- g) 垂直拉力。

5.3 接地装置

5.3.1 常见形式

雷电流传导并分散入地的金属导体均可作为接地装置，可由以下任一部件组成：

- a) A型接地装置；
- b) B型接地装置。

5.3.2 检测部位

以下应分别确认为检测部位：

- a) 外部 LPS 的组成部分，用来把雷电流传导并分散入地的人工接地装置；
- b) A型接地装置的接地极中安装在需保护建筑物外与每根引下线或不形成回路的基础接地极相连的水平接地极与垂直接地极；
- c) B型接地装置中位于需保护建筑物外面且总长度至少 80%与土壤接触的环形导体或基础接地极构成的闭合环路。

注：A型接地装置和B型接地装置两者的主要区别在于是否呈闭合状。

5.3.3 检测点

检测部位中选取需要进行数据测试的点，每个检测部位不应少于一个检测点，以下位置应分别确认为检测点：

- a) 接地装置中的接地体连接板、接地预留点；
- b) 接地装置中接地体之间的焊接导通处；
- c) 接地体与引下线的电气连接处。

5.3.4 主要参数

主要参数如下：

- a) 材质规格；
- b) 接地极埋设深度、间距；
- c) 接地电阻；
- d) 过渡电阻；
- e) 土壤电阻率；
- f) 相邻接地装置的地中距离。

5.4 雷击电磁脉冲屏蔽

5.4.1 常见形式

建（构）筑物空间各面上的金属构件及导体均可作为雷击电磁脉冲屏蔽体，可由以下任一部件组成：

- a) 专设屏蔽层；
- b) 格栅形空间屏蔽；
- c) 专用屏蔽室；
- d) 隔离界面。

注：隔离界面能够减少或隔离进入LPZ的线路上的传导浪涌的装置，包括绕组间屏蔽层接地的隔离变压器、无金属光缆和光隔离器。

5.4.2 检测部位

以下应分别确认为检测部位：

- a) 建（构）筑物的金属立面、平面、混凝土内钢筋和金属门窗框架等大尺寸金属件；

- b) 敷设无屏蔽层线路的金属管道、金属格栅或钢筋成格栅的混凝土管道；
- c) 电子系统线缆的金属屏蔽层、光缆屏蔽层和金属加强筋、金属线槽；
- d) 电子信息系统的桥架、柜体、金属门窗及隔断和消防设施金属外壳、配线架；
- e) 专用屏蔽室的屏蔽门、波导、壳体接缝、滤波器。

5.4.3 检测点

检测部位中选取需要进行数据测试的点，每个检测部位不应少于一个检测点，以下位置应分别确认为检测点：

- a) 建（构）筑物的金属立面、平面与等电位连接端子的连接处；
- b) 混凝土内钢筋和金属门窗框架等大尺寸金属件电气导通任意处；
- c) 无屏蔽层敷设线路的金属管道、金属格栅或钢筋成格栅的混凝土管道与等电位接地带贯通处；
- d) 桥架、设备柜体、金属门窗、金属隔断、消防设施金属外壳、配线架与等电位连接网络连接处；
- e) 混凝土内钢筋、金属门窗框架大尺寸金属件与等电位接地端子或均压环连接处；
- f) 屏蔽室的屏蔽门、波导、壳体接缝、滤波器与等电位连接网络（M、S）连接电气贯通处；
- g) 格栅形大空间屏蔽、专用屏蔽室壳体的所有接缝、屏蔽门、截止波导通风窗、滤波器屏蔽接口处进行的电磁连续检漏；
- h) 利用浸入法、大环法、中波广播信号测量法对格栅型空间进行各点的屏蔽效能测试。

有关格栅型空间屏蔽的详细描述参见附录B，电磁屏蔽屏蔽效能按GB/T 21431—2015、GB/T 12190规定测试。

5.4.4 主要参数

主要参数如下：

- a) 材质规格；
- b) 网格尺寸；
- c) 接地电阻；
- d) 过渡电阻；
- e) 磁场强度；
- f) 屏蔽效能；
- g) 电气性能。

5.5 等电位连接

5.5.1 常见形式

导电部件与LPS进行的连接均可作为等电位连接，可由以下任一部件组成：

- a) 自然连接；
- b) 导体连接；
- c) 电涌保护器（SPD）连接；
- d) 隔离放电间隙（ISG）连接。

5.5.2 检测部位

以下应分别确认为检测部位：

- a) LPZ0A 区或 LPZ0B 区与 LPZ1 区界面设置的总等电位连接母排；
- b) 建（构）筑物的均压环；
- c) 信息系统所在楼层设置的等电位接地端子板，设备机房设置的局部等电位接地端子板；
- d) 屋顶金属龙骨、屋面金属表面、立面金属表面、金属门窗、金属隔断、金属格栅、防静电地板支撑网格；

- e) 配电柜内部的 PE 排及外露金属导体、UPS 及电池柜金属外壳、设备金属外壳、设备机架、金属操作台、消防设施及其他配套设施金属外壳；
- f) 线缆的金属屏蔽层、光缆屏蔽层和金属加强筋、金属管(槽)、配线架。

5.5.3 检测点

检测部位中选取需要进行数据测试的点，每个检测部位不应少于一个检测点，以下位置应分别确认为检测点：

- a) 总等电位连接带与接地系统连接处；
- b) 电气系统设备与局部等电位连接端子板的连接处；
- c) 电子设备的所有金属组件与星型等电位连接网络（S 型）接地基准点（ERP）的连接处；
- d) 配电柜的 PE 排与外露金属导体的连接处；
- e) 电子信息系统设备与等电位连接网络（M、S）做功能性连接处；UPS 及电池金属外壳、设备机架、金属操作台、防静电地板、线缆的金属屏蔽层、金属门窗及隔断、配线架、消防设施与等电位接地端子的连接处；
- f) 进出建（构）筑物的外来导电物在 LPZ0 区与 LPZ1 区界面与总等电位连接带的连接处；
- g) 建（构）筑物垂直敷设的金属管道及金属物与建（构）筑物内钢筋的连接处；
- h) 第一类和处在爆炸危险环境的第二防雷建筑物中长金属物的弯头、阀门、法兰盘的连接处；
- i) 滚球半径高度以上的外墙金属门窗、空调、栏杆与引下线柱主筋的连接处；
- j) 幕墙或外墙贴面材料砖（板）通过金属构架与雷电防护装置的连接处。

等电位连接检测部位及检测点有关示例描述参见附录C。

5.5.4 主要参数

主要参数如下：

- a) 连接形式；
- b) 接地电阻；
- c) 过渡电阻；
- d) 电气性能。

5.6 电涌保护器

5.6.1 常见形式

电涌保护器能承受预期通过自身的雷电流，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，通常分为：

- a) 电压开关型电涌保护器；
- b) 限压型电涌保护器；
- c) 组合型电涌保护器；
- d) 协调配合的 SPD 系统。

5.6.2 检测部位

以下应分别确认为检测部位：

- a) 建（构）筑物的进线入口处（在 LPZ1 边界）用 I_{imp} 测试的电气系统 SPD；
- b) 电气系统在 LPZ2 边界用 I_n 测试的 SPD；
- c) 电气系统靠近被保护设备（在更高边界）用 I_n 或用组合波 U_{oc} 测试的 SPD；
- d) 电信和信号线路中连接在被保护设备信号端口处的 SPD；
- e) 天馈线路中连接在被保护设备信号端口处的 SPD；
- f) 电信和信号线路在隔离界面上的光电耦合器（光电隔离器）；

- g) 输送火灾爆炸危险物质的埋地金属管道、具有阴极保护的埋地金属管道在进入户内的绝缘段处跨接的电压开关型 SPD 或隔离放电间隙。

5.6.3 检测点

检测部位中选取需要进行数据测试的点，每个检测部位不应少于一个检测点，以下应分别确认为检测点：

- a) 电涌保护器的压敏电压、漏电流；
- b) 电涌保护器接线端与 SPD 壳体间的绝缘电阻；
- c) 电涌保护器 PE 线处的接地电阻；
- d) 电涌保护器的接线端子长度、连接导线截面；
- e) 电涌保护器的级间距离、能量协调配合；
- f) 总配电盘（箱）引出的分支线路上的中性线（N）与保护线（PE）之间的电阻；
- g) SPD 的 PE 接地线与等电位连接带的电气连接处。

电涌保护器检测部位及检测点有关示例描述参见附录D。

5.6.4 主要参数

主要参数如下：

- a) 型号规格；
- b) 接线形式；
- c) 电压保护水平；
- d) 泄漏电流；
- e) 标称电流；
- f) 最大持续工作电压；
- g) 过渡电阻值；
- h) 接地电阻值；
- i) N-PE 电阻；
- j) 供配电系统制式 (TN-C、TN-C-S、TN-S、TT、IT)；
- k) 绝缘电阻；
- l) 压敏电压；
- m) 插入损耗。

5.7 布线

5.7.1 常见形式

电气电子线路的布置形式：

- a) 平行布置；
- b) 网状布置；
- c) 间隔布置。

线路布线应符合附录E的规定。

5.7.2 检测部位

以下应分别确认为检测部位：

- a) 电力电缆与综合布线系统缆线；
- b) 外墙敷设的综合布线管线与其他管线；
- c) 综合布线缆线与其他弱电系统各子系统缆线。

5.7.3 检测点

检测部位中选取需要进行数据测试的点，每个检测部位不应少于一个检测点，以下位置应分别确认为检测点：

- a) 对绞电缆与电力电缆平行敷设的最小净距、电力电缆与综合布线系统缆线分隔布放的感应回路面积；
- b) 外墙敷设的综合布线管线与其他管线（防雷专设引下线、保护地线、热力管、给水管、燃气管、压缩空气管）的平行净距、垂直交叉净距、感应回路面积；
- c) 综合布线缆线与其他弱电系统各子系统缆线的间距、感应回路面积；
- d) 线槽（盒）、桥架或金属管与建（构）筑物内等电位连接带的电气连接处。

综合布线系统缆线与其他管线的敷设应符合附录F的规定。

5.7.4 主要参数

主要参数如下：

- a) 材质规格；
- b) 接线形式；
- c) 接地电阻；
- d) 过渡电阻；
- e) 间距；
- f) 环路最大短路电流；
- g) 环路开路最大感应电压。

雷击时在环路中的最大短路电流($i_{sc/max}$)、环路开路最大感应电压($U_{oc/max}$)计算应符合附录G的规定。

附录 A

(资料性)

爆炸和火灾危险场所雷电防护装置常见检测部位

A.1 常见爆炸和火灾危险场所

常见爆炸、火灾、危险化学品场所有：储油（甲、乙醇）库、汽车加油（气）站、液化气站、天然气站、燃气升压站和门站、氢氧气站、乙炔站、民用爆炸品和火工品的生产、储存等场所。

A.2 储油（甲、乙醇）库检测部位

常见检测部位见表 A.1。

表A.1 储油（甲、乙醇）库检测部位

场所	部位
地面或地沟	金属罐、地上或管沟的输油管
金属罐体、消防设备	阻火器、呼吸阀、量油孔、管线金属件、浮顶罐的浮船、爬梯、消防泵、管道、法兰盘跨接
跨建筑体内外	进出的金属管线、呼吸管、金属通风管
装卸油品台	固定设备、输油泵、电动机、法兰盘、计量仪表、金属构架、鹤管、静电泄放设备（亚导体触摸球、固定式静电接地报警器）、栈桥、铁轨、绝缘轨
库区	储罐区域的接闪杆、线网和灯杆
发电、配电系统	发动机、发电机、燃料箱、机柜、配电箱、防爆开关、穿线金属管或铠装电缆外金属层、电涌保护器（SPD）
计量、自动控制	各类信息技术ITE设备、等电位连接网络（M、S）、电涌保护器（SPD）

A.3 汽车加油（气）站雷电防护装置常见检测部位

常见检测部位见表A.2。

表A.2 检测部位

场所	部位
地面或地沟	金属储罐、地上或管沟的输油管
金属罐体	阻火器、呼吸阀、法兰盘、管线金属件
气站加压设备	加压泵、压缩机、分离塔
跨建筑物内外	各类金属管线、呼吸管、金属通风管
卸油品口	固定设备、卸油管口、法兰盘、静电泄放设备（亚导体触摸球、固定式静电接地报警器）
加油（气）机泵	加油（气）机外壳、机泵、电机、加油（气）枪口
发电、配电系统	发动机、发电机、燃料箱、配电箱、机柜、防爆开关、穿线金属管或铠装电缆、电涌保护器（SPD）
计量控制	各类信息技术设备ITE设备、电涌保护器（SPD）

A.4 液化气站、天然气站、燃气调压站和门站雷电防护装置常见检测部位

常见检测部位见表A.3

表A.3 检测部位

场所	部位
地面或地沟	金属罐、地上或管沟的输气管
金属罐体	阻火器、呼吸阀、加溴罐（管）、排放管、安全阀、法兰盘、管线金属件
气站加压设备	压缩机、冷却塔、分离塔
跨建筑物内外	进出的各类金属管线、金属通风管
卸气台	液相管、气相管、固定设备、法兰盘、泄放静电装置、装卸栈桥、输气管道、阀门、铁路轨道、绝缘轨、金属构架、鹤管
充装气车间	充装气车间金属门窗、泄放静电装置（亚导体触摸球、固定式静电接地报警器）、直击雷防护装置
加压气泵、消防设备	加压气泵、电动机、消防泵和管道、法兰盘跨接
发电、配电系统	发电机、燃料箱、配电箱、机柜、防爆开关、穿线金属管或铠装电缆、电涌保护器（SPD）
消防设备	电动机、消防泵、穿线金属管或铠装电缆
计量控制	各类信息技术ITE设备、电涌保护器（SPD）

A.5 氢气站、氧气站、乙炔站雷电防护装置常见检测部位

常见检测部位见表A.4。

表A.4 检测部位

场所	部位
生产车间	车间建筑物、金属门窗、泄放静电装置（亚导体触摸球）
地面或地沟	金属罐、架空或管沟的输气管
金属罐体、消防设备	贮气罐、残液罐、阻火器、呼吸阀、排放管、安全阀、法兰盘、管线金属件、消防泵、管道
站内反应设备	压缩机、电动机、冷却塔、分离塔、电解槽、转换器、过滤塔、反应塔
跨建筑物内外	进出建筑各类金属管线、呼吸管、金属通风管
充气台	液相管、气相管、固定设备、充气管口、法兰盘、泄放静电装置（亚导体触摸球、固定式静电接地报警器）、卸原料栈桥、输气管道、阀门、铁路轨道、绝缘轨、金属构架
配电系统	配电箱、机柜、防爆开关、穿线金属管或铠装电缆外皮、电涌保护器（SPD）
消防设备	消防泵
计量控制	各类信息技术ITE设备、电涌保护器（SPD）

A.6 其他爆炸、火灾、危险化学品生产、储存场所雷电防护装置常见检测部位

常见检测部位见表A.5。

表A.5 检测部位

场所	部位
生产车间、储存库房	金属门窗、门板轴跨接、等电位环形接地干线、裸露金属体、防护栏杆、金属支架、泄放静电触摸装置（亚导体触摸球、固定式静电接地报警器）

表A.5检测部位（续）

场所	部位
粉尘车间	金属设备机壳、集（吸）尘设备、穿线金属管或铠装电缆
地面或地沟	金属罐、地上或管沟的输液管、热力管、金属生产线
金属罐体	阻火器、呼吸阀、透光孔、法兰盘、管线金属件
生产设备	压缩机、抽油机、冷却塔、电动机、转换器、过滤塔、缓和器、混合器、搅拌釜、电解槽、反应塔、分离塔、非金属管段跨接、塔梯
跨建筑物内外	进出建筑各类金属管线、呼吸管、金属通风管
装卸化工品台	液相管、气相管、固定设备、卸气管口、法兰盘、阀门、泄放静电装置（亚导体触摸球、固定式静电接地报警器）、装卸构架、输气管道、传送带架、铁路轨道、栈桥、鹤管、绝缘轨
锅炉房、消防设备	锅炉、烟囱、电动机、鼓风机、消防泵、管道、法兰盘跨接
配电系统	配电箱、机柜、防爆开关、穿线金属管或铠装电缆、电涌保护器 (SPD)
计量、自动测控	各类信息技术ITE设备、电涌保护器 (SPD)

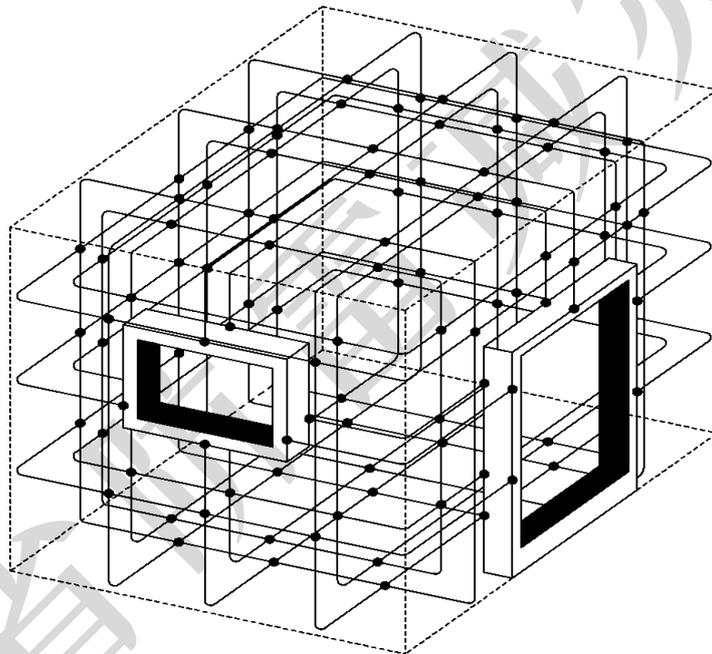
附 录 B
(资料性)
格栅型空间屏蔽

实际中LPZ的大空间屏蔽通常是由建筑物的自然部件构成，例如天花板、墙和地板的金属构架、金属框架、金属屋顶和金属墙面等，这些部件构成了格栅型的空间屏蔽。构成有效屏蔽要求网格宽度典型值小于5m。

注1：假如一个LPZ1的外部LPS符合GB/T21714.3-2015的正常要求，则网格宽度和典型间距大于5m，其屏蔽效果可以忽略。反之，有许多结构性钢支柱的大型钢框架建筑，可以提供显著屏蔽效果。

注2：后续内部LPZ的屏蔽，既可以通过封闭的金属机架或机柜实现空间屏蔽，也可以对设备采用金属机箱。

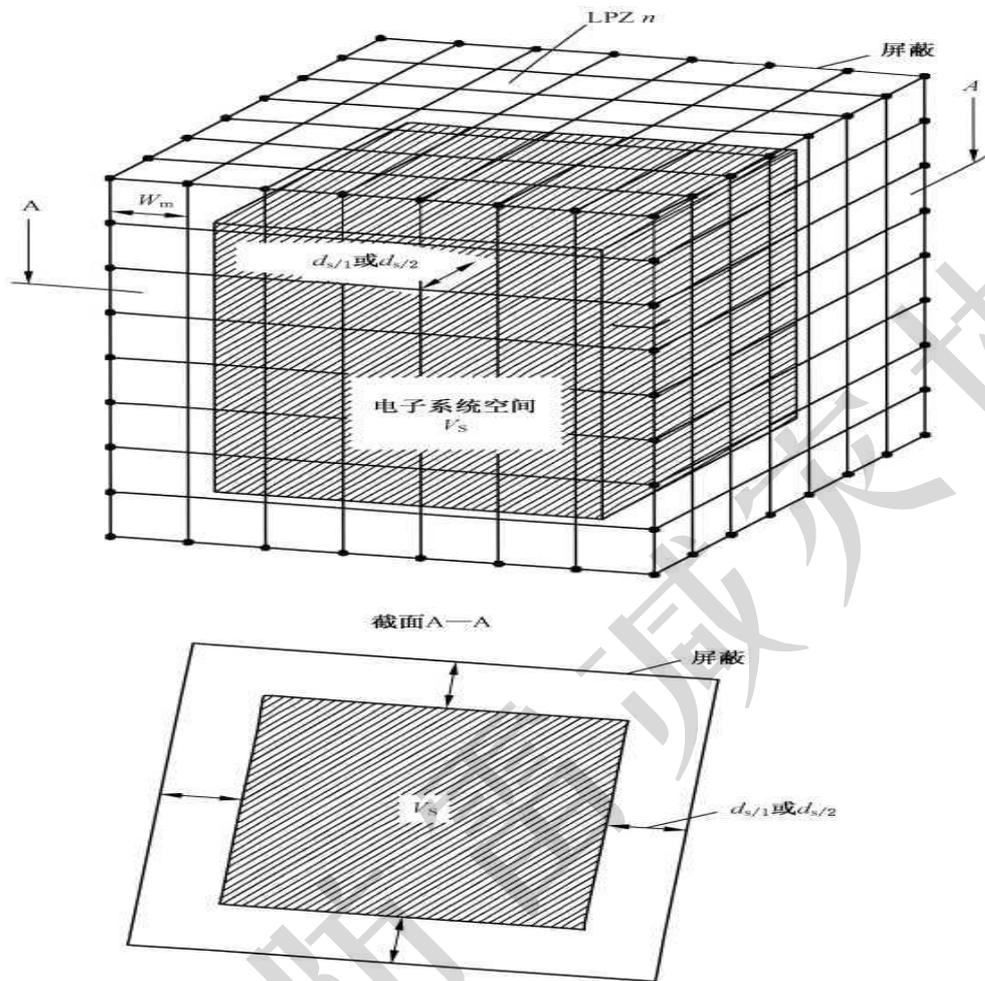
如图B.1所示，为实际中如何采用混凝土中的钢筋和金属框架（包括金属门和起屏蔽作用的窗户）为建筑物或房间构建一个大空间的屏蔽体。



^a 每根钢筋的每个交叉点应焊接或夹紧。实际上，对大型结构，不可能每个点都焊接或夹紧。但是，大多数交叉点通过直接或铁线捆绑已自然良好连接。实际的做法可以是每隔 1m 连接一次。

图B.1 用钢筋和金属框架构成的大空间屏蔽

内部系统应安置在距LPZ（见图B.1）屏蔽有一定安全距离的“有效屏蔽空间”内部。这是因为部分雷电流会流经屏蔽层（特别是LPZ1），靠近屏蔽处的磁场具有相对高的数值。



注：空间 V_s 与屏蔽体LPZn见应保持安全距离为 $d_{s/1}$ 和 $d_{s/2}$ 。

图 B.2 LPZn 内用于安装电气和电子系统的空间

附录 C

(资料性)

建(构)筑物雷电防护装置常见检测部位

C.1.1 建(构)筑物雷电防护装置常见检测部位

常见检测部位见表 C.1。

表C.1 检测部位

部位	参数
接闪器	保护范围、接闪器类型、敷设形式、质量性能
	与引下线、天面金属物及其他设施等电位连接过渡电阻
引下线	防雷类别、敷设形式、断接卡及保护措施、接地电阻
接地装置	接地方式、降阻措施、接地电阻、接地极形式、连接过渡电阻
	相邻接地装置的地中距离、土壤电阻率
均压环	材质规格、敷设方式、位置深度、环间距、环与引下线柱主筋、滚球半径高度以上的外墙金属门窗空调和栏杆等电位连接过渡电阻
	幕墙或外墙贴面材料砖(板)用金属构架接地电阻或与建筑防雷装置的连接过渡电阻
等电位连接	等电位连接带材料、规格、连接形式
	设备、管道、构架、钢骨架、钢窗、放散管、吊车、金属地板、栏杆接地电阻或过渡电阻
	静电地板电阻率、防静电连接的过渡电阻或接地电阻
	总等电位、卫生间局部等电位接地端子接地电阻或过渡电阻
电源线路	供配电系统接地制式(TN-C、TN-C-S、TN-S、TT、IT系统)
	线路敷设方式
	配电箱(柜、屏)接地电阻
	电涌保护器性能参数(U_{res} 、 I_n 、 I_{imp} 、 I_{ic} 、 U_p)和接地电阻、SPD绝缘电阻、后备保护脱离器性能、退耦装置性能
信号线路	通信光缆金属加强芯接地电阻、信号技术设备机壳连接过渡电阻或接地电阻
	信号系统SPD性能参数(I_n 、 U_p 、插入损耗、特性阻抗、工作频率等)和接地电阻
	信号线路屏蔽措施和敷设安全距离
其他设施	电梯(导轨、轿箱、主牵引机、驱动主承重钢梁架、控制柜)等电位连接过渡电阻或接地电阻
	装配整体式混凝土框架和装配整体式混凝土框架-剪力墙结构、在预制柱对角或对面的下端设置凹槽内预留的接地连接板
	强弱电井等电位接地端子及与管道连接过渡电阻、屋面广告牌、太阳能热水器、天线、空调等物体等电位连接过渡电阻或接地电阻

C.1.2 信息系统雷电防护装置常见检测部位

常见检测部位见表 C.2。

表C.2 检测部位

部位	参数
室外天线	通信天线雷电防护区等电位
	天馈线屏蔽接地电阻
电源室	供配电系统接地制式 (TN-C、TN-C-S、TN-S、TT、IT 系统)
	线路敷设方式
	配电柜、UPS 电源、直流蓄电池机架接地电阻
	电涌保护器性能参数 (U_{res} 、 I_n 、 I_{imp} 、 I_{ic} 、 U_p) 和接地电阻、SPD 绝缘电阻、后备保护脱离器性能、退耦元件性能、SPD 插入损耗
信息设备机房	气象要素 (温、湿度)
	等电位联结形式、信息技术设备等电位连接过渡电阻
	电源系统 SPD 性能检测、级间能量配合
	信号系统 SPD 性能参数 (I_n 、 U_p 、插入损耗、特性阻抗、工作频率等) 和接地电阻
	配有智能监测系统的 SPD、雷击计数 (LSC) 在线监测设备、在线接地电阻监测设备
	设备静电电位、表面阻抗、绝缘性能
	总接地端子接地电阻、等电位连接网络 (M、S) 接地电阻
	信息技术 ITE 设备配电零地串扰电压
	强弱电线路敷设感应回路面积
等电位连接网络、静电地板、吊顶	

附录 D
(资料性)

风力发电机组雷电防护装置常见检测部位

表D.1 检测部位

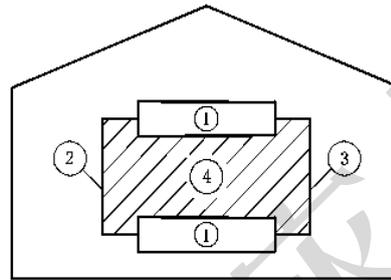
区域	部位
风力发电机组	叶片叶间接闪器
	叶片叶根接闪器
	叶片引下线（铜导线、铝合金导线）
	轮毂
	风速风向传感器
	塔筒连接法兰
	叶片变桨轴承旁路
	主轴承旁路
	偏航轴承旁路
	塔段之间等电位跨线
	机组附属装置金属爬梯
	机舱底盘或接地棒
	机舱外壳或接地极
	发电塔底接地棒
	水泥基础塔架及其他形式与塔筒连接跨线
	集电设备（发电机、辅助传动装置、电缆、传感器和调节器）
	金属开关柜的外部部件或非金属开关柜的内部结构件
	箱式变压器配电装置电涌保护器（SPD）
箱式变压器信号电涌保护器、SPD 插入损耗	

附录 E
(规范性)
线路布线

合理的线路布线（使感应回路面积为最小），或者采用屏蔽电缆或穿金属管（减小内部感应效果）或者两种措施同时使用，可以减小电子系统内的感应浪涌（见图E.1）。

说明：

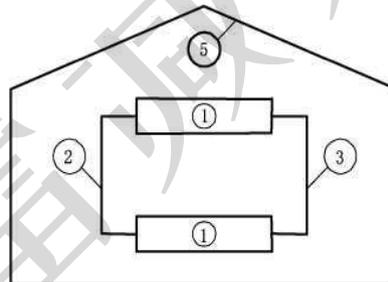
- 1—设备；
- 2—信号线；
- 3—电力线；
- 4—感应回路。



a) 未防护系统

说明：

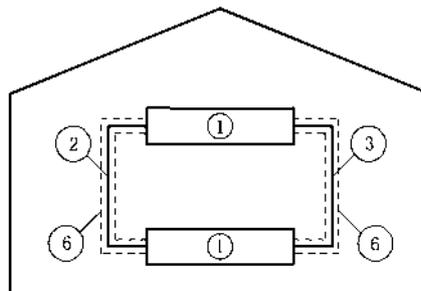
- 1—设备；
- 2—信号线；
- 3—电力线；
- 5—空间屏蔽。



b) 用空间屏蔽减小LPZ内部磁场

说明：

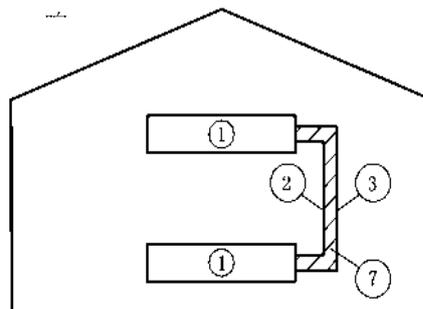
- 1—设备；
- 2—信号线；
- 3—电力线；
- 6—线路屏蔽。



c) 用线路屏蔽减小磁场对线路影响

说明：

- 1—设备；
- 2—信号线；
- 3—电力线；
- 7—减少回路面积。



d) 用合理布线减少感应面积

图 E.1 用线路布线和线路屏蔽措施减少感应效应

与内部系统连接的电缆应尽可能靠近连接网络的金属部件。将电缆放入连接网络的金属槽，如 U 型电缆槽或金属管道内是有益的（见 IEC 610005-2: 1997）(6)。

应特别注意，不要使线路贴近 LPZ 的屏蔽层（特别是 LPZ1）因为该处实际的磁场值很大。

如果线路处于两个需要保护的独立建筑物之间，应当将其铺设在金属电缆管道中。管道两端均应分别连接到两个独立建筑物各自的连接排上。如果电缆屏蔽层（两端均做连接）足以承受可以预计的部分雷电流，则不必采用额外的金属电缆管道。设备安装时构成的回路中会产生感应电压和电流，以共模浪涌的形式作用到电子系统。

附录 F

(规范性)

综合布线系统缆线与其他管线的间距

综合布线系统缆线与其他管线的间距应符合设计文件要求，并应符合下列规定：

1) 电力电缆与综合布线系统缆线应分隔敷设，并应符合表 F.1 的规定。

表 F.1 对绞电缆与电力电缆最小净距

条 件	最小净距 (mm)		
	380V 电力电缆容量 <2kV·A	380V 电力电缆容量 (2~5) kV·A	380V 电力电缆容量 >5kV·A
对绞电缆与电力电缆平行敷设	130	300	600
有一方在接地的金属槽盒或金属导管中	70	150	300
双方均在接地的金属槽盒或金属导管中	10	80	150

注：双方都在接地的槽盒中，系指两个不同的槽盒，可在同一槽盒中用金属板隔开，且平行长度 $\leq 10\text{m}$ 。

2) 室外墙上敷设的综合布线管线与其他管线的间距应符合表 F.2 的规定。

表 F.2 综合布线管线与其他管线的间距

管线种类	平行净距 (mm)	垂直交叉净距 (mm)
防雷专设引下线	1000	300
保护地线	50	20
热力管 (不包封)	500	500
热力管 (包封)	300	300
给水管	150	20
燃气管	300	20
压缩空气管	150	20

3) 综合布线缆线宜单独敷设，与其他弱电系统各子系统缆线间距应符合设计文件要求。

4) 对于有安全保密要求的工程，综合布线缆线与信号线、电力线、接地线的间距应符合相应的保密规定和设计文件要求，综合布线缆线应采用独立的金属导管或金属槽盒敷设。

附录 G

(规范性)

环路中感应电压和电流的计算

G.1.1 格栅形屏蔽建筑物附近遭雷击时，在LPZ1区内环路的感应电压和电流宜按下式计算：

$$U_{oc/max} = \mu_0 \cdot b \cdot l \cdot H_{l/max} / T_1 \dots\dots\dots (G. 1. 1-1)$$

式中：

$U_{oc/max}$ —环路开路最大感应电压(V)；

μ_0 —真空的磁导系数，其值等于 $4\pi \times 10^{-7} (V \cdot s) / (A \cdot m)$ ；

b—环路的宽(m)；

l—环路的长(m)；

$H_{l/max}$ —LPZ1区内最大的磁场强度(A/m)；

T_1 —雷电流的波头时间(s)。

若略去导线的电阻（最坏情况），环路最大短路电流可按下式计算：

$$i_{sc/max} = \mu_0 \cdot b \cdot l \cdot H_{l/max} / L \dots\dots\dots (G. 1. 1-2)$$

式中：

$i_{sc/max}$ —最大短路电流(A)；

L—环路的自电感(H)。

$$L = \{0.8\sqrt{l^2 + b^2} - 0.8(l+b) + 0.4 \cdot l \cdot \ln[(2b/r)/(1+\sqrt{1+(b/l)^2})] + 0.4 \cdot b \cdot \ln[(2l/r)/(1+\sqrt{1+(b/l)^2})]\} \times 10^{-6} \dots\dots\dots (G. 1. 1-3)$$

式中：

r—环路导体的半径(m)。

G.1.2 格栅形屏蔽建筑物遭直接雷击时，在LPZ1区内环路的感应电压和电流宜按下式计算：

$$U_{oc/max} = \mu_0 \cdot b \cdot \ln(1+l/d_{l/w}) \cdot k_H \cdot (w/\sqrt{d_{l/r}}) \cdot i_{0/max} / T_1 \dots\dots\dots (G. 1. 2-1)$$

式中：

$d_{l/w}$ —环路至屏蔽墙的距离(m)；

$d_{l/r}$ —环路至屏蔽屋顶的平均距离(m)；

$i_{0/max}$ —LPZ0_A区内的雷电流最大值(A)；

w—格栅形屏蔽的网格宽(m)。

若略去导线的电阻（最坏情况），最大短路电流可按下式计算：

$$i_{sc/max} = \mu_0 \cdot b \cdot \ln(1+l/d_{l/w}) \cdot k_H \cdot (w/\sqrt{d_{l/r}}) \cdot i_{0/max} / L \dots\dots\dots (G. 1. 2-2)$$

参 考 文 献

- [1]NFPA(National Fire Protection Standards),780:2008,Standard for the Installation of Lightning Protection Systems
- [2]IEC61400-24, Wind turbines—Part24: Lightning protection
- [3]IEC60050-826:2004, International Electrotechnical Vocabulary—Part826: Electrical in-stallations
- [4]IEC60050-426:2008, Insulation Electrotechnical Vocabulary—Part426: Equipment for ex-plosive atmospheres
- [5]IEC/IR61000-5-2,Electromagnetic compatibility(EMC)—Part5:Installation and mitigation guidelines-Section2: Earthing and cabling
- [6]IEC60728-11,Cable networks for television signals,sound signals and interactive services—Part11:Safety
- [7]GB/T2900.35—2008 电工术语 爆炸性环境用设备(IEC60050-426:2008,IDT)
- [8]IEC 60364-4-44, Low-voltage electrical installations—Part4-44:Protection for safety-Protection against voltage disturbance and electromagnetic disturbances
- [9]IEC 61000 (all parts), Electromagnetic compatibility (EMC)
-