

中华人民共和国铁道行业标准

TB/T 3074—2003

铁道信号设备雷电 电磁脉冲防护技术条件

Technical specification for protection against lightning
electromagnetic impulse on railway signaling equipments

2003-03-12 发布

2003-09-01 实施

中华人民共和国铁道部 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	1
4 雷电电磁脉冲侵入信号设备的途径	3
5 雷电电磁脉冲安全防护原则	3
6 雷电电磁脉冲防护区的划分	3
7 信号设备雷电电磁环境的改善	4
8 防雷保安器的设置	5
9 信号设备雷电电磁脉冲防护水平的测试	9
10 接地要求及技术参数	10
附录 A(资料性附录) 雷电防护区的划分和做符合要求的等电位连接的图示	12
附录 B(规范性附录) 有关电线电缆敷设的要求	13

前 言

本标准采用了 ITU(国际电信联盟)建议 ITU-T·K11(1990)《过电压和过电流防护原则》,ITU-T·K20(1991)《电信交换设备耐过电压和过电流能力》,ITU-T·K21(1996)《用户终端设备耐过电压和过电流能力》,ITU-T·K36(1996)《防护设备的选择》,IEEE(美国电气与电子工程师协会)制定的美国国家标准 IEEE C62.41—1991《低压交流电力线路上的浪涌电压》,UL(美国保险商试验所)制定的美国国家安全认证标准 UL 1449—1992,澳大利亚和新西兰标准 AS 1768—1991、NZS 1768—1991《雷电防护》,以及 IEC 61312-1(1995)《雷电电磁脉冲的防护》第一部分“总则”等国外先进标准中符合我国雷电电磁环境情况的内容,采用了我国铁道部各部门长期对信号设备雷电电磁脉冲防护的多项科研成果。

本标准附录 A 是资料性附录,附录 B 是规范性附录。

本标准由北京全路通信信号研究设计院提出并归口。

本标准由铁道科学研究院通信信号研究所负责起草。

本标准主要起草人:邱传睿、安乾栋、魏建国、李永毅。

铁道信号设备雷电电磁脉冲防护技术条件

1 范 围

本标准规定了铁路信号电子设备对雷电电磁脉冲诱发的过电压和过电流安全防护的基本原则和防护技术要求,不考虑铁路信号设备所处场地建筑物对直接雷击的防护。

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 17626.5—1999 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验

TB/T 2311—2002 铁路电子设备用防雷保安器

中华人民共和国铁路技术管理规程 第9版

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

雷电电磁脉冲 lightning electromagnetic impulse

雷击放电在空间产生的电磁场效应,以脉冲形式出现在导体或电气、电子设备上。

3.2

过电压和过电流 overvoltages and overcurrents

出现在电子和电气设备上,超过设备本身正常工作电压和电流的外来电压和电流。

3.3

直击雷 direct lightning strike

直接击在建筑物、构筑物、地面突出物或大地并产生电效应、热效应和机械力的雷电放电。

3.4

雷电感应 lightning induction

雷电放电的强大电磁场作用在邻近的导线或电子、电气设备系统内产生的静电感应过电压和过电流以及电磁感应过电压和过电流。

注:雷电感应对信号设备的损害可能不会被立即发现,但在感应雷电电磁脉冲发生后经过一段时间,可根据被影响信号设备内功能不正常的元器件来确定这种损害。这种类型的损害还可能具有间歇的性质。

3.5

浪涌 surge

沿线路传送电流、电压或功率的存在时间特别短的瞬态波。其特性是快速上升后缓慢下降。

3.6

浪涌保护器 surge protective device

用来限制瞬态过电压及泄放相应的瞬态过电流的装置。它至少应含有一个非线性元件,简

称 SPD。

3.7

防雷保安器 lightning protector

防止感应雷过电压和过电流破坏电子或电气设备系统的保安装置,简称防雷器,是浪涌保护器 SPD 的一种。它可分为电源线防雷保安器(简称电源防雷保安器)和信号传输线防雷保安器(简称通道防雷保安器)两大类。

3.8

地 ground/earth

导电性的土壤,具有等电位,且任意点的电位可以看成零电位;导电体,如土壤或钢船的外壳,作为电路的返回通道,或作为零电位参考点;电路中相对于地具有零电位的位置或部分。

3.9

接地 grounding/earthing

用导线或长导体将不带电金属和电气设备某部分与接地体在电气上连接为一体。

3.10

接地体 grounding electrode/earthing electrode

为达到与地连接的目的,一根或一组与土壤(大地)密切接触并提供与土壤(大地)之间的电气连接的导体。

3.11

接地线 grounding conductor/earthing conductor

指构成地的导线,该导线将设备、装置、布线系统或中性线与接地体连接。

3.12

接地装置 grounding connection

用来构成地的连接。由接地线、接地体和围绕接地体的大地(土壤)组成。

3.13

接地网 ground grid

由埋在地下的互相连接的裸导体构成的接地体群,用以为电气、电子设备和金属结构提供共同的地。

3.14

保护接地(PE) protective earthing(PE)

对人身或电气、电子设备进行保护所需的一种与地连接的方式。它用来对外露的导电部件、外来的导电部件、主接地端子、接地体、电源的接地点或人工中性点进行电气连接。在电源电路发生接地或人身事故时传导电流,在出现雷过电压和过电流时从防雷保安器中接受电流。

3.15

接地系统 grounding system/earthing system

在规定区域内由互相连接的多个接地装置组成的系统。

3.16

接地电阻 ground resistance

接地体和具有零电阻的远方接地体之间的欧姆电阻。

3.17

接地汇集线 bonding bus

电子设备机房和配电室内用以完成等电位连接的金属带,也称公共接地母线。可以敷成环形或条形,所有接地线均由接地汇集线上引出。

3.18

年平均雷暴日 mean annual number of days with thunderstorms

某地区一年当中发生的人耳能听到的雷鸣日数的多年统计平均值。

3.19

雷电防护区(LPZ) lightning protection zones(LPZ)

雷电电磁环境需要限定和控制的计算机机房周边空间。

3.20

抗扰度 immunity

装置、设备或系统面临电磁骚扰不降低运行能力的能力。

4 雷电电磁脉冲侵入信号设备的途径

4.1 雷电直击装置有信号设备的建筑物及装置有信号设备的场所附近的构筑物、地面突出物或大地时,雷电电磁脉冲将在信号系统内产生过电压和过电流。该现象亦称空间电磁感应。

4.2 与信号系统设备相连的信号传输线路、钢轨等设施上遭受直接雷击时产生的电磁脉冲,或与信号系统设备相连的信号传输线路附近遭受直接雷击时,感应信号传输线上的电磁脉冲,经线路传导侵入信号系统内的过电压和过电流。

4.3 向信号设备供电的电源系统上遭受直接雷击产生的电磁脉冲,或电源馈线附近遭受直接雷击时感应信号线上的雷电电磁脉冲,经电源馈线传导,在信号系统电源设备上产生的过电压和过电流。

4.4 雷击信号设备场地建筑物的避雷针(或避雷带、避雷网)时,雷电流沿避雷针(或避雷带、避雷网)引下线进入接地装置引起地电位升高,这时,在信号系统接地导体和其他导体间产生的反击雷过电压。

5 雷电电磁脉冲安全防护原则

5.1 铁路信号设备应符合《中华人民共和国铁路技术管理规程》第9版第56条规定。

5.2 铁路信号设备本身应当有符合规定的抗过电压和过电流的性能,设有有雷活动地区的铁路信号设备应采取雷电电磁脉冲安全防护措施。

5.3 铁路信号系统在进行雷电电磁脉冲安全防护规划设计时,应根据信号设备的种类及重要程度,在完成直接、间接损失评估和建设、维护投资预测后认真调查、分析信号设备系统所处的地理、地质、环境等条件和雷活动规律,以及信号设备所处建筑物防直接雷击措施的设计情况、信号系统结构,信号设备的抗过电压能力,综合考虑。

5.4 铁路信号设备雷电电磁脉冲安全防护应当采取等电位连接、屏蔽、共用接地、合理布线、改善信号设备环境条件和设置防雷保安器等措施,进行综合防护。

铁路信号设备雷电电磁脉冲安全防护应首先按设备所处地区的雷活动分区、信号设备放置的不同位置和系统对雷电电磁脉冲的抗扰度,设置不同的防雷保安器或防雷变压器等防雷设备,实行分级防护。

6 雷电电磁脉冲防护区的划分

6.1 根据年平均雷暴日,雷活动地区分为少雷区、中雷区、多雷区、强雷区。

- a) 少雷区:年平均雷暴日数不超过15的地区。
- b) 中雷区:年平均雷暴日数为15~40的地区。
- c) 多雷区:年平均雷暴日数为40~90的地区。
- d) 强雷区:年平均雷暴日数超过90的地区。

6.2 信号设备处于建筑物内空间的不同位置,其雷电电磁场强度有很大差异,根据这一差异,将被防护空间按下列原则划分为若干防护区:

- a) LPZ0_A区:本区为建筑物(构筑物)直击雷防护装置保护范围之外的区域,即直击雷不设防区。本区内各类物体都可能遭到直接雷击,区内电磁场强度没有衰减。
- b) LPZ0_B区:本区为建筑物直击雷防护装置保护范围之内建筑物界面以外的区域,即直击雷防护区。本区内各类物体不可能遭直接雷击,但区内电磁场强度没有衰减。
- c) LPZ1区:该区为信号设备本身所处建筑物内,靠近建筑物界面。该区内各物体不可能遭直接雷击,区内的感应电磁场强度根据机房屏蔽程度有不同的衰减。
- d) 后续防雷区 LPZ2:必须进一步减少雷电电磁脉冲感应产生的雷电流或电磁场强度时,可设置后续防雷区,以保护敏感度水平高的设备。

设在不同雷电活动地区的信号设备应分别采取不同的防护措施。

附录 A 是划分雷电电磁脉冲防护区的示意图。

7 信号设备雷电电磁环境的改善

7.1 信号设备机房应当有良好的雷电电磁环境。改善信号设备机房的雷电电磁环境,可减少雷电电磁场对机房内信号设备的感应影响。

7.1.1 新建或改建信号设备机房,为减少电磁干扰的感应影响,应根据 5.4 实行综合防护。新建机房内所有和建筑物组合在一起的大型金属件,应和建筑物地网做等电位连接。建筑物或房间的屏蔽可以利用建筑钢筋网。进出机房的电力线路和信号传输线应采用屏蔽电缆,或采用非屏蔽电缆穿钢管敷设。电缆屏蔽层或钢管至少应在两端接地,并在建筑物界面做等电位连接。原则上,电缆屏蔽层或钢管应两端接地,但电气化区段或接地系统有较大干扰的场合,可以一端接地。接地点宜选在机房界面。信号设备应安装在距离建筑物有一定安全距离的空间,尽量设置在机房中间部位,不应靠近有混凝土钢筋格栅的墙体。

7.1.2 新建信号设备机房建筑物,本身应采用共用接地系统,接地装置应采用地网,即基础接地体,并在建筑物四周设环形接地装置,基础接地体和环形接地装置在地下每间隔 3m~5m 相互焊接连通一次。同时在机房内设置与基础接地体单点相连的接地汇集线,或称等电位接地排,将各种接地的接地线分别接到接地汇集线上。接地汇集线采用截面积大于 50 mm² 的铜材,也可采用相同电阻值的镀锌扁钢。接地汇集线可制成环形或排形,可设在地槽内、墙面适宜位置或走线架上。改建的信号设备机房,若为无条件设置地网的砖混结构建筑物,宜在建筑物四周设环形接地装置。环形接地装置由水平接地体和垂直接地体组成,垂直接地体至少应在建筑物四周做 4~6 处,并且和水平接地体相互焊接连通。

7.1.3 若建筑物本身需要考虑防直击雷时,防直击雷的接闪装置应采用避雷网、避雷带,不应采用可以招引雷电的避雷针和其他非常规避雷针等装置。避雷网在屋顶的网格尺寸应不大于 3m×3m,并且与屋顶避雷带多处焊接连通。避雷网、避雷带的引下线应与建筑物和房间屏蔽的钢筋连接后和地网连为一体。砖混结构的建筑物,避雷网、避雷带应至少有 4~6 处引下线和建筑物四周的环形接地装置焊接相连。

7.1.4 改建信号设备机房的建筑物若无采用共用接地系统条件的应另设地线作为保护地,并与既有设备工作地、电源保护地连接成为一个整体。但不得与既有的避雷针、避雷带、避雷网的引下线及其接地体连接。在室内应设置与保护地线接地体相连的环形接地导体,或等电位接地排。

7.1.5 新建车站信号设备机房的建筑物应尽量远离站内高大建筑物和构筑物。受地形限制,信号设备机房建筑物不能避开上述高大建筑物、构筑物时,应保证信号设备的保护地线接地体和引接线与高大建筑物、构筑物的避雷针接地体和引接线或金属构筑物的地下部分的直线距离大于 20m;当地下引接线达不到上述要求时,引接线应采用绝缘线引入室内。

7.1.6 信号设备机房的供电系统宜采用三相五线(TN-S)制,引入信号机房建筑物的低压电力线路,宜用电缆由地下引入机房,长度不应小于 15m,外护套金属应与保护地线连接。

7.1.7 所有进入车站信号设备机房建筑物的外来导电物体,都应在建筑物界面做等电位连接。电力

线、信号传输线的金属护套与等电位接地排直接用截面积大于 16mm^2 的多股绝缘铜线直接连接。电力线、信号传输线的芯线通过防雷保安器等电位接地排连接。机房内所有设备的不带电裸露金属都应采用截面积大于 16mm^2 的多股铜线与等电位接地排直接连接。

7.1.8 信号设备机房内的信号传输线路的经路排列,应远离建筑物外墙。任何场合,信号传输线路不得与电力线路靠近、并排敷设。电力线路和信号传输线路的间距应按附录 B。条件不许可时应采用屏蔽电缆布放,电缆护套和电缆屏蔽层应作接地处理。和信号设备相连的信号传输线路和低压电力线路的走线应尽可能采用最短的直线方式。

7.2 装在 LPZ0_A 区含电子信号设备的金属箱、盒应当接地。进入金属箱、盒的电源线和通信线,宜采用屏蔽电缆埋地敷设,屏蔽电缆的金属屏蔽层应接地。无法采用屏蔽电缆时,应将非屏蔽电缆穿钢管敷设,钢管一端和地线连接。严禁用钢轨代替保护地线。

8 防雷保安器的设置

8.1 铁路信号设备专用防雷保安器的设置

8.1.1 与外线或与钢轨连接的含电子器件的信号设备均应进行雷电防护。所有进入室内的电源线和信号传输线应当装设铁路信号设备专用防雷保安器,并与保护地线连接,以防止雷电过电压和过电流波侵入信号系统设备。在中雷区、多雷区、强雷区,若信号设备所在建筑物周围有高大建筑物和构筑物,同时室内电源线、室内信号传输线水平敷设长度大于 10m ,宜采取加强信号设备所在建筑物屏蔽和装设合适的防雷保安器等防雷措施。若无易于引雷的构筑物时,可根据信号设备的耐过电压能力加装合适的防雷保安器。

8.1.2 室内信号设备的电源馈线宜在室内外分界处,即 LPZ0 区和 LPZ1 区的界面设置一级电源防护,即粗防护;在靠近被保护设备处,即 LPZ1 区或 LPZ2 区,另设一级电源防护,即细防护。信号设备电源馈线、信号传输线防雷保安器的安装引线应尽量短。

8.1.3 防雷保安器的安装应牢固可靠。并联型防雷保安器应是可插拔结构,以便于测试和维修。信号传输线防雷保安器视现场情况,为安装和维修方便,宜集中设置。

8.1.4 防雷保安器的地线端与保护地线应可靠连接。一般,单相电源防雷保安器接地端子与保护地线间的连接线应采用截面积不小于 4mm^2 的铜芯导线。三相电源防雷保安器接地端子与保护地线间的连接线应采用截面积不小于 6mm^2 的铜芯导线。通信传输线防雷保安器接地端子与保护地线间的连接线应采用截面积 $1.5\text{mm}^2 \sim 4\text{mm}^2$ 的铜芯导线。

8.2 铁路信号设备专用防雷保安器的选用

8.2.1 铁路信号系统雷电电磁脉冲安全防护应采用符合 TB/T 2311—2002 标准要求的产品。

8.2.2 铁路信号设备专用防雷保安器必须符合被保护信号设备的特定要求,并与被保护信号设备的绝缘耐压匹配。防雷保安器接入信号系统后,不允许改变原信号系统的性能,不允许影响被保护设备的工作;受雷电电磁脉冲干扰时,应保证信号设备不出现危及行车安全的后果。

8.2.3 铁路信号设备的雷电防护设备应做到在信号设备受雷电电磁脉冲干扰时不间断使用。信号电源设备专用防雷保安器,不允许采用可导致续流、短路的空气间隙、气体放电管等元件与电源线并联,也不宜单独采用易于劣化的压敏电阻器与电源线并联。用三相电源供电的机房,电源防雷保安器宜采用相线—相线(L-L)间、相线—保护地线(L-PE)间和中性线—保护地线(N-PE)间的全模防护。

8.3 室内信号设备雷电安全防护设备的选取

8.3.1 电源馈线防护设备

信号设备机房的电源防雷保安器按表 1 选取冲击通流容量和限制电压。表中冲击通流容量用波形为 $8/20\mu\text{s}$ 的电流波试验,限制电压用幅值为 3kV 、波形为 $8/20\mu\text{s}$ 的电流波试验,测试均在相线与保护地间进行。当低压配电设备与用电设备处于同一楼层或室内电源馈线长度小于 50m 时,可省略供电设备前的交流电源防雷保安器(即表 1 中的 II)。

表 1 信号设备机房的电源防雷保安器冲击通流容量和限制电压的选取

防 护 区	交 流 电 源 防 雷 保 安 器						直 流 电 源 防 雷 保 安 器	
	户 外 交 流 电 源 馈 线 引 入 (引 出) 处 (I)		供 电 设 备 前 (II)		信 号 设 备 电 源 接 口 前 (III)			
	冲 击 通 流 容 量 kA	限 制 电 压 V	冲 击 通 流 容 量 kA	限 制 电 压 V	冲 击 通 流 容 量 kA	限 制 电 压 V	冲 击 通 流 容 量 kA	限 制 电 压 V
少 雷 区	≥10	≤1 500	≥5	≤1 000	≥5	≤500	≥5	≤200
中 雷 区	≥10	≤1 500	≥10	≤1 000	≥10	≤500	≥5	≤200
多 雷 区	≥20	≤1 500	≥10	≤1 000	≥10	≤500	≥10	≤200
强 雷 区	≥40	≤1 500	≥20	≤1 000	≥10	≤500	≥10	≤200
信号设备电源接口前安装的交流电源防雷器,若并联型电源防雷器限制电压达不到要求时,应采用带滤波器的串联型电源防雷器,电源防雷器的功率应大于被保护设备总用电量的 1.2 倍。								
注:“户外交流电源馈线引入(引出)处”,一般指线路跨越 LPZ0 防护区进入 LPZ1 防护区后的信号设备机房所在建筑物的总电源配电柜(架)与外线接口。“供电设备前”,一般指线路进入 LPZ1 防护区,信号系统设备机房低压配电柜(架)后,稳压器或 UPS(不间断电源)设备前。“信号设备电源接口前”,一般指线路进入 LPZ1 防护区,在信号设备或计算机终端电源插头前。								

8.3.2 信号传输线防护设备

8.3.2.1 与室外信号传输线相连的信号设备专用防雷保安器按表2、表3的原则选取冲击通流容量和限制电压。表2中冲击通流容量用波形为 8/20 μs 的电流波试验;表3中限制电压用幅值为 1 kV,波形为 10/700 μs 的冲击波试验(以下表4、表5、表6同)。

表 2 与室外信号传输线相连的信号设备专用防雷保安器冲击通流容量的选取

防 护 区	信号传输线防雷保安器
	冲击通流容量 kA
少雷区	≥5
中雷区	≥5
多雷区	≥10
强雷区	≥10

表 3 与室外信号传输线相连的信号设备专用防雷保安器限制电压的选取

	信号设备名称	信号传输线防雷保安器
		限制电压 V
1	轨道电路发送或接受端	≤190、330、500、700*
2	信号点灯、道岔表示、道岔启动(220 V 时)	≤700
3	道岔启动(380 V 时)	≤1 000
4	220 V 交直流回路	≤700
5	110 V 交直流回路	≤500
6	60 V 交直流回路	≤330

表 3(续)

	信号设备名称	信号传输线防雷保安器
		限制电压 V
7	36 V 以下交直流回路	≤190
8	驼峰测量设备、调度集中、调度监督	≤60
9	驼峰机车遥控设备	≤190
* 限制电压的选取可用以下经验公式： 限制电压(V) = 4.8 × 工作电压		

8.3.2.2 室内采集、驱动信号传输线防雷保安器按表 4 的原则选取冲击通流容量和限制电压。

表 4 室内采集、驱动信号传输线防雷保安器冲击通流容量和限制电压的选取

防 护 区	信 号 传 输 线 防 雷 保 安 器	
	冲击通流容量 kA	限制电压 V
少雷区	—	—
中雷区	≥1.5	≤60
多雷区	≥1.5	≤60
强雷区	≥1.5	≤60

8.3.2.3 室内视频信号传输线防雷保安器按表 5 的原则选取冲击通流容量和限制电压。

表 5 室内视频信号传输线防雷保安器冲击通流容量和限制电压的选取

防 护 区	信 号 传 输 线 防 雷 保 安 器	
	冲击通流容量 kA	限制电压 V
少雷区	—	—
中雷区	≥1.5	≤10
多雷区	≥1.5	≤10
强雷区	≥1.5	≤10

表中少雷区是否设通道防雷保安器,可根据下列因素酌情考虑,并按中雷区加以防护:

- 信号设备所在建筑物曾遭雷击,信号设备曾有雷害;
- 信号设备所在建筑物附近有曾遭雷击的高大建筑物或构筑物;
- 与外界相连的信号传输线架空引入,或用无接地外护套的电缆引入;
- 信号设备受站内吊车等大用电设备的干扰影响,以及交流电气化铁路系统的牵引电流影响。

8.3.2.4 计算机数据通信接口信号传输线防雷保安器按表6的原则选取冲击通流容量和限制电压。

8.3.2.5 在中雷区以上的机房内的信号传输线若水平距离大于50m小于100m时,应在一端设备接口处安装信号传输线防雷保安器;若信号传输线水平距离大于100m时,应在两端设备接口处安装信号传输线防雷保安器。历史上雷害较集中的机房内,即使信号传输线水平距离小于50m,也应考虑在传输线一端加设防雷器。若机房屏蔽较好,室内信号设备安装的传输线防雷保安器冲击通流容量(波形8/20μs)应大于1kA。机房无屏蔽,机房处于强雷区、机房附近有易于引雷的高大建筑物和构筑物时,室内信号设备安装的信号传输线防雷保安器冲击通流容量(波形8/20μs)应大于3kA。机房处于强雷区且机房附近有含避雷针建筑物、构筑物或机房曾多次受感应雷电磁脉冲危害,室内的信号传输线防

雷保安器其冲击通流容量(波形 $8/20\mu\text{s}$)应大于 5 kA 。所有信号传输线防雷保安器的限制电压都应小于 40 V 。

表 6 室内计算机数据通信接口信号传输线防雷保安器冲击通流容量和限制电压的选取

防 护 区	信号传输线防雷保安器	
	冲击通流容量 kA	限制电压 V
少雷区	—	—
中雷区	≥ 1.5	≤ 40
多雷区	≥ 1.5	≤ 40
强雷区	≥ 1.5	≤ 40
表中少雷区是否设通道防雷保安器,可根据下列因素酌情考虑,并按中雷区加以防护: a) 信号设备所在建筑物曾遭雷击,信号设备曾有雷害; b) 信号设备所在建筑物附近有曾遭雷击的高大建筑物或构筑物; c) 与外界相连的信号传输线架空引入,或用无接地护套的电缆引入; d) 信号设备受站内吊车等大用电设备的干扰影响,以及交流电气化铁路系统的牵引电流影响。		

8.4 室外信号设备雷电安全防护设备的选取

8.4.1 室外设备供电电源馈线防护设备

室外信号设备电源的防雷保安器冲击通流容量和限制电压按表 7 选取。表中冲击通流容量用波形为 $8/20\mu\text{s}$ 的电流波试验;限制电压用幅值为 3 kA 、波形为 $8/20\mu\text{s}$ 的电流波试验;测试均在相线和保护地间进行。

表 7 室外信号设备专用交流电源防雷保安器冲击通流容量和限制电压的选取

防 护 区	供电设备前的交流电源防雷保安器	
	冲击通流容量 kA	限制电压 V
少雷区	≥ 10	≤ 1000
中雷区	≥ 10	≤ 1000
多雷区	≥ 20	≤ 1000
强雷区	≥ 20	≤ 1000

8.4.2 室外信号传输线防护设备

室外信号设备的信号传输线防雷保安器的冲击通流容量和限制电压按表 8、表 9 选取。表 8 中冲击通流容量用波形为 $8/20\mu\text{s}$ 的电流波试验,表 9 中限制电压用幅值为 1 kV 、波形为 $10/700\mu\text{s}$ 的冲击波试验。

表 8 室外信号设备的信号传输线防雷保安器冲击通流容量的选取

防 护 区	信号传输线防雷保安器	
	冲击通流容量 kA	
少雷区	≥ 10	
中雷区	≥ 10	
多雷区	≥ 20	
强雷区	≥ 20	

表 9 室外信号设备的防雷保安器限制电压的选取

	信号设备名称	信号传输线防雷保安器
		限制电压 V
1	轨道电路发送或接收端	$\leq 190, 330, 500, 700^a$
2	信号点灯、道岔表示、道岔启动(220 V 时)	≤ 700
3	道岔启动(380 V 时)	≤ 1000
4	220 V 交直流回路	≤ 700
5	110 V 交直流回路	≤ 500
6	60 V 交直流回路	≤ 330
7	36 V 以下交直流回路	≤ 190
8	驼峰测量设备、调度集中、调度监督	≤ 60
9	驼峰机车遥控设备	≤ 190
^a 限制电压的选取可用以下经验公式： 限制电压(V) = $4.8 \times$ 工作电压		

9 信号设备雷电电磁脉冲防护水平的测试

9.1 测试范围

9.1.1 所有上道的信号设备应当用 GB/T 17626.5—1999 规定的室内动态模拟试验来测试其对雷电电磁脉冲的抗扰度。所有信号设备在外部未加任何防雷设备时应通过表 10 的第 1 级试验。

9.1.2 设计的信号设备整体防护方案应当用 GB/T 17626.5—1999 规定的室内动态模拟试验来验证。

9.2 性能判据

动态模拟试验的性能判据分为 A、B 两种：判据 A 为受试设备经试验后，在本设备技术规范内性能正常；判据 B 为受试设备经试验后，在本设备技术规范内功能或性能暂时降低或丧失，但能自行恢复。

安全设备的性能判据采用 A，非安全设备的性能判据采用 B。

受试设备经动态模拟试验后用上述判据判别，雷电电磁脉冲的抗扰度不合格者应加强雷电防护措施。

9.3 试验等级选择

信号设备动态模拟试验的试验等级应根据信号设备的安装情况来选择，信号设备的安装类别可能有以下几种：

- 室内电缆隔离良好，甚至短线路也有隔离良好的电气环境。
- 电源电缆和信号电缆在室内相互并行的电气环境。
- I/O 线、信号传输线为户外电缆，进入室内后沿给信号设备供电的电源电缆敷设的电气环境。
- 在非人口密集地区，室内信号设备与户外信号传输电缆和架空电力线路相联的电气环境。
- 信号设备与钢轨连接的电气环境。

信号设备动态模拟试验的试验等级如表 10 所示：室内信号设备动态模拟试验选试验等级 1~4 级；室外信号设备动态模拟试验选试验等级 4 级或试验等级 X 级。

9.4 试验方法

9.4.1 与电源馈线连接的设备，用 $4/300 \mu\text{s}$ 波形，电压幅值根据表 10 选择，进行正、负极性各 5 次，间隔为 1 min 的线一地和线一线冲击试验。

9.4.2 与信号传输线连接的设备，用波形 $10/700 \mu\text{s}$ ，按表 10 试验等级进行正、负极性各 5 次，间隔为 1

min的线一地和线一线冲击试验。

9.4.3 与钢轨连接的设备,用电压幅值 10 kV,波形 10/200 μ s 进行正、负极性各 5 次,间隔为 1 min 的纵向和横向冲击试验。

9.4.4 对雷击大地使地电位上升易被反击的设备,应进行直击雷反击模拟试验,以电压幅值 10 kV,波形 1.2/50 μ s 进行正、负极性各 5 次,间隔为 1 min 的线一地和线一线冲击试验。

表 10 试验等级的选择

安装类别	试验等级	试验电压 $\pm 10\%$ kV					
		电 源		不平衡线路/长距离总线		平衡线路	
		线一地	线一线	线一地	线一线	线一地	线一线
a	1	1	0.5	1	0.5	1	—
b	2	2	1	2	1	2	—
c	3	4	2	4	2	2	—
d	4	*	*	4	2	4	—
e	X	特定	特定	特定	特定	特定	特定
注:试验 X 为试验最严酷的等级,由设备安装地点决定。							
* 由当地电力系统等级决定:电力系统为架空电力线路时,线一地试验电压为 20 kV,线一线试验电压为 10 kV;电力系统为埋地电缆线路时,线一地试验电压为 10 kV;线一线试验电压为 5 kV;试验 1~3 的设备连线都是室内设备间的连线,与室外无关,试验 4 的设备与户外线路相连。							

10 接地要求及技术参数

10.1 为保证信号系统设备的整体防护效果,要求信号设备机房有良好的保护地线 PE。

10.2 采用共用接地系统的信号设备机房,其接地电阻值应小于 4 Ω 。单独设置防雷保护地时,其接地电阻值应小于 10 Ω ;信号系统设备含计算机设备时,其接地电阻值应小于 4 Ω 。

10.3 采用共用接地系统的信号设备机房,应将电气和电子设备的金属外壳、机柜、机架、信号设备工作地、防静电接地、金属屏蔽电缆外层、保护地及防雷保安器接地端子等以最短的距离分别就近接到等电位接地排上。

10.4 单独设置避雷针的信号设备机房建筑物,避雷针引下线在地网上的引接点和等电位接地排与地网之间的连线引接点,应相距 10 m~15 m,条件不允许时也不应小于 5 m。该接地引入线长度不宜超过 30 m,采用 40 mm $\times$ 4 mm 镀锌扁钢或不小于 95 mm² 的多股铜线。接地引入线应作防腐、绝缘处理,并不允许接近地下金属管线和水沟。裸露在地面上的部分,应有防止机械损伤的措施。

10.5 采用共用接地系统的机房,有可能因避雷针、避雷带遭雷击使地电位上升,同时使与地网相连的工作地电位上升,并在其与信号传输线、电源线间出现瞬态过电压,因此应在可能出现瞬态过电压的线路上设置防雷保安器,不允许漏防。

10.6 未采用共用地接地系统的信号设备机房,为防止地电位反击,保护地线不应与建筑物避雷针、避雷带接地共用同一接地体,并要求信号设备保护地线 PE 的接地体与避雷针、避雷带的接地体之间距离大于 20 m;不能满足 20 m 时,要采用绝缘电线引入。在室内任何地方,保护地线不得与电力系统的中性线连接。

10.7 信号设备机房需要另设保护地线 PE 时,接地材料的选择,要充分考虑其导电性、热稳定性、耐腐蚀性和承受电流的能力。一般宜采用热镀锌钢材、铜材及其他新型材料。采用热镀锌钢材时规格要求

如下:

钢管 $\phi 50$ mm,壁厚应不小于 3.5 mm;

角钢 应不小于 $50\text{ mm} \times 50\text{ mm} \times 5\text{ mm}$;

扁钢 应不小于 $40\text{ mm} \times 4\text{ mm}$ 。

严禁用裸铝线作接地材料。

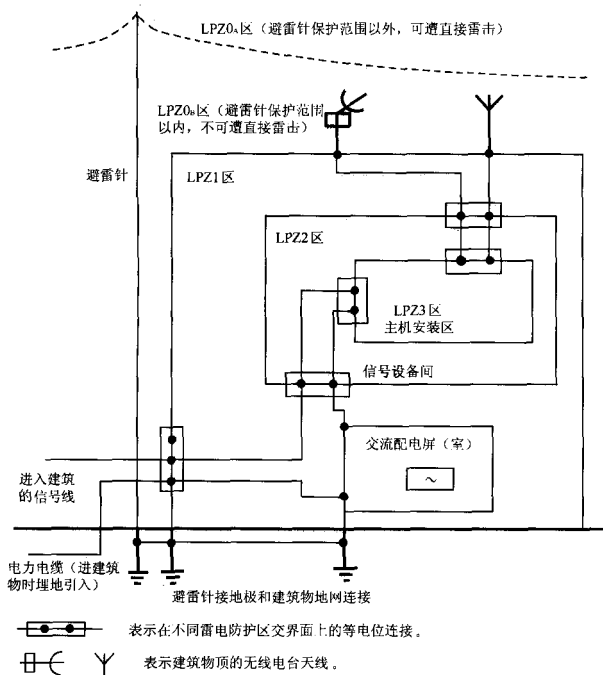
垂直接地体长度一般为 $1.5\text{ m} \sim 2.5\text{ m}$;接地体之间距离一般为接地体长度的 $1.5 \sim 2$ 倍。当垂直接地体埋设有困难时,可设多根环形水平接地体,其彼此间隔可为 $1\text{ m} \sim 1.5\text{ m}$,且应每隔 3 m 相互焊接连通一次。接地体埋深为上端距地面不小于 0.7 m ;在寒冷地区,接地体应埋设在冻土层以下。

10.8 机房内环形接地排宜采用铜材做成排状,铜排长度由出线数决定,厚度不小于 4 mm ,宽度不小于 25 mm ,在距地面 0.3 m 处墙上明装。机房环形接地排与接地体间的接引线,应采用有绝缘外护套的铜导线,其截面积应不小于 40 mm^2 。机房环形接地排接至电源防雷保安器的接地线,应采用有绝缘外护套的铜导线,其截面积应不小于 4 mm^2 。接至通道防雷保安器的接地线,其截面积应不小于 1.5 mm^2 。接地体与接地线连接应用电焊或气焊,焊接处应涂沥青防腐。

10.9 接地电阻值难以达到要求时,可采取换土、添加降阻剂、外引等方式加以改善,但外引长度不应超过 30 m 。外引材料为镀锌扁钢时,其截面积应不小于 $40\text{ mm} \times 4\text{ mm}$ 。

附录 A
(资料性附录)

雷电防护区的划分和做符合要求的等电位连接的图示



注:图中所示的电力电缆和通信电缆的屏蔽层或金属外套与地网等电位接地排直接连接,电力电缆和通信电缆金属芯线通过防雷保安器与地网等电位接地排间接连接。

图 A.1

附录 B

(规范性附录)

有关电线电缆敷设的要求

B.1 在墙上敷设的电线、电缆、光缆及管线和其他管线间的间距应符合表 B.1 的规定。

表 B.1 墙上敷设的电线、电缆、光缆及管线和其他管线间的间距表

其 他 管 线	最小平行净距 mm	最小交叉净距 mm
	电缆、光缆及管线	电缆、光缆及管线
直击雷防护装置引下线	1000	300
保护地线	50	20
给水管	150	20
热力管(不包封)	500	500
热力管(包封)	300	300
如墙上敷设的电线、电缆长度超过 6000 mm 时,与直击雷防护装置引下线的最小交叉净距应按下式计算: $S \geq 0.05L$ 式中: S——交叉净距,单位为毫米(mm); L——交叉处直击雷防护装置引下线距地面的高度,单位为毫米(mm)。		

B.2 通信信号电缆和电力电缆的间距应符合表 B.2 的规定。

表 B.2 通信信号电缆和电力电缆的间距表

类 别	与通信信号电缆接近的情况	最小净距 mm
380 V 电力电缆 <2 kV·A	与缆线平行敷设	130
	有一方在接地的金属线槽或钢管中	70
	双方都在各自的接地的金属线槽或钢管中	10
380 V 电力电缆 2 kV·A—5 kV·A	与缆线平行敷设	300
	有一方在接地的金属线槽或钢管中	150
	双方都在各自的接地的金属线槽或钢管中	80
380 V 电力电缆 >5 kV·A	与缆线平行敷设	600
	有一方在接地的金属线槽或钢管中	300
	双方都在各自的接地的金属线槽或钢管中	150

B.3 通信信号电缆与附近可能产生高电平电磁干扰的电力电缆等电气设备之间应保持必要的间距,应符合表 B.3 的规定。

表 B.3 通信信号电缆与其他干扰源的间距

其他干扰源	与通信信号电缆接近的情况	最小间距 m
配电箱	与配线设备接近	≥ 1.00
电梯、变电室	尽量远离	≥ 2.00