

上海铁路局

车站信号设备综合防雷 工程技术方案

上海铁大电信设备有限公司

2006-9

目 录

一 总则

- 1 概述
- 2 综合防雷设计引用标准及规范
- 3 综合防雷系统设计指导思想

二 雷电的形成机理及防护的基本概念

- 1 雷电的形成及危害
- 2 雷电电磁脉冲侵入信号设备的主要途径
- 3 雷电分区防护的概念
- 4 综合雷电防护的基本技术

三 综合防雷系统防护措施

- 1 综合防雷系统概述
- 2 综合防护措施

四 防雷工程技术方案

- 1 改善信号楼机房所处电磁环境
- 2 分区分级防雷保安器的设置
- 3 合理布线的技术要求

五 防雷工程技术要求

- 1 铁路信号设备用防雷元件的基本要求
- 2 应用 SPD 的技术要求
- 3 安装 SPD 的技术要求
- 4 引用导线规格要求

六 防雷系统的维护和管理

- 1 防雷系统的维护
- 2 防雷系统的管理

一 总则

1 概述

随着铁路设备的更新换代,铁路信号微电子设备得以广泛应用,在积极推动信号技术装备现代化进程的同时,随着电务系统电子设备的普及,雷电对电务设备的影响亦越来越大,直接影响到行车安全和效率。

计算机联锁系统是微电子技术车站联锁系统的应用,雷电侵袭设备的后果严重,一旦发生设备雷击损坏的情况,不但造成较大的经济损失,威胁信号楼机房设备和维护人员的人身安全,而且还对铁路系统调车编组的正常运转造成较大的影响,因此原有基于继电联锁的雷电防护已不适应新设备应用的需要,这就对防雷设计提出了更高的要求,因此针对雷电防护的专项工程必须全面考虑雷电侵害的影响,进行系统的、立体的综合防护。

全路电务跨越式发展工作会议明确指出,传统的防雷系统设计标准低,元件质量差,要求全面加强信号系统防雷,增强信号系统的雷电防护能力。

为统一铁路信号设备电磁兼容性雷电电磁脉冲的防护标准,提高信号设备抵抗电磁干扰能力,防止或降低雷电的危害,保证信号设备安全工作,铁道部2006年4月制定了铁运(2006)26号《铁路信号设备雷电及电磁兼容综合防护实施指导意见》。

我们公司多年来一直从事系统防雷的研究,目前已经形成一套完善的防护系统,公司具有专业防雷乙级设计、施工资质,拥有多支经验丰富的防雷工程施工队伍。我们公司还是目前唯一一家通过“铁路信号微电子设备防雷系统”部级技术鉴定的单位。

2 综合防雷设计引用标准及规范

2.1 铁运（2006）26 号《铁路信号设备雷电及电磁兼容综合防护实施指导意见》

为统一铁路信号设备电磁兼容性雷电电磁脉冲的防护标准，提高信号设备抵抗电磁干扰能力，防止或降低雷电的危害，保证信号设备安全工作，铁道部2006 年制定本实施指导意见。

2.2 TB/T3074—2003《铁路信号设备雷电电磁脉冲防护技术条件》

本标准规定了铁路信号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.不考虑雷电直接击中信号设备的防护。

本标准适用于铁路信号设备本身对雷电电磁脉冲诱发的过电压和过电流的防护，不适用于铁路信号设备所处场地建筑物对直击雷的防护。

2.3 TB/T 2311—2002《铁路电子设备用防雷保安器》

本标准规定了铁路电子设备用防雷保安器的定义、分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和储存。

本标准适用于含有电子及微电子器件的铁道通信设备、信号设备、计算机信息系统设备为防止雷电电磁脉冲感应过电压损害的防雷保安器的制造、维修和检验。

2.4 GB 50057—94（2004 版）《建筑物防雷设计规范》

为使建筑物(含构筑物)防雷设计因地制宜地采取防雷措施，防止或减少雷击建筑物所发生的人身伤亡和财产损失,做到安全可靠、技术先进、经济合理，制定本规范。

本规范适用于新建建筑物的防雷设计.建筑物防雷设计除应执行本规范的规定外，还应符合国家现行有关标准和规范的规定。

2.5 GB 50343—2004《建筑物电子信息系统防雷技术规范》

本规范主要对微电子信息系统综合防雷工程的设计、施工、验收、维护与管理作出规定和要求。

2.6 GB 50174-93《电子计算机机房设计规范》

为使电子计算机机房设计确保电子计算机系统稳定可靠运行，保障机房工作人员有良好的工作环境,做到技术先进、经济合理、安全使用、确保质量，制定

本规范。

本规范适用于陆地上新建、改建和扩建的主机房建筑面积大于或等于 140M² 的电子计算机机房设计。

2.7 铁运[2000] 14 号《中国铁道部技术标准—信号维护规则》

本标准 of 信号设备维护技术标准的基本规章，是维护及评定质量的依据。

本标准适用于标准轨距营业铁路的信号设备，主要为《铁路技术管理规程》第三章中规定的内容。

2.8 IEC 61312-1 《雷电电磁脉冲的防护》第一部分：一般原则

本标准 of 建筑物内或建筑物顶部信息系统有效的雷电防护系统的设计、安装、检查、维护提供信息。

2.9 IEC 61312-2 《雷电电磁脉冲的防护》第一部分：建筑物在受到直接雷击和邻近雷击情况下内部的电磁场

本标准提供在直接雷击和邻近雷击情况下，对装有信息系统（如电子系统）的建筑物评估其抗 LEMP 屏蔽措施的效率的方法。

3 综合防雷系统设计指导思想

3.1 整体防护，综合防护概念；

3.2 分区防护、分级、分设备防护；

3.3 技术先进，安全可靠，符合故障导向安全原则；

3.4 系统维护少，维修成本低；

3.5 系统结构简单，现场设备少，方便施工。

二 雷电的形成机理及防护的基本概念

1 雷电的形成及危害

1.1 自然界强大的脉冲放电过程，雷电除直击雷造成的危害外，伴随雷电流发生过程，会在一维通道四周的三维空间引发强烈瞬变的雷电电磁脉冲（LEMP）。

1.2 无论是闪电在空间的先导通道或回击通道中闪电产生的迅变电磁场,还是闪电进入地上建筑物的避雷针系统以后所产生瞬变的电磁场,都会在空间一定范围产生电磁作用，在三维空间范围里对一切电子设备发生作用。

1.3 随着计算机和计算机网络系统等微电子设备的发展,对磁场的敏感程度又有提高，给人们造成的影响是雷暴日没有增加但雷害却呈上升趋势。

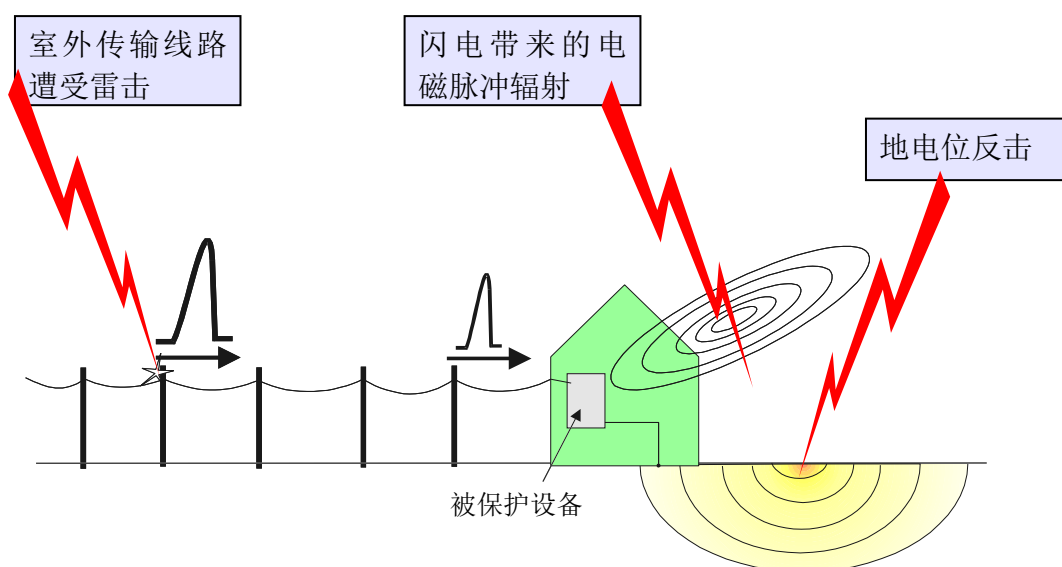
2 雷电电磁脉冲侵入信号设备的主要途径

2.1 直击雷：雷电直击信号设备附近的构筑物、地面突出物或大地时,LEMP 在信号系统中产生过电压和过电流。

2.2 感应雷:雷电放电时，在附近导体上产生的静电感应和电磁感应，它可使各金属部件之间产生火花。

2.3 雷电波侵入：由于雷电对架空线路或金属管道的作用，雷电波可能沿着这些管线、线路传导侵入信号系统内的过电压和过电流。

2.4 地电位反击:雷击时，雷电流进入接地装置引起地电位升高，由于各接地体间电位不等，在信号系统接地导体和其它导体间产生的反击。



雷电电磁脉冲侵入信号设备的主要途径

3 雷电分区防护的概念

分区防护是指以 IEC61312《雷电电磁脉冲的防护》为标准,将雷电保护区域划分为几个保护区,不同防护区域根据电磁兼容要求,确定防雷保安器安装位置,根据不同的设备,选择不同规格不同等级的防雷保安器,保证使各个区域分界处的雷电冲击能量依次递减,最终保证设备所受到的冲击低于其承受水平,达到雷电防护的目的,雷电防护区可按如下划分:

3.1 LPZ0A(直击雷非防护区):

本区内的各类物体完全暴露在外部防雷装置的保护范围之外,都可能遭到直接雷击,本区内的电磁场未得到任何屏蔽衰减,属完全暴露的不设防区。

3.2 LPZ0B(直击雷防护区):

本区内的各类物体处在外部防雷装置保护范围之内,应不可能遭到大于所选滚球半径雷电流直接雷击,但本区内的电磁场未得到任何屏蔽衰减,属充分暴露的直击雷防护区。

3.3 LPZ1(第一屏蔽防护区):

本区内的各物体不可能遭到直接雷击,流经各类导体的电流比 LPZ0B 区进一步减小,且由于建筑物的屏蔽措施,本区内的电磁场强度也已得到了初步的衰减,一般为加设了外部屏蔽的信号楼内。

3.4 LPZ2(第二屏蔽防护区):

为进一步减小所导引的电流或电磁场而增设的后续防护区,如设屏蔽的微机机房,屏蔽可把闪电引起的脉冲电磁场从空间入侵的通道阻隔起来。

4 综合雷电防护的基本技术

4.1 传导(Conducting)

传导是外部防护、防范直接雷击的主要措施.接闪器(避雷针、避雷带和避雷网)将闪电的巨大能量引导到大地消耗掉,不使它对被保护的物体产生破坏作用.但是引导闪电入地的导线上要通过巨大雷电电流,会产生感应电磁场,也可能损坏设备.传导技术必须与其他防雷措施综合使用,才能使被保护的物体处于安全状态。

4.2 分流(Dividing)

即暂态等电位连接,对于远处落雷产生的雷电电磁脉冲在电力线、电话线、

信号线或者这类电缆的金属外套等上感应的沿导线入侵的电压波,用防雷保安器分流入地。针对不同的站(场)和信号电路结构,需要考虑选用不同的优质防雷保安器(SPD)。

4.3 接地 (Grounding)

接地是将雷电流的能量泄放入地,要求接地电阻小,是防雷工作的重点、难点.在信号楼的建设中,一定要有一个良好的接地系统,因所有防雷系统都需要通过接地系统把雷电流泄入大地,从而保护设备和人身安全.如果接地系统做得不好,不但会引起设备故障,烧坏元器件,严重的还将危害工作人员的生命安全.另外还有防干扰的屏蔽问题、防静电的问题都需要通过建立良好的接地系统来解决。

一般信号楼的接地系统有:防雷地、安全地、屏蔽地、逻辑地等,有的还要求另设专用独立地,然而,各地必须独立时,如果相互之间距离达不到规范要求的话,则容易出现地电位反击事故.因此,系统防雷采用的共用接地系统,如实际情况不允许直接连接的,可通过电位均衡器实现等到电位连接。

4.4 屏蔽 (Shielding)

用金属网、箔、壳、管等导体把需要保护的对象包围起来,把闪电的脉冲电磁场从空间入侵的通道阻隔起来。

4.5 等电位连接 (Bonding)

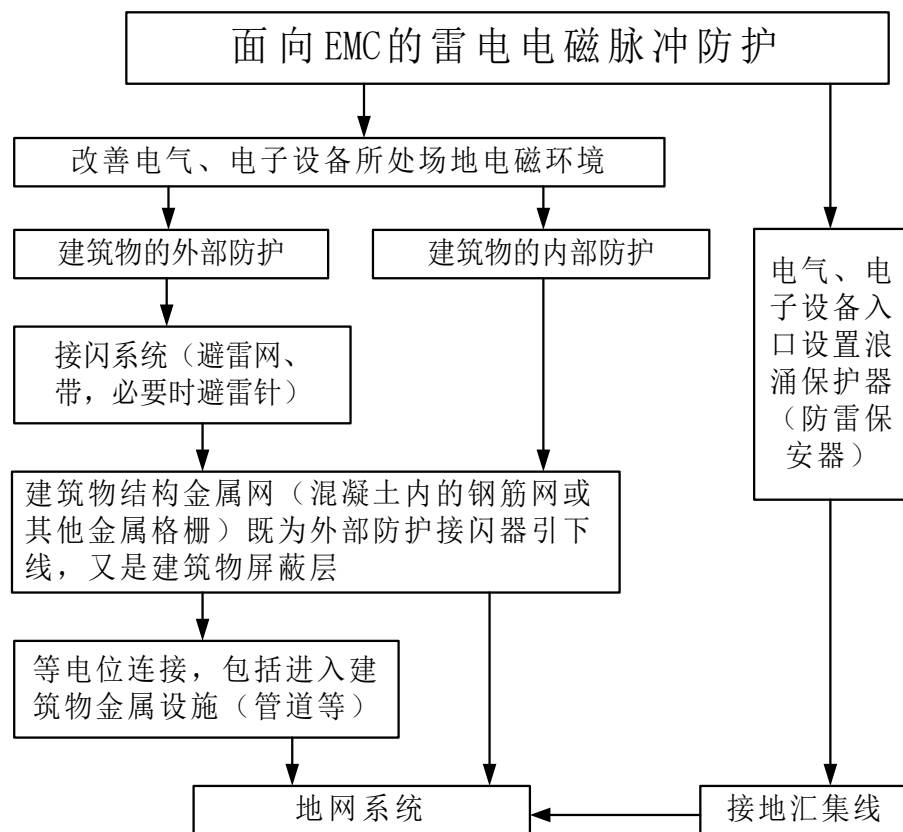
将各种金属物用金属导体连接,以保证等电位,消除电位差.等电位连接是防雷措施中极为关键的一项,可以消除因地电位骤然升高而产生的“反击”。等电位连接是内部防雷措施的一部分,是用连接导线或过电压(电涌)保护器,将处在需要防雷空间内的防雷装置和建筑物的金属构架、金属装置、外来导线、电气装置、电信装置等连接起来,形成一个等电位连接网络,以实现均压等电位,其目的在于减少雷电流所引起的电位差。

三 综合防雷系统防护措施

1 综合防雷系统概述

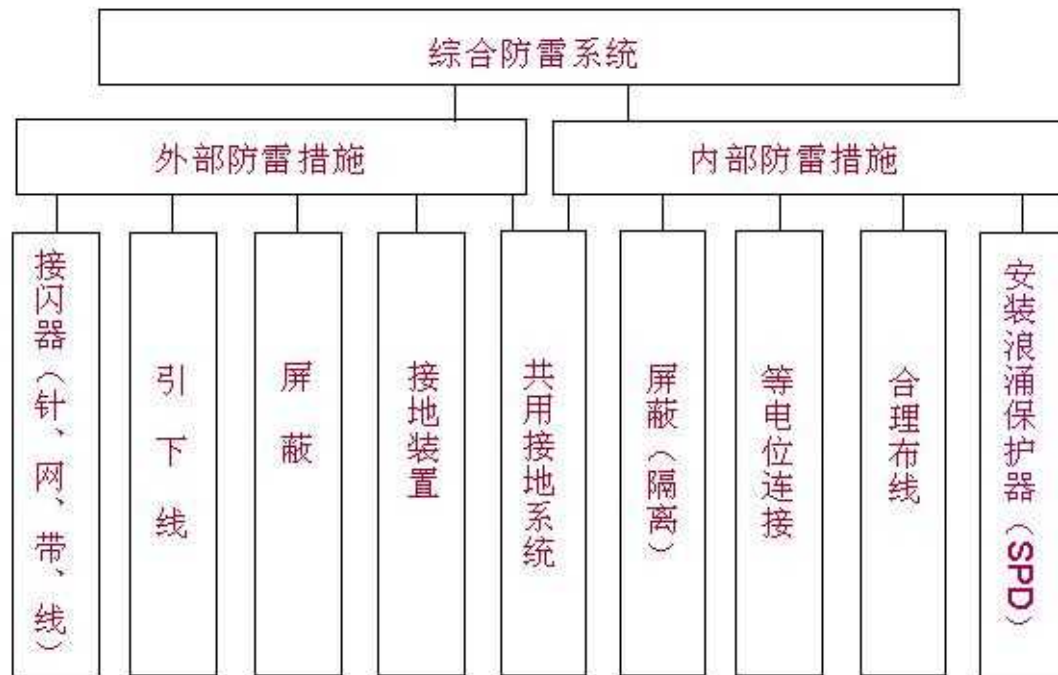
综合防雷系统是指建筑物采用外部和内部防雷措施构成的防雷系统，根据铁运（2006）26号文件《铁路信号设备雷电及电磁兼容综合防护实施指导意见》，铁路信号设备雷电防护应采取综合防护的方法，主要为三个方面：

- 改善电磁兼容环境条件, 包含屏蔽、等电位设置以及合理布线；
- 分区分级设置防雷保安器；
- 良好接地措施。



雷电电磁脉冲安全防护框图

2 综合防护措施



2.1 外部防雷措施:主要用于防直击雷,并改善信号设备所处场地及机房电磁环境条件,包括以下防护项目:

- 信号楼顶接闪器 (避雷网、带) 设置
- 信号楼外部引下线设置
- 信号楼外部综合接地网

2.2 内部防雷措施 主要用于减小和防止雷电流在需防护空间内所产生的电磁感应,包括以下防护项目:

- 微机机房屏蔽设置
- 接地汇集线及室内外等电位连接
- 分区分级设置防雷保安器
- 合理布线

2.3 共用接地系统 外部防雷措施和内部防雷采用共用接地系统,形成整个防雷系统的等电位。

四 防雷工程技术方案

1 改善信号楼机房所处电磁环境

外部防护措施是根据“法拉第”均压原理，将信号设备机房建筑物设计成一个屏蔽笼式结构，保证楼层内各点电位分布均匀，为电子设备提供耐电冲击和抗电磁干扰的运行环境，并提供一个综合接地网。

法拉第笼由屋顶避雷网、避雷带和引下线、微机机房屏蔽和综合接地系统构成。

(1) 信号楼直击雷防护和机房屏蔽设置

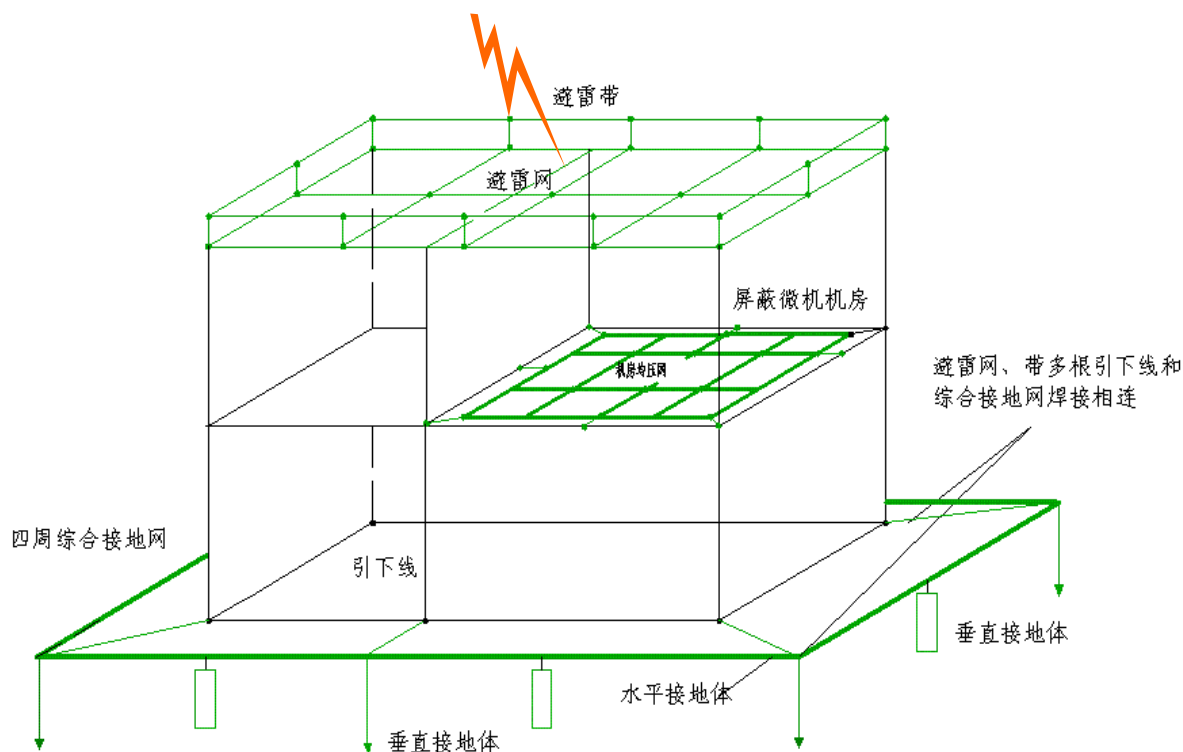
1.1 信号楼顶避雷网、带的设置

- 信号设备机房建筑物考虑防直击雷，其接闪装置采用避雷网、避雷带。
- 信号楼顶采用明装避雷网，采用 40mm×4mm 热镀锌扁钢在楼顶上平铺成 3m×3m 方形网格构成，网格交叉处焊接，避雷网每隔 3m 与避雷带焊接连通。热镀锌钢材的镀层厚度为 20~60μm。
- 避雷带采用 40mm×4mm 热镀锌扁钢沿屋顶周边设置一圈，距墙体高度 0.15m，并用热镀锌圆钢均匀设置避雷带支撑柱，支撑柱间距为 1m。

信号楼外部引下线的设置

- 引下线是避雷带与接地装置的连接线，沿机房建筑物外墙均匀垂直敷设 4-6 根，安装应平直，并与其它电气线路距离大于 1m。引下线的固定卡钉布置均匀牢固，间距为 2m。
- 引下线宜采用 40mm×4mm 热镀锌扁钢或不小于 Φ8mm 热镀锌圆钢，上端与避雷带焊接连通，焊接处不得出现急弯(弯角不小于 R90°)，下端与地网焊接。
- 引下线与分线盘(柜)间距应不小于 5m。
- 在避雷带引下线处设垂直接地体，垂直接地体与水平接地体可靠焊接。
- 合格的钢筋混凝土结构或框架结构建筑物，可利用建筑物内主钢筋作引下线的一部分和大空间屏蔽网，利用时主钢筋与避雷带焊接。引下线利用建筑物内主钢筋时，主钢筋应与接地装置（地网）、避雷带焊接。

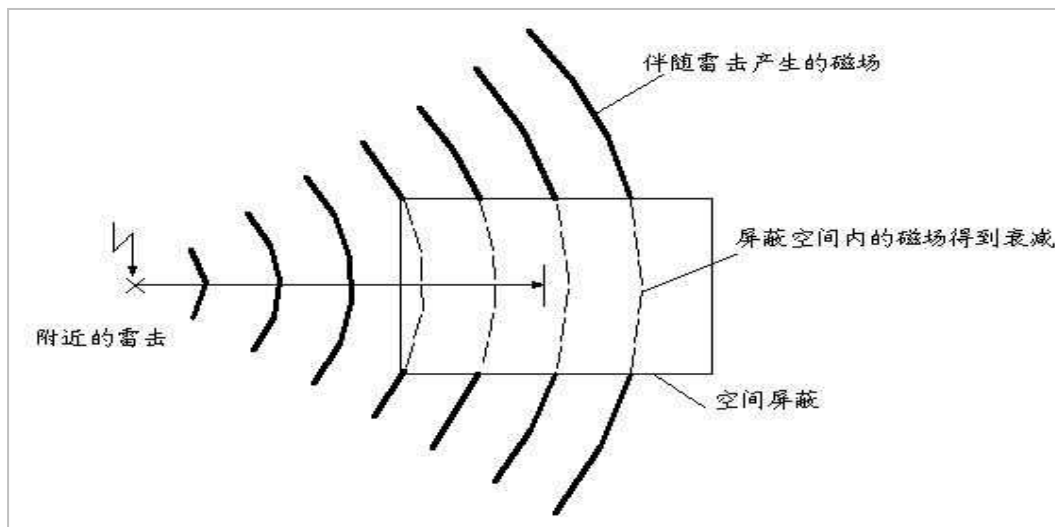
- 信号楼整体防护示意图



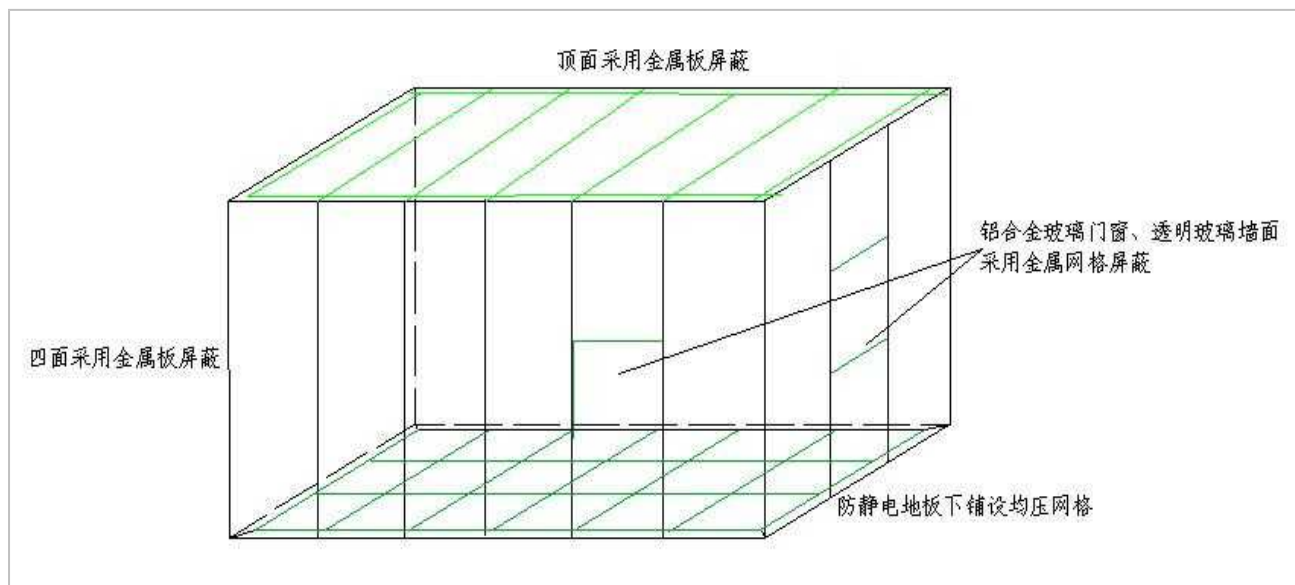
微机机房屏蔽的设置

- 安装电子设备的机房需进行更完善的室内法拉第笼屏蔽，可把雷电的脉冲电磁场从空间入侵的通道阻隔开，使得雷电波辐射能量在穿越屏蔽体时受到衰减。
- 微机机房内壁敷设厚度为 0.6mm 的铝板作为电磁屏蔽材料，铝板之间的连接边大于 100mm，门窗屏蔽采用截面积不小于 3mm²、网孔不大于 80mm×80mm 的铝合金网。门窗用不小于 16mm² 的软铜线与屏蔽层可靠连接。
- 金属板间连接可靠或用不小于 2mm² 的软铜线可靠连接。
- 屏蔽层引出线与地网连接处用 25 mm² 的软铜线单点冗余可靠连接（可多处连接）。
- 机房已经预留钢筋接地端子板的，屏蔽层还应与钢筋接地端子板栓接。
- 防静电地板下金属支架底部采用不小于 80.1×20mm 的铜箔带构成与支架一致的（600mm×600mm）的网格，铜箔带交叉处用锡焊接。
- 互相连接的金属支架或网格铜箔带应采用 10 mm² 的铜带（扁平铜网编织带）应与屏蔽层连接，至少 4 处。门窗上的铝网门与门框、窗与窗框用截面不小于 10mm² 铜编带连通。

- 墙体恢复采用石膏板贴墙，并外涂涂料，墙体恢复平整光洁，保持整个机房的美观。
- 屏蔽防护示意图



- 微机房屏蔽安装示意图



(2) 信号楼外部综合接地网的设置

- 信号设备应设安全地线、屏蔽地线和防雷地线. 信号设备的机架（柜）、控制台、箱盒、信号机梯子等应设安全地线，交流电力牵引区段的电缆金属护套应设屏蔽地线，防雷保安器应设防雷地线, 安装防静电地板的机房应设防静电地线，微电子设备需要时可设置逻辑地线。上述地线均由共用接地系统的地网引出。
- 在信号楼四周，距离信号楼墙体 1m 以外建设一个由水平接地体和垂直接地体组成的环行接地网, 受条件限制时可不环四周敷设, 但应尽可能沿建筑物四周设置，以便与地网连接的各种引线就近连接。
- 整个地网埋设深度不少于 0.7m（土质地面），在寒冷地区埋设在冻土层以下。
- 在避雷带引下线处应设垂直接地体, 垂直接地体必须与水平接地体可靠焊接。接地电阻不满足要求时，可增设垂直接地体，其间距不宜小于其长度的 2 倍并均匀布置。
- 接地体上方设置永久性明显标志。
- 信号楼若为属钢筋结构, 应把综合地网与房屋四角的主钢筋用 $40\text{mm} \times 4\text{mm}$ 热镀锌扁钢多处焊接相连成一体, 并在地下每隔 5—10m 就近与建筑物基础接地网钢筋焊接一次。
- 水平接地体： $40\text{mm} \times 4\text{mm}$ 热镀锌扁钢（镀层厚度不小于 $60\ \mu\text{m}$ ）
- 垂直接地体：金属石墨接地体和 $50\text{mm} \times 50\text{mm} \times 5\text{mm}$ 热镀锌角钢
- 信号楼内所有的地线全部直接利用该综合接地网, 26 号文件对综合接地网接地电阻无特别规定，我公司设置的地网接地电阻值小于 1 欧姆。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/175012130322011130>