

防雷接地设计说明

一、建筑概况：

- 1.工程名称：广州市启新学校花山校区二期改造工程
- 2.项目地址：项目位于广州市花都区花都大道花山段 3 号，用地北面面临永安东路，西面临启源大道。
- 3.建筑规模：本项目拟利用既有校园现状建筑及校园设施及校园设施开展二期改造工程，完善校舍建设和设施设备配备，以满足专门学校的办学要求。涉及用地范围面积约为 58451.33 平方米，改扩建总面积 40589.93 平方米，其中现状建筑改造面积 39203.93 平方米，新建面积 1386 平方米。
4. 设计等级：本工程为中型民用建筑，建筑物设计使用年限为 50 年。耐火等级：一级
5. 本工程防雷改造仅为对新增电梯、电房、电井、淋浴间等局部防雷接地改造，其余均不在改造范围。

二、设计依据：

1、设计所执行的主要法规和所采用的主要设计规范及设计标准：

- (1)、《建筑物防雷设计规范》GB 50057-2010；
- (2)、《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 500343-2012；
- (3)、《建筑电气与智能化通用规范》GB 55024-2022；

三、防雷设计

(一) 防雷电保护措施概况：

- (1)、本项目预计雷击次数为 0.2542 次/a，按下表判定属于第 二 类防雷建筑，B 级建筑物电子信息系统雷电防护等级。防雷建筑物可采用接闪网格法或滚球法之一来保护，也可组合采用接闪网格法和滚球法来保护。
- (2)、本项目防雷设计应包括外部防雷装置、内部防雷装置、防闪电电涌侵入、防雷击电磁脉冲等方面。其中外部防雷装置由接闪器、引下线和接地装置组成，内部防雷装置由防雷等电位连接和与外部防雷装置的间隔距离组成，防闪电电涌侵入措施包括线路埋地、等电位连接、安装电涌保护器（SPD）等措施，防雷击电磁脉冲措施包括屏蔽、接地、等电位连接、安装电涌保护器等措施。
- (3)、优先充分利用建筑物结构钢筋等自然金属构件构成外部防雷装置和内部等电位连接网络，同时构成栅格型大空间屏蔽系统减弱需保护空间内雷电电磁脉冲（LEMP）的干扰。
- (4)、敷设在混凝土中作为防雷装置的钢筋或圆钢，当仅为一根时，其直径不应小于 10mm。被利用作为防雷装置的混凝土构件内有箍筋连接的钢筋时，其截面积总和不应小于一根直径 10mm 钢筋的截面积。
- (5)、构件内有箍筋连接的钢筋或成网状的钢筋，其箍筋与钢筋、钢筋与钢筋应采用土建施工的绑扎法、螺丝、对焊或搭接连接。单根钢筋、圆钢或外引预埋连接板、线与构件内钢筋应焊接或采用螺栓紧固的卡夹器连接。构件之间必须连接成电气通路。
- (6)、除设计要求外，兼做引下线的承力钢结构构件、混凝土梁、柱内钢筋与钢筋的连接，应采用土建施工的绑扎法或螺丝扣的机械连接，严禁热加工处理。（注：本项目的结构专业设计允许引下线采用焊接法施工。需防雷施工单位施工前再次向结构专业询问落实清楚。）
- (7)、防雷工程的施工焊接：引下线（除结构设计不允许外）、接闪针（带）、均压环、接地干（支）线焊接时，圆钢与圆钢、圆钢与扁钢应双面施焊，搭接长度为圆钢直径的 6 倍；扁钢与扁钢应不少于三面施焊，搭接长度为扁钢宽度的 2 倍。接头焊缝连续饱满，焊渣清除干净；除埋设在混凝土中的以外，接头应作良好的防腐及防锈（热浸镀锌）处理。
- (8)、为防止闪电电涌侵入，固定在建筑物上的节日彩灯、航空障碍信号灯及其他用电设备和线路的应采取如下措施：无金属外壳或保护网罩的用电设备应处在接闪器的保护范围内。从配电箱（柜）引出的线路应穿金属导管，金属导管的一端应与配电箱（柜）外露可导电部分相连，另一端应与用电设备外露可导电部分及保护罩相连，并应就近与屋顶防雷装置相连，金属导管因连接设备而在中间断开时，应设跨接线，金属导管穿过防雷分区界面时，应在分区界面做等电位联结。

在配电箱内应在开关的电源侧装设Ⅱ级试验的电涌保护器。

- (9)、幕墙的金属框架应与主体结构的防雷体系可靠连接，连接部位应清除非导电保护层。幕墙的预埋接地端子板位置详见幕墙公司的深化设计图，其与幕墙金属框架的连接做法详其设计大样图，幕墙的防雷具体做法由幕墙公司负责。
- (10)、特殊接地（如独立接地、人工接地的接地电阻按本设计图纸的要求完成后仍然达不到设计要求的），应由建设方另行委托防雷系统专业公司进行深化设计，具体技术措施及施工方法详其设计图纸。
- (11)、出防雷建筑物的线路应采取防雷电波侵入措施。进出防雷建筑物的低压电气系统和智能化系统应装设电涌保护器，并应符合下列规定：
- 1 当闪电直接闪击引入防雷建筑物的架空或室外明敷的线路上时，应选择Ⅰ级试验的电涌保护器；
 - 2 电涌保护器严禁并联后作为大通流容量的电涌保护器使用。
- (12)、弱电系统的防雷击电磁脉冲设计，应由相应弱电或智能化公司根据其选用的弱电智能化系统产品的特点及技术参数，匹配相应的线路信号浪涌保护器，选择相应的 SPD 型号及参数，并对相应的屏蔽、等电位及接地措施进行深化设计，以满足并确保弱电系统防雷防护的安全需求。
- (13)、当采用敷设在钢筋混凝土中的单根钢筋作为防雷装置时，钢筋的直径不应小于 10mm。
- (14)、树冠高于文物建筑的古树名木或树冠离建筑物距离小于 2m 的高大树木，应采取防雷措施。建筑物旁高大树木的防雷装置接地极应与建筑物防雷装置接地极可靠连通。

(二) 外部防雷装置

(1)、 接地装置

- 1 当利用敷设在混凝土中的单根钢筋或圆钢作为防雷接地装置时，钢筋或圆钢的直径不应小于 10mm。
- 2 当基础材料及周围土壤达到泄放雷电流要求时，应利用基础内钢筋网作为防雷接地装置。
- 3 接地装置优先采用闭合环形网状地网，接地装置网格尺寸宜等同于天面避雷网格。第二类防雷建筑物，网格尺寸不大于 10m×10m 或 12m×8m；第三类防雷建筑物。为均衡地电位，防止发生反击，可局部加密网格。
- 4 应优先充分利用建筑物基础地梁、底板、桩、承台内的结构钢筋构成自然接地装置（预应力混凝土中的预应力钢筋除外）。把结构基础地梁、底板或承台内下层的 1 根直径不小于 10mm 的结构主筋焊接连通作为水平接地装置，水平接地装置再与作为垂直接地装置的基础或桩结构垂直主筋焊接连通。利用结构基础或桩主筋作垂直接地装置时，应利用基础或桩外围垂直结构主筋中的一根直径不小于 10mm 的主筋作为垂直接地体，水平接地装置连通经过的桩基不用全部作为垂直接地体，宜每隔 5 米左右选择一根桩基作为垂直接地体与水平接地装置焊接连通，且由最近的水平接地装置连通的引下线外轮廓线之内的水平接地装置无需再连接垂直接地装置。水平接地装置、垂直接地装置和作为引下线的柱内结构主筋应焊接连通。接地装置导体之间的连接一般应采用放热焊接、压力连接器、夹具或者其他机械连接器，通常优先采用焊接法，在施工现场没有条件进行焊接时，应预先在钢筋网加工场地焊接好后运往施工现场。
- 5 为降低跨步电压，人工防雷接地网距建筑物入口处及人行道不宜小于 3m,当小于 3m 时，应采取下列措施之一：
 - 1) 水平接地极局部深埋不应小于 1m；
 - 2) 水平接地极局部应包以绝缘物；
 - 3) 采用沥青碎石地面或在接地网上面敷设 50~80mm 沥青层，其宽度不宜小于接地网两侧各 2m。
- 6 当在建筑物周边的无钢筋的闭合条形混凝土基础内敷设人工基础接地体时，接地体的规格尺寸应按下表的规定确定。

第二类防雷建筑物环形人工基础接地体的最小规格尺寸

闭合条形基础的周长(m)	扁钢 (mm)	圆钢，根数 X 直径(mm)
≥60	4X25	2X φ 10
40~60	4X50	4X φ 10 或 3X φ 12
<40	钢材表面积总和≥4.24m ²	
第三类防雷建筑物环形人工基础接地体的最小规格尺寸		

闭合条形基础的周长(m)	扁钢 (mm)	圆钢, 根数 X 直径(mm)
≥60	—	1X φ 10
40~60	4X20	2X φ 8
<40	钢材表面积总和≥1.89m ²	
注: 1 当长度相同、截面相同时, 宜选用扁钢;		
2 采用多根圆钢时, 其敷设净距不小于直径的 2 倍;		
3 利用闭合条形基础内的钢筋作接地体时可按本表校验, 除主筋外, 可计入箍筋的表面积。		

7 人工接地装置应符合下列规定:

- 1) 垂直接地体所用的钢管 (不锈钢), 其内径不应小于 40mm、壁厚 3.5mm; 角钢 (不锈钢) 应采用 L50mm \times 50mm \times 5mm 以上, 圆钢 (不锈钢) 直径不应小于 20mm, 每根长度不小于 2.5m, 极间距离不宜小于其长度的 2 倍, 接地体顶端距地面不应小于 0.6m。
- 2) 水平接地体所用的扁钢 (不锈钢) 截面不小于 4mm \times 30mm, 圆钢 (不锈钢) 直径不小于 10mm, 埋深不小于 0.6m, 极间距离不宜小于 5m。
- 8 各系统 (尤其是弱电系统) 接地引入线应设置于接地网的中央位置, 不宜靠近引下线和外圈梁设置, 要求弱电系统接地引入线与引下线接地点之间的距离不小于 10m。为避免干扰, 要求强、弱电系统接地引入线相互间距不小于 5m。
- 9 采用综合接地系统, 交流工作接地、直流工作接地、安全保护接地、防雷接地应共用接地装置, 共用接地装置的工频接地电阻值不大于 1 Ω , 若系统或设备需要更低的接地电阻时, 则需满足系统或设备要求。若利用建筑物结构钢筋等自然金属构件做接地装置, 其接地电阻还达不到设计要求时, 则应增设人工接地装置。当利用自然接地体和外设接地装置连接时, 应采用不少于两根导体在不同地点与接地装置连接; 当需要增设人工接地体时, 若敷设于土壤中的接地体连接到混凝土基础内钢筋或钢材, 则土壤中的接地体应采用铜质或不锈钢导体。人工接地装置采用钢材时, 不应采用热浸镀锌钢材, 应采用不锈钢, 焊接处应涂防腐漆。不应采用铝导体作为接地极或接地线。
- 10 若附近还有其它建 (构) 筑物的接地装置, 要求接地装置之间的地中水平间距应不小于 20m, 否则应采取等电位连接措施, 形成联合接地网。

(2)、引下线

- 1 单根钢筋或圆钢作专用引下线或专设引下线时, 其直径不应小于 10mm。宜优先利用建筑物外围四周钢筋混凝土柱、剪力墙或梁中一条直径不小于 $\phi 10$ 的主筋焊接在一起或钢结构柱、钢梁作引下线。
- 2 建筑物易受雷击的部位应设专用引下线或专设引下线, 且不应少于 2 根。专用引下线或专设引下线应沿建筑物外轮廓均匀设置, 主要阳角位应设有引下线, 其间距沿周长计算应符合: 第二类防雷建筑物的专用引下线的平均间距不应大于 18m。当建筑物的跨度较大, 无法在跨距中间设置引下线时, 应在跨距两端设置引下线, 并适当减小其他引下线的间距。
- 3 建筑物应利用其结构钢筋或钢结构柱作为专用引下线, 当无结构钢筋或钢结构柱可利用时, 应设置专设引下线, 其根数不应少于两根, 并应沿建筑物四周和内庭院四周均匀对称布置, 对于二类 (或三类) 防雷建筑物其间距不应大于 18m (或 25m), 每根引下线的冲击接地电阻不应大于 10 Ω (或 25 Ω)。
- 4 当利用钢筋混凝土柱中钢筋、钢柱作引下线, 并采用基础钢筋做接地装置时, 引下线可不设断接卡, 但应在地面层内有引下线的靠建筑物外墙的适当地点的结构柱子上, 设置与柱内引下线钢筋相连的端子板, 供测量、外接人工接地体和等电位连接使用, 设置高度为距地 500mm。采用专设引下线时, 宜在各专设引下线距地面 0.3m~1.8m 处设置断接卡。当仅利用钢筋混凝土中钢筋作引下线并采用埋于土壤中的人工接地体时, 应在每根专用引下线的距地面不低于 0.5m 处设接地体连接板。采用埋于土壤中的人工接地体时, 应设断接卡, 其上端应与连接板或钢柱焊接。连接板处应有明显标志。在易受机械损坏的地方, 地面上 1.7m 至地面下 0.3m 的外露引下线应加保护措施。
- 5 引下线应保持电气连通, 专用引下线和专设引下线上端应与接闪器可靠连接, 下端应与防雷接地装置可靠连接。结构施工时做明显标记, 并应注意连接线的防腐, 注意不同材料导体间的电化腐蚀, 除不锈钢或利用混凝土中钢筋所做的引下线外, 外露钢筋或圆钢所做的引下线应热浸

镀锌，焊接处应涂防腐漆。

- 6 建筑物外的引下线敷设在人员可停留或经过的区域时，应采用下列一种或两种方法，防止跨步电压、接触电压和旁侧闪络电压对人员造成伤害：
 - 1) 外露引下线在高 2.7m 以下部分应穿能耐受 100kV 冲击电压(1.2/50 μs 波形)的绝缘保护管。
 - 2) 应设立阻止人员进入的带警示牌的护栏，护栏与引下线水平距离不应小于 3m。
- 7 在建筑物引下线附近保护人身安全需采取的防接触电压和跨步电压的措施，应符合下列规定：
 - 1) 防接触电压应符合下列规定之一：
 - a) 利用建筑物金属构架和建筑物互相连接的钢筋在电气上是贯通且不少于 10 根柱子组成的自然引下线，作为自然引下线的柱子包括位于建筑物四周和建筑物内的。
 - b) 引下线 3m 范围内地表层的电阻率不小于 50kΩ·m，或敷设 5cm 厚沥青层或 15cm 厚砾石层。
 - c) 外露引下线在高 2.7m 以下部分应穿能耐受 100kV 冲击电压(1.2/50 μs 波形)的绝缘保护管。
 - d) 用护栏、警告牌使接触引下线的可能性降至最低限度。
 - 2) 防跨步电压应符合下列规定之一：
 - a) 利用建筑物金属构架和建筑物互相连接的钢筋在电气上是贯通且不少于 10 根柱子组成的自然引下线，作为自然引下线的柱子包括位于建筑物四周和建筑物内的。
 - b) 引下线 3m 范围内地表层的电阻率不小于 50kΩ·m，或敷设 5cm 厚沥青层或 15cm 厚砾石层。
 - c) 用网状接地装置对地面做均衡电位处理。
 - d) 用护栏、警告牌使进入距引下线 3m 范围内地面的可能性减小到最低限度。
- 8 建筑物的钢梁、钢柱、消防梯等金属构件，以及幕墙的金属立柱宜作为引下线，但其各部件之间均应连成电气贯通，可采用铜锌合金焊、熔焊、卷边压接、缝接、螺钉或螺栓连接；其截面应按《建筑物防雷设计规范》GB 50057-2010 表 5.2.1 的规定取值；各金属构件可覆有绝缘材料。
- 9 通常幕墙的金属立柱（竖向主龙骨）可作为引下线，其竖线水平间距不大于 10m。每段竖向主龙骨在伸缩缝（或断接）处采用柔性导线上、下连通，铜质导线截面积不宜小于 25mm²，铝质导线截面积不宜小于 30mm²。（详细做法见幕墙深化设计的防雷相关图纸）

(3)、 接闪器

- 1 采用装设在建筑物上的接闪网、接闪带、接闪杆或由其混合组成的接闪器接闪。
- 2 当建筑物采用接闪带保护时，接闪带应装设在建筑物易受雷击的屋角、屋脊、女儿墙及屋檐等部位。当接闪带采用热镀锌圆钢或扁钢制成时，其截面面积不应小于 50mm²。本项目接闪带采用 φ10 热浸镀锌圆钢，同一平面内的接闪带应闭合，不同平面间的接闪带应保持电气导通。（热镀锌产品执行现行国家标准《金属覆盖层钢铁制件热浸镀锌层技术要求及试验方法》GB/T 13912 等相应标准。）
- 3 当建筑物高度超过滚球半径（第二类滚球半径为 45m）时，接闪带应敷设在外墙外表面或屋檐边垂直面上，也可设在外墙外表面或屋檐边垂直面外。当建筑物高度未超过滚球半径（第二类滚球半径为 45m）时，接闪带可采用上述敷设方法，也可沿屋面四周、女儿墙、梯间屋面四周靠外侧部位敷设，接闪带在屋面四周、女儿墙、梯间屋面上的投影距其外边沿的距离不大于 50-100 mm。
- 4 接闪带中心线距离屋面或墙面的高度应不小于 150 mm，接闪带为圆形导体时，固定支架间距 1000 mm 为宜。
- 5 本工程在屋角、屋脊、檐角等易受雷击处的阳角位设置接闪杆，采用杆高 500mm 的 φ20 热浸镀锌圆钢。（注：当接闪杆采用热镀锌圆钢或钢管制成时，热镀锌圆钢的直径不应小于 20mm，热镀锌钢管的直径不应小于 40mm。）接闪杆的接闪端宜做成半球状。
- 6 当女儿墙以内的屋顶钢筋网以上的防水和混凝土层允许不保护时，优先利用屋面结构钢筋构成暗敷接闪网，明敷或暗敷的接闪网和接闪带在屋面构成的接闪网格应满足：不应大于 10m×10m 或 12m×8m。当建筑物 250m 及以上有燃气、燃油设备等机房时，该机房的屋面及侧壁应采用不大于 5m×5m 的接闪器网格保护。
- 7 屋顶上永久性金属物宜作为接闪器，其各部件之间应连成电气贯通，并应符合下列规定：旗杆、栏杆、装饰物、女儿墙上的盖板等，其截面应符合 GB50057-2010 表 5.2.1 的规定，其壁厚应符合 GB50057-2010 第 5.2.7 条的规定。输送和储存物体的钢管和钢罐的壁厚不应小于 2.5mm；当钢管、钢罐一旦被雷击穿，其内的介质对周围环境造成危险时，其壁厚不应小于 4mm。利用屋顶建筑构件内钢筋作接闪器应符合 GB50057-2010 第 4.3.5 条和第 4.4.5 条的规定。除第一类防雷建筑物外，金属屋面的建筑物宜利用其屋面作为接闪器，并应符合下列规定：板间的连接

应是持久的电气贯通，可采用铜锌合金焊、熔焊、卷边压接、缝接、螺钉或螺栓连接。金属板下面无易燃物品时，铅板的厚度不应小于 2mm，不锈钢、热浸镀锌钢、钛和铜板的厚度不应小于 0.5mm，铝板的厚度不应小于 0.65mm，锌板的厚度不应小于 0.7mm。金属板下面有易燃物品时，不锈钢、热浸镀锌钢和钛板的厚度不应小于 4mm，铜板的厚度不应小于 5mm，铝板的厚度不应小于 7mm。当采用金属屋面作为接闪器时，金属板应无绝缘被覆层（注：薄的油漆保护层或 1mm 厚沥青层或 0.5mm 厚聚氯乙烯层均不应属于绝缘被覆层。）。当双层彩钢板屋面作为接闪器时，其夹层中的保温材料必须为不燃或难燃材料。幕墙压顶板为金属板材时，可利用其构成接闪器，铝合金金属板的厚度不小于 3mm，压顶板截面积不应小于 70mm²，幕墙金属压顶板应与主体建筑防雷系统有效连通。

- 8 易燃材料构成的屋顶上不得直接安装接闪器。可燃材料构成的屋顶上安装接闪器时，接闪器的支撑架应采用隔热层与可燃材料之间隔离。
- 9 正常情况下，凡突出屋面的所有金属构件，如卫星天线基座（电视天线金属杆）、金属通风管、屋顶风机、金属屋面、金属屋架、金属水管等金属物件或构架均应与接闪带可靠连接（焊接或抱箍式连接）。镀锌管道的防雷连接应采用抱箍式连接卡连接，不得直接在镀锌管上焊接。不处在接闪器保护范围内的屋顶孤立金属物，当它没有高出屋顶平面 0.3 米，上层表面总面积不超过 1.0 m²，上层表面的长度不超过 2.0 米时，以及非导电性屋顶物体，当它没有突出由接闪器形成的平面 0.5m 以上时，可不要求附加增设接闪器的保护措施。否则在屋面接闪器保护范围之外的非金属物体应装接闪器，接闪器应和屋面防雷装置相连。
- 10 接闪杆、接闪线或接闪网的支柱、接闪带、接闪网上，严禁悬挂电源线、通信线、广播线、电视接收天线等。不得利用安装在接收无线电视广播天线杆顶上的接闪器保护建筑物。
- 11 沿屋面或外墙明敷的室内燃气管道，不得布置在屋面上的檐角、屋檐、屋脊等易受雷击部位。当安装在建筑物的接闪保护范围内时，应每隔 25m 至少与接闪网采用直径不小于 8mm² 的热浸镀锌圆钢进行连接，焊接部位应采取防腐措施，管道任何部位的接地电阻值不得大于 10Ω；当安装在建筑物的接闪保护范围外时，应符合设计文件的规定。
- 12 屋顶擦窗机应设置在建筑物防雷保护的范围内，其金属导轨及金属构件均应与屋面防雷装置可靠连接，且每根金属导轨及每个金属构件与防雷装置的连接点不应少于 2 处。屋顶擦窗机为双导轨时，应每隔 14m~28m 将两根导轨跨接电气连接一次。
- 13 鉴于目前国际和国内均无提前放电避雷针的使用标准，也没有权威检测机构出具的能证明该类避雷针保护范围达到制造商宣称的范围，相反，国外有些科研机构对该类避雷针进行了测试，其结论是其保护效果并不优于普通避雷针。因此，不建议安装提前放电避雷针。若确需安装非常规接闪装置的，则其保护范围的计算按照常规接闪装置对待。
- 14 建筑物防雷不应采用装有放射性物质的接闪器。

(4)、均压及防侧击措施

1 第三类及第二类防雷建筑物，应采取下列均压及防侧击措施：

- 1) 对水平突出外墙的物体，当滚球半径（第二类滚球半径为 45m）球体从屋顶周边接闪带外向地面垂直下降接触到突出外墙的物体时，应采取相应的防雷措施。
- 2) 在建筑物上部占高度 20% 并超过 60m 的部位，各表面上的尖物、墙角、边缘、设备以及显著突出的物体，应按屋顶上的保护措施处理。
- 3) 在建筑物上部占高度 20% 并超过 60m 的部位，布置接闪器应符合对本类防雷建筑物的要求，接闪器应重点布置在墙角、边缘和显著突出的物体上。
- 4) 外部金属物，当其最小尺寸符合 GB50057-2010 第 5.2.7 条第 2 款的规定时，可利用其作为接闪器，还可利用布置在建筑物垂直边缘处的外部引下线作为接闪器。
- 5) 符合 GB50057-2010 第 4.3.5 条规定的钢筋混凝土内钢筋和符合 GB50057-2010 第 5.3.5 条规定的建筑物金属框架，当作为引下线或与引下线连接时，均可利用其作为接闪器。
- 6) 均压环设置：建筑物地下一层或地面层、顶层的结构圈梁钢筋应连成闭合环路，中间层应在每间隔不超过 20m 的楼层连成闭合环路。闭合环路应与本楼层结构钢筋和所有专用引下线连接。
- 7) 应将第二类防雷建筑 45m（或第三类防雷 60m）及以上外墙上的栏杆、门窗（包括百叶窗、突出的设备金属外壳、玻璃幕墙金属构件）等较大金属物直接或通过预埋件与防雷装置相连，水平突出的墙体应设置接闪器并与防雷装置相连。
- 8) 整个建筑物内钢构架和钢筋混凝土的钢筋应互相连接。均压环可利用建筑物圈梁两条面筋通长焊接并与本楼层所有外围引下线电气连通构成。
- 9) 在主体建筑有水平均压环的楼层，在墙体外敷设的幕墙金属框架可通过连接件及预埋铁件与建筑物主

体结构的防雷体系可靠连接，即其对应导电通路立柱的预埋件或固定件应采用圆钢或扁钢与水平均压环焊接连通，形成防雷通路，组成不大于 $10\text{m} \times 10\text{m}$ 或 $8\text{m} \times 12\text{m}$ 的防侧击网格。焊缝和连线应涂防锈漆。扁钢截面不宜小于 $5\text{mm} \times 40\text{mm}$ ，圆钢直径不宜小于 12mm 。当墙体外敷设的幕墙金属框架无法提供防侧击雷作用时，应对其上部占高度 20% 并超过 60m 的部位采取防侧击措施。

10) 当建筑物外墙或外窗采用幕墙时，应每隔一层楼或每隔高度不超过 12m 做一圈水平均压环，并在均压环所在外圈梁上每隔 10~12m 预埋一块不小于 $120 \times 80 \times 10\text{mm}$ 的钢板作为与幕墙金属框架连通的连接板，要求此连接板必须与水平均压环可靠焊接连通，其外表面应与圈梁表面平齐。

11) 建筑物外墙内侧和外侧垂直敷设的金属管道及类似金属物应在顶端和底端与防雷装置连接，并应在高度 100m~250m 区域内每间隔不超过 50m 与防雷装置连接一处，高度 0~100m 区域内在 100m 附近楼层与防雷装置连接。

(三) 内部防雷装置

(1)、等电位连接

1 各类防雷建筑物除按要求设置接闪网格、引下线、均压措施、防侧击措施外，尚应符合下列规定：

1) 在建筑物的地下一层或地面层处，下列物体应与防雷装置做防雷等电位连接：

- a) 建筑物结构钢筋及金属构件；
- b) 进出建筑物处的金属管道和线路。

2) 当建筑物的电气与智能化系统需要做防雷击电磁脉冲时，应在设计时将建筑物的金属支撑物、金属框架或结构钢筋等自然构件、金属管道、配电的保护接地系统等与防雷装置组成一个接地系统。

2 建筑物采取**保护等电位**（总等电位）连接措施和辅助（局部）等电位连接措施。在 LPZ0A（直击雷非防护区）或 LPZ0B（直击雷防护区）与 LPZ1（第一防护区）交界处设置**保护等电位**（总等电位）接地端子板，每层楼设置楼层等电位接地端子板；将各辅助（局部）等电位连接端子板、配电系统 PE 线、各类金属管道等金属部件连接到**保护等电位**（总等电位）接地端子上。

3 利用内部钢筋混凝土结构钢筋构成各类电气及电子信息系统等电位连接接地系统，该接地系统直接与接地装置和各楼层等电位接地端子板进行可靠连接，并在强电井、弱电井内每层预留电气接地端子，供电井（配线间）内设备、金属线槽（管）、屏蔽电缆金属屏蔽层、光纤（缆）加强芯、光纤（缆）金属屏蔽层、光端设备金属外壳、空线对等进行等电位连接和接地。

4 电子信息系统设备机房应设置辅助（局部）等电位连接端子板，将配电系统 PE 线、各类线缆金属屏蔽层、金属线槽（管）、设备金属机壳、金属管道等，连接到辅助（局部）等电位连接端子板上，通过接地干线引至楼层等电位接地端子板，并与楼层接地端子板等电位连接。

5 竖向敷设的各类金属管道（如电梯导轨等），上、下两端必须进行等电位连接，并接地，中间部分宜每隔三层（或不超 20m）进行等电位连接和接地一次。

6 用电设备集中的场所（如监控室、机房、设备房、摄像机等）应设电气接地预留端子，供设备、SPD 接地及等电位连接用。

7 应根据各类信息系统和机房的工作方式、工作频率及接地要求，分别选择 S 型、M 型或其组合型等电位连接网络将系统和机房内的金属部件等电位连接，并良好接地。

8 在建筑物的地下一层或地面层处，下列物体应与防雷装置进行防雷等电位联结：

- 1) 建筑物金属构件；
- 2) 电气装置的外露可导电部分；
- 3) 建筑物内布线系统；
- 4) 进出建筑物的金属管道。

(2)、间隔距离

1 在金属框架的建筑物中，或在钢筋连接在一起、电气贯通的钢筋混凝土框架的建筑物中，金属物或线路与引下线之间的间隔距离可无要求；当金属物或线路与引下线之间有自然或人工接地的钢筋混凝土构件、金属板、金属网等静电屏蔽物隔开时，金属物或线路与引下线之间的间隔距离可无要求。

2 当金属物或线路与引下线之间有混凝土墙、砖墙隔开时，其击穿强度应为空气击穿强度的 1/2。当间隔距离不能满足要求时，金属物应与引下线直接相连，带电线路应通过电涌保护器与引下线相连。

(四) 电源系统安装电涌保护器

(1)、 低压配电系统及电子信息系统信号传输线路在穿过各防雷区界面处，宜采用电涌保护器保护，当上级电涌保护器为开关型电涌保护器，次级电涌保护器采用限压型电涌保护器时，两者之间

的线路长度应大于 10m。当上级与次级电涌保护器均采用限压型电涌保护器时，两者之间的线路长度应大于 5m。除采用能量自动控制型组合电涌保护器外，当上级与次级电涌保护器之间的线路长度不能满足要求时，应加装退耦装置。

(2)、TN-S 系统的配电线路浪涌保护器安装位置示意图如下：

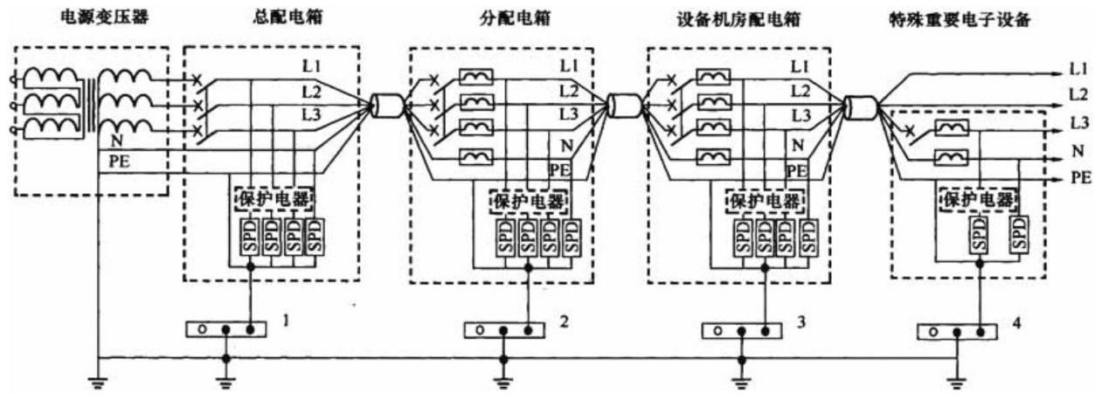


图 5.4.3-1 TN-S 系统的配电线路浪涌保护器安装位置示意图
—空气断路器；SPD—浪涌保护器；—退耦器件；—等电位接地端子板；
1—总等电位接地端子板；2—楼层等电位接地端子板；3、4—局部等电位接地端子板

(3)、配电线路用电涌保护器应根据工程的防护等级和安装位置对电涌保护器的最大持续运行电压、冲击电流、放电电流、电压保护水平等参数进行选择，电涌保护器应能熄灭在雷电流通过后产生的工频续流。

(4)、用于配电线路电涌保护器的冲击电流和标称放电电流的参数应符合下表的规定：

防 护等级	总配电箱		分配电箱	设备机房配电箱和需要特殊保护的电子信息设备端口处		本项目选用等级 —■表示选用 —□表示不选用
	LPZ0 与 LPZ1 边界		LPZ1 与 LPZ2 边界	后续防护区的边界		
	(10/350 μ s) I 类试验	(8/20 μ s) II 类试验	(8/20 μ s) II 类试验	(8/20 μ s) II 类试验	1. 2/20 μ s 和 8/20 μ s 复合波III类试验	
	I _{imp} (kA)	I _n (kA)	I _n (kA)	I _n (kA)	U _{cc} (kV)/ I _{sc} (kA)	
A 级	≥20	≥80	≥40	≥5	≥10/≥5	□
B 级	≥15	≥60	≥30	≥5	≥10/≥5	■
C 级	≥12. 5	≥50	≥20	≥5	≥6/≥3	□
D 级	≥12. 5	≥50	≥10	≥5	≥6/≥3	□

(5)、当防护沿线路引入雷击电涌时，电涌保护器的电压保护水平应满足下列要求：

当被保护设备距电涌保护器的距离沿线路的长度 L (m)	电涌保护器的电压保护水平 U_p	同时需采取的措施
$L \leq 5$	$\leq U_w$	
$5 < L \leq 10$	$\leq U_w$	线路应采取屏蔽措施并在两端做等电位联结
> 10	$\leq 0.5U_w$	线路应采取屏蔽措施并在两端做等电位联结

注：为取得较小的电涌保护器有效电压保护水平，应选用有较小电压保护水平值的电涌保护器，并应采用合理的接线，同时应缩短连接电涌保护器的导体长度。

(6)、建筑物内 220V/380V 配电系统中设备绝缘耐冲击电压额定值：

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	特殊需要保护的设备	其他被保护的电子设备或系统
------	--------	----------------	------	-----------	---------------

耐冲击电压类别	Ⅳ类	Ⅲ类	Ⅱ类	Ⅰ类	<Ⅰ类
耐冲击电压额定值 U_w (kV)	6	4	2.5	1.5	按 GB/T 17626.5 确定的冲击电涌电压
注：1 Ⅰ类—含有电子电路的设备，如计算机、有电子程序控制的设备； 2 Ⅱ类—如家用电器和类似负荷； 3 Ⅲ类—如配电箱（柜）、断路器，包括线路、母线、分线盒、开关、插座等固定装置的布线系统，一级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； 4 Ⅳ类—如电气计量仪表、一次线过流保护设备、滤波器。					

- (7)、第三类防雷建筑物的电涌保护：应在低压电源线路引入的总配电箱、配电柜处，以及对于配电变压器设在本建筑物内或附设于外墙处的低压侧配电屏的母线上装设Ⅰ级试验的电涌保护器。
- (8)、第二类防雷建筑物的电涌保护
- 1 在电气接地装置与防雷接地装置共用或相连的情况下，应在低压电源线路引入的总配电箱、配电柜处装设Ⅰ级试验的电涌保护器。电涌保护器的电压保护水平值应小于或等于 2.5kV。每一保护模式的冲击电流值，当无法确定时应取等于或大于 12.5kA。
- 2 当 Yyn0 型或 Dyn11 型接线的配电变压器设在本建筑物内或附设于外墙处时，应在变压器高压侧装设避雷器；在低压侧的配电屏上，当有线路引出本建筑物至其他有独自敷设接地装置的配电装置时应在母线上装设Ⅰ级(类)试验的电涌保护器，电涌保护器每一保护模式的通过 10 / 350μs 波形的冲击电流值 I_{imp} ，当无法确定时应取不小于 12.5kA（雷电活动频繁地区为 20kA）；当无线路引出本建筑物时，应在母线上装设Ⅱ级试验的电涌保护器，电涌保护器每一保护模式的通过 8 / 20μs 波形的标称放电电流值 I_n 应不小于 5kA（雷电活动频繁地区为 40kA）。电涌保护器的电压保护水平值应不大于 2.5kV。
- (9)、220V/380V 三相系统中的电涌保护器的设置，应与接地形式及接线方式一致，且其最大持续运行电压以不应小于下表所规定的最大持续运行电压最小值。

不同系统特征下电涌保护器所要求的最大持续运行电压最小值

电涌保护器安装位置	配电网络的系统特征				
	TT 系统	TN-C 系统	TN-S 系统	引出中性线的 IT 系统	无中性线的 IT 系统
每一相线与中性线之间	$1.15U_0$	不适用	$1.15U_0$	$1.15U_0$	不适用
每一相线与 PE 性线之间	$1.15U_0$	不适用	$1.15U_0$	$\sqrt{3} U_0^*$	相间相同
中性线与 PE 线之间	U_0^*	不适用	U_0^*	U_0^*	不适用
每一相线与 PEN 线之间	不适用	$1.15U_0$	不适用	不适用	不适用

注：1 *为故障下最坏的情况，所以不需计及 15% 的允许误差。
2 U_0 是低压系统相线对中性线的标称电压，在 220V/380V 三相系统中即相电压 220V。

- (10)、与电涌保护器连接的导线应短而直，引线总长度不宜超过 0.5m。电涌保护器安装线路上应设置 SCB 专用后备过电流保护器件，该过电流保护器件应具备如下能力：
- 1 分断 SPD 安装线路的预期短路电流；
- 2 耐受通过 SPD 的电涌电流不断开；
- 3 3 分断 SPD 内置热保护所不能断开的工频电流。

(五) 信号线路安装电涌保护器

- (1)、信号线路 SPD 应根据线路的工作频率、传输介质、传输速率、传输带宽、工作电压、接口形式、特性阻抗等参数，选用电压驻波比和插入损耗小的适配 SPD。并应符合下表的规定：

信号线电涌保护器性能参数			
参数要求	线缆类型		
	非屏蔽双绞线	屏蔽双绞线	同轴电缆
标称导通电压	$\geq 1.2U_n$	$\geq 1.2U_n$	$\geq 1.2U_n$
测试波形(混合波)	(1.2/50 μs、8/20 μs)	(1.2/50 μs、8/20 μs)	(1.2/50 μs、8/20 μs)

标称放电电流 (kA)	≥1.0	≥0.5	≥3.0
----------------	------	------	------

注：U_n为额定工作电压。

信号线路、天馈线路电涌保护器性能参数

名称	插入损耗≤ (dB)	电压驻波比≤	响应时间≤ (ns)	用于收发通信系统的电涌保护器 平均功率(kW)	特性阻抗 (Ω)	传输速率 (bps)	工作频率 (MHz)	接口形式
数值	0.5	1.3	10	≥1.5 倍系统平均 功率	应满足系 统要求	应满足系 统要求	应满足系 统要求	应满足系 统要求

注：信号线用电涌保护器应满足信号传输速率及带宽的需要，其接口应与被保护设备兼容。

- (2)、当电子系统的室外线路采用金属线的情况下，在其引入的终端箱处应安装 D1 类高能量试验类型的电涌保护器，其短路电流当无屏蔽层时可按 GB50057-2010 式(4.2.4-6)计算，当有屏蔽层时可按 GB50057-2010 式(4.2.4-7) 计算；当无法计算时，应按相应防雷类别选取。
- (3)、电子系统的室外线路采用光缆的情况下，在其引入的终端箱处的电气线路侧，当无金属线路引出本建筑物至其他有自己接地装置的设备时可安装 B2 类慢上升率试验类型的电涌保护器，其短路电流应按相应防雷类别选取，参见下表。

信号电涌保护器的短路电流

建筑物防雷类别	室外金属线缆	室外光缆
第一类防雷建筑物	2.0kA	100A
第二类防雷建筑物	1.5 kA	75A
第三类防雷建筑物	1.0 kA	50A

- (4)、通常信息设备(ITE)接口耐压水平为其工作电平的 5 倍左右，所选用的 SPD 最大可持续工作电压 UC 不应超过设备工作电平的 3 倍，也不应低于设备工作电平的 1.2 倍，一般 1.5~2 倍为宜；SPD 电压保护水平 UP 应低于设备耐压水平 Uw，一般为设备工作电平的 3~4 倍为宜。各类通信线路及选用的电涌保护器额定工作电压可参照下表选取。

线路额定工作电压及适用 SPD 额定工作电压

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
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)、室内信号线路是否需要安装 SPD，应根据线路长度及环路感应过电压的水平确定。振荡保护距离和感应保护距离的计算可参照电源线路的计算方法；一般室内数据传输线长度为 50~100m 时，可在一端设备接口处设置适配的 SPD；大于 100m 时，宜在两端设备接口处设置适配的 SPD。
- (6)、馈线路浪涌保护器的选择应符合下列规定：

- 1 天线应置于直击雷防护区(LPZ0B)内。
- 2 应根据被保护设备的工作频率、平均输出功率、连接器形式及特性阻抗等参数选用插入损耗小，电压驻波比小，适配的天馈线路浪涌保护器。
- 3 天馈线路浪涌保护器应安装在收 / 发通信设备的射频出、入端口处。其参数应符合下表规定。

天馈线路浪涌保护器的主要技术参数推荐表

工作频率 (MHz)	传输功率 (W)	电压驻波比	插入损耗 (dB)	接口方式	特性阻抗 (Ω)	Uc(V)	Iimp(kA)	Up(V)
1.5~6000	≥1.5 倍系统	≤1.3	≤0.3	应满足系统	50 / 75	大于线路	≥2kA 或按	小于设备

	平均功率			接口要求		上最大运行电压	用户要求确定	端口 Uw
--	------	--	--	------	--	---------	--------	-------

- 4 具有多副天线的天馈传输系统，每副天线应安装适配的天馈线路浪涌保护器。当天馈传输系统采用波导管传输时，波导管的金属外壁应与天线架、波导管支撑架及天线反射器电气连通，其接地端应就近接在等电位接地端子板上。
- 5 天馈线路浪涌保护器接地端应采用能承载预期雷电流的多股绝缘铜导线连接到 LPZ0A 或 LPZ0B 与 LPZ1 边界处的等电位接地端子板上，导线截面积不应小于 6mm²。同轴电缆的前、后端及进机房前应将金属屏蔽层就近接地。

(六) 屏蔽措施

(1)、 机房（控制中心）的屏蔽

- 1 建筑物信息系统机房（或控制室）内磁干扰场强应满足《计算机场地通用规范》关于机房内磁干扰场强不大于 800A/m 的要求。
- 2 对屏蔽效率未做试验和理论研究时，可按照《建筑物防雷设计规范》方法进行磁场强度的衰减估算；当项目对屏蔽效率进行过试验和理论研究时，可按照其方法和结论进行磁场强度的衰减估算。
- 3 应优先利用建筑物结构钢筋等自然金属构件构成栅格型大空间屏蔽系统，实现对信息系统机房（控制室）的屏蔽。如格栅形大空间屏蔽达不到要求时，则宜于墙体内敷设满足要求的屏蔽网格系统，将被保护空间内干扰场强减低到系统和设备的抗扰度内。
- 4 应将进入屏蔽空间的导电金属物就近与格栅型屏蔽系统或专设屏蔽网格系统等电位连接。

(2)、 线路屏蔽

- 1 建筑物电气和信息主干线路宜敷设于远离引下线的核心筒或金属屏蔽线槽内，屏蔽层应与电气竖井各层预留接地端子可靠连接，或每隔 30m 左右接地一次。
- 2 在需要保护的空間内，各种电力电缆、信号电缆、控制电缆等敷设时应避开防雷引下线等 LEMP 强的区域，无法避开时，应采取屏蔽措施，一般采用带有金属屏蔽层的电缆或将非屏蔽电缆敷设在金属屏蔽线槽（管）内，金属屏蔽层应保持良好电气连续性，并两端都接地；当信息系统或设备有屏蔽层单端接地要求时，应采用有绝缘隔层的双层屏蔽，外屏蔽层应至少在两端做等电位连接；信息系统线路穿越防雷区时，宜采用金属线夹等措施将屏蔽层等电位连接并接地。
- 3 分开的建筑物之间的连接线路当无屏蔽层时线路应敷设在金属管、金属栅格或钢筋成格栅形的混凝土管道内。金属管、金属栅格或钢筋栅格从一端到另一端是导电贯通，并应在两端分别连接到建筑物的等电位连接带上；若有屏蔽层，则应屏蔽层的两端连接到建筑物的等电位连接带上。

(3)、 信息设备及终端屏蔽

- 1 包含信息设备的箱、盒、柜等壳体应具有良好的电气贯通和电磁屏蔽性能，壳体内应设专用接地端子（板）。
- 2 室外信息设备的金属箱、盒壳体必须接地，进出金属箱（盒）的电源线，信号线宜采用屏蔽电缆或非屏蔽电缆穿钢管理地敷设，屏蔽电缆的金属屏蔽层或钢管应接地。

(七) 合理布线

- 1 为了避免在线路敷设过程中产生较大的感应环路，导致因环路感应产生较高的过电压(流)而损坏设备，应采用合理的布线方式，尽可能不出现较大的感应环路。
- 2 竖向布线宜采用电缆井敷设方式；水平布线宜采用电缆夹层敷设方式（吊顶夹层、活动地板夹层）。为避免干扰，宜根据具体情况，分层分区设置电缆桥架或汇线槽，将电力电缆与通信、信号、控制等弱电电缆分开敷设，并预留适当的安全间隔；当共线槽（管）敷设时，应采取屏蔽或隔离措施。
- 3 电子信息系统线缆与配电箱、变配电房、电梯机房、空调机房、电力电缆及其它管线的净距应符合规范安全距离的要求。
- 4 光缆的金属防潮层、金属加强芯等，应在入户处进行等电位连接，并做接地处理；光缆的所有金属接头、光端设备金属外壳应做接地处理；光缆接头两侧的金属护套及金属加强件应相互绝缘，光缆引入室内时应做绝缘接头。

(八) 电子信息系统的防雷与接地

(1)、 通信接入网和电话交换系统的防雷与接地应符合下列规定：

- 1 有线电话通信用户交换机设备金属芯信号线路，应根据总配线架所连接的中继线及用户线的接

口形式选择适配的信号线路浪涌保护器；

- 2 浪涌保护器的接地端应与配线架接地端相连，配线架的接地线应采用截面积不小于 16mm^2 的多股铜线接至等电位接地端子上；
- 3 通信设备机柜、机房电源配电箱等的接地线应就近接至机房的辅助（局部）等电位接地端子上；
- 4 引入建筑物的室外铜缆宜穿钢管敷设，钢管两端应接地。

(2)、 信息网络系统的防雷与接地应符合下列规定：

- 1 进、出建筑物的传输线路上，在 LPZOA 或 LPZOB 与 LPZ1 的边界处应设置适配的信号线路浪涌保护器。被保护设备的端口处宜设置适配的信号浪涌保护器。网络交换机、集线器、光电端机的配电箱内，应加装电源浪涌保护器。
- 2 入户处浪涌保护器的接地线应就近接至等电位接地端子板；设备处信号浪涌保护器的接地线宜采用截面积不小于 1.5mm^2 的多股绝缘铜导线连接到机架或机房等电位连接网络上。计算机网络的安全保护接地、信号工作地、屏蔽接地、防静电接地和浪涌保护器的接地等均应与辅助（局部）等电位连接网络连接。

(3)、 安全防范系统的防雷与接地应符合下列规定：

- 1 置于户外摄像机的输出视频接口应设置视频信号线路浪涌保护器。摄像机控制信号线接口处(如 RS485、RS424 等)应设置信号线路浪涌保护器。解码箱处供电线路应设置电源线路浪涌保护器。
- 2 主控机、分控机的信号控制线、通信线、各监控器的报警信号线，应在线路进出建筑物 LPZOA 或 LPZOB 与 LPZ1 边界处设置适配的线路浪涌保护器。
- 3 系统视频、控制信号线路及供电线路的浪涌保护器，应分别根据视频信号线路、解码控制信号线路及摄像机供电线路的性能参数来选择，信号浪涌保护器应满足设备传输速率、带宽要求，并与被保护设备接口兼容。
- 4 系统的户外供电线路、视频信号线路、控制信号线路应有金属屏蔽层并穿钢管埋地敷设，屏蔽层及钢管两端应接地。视频信号线屏蔽层应单端接地，钢管应两端接地。信号线与供电线路应分开敷设。
- 5 系统的接地宜采用共用接地系统。主机房宜设置等电位连接网络，系统接地干线宜采用多股铜芯绝缘导线，其截面积应符合下面说明中表“数据机房等电位联结带、接地线和等电位联结导体的材料和最小截面积”的规定。

(4)、 火灾自动报警及消防联动控制系统的防雷与接地应符合下列规定：

- 1 火灾报警控制系统的报警主机、联动控制盘、火警广播、对讲通信等系统的信号传输线缆宜在线路进出建筑物 LPZOA 或 LPZOB 与 LPZ1 边界处设置适配的信号线路浪涌保护器。
- 2 消防控制中心与本地区或城市“119”报警指挥中心之间联网的进出线路端口应装设适配的信号线路浪涌保护器。
- 3 消防控制室内所有的机架(壳)、金属线槽、安全保护接地、浪涌保护器接地端均应就近接至等电位连接网络。
- 4 区域报警控制器的金属机架(壳)、金属线槽(或钢管)、电气竖井内的接地干线、接线箱的保护接地端等，应就近接至等电位接地端子板。
- 5 火灾自动报警及联动控制系统的接地应采用共用接地系统。接地干线应采用铜芯绝缘线，并宜穿管敷设接至本楼层或就近的等电位接地端子板。

(5)、 建筑设备管理系统的防雷与接地应符合下列规定：

- 1 系统的各种线路在建筑物 LPZOA 或 LPZOB 与 LPZ1 边界处应安装适配的浪涌保护器。
- 2 系统中央控制室宜在机柜附近设等电位连接网络。室内所有设备金属机架(壳)、金属线槽、保护接地和浪涌保护器的接地端等均应做等电位连接并接地。
- 3 系统的接地应采用共用接地系统，其接地干线宜采用铜芯绝缘导线穿管敷设，并就近接至等电位接地端子板，其截面积应符合下面说明中表“数据机房等电位联结带、接地线和等电位联结导体的材料和最小截面积”的规定。

(6)、 有线电视系统的防雷与接地应符合下列规定：

- 1 进、出有线电视系统前端机房的金属芯信号传输线宜在入、出口处安装适配的浪涌保护器。
- 2 有线电视网络前端机房内应设置辅助（局部）等电位接地端子板，并采用截面积不小于 25mm^2 的铜芯导线与楼层接地端子板相连。机房内电子设备的金属外壳、线缆金属屏蔽层、浪涌保护器的接地以及 PE 线都应接至辅助（局部）等电位接地端子板上。
- 3 有线电视信号传输线路宜根据其干线放大器的工作频率范围、接口形式以及是否需要供电电源

等要求，选用电压驻波比和插入损耗小的适配的浪涌保护器。地处多雷区、强雷区的用户端的终端放大器应设置浪涌保护器。

- 4 有线电视信号传输网络的光缆、同轴电缆的承重钢绞线在建筑物入户处应进行等电位连接并接地。光缆内的金属加强芯及金属护层均应良好接地。

(7)、 卫星通信系统防雷与接地应符合下列规定：

- 1 在卫星通信系统的接地装置设计中，应将卫星天线基础接地体、电力变压器接地装置及站内各建筑物接地装置互相连通组成共用接地装置。
- 2 设备通信和信号端口应设置浪涌保护器保护，并采用等电位连接和电磁屏蔽措施，必要时可改用光纤连接。站外引入的信号电缆屏蔽层应在入户处接地。
- 3 卫星天线的波导管应在天线架和机房入口外侧接地。
- 4 卫星天线伺服控制系统的控制线及电源线，应采用屏蔽电缆，屏蔽层应在天线处和机房入口外接地，并应设置适配的浪涌保护器保护。
- 5 卫星通信天线应设置防直击雷的接闪装置，使天线处于 LPZ0B 防护区内。
- 6 当卫星通信系统具有双向(收 / 发)通信功能且天线架设在高层建筑物的屋面时，天线架应通过专引接地线(截面积大于或等于 25mm^2 绝缘铜芯导线)与卫星通信机房等电位接地端子板连接，不应与接闪器直接连接。

四、 接地及安全措施

(一) 各系统要求接地的种类及接地电阻要求：

- (1)、 交流电气装置的接地，包括配电变压器中性点的系统接地和电气装置或设备的保护接地。
- (2)、 除另有要求外，接地系统应采用共用接地装置，共用接地装置的电阻值应满足各种接地的最小电阻值的要求。
- (3)、 本工程不同电压等级用电设备的保护性接地和功能性接地，包括交流工作接地、直流工作接地、安全保护接地、火灾自动报警系统接地、各智能化信息系统接地、防静电接地、防雷及防闪电感应接地采用综合接地系统，共用接地装置，其工频接地电阻值不大于 1Ω ；当有些专用设备接地特殊要求需选择分散接地方式时，各种功能接地系统的接地体必须远离防雷接地系统的接地体，两者应保持 20m 以上的间距。
- (4)、 变电所接地装置的接地电阻 (R_E) 应满足：
 - 1 当高压侧系统接地为直接接地或经低电阻接地系统时，建议 $R_E \leq 2\Omega$ ；
 - 2 当高压侧系统为不接地系统时，建议 $R_E \leq 5\Omega$ 。
 - 3 若低压系统完全处在高压系统接地所包围的区域内，高、低压系统接地应相互连接。
- (5)、 户内公共场所用电设施的工频接地电阻不应大于 4Ω 。
- (6)、 当向建筑物供电的配电变压器安装在该建筑物外时，建筑物内应做**保护等电位**（总等电位）联结，电气装置的接地应符合下列规定：
 - 1 低压电缆和架空线路在引入建筑物处，为了防止保护接地导体(PE)或保护接地中性导体(PEN)断线所造成的危害，对于 TN-S 或 TN-C-S 系统，保护接地导体(PE)或保护接地中性导体(PEN)应一点或多点重复接地。
 - 2 TN 接地系统的保护接地中性导体(PEN) 或保护接地导体(PE) 对地应有效可靠连接。
 - 3 TT 接地系统的电气设备外露可导电部分所连接的接地装置不应与变压器中性点的接地装置相连接，其保护接地导体(PE)应单独接地。
- (7)、 TN 接地系统的保护接地中性导体(PEN) 或保护接地导体(PE) 对地应有效可靠连接。
- (8)、 当电源采用 TN 系统时，从建筑物总配电箱起供电给本建筑物内的配电线路和分支线路必须采用 TN-S 系统。
- (9)、 TN-S 接地系统的 N 与 PE 应分别设置。
- (10)、 变配电所在建筑物外时宜采用 TN-C-S 系统；变配电所在建筑物内时，从建筑物总配电箱起应采用 TN-S 系统。单体建筑和群体建筑低压配电系统的接地形式不应采用 TN-C 系统。采用 TN-C-S 系统时，在建筑物的入口处（进线处）进行**保护等电位**（总等电位）联结并重复接地，将系统变成 TN-S 以后才能设置进线隔离开关。采用 TN-C-S 系统时，当 PEN 导体从某点分开为保护导体(PE)与中性导体(N)后不应再合并或互相接触，且中性导体(N)不应再接地。其中 TN-C-S 系统配电箱 PEN 导体重复接地做法示意详见图集《接地装置的安装》14D504 第 122 页。
- (11)、 重复接地的接地电阻不应大于 10Ω ；如果所在建筑物的共用接地电阻不大于 1Ω ，则重复接地电阻不应大于共用接地电阻值 1Ω 。

- (12)、当 UPS 输出端的隔离变压器为 TN-S、TT 接地形式时,中性点应接地。医疗建筑 TN-S 系统中的不间断电源装置(UPS)输出端为三相时,应在输出端加装三相隔离变压器,且中性点应通过接地干线重复接地。
- (13)、通过剩余电流保护装置的 N 线,不得作为 PE 线,不得重复接地或接设备外露可接近导体。PE 线不得接入剩余电流保护装置。
- (14)、安装在建筑本体的室外照明系统应与该建筑物配电系统的接地型式一致。安装于室外的照明设备中距建筑外墙 20m 以内的设施,应与室内系统的接地形式一致,距建筑物外墙大于 20m 宜采用 TT 接地形式。对于 TT 接地系统,保护导体 PE 线单独接地,接地电阻不应超过 4Ω ,其保护接地导体的最大截面积为:铜导体 25mm^2 ,铝导体 35mm^2 (铝导体不应作为埋设于土壤中的接地极和接地连接导体(线))。对于室外照明灯具、交通信号灯、公交站牌、监控设施、单体广告牌等配电回路,其保护接地 PE 线应与其结构框架、面板、杆体及其基础钢筋等金属部件连接成接地网及形成辅助(局部)等电位联结,其整体接地电阻不应大于 4Ω ,并应在配电线路的首端、末端、分支及中间适当位置做重复接地,每处重复接地的电阻不应大于 10Ω 。
- (15)、2 类医疗场所除手术台驱动机构、X 射线设备、额定容量超过 5kVA 的设备、非生命支持系统的电气设备外,用于维持生命、外科手术、重症患者的实时监控和其他位于患者区域的医疗电气设备及系统的回路,均采用医疗场所局部 IT 系统供电。IT 接地系统电源侧所有带电部分应与地隔离或某一点通过高阻抗接地,电气设备的外露可导电部分应直接接地。
- (16)、光伏幕墙系统的外露可导电部分及设备的金属外壳应进行可靠的等电位联结,且应与所在建筑物接地系统共用同一接地网。
- (17)、光伏玻璃幕墙组件的金属边框应通过光伏玻璃幕墙的金属框与主体结构的接地多点可靠连接,连接部位应清除非导电保护层。
- (18)、移除任一光伏玻璃幕墙时,应保证接地的连续性。
- (19)、光伏幕墙系统的防雷接地与工作接地、安全接地共用一组接地装置时,接地装置的接地电阻应按接入设备中要求的最小值确定。
- (20)、同一并网点有多台逆变器时,应将所有逆变器的保护接地导体接至同一接地母排上。
- 21、光伏幕墙系统的交流配电接地形式应与建筑配电系统接地形式一致。
- 22、本项目变电所接地采用变压器 0.4kV 侧中性点在低压配电柜处一点接地的 TN-C-S 方式,当采用此种接地方式后不允许在变压器中性点处再接地,每台变压器 0.4kV 侧中性点利用绝缘导线,将各自的变压器中性线(PEN)接到各自的低压配电柜电源中性线(PEN)母排上,所有低压配电柜的中性线(PEN)母排连接在一起后,只能够与保护接地线(PE)一处连接后,通过保护接地线(PE)再接地,所有主断路器与母线联结断路器,均只能选用 3 极断路器。当变电所只有一台变压器时,其接地做法参见 14D504 第 66 页~68 页的示例;当变电所有两台及以上变压器时,其接地做法参见 14D504 第 81~85 页的示例。
- 23、如果发电机房与变压器低压房距离较远,则发电机中性点在发电机低压配电柜处设 MEB 一点接地。单台发电机及多台发电机并机的 TN-C-S 系统接地示例详见《接地装置的安装》14D504 第 105 及 110 页。如果发电机房贴邻变配电所,则发电机和变压器共用市电低压柜处的 MEB 一点接地,此 TN-C-S 系统接地示例详见《接地装置的安装》14D504 第 107、108 页。
- 24、变电所接地装置的接触电压和跨步电压不应超过允许值。
- 25、3kV~10kV 发电机组的接地方式宜采用中性点经低电阻接地或不接地方式;经低电阻接地的系统中,当多台发电机组并列运行时,每台机组均宜配置接地电阻。

(二) 保护接地范围;

10.2.1 除另有规定外,下列交流电气设备的外露可导电部分应进行保护性接地:

- 1 电气设备的金属底座、框架及外壳和传动装置;
- 2 携带式或移动式用电器具的金属底座和外壳;
- 3 箱式变电站的金属箱体;
- 4 互感器的二次绕组;
- 5 配电、控制、保护用的屏(柜、箱)及操作台的金属框架和底座;
- 6 电力电缆的金属护层、接头盒、终端头和金属保护管及二次电缆的屏蔽层;
- 7 金属电缆桥架、支架和 T 架;
- 8 变电站(换流站)金属构、支架;
- 9 装有架空地线或电气设备的电力线路杆塔;
- 10 电热设备的金属外壳;

- 11 发电机中性点柜、发电机出线柜、母线槽等的外壳；
- 12 调光设备的金属外壳；
- 13 擦窗机的主体结构、电机及所有电气设备的金属外壳和护套；
- 14 所有电气设备金属外壳及与其连接的金属导管、金属槽盒等的外露可导电部分。

10.2.2 下列电气设备外露可导电部分严禁接地：

- 1 采用设置非导电场所保护方式的电气设备外露可导电部分；
- 2 采用不接地的等电位联结保护方式的电气设备外露可导电部分；
- 3 采用电气分隔保护方式的单台电气设备外露可导电部分；
- 4 在采用双重绝缘及加强绝缘保护方式中的绝缘外护物里面的外露可导电部分。

(三) 接地及等电位设置要求：

- (1)、 无论向建筑物供电的配电变压器安装在该建筑物内或外时，物建筑物内均应做**保护等电位**（总等电位）联结，作法参见 15D502 第 10～17 页。**保护等电位**（总等电位）接地端子做法参见 15D502 第 28～30 页、14D504 第 42～44 页。总接地端子（也称为**保护等电位**接地端子或总等电位接地端子）连接接地极或接地网的接地导体，不应少于 2 根且分别连接在接地极或接地网的不同点上。**接地装置应在不同位置至少引出两根连接导体与室内总接地端子板(总接地母线、总等电位接地端子板)相连接。引出两根的主要目的是对长期使用该接地装置的设备有一个冗余保障。这里的“在不同位置”并不是指要隔开很远的距离，而只是不在同一连接点上连接以避免同时出故障的可能性。 详见《接地装置的安装》15D504 第 7、8、9、61 页中的示意。**接地引出线与接地装置连接应牢固，并有防腐措施。接到总接地端子（也称为**保护等电位**接地端子或总等电位接地端子）上的每根导体，应连接牢固可靠，并可被单独拆开。建筑物内的接地导体、总接地端子（也称为**保护等电位**接地端子或总等电位接地端子）（也称为**保护等电位**接地端子或总等电位接地端子）和下列可导电部分应实施**保护等电位**联结：
 - 1 进出建筑物外墙处的金属管线；
 - 2 便于利用的钢结构中的钢构件及钢筋混凝土结构中的钢筋；
 - 3 总保护导体（保护导体 PE、保护接地中性导体 PEN）；
 - 4 电气装置总接地导体、总接地端子（也称为**保护等电位**接地端子或总等电位接地端子）排、接地干线；
 - 5 建筑物内的水管、燃气管、采暖和空调管道等各种金属干管；
 - 6 在正常使用时可触及的电气装置外可导电部分；
 - 7 电梯轨道。
- (2)、 来自外部的上条规定的可导电部分，应在建筑物内距离引入点最近的地方做**保护等电位**（总等电位）联结。
- (3)、 通信电缆的金属外护层在做等电位联结时，应征得相关部门的同意。
- (4)、 **保护等电位**（总等电位）联结导体的截面不应小于装置的最大保护导体截面的一半，并不应小于 6mm^2 。当联结导体采用铜导体时，其截面不应大于 25mm^2 ；当为其他金属时，其截面应承载与 25mm^2 铜导体相当的载流量。配电变压器和柴油发电机的中性点接地与**保护等电位**（总等电位）端子连接时，宜采用铜芯电缆连接。
- (5)、 不得利用下列金属部分作为电气设备的保护接地导体(PE)或**保护等电位**联结导体：
 - 1 输送可燃液体、可燃气体或爆炸性气体的金属管道；
 - 2 民用建筑中电气设备的外界可导电部分；
 - 3 除国家现行产品标准允许外，电气设备的外露可导电部分；
 - 4 电气装置的外露可导电部分不得用作保护接地导体（PE）的串联过渡接点。
 - 5 金属水管；
 - 6 正常使用中承受机械应力的金属结构；
 - 7 柔性或可弯曲金属导管（用于保护接地导体目的而特别设计的除外）或金属部件；
 - 8 支撑线、电缆槽盒、电缆托盘、电缆梯架。
- (6)、 在下列情况下应实施辅助（局部）等电位联结：
 - 1 在局部区域，当自动切断供电的时间不能满足防电击要求；
 - 2 在特定场所，需要有更低接触电压要求的防电击措施；
 - 3 具有防雷和电子信息系统抗干扰要求。
- (7)、 辅助等电位的联结导体应与区域内的下列可导电部分相连接：
 - 1 人员能同时触及的固定电气设备的外露可导电部分和外界可导电部分；

- 2 保护接地导体;
 - 3 装非安全特低电压供电的电动阀门的金属管道。
- (8)、 辅助（局部）等电位联结应符合下列规定：
- 1 连接两个外露可导电部分的保护联结导体，其电导不应小于接到外露可导电部分的较小的保护接地导体的电导；
 - 2 连接外露可导电部分和装置外可导电部分的保护联结导体，其电导不应小于相应保护接地导体一半截面积所具有的电导；
 - 3 作辅助连接用单独敷设的保护联结导体最小截面积应满足当有防机械损伤保护时，铜导体不应小于 2.5mm^2 ；无防机械损伤保护时，铜导体不应小于 4mm^2 ；铝导体不应小于 16mm^2 。
- (9)、 常见必须需做辅助（局部）等电位联结的场所及部位：
- 1 电源进线、信息进线等电位联结做法参见 15D502 第 17 页的要求。
 - 2 在装有浴盆和/或淋浴器的房间内部，应设置辅助等电位联结作为附加防护（包括电干、湿桑拿室的可导电部分）的辅助（局部）等电位做法参见 15D502 第 18、19 页的要求。
 - 3 游泳池、戏水池及其他类似活动场所、允许人员进入的喷泉水池和积水处应设置辅助等电位联结，作法参见 15D502 第 20 页的要求。
 - 4 加热电缆辐射供暖设备的辅助等电位联结做法参见 15D502 第 20 页注 3 的要求。
 - 5 不允许人员进入的喷泉场所应设置辅助等电位联结，作法参见 15D502 第 21 页的要求。
 - 6 重症监护病房、手术室、抢救室、治疗室等 1 类及 2 类医疗场所的患者区域内的辅助（局部）等电位做法参见 15D502 第 22 页的要求。
 - 7 家畜饲养场所的辅助（局部）等电位做法参见 15D 502 第 23 页的要求。
 - 8 电梯井和配电间的辅助（局部）等电位做法参见 15D502 第 24 页的要求。
 - 9 人员可触及的室外金属电动门应设置辅助等电位联结，室外电动（伸缩）门或空调机的辅助（局部）等电位做法参见 15D502 第 25 页的要求。
 - 10 智能化机房和竖井的辅助（局部）等电位做法参见 15D502 第 26、27 页的要求。
 - 11 所有动力设备机房（包括风机、空调、水泵等一切有金属外壳的设备机房）应设置辅助等电位联结。
 - 12 其余辅助（局部）等电位联结做法参见 15D502 第 31～42 页的要求。
 - 13 机械升降停车设备的金属导轨、金属构件及为其供电的电源应设置辅助等电位联结。
 - 14 公共厨房用电设备应设置等电位联结。
 - 15 电辅助加热的太阳能热水器应设置等电位联结。
 - 16 室内外的电动汽车充电设施均需做辅助（局部）等电位联结，具体做法参见《电动汽车充电基础设施设计与安装》18D705-2 第 47 页,其中室内地面可直接利用结构楼板内的钢筋网作为地面等电位网，在靠近充电桩车位旁的结构柱或剪力墙上距地面 0.3 米处预留电动汽车充电桩设施辅助（局部）等电位联结 LEB 端子箱，此端子箱下部与地面钢筋网焊接连通，充电设备（包括交流充电桩、非车载充电机和充电集控终端等）的金属外壳、充电电源的 PE 线、车位的金属车挡及地面等电位均衡网应做辅助（局部）等电位联结。
 - 17 人防工程内人防门、防爆波活门等防护设备金属门框需做接地和等电位连接。
- (10)、 装有淋浴或浴盆的卫生间的辅助（局部）等电位联结应包括卫生间内金属给水排水管、金属浴盆、金属洗脸盆、金属采暖管、金属散热器、专门为卫生间单独配电的回路中的电源插座中的 PE 线以及建筑物钢筋网。
- (11)、 在 1 类及 2 类医疗场所的患者区域内的辅助（局部）等电位联结，应将下列设备及导体进行等电位联结：
- 1 PE 线；
 - 2 外露可导电部分；
 - 3 安装了抗电磁干扰场的屏蔽物；
 - 4 防静电地板下的金属物；
 - 5 隔离变压器的金属屏蔽层；
 - 6 除设备要求与地绝缘外，固定安装的、可导电的非电气装置的患者支撑物。
- (12)、 接到总接地端子（也称为**保护等电位**接地端子或总等电位接地端子）的保护联结导体的最小截面面积以及由等电位箱接至电气装置单独敷设的保护联结导体最小截面面积应符合下表中的规定：

等电位联结线截面要求

	保护等电位（总等电位） 联结线截面	等电位箱接至电气装置单独敷设的保护联结导体（辅助等电位联结线）截面	
最小值	6mm ² (铜)	有机械保护时	2.5mm ² (铜)
	16mm ² (铝)	无机械保护时	4mm ² (铜)
	50mm ² (钢)		16mm ² (铝)
一般值	不小于最大 PE 线截面的 1/2		
最大值	25mm ² (铜)		
	100mm ² (钢)		

- (13)、当利用混凝土中的单根钢筋或圆钢作为接地装置时，钢筋或圆钢的直径不应小于 10mm。
- (14)、不得利用输送可燃液体、可燃气体或爆炸性气体的金属管道作为接地极。
- (15)、接地装置采用不同材料时，应考虑电化学腐蚀的影响。
- (16)、铝导体不应作为埋设于土壤中的接地极、接地导体和连接导体。
- (17)、埋入土壤中的接地连接导体（线）的最小截面面积应符合下表的要求：

防腐蚀保护	有机械损伤防护	无机机械损伤防护
有	铜：2.5mm ² ；钢：10mm ²	铜：16mm ² ；钢：16mm ²
无	铜：25mm ² ；钢：50mm ²	

- 注：1、供暖管道、供水、中水、排水等金属管道，不应用作接地极。
- 2、人工接地装置采用钢材时，不应采用热浸镀锌钢材，应采用不锈钢，焊接处应涂防腐漆。
- 3、室外道路照明用垂直接地体所用的钢管，其内径不应小于 40mm、壁厚 3.5mm；角钢应采用 L50mm×50mm×5mm 以上，圆钢直径不应小于 20mm，每根长度不小于 2.5m，极间距离不宜小于其长度的 2 倍，接地体顶端距地面不应小于 0.6m。
- 4、室外道路照明用水平接地体所用的扁钢截面不小于 4mm×30mm，圆钢直径不小于 10mm，埋深不小于 0.6m，极间距离不宜小于 5m。

- (18)、变压器低压侧中性点接地线截面选择参见《干式变压器安装》99D201-2 第 33 页；或《建筑电气常用数据》04DX101-1 第 4-3 页。

变压器容量 (kVA)	变压器低压侧中性点接地线选择				
	BV 电线(mm ²)	VV 电缆(mm ²)	铜母线(mm ²)	裸铜绞线(mm ²)	镀锌扁钢(mm ²)
200	1×50	1×50	15×3	1×35	25×4
250	1×70	1×70	15×3	1×50	40×4
315	1×70	1×70	20×3	1×50	40×4
400	1×95	1×95	20×3	1×70	40×4
500	1×120	1×120	25×3	1×70	40×5
630	1×150	1×150	25×3	1×95	50×5
800	1×120	1×120	30×4	1×95	50×5
1000	1×150	1×150	30×4	1×95	50×5
1250	1×185	1×185	30×4	1×120	63×5
1600		1×240	40×4	1×150	80×5
2000		1×240	40×4	1×186	100×5
2500		1×300	40×5	1×240	80×8

- (19)、低压配电系统保护导体（PE 线）的最小截面面积要求详见下表：

低压配电系统保护导体（PE 线）的最小截面面积(mm²)

相导体截面积	保护导体与相导体使用相同材料	保护接地导体与相导体使用不同材料
≤16	S	(k ₁ /k ₂) *S
>16, 且 ≤35	16	(k ₁ /k ₂)*16
>35	S/2	(k ₁ /k ₂)*S/2

k₁—相导体的 k 值，根据导体和绝缘材料按现行国家标准《低压电气装置 第 4-43 部分：安全防护 过电流保护》GB/T 16895.5 的相关规定选取；

k₂—保护接地导体的 k 值，按现行国家标准《低压电气装置 第 5-54 部分：电气设备的选择

和安装 接地配置和保护导体》GB/T 16895.3 附录 A 进行计算和选取。

按《城市道路照明工程施工及验收规程》CJJ 89-2012 第 7.3.3 条规定, 保护接地线必须有足够的机械强度, 应满足不平衡电流及谐波电流的要求, 并应符合下列规定:

- 1 保护接地线和相线的材质应相同, 当相线截面在 35mm^2 及以下时, 保护接地线的最小截面不应小于相线的截面, 当相线截面在 35mm^2 以上时, 保护接地线的最小截面不得小于相线截面的 50%;
- 2 采用扁钢时不应小于 $4\text{mm}\times 30\text{mm}$, 圆钢直径不应小于 10mm ;
- 3 箱式变电站、地下式变电站、控制柜 (箱、屏) 可开启的门应与接地的金属框架可靠连接, 采用的裸铜软线截面不应小于 4mm^2 。

- (20)、在变配电所、发电机房、水泵房、中央空调主机房、**燃气锅炉房等安装设备较多且出入管线密集的主要设备用房**内, 离地面 0.3 米处, 沿四周内墙 (过门处暗敷与楼板或垫层内) 敷设一圈 $40\times 4\text{mm}$ 的热浸镀锌扁钢作为**等电位联结**接地干线, 与预留的**保护等电位** (总等电位) 接地端子板 MEB 及辅助 (局部) 等电位接地端子板 LEB 相连, 应不少于 2 处与预埋接地端子板连接。这些设备间内的设备金属外壳或金属管道就近采用辅助 (局部) 等电位联结线与此**保护等电位** (总等电位) 联结带连接牢固。
- 21、从变配电所低压配电房**保护等电位** (总等电位) 接地端子板 MEB 上接出一根 $40\times 4\text{mm}$ 的热浸镀锌扁钢, 沿主干电缆桥架敷设至建筑物各层的强、弱电间或竖井, 作为各设备间 (或竖井) 的接地干线, 其应每层与预留的楼板钢筋做等电位联结。各强、弱电间或竖井内也应在离地面 0.2 米处, 沿四周内墙 (过门处暗敷于楼板或垫层内, 参见 14D504 第 54 页) 敷设一圈 $25\times 4\text{mm}$ 的热浸镀锌扁钢作为接地环线, 其应与预留的辅助 (局部) 等电位接地端子板及 $40\times 4\text{mm}$ 接地干线焊接牢固。
- 22、电力电缆采用电缆沟、梯架、托盘和槽盒等金属管槽及支架敷设时, 管槽及支架应保持连续的电气连接, 全长不大于 30m 时, 不应少于 2 处与保护接地导体可靠连接; 全长大于 30m 时, 每隔 $20\text{m} \sim 30\text{m}$ 应增加一个连接点, 起始端和终点端均应可靠接地。(参见 14D504 第 48、49 页)
- 23、当电梯轿厢接地线利用电缆芯线时, 电缆芯线不得少于两根, 并应采用铜芯导体, 每根芯线截面不得小于 2.5mm^2 ;
- 24、机械停车设备的接触裸露部分应采用截面积不小于 4mm^2 的铜芯软导线可靠接地。
- 25、装有浴盆或淋浴器等洗浴设备的房间的辅助 (局部) 等电位接地端子板应设在干燥及较隐蔽的位置, 从楼板内适当地方引出一根大于 $\phi 10$ 的钢筋至辅助 (局部) 等电位端子板, LEB 端子箱底边距地 0.3 米, 具体做法参见 15D502 第 18、19 页。
- 26、消防控制室辅助 (局部) 等电位接地端子板与建筑物**保护等电位** (总等电位) 接地端子板之间, 应采用线芯截面积不小于 25mm^2 的铜芯绝缘导线连接。
- 27、由消防控制室辅助 (局部) 等电位接地端子板引至各消防电子设备的专用接地线应选用铜芯绝缘导线, 其线芯截面积不应小于 4mm^2 。
- 28、当智能化系统由 TN 交流配电系统供电时, 应采用 TN-S 或 TN-C-S 接地系统。
- 29、智能化系统及机房内电气设备和智能化设备的外露可导电部分、外界可导电部分、建筑物金属结构应等电位联结并接地。电子信息设备等电位联结方式应根据电子信息设备易受干扰的频率及数据中心的等级和规模确定, 可采用 S 型、M 型或 SM 混合型。电气和电子设备的金属外壳、机柜、机架、金属管、槽、屏蔽线金属外层、电子设备防静电接地、安全保护接地、功能性接地、浪涌保护器接地端等均应以最短路与 S 型结构的接地基准点或 M 型结构的网格连接。采用 M 型或 SM 型混合型等电位联结方式时, 主机房应设置等电位联结网格, 网格四周应设置等电位联结带, 并应通过等电位联结导体将等电位联结带就近与接地汇流排、各类金属管道、金属线槽、建筑物金属结构等进行连接。每台电子信息设备 (机柜) 应采用两根不同长度, 且宽厚比不小于 5 的等电位联结扁铜带就近与等电位联结网格连接, 其长度各为不同于 $1/4$ 干扰波长的倍数, 并不宜大于 0.5m 。等电位联结网格应采用截面积不小于 25mm^2 的铜带或裸铜线, 并应在防静电活动地板下构成边长为 $0.6\sim 3$ 米的矩形网格, 做法参见 15D502 第 26、27 页。
- 30、智能化系统单独设置的接地线 (功能接地导体) 应采用截面面积不小于 25mm^2 的铜材。
- 31、某些特殊重要的建筑物电子信息系统可设专用垂直接地干线。垂直接地干线由**保护等电位** (总等电位) 接地端子板引出, 同时与建筑物各层钢筋或均压带连通。各楼层设置的接地端子板应与垂直接地干线连接。垂直接地干线宜在竖井内敷设, 通过连接导体引入设备机房与机房辅助

(局部)等电位接地端子板连接。音、视频等专用设备工艺接地干线应通过专用等电位接地端子板独立引至设备机房。机房设备接地线不应从接闪带、铁塔、防雷引下线直接引入。进入建筑物的金属管线(含金属管、电力线、信号线)应在入口处就近连接到等电位连接端子板上。在LPZ1入口处应分别设置适配的电源和信号浪涌保护器,使电子信息系统的带电导体实现等电位连接。

32、数据机房等电位联结带、接地线和等电位联结导体的材料和最小截面面积详见下表:

数据机房等电位联结带、接地线和等电位联结导体的材料和最小截面

名称	材料	截面面积(mm²)
等电位联结带、垂直接地干线	多股铜芯导线或铜带	50
楼层端子板与机房局部端子板之间的连接导体、单独设置的接地线	多股铜芯导线或铜带	25
等电位联结导体(从等电位联结带至接地汇集排或至其它等电位联结带;各接地汇集排之间;机房局部端子板之间)	多股铜芯导线	16
等电位联结导体(从机房内各金属装置至等电位联结带或接地汇集排;从机柜至等电位联结网格)	多股铜芯导线	6
机房网格	多股铜芯导线或铜带	25

33、电源线路的各级浪涌保护器应分别安装在线路进入建筑物的入口、防雷区的界面和靠近被保护设备处。各级浪涌保护器连接导线应短直,其长度不宜超过0.5m,并固定牢靠。浪涌保护器各接线端应在本级开关、熔断器的下桩头分别与配电箱内线路的同名端相线连接,浪涌保护器的接地端应以最短距离与所处防雷区的等电位接地端子板连接。配电箱的保护接地线(PE)应与等电位接地端子板直接连接。带有接线端子的电源线路浪涌保护器应采用压接;带有接线柱的浪涌保护器宜采用接线端子与接线柱连接。

34、浪涌保护器连接导体最小截面面积详见下表:

浪涌保护器连接导体最小截面面积

SPD 级数	开关型或限压型	导线截面面积(mm²)	
		SPD 连接相线铜导线	SPD 接地端连接铜导线
第一级	限压型	6	10
第二级	限压型	4	6
第三级	限压型	2.5	4
第四级	限压型	2.5	4

- 35、天馈线路浪涌保护器应安装在天馈线与被保护设备之间,宜安装在机房内设备附近或机架上,也可以直接安装在设备射频端口上;
- 36、天馈线路浪涌保护器的接地端应采用截面面积不小于6mm²的铜芯导线就近连接到LPZ0A或LPZ0B与LPZ1交界处的等电位接地端子板上,接地线应短直。
- 37、信号线路浪涌保护器应连接在被保护设备的信号端口上。浪涌保护器可以安装在机柜内,也可以固定在设备机架或附近的支撑物上。
- 38、信号线路浪涌保护器接地端宜采用截面面积不小于1.5mm²的铜芯导线与设备机房等电位连接网络连接,接地线应短直。
- 39、当电气装置或电气装置某一部分发生接地故障后间接接触的保护电器不能满足自动切断电源的要求时,尚应在该设备机房局部范围内将保护等电位(总等电位)联结所列可导电部分再做一次辅助(局部)等电位联结;亦可将伸臂范围内能同时触及的两个可导电部分之间做辅助等电位联结。TN系统中,配电线路采用过电流保护电器兼作间接接触防护电器时,其动作特性应符合相关国家低压配电设计规范的规定,当不符合规定时,应采用剩余电流动作保护电器。
- 40、保护接地导体(PE)对机械损伤、化学或电化学损伤、电动力和热效应等应具有适当的防护;在保护接地导体(PE线)及保护接地中性导体(PEN线)中,不应串入传感器、线圈、电流互感器、保护电器和开关器件,但允许设置只有用工具才能断开的连接点;保护接地线(PE)铜导体与铝导体相连接时,应采用铜铝专用连接器件;保护接地导体的连接不应采用锡焊。

(四) 防静电接地要求;

- 1 在有可燃气体、蒸气、粉尘、纤维爆炸危险性的环境内，可能产生静电的设备和管道均应具有防止发生静电或静电积累的性能；
- 2 建筑中散发较空气重的可燃气体、蒸气或有粉尘、纤维爆炸危险性的场所或部位，其楼地面应具有不发火花性能，使用绝缘材料铺设的整体楼地面面层应具有防止发生静电的性能；
- 3 排除有燃烧或爆炸危险性气体、蒸气或粉尘的排风系统应采取静电导除等静电防护措施；
- 4 各种输送可燃气体、易燃液体的金属工艺设备、容器和管道，以及安装在易燃、易爆环境的风管必须设置静电防护措施；
- 5 移动时可能产生静电危害的器具应接地；
- 6 防静电接地的接地线应采用绝缘铜芯导线，对移动设备应采用绝缘铜芯软导线，导线截面积应按机械强度选择，最小截面积为 6mm^2 ；
- 7 固定设备防静电接地的接地线连接应采用焊接，对于移动设备防静电接地的接地线应与接地体可靠连接，并应防止松动或断线；
- 8 防静电接地宜选择共用接地方式，当选择单独接地方式时，接地电阻不宜大于 10Ω ，并应与防雷接地装置保持 20m 以上间距。

9 防静电接地的具体做法大样图可详见图集《民用建筑防雷与接地装置》15ZD01 第 95-98 页。

(五) 、屏蔽接地系统应符合下列规定：

- 1 屏蔽接地可分为静电屏蔽体接地、电磁屏蔽体接地、磁屏蔽体接地三种系统，三种系统的接地电阻值不宜大于 4Ω 。
- 2 屏蔽室的接地应在电源进线处采用一点接地。
- 3 当电子设备之间采用多芯线缆连接时，屏蔽线缆的接地应符合下列规定：
 - 1) 当电子设备工作频率 $f \leq 1\text{MHz}$ 时，其长度 L 与波长 λ 之比，即 $L / \lambda \leq 0.15$ 时，其屏蔽层应采用一点接地；
 - 2) 当电子设备工作频率 $f > 1\text{MHz}$ 时，其长度 L 与波长 λ 之比，即 $L / \lambda > 0.15$ 时，其屏蔽层应采用多点接地，并使接地点间距离不大于 0.2λ 。