

ICS 07.060
A 47

DB62

甘 肃 省 地 方 标 准

DB 62/T 2414—2013

城市轨道交通防雷技术规范

Technical code for urban rail transit of lightning protection

2014 - 01 - 07 发布

2014 - 02 - 01 实施

甘肃省质量技术监督局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语	1
4 基本规定	3
5 车站	3
6 运营控制中心	4
7 区间	4
8 供电系统	5
9 电子信息系统	5
10 运行与养护	6
附录 A（规范性附录） 防雷区的划分	7
附录 B（规范性附录） 接地装置冲击接地电阻与工频接地电阻的换算	8
附录 C（资料性附录） 多层接地网模型	9

前 言

本标准由甘肃省气象局、甘肃省质量技术监督局提出。

本标准由甘肃省气象标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：甘肃省防雷中心、兰州市轨道交通有限公司。

本标准主要起草人：李韦霖、张 华、曲明玉、李 磊、王晶晶、王 琦、黄鹏程、柴晓玲、金建辉、杨 琳。

城市轨道交通防雷技术规范

1 范围

本标准规定了城市轨道交通建设中防雷工程的技术要求。
本标准适用于新建、改建、扩建城市轨道交通建设防雷工程。
本标准不适用于磁浮系统。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 50057-2010 建筑物防雷设计规范
GB 50157-2003 地铁设计规范
GB 50168-92 电气装置安装工程接地装置施工及验收规范
GB 50174-2008 电子信息系统机房设计规范
GB 50343-2012 建筑物电子信息系统防雷技术规范
GB 50381-2006 城市轨道交通自动售检票系统工程质量验收规范
GB 50382-2006 城市轨道交通通信工程质量验收规范
GB 50490-2009 城市轨道交通技术规范

3 术语

GB 50057-2010界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

城市轨道交通 urban rail transit

采用专用轨道导向运行的城市公共客运交通系统，包括地铁系统、轻轨系统、单轨系统、有轨电车、磁浮系统、自动导向轨道系统、市域快速轨道系统。

3.2

主变电所 high voltage substation

从城市电网引入高压电源，降压后为城市轨道交通系统提供中压电源的专用高压变电所。

3.3

牵引降压混合变电所 combined substation

既能为城市轨道交通提供直流牵引电源，又能为城市轨道交通提供交流低压电源的变电所。

3.4

运营控制中心 operation control center (OCC)

简称控制中心，为调度人员使用信号、电力监控、火（防）灾自动报警、环境与设备监控、自动售检票、通信等系统中央级设备安装及对全线所有运行车辆、车站和区间的设备运行情况进行集中监视、控制、协调、指挥、调度和管理的场所。

3.5

接触网 catenary

城市轨道交通中，沿钢轨上空“之”字形架设的，供受电弓取流的高压输电线，分为刚性接触网和柔性接触网。

3.6

直放站 repeater

指在无线通信传输过程中起到信号增强的一种无线电发射中转设备。

3.7

直击雷 direct lightning flash

闪击直接击于建（构）筑物、其它物体、大地或防雷装置上，产生电效应、热效应和机械力者。

3.8

闪电感应 lightning induction

闪电放电时，在附近导体上产生的雷电静电感应和雷电电磁感应。它可能使金属部件间产生火花。

3.9

闪电电涌侵入 lightning surge on incoming services

由于雷电对架空线路或金属管道的作用，雷电波，即闪电电涌，可能沿着这些管线侵入屋内，危及人身安全或损坏设备。

3.10

防雷装置 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装置，由外部防雷装置和内部防雷装置组成。

3.11

接闪器 air-termination system

由拦截闪击的接闪杆、接闪带、接闪线、接闪网以及金属屋面、金属构件等组成。

3.12

引下线 down-conductor system

用于将雷电流从接闪器传导至接地装置的导体。

3.13

接地装置 earth-termination system

接地体和接地线的总和。

3.14

接地线 earth conductor

从引下线断接卡或换线处至接地体的连接导体；或从接地端子、等电位连接带至接地装置的连接导体。

3.15

共用接地装置 common earthing system

将各部分防雷装置、建筑物金属构件、低压配电保护线、等电位连接带、设备保护地、屏蔽体接地、防静电接地及接地装置等连接在一起的接地系统。

3.16

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防雷装置上以减小雷电流引发的电位差，分为总等电位连接与局部等电位连接。

3.17

综合贯通地线 Integrated grounding wire

利用金属材料沿线敷设的接地线，也是牵引回流的一个主要回路。

3.18

电涌保护器 surge protective device (SPD)

用于限制暂态过电压和分泄电涌电流的器件。它至少含有一个非线性元件。

3.19

防雷区 lightning protection zone (LPZ)

划分雷击电磁环境的区，一个防雷区的区界面不一定要有实物界面，如不一定要有墙壁、地板或天花板作为区界面。

注：防雷区的划分见附录A。

4 基本规定

4.1 城市轨道交通防雷工程的建设应根据国家法律法规和防雷技术规范要求，在科学调查地理、土壤、气象、环境等条件、雷电活动规律以及城市轨道交通自身特点等基础上设计和安装防雷装置，做到安全可靠、技术先进、经济合理。

4.2 城市轨道交通防雷工程的建设依据《中华人民共和国气象法》、《甘肃省气象灾害防御条例》及《防雷减灾管理办法》，严格执行雷电灾害风险评估、设计审核、竣工验收和防雷装置安全性能定期检测制度。

4.3 本标准中所涉及的冲击接地电阻值与工频接地电阻值需要进行换算时，依据附录B进行换算。车站与区间接地网的设计可参考附录C。

5 车站

- 5.1 车站地面站按第二类防雷建筑物设防直击雷的外部防雷装置，地下站与地面站均采用防闪电电涌侵入及雷击电磁脉冲的措施。
- 5.2 车站放置化学危险品的场所，应符合 GB 50057-2010 等国家及地方现行的相关防雷标准的规定。
- 5.3 当车站地面站采用金属屋面时，可利用其金属屋面做接闪器，并应符合 GB 50057-2010 第 5.2.7 条的规定。
- 5.4 车站内各建（构）筑物引下线不应少于 2 根，并沿建筑物四周均匀或对称布置，其间距沿周长计算不大于 18m。当利用建（构）筑物四周的钢柱或柱子钢筋作为引下线时，可按跨度设引下线，若跨度较大，无法在跨距中间设引下线时，应在跨距两端设引下线并减小其他引下线的间距。每根引下线的冲击接地电阻不应大于 10 Ω 。
- 5.5 车站外部防雷装置的接地应和防闪电感应、内部防雷装置、电气和电子信息系统等共用接地装置，并与引入的金属管线做等电位连接。
- 5.6 车站应利用其基础作为接地装置，并与区间及停车场采取联合接地形式，构成综合接地网，其工频接地电阻不大于 0.5 Ω 。在土壤电阻率高的地区，接地电阻值无法达到要求时，可适当增大工频接地电阻，但不应大于 1 Ω 。当采用人工接地体时，应符合 GB 50057-2010 第 5.4.1~5.4.9 条的规定。
- 5.7 车站、区间应通过综合贯通地线作等电位联结，并与综合接地网进行可靠电气连接。
- 5.8 穿过各防雷区界面的金属物和建（构）筑物内系统，以及在一个防雷区内部的金属物和建（构）筑物内系统均应在界面处做等电位连接，并应符合 GB 50057-2010 第 6.3.4 条的规定。
- 5.9 车站内各监视、控制、协调、指挥、调度和管理的场所及电子信息系统的的所有外露导电物，均应进行等电位连接，等电位连接方式根据设备易受干扰的频率、机房等级和规模确定，可采用 S 型、M 型或 SM 混合型。
- 5.10 车站内各监视、控制、协调、指挥、调度和管理的场所及电子信息系统机房均应采取屏蔽措施，磁场干扰强度不大于 800A/m。
- 5.11 车站电涌防护的要求应满足 GB 50057-2010 第 4.3.8 条、6.4.1~6.4.8 条的规定。

6 运营控制中心

- 6.1 运营控制中心按第二类防雷建筑物设防直击雷的外部防雷装置，并应采取防闪电电涌侵入及雷击电磁脉冲的措施。
- 6.2 运营控制中心的防雷措施应符合 GB 50057-2010 第 4.3.1~4.3.9 条的规定。
- 6.3 运营控制中心宜利用建（构）筑物基础内钢筋网作为接地装置，其工频接地电阻不大于 1 Ω 。当采用人工接地体时，应符合 GB 50057-2010 第 5.4.1~5.4.9 条的规定。
- 6.4 穿过各防雷区界面的金属物和建（构）筑物内系统，以及在一个防雷区内部的金属物和建（构）筑物内系统均应在界面处做等电位连接，并应符合 GB 50057-2010 第 6.3.4 条的规定。
- 6.5 运营中心内各监视、控制、协调、指挥、调度和管理的场所及电子信息系统的的所有外露导电物，均应进行等电位连接，等电位连接方式根据设备易受干扰的频率、机房等级和规模确定，可采用 S 型、M 型或 SM 混合型。
- 6.6 运营中心内各监视、控制、协调、指挥、调度和管理的场所及电子信息系统机房均应采取屏蔽措施，磁场干扰强度不大于 800A/m。
- 6.7 运营中心电涌防护的要求应满足 GB 50057-2010 第 4.3.8 条、6.4.1~6.4.8 条的规定。

7 区间

7.1 上、下行正线应沿线敷设综合贯通地线，距接触网带电体 5m 范围以内的金属电缆通道、桥架、电缆支架等金属构件通过综合贯通地线接地，其工频接地电阻不大于 $0.5\ \Omega$ 。在土壤电阻率高的地区，接地电阻值无法达到要求时，可适当增大工频接地电阻，但不应大于 $1\ \Omega$ 。

7.2 高架桥区段接地装置的设计应利用高架桥桥墩基础内钢筋，利用桥墩内至少 2 根不小于 $\Phi 16$ 主筋作为引下线并引出接地端子与接地干线连接，引下线间距不应大于 200m，冲击接地电阻不应大于 $10\ \Omega$ 。

8 供电系统

8.1 主变电所、牵引降压混合变电所的防雷设计应符合 GB 50057-2010 的相关规定。

8.2 供电系统与其它系统共用接地装置时，其工频接地电阻值必须按接入设备中要求的最小值确定并且不大于 $4\ \Omega$ 。

8.3 地上牵引变电所及与地上相邻的地下牵引变电所，每路直流馈线及负母线应设置 SPD。

8.4 地上线路架空接触网应在隧道两端、电源隔离开关处、地面区段及高架桥区段每隔 300m 处设置 SPD，SPD 的冲击接地电阻值不大于 $10\ \Omega$ 。

8.5 地上线路架空接触网的架空地线宜兼做接闪线，并每隔 200m 设置开关型的 SPD。开关型 SPD 的冲击接地电阻不大于 $10\ \Omega$ 。

9 电子信息系统

9.1 电子信息系统接地可采取共用接地网的方式，接地装置的工频接地电阻值必须按接入设备中要求的最小值确定并且不大于 $1\ \Omega$ 。共用接地装置应与总等电位接地端子连接，通过垂直接地干线引至楼层等电位接地端子，由此引至机房的局部等电位接地端子。接地干线宜采用多股铜芯导线或铜带，其截面积应符合表 1 的规定。垂直接地干线应在电气竖井内明敷，并与楼层主钢筋作等电位连接。

表1 各类等电位连接导体最小截面积

名称	材料	最小截面积(mm^2)
垂直接地干线	多股铜芯线导线或铜带	50
楼层端子板与机房局部端子板之间的连接导体	多股铜芯线导线或铜带	25
机房局部端子板之间的连接导体	多股铜芯线导线	16
设备与机房等电位连接网络之间的连接导体	多股铜芯线导线	6
机房网络	铜箔或多股铜芯线导线	25

9.2 城市轨道交通设计时应在直击雷非防护区 (LPZ0_A) 或直击雷防护区 (LPZ0_B) 与第一防护区 (LPZ1) 交界处设置总等电位接地端子，并在预计将来会有电子信息系统的地方预埋等电位接地端子。电子系统设备机房应设置等电位连接网络，等电位连接方式根据设备易受干扰的频率、机房等级和规模确定，可采用 S 型、M 型或 SM 混合型。

9.3 等电位接地端子应设置在雷击电磁脉冲影响最小并便于安装和检查的位置，不得设置在潮湿或有腐蚀性气体及易受机械损伤的地方。等电位接地端子的连接点应满足机械强度和电气连续性的要求。等电位连接带宜采用金属板，并与建（构）筑物钢筋或其它屏蔽构件作多点连接。

9.4 不同区域的综合布线系统设备间或不同雷电防护区的配线交接间应设置局部等电位接地端子。楼层配线柜的接地线应采用绝缘铜导线，截面积应符合表 1 的规定。

9.5 电子信息系统的屏蔽及布线应符合 GB 50343-2012 第 5.3.1~5.3.4 条的规定。

9.6 处于直击雷防护区(LPZ0_B)内的电子信息系统应设置 I 类试验的 SPD 或 II 类试验的 SPD 作为第一级保护,处于后续防雷区的电子信息系统可设置 II 类或 III 类试验的 SPD 作为精细保护。使用直流电源的电子设备,视其工作电压要求,宜安装适配的直流电源 SPD。SPD 的设置级数应综合考虑保护距离、SPD 连接导线长度、被保护设备耐冲击电压额定值 U_w 等因素。

9.7 电子信息系统信号线路 SPD 的选择,应根据线路的工作频率、传输介质、传输速率、传输宽带、工作电压、接口形式、特性阻抗等参数,选用插入损耗小、分布电容小、并与纵向平衡、近端串扰指标适配的 SPD。

9.8 高架及地面区段直放站应设置独立接地体或接地装置,其接地电阻不应大于 10Ω 。

10 运行与养护

10.1 轨道交通防雷装置周期性维护的周期为 1 年,每年在雷雨季节到来之前,应由具有防雷装置检测甲级资质的单位对防雷装置进行一次全面检测。对重点区域,还应由管养单位每季度进行一次防雷安全检查。

10.2 周期性维护应包含以下内容:

- a) 测试接地装置的接地电阻值。若测试值大于规定值,应检查接地装置和土壤条件,找出变化原因,采取有效的措施进行整改;
- b) 检查内部防雷装置和设备(金属外壳、机架)等电位连接的电气连续性,若发现连接处松动或断路应及时修复;
- c) 每次对车载电涌保护器进行外观检查和绝缘电阻测试;
- d) 检查列车供电主回路和 SPD 端子是否连接正确;
- e) 检查其他 SPD 有无接触不良、漏电流是否过大、发热、绝缘是否良好、积尘是否过多等,出现故障应及时排除。

10.3 在雷电活动强烈的区域,对防雷装置应随时进行目测检查。

- a) 检查外部防雷装置的电气连接可靠性,若发现有脱焊、松动和锈蚀等,应进行相应的处理,特别是在断接卡或接地测试点外,应进行电气连续性测量;
- b) 检查接闪杆、接闪带(网、线)、杆塔和明敷引下线的腐蚀情况及机械损伤,包括由雷击放电所造成的损伤情况。若有损伤,应及时修复;当锈蚀部位超过截面三分之一时,应更换。

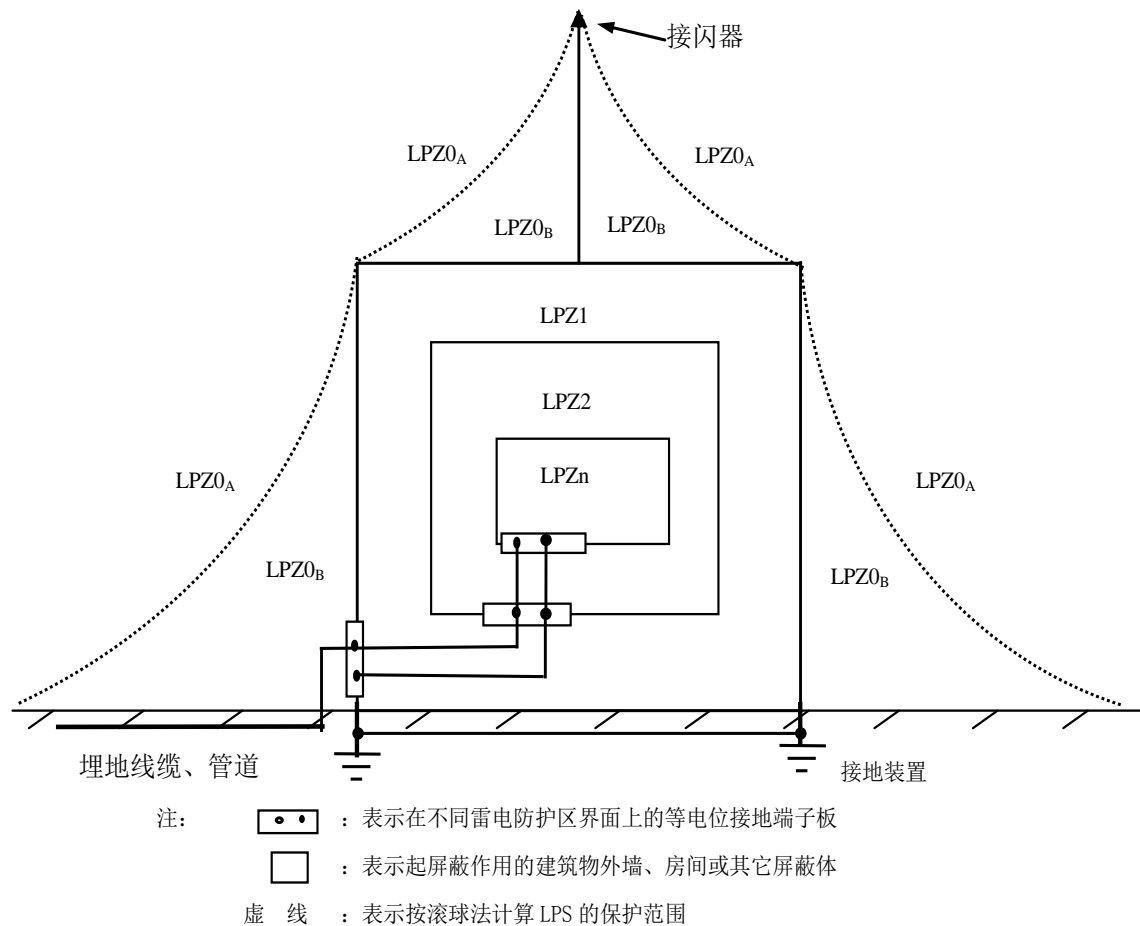
10.4 防雷装置的管理应符合下列要求:

- c) 防雷装置应由专职或兼职人员负责管理;
- d) 防雷装置投入使用后,应建立档案管理制度。防雷装置的设计、安装、隐蔽工程图纸资料、年检记录等,均应及时归档,妥善保管。

附 录 A
(规范性附录)
防雷区的划分

表A.1 防雷区的划分

防雷区	定义
LPZ _{0A}	本区内的各物体都可能遭到直接雷击并导走全部雷电流；本区内的雷击电磁场强度没有衰减
LPZ _{0B}	本区内的各物体不可能遭到大于所选滚球半径对应的雷电流直接雷击，但本区内的电磁场强度没有衰减
LPZ1	本区内的各物体不可能遭到直接雷击，由于在界面处的分流，流经各导体的雷电流比 LPZ _{0B} 更小；本区内的电磁场强度可能衰减，衰减程度取决于屏蔽措施
LPZ _{n+1}	当需要进一步减小流入的雷电流和电磁场强度时，应增设后续防雷区，并根据保护对象的环境要求选择后续防雷区



图A.1 防雷分区示意图

附录 B

(规范性附录)

接地装置冲击接地电阻与工频接地电阻的换算

B.1 接地装置冲击接地电阻与工频接地电阻的换算应按下式确定：

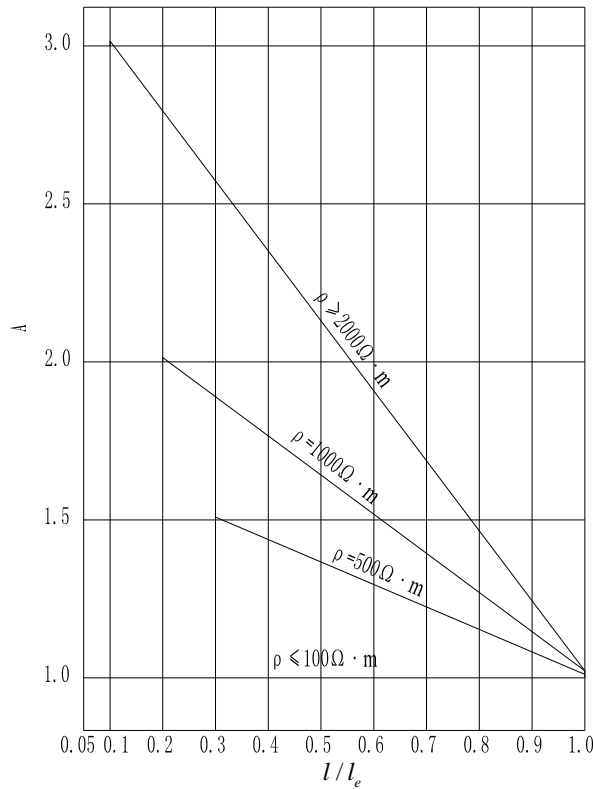
$$R_{\sim} = AR_i \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

R_{\sim} ——接地装置各支线的长度取值小于或等于接地体的有效长度 l_e ，或者有支线大于 l_e 而取其等于 l_e 时的工频接地电阻 (Ω)；

A ——换算系数，其数值按图 B.1 确定；

R_i ——所需求的接地装置冲击接地电阻 (Ω)。



图B.1 换算系数 A

注： l 为接地体最长支线的实际长度，其计量与 l_e 类同。当 l 大于 l_e 时，取其等于 l_e 。

B.2 接地体的有效长度应按下式确定：

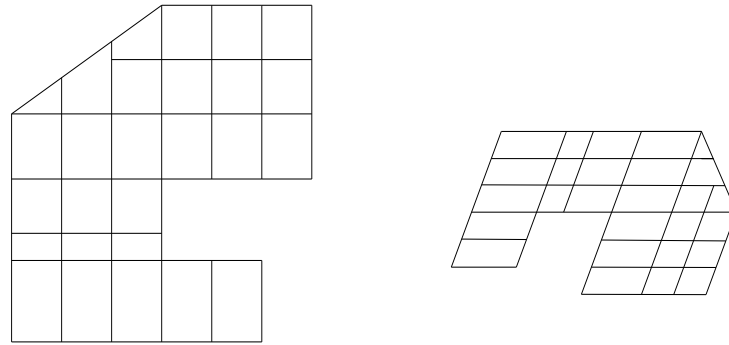
$$l_e = 2\sqrt{\rho} \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

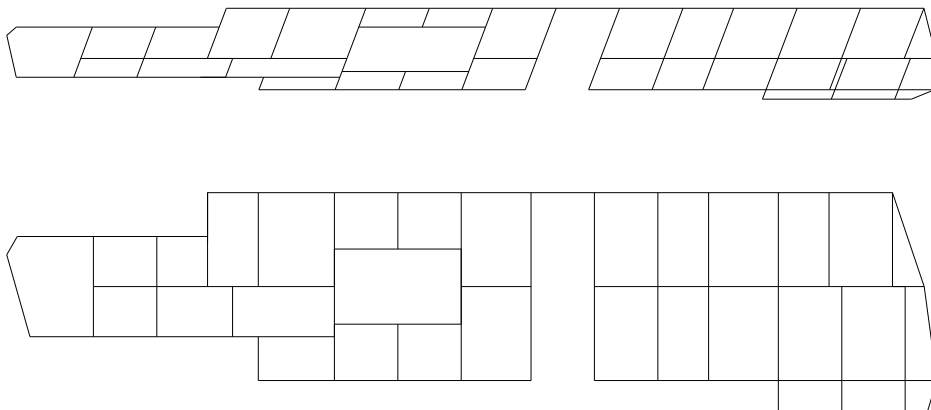
l_e ——接地体的有效长度 (m)；

ρ ——敷设接地体处的土壤电阻率 ($\Omega \cdot m$)。

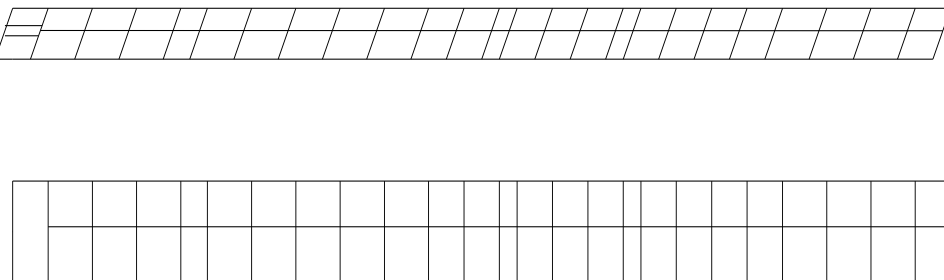
附录 C
(资料性附录)
多层接地网模型



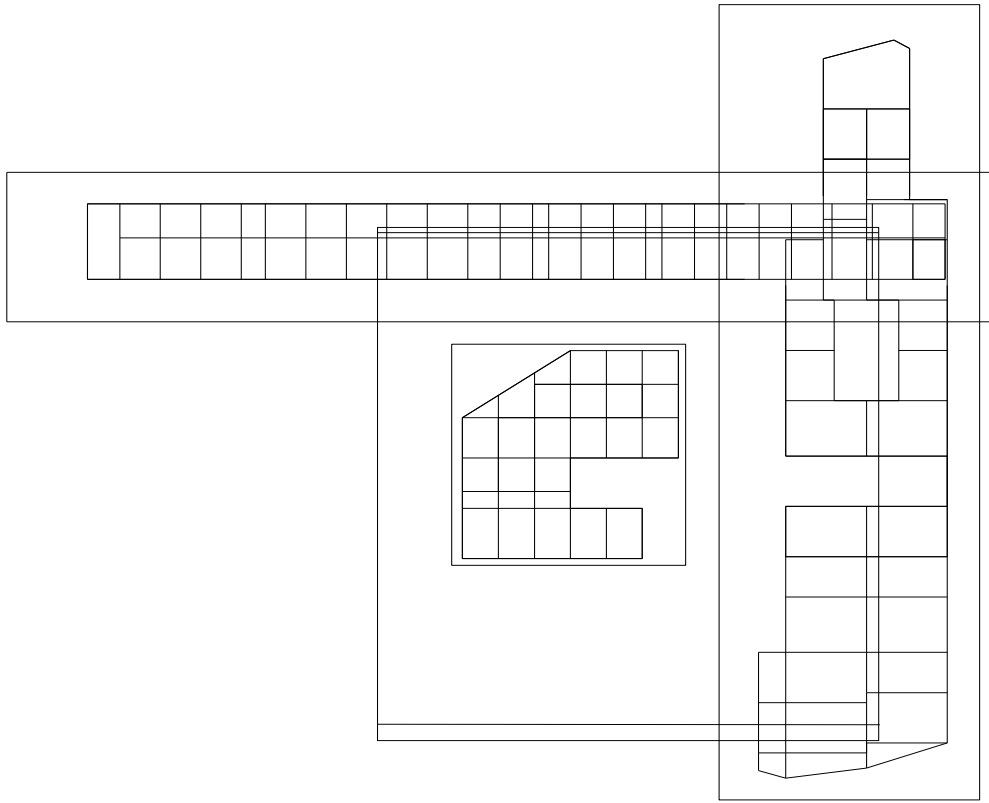
图C.1 车站地下二层接地网示意图



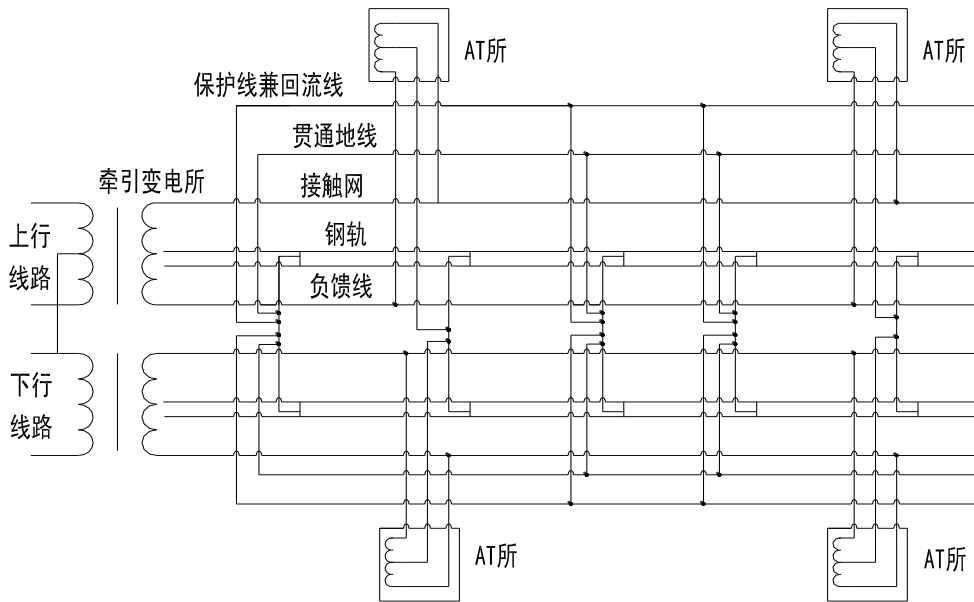
图C.2 车站地下三层接地网示意图



图C.3 车站地下四层接地网示意图



图C.4 车站多层接地网组合示意图



图C.5 区间接地网示意图