

深圳市工程建设地方标准

SJG

SJG 154 – 2023

城市轨道交通工程综合接地技术规程

Standard for Technical specification of integrated earthing
in urban rail transit engineering

2023-12-25 发布

2024-05-01 实施

深圳市住房和城乡建设局 发布

深圳市工程建设地方标准

城市轨道交通工程综合接地技术规程

Standard for Technical specification of integrated earthing in urban
rail transit engineering

SJG 154 – 2023

2023 深 圳

前 言

根据《深圳市住房和建设局关于发布 2020 年深圳市工程建设标准制订修订计划项目的通知》（深建标〔2020〕2 号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外先进标准，结合深圳市的实际，并在广泛征求意见的基础上，编制了本标准。

本标准主要技术内容是：1.总则；2.术语；3.工程设计；4.工程施工；5.质量验收；6.维护。

本标准由深圳市住房和建设局批准发布，由深圳市住房和建设局业务归口并组织深圳科安达电子科技股份有限公司等编制单位负责技术内容的解释。本标准实施过程中如有意见或建议，请寄送深圳科安达电子科技股份有限公司（地址：深圳市福田区深南大道 1006 号国际创新中心 C 座 14 层，邮政编码：518055），以供今后修订时参考。

本标准主编单位：深圳科安达电子科技股份有限公司

本标准参编单位：深圳地铁建设集团有限公司

深圳市科安达检测技术有限公司

深圳地铁运营集团有限公司

深圳地铁工程咨询有限公司

深圳市市政设计研究院有限公司

中铁二院工程集团有限责任公司

北京城建设计发展集团股份有限公司

中国铁路设计集团有限公司

中铁第四勘察设计院集团有限公司

中铁四局集团电气化工程有限公司

中国建设基础设施有限公司

深圳市金鼎安全技术有限公司

本标准主要起草人员：郭丰明 张帆 谢伟 周小淦 杨丁明

李伟全 葛洲 吴海峰 郑捷曾 唐斌

陈柯 张建国 张海轩 吴金泉 周超

郑安垚 马敏瑞 郭浩 邓小训 谢宗桀

陈奕传 周晶 张蓓 杨国新 谢昌富

黄雪峰 邵志艳 唐文华 刘志军 廖远辉

柳春江 马金雨 刘靖华 徐轶昀 张亮亮

郭殷壮 张维鹏 刘倩倩

本标准主要审查人员：李良胜 戴文涛 梁瑾 李鲲鹏 陈玉华

林雨人 李张群

本标准主要指导人员：宋延 李伟雄

目 次

| | | |
|-----|--------------------------|----|
| 1 | 总则 | 1 |
| 2 | 术语 | 2 |
| 3 | 工程设计 | 3 |
| 3.1 | 一般规定 | 3 |
| 3.2 | 车站接地系统 | 3 |
| 3.3 | 区间接地系统 | 4 |
| 3.4 | 车辆基地接地系统 | 5 |
| 3.5 | 接地自动监测系统 | 5 |
| 3.6 | 材料设备选型 | 6 |
| 4 | 工程施工 | 8 |
| 4.1 | 一般规定 | 8 |
| 4.2 | 人工接地网敷设 | 8 |
| 4.3 | 接地引出装置安装 | 8 |
| 4.4 | 接地线敷设 | 9 |
| 4.5 | 接地箱（排）安装 | 9 |
| 4.6 | 其它接地端子敷设 | 9 |
| 4.7 | 贯通地线敷设 | 9 |
| 4.8 | 其它接地装置的敷设 | 10 |
| 5 | 质量验收 | 11 |
| 6 | 维护 | 13 |
| | 附录 A 城市轨道交通工程综合接地系统检测记录表 | 14 |
| | 本标准用词说明 | 15 |
| | 引用标准名录 | 16 |
| | 附：条文说明 | 17 |

Contents

| | | |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | General Provisions | 1 |
| 2 | Terms | 2 |
| 3 | Engineering Design | 3 |
| 3.1 | General Requirements | 3 |
| 3.2 | Station Earthing System | 3 |
| 3.3 | Intersection Earthing System | 4 |
| 3.4 | Earthing System of Vehicle Base | 5 |
| 3.5 | Earthing Monitoring System | 5 |
| 3.6 | Material and Equipment Selection | 6 |
| 4 | Earthing Construction | 8 |
| 4.1 | General Requirements | 8 |
| 4.2 | Laying of Artificial Earthing Grid | 8 |
| 4.3 | Installation of Extractor of Earth Grid | 8 |
| 4.4 | Laying of Earthing Wire | 9 |
| 4.5 | Installation of Earthing Terminal Box | 9 |
| 4.6 | Laying of Other Earthing Terminal | 9 |
| 4.7 | Laying of Intersection Through Earthing Cable | 9 |
| 4.8 | Laying of other Earthing Devices | 10 |
| 5 | Acceptance | 11 |
| 6 | Maintenance | 13 |
| Appendix A | Inspection Record Form for the Integrated Earthing System of Urban Rail Transit Engineering | 14 |
| | Explanation of Wording in This Standard | 15 |
| | List of Quoted Standards | 16 |
| | Addition: Explanation of Provisions | 17 |

1 总 则

1.0.1 为统一城市轨道交通工程综合接地的设计、施工、质量验收和维护技术标准，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于深圳市新建城市轨道交通工程的综合接地的设计、施工、质量验收和维护，不包含各专业接地特定要求。本标准不适用于有轨电车、空中轨道列车接地工程。

1.0.3 城市轨道交通工程综合接地的建设应遵循统筹规划、综合防护、安全可靠、先进成熟、经济合理的原则。

1.0.4 城市轨道交通工程综合接地应与主体工程同步设计、施工、验收。

1.0.5 城市轨道交通工程综合接地设计、施工、质量验收、维护除应符合本标准外，尚应符合国家、行业和本省市现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 城市轨道交通工程 urban rail transit engineering

在不同型式固定轨道上运行的城市公共客运系统工程的统称，包括地铁系统、轻轨系统、市域快速轨道系统的车站、区间、车辆基地及附属建筑。

2.0.2 综合接地系统 integrated earthing system

由城市轨道交通工程沿线接地装置通过贯通地线实现等电位联结的接地系统，可简称综合接地。

2.0.3 接地装置 earthing device

接地线、接地端子和接地体的总合。

2.0.4 贯通地线 run-through earthing cable

沿城市轨道交通工程沿线区间贯穿设置的共用接地线。包括强电贯通地线和弱电贯通地线。

2.0.5 接地体 earth electrode

埋入土壤或混凝土基础中作电流散流用的导体。也称接地极。

2.0.6 自然接地体 natural earthing electrode

埋入混凝土基础中的接地体。通常是指与大地有良好接触的混凝土中非预应力的结构钢筋。

2.0.7 人工接地体 artificial earth electrode

埋入土壤中的接地体。当成网状布置时，可称为人工接地网。

2.0.8 接地端子 earthing terminal

作为电气装置接地配置的一部分，用于与接地线实现电气连接的端子。可包括接地引出装置、接地母排和接地箱。

2.0.9 接地引出装置 extractor of earth grid

由人工接地网引出并穿越工程本体建筑结构底板的一种专用接地端子。

2.0.10 接地母排 main earthing terminal

未设于箱体内，且母排具有一定长度的接地端子。包括强电接地母排、弱电接地母排。当设置接地端子数量较少或规格较小时，可称为接地排。

2.0.11 接地箱 earthing terminal box

设置为箱体形式的接地端子。包括强电接地箱和弱电接地箱。

2.0.12 接地干线 earthing busbar

直接连接总接地母排（箱）与接地体的接地线。包括强电接地干线、弱电接地干线。

2.0.13 自然接地端子 natural earthing terminal

从自然接地体上引出的接地端子。

2.0.14 外露可导电部分 exposed conductive part

设备上能触及到的可导电部分。它在正常情况下不带电，但在基本绝缘损坏时会带电。

2.0.15 外界可导电部分 extraneous conductive part

非电气装置的，且易于引入电位的可导电部分。该电位通常为局部电位。

2.0.16 等电位联结 equipotential bonding

将分开的导电装置或物体连接起来使之处于基本相同的电位，也称为等电位连接。

3 工程设计

3.1 一般规定

- 3.1.1** 城市轨道交通工程综合接地系统设计应考虑下列因素：
- 1 城市轨道交通工程沿线地质条件、土壤电阻率及相关的影响因素；
 - 2 通信、信号、供电、消防、通风、监测等轨旁设备的分布；
 - 3 牵引网最大短路电流；
 - 4 城市轨道交通工程相关的防雷设计要求。
- 3.1.2** 城市轨道交通工程综合接地系统应为各专业提供安全、可靠、性能稳定的接地条件。
- 3.1.3** 需与综合接地系统进行等电位联结的轨道交通工程沿线建筑物、构筑物或设施的接地装置，其接地电阻值应能够独立测量。
- 3.1.4** 城市轨道交通综合接地系统设备应满足城市轨道交通工程设备限界要求。
- 3.1.5** 明敷的接地装置应防止机械损伤和便于检查检修，敷设位置不应妨碍其它设备的正常维护。
- 3.1.6** 设于城市轨道交通工程主体结构正下方的人工接地体设计使用年限，应与工程主体结构设计使用寿命一致。
- 3.1.7** 直流牵引供电系统的电气安全、接地安全和杂散电流防护安全应综合设计，当三者之间有矛盾时应满足电气安全和接地安全。
- 3.1.8** 地下车站人工接地网与结构底板及建筑物内钢筋应在接地引出装置引出后进行连接，其它部位不应直接连接。
- 3.1.9** 当土壤电阻率较高时，可采用降阻剂或换土等措施降低人工接地电阻。设计单位应根据施工过程中反馈的建筑结构分段施工实时测量接地电阻，及时修正人工接地网方案。

3.2 车站接地系统

- 3.2.1** 车站接地系统应与贯通地线连通。
- 3.2.2** 车站变电所宜设人工接地网，并宜设于车站结构底板下的土壤中。
- 3.2.3** 车站人工接地网的水平接地体宜敷设成周围闭环的网格，网格外围的四角宜设置成圆弧形，水平接地体间距不宜小于 5m；车站水平接地体在土壤中埋设的深度不宜小于 0.8m。
- 3.2.4** 车站人工接地网的垂直接地体宜设置于人工接地网四周的水平接地体下方，垂直接地体间的间距不宜小于 5m，垂直接地体长度不宜大于其间距的 1/2，且不宜小于 2.5m。
- 3.2.5** 人工接地网的工频接地电阻应能单独测量，且不应大于 1Ω。
- 3.2.6** 接地引出装置的设置应满足以下要求：
- 1 人工接地网应至少设置两处接地引出装置，分别接至强电接地母排、弱电接地母排，每处应由三套接地引出装置构成；
 - 2 强电接地引出装置、弱电接地引出装置与人工接地网连接的两点之间距离不宜小于 20m。
- 3.2.7** 车站接地系统应分别设置强电接地母排、弱电接地母排，并分别通过接地干线连接至对应的接地引出装置。
- 3.2.8** 地下车站接地母排宜设置在车站站台电缆夹层内。高架车站接地母排宜设置在配电房底

部电缆夹层内。强电接地母排宜靠近变电所设置，弱电接地母排宜靠近弱电井设置。

3.2.9 接地母排与接地箱（排）之间的接地线宜沿最短路径敷设。

3.2.10 在各专业设备室内应设置接地箱（排）。接地箱（排）宜在侧墙明装，底边距地面高度宜为 300mm~500mm。

3.2.11 接地箱（排）设置应满足下列要求：

1 弱电接地箱（排）应通过接地线分别连接至弱电接地母排和弱电设备外露可导电部分；

2 车站变电所强电接地箱（排）应通过接地线分别连接至强电接地母排和强电设备外露可导电部分；

3 其它场所专业设备的强电接地箱（排），应通过接地线分别连接至强电接地母排和强电设备外露可导电部分；

4 外界可导电部分应就近与自然接地端子连接，或接入邻近的强电接地箱（排）；

5 信号设备室内外宜按信号设备接地和电缆屏蔽层接地要求，分别设置弱电接地箱。

3.2.12 车站建筑物应充分利用自然接地体接地，并应满足下列要求：

1 车站自然接地体应引出接地端子并与车站人工接地网进行电气连接，且连接点不应少于 2 处；

2 自然接地体的接地电阻应能单独测量。

3.2.13 用于直击雷接闪和引下线的结构钢筋不应与弱电接地装置有直接的电气连接。

3.3 区间接地系统

3.3.1 区间接地系统中，外界可导电部分和强电外露可导电部分应与强电接地端子连接，弱电外露可导电部分应与弱电接地端子连接。

3.3.2 区间应设置强电贯通地线和弱电贯通地线，并应分置于轨道两侧。

3.3.3 贯通地线宜敷设在沿线设置的电缆支架上或电缆槽内，并满足下列要求：

1 宜将上下行的强电贯通地线、弱电贯通地线分别做横向连接。当贯通地线从轨道结构下方穿越时，应采取绝缘措施并穿管进行防护；

2 当供电制式采用直流牵引系统时，贯通地线的设置应符合杂散电流防护相关标准的要求；

3 当供电制式采用交流牵引系统时，贯通地线应与沿线建筑结构钢筋电气连接。

3.3.4 贯通地线的连接应符合以下要求：

1 强电贯通地线应与区间变电所对应的强电接地母排连接；

2 弱电贯通地线应与区间弱电接地母排连接；

3 当供电制式采用交流牵引系统时，贯通地线应与设置在高架桥面护板上的桥面接地端子连接，连接的间隔不宜大于 200m；

4 贯通地线应与设置在联络通道处的接地母排连接。

3.3.5 高架区间应充分利用自然接地体接地。自然接地体应符合现行行业标准《铁路防雷及接地工程技术规范》TB/T 10180 的有关规定。

3.3.6 高架区间接地系统应符合以下要求：

1 在高架区间的桥面护板上应设置桥面接地端子。桥面接地端子宜包括强电接地端子、弱电接地端子和防雷接地端子，且宜分别连接至强电贯通地线、弱电贯通地线和防雷接地系统；

2 当供电制式采用交流牵引系统时，桥面接地端子应通过桥梁体、桥墩、承台、桩基结构钢筋接地；

3 当供电制式采用直流牵引系统时，桥面接地端子应采用接地线连接至桥墩帽处，并通过桥墩、承台、桩基结构钢筋接地。接地线应与桥梁及设施的金属部件绝缘；

4 宜在桥墩距地面高度 300mm~500mm 处，设置用于接地电阻测量的端子。

3.3.7 地面区间宜利用接触网支柱基础自然接地体作为防雷接地。

3.3.8 当隧道区间设变电所时，宜在变电所底板下设人工接地网。人工接地网宜参照本标准第 3.2 节规定设置。

3.3.9 当供电制式采用交流牵引系统时，在隧道区间联络通道内宜分别设置强电接地母排、弱电接地母排，且宜与联络通道的结构钢筋网引出端子冗余连接。

3.4 车辆基地接地系统

3.4.1 车辆基地接地系统应与贯通地线连通。

3.4.2 车辆基地接地系统宜优先利用自然接地体接地，并满足以下要求：

1 应分别从自然接地体上引出强电接地端子和弱电接地端子，且此两处连接点间距不宜小于 20m；

2 在无自然接地体可用区域，应敷设人工接地体与附近自然接地体连接，并应从人工接地体上引出接地端子；

3 宜沿强电、弱电电缆桥架分别敷设接地线，接地线应采用多点接地；

4 当车辆基地变电所设置有人工接地网时，应与车辆基地自然接地体相互连接，且连接不应少于两处。

3.4.3 当供电制式采用直流牵引系统时，敷设的人工接地体在穿越轨道结构下方时不应与道床结构钢筋有直接连接。

3.4.4 各专业设备可根据需求设置接地箱（排），并应满足下列要求：

1 弱电接地箱（排）应通过接地线分别连接接地体和弱电设备外露可导电部分；

2 强电接地箱（排）的设置应符合本标准第 3.2 节的要求；

3 用于防雷装置接地的接地箱（排），应与单独的自然接地端子连接，并与其它自然接地端子的间距宜大于 5m；

4 在车辆基地露天区域或沿车辆基地边界围墙处机电设备的外露可导电部分宜就近与自然接地端子或强电接地端子连接。

3.5 接地自动监测系统

3.5.1 城市轨道交通工程综合接地系统可设置实时接地自动监测系统。

3.5.2 当设置接地自动监测系统时，应满足以下要求：

1 应监测接地电阻及接地装置的连接状态；

2 应实时监测接地干线、贯通地线是否有雷击电流、异常工频电流流经；

3 应具备实现图形化的实时与历史信息显示、信息处理、报警与预警、统计与分析、存储、报表与打印等功能；宜预留与其他设备交互信息的通信接口；

4 应具备与城市轨道交通工程车站时钟系统同步的时钟校核功能；

5 不应影响接地系统及相关设备的正常工作。

3.6 材料设备选型

3.6.1 人工接地体选型宜按表 3.6.1 的规定确定。

表 3.6.1 人工接地体选型

| 材料类型 | 规格 | 技术要求 | 备注 |
|------|------------------|-------------------------------|------------|
| 铜排 | 50mm×5mm (宽度×厚度) | T2 铜, 《铜及铜合金板材》GB/T 2040-2017 | 适用水平接地体 |
| 铜管 | 外径 50mm, 壁厚 4mm | T2 铜, 《铜及铜合金板材》GB/T 2040-2017 | 适用垂直接地体 |
| 铜棒 | 直径 18mm | T2 铜, 《铜及铜合金板材》GB/T 2040-2017 | 适用水平和垂直接地体 |

3.6.2 贯通地线选型宜按表 3.6.2 的规定确定。

表 3.6.2 贯通地线选型

| 材料类型 | 规格 | 技术要求 |
|--------|-----------------------|---------------------------------------------|
| 热浸镀锌扁钢 | 50mm×5mm (宽度×厚度) | 符合《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 13912-2020 |
| 铜覆扁钢 | 50mm×5mm (宽度×厚度) | 《电力工程接地用铜覆钢技术条件》DL/T 1312-2013 |
| 铜覆圆钢 | 直径 18mm | 《电力工程接地用铜覆钢技术条件》DL/T 1312-2013 |
| 铁路贯通地线 | 截面积 60mm ² | 《铁路贯通地线》TB/T 3479-2017 |

3.6.3 接地干线选型宜按表 3.6.3 的规定确定。

表 3.6.3 接地干线选型

| 材料类型 | 规格 | 技术要求 |
|------|------------------------|-------------------------------|
| 单芯电缆 | 截面积 240mm ² | 低烟无卤阻燃铜芯电缆 |
| 铜排 | 50mm×5mm | T2 铜, 《铜及铜合金板材》GB/T 2040-2017 |

3.6.4 接地线选型应符合国家现行有关标准的规定, 尚应满足以下要求:

- 1 当采用电缆时, 应为低烟无卤阻燃型铜芯电缆; 若为单芯电缆, 尚应套设非磁性套管;
- 2 接地箱至接地母排的接地线选型宜按表 3.6.4 的规定确定;
- 3 车站自然接地体与人工接地网之间接地线宜采用单芯铜缆, 铜缆规格应不小于

240mm²。

表 3.6.4 接地箱至接地母排的接地线选型

| 材料类型 | 规格 | 技术要求 |
|--------|-----------------------|---------------------------------------------|
| 热浸镀锌扁钢 | 40mm×4mm (宽度×厚度) | 符合《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 13912-2020 |
| 铜覆扁钢 | 40mm×4mm (宽度×厚度) | 《电力工程接地用铜覆钢技术条件》DL/T 1312-2013 |
| 铜覆圆钢 | 直径 16mm | 《电力工程接地用铜覆钢技术条件》DL/T 1312-2013 |
| 单芯电缆 | 截面积 95mm ² | 低烟无卤阻燃铜芯电缆 |

3.6.5 接地母排应采用铜排, 其截面积规格应不小于为 100mm×10mm; 应预留有不小于 M12 的接地螺栓端子, 数量应不少于 8 个; 端子上应配置防松组件。

3.6.6 接地箱外表应采取防腐措施, 箱内应采用铜排, 铜排截面不宜小于 50mm×5mm, 铜排上宜配置不小于 M8 接地螺栓, 螺栓上应配置防松组件。

3.6.7 接地引出装置应具有电气绝缘和防渗漏水功能, 装置导体截面宜采用 50mm×5mm 紫铜

排。

3.6.8 降阻剂应满足以下要求：

1 降阻剂应能在-15℃~40℃的环境温度下正常使用。在室温（20±5）℃时，降阻剂材料的电阻率宜小于 50Ω·m；

2 降阻剂对接地体具有物理和化学惰性，以避免加剧对接地体的腐蚀。降阻剂对钢接地体的表面年均腐蚀率不应大于 0.03mm，对铜接地体的年均腐蚀率应小于 0.0025mm；

3 应满足国家现行有关标准对环境保护的要求。

4 工程施工

4.1 一般规定

- 4.1.1 工程施工应执行现行国家和行业相关技术标准，应按照本标准的规定和批准的设计文件施工。
- 4.1.2 应建立健全质量、安全生产管理体系，应对工程施工质量进行控制，应规范现场管理和文明施工。
- 4.1.3 综合接地系统专项施工方案应纳入相应主体工程施工组织设计。
- 4.1.4 专项施工方案中应合理安排设备、材料到场计划；应规范施工工艺；应明确质量验收标准；工装器具应满足施工需要；测量仪器仪表应检定合格且处于有效期内。
- 4.1.5 施工单位应根据施工文件核对接地箱（排）、接地干线、接地母排、接地引出装置和贯通地线等接地装置的情况，并应与设计和建设单位做好图纸会审和技术交底工作，应调查主体工程施工计划，及时组织实施接地系统工程。
- 4.1.6 涉及既有运营线施工时，应执行既有运营线施工管理相关规定。
- 4.1.7 隐蔽工程中的铜导体应采用放热焊接连接。采用焊接方式时应做防腐处理；采用螺栓连接时，应具有防松脱措施，铜与铁之间的连接应采用铜铁过渡器。
- 4.1.8 各类型接地线的弯角应大于 90 度。
- 4.1.9 城市轨道交通工程综合接地系统中各部件的连接应保证接触良好，所用连接件的载流能力不应小于被连接导体。
- 4.1.10 设备房内明敷接地线应采用黄绿双色线或表面涂覆黄绿相间的条纹标识。

4.2 人工接地网敷设

- 4.2.1 人工接地网敷设可根据现场条件分段施工，前道工序施工完成后，应组织工序交接验收，应对已完工部分进行接地电阻测量，并以此测算整个人工接地网的接地电阻，如果测算结果不能满足设计要求，则应在剩余部分人工接地网敷设中采取相应的补救措施。
- 4.2.2 水平接地体应挖沟埋设，应用低电阻率的土壤或降阻剂包覆、回填并分层夯实。
- 4.2.3 垂直接地体应在水平接地体敷设沟槽底部用钻孔机钻出洞孔，应将孔洞内的积水排干，再放入垂直接地体并与水平接地体焊接。应采用低电阻率的土壤回填或采用降阻剂填充，回填应确保垂直接地体位于孔中心部位并夯实。
- 4.2.4 水平接地体之间或水平接地体与垂直接地体之间应采用放热焊接连接。
- 4.2.5 当人工接地网施工采用降阻剂作为降阻措施时，应采用长效物理降阻剂，严禁使用化学降阻剂。

4.3 接地引出装置安装

- 4.3.1 接地引出装置应在设计规定的位置、并应垂直于水平接地体安装，应固定牢靠；接地引出装置的安装应防止底板结构渗漏水，并不应与建筑结构底板结构钢筋有直接电气连接。
- 4.3.2 接地引出装置底部的引出线铜排与水平接地体应采用放热焊接连接。
- 4.3.3 接地引出装置施工完成后，应采取防盗、防机械损伤的措施。

4.4 接地线敷设

4.4.1 接地母排引出至接地箱（排）的接地线应与建筑物结构钢筋绝缘安装，应每间隔 1m 固定一次，可采用绝缘支撑柱固定安装在侧墙或楼板上，与侧墙或楼板间距应为 20mm~25 mm，距离地面高度应为 300mm~500mm。接地线的敷设位置不应妨碍其它设备的正常使用或维护。

4.4.2 接地母排引出至接地箱（排）的接地线穿越侧墙或楼板时，应套设绝缘护套或在穿越孔中设置绝缘管进行绝缘防护，穿越孔的间隙应做封堵。

4.4.3 接地干线应与接地母排栓接，应与接地引出装置热熔焊接。

4.5 接地箱（排）安装

4.5.1 接地箱（排）安装在公共区及设备区走廊时，应高于装修面。有架空地板的房间应采用接地排，应安装于架空地板下。

4.5.2 接地箱的箱体及底座应可靠接地，安装完毕后接地箱处应设置接地标识。

4.5.3 接地箱（排）至自然接地端子或接地母排之间的接地线应符合本标准第 3.6.4 条的要求，并连接牢靠。

4.6 其它接地端子敷设

4.6.1 桥面接地端子应预设螺纹孔，在使用前应用螺纹孔塞防护。

4.6.2 当供电制式采用交流牵引系统时，桥面接地端子应与结构钢筋焊接，应直接灌注在混凝土制品中，拆模后的接地端子螺孔端面不应低于混凝土表面且不应高出 5mm。

4.6.3 当供电制式采用直流牵引系统时，桥面接地端子与桥墩自然接地体间的接地线应采用不锈钢材质。

4.6.4 高架区间用于防雷接地的桥面接地端子，应采用不锈钢材质接地线连接到桥墩帽处预留的接地端子上。

4.6.5 自然接地端子应采用预设螺纹孔的钢板，在使用前应用螺纹孔塞防护。

4.6.6 自然接地端子安装时，应先采用两根直径不小于 10mm 的钢筋与钢板背面焊接，再与两根用于接地的结构钢筋双面焊接，搭接长度应不小于 120mm，焊缝高度应不小于 4mm。

4.6.7 自然接地端子钢板应直接灌注在混凝土制品中，拆模后的钢板面不应低于混凝土表面且不应高出 5mm。

4.6.8 接地端子应做好防腐处理，并应在附近砼墙上做接地标识。

4.7 贯通地线敷设

4.7.1 贯通地线敷设在金属支架上时应采用螺栓栓接，敷设在电缆槽时应采用细沙覆盖。

4.7.2 贯通地线的接续应符合以下要求：

1 当热浸镀锌扁钢采用焊接方式接续时，焊接搭接的长度应为扁钢宽度的 2 倍，不应少于三面焊接，焊接完成后应做防锈处理；

2 当铜覆扁钢或铜覆圆钢采用放热焊接方式接续时，焊接前应消除模具内的湿气和残渣，连接处不得变形、表面应平滑；焊接完成后焊点表面应饱满明亮、无气孔和夹渣；除渣后的连接冒口不应小于焊剂凝固的外径尺寸，焊接完成后应做防锈处理；

3 当铜覆圆钢或铁路贯通地线采用压接方式续接时，应采用两个 C 型连接件，且两个 C 型开口方向应相反安装，压接应牢固不松动；

4 当热浸锌扁钢、铜覆扁钢采用明敷方式时，可栓接连接；搭接长度应不小于扁钢宽度的2倍，搭接面不应变形，应平整且除锈；搭接应用两根螺栓紧固，且应满足力矩要求；用于紧固的螺栓应不小于 M10，螺栓、螺母、垫片和防松弹垫材质应采用 304 不锈钢。

4.7.3 隧道贯通地线与区间变电所接地母排的接地线的敷设应符合杂散电流防护标准要求，穿越轨道结构下方时应采取绝缘措施并穿管防护。

4.7.4 当贯通地线材质为热浸锌扁钢时，应采用铜铁过渡器与接地母排连接；铜铁过渡器与贯通地线应采用焊接连接，与接地母排应采用螺栓连接。

4.7.5 高架贯通地线与桥面接地端子间的接地线的敷设应符合杂散电流防护标准要求。

4.7.6 当供电制式采用直流牵引系统时，贯通地线穿越建筑结构或轨道结构下方孔隙时，穿越部位应采取绝缘措施并穿管防护，预留孔隙应做封堵处理。

4.8 其它接地装置的敷设

4.8.1 接地母排应敷设在车站站台电缆夹层或在配电房底部电缆夹层的侧墙上，并与侧墙绝缘，底边距离地面高度应为 300mm~500mm。

4.8.2 人工接地网与自然接地体的接地线，与接地引出装置连接端应采用放热焊接连接，与自然接地体端应采用栓接，并应采取螺栓防松措施。

4.8.3 接地线、贯通地线等导体跨越结构缝时，应采用以下方法之一处理：

1 在结构缝处做预留弯，预留弯的弯曲半径应能满足结构缝最大伸缩间距的需求。结构缝两侧的弯曲起始处应固定牢靠；

2 在结构缝处截断接地线或贯通地线，用软接地线连接。软接地线余量应能满足结构缝最大伸缩间距的需求。软接地线的载流能力应不小于原接地线或贯通地线，软接地线与接地线或贯通地线间应采用放热焊接连接。

5 质量验收

5.0.1 综合接地系统验收应按施工工序划分为材料及设备进场验收、隐蔽工程验收、工序交接验收、检验批验收和质量控制资料验收。

5.0.2 材料及设备进场验收应符合下列要求：

1 应对综合接地系统材料及设备开展进场验收。进场验收应由监理单位组织，材料及设备供货单位和施工单位人员实施。所有进场材料及设备均应验收合格；

2 可根据以下条款对材料及设备进行验收：

- 1) 检查材料及设备外观，应无裂纹、损伤、缺失、油污等缺陷；
- 2) 检查到货材料及设备规格、型号、数量应与到货清单一致；
- 3) 核验材料及设备合格证、质量检测报告、质保书等质量证明文件，质量证明材料应有效，且应满足合同及设计要求；
- 4) 核验材料及设备的品牌、规格、型号、技术参数、产地、生产许可证编号、强制性产品认证标识，应与合同、设计文件及审批文件相符；
- 5) 核验材料及设备安装、操作、维护及检测说明书等合同要求资料，资料应齐全；按标准或合同要求进行抽样送检，送检材料及设备应合格后才能在工程中使用。

3 应做好进场验收记录及资料归档工作。

5.0.3 隐蔽工程验收应符合下列要求：

1 施工单位在敷设完成综合接地系统后应进行自检，自检合格后应报监理单位验收，监理单位组织验收合格后才能覆盖；

2 隐蔽工程验收应由监理单位组织，应有监理单位专业监理工程师及施工单位专业质量检查员等参加；

3 应对以下内容进行验收：

- 1) 铺设环境应符合设计文件要求；
- 2) 材质、规格、型号应与进场验收资料一致；
- 3) 人工接地网布置、间距、长度、敷设深度应与设计图纸相符；
- 4) 焊接质量应符合设计要求，不应有虚焊、脱焊及漏焊等质量缺陷；
- 5) 检查综合接地系统覆盖、回填材料，材料应符合设计要求。

5.0.4 工序交接验收应符合下列要求：

1 分阶段施工或不同施工单位之间工序交接时应进行工序交接验收，验收应由前道工序监理单位监理工程师组织，应有后道工序监理单位监理工程师及相关施工单位专业质量检查员等参加；

2 应对以下内容进行验收：

- 1) 应依据施工图、接线图等设计文件，审查前道工序施工单位提交的接地装置及其隐蔽部分的安装记录、覆盖材料及厚度测量记录和接地装置的测量记录，各项记录应满足设计文件的要求；
- 2) 现场应检查接接地线、地端子、接地体等接地装置的材质、数量、位置、路径及焊接质量，应符合设计图纸的要求；
- 3) 现场测量的接地电阻值应符合设计文件的要求。

5.0.5 检验批验收应符合下列要求：

1 综合接地系统工程宜纳入车站、区间或其它主体结构工程验收范围。可根据合同标段纳

入不同的单位工程验收。人工接地网可纳入结构工程内验收，自然接地体可纳入建筑工程内验收，接地线、接地端子及等电位联结可纳入装修或设备安装工程内验收；

2 每一合同标段内可根据需要将一个车站或一个区间的综合接地系统设置为一个分项工程，检验批可根据施工段划分，分部及单位工程应依据各合同标段内的工程内容确定；

3 应依据建设单位确定的检验批划分方案验收。验收应由监理单位专业监理工程师组织，应有施工单位专业质量检查员等参加；

4 验收应按相关标准或建设单位预先确定的内容进行，验收内容宜分为主控项目和一般项目。主控项目和一般项目的验收规则应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300-2013 第 5.0.1 条的规定。

5.0.6 应对综合接地系统的如下质量控制资料进行验收：

- 1 工程图纸会审、设计变更、洽商记录；
- 2 材料、构配件、设备出厂合格证、进场检（试）验报告；
- 3 电气设备调试记录；接地、绝缘电阻测试记录；隐蔽工程验收记录；
- 4 施工记录；分部（子分部）工程质量验收记录；
- 5 分部、分项工程、检验批质量验收记录等。

6 维 护

6.0.1 城市轨道交通工程综合接地系统的维护宜分为年检维护和日常维护。

6.0.2 综合接地系统宜在每年雷雨季节来到之前完成年检维护。

6.0.3 日常维护应定期定点开展巡检。当设置有接地自动监测系统时，可结合其实时监控数据及故障情况开展维护。在多雷区，应对高架区间接地系统及其防雷装置增加检查频度。

6.0.4 日常维护应检测明敷接地装置的电气连接性。应检测接地箱、接地线、接地母排和贯通地线等接地装置之间的连接点两端的过渡电阻；应观察接地线锈蚀情况；采用螺栓连接的，应观察检查连接螺栓是否有松动情况等，检查结果宜记录于附录 A《城市轨道交通工程综合接地系统检测记录表》中。

6.0.5 当设置有接地自动监测系统时，宜参考接地自动监测系统监测特性参数，宜设置异常阈值，并依据特性参数告警信息进行维护。

6.0.6 宜配置专职人员负责维护管理。综合接地系统投入使用后，应立即建立管理制度。对综合接地系统设计、安装、隐蔽工程资料、年检测试记录等应及时归档和妥善保管。综合接地系统故障发生后，应及时调查分析原因，并应提出改进措施。

附录 A 城市轨道交通工程综合接地系统检测记录表

表 A 城市轨道交通工程综合接地系统检测记录表

编号：

检测日期： 年 月 日

| 序号 | 接地装置设置位置 | 接地装置检测点 | 过渡电阻值 (Ω) | 连接螺栓情况 | 接地线锈蚀情况 |
|----|----------|---------|-----------------------|-----------|---------|
| 1 | | | | 牢靠、有松动、松脱 | 无、轻度、重度 |
| 2 | | | | 牢靠、有松动、松脱 | 无、轻度、重度 |
| 3 | | | | 牢靠、有松动、松脱 | 无、轻度、重度 |
| 4 | | | | 牢靠、有松动、松脱 | 无、轻度、重度 |
| 5 | | | | 牢靠、有松动、松脱 | 无、轻度、重度 |
| 6 | | | | 牢靠、有松动、松脱 | 无、轻度、重度 |
| 7 | | | | 牢靠、有松动、松脱 | 无、轻度、重度 |
| 8 | | | | 牢靠、有松动、松脱 | 无、轻度、重度 |
| 9 | | | | 牢靠、有松动、松脱 | 无、轻度、重度 |
| 10 | | | | 牢靠、有松动、松脱 | 无、轻度、重度 |

检测员：

审核：

本标准用词说明

- 1 为了便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
 - 1) 表示很严格，非这样做不可的用词：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
 - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
 - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
 - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关的标准、规范执行的写法为“符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《地铁设计规范》 GB 50157-2013
- 2 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300-2013
- 3 《铜及铜合金板材》 GB/T 2040-2017
- 4 《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 13912-2020
- 5 《交流电气装置的接地设计规范》 GB/T 50065-2011
- 6 《铁路贯通地线》 TB/T 3479-2017
- 7 《铁路防雷及接地工程技术规范》 TB/T 10180-2016
- 8 《电力工程接地用铜覆钢技术条件》 DL/T 1312-2013

深圳市工程建设地方标准

城市轨道交通工程综合接地技术规程

SJG 154 - 2023

条文说明

目 次

| | | |
|------|--------------------------|----|
| 1 | 总则..... | 19 |
| 2 | 术语..... | 20 |
| 3 | 工程设计..... | 21 |
| 3.1 | 一般规定..... | 21 |
| 3.2 | 车站接地系统..... | 21 |
| 3.3 | 区间接地系统..... | 22 |
| 3.4 | 车辆基地接地系统..... | 22 |
| 3.5 | 接地自动监测系统..... | 23 |
| 3.6 | 材料设备选型..... | 23 |
| 4 | 工程施工..... | 25 |
| 4.2 | 人工接地网敷设..... | 25 |
| 4.3 | 接地引出装置安装..... | 25 |
| 4.5 | 接地箱（排）安装..... | 25 |
| 附录 A | 城市轨道交通工程综合接地系统检测记录表..... | 26 |

1 总 则

1.0.1 阐明本标准制定的目的。

1.0.2 本标准仅限于城市轨道交通工程各专业设备公共接地的规范要求。本标准编制借鉴了铁路综合接地技术工程实践，参考了电力、通讯等行业的相关要求。为了解地铁各专业设备对接地的需求，编制组对深圳地铁设计、施工、监理、运营维护单位进行调研，对深圳地铁综合接地设置情况进行了实地考察，并依据地铁各专业设备特点和运营环境以及深圳地铁多年运营经验，对综合接地系统的构建及为各专业系统提供的接地接口进行了规划，对供电系统采用直流牵引系统和交流牵引系统两种制式的综合接地系统及地下、高架、地面车站和区间、车辆段/停车场及其它附属建筑均进行了规定。

本标准没有对各专业范围内的接地要求进行规定，各专业设备因保护接地、功能接地或防雷接地等而设置的接地端子或外露可导电部分，需连接至本综合接地系统的接地端子的规定，由专业参照相应标准实施，如电力 TT、TN、TN-C 或 TN-S 以及牵引系统的接地需求，信号系统的轨道电路设备的接地方式等，按专业设备的有关标准执行。

改扩建城市轨道交通工程，应对既有综合接地系统的现状进行调查，充分利用既有条件，实现新旧系统的有效结合，参考本标准执行。

深圳市新建城市轨道交通工程包含地铁系统、轻轨系统、单轨系统/市域快速轨道系统的车站、区间、车辆基地等工程。

深圳市新建城市轨道交通工程的附属建筑，其环境条件更接近民用建筑，可参照本标准执行。

有轨电车、空中轨道列车其牵引方式和信号控制系统，与地铁系统、轻轨系统、单轨系统/市域快速轨道系统有较大的区别，从运行的安全性、可靠性及经济性，不适合本标准。

2 术 语

- 2.0.1** 参考现行北京地方标准《北京市轨道交通工程设计规范》DB 11/995-2013 第 2.0.1 条修改。
- 2.0.2** 参考现行行业标准《铁路工程基本术语标准》GB/T 50262-2013 第 2.0.62 条，结合城市轨道交通工程运营环境特点编写。综合接地系统为城市轨道交通工程车站、区间和车辆基地的各专业设备工作接地、保护接地、屏蔽体接地、防静电接地或防雷接地等提供公共接地条件。各专业设备的工作接地按其专业的标准和特性连接至本综合接地系统合适位置，各专业设备的外露可导电部分或外界可导电部分等保护接地通过接地线连接本综合接地系统合适位置。
- 2.0.3** 参考现行行业标准《铁路工程基本术语标准》GB/T 50262-2013 第 2.0.66 条修改。
- 2.0.4** 参考现行行业标准《铁路工程基本术语标准》GB/T 50262-2013 第 2.0.65 条修改，主要敷设在轨行区，为沿线的各种电气设备、建筑（构）物金属构件提供等电位联结或接地。
- 2.0.5** 参考《建筑物防雷技术规范》GB 50057-2010 第 2.0.11 条修改。
- 2.0.6** 参考现行行业标准《铁路工程基本术语标准》GB/T 50262-2013 第 2.0.67 条，“具有兼作接地功能的但不是为此目的而专门设置的与大地有良好接触的各种金属构件、金属井管、钢筋混凝土中的非预应力钢筋、埋地金属管道和设施等的统称”进行修改。本标准中仅利用混凝土的结构钢筋作为自然接接地体，其它金属构件、金属井管等，不宜作为自接地体的一部分。
- 2.0.8** 参考现行国家标准《电气工程施工质量验收规范》GB 50303-2015 第 2.1.20 条修改。
- 2.0.9** 在地铁建设过程中使用的一种专有装置，将人工接地网引出与接地母排连接，其内部导体与穿越的结构底板绝缘，并具有防水功能。
- 2.0.10** 通常设置于城市轨道交通工程车站站台板下方的为总接地母排，通过接地引出装置连接与人工接地网连接。
- 2.0.11** 接地箱（排）是城市轨道交通工程各专业设备的接地接口，各专业设备通常有工作、安全、屏蔽或防静电等接地需求，相关专业设备依据其专业接地的需求，选择不同类型的接地箱（排）接地。强电和弱电主要区别是用途的不同，强电一般用作动力能源，弱电一般用于信息传递。
- 2.0.12** 参考现行国家标准《电气工程施工质量验收规范》GB 50303-2015 第 2.1.21 条修改。
- 2.0.14** 引用现行国家标准《交流电气装置接地设计规范》GB 50065-2011 第 2.0.21 条。
- 2.0.15** 引用现行国家标准《交流电气装置接地设计规范》GB 50065-2011 第 2.0.22 条。如城市轨道交通工程中的金属管道、金属门窗、金属护栏等。
- 2.0.16** 引用现行行业标准《铁路防雷及接地工程技术规范》TB/T 10180-2016 第 2.0.7 条，强电或弱电设备外露可导电部分的连接，外界可导电部分如金属水管、金属通风管道、金属结构构件等之间的连接。

3 工程设计

3.1 一般规定

- 3.1.1** 参考现行行业标准《铁路防雷及接地工程技术规范》TB/T 10180-2016 第 4.1.2 的内容，结合城市轨道交通工程运营环境进行修改。
- 3.1.3** 城市轨道交通工程各专业设备对接地要求不相同，综合接地系统应满足各个专业的要求。
- 3.1.7** 引用现行国家标准《城市轨道交通工程项目规范》GB 55033-2022 第 6.1.10。
- 3.1.8** 地下车站人工接地网与结构底板及建筑物内钢筋不应碰触和直接连接，应在通过接地引出装置引出后进行连接，且连接点应方便拆卸进行检修测量。
- 3.1.9** 人工接地网的敷设一般随建筑结构进度分阶段施工，在人工接地网阶段性敷设过程中，每个阶段应及时测量已敷设人工接地网的接地电阻值，从而测算后续敷设是否能够满足最终接地电阻值的需求，如测算不能满足最终接地电阻值的要求时，应由设计单位更改方案，以便后续敷设能够满足要求。

3.2 车站接地系统

- 3.2.1** 车站接地系统包括车站内的自然接地体和人工接体通过等电位联结组成，是综合接地系统的一部分，不包括贯通地线和车站外的接地装置。沿线的地下车站、高架车站、区间风井、车辆基地等接地系统通过贯通地线等电位连接在一起，构成综合接地系统。
- 3.2.3** 土壤中埋设的深度以地坪作为埋设深度起算基准面。
- 3.2.5** 现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157-2013，地铁各专业系统对接地电阻的要求分别有 1Ω 、 4Ω 和 10Ω 。本标准规定接地电阻为 1Ω 以满足所有专业的需求。
- 3.2.6** 接地引出装置用于将人工接地网引出到车站底板结构上面，依据接地设备的安装位置、数量等情况进行敷设。每处不少于三根接地引出装置，其中两根用于与对应的接地母排冗余连接，另一根备用。
- 接地引出装置设置的数量，应依据实际需求确定。通常强电和弱电的接地引出装置分开使用，其它不同类型的接地也宜分别采用不同的接地引出装置，如人工接地网与自然接地体的连接，管线等外界可导电部分接地等，可设置专门的接地引出装置。
- 弱电设备的接地引出装置引出点与强电设备的接地引出装置的引出点应当有一定的距离，防止强电设备通过接地对弱电设备的干扰，当该距离大于 20m 时，引出点间的接地干扰接近零。
- 3.2.11** 各类接地箱（排）与接地干线、接地母排、接地引出装置、人工接地网和自然接地端子以及自然接地体之间，依据条文内容描述，可选择按如下示例方式连接：

强电接地箱（排）-接地线-强电接地母排-强电接地引出装置-人工接地网。

强电接地箱（排）-强电接地母排-强电接地引出装置-人工接地网。

强电接地箱（排）-自然接地端子-自然接地体。

外界可导电部分接地箱（排）-接地线-接地母排-接地引出装置-人工接地网。

外界可导电部分接地箱（排）-自然接地端子-自然接地体。

弱电接地箱（排）-接地线-弱电接地母排-弱电接地引出装置-人工接地网。

信号室内设备弱电接地箱（排）-专设接地线-弱电接地母排-弱电接地引出装置-人工接地网。

信号室外电缆屏蔽层接地箱（排）-专设接地线-弱电接地母排-弱电接地引出装置-人工接地网。

信号室外电缆屏蔽层接地箱（排）用于区间进入的信号电缆屏蔽层等接地，防止室外的干扰或入侵到线缆屏蔽层上的工频高压，通过接地引入室内，影响弱电信号设备的工作。

3.3 区间接地系统

3.3.1 区间接地系统包括人工接地体和自然接地体通过等电位连接构成，为综合接地系统的一部分。

3.3.3 当供电制式采用交流牵引系统时，贯通地线与沿线建筑结构钢筋进行多点电气连接。

3.3.4 贯通地线沿线可采用如下示例方式接地：

强电贯通地线-车站强电接地母排。

强电贯通地线-联络通道强电接地母排（供电制式采用交流牵引系统时）。

强电贯通地线-桥墩帽处强电接地端子（供电制式采用直流牵引系统，需要时连接）。

强电贯通地线-桥梁体上部预留桥面接地端子-桥梁体下部预留接地端子-桥墩帽处强电接地端子（供电制式采用交流牵引系统时）。

弱电贯通地线-车站弱电接地母排。

弱电贯通地线-联络通道弱电区间接地母排（供电制式采用交流牵引系统时）。

弱电贯通地线-桥墩帽处弱电接地端子（供电制式采用直流牵引系统，需要时连接）。

弱电贯通地线-桥梁体上部预留桥面接地端子-桥梁体下部预留接地端子-桥墩帽处弱电接地端子（供电制式采用交流牵引系统时）。

3.3.8 利用隧道区间的变电所底部，设置人工接地网，为贯通地线提供接地条件。

3.3.9 利用隧道区间联络通道的自然接地体，为贯通地线提供接地条件。

3.4 车辆基地接地系统

3.4.1 车辆基地的人工接地体和自然接地体通过等电位连接构成车辆基地接地系统，通过与贯通地线等电位连接成为综合接地系统的一部分。

3.4.2 车辆基地接地系统宜优先利用自然接地体接地：

2 无自然接地体可用区域，通常为车辆基地露天区域或沿车辆基地边界围墙，这些区域通常没有自然接地体供所在区域设备接地，此种场景，可设置人工接地体用于所在区域设备接地，但人工接地体应延伸至附近自然接地体，并与其连接。

3.4.4 车辆基地接地箱（排）依据设计需求可选择按如下示例方式连接：

在设备室内：强电接地箱（排）-自然接地端子-自然接地体；

在设备室内：弱电接地箱（排）-自然接地端子-自然接地体；

在设备室内：防雷接地箱（排）-自然接地端子-自然接地体；

外界可导电部分接地箱（排）-自然接地端子-自然接地体；

外界可导电部分接地箱（排）-接地线-自然接地端子-自然接地体；

在场区：接地箱（排）-接地体引出端子-人工接地体-自然接地体；

在场区：接地箱（排）-自然接地端子-自然接地体；

在边界围墙：接地箱（排）-接地体引出端子-人工接地体-自然接地体；
在边界围墙：接地箱（排）-自然接地端子-自然接地体。

3.5 接地自动监测系统

3.5.1 可采用环路法监测接地电阻及接地状态。环路法是利用环路电阻测试仪，不需将被测接地点与系统断开，即可检测到回路的环路电阻。由于环路电阻测试仪测量时不用断开接地系统，测量的数值接地回路的环路电阻，可检查整个回路的接地情况，如需检测某个接地点的接地电阻，可采用与该接地点相关的多个回路结合运算得出。

当接地系统不能形成环路时，可设置辅助测试线，在测试期间通过辅助测试线构成环路。

可以在如下位置设置自动监测系统的传感器进行检测：

接地干线上；

贯通地线与车站人工接地网之间；

贯通地线与隧道人工接地网之间；

高架区间桥墩接地端子与贯通地线之间；

信号电缆屏蔽层接地处；

人工接地网与自然接地体之间。

3.6 材料设备选型

3.6.1 人工接地体的选型参考现行国家标准《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 16895.3-2017 对接地配置的要求，接地材料的选取应考虑：能将对地故障电流和保护导体电流导入地，且不会由此电流而产生有害的、热的、热—机械的、电动机械的应力以及电击危险，如兼有功能接地，也应适用于对功能要求；能耐受可预见的外界影响，如机械应力和腐蚀等。

水平接地体和垂直接地体通常设置在工程主体结构地板下的土壤中，材料的选取应满足腐蚀性要求。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 16895.3-2017 认为腐蚀率可考虑以下参数：现场土壤 pH 值、土壤电阻率、土壤湿度、杂散和泄漏交流和直流、化学腐蚀和不同材质的相互接近度，其中土壤的耐腐蚀率和杂散电流的腐蚀性为重大影响因素。现行行业标准《电力工程接地用铜覆钢技术条件》DL/T 1312-2013 的附录 B，给出了纯铜在土壤中的腐蚀实验数据，III 极强腐蚀性土壤每年腐蚀率可达到 0.021mm，城市轨道交通工程主体工程寿命 100 年计，III 极强腐蚀性土壤对纯铜的腐蚀可达到 2.1mm；此外，还需考虑杂散电流的腐蚀作用，结合调研当前地铁水平接地体选材的经验，推荐采用表 3.6.1 的规格。

当采用打入土壤方式施工时，由于垂直接地极打入时受到较大的机械应力，并结合调研当前地铁选材的经验，垂直接地体推荐采用表 3.6.1 的规格。

3.6.2 贯通地线敷设在轨行区，附近有牵引接触网，应能将对地故障电流和保护导体电流导入地，且不会由此电流而产生有害的、热的、热—机械的、电动机械的应力以及电击危险。

现行国家标准《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065-2011 附录 E 的规定，接地导体（线）的最小截面按下式计算：

$$S_g \geq \frac{I_g}{c} \sqrt{t_e} \quad (1)$$

式中：

S_g ——接地导体（线）的最小截面（ mm^2 ）；

I_g ——流过接地导体（线）的最大接地故障不对称电流有效值（A），按工程设计水平年系统最大运行方式确定；

t_e ——接地故障的等效持续时间（s）；

C ——接地导体（线）材料的热稳定系数，根据材料的种类、性能及最大允许温度和接地故障前接地导体（线）的初始温度确定。

依据现行行业标准《铁路综合接地系统测量》TB/T 3233-2010，预期故障电流 I_g 取 35kA，依据现行国家标准《轨道交通地面装置 第 1 部分：电气安全和接地相关的安全性措施》GB/T 28026.1 的规定， t_e 取 0.2s，并结合调研当前地铁贯通地线选材的经验，推荐采用表 3.6.2 的规格尺寸。

3.6.3 接地干线的选型参照接地引出装置导体截面积，两者截面积接近或一致。

3.6.4 接地线的选型：接地线因使用环境或连接对象不同，其规格尺寸等技术要求不相同，其选型应满足其使用环境或被连接对象国家现行有关标准的规定。

2 接地箱至接地母排的接地线通常敷设车站或车辆基地建筑物内，沿电缆桥等设备敷设，其选材参照本标准第 3.6.2 条的基础上，适当减小尺寸，结合调研当前接地线选材的经验，推荐采用表 3.6.7 的规格。

3.6.7 降阻剂是辅助降低接地电阻的一种材料，在施工需要降阻措施时使用，主要考虑对水平和垂直接地体的腐蚀作用和环保方面的要求，其要求参考现行国家标准《雷电防护系统部件（LPSC）第 7 部分 接地降阻材料的要求》GB/T 33588.7-2020 的有关规定。

4 工程施工

4.2 人工接地网敷设

4.2.1 在人工接地网敷设前宜先测试土壤电阻率，计算人工接地网的接地电阻值。通过计算确定拟敷设的地网接地电阻值可能达不到设计要求时，应当与设计进行沟通，采取相应的措施。施工过程中，应按阶段检测已敷设的部分测量接地电阻值，测算整个人工接地网的电阻值，对接地电阻可能达不到设计要求时，及时采取补救措施。

4.3 接地引出装置安装

4.3.3 接地引出装置在施工阶段应给予防护，其顶部露出的引出线铜排应采取防盗、防损伤的措施。

4.5 接地箱（排）安装

4.5.1 为方便运营阶段维护，接地箱宜采用明敷方式安装在侧墙上。

附录 A 城市轨道交通工程综合接地系统检测记录表

表 1 城市轨道交通工程综合接地系统检测记录表

编号:

检测日期: 年 月 日

| 序号 | 接地装置设置位置 | 接地装置检测点 | 过渡电阻值 (Ω) | 连接螺栓情况 | 接地线锈蚀情况 |
|-------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------|-------------|
| 1 | 车站结构底板夹层 | 1. 强、弱电接地母排与强、弱电接地引出装置 的连接; 2. 强、弱电接地干线与强、弱电接地母排 的连接; 3. 人工接地网与自然接地体之间的连接。 | | 牢靠、有松动、 松脱 | 无、轻度、 重度 |
| 2 | 各类设备室(变电所设备室、信号设备室、通信设备室、车站控制室、环控机房等) | 1. 强、弱电接地箱(排)与接地线的连接; 2. 各类设备接地线与强、弱电接地箱的 连接; 3. 外界可导电部分接地箱(排)与自然接 地端子的连接。 | | 牢靠、有松动、 松脱 | 无、轻度、 重度 |
| 3 | 电缆间(电缆井) | 室外电缆金属屏蔽层接地接地箱(排)与 弱电接地母排的连接。 | | 牢靠、有松动、 松脱 | 无、轻度、 重度 |
| 4 | 区间隧道联络通道或风井 | 强、弱电贯通地线与强、弱电接地母排 连接; | | 牢靠、有松动、 松脱 | 无、轻度、 重度 |
| 5 | 区间高架桥 | 1. 桥面强、弱电接地端子与强、弱电贯通 地线的连接; 2. 桥面防雷接地端子与防雷接地线的连 接; 3. 桥面接地端子与桥墩帽接地端子连 接。 | | | |
| 6 | 车辆基地 | 1. 场区设置接地箱(排)与就近引出接地 端子的连接; 2. 强、弱电接地箱(排)与就近的自然接 地端子的连接; 3. 各类设备接地线与强、弱电接地箱(排) 的连接; 4. 防雷接地端子与防雷接地线的连接。 | | 牢靠、有松动、 松脱 | 无、轻度、 重度 |
| 7 | 主变电所 | 1. 接地箱(排)与强电接地母排的连接; 2. 各类设备接地线与接地箱(排)的连 接; 3. 防雷接地端子与防雷接地线的连接。 | | 牢靠、有松动、 松脱 | 无、轻度、 重度 |
| · · · | · · · | | | | |

注: 上表为填写示例, 并非罗列了所有接地装置检测点, 应依据每条城市轨道交通工程线路或每座车站的具体情况进行全数列表检测。