

ICS ××.×××.××

中国标准文献分类号

备案号：

DB4403

深圳市地方标准

DB4403/T ××××—××××

地铁综合接地技术规程

Technical specification for integrated earthing of Metro

(征求意见稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

深圳市 XXX 发布

前 言

为满足地铁建设和发展需要，统一地铁接地工程建设标准，制定本规程。

本规程依据深圳市住房和建设局文件深建标[2020]2号，《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定修订计划项目（第一批）的通知》启动编制。本规程借鉴了国铁防雷及接地技术工程实践经验，参考了电力、通讯等行业防雷及接地要求。为了解地铁各专业设备对接地需求，对深圳地铁设计、施工、监理、运营维护等单位进行调研，对深圳地铁车站和车辆基地进行了实地考察调研。本规程依据地铁各专业设备特点和运营环境，规划地铁综合接地系统的构建，为各专业设备提供接地接口，对于各专业范围内的接地要求，由各专业参照相应标准实施，本技术规程不做规定。地铁有交流牵引系统和直流牵引系统之分，在本规程中，交流牵引系统侧重于抗电磁干扰，直流牵引系统侧重于协调杂散电流防护，合理优化了主要设计参数，提升了综合接地的科学性和技术经济合理性。

本规程由总则、术语、技术要求、接地材料、安装施工、验收、监测与维护共7章组成。本规程编制的主要内容介绍如下：

第1章总则，规定了本规程编写的目的、适用范围，以及地铁综合接地系统工程设计、施工、质量验收的共性要求。

第2章术语，对本规程中主要名词进行定义和解释。本规程的部分术语引用、参考或修改了行业内相关标准的术语。其中地网、接地引出装置、接地母排、接地干线、接地箱的术语，是按照接地的逐级连接关系来定义的。接地装置和综合接地系统的定义按层次明确综合接地系统的概念。区间接地干线的定义沿袭国铁贯通地线的概念及当前地铁通用设计惯例。定义“自然接地网”，区别于“自然接地体”，主要是强调条文中规定的接地位置。“接地箱”，是本规程规定的综合接地系统对外接口，是与各专业接地的界限，即地铁各专业需要接地，应选择相应的接地箱进行连接，各专业的接地要求，由相应的专业进行规定。

第3章技术要求，按接地系统的运用场景，分为一般规定、车站接地系统、区间接地系统、车辆基地接地系统4个小节，是本规程的核心内容。交流牵引系统和直流牵引系统的接地差异，主要体现在杂散电流的收集和防护方面，在具体的条款中做了区分规定；接地箱是各专业的接地接口，在车站接地系统和车辆基地章节对接地箱的设置位置做规定。

第4章节接地材料，对地铁综合接地所用的各种材料的材质、规格、技术指标等做了规定，包括水平接地体、垂直接地体、区间接地干线、接地干线、连接件、降阻剂等。

第5章安装施工，共分为11个小节，按综合接地系统的各组成部分分别规定施工要求。

第6章质量验收，对地铁综合接地系统的质量验收做了规定，内容包括产品验收要求、隐蔽工程验收要求、工序交接验收要求、检验批验收要求、质量控制资料验收要求。

第7章监测与维护，是应运营维护单位的管理需求和当前发展趋势而增加的。内容包括对接地情况进行监测的技术要求和实施办法以及日常管理与维护措施。

在执行本规程过程中，希望各单位结合工程实践，认真总结经验，积累材料。如发现需要修改和补充之处，请及时将意见和有关资料寄交深圳科安达电子科技股份有限责任公司（深圳市福田区深南大道1006号国际创新中心C座14层），供今后修订时参考。

本规程由***负责解释。

本规程由***提出并归口。

本规程于***年*月*日首次发布

请注意本规程内容可能涉及专利，本发布机构不承担识别这些专利的责任。

主编单位：深圳科安达电子科技股份有限责任公司

参编单位：深圳市科安达检测技术有限公司

深圳市市政设计研究院有限公司

深圳地铁工程咨询有限公司

深圳地铁运营集团有限公司

中铁四局集团电气化工程有限公司

主要起草人员：***

目次

1 总则.....	3
2 术语.....	4
3 技术要求.....	6
3.1 一般规定.....	6
3.2 车站接地系统.....	6
3.3 区间接地系统.....	7
3.4 车辆基地接地系统.....	8
4 接地材料.....	9
4.1 一般规定.....	9
4.2 水平接地体.....	9
4.3 垂直接地体.....	9
4.4 区间接地干线.....	9
4.5 接地干线和连接件.....	10
4.6 降阻剂.....	10
5 安装施工.....	11
6 质量验收.....	14
7 监测与维护.....	16
7.1 接地监测系统.....	16
7.2 管理与维护.....	16
本规程用词说明.....	17
引用标准名录.....	18

Contents

1 General provision.....	3
2 Terms.....	4
3 Technical requirements.....	6
3.1 General requirements.....	6
3.2 Station earthing system.....	6
3.3 Intersection earthing system.....	7
3.4 Earthing system of depot.....	8
4 Earthing materials.....	9
4.1 General requirements.....	9
4.2 Horizontal earthing electrode.....	9
4.3 Vertical earthing electrode.....	9
4.4 Intersection earthing bus conductor.....	9
4.5 Earthing bus conductor and connectors.....	10
4.6 Low resistivity of mixture for earthing.....	10
5 Earthing construction.....	11
6 Acceptance.....	14
7 Monitoring and maintenance	16
7.1 Earthing monitoring system.....	16
7.2 Management and maintenance.....	16
List of quoted standards.....	17
Reference.....	18

1 总则

- 1.0.1 为统一地铁综合接地系统的设计、材料、施工、质量验收和维护技术标准，制定本规程。
- 1.0.2 本规程适用于新建地铁工程的综合接地系统的设计、材料、施工、质量验收和维护，不包含各专业接地特殊要求。局部改扩建地铁工程的综合接地系统可参照本规程执行。本规程不适用于地铁商业用途建筑物的接地工程。
- 1.0.3 地铁综合接地系统的设计、施工应遵循统筹规划、系统优化、综合防护、安全可靠、先进成熟、经济合理的原则。
- 1.0.4 地铁综合接地系统应与主体工程同步设计、施工、验收。
- 1.0.5 地铁综合接地系统设计应结合所在地区的地形、地质、气象等条件，确定合理的接地方案。
- 1.0.6 改扩建地铁工程时，应对既有综合接地装置的现状进行调查，充分利用既有条件，实现新旧系统的有效结合。
- 1.0.7 地铁综合接地系统施工应建立健全质量保证体系，对工程施工质量进行控制。
- 1.0.8 地铁综合接地系统设计、施工和质量验收除应符合本规程外，尚应符合国家、行业现行有关标准的规定。

2 术语

下列术语适用于本规程。

2.0.1 地铁综合接地系统 integrated earthing system of Metro

由接地装置、自然接地体按一定规则相互连接组成，为地铁各专业设备、装置或系统提供接地连接条件的接地系统。

2.0.2 接地装置 earth connection

接地导体（线、排）和接地体的总和。

[来源：GB 50065-2011 2.0.9，有修改]

2.0.3 接地体 earth electrode

埋入土壤中或混凝土基础中做散流用的导体。

[来源：GB 50057-2010 2.0.11]

2.0.4 自然接地体 natural earthing electrode

兼有接地功能的、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、埋地金属管道和设施等的统称。

[来源：GB/T 50262—2013 2.0.67]

2.0.5 自然接地网 natural earth grid

自然接地体的一部分，由建筑物或构筑物用于接地的结构钢筋焊接互连，组成的等电位接地网。

2.0.6 地网 earth grid

由埋在地中的相互连接的裸导体构成的一组接地体，为满足各专业设备、装置及系统接地需要而设置的接地装置。

注：相对于自然接地体，地网通常专为接地而设置，在本规程中也称为人工地网。

[来源：GB 50689-2011 2.0.22，有修改]

2.0.7 接地引出装置 extractor of earth grid

接地装置的一部分，用于人工地网的引出连接，应具有防渗水功能的装置。

注1：防渗水是指安装后，地下水不能通过接地引出装置渗出到地面。

2.0.8 接地母排 main earthing busbar

接地装置的一部分，与接地引出装置连接，能用于与多个接地用导体（如接地干线）实现电气连接的铜排。

注：通常分为强电接地母排、弱电接地母排和管线接地母排。

[来源：GB 50303-2015 2.1.21，有修改]

2.0.9 接地干线 earthing bus conductor

从接地母排引出，为多个接地箱提供电气连接的导体。

注：通常分为强电接地干线、弱电接地干线和管线接地干线。

2.0.10 区间接地干线 intersection earthing bus conductor

沿地铁线路敷设的共用接地导体，用于沿线各种系统、装置、设备、建筑物和构筑物的金属构件的等电位连接和接地。

注：通常包括强电区间接地干线和弱电区间接地干线。

2.0.11 接地箱 earthing terminal box

设置于各设备室或其它场所，作为各专业设备、装置或系统接地接口的端子箱，分为强电接地箱、弱电接地箱和管线接地箱。

2.0.12 强电接地箱 power current earthing terminal box

主要用于各专业设备、装置或系统动力电源接地的端子箱。

2.0.13 弱电接地箱 weak current earthing terminal box

主要用于各专业设备、装置或系统控制线路、通讯线路及其设备接地的端子箱。

2.0.14 自然接地端子 natural earthing terminal

从建筑物的自然接地网上引出,可用作接地连接的导体。

2.0.15 连接件 connection component

用于将接地导体相互电气连接的导体。

2.0.16 一次成端 terminating

将电缆金属防护层在设备室室外进行的接地。

3 技术要求

3.1 一般规定

3.1.1 地铁综合接地系统设计应考虑下列因素：

- 1 地铁沿线的管线、建筑物或构筑物的分布及设计方案。
- 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 地铁沿线土壤电阻率。
- 5 地铁相关的防雷设计要求。

3.1.2 地铁综合接地系统应能满足地铁各专业防护、工作、防雷接地的需求，为各专业提供安全、可靠、性能稳定的接地接口。

3.1.3 地铁沿线建筑物、构筑物独立接地装置的接地电阻值宜首先符合其专业接地电阻的要求，再与综合接地系统进行等电位连接。

3.1.4 跨越建筑物结构缝的连接导体，应采取措施预留有足够的形变余量。

3.1.5 地铁综合接地系统中各部件的连接应保证接触良好。

3.1.6 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维护。

3.1.7 接地箱应采用冗余的方式与接地干线或自然接地端子相连接。禁止数个接地箱串联后接入接地干线或自然接地端子。


3.1.8 人工地网设计使用年限应与地铁主体结构设计使用寿命一致。

3.1.9 利用走行轨作回流轨的直流牵引供电系统，其电气安全防护措施应与减少杂散电流的措施相协调，当出现矛盾时，电气安全防护措施应优先。人工接地装置与自然接地体的连接应考虑杂散电流的防护要求。

注：需人工敷设的接地装置，为人工接地装置。

3.1.10 单体建筑内变电所/站的接地系统设计应按《交流电气装置接地设计规范》GB/T 50065-2011 相关规定执行。

3.1.11 除预留端子连接外，地下车站人工地网与结构底板及建筑物内钢筋不应有连接。

3.1.12 接地箱处宜设置接地标识（），其它明敷的接地装置表面可涂覆绿黄相间的条纹标识。

3.2 车站接地系统

3.2.1 车站接地系统由车站自然接地体、人工接地装置组成。

3.2.2 地下车站人工地网宜设置于车站结构底板下的土壤中，高架车站人工地网宜设置于高架车站地面的土壤中。

3.2.3 车站人工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状，水平接地体间距不宜小于 5m；地下车站的水平接地体在土壤的埋设深度不宜小于 0.4m，高架车站水平接地体在土壤中埋设的深度不宜小于 0.7m。

3.2.4 车站人工地网的垂直接地体宜设置于人工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 综合地网的工频接地电阻不应大于 1Ω。

3.2.6 应从车站人工地网引出强电、弱电和管线接地引出装置至少各一组，每组设置三根。不同类型的接地引出装置引出点的距离宜大于 20m。

3.2.7 车站接地系统应设置强电、弱电、管线接地母排每类至少一个，分别与对应的强电、弱电和管线接地引出装置连接。

- 3.2.8** 地下车站的接地母排宜设置在车站站台电缆夹层内。高架车站的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信号设备室设置。
- 3.2.9** 车站接地系统的弱电接地干线从弱电接地母排引出。弱电接地干线宜兼顾车站各专业设备室的位置，沿最短的路径敷设。
- 3.2.10** 在各专业设备室内应根据接地需求设置接地箱，接地箱的设置应符合下列要求：
- 1 宜在各专业设备室设置弱电接地箱，与弱电接地干线冗余连接，弱电接地箱之间不应形成闭环回路。
 - 2 宜在各专业设备室设置强电接地箱，与设置在室内的自然接地端子就近冗余连接。
 - 3 在信号设备室设置信号设备专用弱电接地箱，采用两根截面积不小于 50mm² 的电缆与设置在电缆夹层的弱电接地母排冗余连接。
 - 4 在信号电缆间设置一次成端接地箱，采用两根截面积不小于 50mm² 的电缆与设置在电缆夹层的区间弱电接地母排冗余连接。
- 注：区间弱电接地母排为电缆金属防护层和弱电区间干线专设接地母排，通过专设接地引出装置连接地网。
- 5 在车站变电所设置的强电接地箱/排，宜独立连接至强电接地母排。
- 3.2.11** 车站人工地网与自然接地网应分别预留端子，用于两者电气连接；预留端子不应少于两组，并符合以下要：
- 1 在地下车站，宜在人工地网两端各设置一组接地引出装置作为人工地网的预留端子。在车站自然接地网上焊接自然接地端子作为自然接网的预留端子。两种预留端子作为人工地网与自然接地网的连接条件。
 - 2 在高架车站两端的桥墩底部位置，从自然接地网上焊接自然接地端子作为自然接地网的预留端子；在人工地网对应位置，宜用接地引出装置引出人工地网的预留端子。两种预留端子作为人工地网与自然接地网的连接条件。
 - 3 人工地网应具备测量条件。
- 3.2.12** 高架车站用于直击雷接闪和引下线的结构钢筋，不应与室内弱电接地装置有电气连接。
- 3.2.13** 依据管线的接地需求设置管线接地箱，管线接地箱可连接至管线接地母排或就近设置的自然接地端子。

3.3 区间接地系统

- 3.3.1** 高架区间应利用自然接地体接地。自然接地体应符合《铁路防雷及接地工程技术规范》TB/T 10180-2016 第 4.3.3 条和 4.3.4 条的规定。
- 3.3.2** 高架区间接地端子的设置应符合下列规定：
- 1 在桥墩帽处预留强电和弱电接地端子，分别与桥墩内的接地钢筋焊接；在每跨梁体底部与桥墩帽处对应位置预留接地端子，与桥梁体内的接地钢筋焊接；宜在非水中桥墩的下部设置接地端子，与桥墩内的接地钢筋焊接。
 - 2 当供电制式采用交流牵引系统或采用直流牵引系统但走行轨未作为回流轨使用时，宜在桥梁体顶部预留接地端子，并通过桥梁体内结构钢筋与桥梁体底部预留接地端子电气连接。
- 3.3.3** 在隧道区间的风井底板下，宜按本规程第 5.2.3、5.2.4 条规定设置人工地网，从人工地网引出强电、弱电接地引出装置各一组，通过人工地网引出线分别连接至设置在风井内的强、弱电接地母排。
- 3.3.4** 在隧道区间联络通道内分别设置强电、弱电接地母排，与联络通道的结构钢筋网引出端子冗余连接。
- 3.3.5** 在地铁的上行和下行区间、沿轨道两侧，应各自敷设强电区间接地干线和弱电区间接地干线。
- 3.3.6** 区间接地干线宜敷设在沿线设置的电缆支架上。直流牵引系统采用走行轨作为回流轨时，电缆支架的安装应符合杂散电流防护相关标准的要求。区间接地干线过轨时，应采取绝缘措施。
- 3.3.7** 直流牵引系统未采用走行轨作为回流轨和采用交流牵引系统时，区间接地干线宜与沿线的建

筑结构钢筋电气连接。

3.3.8 区间接地干线的等电位连接应符合以下要求：

- 1 强电区间接地干线宜分别与车站、区间风井和联络通道处对应的强电接地母排连接。
- 2 弱电区间接地干线宜分别与区间风井和联络通道处对应的弱电接地母排连接，以及与车站的区间弱电接地母排连接。
- 3 直流牵引系统利用走行轨作为回流轨时，高架区间的强电区间接地干线、弱电区间接地干线在满足杂散电流的防护的情况下，宜每间隔 200 米与高架区间桥墩帽处的接地端子连接一次。
- 4 当供电制式采用交流牵引系统或采用直流牵引系统但走行轨未作为回流轨使用时，区间接地干线宜连接桥梁体顶部预留接地端子，桥梁体底部预留接地端子与桥墩帽处的预留接地端子连接。

3.4 车辆基地接地系统

3.4.1 车辆基地应依据各功能区域内的接地需求设置相应的接地装置，应优先利用自然接地体接地。

3.4.2 车辆基地设置有独立的变电站/所时，变电站/所宜按《交流电气装置的接地设计规范》GB/T50065-2011 的规定设置人工地网。

3.4.3 依据接地需求，可沿车辆基地边界围墙设置纵向水平接地体与围墙结构钢筋电气连接；依据场区接地需求，可设置多根横穿场区的横向水平接地体，两端与围墙周边水平接地体电气连接，构成车辆基地人工地网。

3.4.4 车辆基地人工地网、变电所人工地网及车辆基地自然接地体之间相互连接，构成车辆基地综合接地系统。

3.4.5 当采用走行轨做回流的直流牵引系统时，人工地网在贯穿道床底部时不应与道床结构钢筋有电气连接。

3.4.6 依据接地需求，可在车辆基地自然接地网上引出自然接地端子；从车辆基地人工地网引出人工地网接地端子。

3.4.7 各专业设备可根据需求设置接地箱，接地箱的设置应符合下列要求：

- 1 宜在各专业设备室设置弱电接地箱，与弱电接地干线冗余连接；弱电接地干线宜从人工地网或建筑基础钢筋上引出；弱电接地箱之间不应形成闭环回路。
- 2 宜在各专业设备室设置强电接地箱，与设置在室内的自然接地端子就近冗余连接。
- 3 设置在室内的防雷装置接地箱，宜与自然接地端子单独就近连接。
- 4 变电所内的强电接地箱，宜通过强电接地母排、人工地网引出线、接地引出装置与车辆基地人工地网连接，还宜与自然端子就近连接。
- 5 在场区或沿车辆基地边界围墙，设置接地箱与就近引出的自然接地端子或人工地网接地端子连接。

4 接地材料

4.1 一般规定

4.1.1 接地材料的规格和尺寸的选择，应使其耐腐蚀又具有适当的机械强度和电气性能。机械强度和电气性能满足《雷电防护系统部件（LPSC）第2部分：接闪器、引下线和接地极的要求》GB/T 33588.2-2020表2的要求；采用其它规格尺寸或材料时，其机械强度和电气性能不低于GB/T 33588.2-2020表2的要求。耐腐蚀性能满足主体结构使用寿命的要求。

4.1.2 连接件应符合《雷电防护系统部件（LPSC）第1部分：连接件的要求》GB/T 33588.1-2020的规定。

4.2 水平接地体

4.2.1 水平接地体规格尺寸应符合表4.2.1的要求。

表4.2.1 水平接地体的规格及要求

材料类型	推荐尺寸（宽度×厚度）	技术要求
铜排	50mm×5mm	《铜及铜合金板材》GB/T 2040-2017
铜覆圆钢 ¹	≥Φ18mm	《电力工程接地用铜覆钢技术条件》DL/T 1312-2013，铜层厚度≥0.5mm
铜覆扁钢 ¹	50mm×5mm	《电力工程接地用铜覆钢技术条件》DL/T 1312-2013，铜层厚度≥0.5mm

注1：使用在地下车站时，应考虑土壤的腐蚀率。
2 考虑深圳地铁处于沿海高腐蚀环境，按GB/T 50065-2011第4.3.4条的规定，水平接地体应采用铜或铜覆钢材。

4.3 垂直接地体

4.3.1 垂直接地体规格尺寸应符合表4.3.1的要求。

表4.3.1 垂直接地体的规格及要求

材料类型	推荐尺寸（宽度×厚度）	技术要求
铜覆圆钢 ¹	≥Φ18mm	《电力工程接地用铜覆钢技术条件》DL/T 1312-2013，铜层厚度≥0.5mm
铜管	外径不小于50mm，壁厚不小于4mm	《铜及铜合金板材》GB/T 2040-2017

注1：使用在地下车站时，应考虑土壤的腐蚀率。
2 考虑深圳地铁处于沿海高腐蚀环境，按GB/T 50065-2011第4.3.4条的规定，垂直接地体应采用铜或铜覆钢材。

4.4 区间接地干线

4.4.1 区间接地干线的截面积应符合牵引网短路时通过瞬间大电流对动热稳定的要求。

4.4.2 区间接地干线规格尺寸应符合表4.4.2的要求。

表 4.4.2 区间接地干线的规格及要求

材料类型	推荐尺寸（宽度×厚度）	技术要求
热浸镀锌扁钢	50mm×5mm	镀层不小于 60μm
铜铝稀土合金排	50mm×5mm	《电力工程接地用铝合金技术条件》DL/T 1918-2018
铜覆扁钢	50mm×5mm	《电力工程接地用铜覆钢技术条件》DL/T 1312-2013
铜覆圆钢	≥Φ18mm	《电力工程接地用铜覆钢技术条件》DL/T 1312-2013

4.5 接地干线和连接件

4.5.1 接地干线规格尺寸应符合表 4.5.1 的要求。

表 4.5.1 接地干线的规格及要求

材料类型	推荐尺寸（宽度×厚度）	技术要求
热浸镀锌扁钢	50mm×5mm	镀层不小于 60μm
铜铝稀土合金排	40mm×4mm	《电力工程接地用铝合金技术条件》DL/T 1918-2018
铜覆扁钢	40mm×4mm	《电力工程接地用铜覆钢技术条件》DL/T 1312-2013
铜覆圆钢	≥Φ16mm	《电力工程接地用铜覆钢技术条件》DL/T 1312-2013

4.5.2 连接件应符合《雷电防护系统部件（LPSC）第 1 部分：连接件的要求》GB/T 33588.1-2020 的要求。

- 1 栓接连接件应具有防松措施。
- 2 连接件的载流能力不能小于被连接导体的载流能力。
- 3 连接件的设计应确保使用时不会对被连接导体及本体产生损坏。
- 4 连接件的材质宜与被连接导体一致。

4.6 降阻剂

4.6.1 使用的降阻剂应符合《雷电防护系统部件（LPSC）第 7 部分 接地降阻材料的要求》GB/T33588.7-2020 的要求。

- 1 电阻率不应大于 5Ω·m（干态）或 2Ω·m（湿态）。
- 2 对铜接地体的平均腐蚀率应小于 0.0025mm/年。
- 3 降阻剂应满足现行规范对环境保护的要求。

5 安装施工

5.1 基本规定

- 5.5.1 执行国家和行业相关技术标准，按照本规程的规定和批准的设计规程施工。
- 5.5.2 建立健全质量、安全生产管理体系，规范现场管理，文明施工。
- 5.5.3 接地系统应与其主体工程同步施工；接地系统专项施工方案宜纳入相应主体工程施工组织设计。
- 5.5.4 专项施工方案中应合理安排设备、材料到场计划；规范施工工艺；明确质量验收标准；配置数量和资质满足需要的施工队伍；工装器具满足施工需要；测量仪器仪表检定合格且处于有效期内。
- 5.5.5 施工单位应根据施工图及各专业接地需求核对接地箱设置位置、接地干线路径，并做好图纸会审和技术交底工作，调查主体工程施工计划，及时实施接地系统工程。
- 5.5.6 接地系统及其设备不得侵入地铁设备限界。
- 5.5.7 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。
- 5.5.8 各类接地或等电位连接如采用螺栓栓接方式，则应具有防松脱措施，如采用焊接方式则应做防腐处理；铜与铁之间的连接应采用铜铁过渡器；隐蔽工程应采用焊接。
- 5.5.9 各类型接地导体的弯角应大于 90 度。
- 5.5.10 采用电缆连接时，应采用低烟无卤阻燃型电缆。

5.2 人工地网敷设

- 5.2.1 人工地网敷设应分段施工，前道工序施工完成后，应组织工序交接验收，对已完工部分进行接地电阻测量，并以此测算整个接地装置的接地电阻，如果测算结果不能满足设计要求，则应在剩余部分接地装置敷设中采取相应的补救措施。接地电阻测算及补救措施应由设计单位提出。
- 5.2.2 水平接地体应挖沟埋设，宜用低电阻率的土壤或降阻剂包覆、回填并分层夯实。
- 5.2.3 垂直接地体宜在水平接地体敷设沟槽底部用钻孔机钻出洞孔，将孔洞内的积水排干，放入垂直接地体并与水平接地体焊接。宜采用低电阻率的土壤或降阻剂回填，回填应确保垂直接地体位于孔中心部位并夯实。
- 5.2.4 水平接地体间、水平接地体与垂直接地体间焊接应采用放热焊。

5.3 接地引出装置敷设

- 5.3.1 按设计要求位置设置，垂直于水平接地体安装且固定牢靠，接地引出装置的引出铜排与建筑底板结构钢筋不应有电气连接；接地引出装置的敷设应防止底板结构渗漏水。
- 5.3.2 接地引出装置及其引出线的导体截面宜采用 50mm×5mm 紫铜排，底部的铜排与水平接地体应采用放热焊接连接。顶部的铜排应采用防盗、防损伤的防护措施。

5.4 接地母排敷设

- 5.4.1 接地母排宜采用截面为 100mm×10mm 的铜排，预留有不小于 M12 的接地螺丝端子，端子上应配置防松组件。
- 5.5.2 接地母排应采用绝缘螺栓固定在建筑侧墙上。人工地网引出线与接地母排应采用螺栓连接，并具有防松措施。

5.5 接地干线敷设

- 5.5.1 应与建筑物结构绝缘安装，宜每隔 1m 固定一次，可采用绝缘支撑柱固定安装在侧墙、楼板上，与侧墙、楼板间距不应小于 50mm。
- 5.5.2 接地干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。

5.6 接地箱安装

- 5.6.1 接地箱宜安装在各专业设备室侧墙上。弱电接地箱宜用两根不小于 50mm^2 的护套软铜线连接到弱电接地干线，信号专业接地箱参照本标准 3.2.10 执行；强电接地箱宜冗余连接到自然接地端子上。
- 5.6.2 接地箱尺寸宜为 $600\text{mm}\times 300\text{mm}\times 180\text{mm}$ ，外表采取防腐措施。箱内接地排宜采用铜排，铜排的截面不宜小于 $50\text{mm}\times 5\text{mm}$ ，铜排上配置不小于 M8 接地螺丝，螺丝上应配置防松组件。

5.7 桥墩接地端子敷设

- 5.7.1 宜采用一端设置螺纹孔，另一端可与钢筋焊接的接地端子，双面焊接在桥墩内用于接地的结构钢筋上。接地端子的螺纹孔不宜小于 M10，在使用前应用螺纹孔塞防护。接地端子的焊接端搭接长度应不小于 55mm，焊缝厚度应不小于 4mm。
- 5.7.2 接地端子应直接灌注在混凝土制品中，拆模后的接地端子螺孔端面应与混凝土面齐平或高出不大于 5mm。
- 5.7.3 桥墩接地墩子宜采用不锈钢材质。

5.8 自然接地端子敷设

- 5.8.1 自然接地端子宜采用不小于 $120\text{mm}\times 100\text{mm}\times 10\text{mm}$ 的预设螺纹孔的钢板。螺纹孔不应小于 M10，在使用前应用螺纹孔塞防护。
- 5.8.2 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。
- 5.8.3 钢板应直接灌注在混凝土制品中，拆模后的钢板面应与混凝土面齐平或高出不大于 5mm。

5.9 监测端子敷设

- 5.9.1 监测端子应按设计图纸规定位置从建筑物用于接地的结构钢筋上引出，敷设方式应按本规程第 5.7.1 和 5.7.2 条执行。

5.10 区间接地干线敷设

- 5.10.1 强、弱电区间接地干线宜敷设在相应的区间强、弱电电缆金属支架上，并与金属支架螺栓连接。如采用走行轨作回流轨的直流牵引系统时，金属支架的安装应符合杂散电流防护相关标准的要求。
- 5.10.2 强电区间接地干线宜从车站的强电接地母排引出，弱电区间接地干线宜从车站区间弱电接地母排引出。
- 5.10.3 隧道区间接地干线与区间联络通道和风井的接地母排应采用与区间干线相同材质和规格的导体连接，过轨时应穿绝缘管防护。
- 5.10.4 当区间接地干线材质为热浸锌扁钢时，宜采用铜铁过渡器与接地母排连接；铜铁过渡器宜与区间接地干线采用焊接连接，与接地母排采用具有防松措施的螺栓连接。
- 5.10.5 高架区间接地干线与桥墩帽处的接地端子间宜采用不锈钢连接。

5.10.6 采用交流牵引系统或采用直流牵引系统但走行轨未作为回流轨使用时，高架区间接地干线接地可采用如下方式敷设：

1 可在桥梁体上部和下部均设置接地端子，通过桥梁体内结构钢筋电气连通。区间接地干线通过桥梁体的上部接地端子、内部钢筋和桥梁体下部端子连接到桥墩帽处的接地端子。

2 沿桥梁侧墙外侧明敷接地导体，区间接地干线通过接地导体连接至桥墩帽处的接地端子。

5.10.7 采用直流牵引系统且走行轨作为回流轨使用时，区间接地干线穿越建筑物或道床结构时，穿越的部位应做绝缘处理，余留孔隙应做封堵处理。

5.11 过结构缝的处理

5.11.1 接地干线、区间接地干线等导体跨越结构缝时，宜采用以下方法处理：

1 在结构缝处做预留弯，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连接导体，用载流能力不小于原接地导体的软导体连接，软导体余量应能满足结构缝最大伸缩间距的需求。软导体与原接地导体间宜采用放热焊连接。

6 质量验收

6.0.1 综合接地系统验收可按施工工序划分为材料及装置验收、隐蔽工程验收、工序交接验收、检验批验收、质量控制资料验收；

6.0.2 材料、装置等产品的进场验收应符合下列要求：

1 对综合接地系统材料、装置等产品开展进场验收。验收由监理单位组织产品供货单位和施工单位人员实施。所有进场产品均应验收。

2 可根据以下条款对进场产品进行验收。

1) 检查产品外观，应无裂纹、损伤、缺失、油污等缺陷。

2) 检查到货产品规格、型号、数量应与到货清单一致。

3) 核验产品合格证、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，且满足合同及设计要求。

4) 核验产品铭牌、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) 核验产品安装、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，只有送检结论合格的产品才能在工程中使用。

3 做好进场验收记录及资料归档工作。验收记录应由监理单位负责归档，质量证明及其它资料由施工单位负责整理，移交使用单位保存、归档。

6.0.3 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 隐蔽工程验收由监理单位组织，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 应对以下项点进行验收：

铺设环境应符合设计文件要求。

材质、规格、型号应与进场验收资料一致。

人工地网布置、间距、长度、敷设深度应与设计图纸相符。

焊接质量应符合设计要求，杜绝虚焊、脱焊及漏焊等质量缺陷。

检查综合接地系统覆盖、回填材料，材料应符合设计要求。

6.0.4 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，验收由前道工序监理单位监理工程师组织，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 综合接地系统施工完成后，施工单位应委托有资质的测试单位按照国家电力行业标准《接地装置特性参数测量导则》DL/T 475-2017 进行测量，以保证测量的可靠性。

3 应对以下项点进行验收：

审查前道工序施工单位提交的接地装置施工图和接线图、接地装置地下隐蔽部分的安装记录、覆盖材料及厚度质量记录、接地装置的测量记录，各项记录应满足设计文件的要求。

现场检查接地端子、接地母排、接地电缆等设施的材质、数量、位置、路径及焊接质量，应符合设计图纸的要求。

现场测量接地端子的电阻值，应符合设计文件的要求。

6.0.5 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。人工地网可纳入结构工程内验收，自然接地网可纳入建筑工程内验收，接地干线及等电位连接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。验收由监理单位专业监理工程师组织，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项点进行，验收项点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符合《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300-2013 第 5.0.1 条的规定。

6.0.6 质量控制资料验收应符合下列要求：

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。

7 监测与维护

7.1 接地监测系统

7.1.1 地铁综合接地系统宜设置接地监测系统进行实时监测。

7.1.2 地铁接地监测系统应包含以下特性参数的实时监测：

- 1 能实时监测综合地网的接地电阻及接地装置的连接状态。
- 2 能实时监测接地干线及区间接地干线等线路是否有雷击电流、异常工频电流。
- 3 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、输出控制、报表与打印等功能；预留与其他设备交互信息的通信接口。
- 4 接地监测系统不应影响接地系统及相关设备的正常工作，应具备与地铁车站时钟系统同步的时钟校核功能。

7.1.3 接地监测点的设置：

1 接地干线：可在弱电接地干线末端的弱电接地箱附近的建筑结构钢筋上引出监测端子，接地干线与监测端子之间设置辅助测试线，监测接地干线的连接情况和人工地网的阻值，辅助测试线在测试期间可接通监测端子与弱电接地箱内的铜排，其它时间断开连接。在接地干线靠近接地母排处设置传感器，监测接地干线异常工频电流和雷击电流的入侵情况。

2 区间接地干线与车站人工地网之间：传感器设置于区间接地干线与车站接地母排的连接导体上，监测人工地网电阻和区间接地干线与地网的连接情况。监测区间接地干线异常工频电流和雷击电流的入侵情况。

3 区间接地干线与隧道人工地网之间：传感器设置于区间接地干线与隧道人工地网接地母排的连接导体上，监测区间接地干线与隧道地网的连接情况及接地电阻。监测区间接地干线异常工频电流和雷击电流的入侵情况。

4 高架区间桥墩接地端子与区间接地干线之间：传感器设置于区间接地干线与桥墩接地端子的连接导体上，监测区间接地干线在桥墩处接地情况及接地电阻。监测区间接地干线异常工频电流和雷击电流的入侵情况。

5 信号电缆一次成端接地：传感器设置于一次成端接地箱与弱电接地母排的连接导体上，用于监测异常工频电流、牵引电流或雷电流入侵信号电缆金属防护层的情况。

7.2 管理与维护

7.2.1 地铁综合接地系统的维护宜分为年检维护和日常维护。

7.2.2 每年雷雨季节来到之前，应进行一次定期年检维护。宜聘请有资质的第三方专业机构对综合接地系统进行测试，并出具检测报告。

7.2.3 日常维护应定期定点开展巡检，结合接地监测系统的实时监控数据及故障情况开展维护，在雷电活动激烈的地区，对高架区间的接地系统或防雷装置应随时进行检查。

7.2.4 检测明敷接地装置的电气连续性。在接地箱、接地干线、接地母排和区间接地干线等导体之间的连接点，应用等电位测试仪检测连接点两端的过渡电阻。

7.2.5 通过接地监测系统监测特性参数，设置异常阈值，依据特性参数告警信息，从而提醒管理者检查接地装置的电气连接、沿线设备及其电缆的绝缘或沿线牵引系统的绝缘等。

7.2.6 应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、年检测试记录等及时归档、妥善保管。接地系统故障发生后，应及时调查分析原因，并提出改进措施。

本规程用词说明

执行本规程条文时，对于要求严格程度的用词说明如下，以便在执行中区别对待。

- 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，采用“可”。

引用标准名录

下列文件对于本规程的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本规程。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本规程。

- 1 《铜及铜合金板材》GB/T 2040-2017
- 2 《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065-2011
- 3 《雷电防护系统部件(LPSC)第1部分:连接件的要求》GB/T 33588.1-2020
- 4 《雷电防护系统部件(LPSC)第2部分:接闪器、引下线和接地极的要求》GB/T 33588.2-2020
- 5 《雷电防护系统部件(LPSC)第7部分 接地降阻材料的要求》GB/T33588.7-2020
- 6 《接地装置特性参数测量导则》DL/T 475-2017
- 7 《电力工程接地用铜覆钢技术条件》DL/T 1312-2013
- 8 《电力工程接地用铝合金技术条件》DL/T 1918-2018
- 9 《铁路防雷及接地工程技术规范》TB/T 10180-2016