

城市轨道交通工程监理验收实务

土建工程篇

周文杰 金 磊 唐飞凤 编著



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

城市轨道交通工程监理验收实务 (土建工程篇)

周文杰 金 磊 唐飞凤 编著

廖利钊 主审



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通工程监理验收实务:土建工程篇/周文杰,
金磊,唐飞凤编著. —上海:同济大学出版社, 2012. 12
ISBN 978-7-5608-5027-6

I. ①城… II. ①周… ②金… ③唐… III. ①城市铁
路—铁路工程—施工监理 ②城市铁路—铁路工程—工程验
收 IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 271790 号

城市轨道交通工程监理验收实务(土建工程篇)

周文杰 金磊 唐飞凤 编著

廖利钊 主审

责任编辑 荆华 责任校对 徐春莲 封面设计 陈益平

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn

(地址:上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 同济大学印刷厂

开 本 787mm×960mm 1/16

印 张 20.75

字 数 415 000

印 数 1—2 500

版 次 2012 年 12 月第 1 版 2012 年 12 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-5027-6

定 价 48.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

前 言

我国城市轨道交通工程建设正处于大规模、超常规、跨越式发展阶段,如何加强城市轨道交通工程建设过程的质量、安全管理,是工程各参建主体都面临的重要课题。监理单位作为各参建主体中的重要一方,在工程质量和安全管理中发挥着重要作用。上海天佑工程咨询有限公司自 20 世纪 90 年代起,有幸先后参与了上海、苏州、宁波、武汉、天津、大连、南宁等十多个城市的轨道交通工程施工监理任务,监理业务涵盖了车站、区间、轨道、车辆段、接触网、信号等全部专业领域。“注重知识技能的积累与分享”是公司的核心价值观之一,正是在这一理念的引导下,自 2006 年以来创办了企业内部的“天佑论坛”,每年都会有大量的技术论文和经验总结。通过这些年在城市轨道交通建设领域内的监理实践和积累,我们分析和总结了一些城市轨道交通工程建设管理经验和科技成果,一方面用于企业内部的员工培训,提高监理人员业务素质和管理水平;另外一方面积极参加了一些国内城市轨道交通工程领域监理培训的教材编写和授课,为普及和提高城市轨道交通建设领域内监理人员业务水平做出了一定的贡献。

《城市轨道交通工程监理验收实务》(土建工程篇)是我们多年以来在城市轨道交通工程监理验收方面的经验和总结。众所周知,监理验收是监理质量控制工作中的重要内容,也是确保工程质量、安全的重要环节。通过对一些在建城市的轨道交通工程验收环节调研后发现,国内城市轨道交通工程验收还存在验收标准不统一、验收方法和手段不规范、验收程序和组织不统一等诸多问题。本书尝试对城市轨道交通工程建设领域内监理验收工作进行研究和总结,希望与相关专业的在校学生、城市轨道交通工程专业技术人员、监理人员分享。

限于篇幅,本书主要是围绕城市轨道交通土建工程中风险性高的地下工程、专业性强的轨道工程探讨监理验收工作,验收依据严格参照当前现行的国家、行业、地方相关标准和规范,也借鉴公司内部“天佑论坛”中的一些相关论文中的技术成果。由于编者水平及经验有限,书中难免会有错漏之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

上海天佑工程咨询有限公司

2012 年 10 月

目 录

前言

第一章 我国城市轨道交通土建工程概述	1
第一节 我国城市轨道交通工程概况	1
第二节 城市轨道交通地下工程结构形式与施工方法	2
第三节 城市轨道交通轨道工程结构形式与施工方法	8
第四节 关于城市轨道交通土建工程监理验收的思考	13
第二章 城市轨道交通土建工程监理质量验收	18
第一节 城市轨道交通土建工程质量管理	18
第二节 城市轨道交通土建工程关键部位与工序	21
第三节 城市轨道交通土建工程质量验收层次划分	30
第四节 城市轨道交通土建工程质量验收	33
第三章 城市轨道交通土建工程关键节点验收	43
第一节 城市轨道交通土建工程关键节点验收概述	43
第二节 城市轨道交通土建工程关键节点验收策划	45
第三节 城市轨道交通土建工程关键节点验收条件	48
第四节 城市轨道交通土建工程关键节点验收程序与组织	58
第四章 城市轨道交通土建工程验收记录表格及填写说明	64
第一节 施工现场质量管理检查记录表	64
第二节 检验批质量验收记录表	66
第三节 分项工程质量验收记录表	70
第四节 关键节点验收记录表	71
第五节 分部(子分部)工程质量验收记录表	73
第六节 单位(子单位)工程质量验收记录表	75

附表	78
附表 A 城市轨道交通土建工程质量验收层次划分表	78
附表 B 施工现场质量管理检查记录表	83
附表 C 检验批质量验收记录表	84
附表 D 分项工程质量验收记录表	299
附表 E 关键工序/样板工序质量验收记录表	300
附表 F 分部(子分部)工程质量验收记录表	303
附表 G 单位(子单位)工程质量验收记录表	308
附表 H 主要工程材料取样检验抽样方案一览表	313
附表 I 主要涉及工程结构安全 and 功能检测资料一览表	316
附表 J 主要涉及工程质量和安全的相关法规、规章文件一览表	317
附表 K 本书主要参考和借鉴的相关标准规范汇总表	318
附表 L 主要危险性较大分部分项工程及重大危险源一览表	320
主要参考文献	323

第一章 我国城市轨道交通土建工程概述

第一节 我国城市轨道交通工程概况

一、我国城市轨道交通的建设和发展概况

我国城市轨道交通建设起步较晚,但是发展速度很快。国内第一条地铁线路始建于 20 世纪 60 年代中期到 80 年代中期。在二十余年的时间里,仅有北京、天津两座城市建成了两条地铁线路并投入运营,总运营里程不过 20km,而且当时地铁建设主要是出于战备的考虑。到 20 世纪 80 年代后期,随着我国经济快速发展,为了有效缓解各大城市日益突出的交通拥堵问题,城市轨道交通建设(地铁和轻轨)得到了大力发展。特别是 2008 年全球金融危机爆发以来,加速城市轨道交通等基础设施建设成为国家重点扶持的投资项目。随着中央政府加大基础设施建设力度,各地方政府也纷纷开始规划和筹建城市轨道交通项目。

截止 2011 年 12 月底,我国(未包括港台地区)已经有北京、上海、天津、重庆、广州(含广佛段)、深圳、南京、武汉、成都、沈阳、长春、大连、西安共计 13 个城市,合计开通了 52 条城市轨道交通运营线路,累计开通运营里程 1644.9km,累计投入运营车站 1098 座。从以上数据反映,无论是建设速度,还是建设规模,我国城市轨道交通发展在全世界范围内都是史无前例的。预计到 2020 年,我国将有 40 多个城市将开通轨道交通线路,运营总里程累计将超过 7000km。可见,国内城市轨道交通建设市场发展潜力巨大,中国已成为了世界上城市轨道交通发展最快的国家。

二、我国城市轨道交通工程项目的主要构成

城市轨道交通工程项目建设属于特大型的综合性系统工程,需要严格遵守国家基本建设程序组织建设,主要包括线网规划、可行性研究、勘察设计、施工、试运行、试运营、竣工验收、项目后评价八个主要建设环节。通常情况下,我们可以把城市轨道交通工程分为土建工程、机电设备工程两大专业系统。参照《城市轨道交通技术规范》(GB 50490—2009)相关规定,土建工程主要包括了车

站、隧道、桥梁、路基、轨道、变电所、控制中心、车辆段基地等；机电设备工程主要包括了车辆、供电、通风空调、通信、信号、给排水与消防、防灾与报警、机电设备监控、自动售检票、自动扶梯、电梯、站台屏蔽门等。

上述分类中可以发现，城市轨道交通土建工程多以“结构工程”为主，实践性强，具有施工工序多、安全风险高、施工条件差、施工周期长、质量要求高等诸多特点，给现场的施工组织和管理都带来很大难度。由于城市轨道交通“土建工程”所涵盖的相关专业类别比较多，国内尚无统一的分类标准，按照不同的分类方法，所得到的分类结果也不同。本书按照城市轨道交通工程中各土建结构的使用功能，将城市轨道交通土建工程主要划分为车站、区间（含隧道、桥梁、路基）、轨道、车辆段基地四大子类别，见表 1-1。限于篇幅，本书主要围绕施工风险高的地下车站、地下区间隧道（以下简称“地下隧道”）和专业性强的轨道工程进行介绍。而车辆段基地、区间桥梁、路基工程，不仅与传统的建筑工程、铁路工程类似，而且相关现行的国家和行业的标准、规范比较齐全，可供读者参考。

表 1-1 城市轨道交通工程土建工程分类表

序号	工程类别	使用功能	相关工程
01	车站工程	供乘客上下车、候车、换乘、疏散的场所	建筑工程
02	区间工程	提供列车通行条件的地下空间（隧道），地面上的构筑物（路基）、地面上的结构物（桥梁）	隧道工程
			桥梁工程
			路基工程
03	轨道工程	轮-轨系统中，对列车起到支承、导向作用的结构	轨道结构工程
04	车辆段基地	车辆停放、运用、检查、维护、修理的场所	综合性工程

第二节 城市轨道交通地下工程结构形式与施工方法

一、城市轨道交通地下工程主要结构形式

（一）地下车站土建工程

1. 地下车站组成

地下车站是供乘客上下车、候车、换乘、疏散的场所，一般由车站主体、出入口及通道、通风道及风亭三大部分组成。车站主体的作用是供乘客集散、换乘，同时又是轨道交通运营设备设置的中心和办理运营业务的场所。出入口及通

道(包括人行天桥)是供乘客进、出车站的建筑设施。通风道及风亭能保证车站具有舒适的地下环境,有时也会与出入口联合建造。

2. 地下车站结构

1) 矩形结构

明挖法、盖挖法车站多采用整体式钢筋混凝土框架结构,结构断面多为矩形。根据车站使用功能要求,可以设计成单层单跨、双层双跨或多层多跨等形式。车站矩形框架结构由底板、侧墙、顶板组成,多层多跨结构还包括楼板、梁、柱组合而成。当采用地下连续墙或混凝土灌注桩作为基坑支护结构时,也可以用它们兼作主体结构侧墙的一部分或全部。立柱一般采用钢筋混凝土立柱,也可采用钢管混凝土柱等特殊形式,柱下基础多为混凝土灌注桩基础。

2) 拱形结构

矿山法车站多采用复合式衬砌结构,结构断面形式一般为拱形。根据车站所处地层条件、施工方法以及使用要求,车站顶板可设计成单拱、双拱或多拱等形式。根据车站使用功能要求,可设计成单层多跨、双层多跨或多层多跨等形式。拱形结构一般由拱形顶板、底板、侧墙或与楼板、梁、柱组合而成。复合式衬砌外层衬砌为初期支护,可由加固地层、喷锚支护及钢拱架等支护形式组合而成,二次衬砌采用模筑钢筋混凝土,内、外层衬砌之间铺设防水层或隔离层。

(二) 地下隧道土建工程

1. 地下隧道组成

地下隧道是连接两个地下车站的建筑物,一般由隧道主体、联络通道及泵房、风井三大部分组成。隧道主体是满足运营时列车通行的地下空间。联络通道是为满足防灾要求而设置,连接两条单线隧道之间的纵向疏散通道(一般隧道长度超过 600m 需设置一处)。泵房是根据排水要求设置的构筑物,通常设置在隧道坡度最低点处,有时也与联络通道合并建造。风井是确保地下隧道具有舒适地下环境,并兼顾通风、排烟等功能。

2. 地下隧道结构

1) 矩形结构

明挖法区间多为整体式钢筋混凝土框架结构,结构断面形式一般为矩形,在地下区间隧道向地面过渡地段多采用敞开式结构,结构断面形式一般为 U 形。明挖法区间通常为单层结构,根据区间使用功能要求,可设计成单跨、双跨、多跨等形式。矩形框架一般由底板、侧墙、顶板组成,根据需要内部可设置中隔墙或立柱。U 形敞开段结构一般仅由底板、侧墙组成,在地下线与地面线过渡地段局部设置顶板。

2)拱形结构

矿山法隧道通常为复合式衬砌结构,结构断面形式一般为拱形。区间隧道拱形结构与矿山法车站类似,但通常为单层拱形结构。隧道衬砌由初期支护、防水层和二次衬砌组成复合式衬砌,根据需要也可设置中隔墙或立柱。

3)圆形结构

盾构法隧道通常为装配式预制衬砌结构。隧道衬砌为预制钢筋混凝土管片,经现场拼装后成环形成隧道衬砌,结构断面形式一般为圆形(目前应用最多的是单圆结构衬砌)。隧道装配式衬砌环一般由封底块、标准块、邻接块、封顶块组成,管片选型是以满足隧道线形为目的,在曲线地段还需插入楔形环或增加楔形垫板,以满足转向需要。管片拼缝有错缝、通缝两种形式,各分块衬砌环通过高强度螺栓进行连接。

二、城市轨道交通地下工程施工特点与选择条件

(一)地下工程施工特点

- (1)施工前期交通疏解、管线改迁难度大。
- (2)不同建设区域地质、水文条件差异大,地下施工条件复杂。
- (3)施工周边环境复杂,地下工程施工对周边环境保护要求高。
- (4)施工作业条件差,涉及重大施工风险源多,安全管理难度大。
- (5)隐蔽工程多、专业接口多、地下防水质量要求高,质量管理难度大。

(二)施工方法选择

在中心城区,城市轨道交通工程线路敷设方式多为地下线,地下工程(如地下车站、地下隧道等)所占比重大。由于地下工程均埋置在地面以下一定深度范围内,受水、土影响大,施工期间不可避免会对地面环境、道路交通等造成一定程度影响。目前国内城市轨道交通地下工程施工方法主要包括明挖法、盖挖法、矿山法、盾构法。此外,根据建设区域内的地质条件、水文状况,还可能会采取如管井降水、地基加固等辅助工法。在选择地下工程施工方法时,需要通过技术、经济、环境影响等多方面综合评价,因地制宜,选择合适的施工方法,见表1-2。

三、城市轨道交通地下工程主要施工方法

(一)明挖法

明挖法也称为明挖顺作法,其施工流程是首先从地表面向下开挖基坑至设计标高,然后在基坑内的预定位置由下而上修筑主体结构及防水措施,最后待结构顶板上部回填土后,即可恢复地面交通。明挖法具有技术相对简单、施工

作业面多、施工速度快、施工工期短、质量易保证、工程造价低等优点,但是施工期间对地面交通影响比较大。一般情况下,在地面交通和周边环境条件允许下,地下车站或隧道大多还是首选明挖法施工。

表 1-2 地下工程主要施工方法与选择条件

比选内容		明挖法	盖挖法	矿山法	盾构法
工程投资	土建费	低	较低	高	较高
	拆迁费	高	高	低	低
	综合造价	低	较低	高	较高
施工操作	施工难度	技术成熟 施工简便	技术成熟 难度较大	技术复杂 难度较大	技术复杂 难度较大
	防水质量	易保证	较易保证	较难保证	较易保证
	施工工期	短	较长	长	短
	安全性	好	较好	较差	好
环境 影响	居民生活影响	大	较小	小	小
	地面交通影响	时间长	时间较短	无影响	无影响
	受天气影响	大	小	小	无
	管线迁改量	大	大	少	很少

明挖法基坑开挖施工可分为敞口放坡、支护开挖两种方式。当基坑施工场地大、周边环境简单、地层条件允许时,可采用敞口放坡开挖基坑,这种方式施工简单、速度快、噪声小、造价低,无需做基坑围护结构。如果因场地限制或边坡超过安全坡度时,则可辅助边坡支护方式加以防护(如喷锚支护)。当基坑开挖深度大、地质条件差、地下水位高,特别是处于繁华市区时,由于地面建(构)筑物密集,地面道路交通繁忙,则大多采用有支护方式进行基坑开挖施工,见图 1-1。

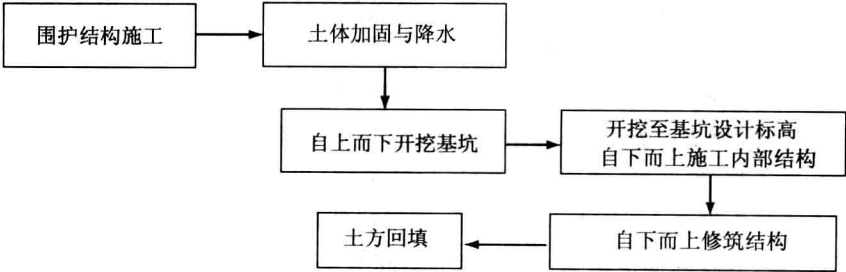


图 1-1 明挖法有支护基坑施工流程示意图

(二)盖挖法

盖挖法是在明挖对周边地面交通影响比较大或施工场地受限时,通常所采用的有效施工方法。一般情况下,可分为盖挖顺作法、盖挖逆作法、盖挖半逆作法。其中盖挖顺作法、盖挖逆作法比较常见。

盖挖顺作法对地面交通影响相对小、造价较低、工程难度不大、作业环境较好、结构防水可靠,其施工流程与明挖法基本相同,区别在于基坑顶部设置了临时盖板系统(钢盖板或钢筋混凝土盖板)。与明挖法相比,当采用盖挖顺作法开挖基坑时,由于基坑顶部临时盖板系统存在,会给挖土、出土、材料运输等带来不便。

盖挖逆作法多采用地下连续墙作为围护结构。地下结构施工顺序与明挖法刚好相反,需提前施工中间支承立柱系统,顶板结构采用明挖施工,待顶板结构达到强度后,首先进行顶板回填,并恢复地面道路。其次,通过顶板预留出入口,自上而下分层、分块开挖,并自上而下分别修筑建造主体结构及防水措施。盖挖逆作法对地面交通影响小、控制基坑变形效果好,但是造价较高,由于其施工工序转换和节点构造都比较复杂,工程难度较大,地下盖挖作业环境相对差,施工速度较慢,见图 1-2。

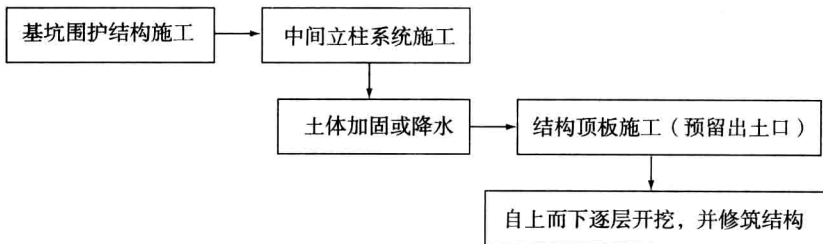


图 1-2 盖挖逆作法施工流程示意图

(三)矿山法

矿山法是最早应用于矿山施工的一种暗挖施工方法,该方法用于隧道施工时,也叫“钻爆法”,后来改进的工法称为“新奥法”。在城市轨道交通工程建设中,采用矿山法施工隧道时,由于隧道大多埋深相对浅,也称为“浅埋暗挖法”。该方法是以前超预支护为手段,遵循了新奥法大部分原理,按照“十八字”原则(即:管超前、严注浆、短开挖、强支护、快封闭、勤量测)进行设计和施工。与明挖法比较,矿山法具有拆迁少、占地小、造价低、不干扰地面交通等优点,施工期间无需大型专用设备,开挖断面灵活多变,适用于不同地层、不同跨度、多种断面的结构形式。但是,在地下水丰富和岩土自稳能力差的地段需慎重选择该方法,见图 1-3。

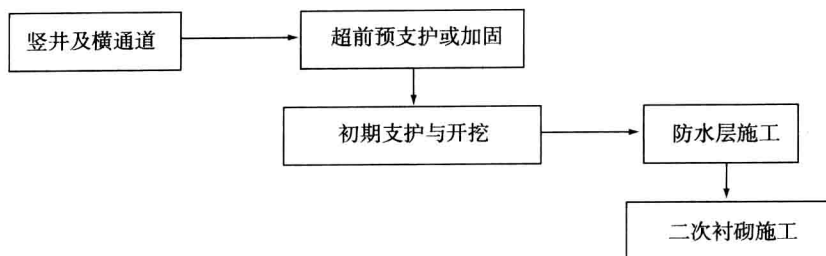


图 1-3 矿山挖法施工流程示意图

(四)盾构法

盾构法是指在地表以下土层或松散岩层中,采用盾构掘进机施工隧道的一种暗挖施工方法。盾构机是盾构法施工的主要专用大型机械设备,其施工原理是利用盾构机钢壳体的保护,依靠其前部刀盘开挖地层,并在盾构机壳体内完成掘进、出碴、管片拼装等一系列作业。在城市轨道交通建设中,常见盾构机断面以单圆形式为主(直径在 6m 左右)。近年来,随着盾构法施工技术不断发展,也曾出现了双圆、三圆、矩形等多种断面形式,而且大直径盾构也在实践中得到了应用。“盾构法”与其他地下工程施工方法比较,机械化程度高、施工人员少、易于管理、作业环境好,具有衬砌精度高、质量可靠、防水性能好、不影响地面交通等诸多优势。但是也存在机械设备复杂、造价高、断面形式变化不灵活、盾构选型与地层条件密切相关等缺点,见图 1-4。

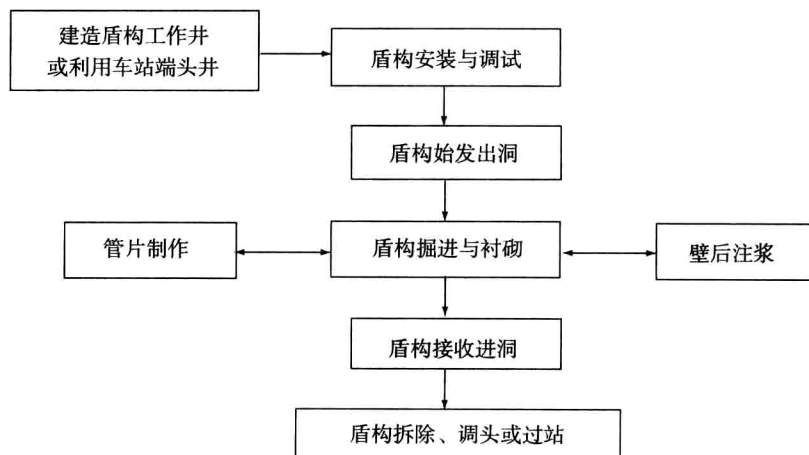


图 1-4 盾构法施工流程示意图

第三节 城市轨道交通轨道工程结构形式与施工方法

一、城市轨道交通轨道工程结构形式

(一)轨道结构组成

1. 钢轨

钢轨是轨道结构的主要部件,起到导向、承受及传递荷载等作用。在电气化铁道和自动闭塞区段,还可兼作供电电路、轨道电路之用。钢轨截面主要由轨头、轨腰和轨底三部分组成。习惯上我们多按照每延米钢轨重量来对钢轨分级,在城市轨道交通建设中,正线一般采用 60kg/m,站场线(除了试车线外)一般都采用 50kg/m。目前标准钢轨定长尺寸为 12.5m 和 25m,在曲线地段根据需要设置非标准长度钢轨。

2. 轨枕

轨枕位于钢轨下部,作用主要是支承钢轨,保持轨距和方向,并将钢轨传递的力向下传递给道床。轨枕按照材料可分为木枕、混凝土枕。木枕多用于有碴道床,混凝土枕多用于无碴道床。目前常见的混凝土枕多为预应力混凝土长枕、普通混凝土短枕。

3. 连接零件

1)中间连接零件

中间连接零件是指钢轨与轨枕之间的连接,通常称为“扣件”。扣件按照结构类型,可分为弹性分开式、弹性不分开式;按照扣压件形式,可分为有螺栓的弹条扣件、无螺栓的弹条扣件。无论采用哪种形式,扣件一般要求结构简单,便于安装与拆除,有足够的强度和扣压力、适度弹性和调整量、良好绝缘、防腐性能,并与道床结构形式适应。

2)接头连接零件

中间连接零件是指钢轨与钢轨之间的连接,接头处通常称为“钢轨接头”。按照接头构造形式,我们可以分为普通钢轨接头、绝缘接头、异形接头、冻结接头等多种类型。存在钢轨接头的线路,称为“有缝线路”;没有钢轨接头的线路,称为“无缝线路”。

4. 道床

道床是轨道的基础,也称“轨下基础”,主要功能是将轨排(钢轨、扣件、轨枕组合而成)传递给下部的路基、桥梁或隧道,为轨排提供纵、横向阻力,保持轨道几何形位稳定,同时道床还需有良好的排水作用。按照道床材料类型,主要分

为有碴道床、无碴道床。由于有碴道床和无碴道床刚度不同,在过渡地段还需设置特殊道床形式。

5. 道岔

道岔是使列车由一条线路转向另一条线路的轨道连接设备,一般由转辙器、连接部分、辙叉及岔枕组成,道岔号数通常用辙叉号数来表示。道岔类型比较多,主要包括单开道岔、对称道岔、三开道岔、交叉渡线等。单开道岔是城市轨道交通线路轨道中常见道岔类型,一般正线地段多以 9 号道岔为主。

(二)轨道结构常见形式

1. 有碴道床轨道结构

有碴道床轨道结构由钢轨、轨枕、连接零件、道碴组成,有些线路还配备防爬器、轨距拉杆等附属部件。其中轨枕多采用木枕或混凝土枕,属于横向轨枕。道碴采用碎石铺设,可设置单层或双层。有碴道床轨道结构施工工艺相对简单,但与无碴道床轨道结构比较,轨道和道床稳定性差、养护维修工作量大,多在地面线使用。

2. 长枕埋入式无碴道床轨道结构

长枕埋入式无碴道床轨道结构由钢轨、混凝土枕、连接零件、混凝土道床组成。其中,混凝土枕为预应力混凝土长枕,属于横向轨枕。混凝土道床采用现浇钢筋混凝土结构,长枕埋入式无碴道床轨道结构大多在地下线采用。

3. 支承块式无碴道床轨道结构

支承块式无碴道床轨道结构由钢轨、支承块、连接零件、承轨台或混凝土道床组成。其中,支承块为高强度混凝土预制构件,属于横向轨枕,通常也称为“短轨枕”。支承块式无碴道床轨道结构在高架线轨下基础采用承轨台,地下线轨下基础采用混凝土道床(如采用减震器扣件地段)。

4. 弹性支承块式无碴道床轨道结构

弹性支承块式轨道结构由两个独立的短轨枕、弹性扣件和轨下弹性垫板、混凝土道床等部分组成。短轨枕外设橡胶套靴,提供轨道的纵、横向弹性变形,具有较好的噪声和振动衰减特性,可以弥补无碴轨道刚性大的缺陷。弹性支承块由于采用橡胶靴套和块下大橡胶垫板,增加了投资,且橡胶受环境影响而容易老化,运营一定时间后需经常更换,目前应用不多。

5. 梯形轨枕式无碴道床轨道结构

梯形轨枕式无碴道床轨道结构由钢轨、梯形轨枕、连接零件、混凝土台座组成。梯形轨枕属于纵向轨枕,是由预应力混凝土纵梁及横向联接钢管、减振和缓冲部件、台座共同构成的一种新型框架轨道结构形式。该轨道系统具有安

全、舒适、低振动、低噪音、自重轻、更换便捷等特性。适用于桥梁、隧道等需要减少构造物振动传递以及维修养护困难地段。

6. 浮置板式无碴道床

浮置板道床是一种新型的减震轨道结构形式。它将道床板置于橡胶弹簧之上,通过质量-弹簧系统的惯性运动,把列车运营产生的振动进行衰减后再传递给下部结构,以达到减震降噪目的。按照浮置板支承方式,可以分为橡胶支承式和弹簧隔震器两大类型。

橡胶支承式浮置板是将预制的钢筋混凝土板置于可调的橡胶支座上,按照支承方式可分为整体支承、线性支承、分布式支承。该结构由浮置板、橡胶支座、混凝土底座及配套扣件组成。用扣件把钢轨固定在浮置板上,浮置板前后左右均嵌入橡胶板,形成减振系统,轨道的绝缘性强,可有效防止轨道迷流发生。但是其体积庞大,施工与维修不便,造价较高,目前已应用不多。

弹簧隔震器浮置板(简称“弹簧浮置板”),它利用弹簧隔振器将浮置板道床与周围结构全部隔离开,由钢轨通过弹条扣件与短枕形成连接,再将短枕与浮置板浇筑成整体所形成的特殊轨道结构形式。道床板通过弹簧隔振器支承在下部基础上,可以提供足够的惯性质量来平衡车辆产生的动荷载,只有静荷载和少量的动荷载会通过弹簧隔振器传到下部基础,能取得很好的减震降噪效果,是目前城市轨道交通工程中对减震要求高的地段所常用轨道结构形式。

二、城市轨道交通轨道工程施工特点与选择条件

(一)轨道工程施工特点

(1)前期受土建工程制约影响大,后期多专业交叉施工,施工组织和协调难度大。

(2)轨道及道岔铺设精度要求高,轨道状态调整量有限,施工质量控制要求严。

(3)轨道与相关专业技术接口多,需要相互协调、密切配合。

(4)轨行区涉及作业单位多,安全风险高,调度与管理难度大。

(二)施工方法选择

城市轨道交通工程的轨道结构形式与传统的铁路轨道基本类似,主要由钢轨、轨枕、连接零件、道岔、道床及附属设备组成。随着城市环境保护要求越来越高,减震降噪技术在轨道工程中应用越来越多,近年来也出现了不少新型的轨道结构形式。为了适应城市轨道交通高密度、不间断连续运营特点及减少线路维修养护工作量的要求,正线轨道多采用无缝线路为主,而在辅助线、车场线采用有缝线路。从道床结构形式来看,高架线和地下线以无碴道床为主,地面

线采用有碴道床。由于轨道施工专业性比较强,根据轨道结构形式不同所采用的施工方法也有所区别,需要根据施工场地条件、机械设备条件、施工工期要求等因素综合考虑,选择适宜的施工方法,见表 1-3。

表 1-3 轨道工程主要施工方法与选择条件

轨道类型		有缝线路		无缝线路	
施工方法		人工散铺	机械铺设	换轨铺设	直接铺设
比 选 内 容	铺轨基地	不需要	需要	需要	不需要
	人员投入	大	较少	较大	较少
	机械投入	少	多	多	少
	作业条件	差	好	好	差
	施工难度	施工简便	难度较大	难度较大	施工简便
	施工质量	较易保证	易保证	易保证	较易保证
	施工进度	慢	快	慢	快
	施工造价	高	较高	高	较高
	材料运输	难度大	容易	难度大	无

三、轨道工程主要施工方法

(一)有缝线路

1. 人工铺轨

人工铺轨就是先将轨料运输至铺设施工现场,再由人力进行铺设,多用于地面线(有碴道床)、道岔铺设施工。该施工方法设备简单、操作灵活,以跳跃式不间断实施,但是工人劳动强度大、不安全因素多、质量不易控制、进度慢、费用较高,见图 1-5。

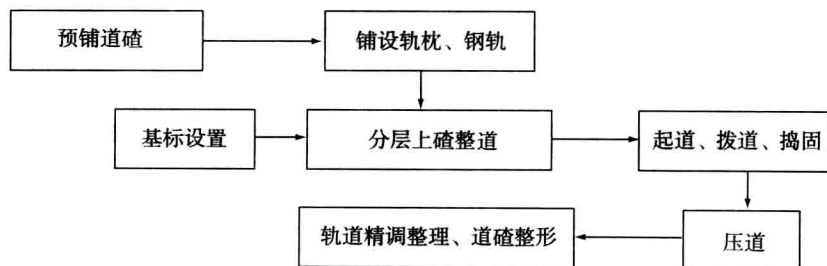


图 1-5 普通有碴道床有缝线路施工流程示意图