

CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG
GONGCHENG CELIANG

城市轨道交通 工程测量

秦长利 主编

中国建筑工业出版社

城市轨道交通工程测量

秦长利 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

城市轨道交通工程测量/秦长利主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2008

ISBN 978-7-112-09969-6

I. 城… II. 秦… III. 城市铁路-铁路工程-铁路测量
IV. U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 029805 号

本书以现行国家标准《城市轨道交通工程测量规范》GB 50308—2008 为依据, 对该规范所含内容及相关技术要点进行详细介绍, 是我国第一本专题介绍城市轨道交通工程测量的书籍。本书结合当前国内外工程测量技术发展状况, 总结了我国北京、广州、上海等城市轨道交通工程测量的成功经验和科研成果。全书共分 14 章, 主要内容包括: 城市轨道交通工程概述, 贯通误差与测量精度设计, 地面平面控制测量, 地面高程控制测量, 专项调查与测绘, 地面定线及明挖隧道施工测量, 联系测量, 地下控制测量, 暗挖隧道施工测量, 结构断面测量, 铺轨基标测量, 跨座式单轨交通工程测量, 变形测量, 测量项目管理与质量控制。

本书力求理论与实践相结合, 内容浅显易懂, 操作性强, 可供教学、科研和生产单位的测量技术人员和管理人员参考。

* * *

责任编辑: 范业庶

责任设计: 赵明霞

责任校对: 孟楠 王金珠

城市轨道交通工程测量

秦长利 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京千辰公司制版

北京建筑工业出版社印刷

*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 22½ 字数: 565千字

2008年7月第一版 2008年7月第一次印刷

印数: 1—3,000册 定价: 49.00元

ISBN 978-7-112-09969-6

(16772)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)



本书编委会名单

编委会主任：秦长利

编委会副主任：马海志 于来法

主 编：秦长利

编 委：（按姓氏笔画排序）

于来法	马全明	马尧成	王双龙	王荣权
王镇全	张忠良	张晓沪	李小果	陈乃权
陈大勇	孟志义	林 莉	钟金宁	凌志平
黄 勇	潘国荣			

编写人员分工

- 第1章 秦长利 北京城建勘测设计研究院有限责任公司 教授级高级工程师
- 第2章 于来法 解放军信息工程大学 教授
- 第3章 陈乃权 沈阳市勘察测绘研究院 高级工程师
- 第4章 黄 勇 天津市测绘院 高级工程师
- 第5章 王双龙 深圳市勘察测绘院 高级工程师
- 第6章 钟金宁 南京测绘勘察研究院有限公司 高级工程师
马全明 北京城建勘测设计研究院有限责任公司 教授级高级工程师
凌志平 广州市地下铁道设计研究院 高级工程师
- 第7章 秦长利 北京城建勘测设计研究院有限责任公司 教授级高级工程师
潘国荣 同济大学 教授
陈大勇 北京城建勘测设计研究院有限责任公司 高级工程师
- 第8章 张晓沪 上海岩土工程勘察设计研究院有限公司 教授级高级工程师
- 第9章 秦长利 北京城建勘测设计研究院有限责任公司 教授级高级工程师
马尧成 北京城建勘测设计研究院有限责任公司 高级工程师
- 第10章 马尧成 北京城建勘测设计研究院有限责任公司 高级工程师
- 第11章 王荣权 北京城建勘测设计研究院有限责任公司 高级工程师
秦长利 北京城建勘测设计研究院有限责任公司 教授级高级工程师
- 第12章 李小果 重庆顺捷轨道交通技术有限公司 高级工程师
秦长利 北京城建勘测设计研究院有限责任公司 教授级高级工程师
- 第13章 秦长利 北京城建勘测设计研究院有限责任公司 教授级高级工程师
- 第14章 秦长利 北京城建勘测设计研究院有限责任公司 教授级高级工程师
凌志平 广州市地下铁道设计研究院 高级工程师

前 言

近年来,我国城市轨道交通工程建设蓬勃开展,为其服务的工程测量也得到了长足的发展。为满足城市轨道交通工程测量的需要,配合《城市轨道交通工程测量规范》GB 50308—2008的发布和执行,特编写此书。本书是全国第一本有关城市轨道交通工程测量方面的书籍,作者在书中结合当前国内外工程测量技术发展状况,总结了我国北京、广州、上海等城市轨道交通工程测量的成功经验和科研成果。本书力求理论与实践相结合,内容浅显易懂,操作性强,可供教学、科研和生产单位的测量技术人员参考。

城市轨道交通是城市公共交通的一种形式,它包括地下、地面和高架三种结构形式的轨道工程体系。由于其在建筑物密集、地下管网繁多的城市环境中建设,且多为隧道、桥梁和深基础工程,加之为节约工程造价预留的工程结构等限界裕量小,因此造成结构施工、铺轨、设备安装等工作需要高精度施工测量技术配合与保障,需要监控量测等技术手段进行实时安全监测。工程交付后的运营期间,出于线路维护和改造的要求,沿线新建工程项目的影晌,以及对不良地质条件地区和结构变形未稳定所必须延续进行的测量和监测等工作的需要,仍需长期进行高精度测量工作。与其他工程测量工作比较,城市轨道交通工程测量有其特殊要求和方。本书突出了城市轨道交通工程测量这一特点。

本书涵盖了城市轨道交通工程建设和运营各个阶段所进行的主要测量工作。全书共分十四章,主要内容可以分为线路土建结构施工测量、铺轨测量、变形监测和测量管理四部分。

在本书编写过程中,作者对于来法提供的编写大纲,进行了完善和分工后,提交了初稿,由秦长利进行了初审和补充完善,王荣权、马全明、于来法、潘国荣、马尧成、陈乃权、王双龙、黄勇、钟金宁、凌志平、蔡振来分别对有关章节进行了复审,最后由秦长利进行终审和定稿,王暖堂为本书提供了部分工程实例,在此一并感谢。

由于编者水平有限,难免存在一些不尽如意的地方,谬误和不当之处也在所难免,对书中存在的问题恳请读者批评指正。

目 录

第 1 章 城市轨道交通工程概述	1
1.1 城市轨道交通工程建设概况	1
1.2 城市轨道交通工程设计与施工简介	4
1.3 城市轨道交通工程测量的任务和内容	9
第 2 章 贯通误差与测量精度设计	12
2.1 概述	12
2.2 贯通误差限值及误差分配	12
2.3 平面控制网布设方案与精度设计	17
2.4 高程控制网布设方案与精度设计	19
2.5 横向贯通误差影响值的精度估算	20
第 3 章 地面平面控制测量	24
3.1 概述	24
3.2 一等卫星定位控制网测量	25
3.3 二等精密导线测量	43
3.4 地面平面控制网的检测与处理	48
第 4 章 地面高程控制测量	53
4.1 概述	53
4.2 地面高程控制测量	54
4.3 水准网数据处理与水准网的检测	59
4.4 城市轨道交通工程地面高程控制测量实例	61
4.5 数字水准仪简介	75
第 5 章 专项调查与测绘	82
5.1 地下管线调查与测绘	82
5.2 水域地形测量	104
5.3 房屋拆迁测量	116
第 6 章 地面定线及明挖隧道施工测量	137
6.1 加密控制点测量	137

6.2	地面定线测量	138
6.3	明挖施工测量	144
第7章	联系测量	148
7.1	联系测量基本要求	148
7.2	地面近井点测量	149
7.3	陀螺经纬仪定向测量	151
7.4	联系三角形定向测量	171
7.5	两井定向	174
7.6	导线直接传递测量	176
7.7	投点传递测量	178
7.8	高程传递测量	180
7.9	陀螺经纬仪定向测量实例	183
第8章	地下控制测量	188
8.1	平面控制测量	188
8.2	高程控制测量	193
第9章	暗挖隧道施工测量	195
9.1	盾构掘进隧道施工测量	195
9.2	矿山法掘进隧道施工测量	212
第10章	结构断面测量	226
10.1	线路纵断面测量	226
10.2	结构横断面形式和断面测量特点	227
10.3	横断面测量	230
第11章	铺轨基标测量	236
11.1	铺轨基标简介	236
11.2	铺轨基标测量方法	242
11.3	铺轨基标测量实例	251
第12章	跨座式单轨交通工程测量	260
12.1	单轨交通简介	260
12.2	高架结构施工测量	262
12.3	轨道梁制作与验收测量	265
12.4	轨道梁架设调整测量	270

第 13 章 变形监测	272
13.1 变形监测目的及基本要求	272
13.2 变形监测基本内容和使用的仪器	275
13.3 变形监测控制网测量	277
13.4 变形监测基本方法	281
13.5 变形监测的精度要求和频率	292
13.6 变形监测数据处理与信息反馈	301
13.7 变形监测 GIS 管理系统简介	305
13.8 变形监测实例	309
第 14 章 测量项目管理与质量控制	340
14.1 测量项目管理与质量控制基本要求	340
14.2 城市轨道交通工程施工测量项目管理简介	343
14.3 城市轨道交通工程施工测量监理简介	347
参考文献	351

第1章 城市轨道交通工程概述

1.1 城市轨道交通工程建设概况

1.1.1 世界城市轨道交通概况

城市轨道交通是指在不同形式轨道上运行的大、中运量的城市公共交通工具，是当代城市中地铁、轻轨、单轨、自动导向、磁浮等轨道交通的总称。世界城市轨道交通的发展距今已有140多年历史，早在1863年世界上第一条用蒸汽机车牵引的地下铁道线路在英国伦敦建成通车。列车在地下隧道内运行，隧道里烟雾熏人，但当时的伦敦市民甚至皇亲显贵仍争先乘坐，因为地铁列车的速度毕竟快于拥堵不堪的伦敦地面街道上的公共马车。地下铁道诞生之初就以速度快捷的优势赢得了市民的青睞。

世界第一条地下铁道的诞生，为人口稠密的大都市如何发展公共交通提供了宝贵的经验，特别是到1879年电力驱动机车的研制成功，使地下客运环境和服务条件得到了空前的改善，地铁作为公共交通显示出强大的生命力。从此以后，地下铁道在世界上一些著名的大都市相继得到发展，其中在1863~1899年期间，有英国的伦敦和格拉斯哥、美国的纽约和波士顿、匈牙利的布达佩斯、奥地利的维也纳以及法国的巴黎共5个国家的7座城市率先建成了地下铁道。在进入20世纪的最初24年间（1900~1924年期间），在欧洲和美洲又有9座大城市相继修建了地下铁道，如德国的柏林、汉堡、美国的费城以及西班牙的马德里等。1925~1949年，其间经历了第二次世界大战，各国都着眼于自身的安危，地铁建设处于低潮，但仍有日本的东京、大阪，前苏联的莫斯科等少数城市在此期间修建了地铁。第二次世界大战以后，1950~1974年的24年间，世界上地铁建设蓬勃发展，在此期间，有加拿大的多伦多、蒙特利尔，意大利的罗马、米兰，美国的费城、旧金山，前苏联的列宁格勒、基辅，日本的名古屋、横滨，韩国的汉城（今称首尔）以及中国的北京等约30座城市相继建成了地铁。

近些年，随着城市人口迅速增加，导致车辆增多，给城市带来交通拥挤、环境污染与能源危机等一系列问题。面对世界城市和城市人口不断增加的状况，世界上各大城市都存在“乘车难”和“行路难”的问题，因此发展城市公共交通、缓解交通拥挤是当前世界大城市迫切需要解决的问题。地铁与城市中其他交通形式相比，除了能避免城市地面拥挤和充分利用空间外，还有很多优点：一是运量大，地铁列车的运输能力要比地面公共汽车大7~10倍，是任何城市交通工具所不能比拟的；二是速度快，地铁列车在地下隧道内飞驰掣地行驶，时速可超过100km；三是无污染，地铁列车以电力作为动力，不存在空气污染问题，因此城市轨道交通受到各国政府的青睞。

第二次世界大战结束时,全世界只有 20 座城市建有地铁,现在世界地铁发展令人瞩目。目前世界上已有 40 多个国家和地区的 130 多座城市都建造了地下铁道,累计地铁线路总长度约为 5500km。年客运总量为 250 多亿人次。世界上很多大城市的地下都已构筑起一个上下数层、四通八达的地铁网,有的还在地下设立商业设施和娱乐场所,与地铁一起形成了一个地下城。一些地铁车站建筑构思新颖,气势磅礴,富有艺术特色,乘客进入地铁车站,犹如置身于富丽堂皇的地下宫殿,这些地铁车站以其迷人的魅力吸引着各国旅行者,并成为该地的重要旅游景点。还有很多国家的地铁与地面铁路、高架道路等联合构成高速道路网,解决了城市紧张的交通运输问题。城市轨道交通现代化的发展,已成为城市交通现代化的重要标志之一。

1.1.2 我国城市轨道交通的建设状况

进入 21 世纪以来,我国城市轨道交通建设步入了快速发展的轨道,尤其是北京、上海分别以 2008 年奥运会和 2010 年世博会召开等国际活动为契机,城市轨道交通建设长足发展。广州、深圳、南京、苏州、杭州、天津、大连等城市也以珠江三角洲、长江三角洲、环渤海地区的经济腾飞等为时机,大力发展城市轨道交通建设,其他城市地铁、轻轨等城市轨道交通的建设也日趋活跃。

1.1.2.1 城市轨道交通建设状况

(1) 我国已经建成的城市轨道交通线路

我国城市轨道交通建设经过近几年的快速发展,除港澳台地区外,到 2005 年 9 月,已经有 10 座城市的地铁、城铁、轻轨、高速磁悬浮线、高架轨道交通线、现代有轨电车线等城市轨道交通线路已建成通车,并进行了快速轨道交通运营,总运营里程为 422.5km。这 10 座城市分别是北京、上海、天津、重庆、长春、大连、武汉、南京、广州、深圳,运营里程最长的城市是北京,共 114km。

虽然我国城市轨道交通总体规模较小,但已经体现出了比常规的公共交通更高的运输效率。例如,北京城市轨道交通运营里程占公共交通总运营里程约 1%,其客运量约占公交客运量的 11%;上海城市轨道交通运营里程占公共交通总运营里程约 0.7%,其客运量约占公交客运量的 15%。

城市轨道交通不仅缓解了城市中心区的交通拥挤问题,同时引导了城市空间结构的合理发展。例如北京地铁八通线、13 号线的建设带动了北京市边缘组团的土地开发;广州地铁 3 号线、大连轻轨 3 号线等加强了城市中心区与边缘组团或城镇的联系和发展。

(2) 正在建设的城市轨道交通

自 2004 年起,全国除港澳台地区外,在建的城市轨道交通共计 15 条线路,长约 275km,覆盖北京、上海、天津、广州、深圳、南京、重庆、武汉等八大城市。

(3) 正在筹备建设的城市轨道交通

到目前为止,除港澳台地区外,全国筹备建设(已经立项和申请立项)的城市轨道交通共计 24 条线路,总长度约为 579km。覆盖北京、上海、广州、沈阳、西安、成都、武汉、杭州、长春、南京、昆明、青岛、哈尔滨、鞍山、苏州、厦门等 16 个城市。

从城市轨道交通线网的规划而言,在上述城市中,北京规划总里程长度约 1000km,

为全国之首，预计到2008年，共建成约300km的城市轨道交通；上海规划总里程长度约780km（不计磁悬浮线），预计到2010年，共建成约400km的城市轨道交通；广州规划总里程长度约554km；天津规划234.7km；南京规划263km；重庆规划325km。其他已做了城市轨道交通线网规划的城市，其规划线路长度一般都在100~200km左右。

(4) 有意向建设城市轨道交通的城市

目前，全国还有几乎包括所有省会的20多座城市有意向建设城市轨道交通，除前述诸城市外，还有郑州、合肥、济南、福州、兰州、南宁、石家庄、乌鲁木齐、长沙、宁波、佛山、东莞等十余座城市。据估算，这些城市的第一条城市轨道交通线路总和也约有200km。从全国已建、在建、筹建乃至有意向建设城市轨道交通的状况来看，我国城市轨道交通建设和发展势头迅猛。

1.1.2.2 城际轨道交通的建设方兴未艾

由于城市化进程的加快，城市群、城市带频频出现，城际轨道交通应运而生。实际上这是城市轨道交通的延伸和扩展，如珠江三角洲、长江三角洲、环渤海湾地区等经济的发展，必然对物流、人流提出新的要求，城际区域快速轨道交通的建设也正在兴起。

城际区域快速轨道交通的类型包括高速铁路、地铁、轻轨等形式。珠江三角洲经济区在全国率先完成了城际区域快速轨道交通的发展规划。它以广州为中心，连接周边主要城市，以广深（圳）、广珠（海）经济带为主轴，以广惠（州）、广开（平）、广肇（庆）、广从（化）为发展轴，近期规划轨道线路595km，远期衔接港澳地区，规划线路近900km。列车运行的最高速度分为4个层次：近郊线120km/h，城际线160km/h，城际快线200km/h，直达快速线300km/h。

作为珠江三角洲城际区域快速轨道交通规划的第一条线路的广州—佛山地铁，业已开工建设（全长约33km），广州段由沥窖—芳村，佛山段由芳村—魁奇路，从而揭开了我国城际轨道交通建设的序幕。

1.1.3 我国城市轨道交通发展前景

当前，我国大中城市普遍存在着道路拥挤、车辆堵塞、交通秩序不畅的现象，并成为城市发展的“瓶颈”问题。随着我国城市规模和经济建设飞速的发展，城市化进程在逐步加快，城市人口在急剧增加，大量流动人口涌进城市，人员出行和物资交流频繁，交通需求急剧增长，城市交通供需矛盾日趋紧张。发展以轨道交通为骨干，以常规公交为主体的公共交通体系，为城市居民提供安全、快速、舒适的交通环境，引导城市居民使用公共交通系统是国外大城市解决城市交通问题的成功经验，也是我国大城市解决交通问题的唯一途径。

世界各国轨道交通的发展说明，轨道交通的发展无不和与之发展相配套的技术经济政策密切相关。我国城市轨道交通现已进入快速发展阶段，在把握机遇、快速发展的同时，更应重视政策的指导作用。从新世纪开始，国家首次把“发展城市轨道交通”列入国民经济“十五”计划发展纲要，并作为拉动国民经济特别是大城市经济持续发展的重大战略。轨道交通发展开始强调与城市环境的协调统一。北京、上海、广州三大城市轨道交通建设和运营实践证明了解决大城市交通拥堵、提高环境质量、调整城市区域结构和产业布局以及拉动城市社会经济持续发展和合理布局的突出作用。城市轨道交通的

发展解决了远距离上下班空间距离与时间的矛盾,并提高了居民的生活质量,促进了城市合理布局的形成。

这一时期,国家不仅开始注重轨道交通的发展建设,加大了对轨道交通的建设投入,同时其相关政策也在逐步完善,制定了轨道交通的发展政策、建设规划政策、产业性及标准性政策等。主要内容为:“大力发展公共交通,目前以公共汽车、无轨电车为主,发展出租汽车。特大城市应逐步发展快速有轨电车、高架和地下铁道,吸引更多居民使用公共交通”。

伴随着我国社会经济的不断发展和进步,不同类型的轨道交通也进入了并行发展时期,呈现出多元化发展趋势,并开始注重轨道交通与城市环境的协调发展。据有关部门预测,未来10年新建各种类型的轨道交通将达到1000km左右,全国投资总规模将达几千亿元,我国城市轨道交通进入了快速发展时期。

1.2 城市轨道交通工程设计与施工简介

1.2.1 城市轨道交通工程路网规划与设计

现代化城市必须有现代化交通与之适应。城市交通是个多学科的系统工程,涉及到人、车、路与环境以及它们的相互作用与影响。要解决好城市交通问题必须统一规划、综合治理、分期建设。城市交通规划是城市规划的重要组成部分,它是根据城市发展总体规划,经过交通调查而编制的城市综合交通规划,对于大城市和特大城市还应编制城市轨道交通路网规划。城市轨道交通运量大、速度快、安全可靠、准点舒适,是服务于客运的公共交通系统,它位于地下、高架和地面,是在不同形式轨道上运行的大、中运量城市公共交通工具。城市轨道交通路网规划包括当代城市中地铁、轻轨、单轨、自动导向、磁浮和市郊客运铁路等轨道交通。

1.2.1.1 路网规划设计

(1) 路网规划设计主要原则

城市轨道交通路网规划设计原则主要包括以下内容:

- 1) 路网中的规划线路走向应与城市交通主客流一致;
- 2) 路网规划要与城市发展总体规划紧密结合,留有发展余地;
- 3) 规划线路尽量沿城市主干道布设;
- 4) 路网中的线路布设要均匀,线网密度适当、换乘方便、换乘次数少;
- 5) 路网要与城市公共交通衔接配合好,充分发挥各自优势;
- 6) 路网中的各条规划线路客运负荷量要均匀;
- 7) 选择线路走向时应考虑沿线地面建筑情况,要注意保护文物古迹和环境;
- 8) 确定路网规划中线路建设程序时应保证工程技术和经济的合理性。

(2) 路网规划设计主要内容

城市轨道交通路网规划设计主要包括以下内容:

- 1) 网线规划,选定线路走向,确定路网基本结构形式和路网规模;
- 2) 车站分布规划,确定车站位置,对车站进行分类(按使用功能车站分为一般站、

换乘站、折返站和尽端站)；

- 3) 各条线路的联络线规划；
- 4) 线路埋设方式规划，确定线路中地下、地面和高架线的位置和长度；
- 5) 车辆段与其他基地规划；
- 6) 网线建设顺序。

1.2.1.2 线路设计

城市轨道交通线路设计包括限界设计、线路设计和轨道结构设计。

(1) 限界设计

沿轨道运行的高速地铁列车需要在特定的空间运行，根据各种参数和特性计算出的满足其运行的空间尺寸，即限定车辆运行及轨道周围构筑物超越的轮廓线称为限界。列车运行所经过的隧道和桥梁空间都是根据限界确定的，通过限界设计可确定一个既能保证列车运行安全，又不增大桥隧空间的经济、合理的断面。限界分车辆限界、设备限界和建筑限界三种，是工程建设、管线和设备安装位置等必须遵守的依据。各种限界坐标值是依据限界坐标系给定的，限界坐标系和各种限界定义如下：

1) 限界坐标系：限界坐标系为二维直角坐标，其中 Y 轴为纵轴，它是车辆横断面垂直中心线（或平直轨道横断面垂直中心线，两垂直中心线是重合的），平直轨道顶连线为横轴 X ，两轴交点为坐标原点。

2) 车辆限界：车辆限界是车辆在直线地段正常运行状态下的最大动态包络线。它是根据车辆轮廓尺寸和技术参数，考虑其静态和动态情况下所能达到的横向和竖向偏移量，按可能产生的最不利情况组合计算确定。

3) 设备限界：设备限界是车辆在运行途中发生故障状态时的动态包络线，用以限制安装设备不得侵入的一条控制线。

4) 建筑限界：建筑限界是在设备限界基础上，考虑了设备和管线安装尺寸后的最小有效断面。建筑限界中不包括测量误差、施工误差、结构沉降、位移变形等因素。

各种限界之间关系见不同形式隧道断面图（图 1.2-1 ~ 图 1.2-3）。

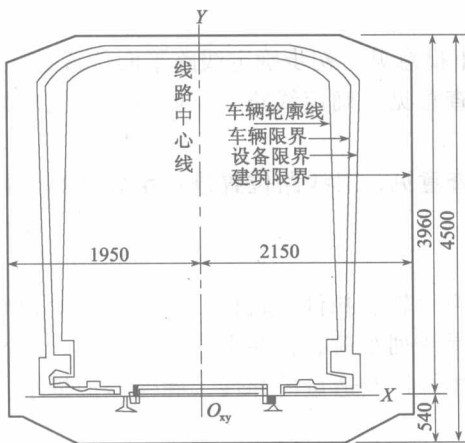


图 1.2-1 矩形隧道各种限界之间关系

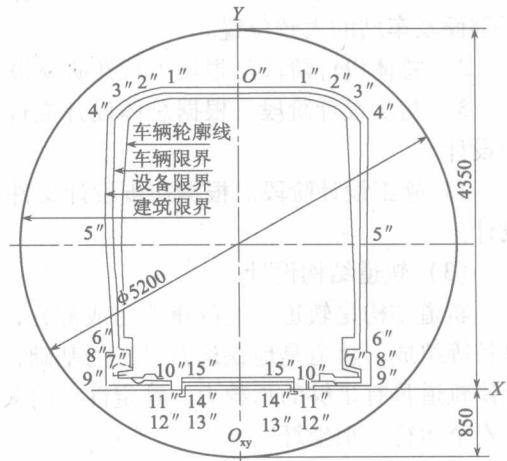


图 1.2-2 圆形隧道各种限界之间关系

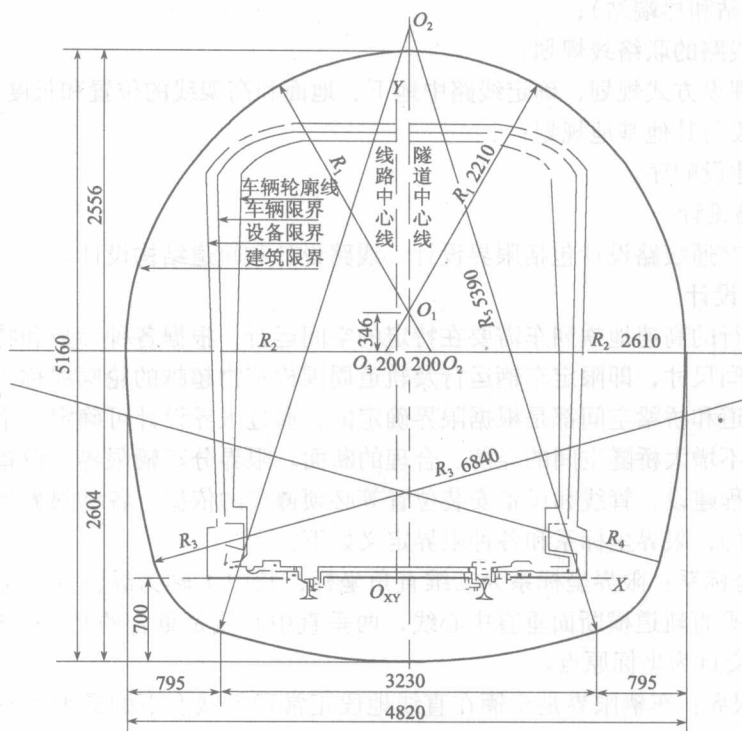


图 1.2-3 马蹄形隧道各种限界之间关系

(2) 线路设计

线路设计的任务是在规划的基础上确定线路在城市三维空间的准确位置，并分为四个设计阶段：可行性研究阶段、总体设计阶段、初步设计阶段和施工设计阶段。线路设计的内容包括线路选线、线路平面设计、线路纵剖面设计。

1) 可行性研究阶段。通过线路多方案比选提出设计指导思想、主要技术标准、线路平剖面及车站的大致位置。

2) 总体设计阶段。根据可行性研究报告及审批意见，初步确定线路平面位置和标高。

3) 初步设计阶段。根据总体设计文件及审查意见，确定线路、车站位置，完成纵剖面设计。

4) 施工设计阶段。根据初步设计文件及审查意见，对线路位置进行精确计算和详细设计。

(3) 轨道结构设计

轨道结构是轨道交通的重要组成部分，一般由钢轨、扣件、轨枕、道床、道岔和附属设备等组成。轨道是地铁运营设备的基础，直接承受列车荷载，并引导列车运行。通过设计使轨道具有足够的承载力、稳定性、耐久性、绝缘性及适量的弹性，确保护量小、列车安全运行、乘坐舒适。

1.2.2 城市轨道交通建筑与结构形式

1.2.2.1 城市轨道交通建筑

城市轨道交通是规模庞大的交通公共建筑,按照其功能、使用要求和设置位置划分成车站、区间和车辆段三部分,其形式见图 1.2-4 和图 1.2-5。

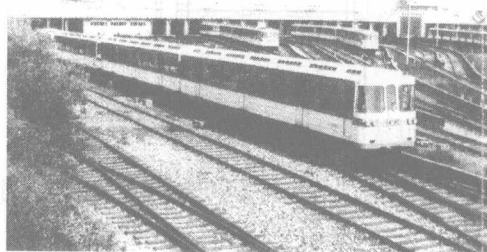


图 1.2-4 区间和车辆段



图 1.2-5 车站

1.2.2.2 城市轨道交通隧道结构形式

城市轨道交通区间隧道衬砌结构与构造取决于隧道的用途、沿线地形地物、水文地质、工程地质条件、施工方法、环境要求、维修管理、工期要求和投资高低等因素。一般结构形式有矩形、圆形、马蹄形或上顶拱形断面等,部分断面形式见图 1.2-1 ~ 图 1.2-3。

1.2.3 城市轨道交通施工主要方法

城市轨道交通施工测量方法取决于施工方法,了解和掌握城市轨道交通施工方法对于做好施工测量工作非常重要。施工方法的确定,一方面受沿线工程地质和水文地质条件、环境条件(地面和地下地物的现状、交通状况等)、轨道交通的功能要求、线路平面位置、隧道埋深及开挖宽度等多种因素的制约;另一方面也会对施工期间的地面交通和城市居民的正常生活、工期、工程的难易程度、城市规划的实施、地下空间的开发利用和运营效果等产生直接影响。因此,城市轨道交通施工方法的确定,必须因地制宜、统筹兼顾,考虑众多因素的影响。施工方法一旦确定对结构形式、工程造价和施工测量方案有决定性影响。纵观我国城市轨道交通建设情况,主要采用了以下几种施工方法。

1.2.3.1 明挖法

明挖法包括敞口明挖法、基坑设置支护结构的明挖法和盖挖法。

(1) 敞口明挖法。在地面建筑物稀少、交通不繁忙、施工场地较大、结构物埋深较浅的地段及城市轨道交通干线出入地面的区段采用敞口明挖法,见图 1.2-6。

(2) 基坑设置支护结构的明挖法。在施工场地较小、土质自立性差、地下水丰富、建筑物密集、埋深大时采用明挖法时基坑要加设支护结构,见图 1.2-7。

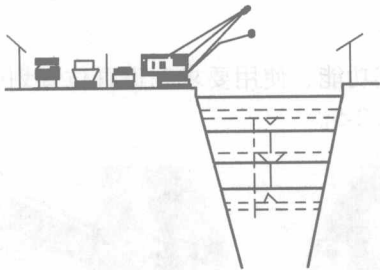


图 1.2-6 敞口明挖法示意图

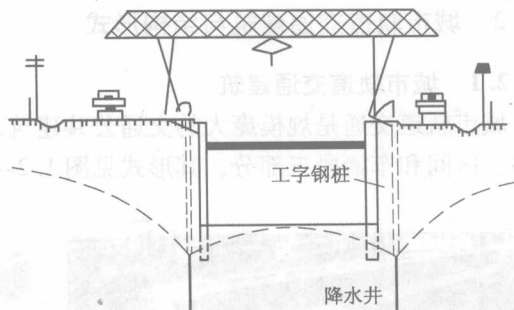


图 1.2-7 基坑设置支护结构的明挖法示意图

(3) 盖挖法。城市轨道交通线路在城市道路下面通过，当允许短期封闭地面交通时，可采用盖挖法施工。即在短期封闭地面交通期间，进行连续墙和钻孔灌注桩作业，开挖和修筑结构顶板，随即回填，恢复地面交通，然后转入地下作业，开挖基坑，修筑楼板和底板，利用隧道两侧的出入口和通风道出土、进料，见图 1.2-8。

1.2.3.2 盾构法

在城市轨道交通线路穿越古河道地段，围岩结构松散、饱水、呈流塑或软塑状态，工程地质条件较差的地段，采用盾构机施工。盾构机是在钢壳体保护下掘进隧道的一种设备，它由刀盘、刀具旋转切削地层，采用螺旋输送机或泥水管道运送渣土，在壳体内拼装预制管片，依靠液压千斤顶推进，形成掘进隧道的机电一体化高科技设备，见图 1.2-9。

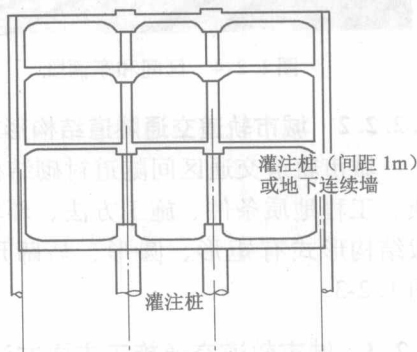


图 1.2-8 盖挖法示意图

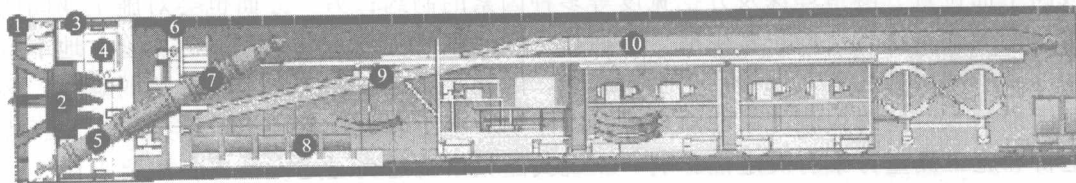


图 1.2-9 盾构法示意图

- 1—刀盘；2—刀盘驱动装置；3—推进油缸；4—压缩空气间；
5—螺旋输送机；6—管片拼装器；7—出土口；8—管片；9—管片起重机；10—传动机

1.2.3.3 新奥法及浅埋暗挖法

城市轨道交通线路穿越基岩地段时，围岩具有一定的自稳能力，一般采用新奥法施工，即以喷射混凝土和锚杆作为主要支护手段，同时发挥围岩的自身承载作用，使其和支护结构成为一个完整的隧道支护体系。新奥法是目前较为广泛采用的一种方法，该方案施工机具简单，施工技术灵活，并可采用信息设计，即根据施工监测的数据随时调整原设计，使设计更趋合理。