

21

世纪高等职业技术教育规划教材

城市轨道交通类

城市轨道交通 运输设备的运用

主 编 | 费安萍

副主编 | 周世爽 吴静

CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG YUNSHU SHEBEI DE YUNYONG



西南交通大学出版社



21 世纪高等职业技术教育规划教材——城市轨道交通类

城市轨道交通运输设备的运用

主 编 费安萍

副主编 周世爽 吴 静

西南交通大学出版社

• 成 都 •

图书在版编目 (C I P) 数据

城市轨道交通设备的运用 / 费安萍主编. — 成都:
西南交通大学出版社, 2008.8

21 世纪高等职业技术教育规划教材. 城市轨道交通类
ISBN 978-7-5643-0010-4

I. 城… II. 费… III. ①城市铁路—信号设备—高等学
校: 技术学校—教材②城市铁路—机电设备—高等学校:
技术学校—教材 IV. U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 129377 号

21 世纪高等职业技术教育规划教材 —— 城市轨道交通类

城市轨道交通设备的运用

主编 费安萍

*

责任编辑 刘娉婷

封面设计 本格设计

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

四川锦祝印务有限公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm × 230 mm 印张: 15.125

字数: 313 千字 印数: 1—3 000 册

2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-0010-4

定价: 25.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

本教材的编写基于两个方面。

一方面是随着世界城市化进程的逐渐加快,城市交通拥堵问题和环境污染问题越来越严重。大力发展城市公共交通,尤其是在人口 100 万以上的大城市建设大容量、高速度、低污染的城市轨道交通是解决城市交通问题的唯一途径。城市公共交通系统包括城市轨道交通(含地铁、轻轨等)、公共汽车、出租车等,其中城市轨道交通是城市公共交通系统的骨架和脉络。目前我国城市轨道交通进入了历史性的快速发展时期,届时需要大量的城市轨道交通专业技术人才。

另一方面,2006 年 11 月高等职业技术教育的标志性文件——教高 2003【16 号】文明确指出高职教育是高等教育的一个类型,首次将高职教育定位于与普通高等教育同等地位的一级学科。作为教育的一种类型,必然有着不同于普通教育而富含职业教育根本属性的类型特征,其中包括基于多元智能的人才观、基于能力本位的教育观、基于工作过程的课程观、基于行动导向的教学观、基于学习情境的建设观等,这些职业教育根本属性的类型特征构成了职业教育学的基本内涵。因此高职教育在中国正面临着历史性的发展机遇,同时也面临着必须进行的颠覆式的改革。其中首先是教材的改革,在课程内容的选择及课程内容的排序方面,实现工作过程导向的课程开发。国内面向高等职业院校学生的城市轨道交通系列教材比较稀缺,因此,西南交通大学出版社负责组织编写了这一套丛书,以满足我国城市轨道交通发展的人才需要。本教材是基于轨道交通车站站务系列岗位的工作任务进行编写的,知识的总量没变,但知识排序的方式发生了根本性变化,是城市轨道交通高职领域在任务式编写体例方面的开拓性尝试。

本教材的编写思路来源于广州铁路职业技术学院与广州地铁 1995 级运输大专班、深圳地铁 2004 届、广州地铁 2007 届和 2008 届站务订单班的人才培养方案,城市轨道交通车站值班员和站务员的部分考核大纲的应知应会等内容,因此本书也是校企合作的成果之一。

非常感谢深圳地铁运营公司调度票务部部长周世爽高级工程师参加项目九的编写,并担任本书副主编;南京铁路职业技术学院信号专家林瑜筠副教授参加项目六的编写,

本书其余编者均为广州铁路职业技术学院运输专业教师。同时广州地铁设院副院长欧阳长城先生对本书的编写提出了中肯的修改意见,在此表示衷心感谢!

由于是任务式编写体例教材的首次尝试,同时因时间关系及水平有限,书中疏漏和错误之处敬请读者反馈,以便今后修订和完善。书中参考引用了国内外有关从事城市轨道交通研究的专家、学者的著作和论文,在书末列出了主要参考文献目录,在此向他们表示衷心的感谢。

全书共分十个项目,分别为线路、车站、车辆、供电设备、信号设备、联锁设备、闭塞设备、通信设备、车站自动售检票设备和车站机电设备。该书的编写分工如下:项目一(张治文)、项目二(张治文)、项目三(费安萍)、项目四(吴静)、项目五(沈俊娜)、项目六(费安萍、林瑜筠)、项目七(沈俊娜)、项目八(费安萍)、项目九(朱宛平、周世爽)、项目十(吴静、姬秀春)。

作 者

2008年6月于广州

目 录

项目一 轨道交通线路	(1)
工作任务 1 画出轨道交通(地面)线路横断面示意图	(1)
工作任务 2 用线路中心线表示法画出 9 号普通左开单开道岔示意图	(18)
项目二 城市轨道交通车站	(26)
工作任务 1 画出地铁站台发生火灾时旅客紧急疏散路线图	(26)
工作任务 2 绘制站厅层、站台层平面示意图,在图上标出各功能分区、 主要设施和客流流向	(38)
项目三 车辆	(62)
工作任务 1 紧急情况下,利用紧急开门手柄打开车门逃生	(62)
工作任务 2 紧急情况下,打开司机室紧急疏散门疏散乘客	(66)
项目四 供电设备的运用	(75)
工作任务 1 绘制城市轨道交通系统集中供电示意图	(75)
工作任务 2 绘制城市轨道交通牵引供电系统示意图	(78)
项目五 信号	(82)
工作任务 1 站务员停车(紧急停车)手信号接发列车	(82)
项目六 联锁设备的使用	(95)
工作任务 1 在 6502 电气集中联锁控制台上为一进站停车的列车 办理接车进路及其发车进路	(95)
工作任务 2 在 6502 电气集中联锁控制台上为一下行通过列车办理 通过列车进路	(122)
工作任务 3 在 6502 电气集中联锁控制台上排列 D ₆ 至 II G 的调车进路	(122)
工作任务 4 在 6502 电气集中联锁控制台上将某一道岔单独操作 至定位并锁闭	(125)
工作任务 5 在 6502 电气集中联锁控制台上取消一条刚建立的 东郊方向列车进Ⅲ道的接车进路,变更为 5 道接车	(127)
工作任务 6 为一进站列车开放 X 引导信号	(133)

工作任务 7	在计算机联锁工作站排列一条基本进路,并取消	(136)
工作任务 8	在城市轨道交通计算机联锁工作站上单独锁闭一组道岔, 并对道岔区段设置限速 45 km/h	(150)
项目七 闭塞设备		(162)
工作任务 1	为 A301 次办理半自动闭塞	(162)
工作任务 2	A 站与 B 站间电话办理 A302 次闭塞	(175)
项目八 通信设备		(182)
工作任务 1	使用指定通信设备对乘客进行客运广播	(182)
项目九 车站自动售检票设备		(188)
工作任务 1	判断闸机的状态,并进行更换票箱操作	(188)
工作任务 2	使用自动售票机购买单程票、补充硬币、补充单程票、取出钱箱	(191)
工作任务 3	使用半自动售票机(BOM)进行车票分析、无效更新、退款等操作 ...	(196)
项目十 车站机电设备		(201)
工作任务 1	车站各种消防设备的运用	(201)
工作任务 2	模拟地下车站发生火灾时组织乘客疏散	(208)
工作任务 3	自动扶梯的开启与关闭	(209)
工作任务 4	紧急停止自动扶梯的操作	(213)
工作任务 5	对屏蔽门进行站台级控制	(216)
工作任务 6	手动操作屏蔽门	(219)
工作任务 7	运用 LCP 盘对一上行列车进行紧急停车及恢复操作	(222)
工作任务 8	运用 LCP 盘将一下行列车扣在车站,然后放行	(223)
工作任务 9	使用站台紧急停车按钮让列车紧急停车	(224)
工作任务 10	绘制地铁防灾应急预案示意图	(225)
参考文献		(235)

项目一 轨道交通线路

工作任务 1 画出轨道交通（地面）线路横断面示意图

【看一看】

轨道交通线路如图 1.1 所示。

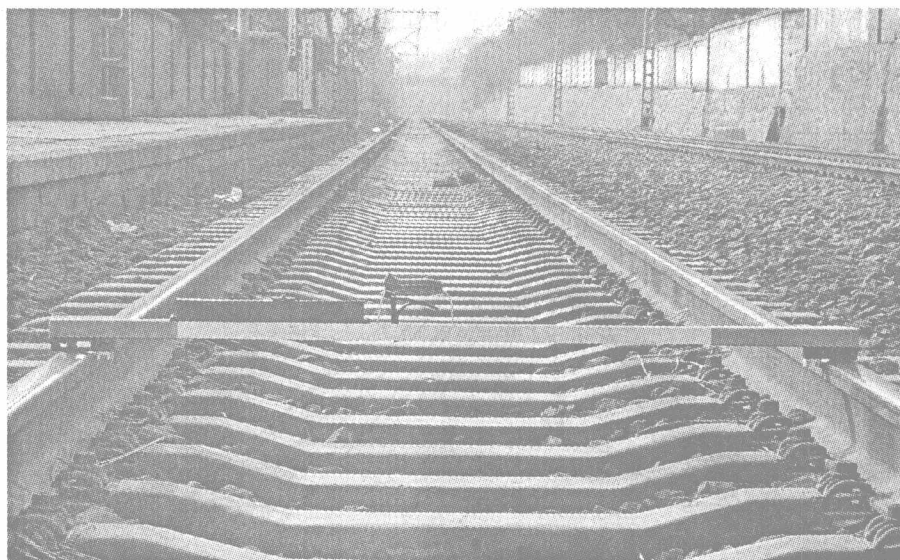


图 1.1 轨道交通线路

【想一想】

轨道交通线路由哪几个主要部分组成？轨距如何测量？

【任务分析】

轨道交通线路是完成城市旅客运输的主要设备，是机车车辆和列车运行的基础。线路状态的完整与否，车站各项设备的布局 and 运用是否合理，对轨道交通运营组织和完成城市客运任务具有决定性的影响。

某城市的甲乙两地要修建一条地铁或轻轨线路，能否将该线路设计为甲乙两地之间的一条直线？事实证明，线路由于受地形、地物和客流等因素的影响，不可能全线设计为直线，必要时必须转弯，因此产生了曲线。曲线的存在将影响行车的平稳与安全。相似地，某城市的甲乙两地要修建一条地铁或轻轨线路，如果将该线路设计为甲乙两地之间的一条平坡，显然也是行不通的。事实证明，线路由于受地质条件与技术条件和各种建筑物等的影响，不可能全线设计为平坡，因此线路存在上下坡，列车在有坡道线路上运营显然要比在平道上不利。轨道交通运营管理相关人员必须掌握线路的组成、作用和相关要素的计算及线路状况与行车速度的关系等。

本任务主要学习轨道交通线路的基本知识，包括轨道交通线路分类、组成、选线方法、线路的平面和纵断面及线路标志与限界等知识。

【相关知识】

一、轨道交通线路

轨道交通线路简称线路，是由路基和轨道组成的一个整体工程结构，如图 1.2 所示。

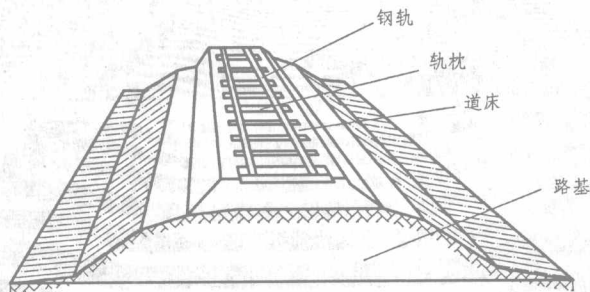


图 1.2 线路的组成

路基是轨道的基础，也叫做下部建筑，是轨道交通运输的基础。为了使列车能按规定的最高速度，安全、平稳和不间断地运行，线路各部件必须经常保持完好状态，以确保能够质量良好地完成旅客运输任务。

垂直线路中心线的路基横截面，称为路基横断面。路基的形式共有 6 种：路堤式、路堑式、半路堤式、半路堑式、不填不挖式、半堤半堑式。常见的路基为路堤（见图 1.3）和路堑。

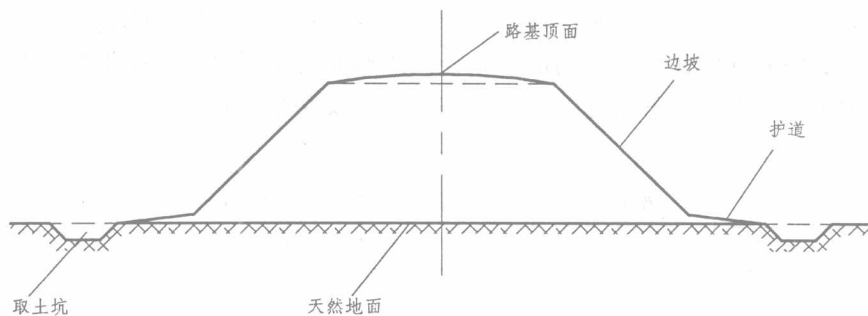


图 1.3 直线地段一般黏性土路堤

二、线路的平面

线路在空间的位置是用它的中心线来表示的。线路中心线是指距外轨半个轨距的铅垂线与两路肩边缘水平连线交点的纵向连线。线路中心线在水平面上的投影，叫做线路的平面，它表明线路的曲、直变化状态和走向。

线路的平面由直线、圆曲线以及连接直线与圆曲线的缓和曲线组成。

1. 曲线

线路在转向处所设的曲线为圆曲线，其基本组成要素有：曲线半径 R 、曲线转角 α 、曲线长 L 、切线长度 T ，如图 1.4 所示。

在线路设计时，一般是先设计出 α 和 R ，再按下式计算出 T 及 L ：

$$T = R \cdot \tan \frac{\alpha}{2} \quad (\text{m})$$

$$L = \frac{\pi}{180} \cdot R \cdot \alpha \quad (\text{m})$$

曲线半径愈大，行车速度愈高，但工程量愈大，工程费用愈高。

小半径曲线地段需要适当限速运行，当列车通过曲线时，为了提高运营安全性与乘车旅客的舒适性，在圆曲线地段应根据曲线半径和实测行车速度，在曲线外股钢轨合理设置超高 H ：

$$H = 11.8 v^2 / R \quad (\text{mm})$$

式中， v 为列车运行平均速度，曲线超高一经设定则不能任意调整，《地下铁道设计规范》规定地铁最大超高为 120 mm。

线路直线与圆曲线往往不是直接相连的，中间要加一段缓和曲线。地铁或轻轨曲线半径宜从大到小选择，最大不超过 3 000 m。当曲线半径小于 400 m 时，轮轨磨损大、噪

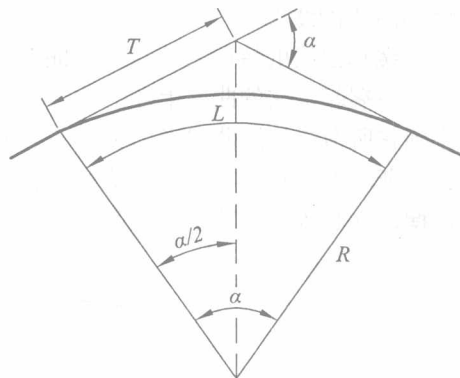


图 1.4 圆曲线要素

声大,应尽量少用。为了使列车按规定速度安全平稳运行,需要根据行车速度、车辆轮对有关尺寸等因素规定线路曲线的最小半径。线路曲线半径最小值是地铁主要技术标准之一,根据国家标准《地下铁道设计规范》规定,线路平面最小曲线半径应符合表 1.1 的规定。

表 1.1 地铁或轻轨线路平面最小曲线半径

线 路		一般情况/m		困难情况/m	
正线/ (km/h)	$v \leq 80$	350	300	300	250
	$80 < v \leq 100$	550	500	450	400
联络线、出入线		250	200	150	
车场线		150	110	110	

注:除同心圆曲线外,曲线半径应以 10 m 的倍数取值。

2. 缓和曲线

为保证列车安全,使线路平顺地由直线过渡到圆曲线或由圆曲线过渡到直线,以避免离心力的突然产生和消除,常需要在直线与圆曲线之间设置一个曲率半径变化的曲线,这个曲线称为缓和曲线。图 1.5 所示为设有缓和曲线的线路。

缓和曲线的特征为:从缓和曲线所衔接的直线一端起,它的曲率半径 ρ 由无穷大逐渐减小到它所衔接的圆曲线半径 R 。它可以使离心力逐渐增加或减小,不致造成列车强烈的横向摇摆,这对改善运营条件、保证行车安全和平顺都有很大的作用,如图 1.6 所示。

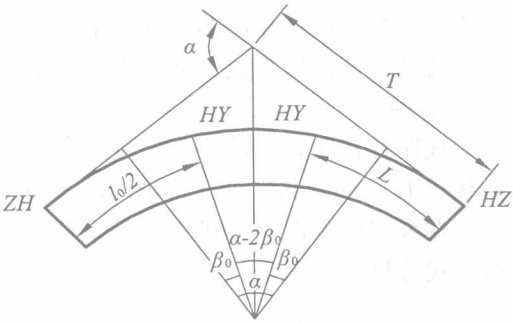


图 1.5 线路曲线

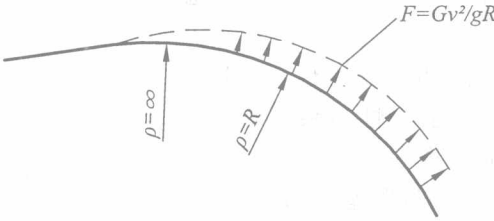


图 1.6 离心力变化示意图

《地下铁道设计规范》规定缓和曲线长度为 20 ~ 75 m, 即不短于一节车辆全轴距长。

3. 夹直线

两相邻曲线转向相同,称为同向曲线;转向相反,称为反向曲线。两条相邻曲线间

应设置一定长度的直线，以保证列车运行的平稳。车辆运行在同向曲线上，因相邻曲线半径不同，超高高度不同，车体内倾斜度不同；车辆运行在反向曲线上，因两曲线超高方向不同，车体时而向左倾斜，时而向右倾斜。这两种情况都会造成车体摇晃振动，为了保证运营安全，提供平稳的行车条件，线路不宜连续设置多个曲线，并在曲线之间必须保证足够长度的夹直线。

《地下铁道设计规范》规定：在正线与辅助线上夹直线长度不应小于 20 m，在车场线上夹直线长度不应小于 3 m。

三、线路的纵断面

线路中心线展直后在铅垂面上的投影，叫线路的纵断面，它表明线路的坡度变化。线路纵断面由平道、坡道及设于变坡点处的竖曲线组成。

1. 坡道的坡度

坡度是一段坡道两端点的高差 h 与水平距离 L 之比，用 $i ‰$ 表示（见图 1.7）：

$$i ‰ = 1000 \frac{h}{L} = 1000 \tan \alpha$$

式中 i —— 坡度值；

α —— 坡道段线路中心线与水平线夹角。

线路根据地形的变化，有上坡、下坡和平道。上、下坡是按列车运行方向来区分的，通常用“+”号表示上坡，用“-”号表示下坡，平道用“0”表示。例如，+4 ‰ 是表示线路每 1 000 m 的水平距离升高 4 m；-4 ‰ 则表示线路每 1 000 m 的水平距离降低 4 m。

线路纵断面上坡度的变化点，叫变坡点。相邻变坡点间的距离，叫坡段长度。地铁或轻轨线路纵坡长度不小于远期列车长度，还应满足两相邻竖曲线间的夹直线坡段长度不小于 50 m。

地铁线路尽可能采用较平缓的坡度。一条线路最大坡度的确定，必须考虑各类车辆在最大坡道上停车时的启动与防溜，同时考虑必要的安全系数。

最大坡度也是地铁主要技术标准之一，《地下铁道设计规范》规定：正线的最大坡度宜采用 30 ‰，困难地段可采用 35 ‰，辅助线的最大坡度宜采用 40 ‰。

地铁隧道线路考虑排水需要，正线最小坡度不宜小于 3 ‰，困难地段在确保排水的条件下，可采用小于 3 ‰ 的坡度。车站站台线路由于停车及站台面平缓要求宜设置在 3 ‰ 的坡道上，困难条件下可设置在 2 ‰ 或不大于 5 ‰ 的坡道上，但是要确保排水坡度不小于 3 ‰，以利于排水畅通。隧道内的折返线与存车线，应布置在面向车挡的下坡道上，其坡

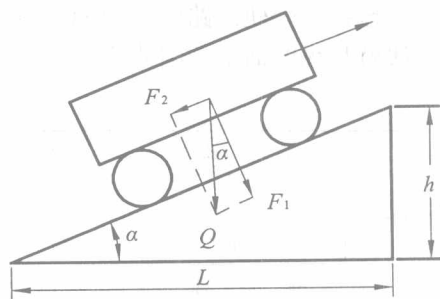


图 1.7 坡道坡度及坡道附加阻力示意图

度宜为 2‰。

地面及高架桥上的车站站台线路不受排水影响宜设在平坡上，车场线可设在不大于 1.5‰的坡道上。

2. 竖曲线

车辆经过变坡点时，将产生振动和竖向加速度，引起旅客不舒适，同时由于坡度变化，车钩会产生一种附加应力。车辆经过凸凹地点时，相邻车辆处在不同坡道上，易产生车钩上下错移。为保证列车运行平稳，防止脱钩、断钩，应在相邻坡段间用一圆顺曲线连接，使列车顺利地由一个坡段过渡到另一个坡段，这个纵断面上变坡点处所设的曲线，叫做竖曲线，如图 1.8 所示。

由图 1.8 可知，竖曲线切线长 T_s 为：

$$T_s = R \cdot \tan \frac{\alpha}{2} = \frac{1}{2000} R \cdot \Delta i \quad (\text{m})$$

式中， Δ 为相邻坡段坡度代数差的绝对值。

竖曲线曲线长 L_s ： $L_s \approx 2T_s$ (m)。

地铁或轻轨线路中，两相邻坡段的坡度代数差等于或大于 2‰时，应设竖曲线。竖曲线就是纵断面上的圆曲线，竖曲线的曲线半径采用见表 1.2。

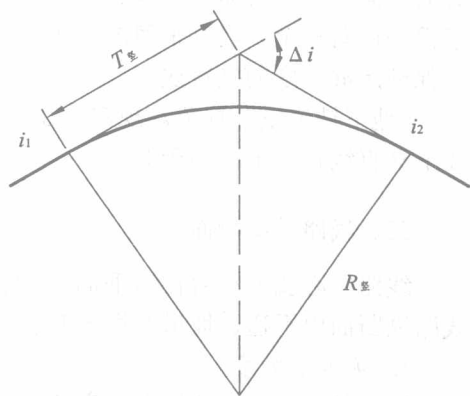


图 1.8 竖曲线

表 1.2 竖曲线半径

线 路		一般情况/m	困难情况/m
正线	区 间	5 000	3 000
	车站端部	3 000	2 000
辅 助 线		2 000	
车 场 线		2000	

《地下铁道设计规范》还规定：车站站台和道岔范围不得设置竖曲线，竖曲线离开道岔端部的距离不应小于 5 m。

四、轨道

(一) 轨道的组成及各部分的作用

轨道是由钢轨、轨枕、连接零件、道床、道岔和其他附属设备等不同力学性质的材料组成的构筑物。现代的轨道通常用两根专门轧制的工字形截面的钢轨固定在轨枕上而形成。轨道是一个整体性工程结构，经常处于列车运行的动力作用下，其作用为直接承

受车轮传来的巨大压力，并把它传给路基及桥隧建筑物，起着机车车辆运行的导向作用。轨枕一般横向铺设，用木材、钢筋混凝土或钢材制成，通过道床将荷载传递到路基上去。

1. 钢轨

钢轨由轨头、轨腰和轨底三部分组成，钢轨断面形式如图 1.9 所示。钢轨的功用是支承和引导机车车辆的车轮运行，把车轮传来的压力传给轨枕，并为车轮滚动提供阻力最小的表面。钢轨还有为供电、信号电路提供回路的作用。

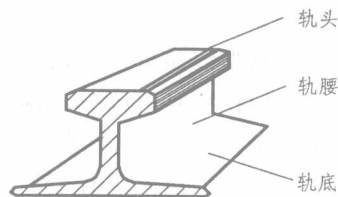


图 1.9 钢轨断面图

《地下铁道设计规范》要求：地铁正线与辅助线应采用 50 kg/m 及以上的钢轨，车场线应采用 43 kg/m 的钢轨。钢轨应采用 25 m、12.5 m 标准轨以及标准缩短轨，接头应采用对接，在曲线内股应采用现行标准的缩短轨，当采用缩短轨接头对接有困难时可采用错接，但其错开距离不应小于 3 m。

地铁正线地段与半径为 250 m 及以上的曲线地段，应铺设无缝线路。无缝线路是将 25 m 轨端无螺栓孔的钢轨焊接成 1 km 及以上长的轨条铺设在轨枕上，接缝大大减少，因此消灭了列车通过接头区的冲击力，从而减小了振动与噪音。由于在 1 km 长的钢轨内不存在轨缝，当温度升高或降低时钢轨内部就产生了巨大的温度压力或拉力，这是无缝线路的一个显著特点。隧道内温度变化幅度较小，铺设无缝线路十分有利，如在地面线路铺设无缝线路则需要加强养护与监控，并适时进行应力放散工作，以防止线路胀轨跑道。

普通线路是将标准钢轨用夹板连接铺设在轨枕上，钢轨接头处留有轨缝，温度升降时钢轨能自由伸缩。

正线与辅助线上钢轨应设轨底坡，其坡度为 1/40，但在道岔与道岔间不足 25 m 的直线段不应设轨底坡。

对运营线路中的钢轨必须进行定期与不定期探伤与检查，根据国家相关技术标准进行钢轨伤损的标示与跟踪，在高架桥与隧道内钢轨伤损达到轻伤则应及时更换，在普通线路（道岔）以及无缝线路缓冲区中的重伤和折断钢轨应立即更换。

2. 轨枕

轨枕直接支承钢轨，并通过扣件与钢轨牢固相连接。

地面线路采用国家标准轨枕铺设，隧道等采用钢筋混凝土短轨枕式混凝土整体道床时，短轨枕宜在工厂预制，混凝土强度等级宜采用 C50，底部宜伸出钢筋以加强与混凝土整体道床的连接。采用连续支承混凝土整体道床时，应采用整体灌注式。

每公里铺设轨枕的标准按照《地下铁道设计规范》规定要求进行铺设。

3. 道床

道床的作用是支承轨枕，把从轨枕传来的压力均匀传给路基，它还有缓冲车轮对钢

轨的冲击、固定轨枕的作用。它在地面线还能起到排除轨道中雨水的作用。

地铁隧道普遍采用整体式道床,无需补充石碴或更换轨枕,而且整体性强、稳定性好、轨道几何尺寸易于保持、养护维修工作量减少,但是不足的是工程造价高,施工难度大,一旦形成无法纠偏,出现病害难以整治,且道床弹性差。

高架线路可采用新型轨下基础,地面线路宜采用碎石道碴以降低投资。

地铁线路道床纵向排水坡度可与线路坡度一致,但不宜设置为平坡,道床面还应有不小于 3% 的横向排水坡。

地铁隧道内混凝土整体道床与地面碎石道床相连时,衔接处应设置弹性过渡段。

碎石道床按国家现行有关规范的规定设置防爬装置。

隧道内的轨道结构可分有碴(有碎石道床)和无碴(无碎石道床)两种。

(1) 有碴道床同土路基上道床一样,施工简单,防噪声性能好,但需要增加隧道的开挖量,而且维修工作量较大,一般城市轨道交通中不采用。

(2) 无碴道床最为普遍的是混凝土整体式道床,这种结构利用扣件把钢轨和混凝土基础直接连接在一起。

整体式道床采用就地连续灌注混凝土基床或纵向承轨台,简称 PACT 型轨道。这种形式结构简单,减振性能较好,但施工较为复杂。此外也可以把预制好的混凝土枕与混凝土道床浇筑成一个整体,或者采用预制的钢筋混凝土支承块与混凝土道床浇筑成一体,这被我国铁路隧道广为采用。

(3) 高架桥上的道床与隧道内相似,也分为碎石道床和混凝土整体道床。碎石道床与前述土路基上道床相同。桥上整体道床结构也称无碴无枕梁结构,是通过扣件直接把钢轨和混凝土桥面联结起来的。应用较广泛的是在混凝土梁上二次浇注混凝土纵向承轨台。

4. 减振垫层与扣件

由于整体道床轨道结构没有碎石道床提供必要的弹性,因而一般要配用弹性较好的扣件以减小振动和噪声。

(1) 减振垫层。减振垫层为压缩型橡胶垫板,放在钢轨与承轨台之间,能显著减小车辆振动,降低噪声。

(2) 扣件。扣件是联结钢轨与轨枕间的中间零件,其作用是将钢轨固定在轨枕上,保持轨距并阻止钢轨的横纵向移动。

(二) 轨道的平顺

1. 直线地段轨道的标准轨距

我国规定的直线地段轨道的标准轨距为 1435 mm,用道尺测量轨距(见图 1.1)的允许误差为 $(+6 \sim -2)$ mm,轨距变化率不得大于 3%。轮对宽度要略小于轨距,使轮

缘与钢轨内侧保持必要的间隙,以利于在轨道上行驶的车辆轮对能顺利通过。轮对左右两车轮内侧面之间的距离加上两个轮缘厚度为轮对宽度。

2. 高低要求

直线地段两股钢轨顶面应保持同一高度,使两根钢轨负荷均匀。也允许有一定误差,可根据线路等级不同,分别不大于4~6 mm。轨道在一段不太长的距离内不允许左右两轨高差交替变化,形成三角坑,以免引起列车剧烈摇晃,甚至引起脱轨事故。

轨道纵向的平顺情况称为高低,若高低不平,将增大列车通过时的冲击力,对轨道的破坏力增大。根据有关规程规定,经过维修或大修的正线或到发线轨道,前后高低差用10 m弦量表示不得超过4 mm。

轨道方向应远视顺直,若直线不直,方向不良,会造成列车蛇行运动。在无缝线路地段,还会诱发胀轨跑道。

3. 曲线外轨超高

曲线地段轨道的内、外股钢轨的顶面应保持一定的高差,两轨间的距离要比直线路段加宽,同时在曲线两端与直线连接处应设置缓和曲线。

车辆进入曲线轨道时,因惯性作用,仍然要保持原来的行驶方向,当前轴外轮碰到外轨,受到外轨引导时,才沿着曲线轨道行驶。这时车辆的转向架与曲线在平面上保持一定的位置和角度。车辆运行在曲线上可能会出现三种情况:①第一种情况是当轨距足够宽时,只有前轴外轮的轮缘受到外轨的挤压力(导向力),后轴则居于曲线半径方向,两侧轮缘与钢轨间有一定的间隙,行车阻力最小;②第二种情况是当轨距不够宽时,后轴的内轮轮缘也将受到内轨的挤压,产生第二导向力,行车阻力较前者大为增加③第三种情况是轨距更小时,前后轴均同时受内外轨挤压,车轮被楔在两轨之间,不仅行车阻力大,甚至可能把轨道挤开。

为此,在小半径曲线上的轨距必须加宽,确定轨距加宽的原则是保证最常用的车辆转向架能以第一种情况自由通过曲线,并保证轴距较长的多轴列车能以第二种情况通过,而不致出现第三种情况。

列车在曲线上行驶将产生惯性离心力,为了保持平衡和减轻钢轨的侧面磨耗,须将外轨抬高,利用车体内倾产生的重力水平力平衡离心力。外轨抬高的量称为超高,用下式估算:

$$H = \frac{7.6v_{\max}^2}{R} \text{ (mm)}$$

式中 $v_{\max}$ ——列车设计最高运行速度 (km/h);

R ——曲线半径 (m)

上式虽以列车最大时速表示,实际是代表列车平均运行时速的一近似估算式。所以当列车运行速度大于平均时速,由于超高不足(欠超高)而产生未被平衡的离心加速度,为满足旅客的舒适度,这一值不得超过0.4~0.5 m/s²,对应的欠超高一般不超过

60~75 mm, 在特殊困难情况可达 90 mm。

直线与圆曲线间要设置曲率渐变的缓和曲线, 使圆曲线的轨距加宽及外轨超高在缓和曲线范围内逐渐完成。缓和曲线的曲率从零变至与圆曲线曲率相等时, 是一个渐变的过程, 相应的超高也是渐变的, 车体在缓和曲线内所受的离心力和向心力也是渐变的。

【操作过程】

轨道交通线路横断面示意图 (图 1.10) 的画法:

第一步: 画出路基横断面图 (参见图 1.3);

第二步: 在路基横断面图上画出道床横断面图;

第三步: 在道床横断面图上画轨枕纵断面图;

第四步: 在轨枕纵断面图画上两钢轨横断面图。

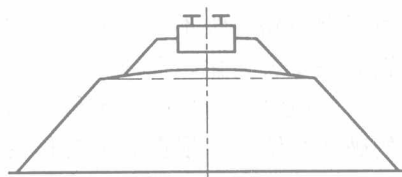


图 1.10 线路横断面

【背景知识】

一、轨道交通线路分类

1. 按线路与地面的关系分类

按线路与地面的关系可分为地下线路、地面线路和地上线路;

2. 按线路在运营中的作用分类

按线路在运营中的作用分为正线、辅助线和车场线等。线路两端车站应设计折返设施, 折返形式如图 1.11 所示。

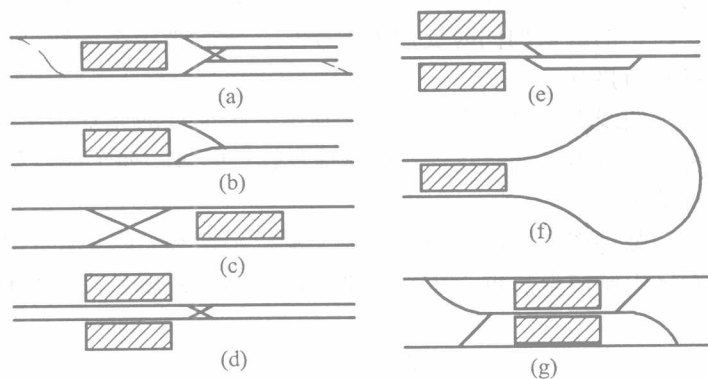


图 1.11 折返线形式

其中图 (a) 为双折返线, 可存车和折返, 能力强、灵活性好, 常采用; 图 (b) 为单折返线, 折返能力和灵活性稍差, 折返存车不能兼顾, 多用于存车; 图 (c) 和图 (d) 为渡线折返线, 渡线短, 节省折返时间和建设资金, 但正线延伸后正常运营列车难以折返, 需另设折返线; 图 (e) 为侧线折返线, 比较简便经济, 主要用于高架线上; 图 (f)