

# 项目一 城市轨道交通线路设备

## 项目描述

城市轨道交通列车运行基础设备包括线路、车站、车辆、牵引供电，线路是城市轨道交通列车运行的基础。通过本项目的学习，学习者对线路设备有较全面的了解。本项目设有一个典型工作任务，分析了线路的组成、分类、限界、道岔的结构、道岔和线路平纵断面对列车运行的影响以及按作业标准人工转换道岔。

### 1.1 认知线路，人工转换道岔

#### 1.1.1 教学目标

##### 1. 能力目标

对线路的组成、限界有认知；能画出单开道岔结构示意图；能按作业标准人工转换道岔。

##### 2. 知识目标

理解线路结构、分类、机车车辆限界、建筑限界；掌握道岔的结构及对列车运行的影响；掌握线路平纵断面对列车运行的影响；掌握人工转换道岔的作业标准。

##### 3. 素质目标

培养城市轨道交通设备安全操作意识。

#### 1.1.2 工作任务

通过本任务，认知线路基本设备，掌握按作业标准人工转换道岔的方法；能评估道岔和线路平纵断面对列车运行的影响。

### 1.1.3 所需设备

新建地铁车辆段，单开道岔、道岔手摇把。

### 1.1.4 相关配套知识

#### 1. 线路

城市轨道交通线路简称线路，它是由路基和轨道组成的一个整体工程结构，如图 1-1 所示。线路由下部基础和上部建筑组成。下部基础包括路基和道床，上部建筑包括钢轨和轨枕。

城市轨道交通线路一般分为正线、辅助线（包括联络线、渡线、存车线、折返线等）、车场线。正线为上下行双线设计，列车运行方向按右侧（或左侧）行车，直线段轨距和铁路标准相同，为 1 435 mm。地铁车站两端端墙内方为站内，相邻两车站端墙之间为区间。

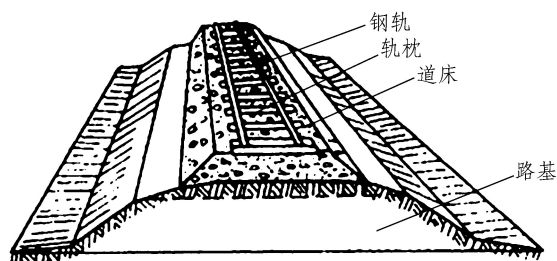


图 1-1 线路的组成

#### 2. 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以及对机车车辆进行导向。

### (1) 钢轨。

钢轨断面形状多为工字型，由轨头、轨腰和轨底三部分组成，钢轨及断面形式如图 1-2 所示。

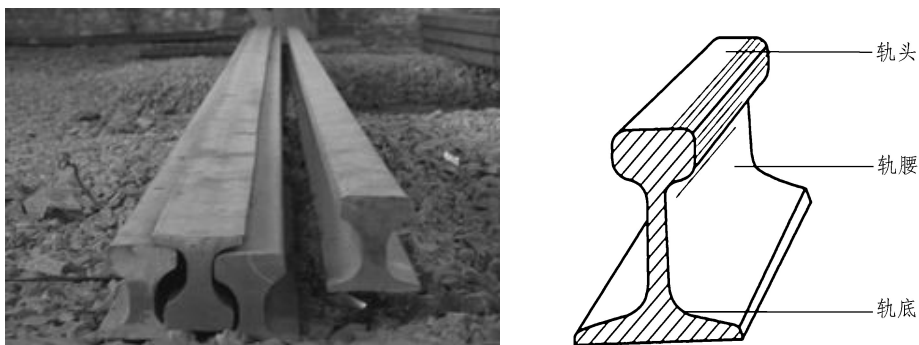


图 1-2 钢轨及断面图

钢轨的功能是支承和引导机车车辆的车轮运行，并把车轮传来的压力传给轨枕，以及为车轮滚动提供阻力最小的表面，钢轨还有为供电电路、信号电路提供回路的作用。

### (2) 轨枕。

轨枕是钢轨的支座，直接支承钢轨，保持轨距和方向，并通过扣件牢固与钢轨相联接，将钢轨对它的压力传递到道床上。轨枕一般横向铺设，由木材、钢筋混凝土或钢材制成，通过道床将荷载传递到路基上去。如图 1-3 所示。



图 1-3 轨枕及连接件

### (3) 道床。

道床是铺设在路基面上的道砟（石砟）垫层，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。在地面线路中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，无需补充石砟或更换轨枕，而且整体性强、稳定性好。

### 3. 道岔

道岔是一种能使机车车辆从一股道转入另一股道的线路连接设备，是在线路上大量得到使用的基础设备，如图 1-4 所示。道岔构造复杂、零件较多、过车频繁、技术标准要求高，是城市轨道交通线路设备的薄弱环节之一，道岔对城市轨道交通运营有较大的影响。

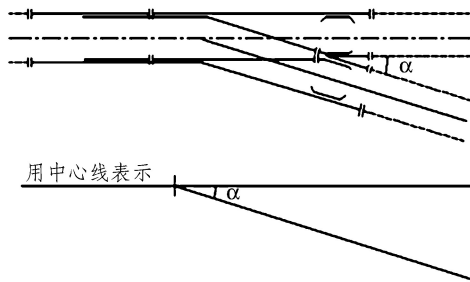
掌握和道岔的基本结构、类型、操作技能和故障处理及合理选用道岔等相关的知识对城市轨道交通运营管理人员来说具有重要意义。



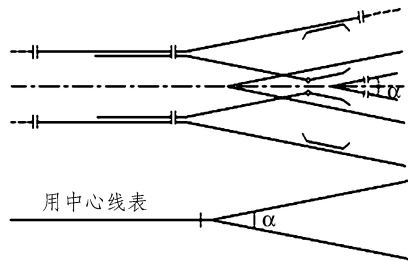
图 1-4 道岔

(1) 道岔的基本类型。

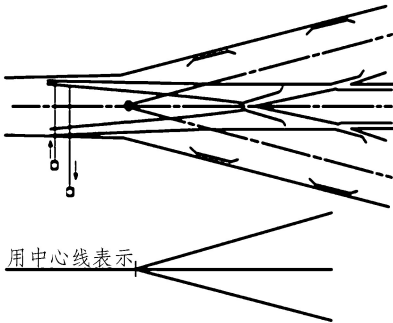
道岔有单开道岔、双开道岔、三分道岔和交分道岔等类型，如图 1-5 所示。



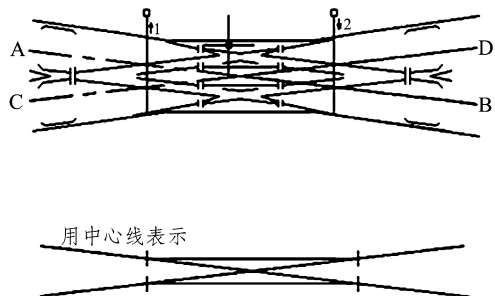
(a) 普通单开道岔



(b) 双开道岔



(c) 三开道岔



(d) 交分道岔

图 1-5 道岔中心线表示法

(2) 道岔的组成。

单开道岔是各种道岔中的主要形式，在城市轨道交通中的应用最为普遍。单开道岔由转辙器部分、辙叉及护轨部分、连接部分组成，如图 1-6 所示。

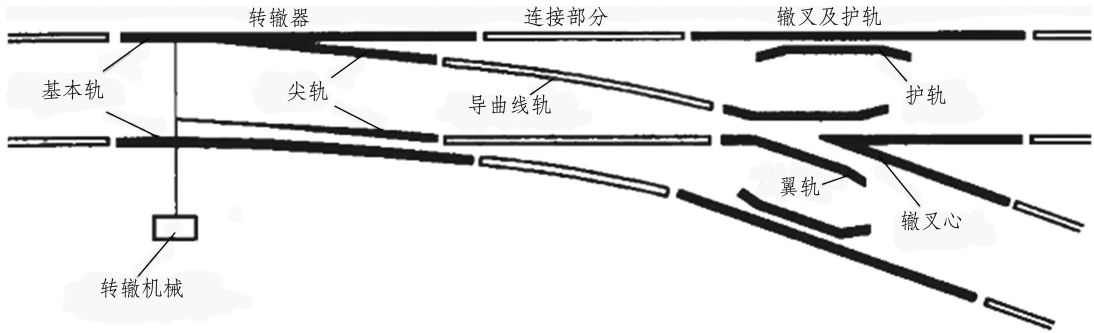


图 1-6 普通单开道岔

① 转辙器部分。

转辙器由两根尖轨、两根基本轨、连接零件（包括连接杆、滑床板、垫板、轨撑、顶铁、尖轨跟端结构等）和转辙机械组成。操作转辙机械可以改变尖轨的位置，确定道岔的开通方向，从而引导机车车辆进入不同方向的线路。

② 辙叉及护轨部分。

辙叉及护轨部分包括辙叉心、翼轨、护轨、主轨及其他联结零件。作用是保证车轮安全通过两股轨线的相互交叉处。

我国规定，以辙叉角的余切值表示辙叉号数，如图 1-7 所示。

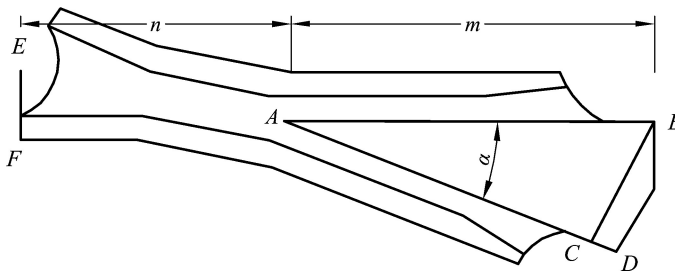


图 1-7 辙叉号数示意图

$$N = \frac{AC}{BC} = \cot \alpha \quad (1.1)$$

式中  $N$ ——辙叉号数（道岔号数）；

$\alpha$ ——辙叉角；

$BC$ ——叉心工作边任一点  $B$  至另一工作边的垂直距离；

$AC$ ——由叉心理论尖端至垂足  $C$  的距离。

显然，辙叉角越大，道岔号数越小；反之辙叉角越小，道岔号数越大。

护轨必须与辙叉配合使用，护轨有两个方面的作用：一是控制车轮的运行方向，使之正常通过“有害空间”而不错入轮缘槽；二是保护辙叉尖端不被轮缘冲伤。

道岔的有害空间是指从辙叉咽喉至辙叉尖端的一段轨线中断的距离。道岔的有害空间是限制列车过岔速度的一个重要因素。为消灭有害空间，适应列车高速运行的要求，可采用活动心轨道岔，辙叉心轨和尖轨是同时扳动的，当尖轨开通某一方向时，活动心轨的辙叉心轨就与开通方向一致的翼轨密贴，与另一翼轨分开，从而消灭了有害空间。如图 1-8 所示。

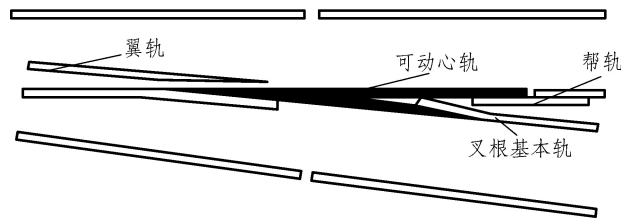


图 1-8 活动心轨辙叉

### ③ 连接部分。

连接转辙器与辙叉的部分称为连接部分，作用是连接转辙器、辙叉及护轨部分，使之成为一组完整道岔。

### (3) 人工转换道岔。

一般，列车或调车车列在城市轨道交通运行的路径被称为进路，进路上道岔的位置决

定列车或调车车列的运行方向。如果进路上道岔位置不正确，则会导致列车进入异线或挤岔。因此需按要求将进路上的道岔转换至规定位置。一般城市轨道交通运用联锁设备转换道岔，当联锁设备故障时，需城市轨道交通站务人员人工下轨道手摇道岔，将进路上的道岔人工手摇至列车或调车车列进路所需的位置。

一般城市轨道交通现场手摇道岔主要包括六个步骤，简称手摇道岔“六步曲”，具体内容如下：

一看：看道岔开通位置是否正确，尖轨及辙叉心处是否有杂物，是否需要改变位置。

二开：打开盖孔板及钩锁器的锁，拆下钩锁器。

三摇：摇道岔转向所需的位置，在听到“咔嚓”的落槽声后停止。

四确认：手指尖轨，口呼“尖轨密贴开通 X 位”，并和另一人共同确认。

五加锁：另一人在确认道岔位置开通正确后，用钩锁器锁定道岔尖轨，盖上盖孔板并上锁。

六汇报：向站控室汇报道岔开通位置正确，人员出清。

(4) 道岔对行车速度的影响。

道岔是轨道的薄弱环节，当列车运行速度超过道岔的允许通过速度时，重者会造成脱轨，轻者会引起列车颠覆。

道岔对行车速度的影响在于以下几个因素：

① 道岔存在有害空间。

② 尖轨和道岔结构的不平顺。



③ 连接部分存在导曲线，在导曲线上不设缓和曲线和超高，对列车侧向过岔速度限制较大。

由于以上原因，故机车车辆经过道岔时，列车运行速度会受到较大的影响。

#### 4. 线路的平面和纵断面

##### (1) 线路的平面。

线路平面是线路在水平面上的投影，由直线和曲线组成，其中曲线包括圆曲线和缓和曲线。城市轨道交通线路的直线和圆曲线不是直接相连的，它们之间需要插入一段缓和曲线，来保证行车的平顺，如图 1-9 所示。

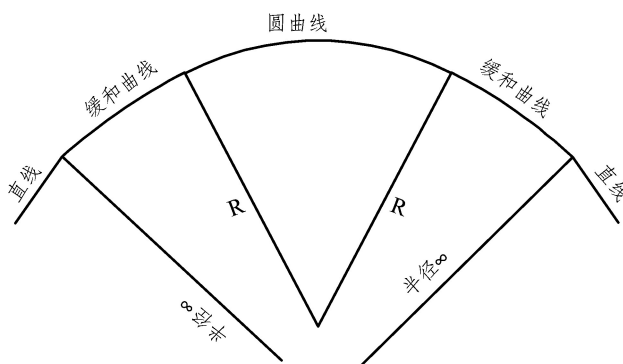


图 1-9 缓和曲线示意图

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《地铁设计规范》规定：线路平面最小曲线半径应符合如表 1-1 所示的规定。

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) 线路的纵断面。

线路的纵断面是线路中心线展直后在铅垂面上的投影，它可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。

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。

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‰。

曲线半径或坡度越大，列车运行受到的阻力越大，会带来以下不利因素：

(1) 限制行车速度：曲线半径越小，列车通过曲线的速度受到的限制也越大，列车的速度也就越小。

(2) 增加轮轨磨耗：列车运行在曲线上时，由于内侧与外侧钢轨长度不等，使车辆的内轮与外轮在钢轨上产生相对纵向的滑行，钢轨与轮缘磨耗增加。曲线半径越小，这种磨耗越严重。