



全国普通高等院校“十三五”规划系列教材
——城市轨道交通运营管理类

城市轨道交通 运营组织与管理

CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG
YUNYING ZUZHI YU GUANLI

主 编 ● 罗 钦
副主编 ● 马 羽 王志强 李 伟
主 审 ● 徐瑞华



西南交通大学出版社



本书获深圳大学教材出版基金资助



全国普通高等院校“十三五”规划系列教材
——城市轨道交通运营管理类

城市轨道交通 运营组织与管理

主 编 ○ 罗 钦
副主编 ○ 马 羽 王志强 李 伟
主 审 ○ 徐瑞华

西南交通大学出版社
· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

城市轨道交通运营组织与管理 / 罗钦主编. —成都:
西南交通大学出版社, 2017.9
全国普通高等院校“十三五”规划系列教材. 城市轨
道交通运营管理类
ISBN 978-7-5643-5796-2

I. ①城… II. ①罗… III. ①城市铁路—交通运输管
理—高等学校—教材 IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 234867 号

全国普通高等院校“十三五”规划系列教材——城市轨道交通运营管理类
城市轨道交通运营组织与管理

主 编 / 罗 钦

责任编辑 / 周 杨

封面设计 / 何东琳设计工作室

西南交通大学出版社出版发行

(四川省成都市二环路北一段 111 号西南交通大学创新大厦 21 楼 610031)

发行部电话: 028-87600564 028-87600533

网址: <http://www.xnjdcbs.com>

印刷: 四川煤田地质制图印刷厂

成品尺寸 185 mm × 260 mm

印张 19 字数 448 千

版次 2017 年 9 月第 1 版 印次 2017 年 9 月第 1 次

书号 ISBN 978-7-5643-5796-2

定价 58.00 元

课件咨询电话: 028-87600533

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

编委会

主 任：徐 刚

副主任：曾翠峰 罗 钦

委 员：王志强 朱 炜 张雄飞 徐纪康

李 伟 马 羽 曹文忠 郭朝荣

温少表 潘伟健 姚国如

前 言

城市轨道交通系统是一种大运量、快速、准时、舒适的客运交通系统，对支持城市发展战略、提高城市发展水平、缓解城市交通压力、提升居民生活品质等具有重要意义。截至 2016 年年底，我国内地已有 30 个城市开通共计 133 条轨道交通线路，运营线路总长度达 4 152.8 千米，而且轨道交通建设仍在快速推进当中。其中，北京、上海、广州、深圳等城市轨道交通进入网络化运营阶段，呈现出网络结构复杂、规模庞大、运营组织方式多样化、网络客流增幅显著、运能运量矛盾突出、网络运营管理影响因素众多、经营管理主体多元化以及与其他交通方式衔接需求多重性等特点。在此背景下，许多城市的轨道交通系统一方面面临着科学规划路网、合理布局线路、满足城市人口出行需求并与土地利用良性互动的需要；另一方面，也亟须加强客流实时精准管控、提高各运营线路的协调性、强化系统应急处置能力、不断提升客运服务水平，满足乘客对轨道交通系统日益增长的出行质量要求。在轨道交通运营组织和管理环节中，客流是基础，运营计划的编制和协调是核心，运输过程管理是关键，安全和应急处置是保障。本书结合目前我国轨道交通运营管理的实际和网络化运营条件下新的需求，在原有城市轨道交通运营组织教材的基础上，增加了网络列车运行计划、乘务管理、运营筹备等章节。在教学过程中可根据课程设置要求，有针对性地讲解相关内容。

本书是“城市轨道交通运营管理系列教材”之一，在本书的编写过程中，得到了深圳大学城市轨道交通学院和深圳地铁集团运营总部许多老师、工程师的帮助和大力支持，同时，郭莹、王卓群、莫义弘、侯宇菲、杨永泰、徐涛、项奕凡、林华桢等深圳大学研究生和本科生全程参与并做了大量工作，在此一并表示感谢。本书参考了国内外大量书籍、文献和资料，在此谨向相关作者表示崇高的敬意和衷心的感谢。

此外，感谢深圳大学教材出版基金资助。

由于编者水平有限，书中难免疏漏或差错，敬请广大读者批评指正。

编 者

2017 年 6 月 26 日

目 录

第一章 城市轨道交通运营系统概述	001
第一节 城市轨道交通分类	001
第二节 城市轨道交通系统构成	004
第三节 城市轨道交通运营特点	015
第四节 城市轨道交通运营组织与管理模式	018
第五节 城市轨道交通网络化	021
第二章 客流统计与分析	028
第一节 客流概述	028
第二节 客流时空特征分析	037
第三节 网络客流指标统计	045
第三章 列车开行计划	048
第一节 客流计划	048
第二节 全日行车计划	049
第三节 列车开行方案	053
第四节 车辆配备与运用计划	063
第五节 网络列车运行计划	066
第四章 列车运行图	071
第一节 列车运行图基本概念	071
第二节 列车运行图分类	074
第三节 列车运行图要素	074
第四节 列车运行图编制	079
第五节 列车运行图指标计算	083
第五章 运输能力	084
第一节 运输能力概述	084
第二节 线路通过能力	085
第三节 列车折返能力	093
第四节 使用通过能力	099
第五节 运输能力加强	102

第六章 列车运行组织	111
第一节 行车闭塞法	111
第二节 行车指挥系统	112
第三节 正常情况下的列车运行组织	119
第四节 非正常情况下的列车运行组织	134
第五节 车站行车作业组织	143
第六节 调车作业组织	151
第七节 施工行车组织	157
第七章 乘务管理	162
第一节 概 述	162
第二节 乘务计划编制	164
第三节 乘务作业管理	170
第四节 乘务指标统计与分析	175
第八章 车站客运管理	178
第一节 客运站的设备及能力	178
第二节 客流组织	183
第三节 客运服务	185
第九章 票务管理	189
第一节 自动售检票系统	189
第二节 轨道交通票制票价	194
第三节 车票管理	199
第四节 网络票务清分	203
第十章 城市轨道交通换乘枢纽	210
第一节 换乘运力组织	210
第二节 换乘运力组织优化	215
第三节 轨道交通与其他交通方式换乘	218
第十一章 城市轨道交通运营筹备	224
第一节 轨道交通运营筹备的任务	224
第二节 轨道交通运营筹备实施与控制	225
第三节 工程建设阶段的运营筹备	233
第四节 运营接管与综合联调演练	236
第五节 评估、试运营与验收	241

第十二章 运营安全与应急管理..... 253

 第一节 轨道交通运营安全管理基础..... 253

 第二节 轨道交通应急处置..... 260

第十三章 城市轨道交通投融资与成本效益分析 268

 第一节 轨道交通投融资模式 268

 第二节 成本效益分析 277

参考文献 289

第一章 城市轨道交通运营系统概述

第一节 城市轨道交通分类

城市轨道交通，一般指在城市地域内利用客运列车（车辆）在钢轨上或沿导向轨运行的城市公共交通系统。城市轨道交通类型的划分迄今仍未有统一标准，世界各国按照线路特征、运营范围、系统容量、路权等不同条件进行分类。根据城市轨道交通的技术经济特征和我国城市轨道交通的发展的实际情况，可将城市轨道交通划分为市域快轨、地铁、轻轨、单轨、自动导向交通和磁浮交通六种类型。

一、市域快轨

市域快轨是运营速度为 120 ~ 160 km/h，服务于市域范围内中长距离客运（具有通勤服务功能）的一种城市轨道交通系统制式。在国外，市域快轨还有其他名称，如在美国被称为通勤铁路（Commuter Rail），德国及奥地利称为 S-bahn，在法国、比利时一般称作区域快线 RER（Réseau Express Régional），法国法兰西岛大区（Région d'Île-de-France）（即巴黎大区）由法国国家铁路公司（SNCF）运营的线路还被称作 Banlieue（旧称）或 Transilien。从国内外发展状况来看，市域快轨往往是干线铁路的一部分，或是由既有干线铁路改造而来，因此往往具有干线铁路的技术特征，其站间距一般较长，采用重轨。市域快轨主要提供通勤服务，客流具有方向性和高峰性。但随着都市圈的扩大，欧美国家的市域快轨在市区段的车站设置与运营服务也逐渐与地铁接近。



图 1.1 法兰西岛大区市域快轨 Transilien U 线圣克卢站（Gare de Saint-Cloud）



图 1.2 德国柏林 S-Bahn 弗雷德里希大街站（Bahnhof Friedrichstraße）

二、地铁与轻轨

地铁最初指修建在城市地下隧道中的铁路，但目前地铁早已突破原有的只在地下运行的限制，从早期单一地下隧道线路发展成地下隧道、地面与高架线路相结合的线路系统，在市区段采取地下线路，在郊区则出于对建设成本控制的考虑更多采用地面或高架线路。因此，有必要对原有的定义进行修正。国际隧道协会将地铁定义为轴重相对较重，单方向输送能力在每小时 3 万人次以上的城市轨道交通系统。

所谓轻轨，最初指“轻型轨道交通系统”，国外将有轨电车也纳入“轻型轨道交通系统”的范畴。在我国，所谓“轻型轨道交通系统”的道床、轨道结构、运行车辆和运行管理系统与地铁相似，享有独立路权。与地铁相比，轻轨运量较小，因而编组车辆少、运营线路短、行驶速度慢、行车间隔略长，其运行管理模式有所不同。因此，其与地铁的最主要区别就是运量上的差别。根据我国规范，将轴重较轻、每小时客运量在 1 万~3 万人次的轨道交通系统称为轻轨。

三、有轨电车

与地铁和轻轨不同，有轨电车的线路敷设往往因地制宜，既可修在市区街道上，又可修建在地下隧道或高架轨道上。有轨电车主要由以下三种情形：无平面交叉的路权专用线路、有平面交叉的路权专用线路、有平面交叉的路权公用线路。有平面交叉的路权专用线路通常是采用缘石、栅栏或通过设置高差的形式将线路与其他交通分离。

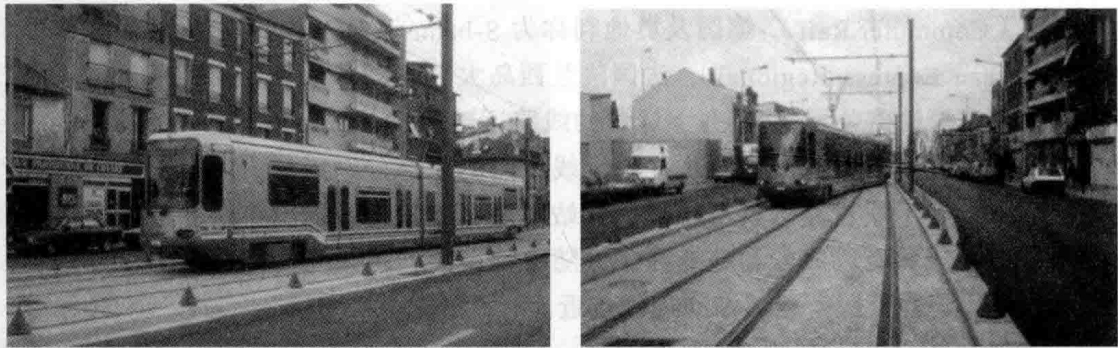


图 1.3 法兰西岛大区有轨电车 1 号线在巴黎北郊的塞纳圣德尼省（Seine-Saint-Denis）运行

四、单 轨

单轨是指车辆在一根轨道上运行的轨道交通系统，其线路通常为高架结构，路轨可以是钢梁、钢筋混凝土梁等形式。橡胶轮胎车辆在单根轨道梁上部或下部运行，在轨道梁上部运行的称跨座式单轨，在轨道梁下部运行的称悬挂式单轨。

单轨系统占地少，对城市景观及采光影响较小，噪声及振动较低，转弯及爬坡能力强，小时运能、运行速度与轻轨相仿。对于目前普遍采用的跨座式单轨，一般采用橡胶轮胎及混凝土轨道梁，但由于橡胶轮会与轨道梁产生摩擦，因此将产生一定的粉尘污染。转向架与道岔的结构比较复杂，且转辙时间比普通道岔长，因此将加大行车间隔。此外，一旦列

车在运行区间发生事故，面积狭小的轨道梁难以安放救援设施，疏散与救援都比较困难。

五、自动导向交通（AGT）

自动导向交通是指新交通系统中利用导轨导向且自动控制运行的新型轨道交通系统。此类系统早期在美国被称为水平电梯、空中巴士等。法国与日本将其进一步发展，并用于城市内的运输系统。在法国，此类交通系统被称为 VAL（Véhicule Automatique Léger），意为自动轻型交通。VAL 除了用于机场的内部交通外，还被用于里尔、图卢兹等多个城市的地铁系统，我国台北市的捷运（地铁）文湖线同样也使用了法国的 VAL 系统。自动导向交通线路路权专用，采用计算机进行全自动控制，可以实现无人驾驶的高密度运营。车辆既可单车运营，又可编成列车运行，导向运行方式有中央导向和侧面导向两种。自动导向交通有 PRT（Personal Rapid Transit，个人快速交通）与 PM（People Mover，旅客运输系统）两种。



图 1.4 日本东京单轨羽田空港线
（東京モノレール羽田空港線）



图 1.5 东京临海新交通临海线
（新交通ゆりかもめ）



图 1.6 法国里尔地铁（Métro de Lille）的 VAL 系统

六、磁浮交通

传统铁路列车推进的主要原因是钢轨与列车之间具有黏着力或摩擦力，借由机车或动

车组内动车加速产生的牵引力克服阻力而前进。随着列车速度的提高,黏着力减小,列车所能产生的牵引力越小。同时,列车所受空气阻力增大。当列车速度达到一定值时,继续加速,车轮将空转,速度无法再提高。因此,欲使列车速度继续提高,不外乎减小列车阻力,或不采用黏着力推进列车前进,即列车不与轨道或地面接触而放弃使用车轮。根据速度划分,磁浮技术可分为高速磁浮和中低速磁浮,其中高速磁浮的时速可达到 500 km/h 及以上,中低速磁浮时速约为 100 km/h。按是否采用超导电磁铁,磁浮技术又可分为超导和常导两类。由于超导磁浮列车只有当时速超过 150 km/h 时列车才可浮起,因此超导磁浮均为高速磁浮。磁浮列车的基本原理是磁铁的同性相斥、异性相吸特性,列车磁浮方式主要分为排斥力悬浮与吸引力悬浮两种。

第二节 城市轨道交通系统构成

轨道交通是由移动设施子系统(车辆)与各种固定设施系统(车站、线路、车辆基地等)组成的一个复杂的系统,本节主要介绍各子系统下的技术设备。

一、土 建

1. 线 路

城市轨道交通线路按线路敷设方式可分为地下线、地面线、高架线和敞开式线路。按其在运营中的功能可分为正线、辅助线与车场线三类。正线指列车正常运行的连接两个车站并从区间深入或贯穿车站、行驶载客列车的线路,一般为双线。辅助线包括车辆段出入线、停车场出入线、车站配线(存车线、渡线、折返线)及两线路间的联络线。车场线简称场线,包括牵出线、车底(空车列)停留线、检修线及综合基地内各种作业线。

城市轨道交通线路平面由直线、圆曲线和缓和曲线组成,其主要技术要素包括最小圆曲线半径、缓和曲线半径、缓和曲线线型和长度、最小夹直线长度、最小圆曲线长度等。小半径线路对行车安全、路轨磨损与乘客舒适度均产生不利影响。由于直线与圆曲线之间存在曲率半径的突变,因此在圆曲线半径小于或等于 2 000 m 时,需在圆曲线与直线间加设缓和曲线。圆曲线及夹直线长度均不得小于车辆全轴距,以提高行车安全性、列车稳定性与乘客舒适度。

轨道交通线路的纵断面由坡段和连接相邻坡段的竖曲线组成,其中正线最大坡度是线路的主要技术标准之一。线路坡度在满足排水及高程控制要求的前提下应尽可能平缓,坡段长度不得小于远期列车计算长度,而在变坡点附近,若两条坡段的坡度值代数差过大时,一般采用一段坡度不大于 5‰ 的坡段连接,同时在坡度代数差大于 2‰ 时在变坡点设置竖曲线。竖曲线通常采用圆曲线,以便施工与养护,但在车站站台及道岔处不得设置竖曲线,且竖曲线离开道岔应不小于 5 m。两竖曲线间的夹直线不宜小于 50 m。通常地下线路会采用“高站位、低区间”的纵断面设计,以减少能耗。

线路横断面必须满足线路各断面列车通过的限界要求,包括车辆限界、设备限界和建

筑限界。地下隧道横断面常用形式有圆形、矩形和马蹄形。而当线路位于地面或高架桥上时，其轨上部分的横断面需满足一定的限界要求，轨下部分横断面形状视轨下结构而定。

2. 轨道

在城市轨道交通中，轨道具有支承、导向及导电的功能，在此主要介绍较为常见的钢轮钢轨系统、单轨系统及自动导向交通系统的轨道。

(1) 钢轮钢轨系统

钢轮钢轨系统的轨道由钢轨、轨枕、连接零件、道床、道岔及其他附属设备组成。钢轨用于引导轨道交通列车车轮，直接承受来自车轮和其他方面的力并传递至轨枕，同时为车轮滚动提供小阻力表面。在电气化铁路或自动闭塞区段，钢轨还兼作供电电路或轨道电路。轨枕则用于支承钢轨，保持轨距与方向，并将钢轨对它的各种压力传递至道床。

钢轨连接分为中间连接与接头连接两种。中间连接为钢轨与轨枕之间的连接，通常称为扣件，用于将钢轨固定在轨枕上，保持轨距和阻止钢轨的横纵向移动及其倾翻。接头连接用于两根钢轨之间的连接，通常采用接头夹板连接。而在城市轨道交通中由于无缝线路的广泛使用，钢轨接头大为减少，但在缓冲区、轨道电路绝缘区及道岔区等地段仍有接头。

道床是轨枕的基础，主要用于均匀传递轨枕荷载，阻止轨枕横纵移动，为轨道提供必要的弹性与缓冲性能等。一般用作道床的材料有碎石、熔炉矿渣等，在城市轨道交通线路中，无砟轨道得到越来越广泛的使用，用混凝土板基础取代了轨枕与道床。

道岔用于引导车辆由一条线路转向或越过另一线路，主要形式有线路连接、线路交叉及线路连接与交叉三种基本形式。常见的线路连接设备有普通单开道岔、单式对称道岔及三开道岔。道岔号数为辙叉角余切的取整值，常用道岔号数有 9#、12#、18#等。号数越大的道岔，允许侧向通过的列车速度越大，我国大城市的轨道交通中广泛采用 9#道岔。

有轨电车的轨道与普通的钢轮钢轨系统有所不同。有轨电车正线上普遍采用槽型轨，最大限度地实现了绿化铺面，取得良好景观效果。用于公用路权时，轨道与行车路面容易衔接，改善了机动车的行车条件。同时轨道结构得到简化，加快施工速度。在小半径曲线地段，槽型轨能起到护轨的作用，防止车辆独立轮脱轨，同时可减小钢轨磨耗。

(2) 单轨系统

跨座式单轨轨道梁有预制混凝土轨道梁和钢制轨道梁两种，大多数跨座式单轨铁路都采用标准预制混凝土轨道梁，断面一般采用工字型中空截面，轨道梁采用预应力混凝土，全部由专用模板制成。当跨度较大或轨道梁建筑高度很高时，原则上采用钢制轨道梁。钢制轨道梁断面一般采用箱型截面。跨座式单轨的轨道梁作为承重的桥梁结构，在支承和约束车辆行驶的同时，还承载牵引电网。跨座式单轨道岔采用梁式结构，由一组互相联结、关节间可转动的钢箱梁组成，主要分为道岔结构、转辙驱动系统及信号控制系统三个部分。跨座式单轨道岔一端可以移动，每片道岔梁均固定在一个支承台车上，由台车上的电动机驱动。跨座式单轨道岔可以分为两种类型：一类是柔性铰接型，可使道岔连续弯成曲线；另一类为简易铰接型，转辙时道岔梁在转辙点前方保持一定距离的直线，用于车库内部或低速区段。

悬挂式单轨主要分为非对称悬挂钢轮—钢轨型、工字轨道梁悬挂型、非对称悬挂胶轮

型和 SAFEGE 型。非对称悬挂钢轮—钢轨型主要特点是钢轨铺设在钢制桁架梁上，钢制车轮的转向架运行于钢轨上，车厢悬挂于桁架梁下，悬挂构件布置在轨道梁一侧。工字轨道梁悬挂型线路的轨道梁为“工”字形截面梁，车轮嵌在梁上运行。这种轨道结构简单，但其车辆振动大，运量低，不适合城市轨道交通运输。非对称悬挂胶轮式单轨车采用非对称悬挂，将悬挂构件安装于轨道梁一侧。位于轨道梁上在竖直平面内转动的是走行轮，负责承重、牵引以及制动。位于轨道梁两侧在水平面内转动的是导向轮，负责导向以及缓和横向振动。SAFEGE 型采用对称式悬挂，其特点是轨道梁为底部开口的钢制箱型梁，橡胶轮胎的两轴转向架运行于轨道梁内部，转向架上设走行轮和导向轮，沿着箱型梁内部的轨道运行。悬挂构件通过箱型梁底部开口将车体和转向架连接起来。道岔为箱型梁内部的可动轨，列车行驶方向的改变通过可动轨的水平移动来实现。

（3）自动导向交通系统

自动导向交通系统与其他城市轨道交通车辆最基本的区别就是其走行装置是运行在专用轨道上、使用橡胶车轮的自动运行公共交通工具。电动车由走行车轮和导向车轮承担载荷，沿导轨运行，导向系统可设置在轨道侧面，也可设置在轨道中央。



图 1.7 新加坡武吉班让（Bukit Panjang）自动导向交通系统，属中央导向式

3. 车 站

城市轨道交通车站是供乘客出入的场所，也是轨道交通中最复杂的一种建筑物，具有多种类型。根据车站客运作业的不同，车站可分为中间站、换乘站、折返站、越行站、接轨站、终点站等类型。按站台形式不同，可分为岛式站台车站、侧式站台车站和混合式站台车站。按是否具有站控功能，可分为集中控制站和非集中控制站。按线路敷设方式，可分为地下站、地面站和高架站。

（1）车站选址

车站选址因其影响因素众多，影响深远，故应顾及多方面因素综合考虑。总体而言，影响车站选址与分布的主要因素包括客流吸引力、乘客出行时间、工程与运营成本、沿线

土地开发、城市规模、线路长度,以及轨道交通路网与城市道路网状况等。

为最大限度地吸引客流,城市轨道交通车站应考虑城市用地状况与用地规划,设在广场、干线街道交叉点、铁路车站等大型客流集散点附近,并尽可能与邻近交通枢纽、商业中心、城市综合体等大型设施融为一体,达到方便乘客集散并增大客流吸引力的目的。在相同或不同制式的轨道交通线路交叉点最好设置换乘站以便换乘。除考虑合理站间距的条件外,车站设置还需考虑站间距的均衡性、站位的选址、换乘以及施工条件、道路状况等客观情况。

(2) 车站构成

通常轨道交通车站包含站台、车站大堂或广场、企业空间(含办公室、仓库、轨道等)、出入通道、扶梯、垂直电梯与楼梯等,而对于地下车站而言,还应包括通风道、风亭、通风机房等其他附属设施。车站主体根据功能的不同,可大致分为乘客使用空间及车站用房两类。

车站根据站台形式可分为岛式站台车站和侧式站台车站两种基本形式,并由此衍生出混合式站台车站。站台位于上下行线路之间的车站称为岛式车站,位于线路两侧的车站则称为侧式车站,既有岛式站台又有侧式站台的车站称为混合式站台车站。

站台是供旅客上下车的平台,设计中需保证所有车辆均在站台有效长度(即乘客可以乘降的站台范围)之内,还需考虑停车误差。站台两端一般还布置一些其他的车站设备,整个站台长度则与此类设备的布置方式有关。站台应尽可能平直,站台宽度应满足远期预测客流量、列车编组长度、站台横向立柱数量,以及站台与站厅楼梯、手扶电梯及垂直电梯的布置等相关因素的计算,并且满足最小站台宽度的要求。通常采用高站台,从而使列车车厢与站台地面等高。考虑到车辆弹簧的挠度,站台设计高度一般比车厢底板面稍低。

无论是何种形式的轨道交通车站,站厅层均可分为以下若干区域:供旅客自由进出且提供售票与商业服务的非付费区,检票后方可进入的付费区,车站控制室及售票室所在的作业管理区,以及包括机电设备与用房的机电设备区。车站用房可分为设备用房、管理用房与作业用房。车站设备用房往往分布在站厅与站台层,有些需要布置在站台之外。一般而言,在站台层主要设有风道、降压变电所、泵房等,在站厅层主要有信号设备室、通风机房、环控机房等。管理用房主要包括站长室、站务室、警务室、票务室、储存室等。作业用房主要包括车站控制室、售票室、广播室、问讯处与休息室等。

4. 车辆基地

车辆基地是保证轨道交通正常运营的后勤基地,其中车辆段是车辆的维修保养基地,也是车辆停放、运用、检查、整备及修理的管理单位。按照《地铁设计规范》(GB 50157—2013),车辆基地设计应包括车辆段、综合维修中心、物资总库、培训中心和必要的办公、生活设施等。

根据生产需要,车辆段一般应设置连接线路、停放线路、作业线路、辅助作业线路、试验线路及辅助线路。车辆段、停车场及折返线的总停车能力应大于本线远期的配属车辆总数,以停放管辖线路的回段车辆。车辆段内还需设检修车间、运用车间、设备维修车间、车辆清洗设备(包括专用的车辆清扫线)、维修管理单位以及办公生活设施。车辆段的站场布置形式有尽端式车辆段和贯通式车辆段两种,结构形式一般为平面布置,偶见立体布置

形式。

在轨道交通网络运营的情况下，从控制建设投资、车辆检修设备资源共享以及减少占地的角度出发，通过段场之间的地面联络线实现不同线路的连通，从而实现两个车辆段运用、检修设施的资源共享。

二、车 辆

城市轨道交通车辆作为城市公共交通的运载工具，不仅要保证车辆运行的安全、准点、快速，而且还要具备舒适便利的乘车环境。同时，城市轨道交通车辆还在一定程度上作为城市的门面，对城市景观具有相当的影响，因此还应考虑车辆对城市景观与环境的影响。

轨道交通车辆大都采用电力牵引，但在国外的一些市域快轨线路上仍有采用内燃机车牵引的情形。除了在路面上行驶的有轨电车及自动导向交通外，车辆通常编组成列车运行，并大都采用动拖结合、全列贯通的编组形式。我国地铁车辆常采用 6 节或 8 节编组，带驾驶室的 T_c 型车始终在列车两端，无驾驶室带受电弓或电靴的动车及无驾驶室不带受电弓或电靴的动车在列车中的位置可互换。

无论是何种类型的车辆，一般来说，城市轨道交通车辆由车体、转向架、牵引缓冲装置、制动装置、牵引动力装置、车辆附属设备与车辆电气系统七部分组成。

1. 车 体

车体分为有驾驶室车体和无驾驶室车体两种，它是容纳乘客和司机（对有驾驶室车辆）的地方，又是安装与连接其他设备和部分的基础。近年来，为达到在最轻的自重下满足强度的要求，车辆的车体均采用整体承载的钢结构、轻金属结构或复合材料结构。车体一般设有底架、端墙、侧墙及车顶等。

2. 转向架

转向架是车辆的走行部分，大多装设于车体下方，用于牵引和引导车辆沿轨道行驶，承受与传递车体及线路的各种载荷，并缓和其动力作用。它是保证车辆运行质量与安全的关键部件。转向架可分为动力转向架和非动力转向架，一般由构架、弹簧悬挂装置、轮对轴间装置和制动装置等构成，动力转向架还装有牵引电机及传动装置。

3. 牵引缓冲装置

车辆编组成列运行必须借助于连接装置，即所谓车钩。为了改善列车纵向平稳性，一般在车钩的后部装设缓冲装置，以缓和列车冲击。另外还必须有连接车辆之间的电气和压缩空气的管路。

4. 制动装置

制动装置是保证列车安全运行所必不可少的装置，动车及拖车均需设置制动装置，以使运行中的列车按需要减速或在规定距离内停车。城市轨道交通车辆制动装置除常规的空气制动装置外，还有再生制动与电阻制动，以及在轻轨车辆上常用的磁轨制动等。

5. 牵引动力装置

牵引动力装置主要是受流器与牵引电动机。从接触导线（接触网）或导电轨（第三轨）将电流引入动车的装置称为受流装置或受流器，牵引电动机则是动车上产生驱动力的装置。城市轨道交通通常采用的受流装置按受流方式一般可分为弓形受流器、轨道受流器（又称电靴）和受电弓受流器。弓形受流器多见于城市有轨电车，轨道受流器及受电弓受流器多用于地铁，而受电弓受流器还可用于干线铁路的电力机车上，以适应列车较高的运行速度。在受电制式上，目前较早发展地铁的城市大都采用直流 750 V，偶有采用直流 600 V 的，我国新建成的地铁大都采用直流 1 500 V。

牵引电动机主要分为旋转电机与直线电机两大类，较常用的是旋转电机，其工作原理是电动机转子的旋转运动通过齿轮等传动机构及轮轨相互作用来驱动车辆运行。直线电机可视为是将旋转电机沿半径方向剖开展平，定子部分（初级线圈）安装在车体下，转子部分（次级线圈）铺设在轨道上，定子转子间保持 10 mm 左右的间隙。直线电机车辆不仅具有自重轻、噪声低、爬坡能力强、适应小半径曲线等优势，且因其转向架结构简单，车辆高度降低，车辆限界得以缩小，能在相当程度上降低土建成本。但其最大弊端则在于较低的电机效率以及较大的轨道及车辆投资。

6. 车辆附属设备

车辆内部设备包括服务于乘客的车内固定附属装置和服务于车辆运行的设备装置。前者包括车灯、广播、通风、取暖、空调、座椅、拉手等，后者大多悬挂在车底架上，如蓄电池箱、继电器箱、主控制箱、电动空气压缩机组、风缸、电源变压器、各种电气开关和接触器箱等。

7. 车辆电气系统

车辆电气系统包括车辆上的各种电气设备及其控制电路。按其作用与功能可分为主电路系统、辅助电路系统和电子控制电路系统三部分。主电路由牵引电机及与其相关的电气设备和连接导线组成，它能把电网的电能为车辆运行的动能，在电气制动时将车辆的动能转换并用于电制动力，是车辆上的高电压、大电流、大功率动力回路。辅助电路系统是为保证车辆正常运行必须设置的辅助设备（如车辆照明、空调装置、空气压缩机等）所提供的辅助用电系统。电子与控制电路包括有接点的直流电路与无接点的电子电路，其作用是控制主电路与辅助电路各电器的工作，通过司机操作使列车正常运行或由列车自动运行控制系统控制运行。

三、供电系统

1. 供电制式

牵引网的供电制式主要指电流制、电压等级与馈电方式。目前城市轨道交通的直流牵引电压等级有 DC 600V、DC 750 V 和 DC 1 500 V 等多种。我国国家标准《地铁直流牵引供电系统》（GB 10411—89）中规定了 DC 1 500 V 和 DC 750 V 两种电压制式。牵引网的馈电