



轨道交通类专业“互联网+”创新型精品教材

城市轨道交通 行车组织

CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG
XINGCHE ZUZH



扫描二维码
共享立体资源

主 编 漆 昕 魏堂建

城市轨道交通
行车组织

主
编
漆
昕
魏
堂
建

北京出版集团公司
北京出版社

北京出版集团公司
北 京 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

城市轨道交通行车组织 / 漆昕, 魏堂建主编. — 北京 : 北京出版社, 2017.1 (2022 重印)
ISBN 978-7-200-12594-8

I. ①城… II. ①漆… ②魏… III. ①城市轨道交通—行车组织—高等职业教育—教材 IV. ① U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 255534 号

城市轨道交通行车组织

CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG XINGCHE ZUZH

主 编: 漆 昕 魏堂建

出 版: 北京出版集团公司

北 京 出 版 社

地 址: 北京北三环中路 6 号

邮 编: 100120

网 址: www.bph.com.cn

总发行: 北京出版集团公司

经 销: 新华书店

印 刷: 定州市新华印刷有限公司

版 次: 2017 年 1 月第 1 版 2022 年 9 月修订 2022 年 10 月第 4 次印刷

开 本: 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张: 17

字 数: 299 千字

书 号: ISBN 978-7-200-12594-8

定 价: 47.00 元

质量监督电话: 010-82685218 010-58572162 010-58572393

目 录

单元一 城市轨道交通行车组织的概述	1
任务 1 城市轨道交通行车组织的特点及发展	2
任务 2 认识行车组织的设施设备	9
任务 3 城市轨道交通行车的组织机构	18
单元二 行车组织的基础	25
任务 1 运输计划	26
任务 2 列车运行图	49
任务 3 行车闭塞法	64
单元三 对列车自动控制系统的认知	76
任务 1 列车自动控制 (ATC) 系统	77
任务 2 列车自动防护 (ATP) 系统	87
任务 3 列车自动运行 (ATO) 系统	88
任务 4 列车自动监控 (ATS) 系统	89
单元四 城市轨道交通正常行车的组织办法	92
任务 1 正常情况下的列车运行组织概述	93
任务 2 控制中心的行车组织	95
任务 3 车站行车组织	104
任务 4 车辆段场行车组织	111
单元五 非正常情况下的行车组织	122
任务 1 ATC 设备故障时的行车组织	123
任务 2 车站联锁设备故障时的行车组织	130
任务 3 特殊情况下的行车组织	144
任务 4 救援列车和工程列车的开行	152
单元六 施工组织和管理	165
任务 1 施工组织管理的概述	166

任务 2 施工计划	169
任务 3 施工安全的管理	175
任务 4 施工作业组织办法	180
单元七 行车事故的处理及预防	186
任务 1 行车事故的分类	187
任务 2 行车事故的处理规则	199
任务 3 事故处理的应急预案及预防	206
任务 4 行车事故案例的分析	211
附录 1 城市轨道交通行车组织缩略语的中英文对照表	219
附录 2 城市轨道交通运营的综合实训指导书	222
参考文献	266

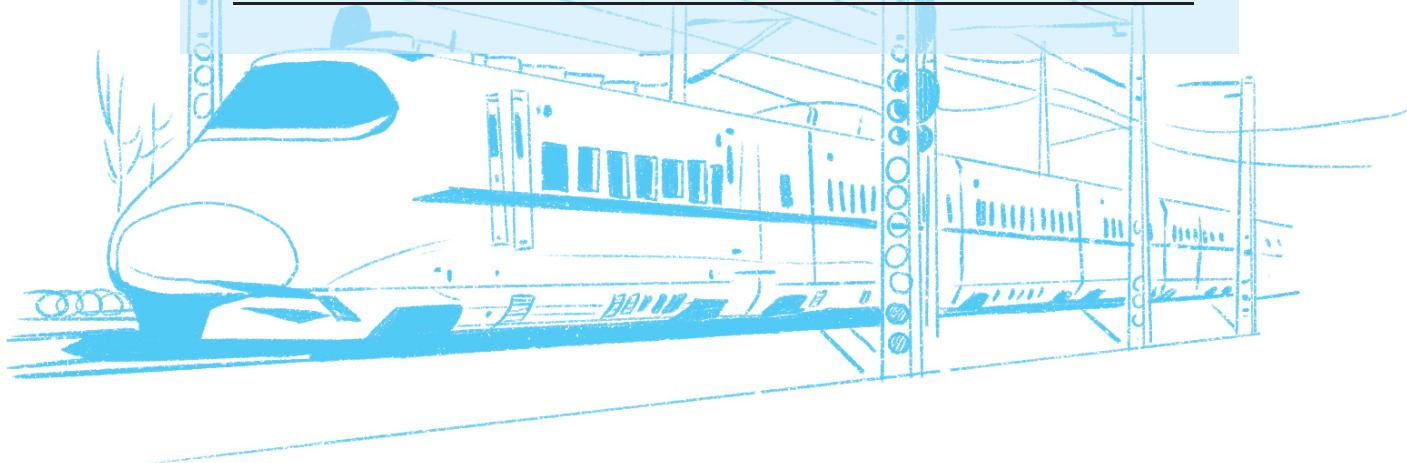
单元一 城市轨道交通行车组织的概述

【单元概述】

城市轨道交通之所以在世界范围内得到快速的发展，一个很重要的原因就在于它具备城市道路交通不可比拟的优势。第一是运量大。城市轨道交通是一种大容量的城市轨道交通系统，单向每小时运输能力可达 1 万至 7 万人次左右，而公共汽电车单向每小时运输能力只能在 0.8 万人次左右，远远小于城市轨道交通，因而在客流密集的城市中心地带建设城市轨道交通可以明显疏解公交客流，分担绝大部分城市公共交通流量。第二是准时和快速。城市轨道交通具有可信赖的准时性和速达性，城市轨道交通线路与道路交通隔绝，有自己的专用线路，不受气候、时间和其他交通工具的干扰，不会出现交通阻塞而延误时间，因而在保证准时快速到达目的地方面得到乘客的信赖，对居民出行具有很大的吸引力。第三是安全。由于城市轨道交通大多在地下或高架桥上，因而与其他交通方式无相互干扰，安全性高，在当今世界汽车泛滥，交通事故居高不下的情况下，城市轨道交通如果不发生意外或自然灾害，乘客安全可以得到保障。第四是噪音小，污染少，对城市环境不造成破坏。第五是节约土地资源。在城市发展空间日益狭小的今天，城市轨道交通充分利用地下空间，节约地面宝贵的土地资源为人类所用，这在一定程度上也刺激了城市轨道交通的发展。

城市轨道交通客流具有流量大、阶段性高峰明显及变化大等特点，同时，城市轨道交通线路又具有站间距离短、车站配线少、列车交路种类多和车底出入库频繁等特点。因此，与铁路行车组织相比，城市轨道交通的行车组织有其自身的复杂性。

本单元的主要内容为城市轨道交通行车组织特点及发展现状分析，认识行车组织相关设施设备、熟悉行车组织机构等。



任务 1

城市轨道交通行车组织的特点及发展

学习目标

1. 熟悉城市轨道交通的特点及其对城市轨道交通行车组织工作的要求。
2. 了解城市轨道交通行车组织工作的发展现状。

教学环境

课题理论教学环境。

教学设施

CAI 计算机辅助教学设备。

理论模块

一、城市轨道交通的概念及类型

1. 基本概念

城市轨道交通系统是指在城市中使用车辆在固定导轨上运行并主要用于城市客运的交通系统。在我国国家标准《城市公共交通常用名词术语》中，城市轨道交通的定义是“通常以电能为动力，采取轮轨运输方式的快速大运量公共交通的总称”。一般包括地铁和轻轨，以及现代有轨电车。

2. 主要类型

由于城市轨道交通在世界范围内发展较快，技术指标差异较大，再加上地区、国家、城市的不同，服务对象的不同等，使城市轨道交通发展成为多种类型。目前尚无统一的分类标准，不同的分类方法，可以分出不同的结果。



轨道交通介绍



城市轨道交通分类



- (1) 按容量(运送能力),可分为高容量、大容量、中容量和小容量。
- (2) 按导向方式,可分为轮轨导向和导向轨导向。
- (3) 按线路架设方式,可分为地下、高架和地面。
- (4) 按线路隔离程度,可分为全隔离、半隔离和不隔离。
- (5) 按轨道材料,可分为钢轮钢轨系统和橡胶轮混凝土轨道梁系统。
- (6) 按牵引方式,可分为旋转式直流、交流电机牵引和直线电机牵引。
- (7) 按运营组织方式,可分为传统城市轨道交通、区域快速轨道交通和城市(市郊)铁路。

(8) 若按运能范围、车辆类型及主要技术特征,城市轨道交通则可分为有轨电车、地下铁道、轻轨交通、市郊铁路、单轨道交通、新交通系统和磁悬浮交通七类。现分述如下:

①有轨电车

这是使用电车牵引、轻轨导向、1~3 辆编组运行在城市路面线路上的低运量轨道交通系统。一般设在城市中心穿街走巷运行,具有上下车方便的特点。

②地下铁道

简称地铁,是城市快速轨道交通的主干线。地铁是由电力牵引、轮轨导向、轴重相对较重、具有一定规模运量、按运行图行车、车辆编组运行在地下隧道内,或根据城市的具体条件,运行在地面或高架线路上的快速轨道交通系统。地铁有建设成本高、建设周期长的弊端,但同时又具有运量大、安全、准时、节能、环保、节省城市用地的优点。地铁适用于出行距离较长、客运量需求大的城市中心区域。因此,人口超过百万的大城市就应该考虑修建地铁。

③轻轨交通

这是在有轨电车的基础上改造发展起来的城市轨道交通系统。轻轨是一种使用电力牵引、介于标准有轨电车和快运交通系统(包括地铁和城市铁路),用于城市旅客运输的轨道交通系统。轻轨一般采用地面和高架桥相结合的方法建设,路线可以从市区通往近郊。由于轻轨具有投资少建设周期短且运能高等优点,故发展很快。目前,无论是发达国家,还是发展中国家,轻轨方兴未艾。

④市郊铁路

这是指建在城市内部或内外结合部,线路设施与干线铁路基本相同,服务对象以城市公共交通客流,即短途和通勤旅客为主。市郊铁路是城市铁路的主要形式,通常使用电力牵引和内燃牵引,列车编组多在 4~10 辆,最高速度可达 100~120 km/h。市郊铁路运能与地铁相同,但由于站距比地铁长,运行速度能超过地铁,可达 80 km/h 以上。

⑤单轨道交通

这是指通过单一轨道梁支撑车厢并提供导引作用而运行的轨道交通系统,其最大特点是车体比承载轨道要宽。我国首条跨座式单轨线路是在有“山城”之称的重庆修



建的。跨座式单轨道交通十分适合重庆市道路坡陡、弯急及路窄的地形特点，同时又因结构轻巧、简洁、易融于山城景色还取得了较好的景观效果。

⑥新交通系统（简称 AGT）

这是一个模糊的概念，广义上认为，AGT 是那些所有现代化新型公共交通方式的总称。狭义上新交通系统则定义为：由电气牵引，具有特殊导向、操作和转向方式胶轮车辆，单车或数辆编组运行在专用轨道梁上的中小运量轨道运输系统。新交通系统最早出现在美国，后来日本和法国又做了进一步的技术改造和发展。目前，我国内地的新交通系统处在起步阶段。天津市于 2007 年在滨海新区开通了全长 7.6 千米的亚洲首条胶轮导轨线路，北京市于 2008 年奥运会前开通了服务于首都机场 T3 航站楼的新交通系统，上海市也于 2009 年开通了胶轮导轨电车。

⑦磁悬浮交通

这是一种非轮轨黏着传动，悬浮于地面的交通运输系统。磁悬浮列车是利用常导磁铁或超导磁铁产生的吸力或斥力使车辆浮起，用以上的复合技术产生导向力，用直线电机产生牵引动力，使其成为高速、安全、舒适、节能、环保、维护简单且占地少的新一代交通运输工具。

3. 车辆特点

车辆是轨道交通系统中完成乘客运输任务的基本工具，它具有以下特点：

- (1) 载客能力强。大型地铁车辆载客可达 350 人 / 辆。
- (2) 动力性能好。速度快、加速能力强、制动效果好。
- (3) 安全可靠性强。设备先进，故障率低，稳定性、可靠性强，突发情况下适应性强。
- (4) 环境条件好。具有照明、空调、座椅和扶手等设备。
- (5) 灵活的牵引特征。根据不同的线路特征，可采用不同的牵引方式，即动力集中牵引和动力分散牵引。
- (6) 节能环保。车辆牵引动力常用电力牵引。

4. 运营特点

(1) 容量大。城市轨道交通是城市公共交通的主干线，是客流运送的大动脉，是城市的生命线工程。如地下铁道单向每小时运送能力可达 730 000~700 000 人次，轻轨交通在 10 000~30 000 人次之间，而公共汽车、电车则为 8 000 人，在客流密集的城市建设中城市轨道交通可疏解公交客流。

(2) 准时而快速。城市轨道交通有自己的专用线路，与道路交通相隔离，不受其他交通工具的干扰，不会出现交通阻塞而延误运行时间，可保证乘客准时、迅速地到达目的地。

(3) 节能且环保。城市轨道交通是世界公认的低能耗、少污染的“绿色交通”，是



解决“城市病”的一把金钥匙，对于实现城市的可持续发展具有非常重要的意义。

(4) 节省土地资源。城市轨道交通（多建于地下或高架桥上）即使在地面，其占地也有限，这就充分利用了城市空间，节约了日益宝贵的土地资源。但是城市轨道交通也存在一定的局限性，如建设费用高、建设周期长、技术含量高、建设难度大、一旦遇到自然灾害尤其是火灾，乘客疏散困难，容易造成人员伤亡等。

二、城市轨道交通行车组织的要求及特点

1. 要求

城市轨道交通，尤其是地下轨道交通因其固有的特点，对其行车组织有如下要求：

(1) 安全性要求高

因城市轨道交通尤其是地下部分隧道空间小，行车密度大，故障排除难度大，若发生事故难以救援，损失将非常严重，所以对行车安全的保证，即对行车组织提出了更高的安全要求。

(2) 通过能力大

城市轨道交通一般不设站线，进站列车均停在正线，先行列车停站时间直接影响后续列车接近车站，所以要求行车设备必须满足通过能力的要求。另外，由于不设站线使列车正常运行的顺序相对固定，也有利于实现行车调度自动化。

(3) 可靠性高

由于城市轨道交通隧道空间小，且装有带电的接触网，行车时不便于维修和排除设备故障，所以要求信号设备具有高可靠性，应尽量做到平时不维修或少维修。

(4) 自动化程度高

城市轨道交通站间距短，列车密度大，行车工作十分繁忙，而且地下部分环境潮湿，所以要求尽量采用自动化程度高的先进技术设备。

(5) 限界条件苛刻

城市轨道交通的室外设备及车载设备，受土建限界的制约，要求设备体积小，同时必须兼顾施工和维护作业空间的要求。

2. 特点

城市轨道交通的信号系统沿袭铁路的制式，但由于其自身的特点，与干线铁路不同，城市轨道交通在整个运输生产过程中，调车作业甚少，行车组织基本上只从事列车运行组织和接发列车工作，由调度所（或中央控制室）和车站（段）两级完成。

(1) 具有完善的列车速度监控功能

城市轨道交通所承担的客运量巨大，对行车间隔的要求远高于铁路，最小行车间隔达到 90 s 甚至更小，因此对列车运行速度监控的要求极高。



(2) 联锁关系较简单但技术要求高

城市轨道交通的大多数车站没有配线，不设道岔，甚至也不设地面信号机，仅在少数有岔联二锁站及车辆段才设置道岔和地面信号机，故联锁设备的监控对象远少于铁路车站的监控对象，联锁关系远没有铁路复杂。除折返站外，全部作业仅为乘客乘降，非常简单。通常一个控制中心即可实现全线的联锁功能。城市轨道交通信号控制最大的特点是把联锁关系和 ATP 编发码功能结合在一起，且包含一些特殊的功能，如自动折返、自动进路、紧急关闭及扣车等，增加了技术难度。

(3) 车辆段独立采用联锁设备

城市轨道交通的车辆段类似于铁路区段站的功能，包括列车编解、接发列车和频繁的调车作业，线路较多，道岔较多，信号设备较多，一般独立采用一套联锁设备。

(4) 行车调度自动化水平高

由于城市轨道交通的线路长度短，站间距离短，列车种类较少，行车规律性很强，因此它的调度系统中通常包含自动排列进路和运行自动调整的功能，自动化强度高，人工介入极少。

三、城市轨道交通行车组织的发展变化

1. 轨道交通的交路模式越来越倾向于复杂化

根据路面、人流量和车的使用量等各种影响条件，轨道交通的交路模式逐渐趋向于复杂化的形势，这就对复杂的交路设计等方面有很大的要求。而在我国也有城市使用复杂的交路，比如上海，它是我国第一个成功进行复杂交路成功的城市。

2. 轨道交通的运营计划制订的要求越来越高

(1) 错综复杂的行车交路需求要有和它相适应的运营计划。

(2) 制订针对工作日与休息日的运营计划，比如特殊的节假日和双休日等，有利于符合人流量在地域和时间上数量特征的需求，以最大的可能性把运营计划与人流量的特点相适应。

(3) 增加线路的后备车辆。在节假日或者双休日等高峰时期，人流量是非常大的，如果在正常的车次间增加一次或者多次车次，这样可以适当地减缓高峰时期的车辆与人流量的压力。

(4) 轨道交通的行车时间连接越来越紧密。两站间车辆的换乘在时间上要连接紧密，而且两站车辆的发车时间要尽量考虑到换站时走路的时间。

3. 轨道交通的运行指挥和调节难度越来越大

(1) 影响有轨列车运行的因素很多。比如在节假日或者双休日这些人流量大的时期，轨道交通的提供量不足以满足此时的需求；没有充分试运装备就开始正常使用；有些轨道交通上的设备较落后等。这些因素都会给有轨列车的运行带来不便。



(2) 目前, 大多数的道路路面的车辆承受能力已经达到最大, 如果一旦发生突发事件, 是很难对存在的局势进行调节的。

(3) 车辆的延误会有传递性。如果有列车一旦发生延误, 会导致后面的车辆也会发生延误, 如果没有对“延误”及时地进行处理, 就会导致整个的交通系统处于延误的状态。

(4) 轨道交通的维修在网络化下显示出的特点: 交通线路的独特、维修的技术含量的不同、交通设备的多种多样。不同的交通线路在客流量、车流量及信号等方面都有所不同。

四、目前存在的问题及可采取的对策

1. 存在的问题

(1) 安全风险系数逐渐增大

自从轨道交通进行网络化的运行开始, 部门管理的范围越来越大, 导致整个网络轨道交通的危险系数也越来越大。

(2) 线路的车辆供应与客流量产生矛盾

在节假日或者双休日等高峰阶段, 轨道交通车辆的供应量不能满足突增的客流量。即使一些单位使用及时地对车辆的发车时间进行调整或者是增加后备车辆的车次等方法, 也不能从根本上解决以上的矛盾。

①多数列车超载运行。最新的数据显示, 我国很多条线路的车辆超载客量率达到10%, 有的甚至是超载35%, 这样会导致列车的受损率极高。而且, 高峰时期多数的乘客都是集中在车门周围, 这样对列车的车门是非常不好的, 乘客大多挤在车门附近, 逐渐会使得车门的老龄化程度越来越重。

②一些车站的乘客滞留情况严重。很多突发情况是不可预料的, 突发情况发生的时候, 会使得乘客大量地拥挤在车站。

③客流量大而导致误点和乘客受伤。在高峰时期, 客流量过多使得列车误点, 甚至会有因乘客要挤进列车而被列车门夹伤的现象出现。

(3) 存在列车设备的问题

①基本的设施不齐全。部分的线路由于车站的基本设施不齐全导致对客流量组织方面存在困难, 比如站台的面积小等。

②设施在设计方面存在的问题。轨道交通的部分设施在设计上存在的问题也会给轨道交通行车组织在管理方面带来一定的难度, 比如车站与车厢的距离大、存在高度差等问题。

(4) 运行安全受外部因素的影响大

外部环境对列车的正常运行的影响越来越大, 比如交通线路上如果进行很大的施工而且数量比较多时、车站的关键设施被盗、恐怖事件的发生等, 都会给轨道交通的





工作带来严重的负面影响。

2. 可采取的对策

(1) 利用不同时期的人流量的数据

一般地，轨道交通的运营计划是根据一个时期内的人流量，对数据进行详细的分析，并对人流量的规律做出归纳，进而对乘客的流量制订一个适应乘客需求的运行方案。所以，轨道交通的运行计划是要有人流量的数据做支撑的，但人流量的规律并不是固定不变的，它所受到的外部条件的影响很大。比如每天的人流量是不一样的，而且一天内高峰期又是不一样的；节假日的时候，人流量会比平时工作日多出很多。

(2) 建立健全的轨道交通行车监测系统和信息公布平台

与单线不同的网络化轨道交通行车组织要实行全网络的车辆管理机制。因此，如果一条线路发生一些突发的事故或者是列车的设备发生故障，不仅对本列车的运行产生影响，而且对紧接后面的车辆也会产生影响。此时相关的运营单位要及时地对情况做出一些可行的方案从而满足乘客的需求。所以，如果建立健全的轨道交通行车的检测系统和实用的信息公布平台可以更好地掌握车辆的具体情况，并且可以把车辆的情况及时地传递给乘客。

实训模块

一、实训目标

熟悉城市轨道交通行车组织要求及特点等，为后续行车组织的学习做好基础储备。

二、实训要求

分组调研某城市轨道交通特点、发展现状与存在的问题及其对策。

三、实训评价

各小组交流调研的过程和收获，对调研结果进行汇报，并请全班师生对成果进行评比，做出成绩评定。



任务 2

认识行车组织的设施设备

学习目标

掌握主要行车设备的概念、分类及功能。

教学环境

课题理论教学环境，城轨交通设备实训室。

教学设施

CAI 计算机辅助教学设备，线路、车站和信号模拟仿真教具。

理论模块

一、线路

1. 基本概念

线路是列车运行的基础，它是由路基、桥梁、隧道建筑物和轨道组成的一个整体工程，是所有行车线路的总称。线路主要由路基、桥隧建筑物和轨道三部分组成。

路基指的是按照路线位置和一定技术要求修筑的作为路面基础的带状构造物，是铺设轨道的基础，它直接承受轨道传递的压力，并将其传递到地基。路基是用土或石料修筑而成的线形结构物，从材料上看，路基可分为土路基、石路基和土石路基三种。

桥隧建筑物是桥梁、隧道、涵洞、明渠、天桥、地道、跨线桥和调节河流建筑物等的总称。

轨道指用条形的钢材铺成的供火车和电车等行驶的路线。轨道作为铁路线路的重要组成部分，起着列车运行的导向作用，直接承受车轮传来的巨大压力，并把它传给路基或隧道。它由钢轨、轨枕、联结零件、道床、防爬设备和道岔六部分组成。目前，



我国铁路正线轨道共分特重型、重型、次重型、中型和轻型五种类型。

道岔是使列车从一条线路转入或跨越另一条线路的连接及交叉设备。道岔表示法如图 1-1 所示，共有三种：双线表示法、中心线表示法和中心线加开通方向表示法。

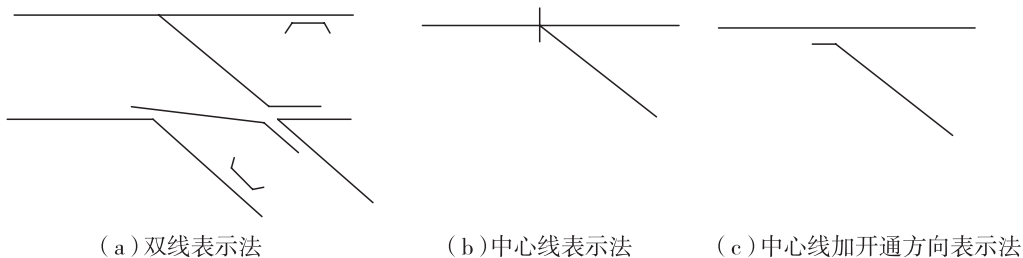


图 1-1 道岔表示法

道岔定位是指开通直股或经常开通的位置，如图 1-2 所示。道岔反位是指道岔开通侧向或不经常开通的位置。列车经过道岔时一般执行道岔呼唤的流程规范：呼唤时机为接近道岔 30 m 内并看清道岔开通方向，呼唤内容为道岔定位或道岔反位。

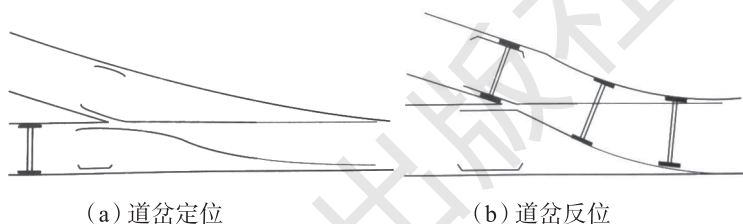


图 1-2 道岔定位

顺向道岔是指使列车先经过岔心、后经过尖轨的道岔。逆向道岔则是指使列车先经过尖轨、后经过岔心的道岔，道岔结构如图 1-3 所示。挤岔一般指列车顺向经过道岔且道岔位置不正确，列车车轮挤过道岔使尖轨与基本轨分开的情况。掉道是指列车逆向经过道岔且道岔处于四开状态，车轮一个在直轨上，一个在曲轨上，由于轨距加大造成车轮脱离钢轨的情况。

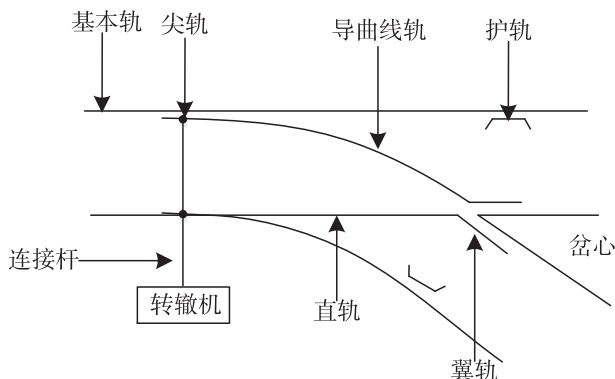


图 1-3 道岔结构

在使用过程中，一般道岔都有预先、完全、区段、单独、引导、机械及人工等几



种锁闭方式。

预先锁闭是指利用控制台办理进路，信号开放，列车仍未进入接近区段；完全锁闭是指进路锁闭，列车进入接近区段时的锁闭；区段锁闭是指列车在道岔区段运行时的锁闭；单独锁闭是指使用有锁闭功能的按钮锁闭道岔；引导锁闭是指使用有锁闭功能的引导信号按钮锁闭道岔；机械锁闭是指手摇道岔时，操作到位，尖轨与基本轨密贴，转辙机锁闭道岔；人工锁闭是指手摇道岔时，转辙机故障不能锁闭道岔时，使用道岔钩锁器将道岔加锁。

2. 分类

按照线路的使用功能，分为正线、到发线、岔线、站线、专用线、渡线和联络线等。

(1) 正线：连接车站并贯穿或直股伸入车站的线路。正线分为区间正线和站内正线（站内正线兼做到发线）。

(2) 到发线：用于接发列车的线路。

(3) 岔线：由车站或区间分支出去的、有其他用途的线路。如在区间或站内与铁路接轨，通往路内外单位（厂矿企业、砂石场、港口、码头或货物仓库）的专用线路等。

(4) 站线：是指车站内正线及指定其他用途的线路，如折返线、停车线及库线等。

(5) 专用线：在区间或站（段）接轨，通向地铁以外单位的线路，且该线路未设有车站。

(6) 渡线：由两个单开道岔组成的连接两条平行线路的连接设备。

(7) 联络线：连接两条独立运营线的线路或正线与车辆段间的线路。

3. 线路其他情况

城市轨道交通车站的站距各有不同，一般建设在市中心的车站站距较短，甚至不到 0.5 km；而建设在市郊的车站站距则可达几千米，甚至超过 10 km。另外，一般车站站台的有效长度最小为 118 m。线路的最小曲线半径一般在 150 m，最大坡度正线达到 24%，联络线甚至达到 30%。

二、车站

1. 基本概念

(1) 车站：车站是城市轨道交通路网中一种重要的建筑物，它是供旅客乘降、换乘和候车的场所，应保证旅客使用方便，安全而迅速地进出车站，并有良好的通风、照明、卫生、防火等设备，给旅客提供舒适而清洁的环境。车站应容纳主要的技术设备和运营管理系统，从而保证城市轨道交通的安全运行。

(2) 分界线：即隔离列车运行的固定设备，为相邻区间或闭塞分区分界线。它





包括进（出）站、防护信号机、超速防护自动闭塞的分界标及自动闭塞的通过信号机。

（3）站界：即车站与区间的分界线。在单线线路上，以进站信号机机柱的中心线作为车站与区间的分界线；在双线线路上，以车站同方向的进站、出站信号机机柱的中心线为车站与区间的分界线。

（4）站内：将一条线路划分为若干个线段后，车站把线路划分为站内和站间区间，站内就是同一方向进站信号机至出站信号机之间的线路。

（5）站间区间：相邻两个车站间的线路，即同一方向车站出站信号机至下一个车站进站信号机之间的线路。

2. 车站的分类

（1）按站台形式不同，可分为岛式、侧式和混合式三种。

①岛式站台：即线路在两边，站台在中间。

②侧式站台：即线路在中间，站台在两边。

③混合式站台：即岛式、侧式兼有的形式。

（2）按车站作业性质不同，可分为始发（终点）站、中间站、换乘站和折返站等，如表 1-1 所示。

表 1-1 车站的作业类别

车站作业例别	始发（终点）站	中间站	换乘站	折返站
客运	乘客乘降	乘客乘降	乘客乘降、换乘	乘客乘降
行业	接、发车，列车折返，列车检修、整备，存车	接、发车	接、发车	接、发车，列车折返

①始发（终点）站：即列车起始运行或终止运行的车站。

②中间站：指办理正线接、发车及客运业务的车站，是列车运行图中经过的车站。

③换乘站：除办理中间站的接、发车乘降作业外，同时也是乘客换乘不同线路列车的场所。

④折返站：除办理中间站的接、发车乘降作业外，由于配有折返线、存车线，所以还可办理列车折返、转线作业。

三、车辆段

车辆段是车辆停放、检查、整备、运用和修理的管理中心所在地，主要担负着一条或几条线路城市轨道交通车辆的停放、检查、维修、清洁和整备等任务。若运行线路较长，为了有利于运营和分担车辆的检查、清洗工作量，可在线路的另一端设停车场，负责部分车辆的停放、运用、检查和整备工作。当技术经济合理时，也可以两条或两条以上线路共设一个车辆段。城市轨道交通除车辆保养基地以外，尚有综合维修



中心、材料总库和职工技术培训中心等基地，有条件时，尽量将它们与车辆段规划在一起。车场可为正线运行列车提供各类运营保障与服务，确保正常的运营秩序，也可运营相关人员提供后勤保障与服务。

1. 车辆段的主要业务

- (1) 列车在段内调车、停放，进行日常检查、一般故障处理和清扫洗刷。
- (2) 车辆的技术检查、月修、定修、架修和临修试车等。
- (3) 列车回段折返与乘务司机换班。
- (4) 段内设备和机具的维修及调车机车的日常维修。
- (5) 紧急救援抢修队和设备。

2. 车辆段的主要设施

车辆段的常见设施设备包括线路、信号进路和控制设备、运转日常管理及各类机电设备、检修设备、列车存放库和其他辅助设备。

(1) 停车场

车辆段应有足够的停车场地，以确保能够停放管辖线路的回段电动车辆和工程车辆。

(2) 检修库

车辆段内须设检修库，包括架、定修库和月修库；列检作业在列检库或停车库（线）进行。

(3) 洗车设备

在车辆段内一般安装自动洗车机，用于完成自动清洗、喷淋及去污等洗车作业。

3. 运营管理用房及其他设施

根据运营管理模式的要求，多数运营单位在段内设有相应的办公室，包括乘务队办公室、运转值班室、信号值班室、乘务员备乘休息室和内燃机工程轨道车司机休息用房等。段内还应有设备维修车间，负责段内的动力设施及通用设备维修作业。

在车辆段内还有测试列车综合性能的试车线和存放内燃机车、工程车的车库，以及机关办公楼与其他服务设施等。

四、列车和列车信号

1. 列车与车辆

(1) 基本概念

- ①地铁车辆：即完成地铁运输工作的工具，是行车组织工作的直接对象。
- ②车组：即连接在一起、走向相同的两辆以上的车辆。
- ③列车：车组组成的动车组配上乘务员和列车标志就成为列车。

④轨道车：即轨道设备维修、大修、基建等施工部门执行任务的主要运输工具。

(2) 编组

城市轨道交通车辆一般可按有无动力装置分为动车和拖车两类。城市轨道交通动车受电方式有两种：第三轨受流和受电弓。按有无驾驶室分为带驾驶室车和不带驾驶室车两类。有时用“Tc车”表示是有驾驶室的拖车，“Mp车”表示是带受电设施的动车，“M车”表示是不带受电设施的动车。通常1辆Tc车加1辆Mp车加1辆M车组成一个车辆单元，六辆编组的地铁列车由两个车辆单元组成。车辆连接顺序略有差异，比如某市地铁1号线车辆连接顺序为“Tc—Mp—M—M—Mp—Tc”，另一市地铁4号线车辆连接顺序为“Tc1—M1—M3—Tc3—M2—Tc2”。

每个城市每条线路动车组编组可能不同。比如某市地铁1号线、2号线按全动车设计，6辆为一固定编组。另一市地铁分为带驾驶室的拖车(A型)、无驾驶室带受电弓的动车(B型)和无驾驶室不带受电弓的动车(C型)三种。6节时可按“A—B—C—C—B—A”编组，也可以编成“A—B—C—B—C—A”，各节车辆之间均互相贯通，以方便乘客流通。当为8节编组时，可以编成“A—B—C—B—C—B—C—A”，也可以编成“A—B—C—C—B—B—C—A”。

不同线路往往有不同的车体色彩，如图1-4所示。



北京某线地铁列车（橙色与白色相间）



杭州某线地铁列车（绿色与白色相间）



长沙某线地铁列车（黑、红、白相间）



武汉某线地铁列车（粉色与白色相间）

图1-4 地铁列车车体

地铁车辆有较强的运载能力，一般定员180~240人/节，最高达到350人/节，如表1-2所示。

表 1-2 地铁车辆运载能力

级别	一级	二级	三级	四级	五级
系统类型	高运量地铁	大运量地铁	中运量地铁	次运量地铁	低运量地铁
适用车辆类型	A 型车	B 型车	C-I、Ⅲ型车	C-II 型车	现代有轨电车
车辆定员 / (站 6 人 /m ²)	310	240	220	220	104~202
最大轴重 t	16	14	11	10	9

2. 信号显示

(1) 基本概念以及信号种类

铁路信号是指用特定的物体(包括灯)的颜色、形状、位置,或用仪表和音响设备等向铁路行车人员传达有关机车车辆运行条件、行车设备状态以及行车的指示和命令等信息。铁路信号广义上是指保证铁路行车安全的技术和设备;狭义上是指用于向行车人员指示行车条件的符号;也可以是铁路上信号显示、联锁、闭塞设备的总称。

信号按声光方式,分为视觉信号和听觉信号;按动静方式,分为移动信号(手信号属于移动信号)和固定信号(按设置位置,分为车载信号和地面信号);按使用时间,分为昼间信号、夜间信号和昼夜信号。

①视觉信号:以信号的颜色、形状、位置和显示数目来表达某种意义。如信号机、信号灯、信号牌、信号表示器、信号标志、火炬及信号旗等。

②听觉信号:以不同器具发出的音响及其响的长短和次数等表达某种意义。如列车鸣笛、车内蜂鸣器和电铃发出的声响。

③移动信号:当线路发生故障或在站内及区间进行施工临时禁止列车驶入时,应在所有可能来车的方向一端设置移动停车信号牌进行防护,要求开来的列车立即停车。

④手信号:即用信号灯、信号旗或徒手显示的信号。手信号分为列车手信号(用以指挥列车运行时使用的手信号)、调车手信号(仅在调车工作中,由调车指挥人员指挥调车作业时使用的手信号)和联系手信号三种。

⑤固定信号:安装在某一固定的位置长期起作用,来指示列车运行和调车工作的信号,如地面信号和机车信号。

(2) 信号显示制度

地铁一般采用三显示加一个防护区段的显示制度。列车占用后,除用红灯显示来防护有车占用区段外,再增加一个红灯防护区,即红、黄、绿的显示制度。

①正线的固定信号

- a. 黄灯——允许通行,进路上的道岔开通侧向;
- b. 绿灯——允许通行,进路上的道岔开通直向;
- c. 红灯——禁止通行,列车须在该信号机前停车;

d. 黄灯+红灯——引导信号，允许列车以不超过规定速度越过该信号机，并随时准备停车。

②车辆段与停车场的固定信号

进车场时：

a. 黄灯——允许进车场，前方进路道岔开通侧向；

b. 绿灯——允许进车场，前方进路道岔开通直向；

c. 红灯——禁止越过，列车须在该信号机前停车；

d. 黄灯+红灯——引导信号，允许列车以不超过规定速度越过该信号机进车场，并随时准备停车（有的城轨公司引导信号为红灯+白灯）。

出车场时：

e. 黄灯——允许出车场，前方进路道岔开通侧向；

f. 绿灯——允许出车场，前方进路道岔开通直向；

g. 红灯——禁止越过，列车须在该信号机前停车；

h. 黄灯+红灯——引导信号，允许列车以不超过规定速度越过该信号机出车场，并随时准备停车。

i. 红灯——停车，禁止列车越过该信号机；

j. 白灯——允许列车越过该信号机调车。

③车载信号

如图 1-5 所示。

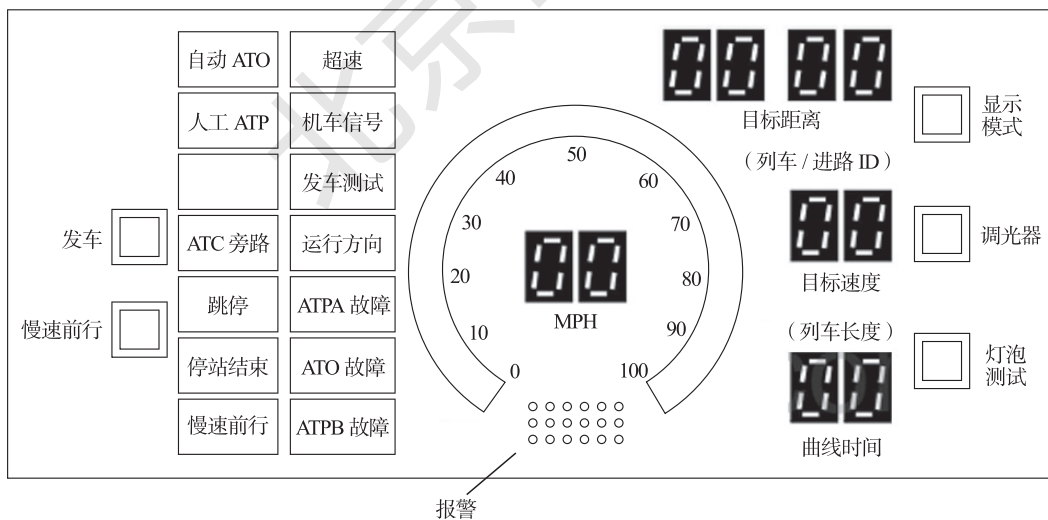


图 1-5 车载信号面板

④手信号

行车人员应严格遵守手信号的指示。



⑤信号标志牌

在轨道旁设置有关信号标志牌，如停车标、接近车站预告标、限速标、鸣笛标和一度停车标等，以提示驾驶员有关注意事项，确保行车安全，驾驶员须严格执行。

实训模块

一、实训目标

熟悉城市轨道交通行车组织设施设备，为后续行车组织的学习做好基础储备。

二、实训要求

1. 分组调研某城市所有轨道交通线路列车种类并记录系统类型、车辆类型、车体颜色、车辆定员及列车编组等信息。
2. 分组调研某城市轨道交通线路上不同类型的车站，完成表 1-3。

表 1-3 某城市轨道交通线路上不同类型的车站

车站名称 / 所属线路	按站台形式划分			按站台位置划分			按车站运营作业划分		
	岛式	侧式	混合式	地下	地面	高架	中间站	换乘站	端点站

3. 组织全体同学参观所在城市的轨道交通车辆段，了解车辆段的组织结构，认识车辆段的各种线路、设备及信号。
4. 参观城市轨道交通设备实训室，观摩学习线路设备及列车的微缩模型、车站立体微缩模型和信号仿真教具，熟悉城市轨道交通行车组织设施设备。

三、实训评价

各小组交流调研及参观的过程和收获，对学习结果进行汇报，并请全班师生对成果进行评比，做出成绩评定。



任务 3

城市轨道交通行车的组织机构

学习目标

熟悉城市轨道交通行车组织机构。

教学环境

课题理论教学环境。

教学设施

CAI 计算机辅助教学设备。

理论模块

一、城市轨道交通运营过程中的工作分类

城市轨道交通运营过程中的工作，根据工作性质可以分为四类，具体分类见表 1-4 所示。

表 1-4 城市轨道交通运营过程中的工作分类

工作	岗位群
车站服务组织	站务员、客运综控员（客运值班员）、信号楼值班员
行车组织	综控员（行车值班员）、调度员
车辆驾驶	电动列车司机、内燃机车司机
运营设备维护检修	车辆维护检修、线路维护检修、通信信号维护检修、供电维护检修、综合机电维护检修、土建设施维护检修

车站服务组织在车站按照运输计划，办理行车作业，执行客运组织，提高客运服务。其核心岗位包括站务员、客运综控员（客运值班员）和信号楼值班员。其中，站务员的主要业务包括：工作交接、充值业务、售票业务、监票作业、退（补）票作业、闸



机 / 自动售票机 TVM/ 半自动售票机 BOM 设备维护、闸机票箱更换以及维护、客服、设备故障处置和突发事件处理等。

行车组织是城市轨道交通运营组织最核心的组成部分，是综合运用各种运输技术设备，组织协调客运活动的技术业务。它通过采用先进的行车方式和组织方法，使城市轨道交通内部各专业部门或单位密切联合协作，建立正常稳定的运输秩序，充分发挥各种运输技术设备的效能，以保证安全、正点、优质和高效地完成乘客运输任务。其主要内容有：正常情况下行车组织、非正常情况下行车组织、调车工作、列车运行图、行车调度、车站行车工作细则和行车事故处理等。行车组织的核心岗位包括综控员和调度员两类。综控员的主要业务包括：工作交接、送电前准备、设备监视以及作业、行车作业办理、施工以及计表监护、故障处理和突发事件处理等；调度员的主要业务包括：工作交接、行车调度、与其他部门的协调配合、监控与监视、异常情况处置和突发事件处理等。

车辆驾驶是指驾驶电动列车和内燃机车在轨道线路上提供运输服务。主要岗位有电动列车司机和内燃机车司机两类。电动列车司机的主要业务包括：交接车作业、试车作业、正常情况下的运营行车、非正常情况下的运营行车、乘客服务、车辆的故障处置、突发事件的处理、车辆技术支持等；内燃机车司机的主要业务包括：静态试车、调车 / 转线作业、维修 / 施工作业、抢险救援、车辆故障处理、日常维护保养、机车维修、新车验收等。

运营设备维护检修是指按照维护检修计划，执行维护检修规程，保证设备良好运行状态的活动。主要岗位包括车辆维护检修、供电维护检修、通信信号维护检修、综合机电维护检修、土建设施维护检修与线路维护检修六类。主要工作业务基本相似，以车辆维护检修为例，主要包括：工作交接、日检（静态检查、动态检查、维修更换）、列检（静态检查、动态检查、自检故障处理、互检和试车验收）、月修（维护保养、静态检查、维修更换、基础数据测量、动态测试和故障排查）、故障处理及救援 / 抢险等。

二、行车组织指挥体系

在一个调度区段中，由该区段的行车调度员统一指挥，相关人员必须执行调度命令，服从指挥。城市轨道交通的行车组织指挥体系如图 1-6 所示。

城市轨道交通行车组织工作由行车调度员、车站值班站长、客车司机和车辆段调度员完成，实行“行车调度员—司机”二级管理制度，车站值班站长与车场调度员辅助行车工作。

为统一指挥日常运输工作，行车组织工作必须坚持“高度集中、统一指挥、逐级负责”的原则。每一级都应严格执行上一级调度指挥的命令，具体如下：

1. 行车调度员统一指挥各调度区间。
2. 每一个调度区间由该区间值班行车调度员统一指挥。



3. 车站由本站值班站长统一指挥。
4. 车辆段由车场调度员统一指挥，派班员根据行车计划安排司机工作。
5. 列车由本列车当班值乘司机负责指挥。
6. 列车在车站时，乘务人员应按车站值班站长指挥进行工作。

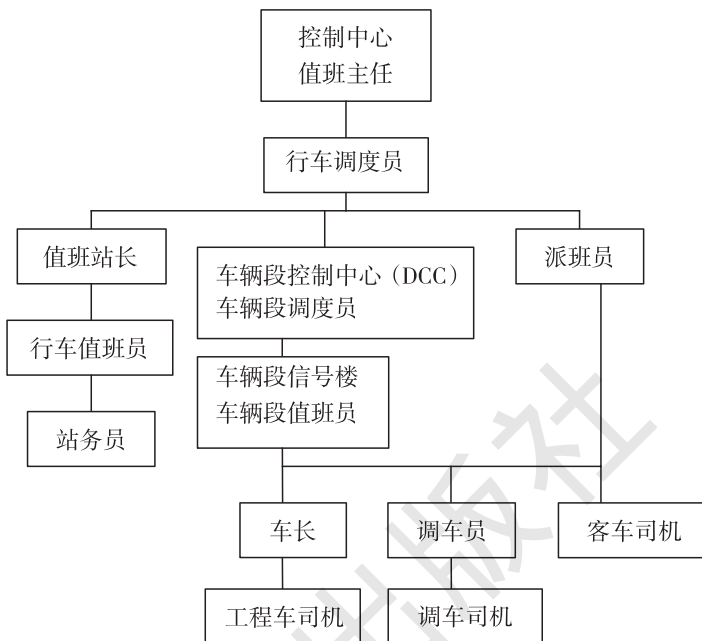


图 1-6 城市轨道交通的行车组织指挥体系

三、行车主要岗位工作人员的职责

1. 行车调度员

行车调度员是列车运行的组织者和指挥者，担负着指挥列车运行、贯彻安全生产、实现列车运行图和完成运输计划的重要任务。行车调度员是控制中心所辖线路调度区间行车工作的最高指挥员。鉴于行车调度员对列车的安全运营起着决定性的作用，因此城市轨道交通运营企业对行车调度员的要求也是非常严格的，其不仅需要扎实的专业知识，还需要具备较强的分析问题、处理问题、快速反应及顺利沟通等能力。

(1) 行车调度员的主要职责

- ①组织指挥各部门、各工种严格按照列车运行图的规定和要求行车。
- ②组织列车到发和途中运行，监控列车行车和设备运转状况。
- ③根据客流变化，及时调整列车开行计划。
- ④列车晚点、运行秩序紊乱时，应通过自动或人工调度，尽快恢复按图行车。
- ⑤发生行车事故时，应按照规定立即向上级和有关部门报告，迅速采取救援措施，最大限度减少人员伤亡，降低事故损失，防止事故升级，及时恢复列车的正常运行。
- ⑥安排各种检修施工作业，组织施工列车开行。



(2) 行车调度员可以采用的运行调整方法

城市轨道交通在双线行车时，正常情况下是按右侧单方向运行，列车运行以闭塞分区做间隔。但是，列车运行的条件随时都可能发生变化，比如客流有增有减，按图运行的列车可能发生晚点等，这就需要采取相应的运行调整措施；当区间或车站发生事故时，更要及时防止事故扩大并组织救援。所有这些都要求在日常的运输工作中根据情况的变化，采取调整措施，使列车尽可能按图运行。这一任务主要由行车调度员来完成。行车调度员可以采取的运行调整方法如下：

- ①始发站提前或推迟发出列车。
- ②加开、停运列车，备用列车替换或变更列车运行交路。
- ③组织列车加速运行，恢复正点。
- ④组织车站加速作业，压缩停站时间。
- ⑤组织列车不停车通过某些车站。
- ⑥组织列车在具备条件的中间站折返运行。
- ⑦扣车。
- ⑧调整列车运行时间间隔。

2. 车站值班站长

车站行车组织工作主要是严格遵守城市轨道交通技术管理规程和车站行车工作细则等有关规定并按一定程序进行一系列接发列车作业。车站行车组织工作由车站值班站长统一指挥。

城市轨道交通车站的值班站长服从控制中心行车调度员的生产指挥，对本站的行车、客运票务培训及人员管理等具体事务进行管理和落实。值班站长需要掌握车站的近期工作计划、生产计划及当天的生产工作重点，制订工作措施，合理组织和开展工作，对持续性工作要做好交接班，并跟踪其完成情况。

当车站发生设备故障或紧急情况时，值班站长担任事故处理主任，组织指挥现场人员按照应急处理预案的要求进行处理。值班站长在日常工作中要负责对本班工作人员的管理，对车站值班员、站务员的工作进行监督、检查、指导和考评管理，负责对维修人员、商铺人员和施工人员等外单位人员进行属地管理。

3. 行车值班员

行车值班员主要负责车站的行车工作，包括监控列车运行情况，管理行车备品，监控车站各类设备运行状态，进行施工管理，接收、传达和执行调度命令，将各类信息向相关部门汇报等。行车值班员是所在车站行车工作的最高指挥者。

4. 客车司机

客车司机负责列车的运行工作，依据列车运行计划的要求，根据行车调度员的指示、命令完成列车驾驶工作，并使列车在各车站完成乘客乘降作业。客车司机的主要



职责如下：

- (1) 按运营图的要求安全、快速且准点地驾驶列车，负责客车在正线上的运营；
- (2) 配合车辆段内的车辆调试、验收和保养等工作。

鉴于客车司机在整个运行过程中的重要作用，城市轨道交通管理部门往往会规定客车司机上岗值乘的必要条件，如：

(1) 客车司机必须经过考试，考试合格并取得“电动列车驾驶证”后方准独立驾驶电动列车。

(2) 脱离驾驶岗位 6 个月以上，如再须驾驶列车，必须对业务知识和安全运行知识等进行再培训与考核，合格后才能上岗。

(3) 客车司机必须了解列车的基本构造和性能，具有一般的故障处理能力，熟悉运行线路和停车场等基本设施情况。

(4) 客车司机必须掌握其他相关的业务能力和具有一定的应变能力，如懂得救援的过程和方法、懂得消防灭火的要求、学会扑灭初期火灾的方法、知道常用灭火器的使用方法等。

(5) 客车司机必须牢记“安全第一，便民第一”的宗旨，遵守和学习有关的安全规定和运行规则，严格按照安全制度、行车规则执行乘务驾驶任务。

5. 车场调度员

车辆段的车场调度室设车场调度员，车场调度员是车辆段行车工作的最高指挥者。其职责如下：

- (1) 统一指挥车辆段内的行车组织工作。
- (2) 全面负责并组织实施客运、机车车辆转轨和取送车作业。
- (3) 组织实施调试作业、列车出入车辆段作业。
- (4) 合理而科学地调配人员、机车车辆。
- (5) 协调安排车辆段内行车设备、消防设备及库房设备的检修维护。

6. 信号楼值班员

车辆段设信号楼值班室，值班室设值班员和助理值班员各一名，隶属于车场调度员管理。信号楼值班员的主要职责如下：

- (1) 接收并执行行车调度员的接发列车和调车作业计划。
- (2) 负责车辆段内行车指挥、进路排列和列车接发工作。
- (3) 操控微机设备，实现微机联锁设备的功能。

7. 车辆检修调度员

车辆检修调度员的主要职责如下：

(1) 全面负责车辆的计划维修、故障抢修、事故处理，以及调试和改造作业安排及其组织实施，监视所有车辆技术状态，提供运行图所规定的列车数上线服务，并确保



其状态良好，符合有关规定。

(2) 负责车辆检修内务管理，并协调和调配车辆段各中心的生产任务。

8. 派班员

车辆段的派班室设派班员，因为派班员通常还要负责司机等人的出勤统计工作，所以派班员也称为派班统计员，其主要职责如下：

(1) 安排司机出勤和退勤。

(2) 编制和实施司机的排班计划。

(3) 遇突发事件时及时交路调整，安排好司机的出勤和派班工作。

(4) 负责与车辆检修调度员交接检修及运用列车，与出 / 退勤司机交接运营列车，向行车调度员通报司机的配备情况。

(5) 管理司机日常事务，检查落实各项管理制度和作业安全规定。

9. 调车员和工程车司机

车辆段调车作业时，调车员负责机车车辆移动的现场指挥，通常由工程车司机或副司机担任。工程车司机的工作安排及主要职责如下：

(1) 工程车开行时，由两名司机担任，一名司机负责驾驶列车，另一名司机担任车长。

(2) 工程车开行时，车长负责指挥列车运行，检查和监视车辆调车作业的安全；工程车推进运行时，车长负责引导瞭望。

在不同城市的城市轨道交通系统中，人员岗位设置稍有不同，比如北京地铁设综控员岗，代替行车值班员岗履行职责。

实训模块

一、实训目标

熟悉城市轨道交通行车组织机构，为后续行车组织的学习做好基础储备。

二、实训要求

分组调研某城市轨道交通组织机构等信息，画出该组织结构图。

三、实训评价

各小组交流调研的过程和收获，对调研结果进行汇报，并请全班师生对成果进行评比，做出成绩评定。





思考与练习

1. 简述城市轨道交通系统行车组织的特点。
2. 简述城市轨道交通行车组织的发展变化情况。
3. 试述线路的基本概念及分类。
4. 试述车站的基本概念及分类。
5. 车辆段的主要业务是什么？
6. 城市轨道交通运营过程中的工作分类如何？
7. 行车组织工作由哪些岗位的人员完成？管理制度怎样？
8. 行车组织工作的原则是什么？
9. 谁是调度区间的最高负责人？他的职责是什么？
10. 运营线、车站、车辆段和列车的行车工作分别由谁进行指挥？

北京出版社