



# 模块

# 1

# 城市轨道交通客运组织概述



## 学习目标

- (1)了解城市轨道交通客运组织的概念和特点。
- (2)熟悉城市轨道交通客运组织的原则。
- (3)掌握城市轨道交通客运组织的基本要求。
- (4)熟悉城市轨道交通客运组织的管理模式。
- (5)熟悉城市轨道交通客运组织系统的运营管理模式。



## 学习重点

- (1)城市轨道交通客运组织的原则。
- (2)城市轨道交通客运组织的基本要求。

## 1.1 城市轨道交通客运组织的概念、特点和原则

城市轨道交通是用来为乘客出行服务的,因此,做好城市轨道交通客运组织工作对于安全顺利运送乘客具有十分重要的作用。

### 1.1.1 城市轨道交通客运组织的概念

城市轨道交通客运组织是在合理布置客运设备设施的前提下,通过运能及客流调查分析,掌握客流特点及变化规律,从而制定有效的方案,对客流进行分流、引导和控制,保



证客流运送安全、有序的工作过程。

客运组织工作是城市轨道交通运营生产的一个十分重要的组成部分,客运服务的质量好坏直接反映了城市轨道交通运营企业的管理水平。客运组织工作必须实行统一领导、分级管理的原则,控制指挥中心负责全线的客运组织工作,车站的客运组织由车站站长或值班站长负责。客运组织工作需建立健全各项工作制度,运营、乘务、维修等部门之间必须密切配合,共同维护好车站秩序,完善服务细节,提升工作效率和服务质量。

### 1.1.2 城市轨道交通客运组织的特点

城市轨道交通客运组织具有以下三个特点:

- (1) 客运组织的服务对象是市内交通乘客,不办理行李包裹托运服务。
- (2) 全日客流分布在时间上有较为明显的高峰(一般为早、晚高峰)和低谷之分。
- (3) 全年客流分布在时间上按季、月、周、节假日有较大起伏。

### 1.1.3 城市轨道交通客运组织的原则

城市轨道交通客运组织的原则包括如下几个:

- (1) 合理进行售检票岗位的设置,各种客流流动线简单、明确,尽量减少客流交叉、对流。
- (2) 乘客换乘其他交通工具的便利性。
- (3) 完善导向系统,快速分流,减少客流聚集及拥挤现象。
- (4) 满足换乘等客流的方便性、安全性和舒适性等一些基本要求。

## 1.2 城市轨道交通客运组织的基本要求

城市轨道交通客运组织的基本要求如下:

(1) 站容整洁。车站内外应明亮、整洁,各种设备和设施摆放整齐、有序;站台、站厅、通道及出入口的墙壁光洁,地面无痰迹和废物;卫生间清洁、卫生。

(2) 导向标志清晰、完备。车站内外应有清晰、完备的导向标志系统,能为乘客全过程、不中断地提供导向信息。车站外应有明显标志引导乘客进站,在车站出入口处应设置醒目的地铁标志;乘客进站后应有指示客服中心、进站方向、紧急出口等各方向的引导标志;在站台上应设置列车运行方向、换乘方向等导向标志。此外,还应设置示警性和服务性导向标志,如地铁运营线路图、列车运行时刻表、票价信息、厕所、车站周边公交线路与公共设施指南等。

(3) 遵章守纪。客运服务人员应认真执行各项客运规章制度,服从命令、听从指挥。执行客运工作任务时,客服人员应按规定着装并佩戴标志,仪表整洁,体现良好的精神风貌。

(4) 优质服务。客运服务人员应遵守职业道德,文明礼貌,规范地为乘客提供服务;对老弱病残孕等需要帮助的乘客应主动、热情地提供协助,耐心、正确地回答乘客提出的询问,帮助乘客解决疑难问题;应经常征询乘客的意见,及时完善服务细节,不断提高客运服务水平。

(5) 与其他部门紧密配合。客运作业人员应与地铁控制指挥中心、故障维修部门、公安部门、消防部门等加强联系,密切配合,协同工作,确保列车按图运行,保障行车安全与乘客安全。

(6) 掌握客流规律。分析客流统计资料,掌握车站客流在时间、空间上的分布与变化,对可预见发生的大客流做好充分的准备工作,及时应对。

## 1.3 城市轨道交通客运组织的管理模式

### 1.3.1 控制指挥中心的组织架构

控制指挥中心是城市轨道交通系统的核心,负责全线路的调度指挥工作。客运组织及设施保障部门的运营组织生产工作必须以调度指挥机构的组织计划和组织命令为依据来开展。城市轨道交通系统由控制指挥中心统一指挥,通过各个部门的协调运作,保证列车安全、正点地运行。控制指挥中心的组织架构如图 1-1 所示。

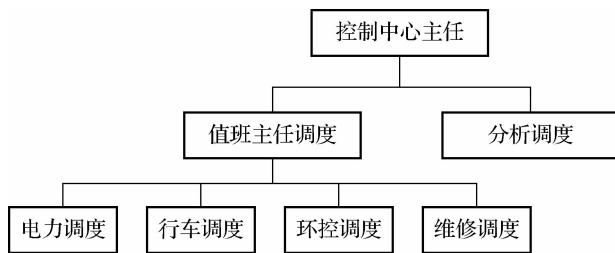


图 1-1 控制指挥中心的组织架构

### 1.3.2 车站管理模式

车站是城市轨道交通系统的重要组成部分,是企业与服务对象的主要联系环节。车站管理的核心任务是安全、迅速、方便地组织客流集散,并做好行车组织工作。随着城市



轨道交通车站设备设施的不断发展变化,我国各大城市轨道交通车站的设备设施及岗位设置也不尽相同,各客运岗位的工作职责及作业程序也存在很大差异。一般来说,车站常驻人员有站务运营人员、保安人员、保洁人员、设备维修人员和地铁公安人员等。

城市轨道交通车站以安全、高效地运输乘客为宗旨,车站应该根据行车计划、施工计划及客运组织计划等生产任务的要求建章立制,合理设置岗位及组织排班,并有序安排各岗位员工履行职责,协调运作。城市轨道交通车站通常设置中心站站长、值班站长、值班员(行车、客运)和站务员等岗位。车站管理模式采用值班站长负责制,值班站长负责当班期间车站的行车安全、客运服务、票务、环境清洁、事件处理和人员管理等工作。在值班站长的指挥下,各岗位工作人员应按照岗位职责和 workflows 开展工作。

除车站的站务工作人员外,城市轨道交通车站通常还有维修、商铺、公安等外单位(部门)驻站人员。车站日常运作以车站运输组织为核心,维修人员、商铺人员、公安人员等应以服务于车站运输组织为前提开展工作。车站一般应成立由各个驻站单位(或与车站运作相关单位)参加的站内综合治理小组。综合治理小组的组织工作由站长负责。综合治理小组的主要任务是协调、解决车站的综合治理问题。综合治理小组的成员相互通报相关信息,尤其在重大节假日或大型活动前,车站应将有关运营服务信息及站内客运应急预案通报各单位。当发生特殊情况时,由值班站长负责指挥处理,调动站内的危险处理人员、商铺人员和公安人员协助处理。

### 1.4 城市轨道交通客运组织系统的运营管理模式

城市轨道交通客运组织系统可按功能分为两个子系统进行运营管理,城市轨道交通客运组织系统的运营管理模式框图如图 1-2 所示。

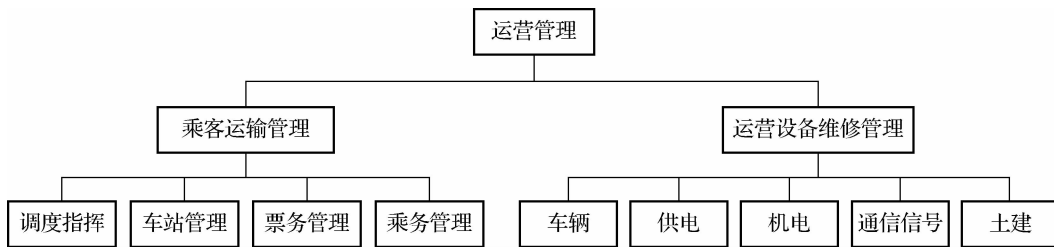


图 1-2 城市轨道交通客运组织系统的运营管理模式框图

其中,乘客运输管理子系统是一个体现城市轨道交通基本功能的乘客运输服务系统,其主要任务是组织列车运行和进行客运服务;运营设备维修管理子系统的任务是确认线路、供电系统、车辆、通信信号设备、机电设备等系统状态良好,以保证城市轨道交通系统安全、可靠、高效地运行。

学习评价

本模块学习完成后,请根据自己的学习所得,结合表 1-1 所列内容进行打分评价。

表 1-1 模块 1 学习评价表

评价内容	评价方式			评价等级
	自 评	小组评议	教师评议	
课前预习本模块相关知识、相关资料				A. 充分 B. 一般 C. 不足
了解城市轨道交通客运组织的概念和特点				A. 充分 B. 一般 C. 不足
熟悉城市轨道交通客运组织的原则				A. 充分 B. 一般 C. 不足
掌握城市轨道交通客运组织的基本要求				A. 充分 B. 一般 C. 不足
熟悉城市轨道交通客运组织的管理模式				A. 充分 B. 一般 C. 不足
熟悉城市轨道交通客运组织系统的运营管理模式				A. 充分 B. 一般 C. 不足
参加教学中的讨论和练习,并积极完成				A. 充分 B. 一般 C. 不足
善于与同学合作				A. 充分 B. 一般 C. 不足
学习态度和完成作业情况				A. 充分 B. 一般 C. 不足
总评				



### 思考与练习

- (1)什么是城市轨道交通客运组织?
- (2)城市轨道交通客运组织的特点有哪些?
- (3)简述城市轨道交通客运组织的原则。
- (4)城市轨道交通客运组织的基本要求有哪些?



# 模块

# 2 城市轨道交通车站客运组织



## 学习目标

- (1) 熟悉城市轨道交通车站客运设备设施。
- (2) 熟悉车站管理模式及岗位结构,掌握车站各岗位的工作职责,熟悉乘客物品掉落轨道的处理方式,掌握乘客遗失物品的处理方式。
- (3) 熟悉车站换乘的方式和换乘站的形式,了解换乘方案的设计与选择。
- (4) 掌握城市轨道交通与其他交通方式之间的换乘。



## 学习重点

- (1) 城市轨道交通车站客运设备设施。
- (2) 车站管理模式及岗位结构。
- (3) 车站各岗位的工作职责。
- (4) 车站换乘的方式和换乘站的形式。

## 2.1 城市轨道交通车站客运设备设施

城市轨道交通的主要任务是遵循安全准时、方便迅速、热情周到的客运服务原则为乘客进行服务的。在此过程中车站的客运设备设施起着实现车站正常运营、保证乘客安全出行的关键作用。

## 2.1.1 自动售检票系统

自动售检票系统是城市轨道交通综合自动化系统中不可缺少的重要组成部分。自动售检票系统采用完全封闭的运行方式和计程、计时的收费模式,集计算机、网络、通信、自动控制、非接触式 IC 卡、大型数据库、机电一体化、模式识别、传感和精密仪器加工等多种高新技术为一体。高度安全、可靠、保密性能良好的自动售检票系统结合各种自动售检票系统终端设备,可完成轨道交通中的自动售票、检票、计费、收费、单程票回收、现金稽查、客流收费统计和售检票设备监控等功能。

有关自动售检票系统的详细内容将在 5.2 节中介绍。

## 2.1.2 乘客导向系统

### 1. 乘客导向系统的组成

乘客导向系统由设置在车站外、出入口、通道、站厅、站台和车辆等处,包括图形、文字、符号和数字在内的各种静态导向标志,以及实时发布的动态导向信息组成。

(1)静态导向标志。按基本功能的不同,静态导向标志分为方向性标志、示警性标志和服务性标志三种。

①方向性标志。方向性标志为乘客提供引路信息和定位信息,如出入口方向、售检票区域方向、换乘方向、列车运行方向、紧急出口等。

②示警性标志。示警性标志一般是危险或警告标志,指示乘客注意安全或不能进入,如注意碰头、禁止吸烟、乘客止步、严禁跳下站台、高电压危险等。

③服务性标志。服务性标志为乘客提供公共服务信息,如线路和车站分布图、列车运行时刻表、票价信息、厕所、公用电话、车站周边公交线路与公共设施指南等。

(2)动态导向信息。动态导向信息即实时发布的导向信息,是静态导向标志的补充。按媒介形式的不同,车站上的动态导向信息分为视觉信息和听觉信息两种。

①视觉信息。站台上的电子视觉信息为乘客提供列车到站时刻及目的地、列车到站预告及安全提示、末班车离开后本站运营结束以及发生紧急情况等信息。

②听觉信息。车站内的广播信息为乘客提供列车到站时刻、候车安全提示、紧急情况下安抚乘客和撤离通知等信息。

### 2. 乘客导向系统的设计

乘客导向系统是为方便乘客及其出行服务的,其设计的关键是了解与满足不同乘客以及他们在不同地点对导向信息的需求。乘客导向系统的设计要点如下:

(1)全过程、不中断地提供导向信息。从车站外面的公交站点和商业设施到车站出入口、从车站出入口到站台及换乘站台之间,在乘客确定前行方向的位置处均应设置



导向标志,以排除乘客对前行方向是否正确的疑虑。

(2)静态导向标志以图形、符号及它们的组合为主,应采用标准的用语、规范的字体、易于辨认与理解的符号、统一的形状与颜色、合理的设置位置。

(3)信息量应最小。在满足引导客流功能的前提下,乘客导向系统的信息量应最小。为避免导向信息被弱化,商业广告应远离导向标志。

(4)为满足盲人乘客、轮椅乘客、不识汉字乘客对导向标志设置的特殊要求,应设置盲道触觉导向标志、在无障碍通道内设置导向标志及采用中英文对照等。

(5)考虑运营结束后的保养、维修方便与经济。

### 2.1.3 屏蔽门系统

屏蔽门系统设置在车站每侧站台的边缘,由与列车车门对应的滑动门、应急门、固定门和端门组成。屏蔽门是新型的城市轨道交通设备,在列车到达车站和离站出发前,该设备能自动进行滑动门的开、关控制。

#### 1. 屏蔽门系统的功能

屏蔽门系统作为站台公共区与轨道列车之间的可控通道,应具有以下功能:

(1)列车进站时配合列车车门动作,打开或关闭滑动门,为乘客提供上下列车的通道。

(2)隔断站台侧公共区空间与轨道侧空间,避免人员跌落轨道的安全隐患及驾驶员驾车进站时产生的心理恐慌问题。

(3)隔离列车运行时所产生的噪声和活塞风,保证站内乘客有良好的候车环境,避免活塞风造成站内空调冷量损失,节省运营成本;同时还可减少设备的容量和数量及土建工程量等投资建设成本,产生良好的经济效益。

(4)障碍物检测。滑动门关闭时若检测到障碍物,会先后退做短暂停止,以释放夹到的障碍物,然后再关闭,以免夹伤乘客。

(5)屏蔽门系统与机电设备监控系统之间或主控系统之间设有通信接口,用于传送屏蔽门系统的运行状态和故障诊断信息,便于车站控制室的人员和维修人员监视屏蔽门的状态。

(6)在站台监控亭设有屏蔽门监控器,车站工作人员、屏蔽门维修人员可通过屏蔽门监控器监控屏蔽门系统的运行状态,查看或下载屏蔽门系统的运行历史记录,修改或上传屏蔽门系统的控制程序和参数,等等。

(7)屏蔽门系统在站台上设有应急门和端门。应急门一般作为固定门使用,当列车进站无法停靠且在允许的误差范围位置时,必有一道列车门对准应急门,此时,若需要由应急门进行紧急疏散,可由乘客在轨道侧打开相对应的列车门后推动应急门的解锁装

置,或由站台工作人员在站台侧用专用钥匙打开应急门。应急门在使用后必须确保关闭与锁紧。端门是车站工作人员的通道,可在轨道侧推动端门推杆锁的解锁装置或由站台工作人员在站台侧用专用钥匙打开。

## 2. 屏蔽门系统的分类

屏蔽门系统可从结构形式、安装方式等方面进行分类。

(1)从结构形式上分类。按结构形式,屏蔽门系统有全高、半高、密闭和非密闭之分。下面仅就全高闭式屏蔽门、半高开式屏蔽门和全高开式屏蔽门进行介绍。

①全高闭式屏蔽门。全高闭式屏蔽门是一道自上而下的玻璃隔墙和活动门,其全高一般为 2.8~3.2 m,沿站台边缘和两端头设置,一般简称为闭式屏蔽门或屏蔽门,如图 2-1 所示。全高闭式屏蔽门关闭时,将乘客候车区与列车进站停靠区完全隔离,两者之间无空气流通。这种形式的屏蔽门一般应用于设有空调系统的地下车站,其主要作用是增加车站站台的安全性和减少能耗。



图 2-1 全高闭式屏蔽门

②半高开式屏蔽门。半高开式屏蔽门是一道上不封顶的玻璃隔墙和活动门,又称安全门,一般高 1.2~1.5 m,如图 2-2 所示。空气可以通过安全门的上部进行流通。这种结构的屏蔽门多用于敞开式地面车站站台或高架车站站台,其主要作用是保障候车乘客的安全。



图 2-2 半高开式屏蔽门

③全高开式屏蔽门。全高开式屏蔽门又称全高安全门,其高度一般为 2.8~3.2 m,它是一道上不封顶的玻璃隔墙和活动门,只于近天花板处留一条缝隙。这样的设计允许轨道与站台间有空气对流的通道,全高开式屏蔽门如图 2-3 所示。与全高闭式屏蔽门相比,两者的安装位置基本相同,但全高开式屏蔽门的结构简单、高度低,空气可以通过安全门的上部进行流通。全高开式屏蔽门除具有保证乘客安全的作用外,还能阻挡列车进站时所产生的气流对乘客的不良影响。全高开式屏蔽门多用于没有空调系统的地下车站站台。



图 2-3 全高开式屏蔽门

(2)从安装方式上分类。从安装方式上可将屏蔽门系统分为顶部悬挂式屏蔽门、底部支撑式屏蔽门和底部支撑与顶部悬挂结合式屏蔽门三种类型。

①顶部悬挂式屏蔽门。顶部悬挂式屏蔽门在早期的应用较为广泛,整列屏蔽门的重力荷载通过门体上方的横梁和立柱传到站厅底板(或站厅结构梁)上,由上部(站厅)结构承受。屏蔽门下部边缘与站台之间设计有吸收主体建筑不均匀沉降的缝隙,运营时需定期检查、调整,从而带来较大的维护工作量。另外,若调整不及时,则土建结构沉降时产生的作用力可能会直接作用在屏蔽门结构上,造成永久变形。因此,这种结构的屏蔽门目前已较少使用。

②底部支撑式屏蔽门。底部支撑式屏蔽门的特点是屏蔽门的设计安装以轨道顶面为基准,所有的垂直荷载都通过横梁和立柱传到站台板上。主体结构的不均匀沉降由屏蔽门上方的伸缩结构吸收,在运营时无须调整。这种结构是目前普遍采用的屏蔽门结构形式。

③底部支撑与顶部悬挂结合式屏蔽门。底部支撑与顶部悬挂结合式屏蔽门多用在上部结构安装部位无主体结构梁,且站台距站厅底板较高的屏蔽门工程中。屏蔽门顶部设计有钢结构,顶部钢结构的重力荷载由站厅底板承受。屏蔽门的重力荷载通过立柱等构件传给站台板,该结构形式多用于旧线改造工程。

### 2.1.4 车站站台

车站站台供列车停靠和乘客候车、上下车使用。车站站台按形式不同,有岛式站台、侧式站台、混合式站台和纵列式站台等形式,如图 2-4 所示。

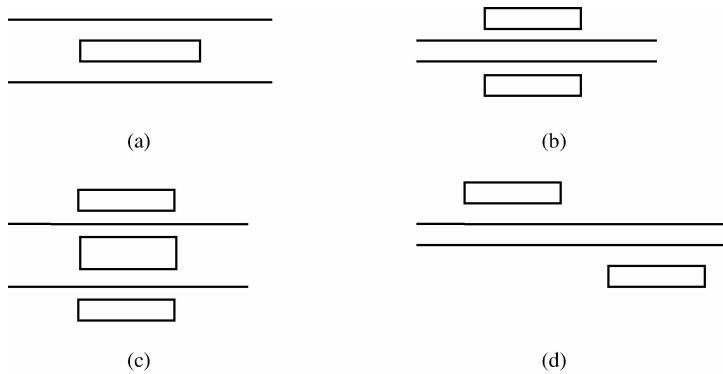


图 2-4 车站站台形式

(a)岛式站台 (b)侧式站台 (c)混合式站台 (d)纵列式站台

岛式站台在地下车站采用较多;侧式站台在高架车站采用较多;混合式站台通常在需要较大的通过能力的情况下采用;纵列式站台主要是路权共用的轻轨线路采用。

岛式站台与侧式站台的比较如表 2-1 所示。

表 2-1 岛式站台与侧式站台的比较

比较项目	岛式站台	侧式站台
站台利用	较高	较低
乘客服务	折返方便,可能乘错方向	折返不便,不会乘错方向
客运管理	管理集中	管理分散
工程投资	较大	较小
站台延长	困难	容易

### 2.1.5 闭路电视监控系统

闭路电视监控系统是城市轨道交通运营管理现代化的配套设备,是供控制中心调度管理人员、车站值班员、站台管理人员和驾驶员实时监控车站客流、列车出入站、乘客上下车等情况,借以提高运营组织管理效率,保证列车安全、正点运送乘客的系统,闭路电视监控系统如图 2-5 所示。该系统对城市轨道交通安全防范、反恐防灾起到积极的作用,并且可以把被监视场所的图像及声音全部或部分记录下来,为日后处理事件提供重要依据。

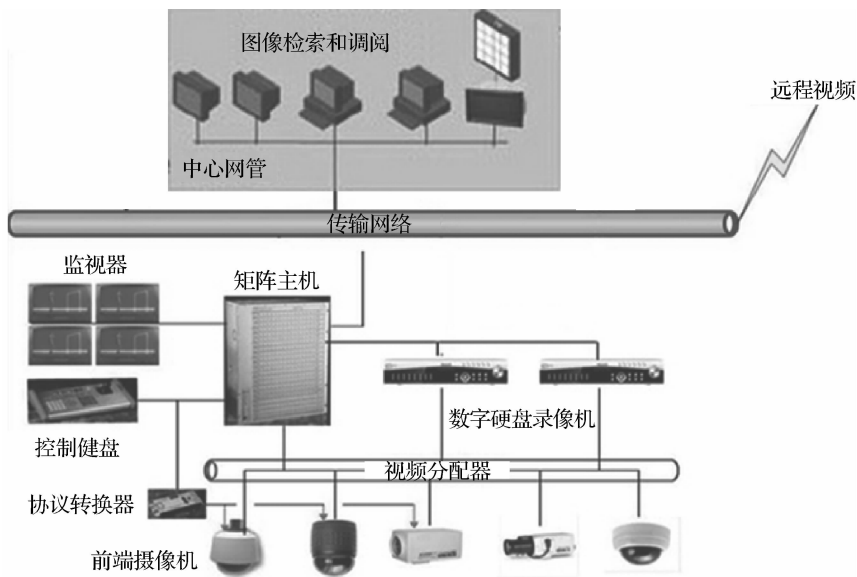


图 2-5 闭路电视监控系统

### 1. 闭路电视监控系统的组成和功能

闭路电视监控系统满足中心级和车站级两级监视需求,监视范围包括车站内所有公共区域,站台要求能监视到每一个车门乘客的出入情况。车站级与中心级的视频监视系统相互独立,中心级能够随意查看所有车站的图像。闭路电视监控系统由中心级设备和车站级设备组成。

(1)中心级设备。中心级设备能满足控制中心行车管理人员(行车调度员、环调和维调)的使用要求,主要设备有视频解码设备、数字硬盘录像机、中心网络管理终端、中心控制盘和监视器,可保证每位使用人员有一套独立设备,互不干扰。

中心级监控可以实现如下功能:

①监视功能。控制中心的管理人员可对全线各个车站的所有监视图像进行选择和显示,既可以采用自动循环方式显示已设置的固定分组图像,也可以人工单选任一车站的图像,显示在任一监视器上。

②录像功能。设置在控制中心内的数字硬盘录像机通过网络接口可以远程查看、操作和控制车站录像机,同时可以通过传输通道查询、调取车站录像资料,并根据查看结果,选择下载到中心硬盘、刻录光盘等存储设备中。

(2)车站级设备。车站级设备可满足车站工作人员和列车驾驶员的使用要求,其主要有摄像机、车站控制盘、监视器、视频矩阵、数字传输设备、视频插入分割器、视频均衡放大器、数字硬盘录像机等设备。

车站级监控可以实现如下功能:



①图像显示功能。车站工作人员可以对本车站的所有图像进行选择显示,可采用自动循环方式或人工单选方式显示任一幅本车站的图像。

②录像及回放功能。车站数字硬盘录像机可自动录制车站的所有图像,并保留一段时间。车站工作人员可通过车站回放键盘,在车控室的监视器上查询、调取本站某一摄像机的某一时段录像进行回放查看。

③图像汉字叠加功能。车站级设备可在各幅图像上叠加显示一些必要的信息,包括车站名称、摄像机的位置及编号、日期和时间等信息。维护人员可以更改以上信息。

④对可变摄像机的遥控功能。为了最大限度地监视车站区域,设置了可以改变光圈、焦距和角度的可变摄像机。车站值班人员可通过操作控制台遥控设定所有可变摄像机的光圈、焦距和角度。

⑤与中心网管的终端对接。车站级设备通过传输网络与中心网管的终端对接,可将本车站的故障信息等内容传送到中心网管的终端上;可接收中心网管终端发来的标准时间、中心调度员操作指令等信息。

⑥驾驶员的监视功能。为了保证乘客上下车的安全,在列车进出站台时向驾驶员提供当前站台的监视录像,以便驾驶员查看车门及屏蔽门的开关情况,防止夹伤乘客。

## 2. 闭路电视监控系统的控制运行方式

城市轨道交通闭路电视监控系统采用两级控制方式,即运营控制中心(Operational control center, OCC)的中心级控制方式和各车站的车站级控制方式。车辆段是独立于中心级和车站级的,并不要求安装闭路电视监控系统。OCC 负责监控地铁全线的运营情况,组织调度列车的运行,而车站的站务人员则负责监控本车站范围内的运营情况。各车站的图像通过光纤传输系统传送给 OCC,供 OCC 的调度人员使用,使调度人员能够掌握地铁全线范围内的运营和行车安全情况。

### 2.1.6 电话系统

电话系统主要为城市轨道交通的管理、运营和维修人员提供通话服务,可分为公务电话系统和专用电话系统。

#### 1. 公务电话系统

公务电话系统为城市轨道交通管理、运营及维修人员提供内部和外部电话语音通信,如图 2-6 所示。它以数字程控交换机设备为核心,与数字程控交换机相连的电话分机分布在城市轨道交通各办公管理部门、运营控制中心、车站、设备室、车辆段及所需电话的其他区域。公务电话系统也可以作为有线调度电话的备份,一旦调度电话故障,可临时应急使用。

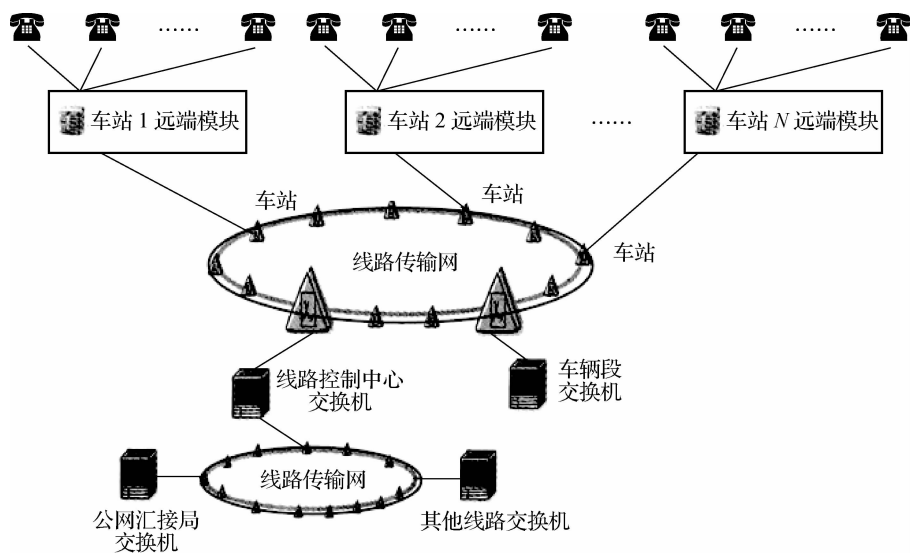


图 2-6 公务电话系统

一般情况下,交换机分别安装在控制中心和停车场内,两台交换机之间利用中继组网方式互联,控制中心和停车场的交换机为了将其用户话机延伸到各个车站,一般利用城市轨道交通专用传输网的部分带宽资源组成承载网络,连接远端车站的小交换机或远端模块,此种组网方式称为中继组网方式。

## 2. 专用电话系统

专用电话系统主要是为控制中心的调度员、车站值班员、车辆段(停车场)值班员、各车站的保安人员、维护人员等提供直线电话服务功能和组呼功能,实现快捷而可靠的通信,以组织指挥行车、运营管理及确保行车安全,并为轨旁电话、机房电话和一些内部电话提供自动交换功能,专用电路系统如图 2-7 所示。

专用电话系统主要包括调度电话、区间电话、站间行车电话及站内集中电话、紧急电话、接车电话、市内直线电话等。专用电话系统可提供专用直达通信,并且具有单呼、组呼、全呼、紧急呼叫和录音等功能,同时可为站内各有关部门提供与车站值班员之间的直达通话,并且车站值班员也可以通过专用电话呼叫相邻车站的车站值班员。

(1)调度电话。调度电话是供控制中心调度员与各车站、车辆段、停车场值班员,以及与办理行车业务直接有关的工作人员进行调度通信之用,是城市轨道交通中最主要的专用电话。根据调度功能的不同,调度电话分为指挥列车运行的行车调度电话、保障电力供应的电力调度电话、保证城市轨道交通系统安全运行的防灾报警调度电话、环境与设备监控系统调度电话及公安调度电话等。

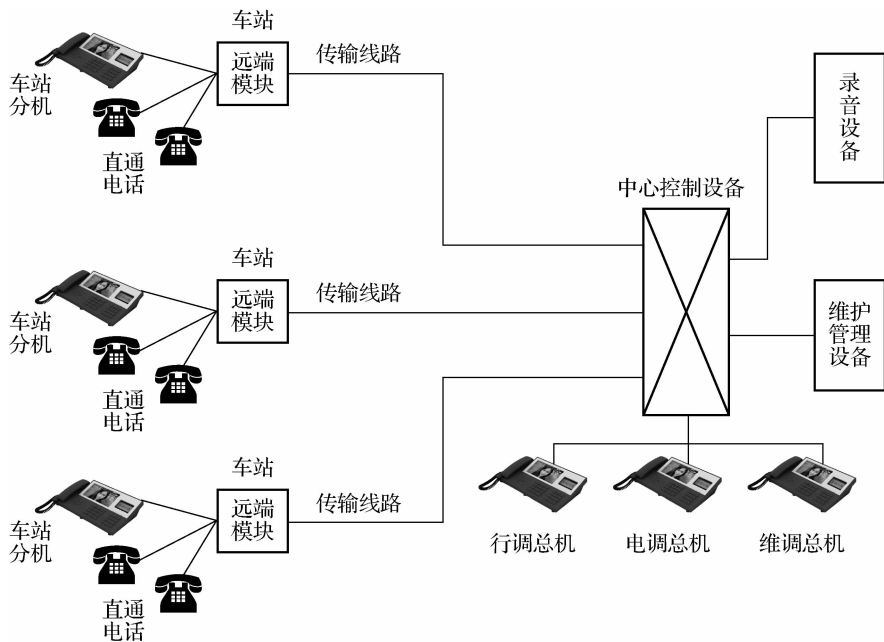


图 2-7 专用电话系统

①调度电话的组成。调度电话由调度总机、调度台和调度分机组成。

a. 调度总机。调度总机是调度电话的核心,由具有交换功能的交换机组成。调度电话的终端设置在控制中心的各调度台上,它与设在控制中心的程控交换机相连。

b. 调度台。调度台设在运营控制中心内,是调度业务的操作台。调度台根据工作性质分为行车调度台、电力调度台、防灾报警调度台和总调度台等。总调度台与其他三个调度台进行直线呼叫并通话,不与车站调度电话分机直接联系,而其他三个调度台都与车站调度电话分机相连。

c. 调度分机。调度分机设在各车站职能部门所在地。行车调度分机分别设在各车站车控室、车辆段的信号楼及停车库的运转室内。电力调度分机设在各变电所的主控制室和低压配电室及其他有特殊需要的地点。防灾、环境与设备监控系统调度分机设在各车站、车辆段综合控制室及车辆段的消防控制室等地点。

②调度电话应满足的要求。调度电话应满足的要求有以下几个方面:

a. 各调度终端对所属分机可进行全呼、组呼或选呼,并下达调度命令,在任何情况下均不会发生阻塞。

b. 各调度系统的分机可对调度电话终端进行一般呼叫和紧急呼叫,只要摘机就可呼叫调度台,各调度台按下呼叫键即可叫出或应答相应的调度分机,各调度系统的分机之间及与其他系统的分机之间不允许通话。

c. 控制中心调度电话终端之间应有台间联络等功能,当分机之间确有必要通话时可



由调度台转接,而且分机间通话时调度员有权插入。

③录音设备。调度电话均配备有录音设备。录音系统应确保控制中心调度员与车站运营人员之间的调度指令和安全指令的正确保存,可对每条话路进行录音、监听、回放及识别来电号码,为各级管理人员提供准确、及时的分析数据,提高管理的工作效率。录音采用控制中心的集中录音方式。

(2)区间电话。区间电话供驾驶员、区间维修人员与邻站值班员及相关部门联系通话使用。为了满足城市轨道交通系统运营和维护以及应急的需要,方便驾驶员及其他工作人员在轨道沿线能随时与控制中心或有关部门直接取得联系,宜设置区间电话。区间电话在一般区段每隔 150~200 m 设一台,每 2~3 台区间电话并联后通过专用的电缆直接接到邻近车站的远端模块上。程控交换网可为所有的区间电话提供与其他任何分机或调度台联系的功能。

(3)站间行车电话。站间行车电话是保证安全行车的专用电话设备。为了提高运行效率,保证运行组织通信联络的可靠性与便捷性,两站之间应设站间行车电话。它是供相邻两车站值班员之间联系有关行车业务的电话。站间行车电话应具备直线电话功能,即任何一方摘机不必拨号即可建立相知互见的通话关系。站间行车电话应设在各车站行车值班室或车站综合控制室内,在其回线上不得连接其他电话。

(4)站内集中电话。站内集中电话是供站(场)值班员与本站(场)其他有关值班人员进行联系的点对点直通电话。

(5)紧急电话。紧急电话是在紧急状态下供乘客或车站工作人员使用的电话,用户摘机即可与本站车控室值班员或具有车控室功能的客服中心值班员进行通话。

(6)接车电话。接车电话供站台值班员与控制中心行车调度员进行接发车通话使用。

(7)市内直线电话。市内直线电话是供轨道交通相关部门或人员与地方相关部门直接联系的电话。其中,主变电所至地方供电局,控制中心、防灾救援中心至市消防局、防汛指挥中心、地震监测部门应设置成具有录音功能的热线电话。

## 2.1.7 消防系统

城市轨道交通车站大部分属于地下车站,车站设备区内设置了大量的机电设备,并且车站公共区的空间狭小、人流密集,因此消防系统在城市轨道交通车站设备中占有重要的地位,它对提前发现火灾并进行预警,启动相关设备并实施火灾模式运转,及时疏散车站乘客,确保乘客人身安全具有重要意义。

城市轨道交通车站涉及的消防系统有火灾自动报警系统(fire automation system, FAS)、消防灭火系统、环境与设备监控系统和排烟系统等。下面介绍火灾自动报警系统



和消防灭火系统。

### 1. 火灾自动报警系统

火灾自动报警系统是指在城市轨道交通系统中,为了尽早探测到火灾的发生并发出火灾警报,启动有关防火、灭火装置而在车站和区间内设置的一种自动消防设施。为保证乘客的安全和轨道交通的正常运营,以及保护全线的所有建筑物,每个轨道交通线路都应配备具有火灾自动监测及报警功能的火灾自动报警系统,并同时具有必要的防火、灭火手段和措施。

(1)FAS的组成。FAS由火灾报警控制器、火灾探测器、手动报警按钮和声光报警器等组成。

①火灾报警控制器。火灾报警控制器是FAS的核心组成部分。火灾报警控制器的主要功能有为火灾探测器提供稳定的工作电源,监视探测器及系统自身的工作状态,接受、转换和处理火灾探测器输出的报警信号,进行声光报警,指示报警的具体部位及时间,执行相应的辅助控制等任务。

②火灾探测器。火灾探测器是能对火灾参数(如烟雾、温度、火焰辐射和气体浓度等)进行响应,并自动产生火灾报警信号的器件。火灾探测器一般有感温火灾探测器、感烟火灾探测器、感光火灾探测器、可燃气体探测器和复合式火灾探测器五种基本类型。

③手动报警按钮。手动报警按钮是以手动方式生成火灾报警信号,启动火灾自动报警系统的器件。

④声光报警器。声光报警器是FAS中用以发出区别于环境声、光的火灾警报信号的装置,如警铃、警笛等。声光报警器以声、光音响方式向报警区域发出火灾警报信号,以警示人们采取安全疏散和灭火救灾措施。

(2)FAS的功能。FAS由设置在控制中心的中央监控管理级、车站(车站与车辆段)监控管理级、现场控制级,以及相关网络和通信接口等环节组成。FAS的功能可分为中央级、车站级和现场级三个层次功能。

①中央级功能。中央级功能主要是实现城市轨道交通全线各车站、区间隧道、控制中心大楼、车辆段和主变电所等下属所有区域范围内火灾的监视、报警、控制及其他系统的消防联动,在火灾发生时承担全线灭火指挥任务。

②车站级功能。车站级功能主要是实现车站及相邻半个区间隧道范围内火灾的监视、报警、控制,以及其他系统的消防联动。车站级火灾报警控制器随时监控和接收各探测点的报警信号,可发出声光报警信号,并能自动或手动执行对有关消防设施的联动控制。模拟图形显示终端按照车站建筑平面分级、分区显示本站消防系统的详细信息,并能够实时打印、输出各种有关数据报告。闭路电视监控系统在车站站台、站厅等公共场所安装全方位的监视器,实时收集站内的视频信息,并反映到值班室的监控器上,由值班

人员进行监控和处理。

③现场级功能。现场级功能主要是指火灾监控与报警设备的具体功能,如火灾探测器用于对站内设备用房、站厅、站台乘客公共区等进行火灾自动探测;手动报警器安装于站内乘客公共区、设备用房区域及地铁车厢内,以方便现场人员及时通报火灾。另外,为便于紧急报警,在站内乘客公共区及设备用房区域设置的消火栓箱上,以及区间隧道和站内轨道外侧所设的消火栓箱上,配置有紧急电话插孔。

(3)FAS的主要设备。FAS的三级功能分别配有相应的设备,以实现其功能。

①中央级设备。中央级设备位于OCC内,包括两台用于监控全线FAS的图形控制计算机和一台火灾报警控制主机。图形控制计算机根据不同级别的登录密码,分为主图形控制计算机和备用图形控制计算机。FAS中央级设备接收并储存全线消防设备的主要运行状态,接收全线车站、车辆段、主变电所等的火灾报警信息并显示报警部位。

当发生火灾时,图形控制计算机的显示屏能自动弹出火灾报警区域的平面图,显示火灾报警信息,并发出声光报警信号;通过闭路电视系统的切换装置和显示终端确认火灾灾情,或者通过有线或无线调度电话,确认火灾灾情。根据火灾发生的实际情况,手动选择预定的火灾模式,向车站级控制室发出火灾模式指令和安全疏散命令,指挥救灾工作的开展。

②车站级设备。车站级设备主要由FAS火灾报警控制盘、图形监视计算机和FAS联动控制盘组成。这些设备都集中设在车站控制室内,用于监视车站消防设备的运行状态,接收车站火灾报警信号,并显示报警区域,优先接收控制中心发出的消防救灾指令和安全疏散命令。通过车站火灾报警控制盘上的RS-485数据接口或消防联动控制盘上的手动控制按钮,向环境与设备监控系统(building automatic system,BAS)发出模式指令并由该系统启动消防联动设备。

③现场级设备。现场级设备主要包括火灾探测器和手动报警按钮等。

## 2. 消防灭火系统

消防灭火系统有自动气体灭火系统和自动喷水灭火系统。

(1)自动气体灭火系统。自动气体灭火系统布置在重要的设备房间内,如高低压室、通信设备室、环控电控室、信号设备室等,能实现火警信号采集、系统信息处理、声光报警控制、信息报告、相关环控设备联动控制和气体释放全过程的自动控制。

目前应用到城市轨道交通项目中的自动气体灭火系统主要有二氧化碳灭火系统、七氟丙烷灭火系统、烟烙尽(IG541)灭火系统。

(2)自动喷水灭火系统。自动喷水灭火系统有两个基本功能:一是在火灾发生后自动喷水灭火,二是能发出警报。按喷头开闭形式的不同,自动喷水灭火系统可分为闭式自动喷水灭火系统和开式自动喷水灭火系统。每种自动喷水灭火系统适用于不同的范围。



## 2.2 城市轨道交通车站运营管理

车站是城市轨道交通系统的重要组成部分,是运营企业与服务对象的主要联系环节。车站管理的核心任务是安全、迅速、方便地组织客流集散,并做好行车组织工作。

随着城市轨道交通车站设备设施的不断发展变化,我国各大城市轨道交通车站的设备设施及岗位设置也不尽相同,各客运岗位的工作职责及作业程序也存在很大差异。

### 2.2.1 车站管理模式及岗位结构

#### 1. 车站管理模式

城市轨道交通车站管理模式不仅取决于运营设备自动化程度和客流量的大小,而且与整个运营管理模式密切相关。

(1)以车站为基本单位的管理模式。以车站为基本单位的管理模式是基于“点、线”结合的单线管理模式,是一种集权式管理结构,其主要特点是按线别统一成立一个车站管理部门,以车站为基本单位进行管理,统一模式、统一标准,车站管理部门统一提供技术支持和业务支持,以车站为基本单位的管理模式如图 2-8 所示。

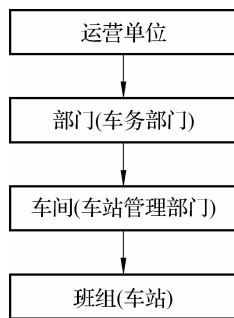


图 2-8 以车站为基本单位的管理模式

该模式的优点是技术支持人员和业务支持人员集中设置,车站只负责运输计划的执行,综合业务均由技术支持人员和业务支持人员完成,这样一方面确保了政策、制度执行不走样,另一方面节约了人力资源。但该模式的缺点也比较明显,主要有以下几个:

①技术支持人员和业务支持人员集中设置,遇到突发事件需赶赴现场时,耗费时间长,现场处置效率降低。

②车站管理的线条过长、幅度过大;车站管理主要采用由上至下的推动式管理方式,各车站本身完全是被动、依赖式的管理;站长缺乏根据全线当前运营要求,在本站管理上

积极主动采取相应措施的主观能动性。

③车站是运营设备的集中地,是面向乘客服务的窗口,是内、外部各种矛盾的交集点,站长缺少相应的管理权限和资源去处置车站的具体工作,车站自身管理的力度不够,管理效率降低。

(2)中心站管理模式。中心站管理模式是根据车站客流量和技术设备设置的不同,在一条线路上选取几个车站作为中心站,邻近车站作为卫星站,以一带几的形式进行管理,由中心站统一提供技术支持和业务支持。

中心站管理模式是对所有的车站实行分线、分区域式的管理。在分线或分区域式管理的前提下,以区段(以中心站带卫星站)取代车间和单个车站作为车站的基本管理单元,中心站管理模式如图 2-9 所示。

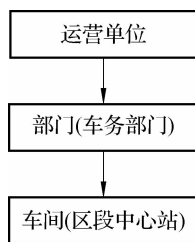


图 2-9 中心站管理模式

中心站管理模式通过优化管理幅度,完善区段自身管理功能和职能,使区段成为车站的管理中心和成本中心,同时强化车站现场管理作用,实现地主式管理。

中心站的设置,加强了现场业务的指导力度,使车站具有更多的自主权限,提高处置突发事件的效率。中心站管理模式更适合点、线、面三结合的网络化运营管理。

## 2. 车站管理人员的岗位结构

车站的工作任务主要包括行车组织、客运组织、票务组织和综合管理。纵观国内城市轨道交通车站的岗位设置经验,车站岗位基本上可以分为以下几种:站长、值班站长、值班员、站务员、保安、保洁员等。

车站实施站长负责制,实行由上至下的管理制度和由下至上的汇报制度。站长为日勤岗;值班站长为倒班岗,负责相应班次的管理工作,指导和组织值班员、站务员、保安、保洁员开展工作。

根据不同业务的工作量和岗位值守点,值班员可以分为两种:行车值班员和客运值班员。行车值班员值守在车站综合控制室内,负责车站的行车工作,监视列车的到、发情况及乘客的上下车、候车状态,监控设备的运行情况;客运值班员值守在车站票务室内,负责钱款、车票等的运作及报表的填写等。行车值班员和客运值班员均为倒班岗。



站务员按其工作场所和所执行职责的不同,可以分为售票员、站台巡视员和站厅巡视员。

车站管理人员的岗位结构如图 2-10 所示。

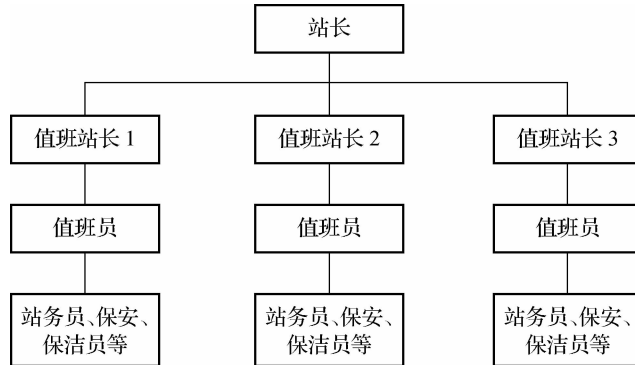


图 2-10 车站管理人员的岗位结构

## 2.2.2 车站各岗位的工作职责

### 1. 站长管理的权限和范围

(1)代表分公司在车站行使属地管理权,全面负责车站的现场管理,负责本站的消防、安全、行车、施工、票务、服务和客运组织等工作,直接控制车站的运作及其系统的运行;根据上级的要求,计划、组织、指挥、控制、协调日常工作,开展各岗位的工作考评。

(2)负责对车站站务员进行日常的行政管理;对车站保安、保洁员、安检员的工作质量进行考核;对保安、保洁员、安检员、各专业维修人员、施工人员等站内工作人员进行监督管理。

(3)有权对所属部门的工作提出建议或意见。

(4)对车站员工有岗位临时调整权(车站内部)、监督考核权、晋升推荐权,对车站员工的奖金按考核规定进行拉差分配。

### 2. 值班站长管理的权限和范围

(1)负责对当班的站务员、保安、保洁员、安检员、各专业维修人员、施工人员等站内工作人员进行监督和管理。

(2)对车站违章违纪,危及行车、设备、乘客人身安全的行为有临时处置权。

(3)负责本班内各岗位员工的工作安排和管理。

(4)站长不在车站时,履行站长的工作职责。

(5)对站长负责,有权向本班组、车站提出本人的建议或意见。

(6)对本站人员的奖惩、岗位调整、晋升有建议权。

(7)执行公司、部、室的有关规章制度。

### 3. 行车值班员管理的权限和范围

- (1)负责对当班的站务员、施工人员等站内工作人员进行管理。
- (2)执行公司、部、室的有关规章制度。
- (3)对车站行车、设备运行安全负责。
- (4)有权向本班组、车站提出本人的建议或意见。
- (5)须主动向值班站长汇报本班设备、设施的运作情况和各岗位的工作情况。

### 4. 客运值班员管理的权限和范围

- (1)对站务员进行管理。
- (2)执行公司、部、室的有关规章制度。
- (3)对车站现金收益、票务的安全负责。
- (4)有权向本班组、车站提出本人的建议或意见。
- (5)须主动向值班站长汇报本班票务、客运、保安、保洁等各岗位的工作情况。

### 5. 站务员、保安管理的权限和范围

- (1)站厅巡视员负责站厅层面向乘客的各种服务,站台巡视员负责站台层行车安全等面向乘客的各种服务。
- (2)对当班站内的保洁员、施工人员等进行管理。
- (3)须主动向值班站长/值班员汇报当班工作情况。

### 6. 维修人员管理的权限和范围

- (1)接受车站站长(或维修组组长)的管理。
- (2)对所辖区域各主要设备进行管理、操作和监护,严格按设备操作规程和运营管理要求操作设备。
- (3)做好各类设备的巡视、一般性故障处理、计划检修等工作。
- (4)监护所辖区域设备用房及设备,做好故障等异常情况的记录,及时向值班站长汇报。
- (5)接受上级部门安排的各项培训和相应的检查工作。
- (6)有权制止车站内的违章作业,并报告站长及上级有关领导。

### 7. 综合治安小组管理的权限和范围

车站成立以站长为组长,车站公安负责人为副组长,车站工作人员、保安、安检员及其他中心驻站人员为组员的综合治安小组。综合治安小组管理的权限和范围如下:

- (1)每月至少组织一次会议,解决、协调车站内的治安等工作。
- (2)综合治安小组的成员应相互通报相关信息。尤其在重大节假日前,站务员应将



有关行车方案及站内客运应急方案通报各部门。

(3)定期组织消防检查或应急疏散演练。

(4)车站站长、值班站长可调动保安、保洁员、安检员和各专业维修人员参与车站特殊情况下的客运组织及大客流应急处理。

### 2.2.3 乘客物品掉落轨道的处理

城市轨道交通车站未安装安全门或安全门发生故障时,可能会发生乘客所携带物品掉落轨道的事件,对于此类事件要分为不影响行车和影响行车两种情况进行处理。

#### 1. 掉落的物品不影响行车

(1)站台巡视员接到报告后,应立即赶往现场查看情况,即使所掉落物品不影响行车,也应向行车值班员报告。若该车站未安装安全门,则站台巡视员应在第一时间明确告诉乘客“请勿擅自跳下轨道,工作人员会尽快妥善处理”。

(2)站台巡视员应安抚乘客,告知乘客将在当日运营结束后下轨道拾回物品,请乘客留下联系方式,第二日到车站领回物品。

#### 2. 掉落的物品影响行车

(1)站台巡视员接到报告后,应立即赶往现场查看情况,若所掉落物品影响行车,则应立即按压站台侧紧急停车按钮。

(2)站台巡视员向行车值班员、值班站长报告所掉落物品影响行车,需立刻处理。

(3)行车值班员上报行车调度员,经批准后,按动车站控制室内的紧急停车按钮,做好防护工作,通知站台巡视员进行拾物处理。

(4)站台巡视员应立即携带夹物钳、隔离带到现场,隔离该处的安全门。对于夹不起来的物品,应安排工作人员从站台两端的楼梯下去或使用下轨梯进入轨道拾回物品。

(5)站台巡视员将物品取回后,确认线路出清后恢复安全门的使用,并向行车值班员汇报。

(6)行车值班员及时取消紧急停车,并向行车调度员汇报。

(7)站台巡视员做好相关记录后将物品归还乘客。

### 2.2.4 乘客遗失物品的处理

保证乘客的财物安全是城市轨道交通运营公司的职责,公司应建立健全乘客遗失物品的管理办法。下面以某地铁运营公司的管理办法为例进行介绍。

#### 1. 一般失物的处理程序

(1)遗失物品见证人和工作人员当面清点失物并在相关登记本上登记,如箱包加锁,



则需在登记时注明“加锁”，注明失物的数量及特征，双方签名确认。

(2)若失物里有失主的联系资料，则应及时通知失主到车站认领失物；若无失主的联系资料，则车站应妥善保管好失物，将失物放置在规定的位置，标上与登记本上相对应的标记，方便日后查找。

## 2. 特殊失物的处理程序

信(文)件、现金、危险品、违禁品和易腐物品等都属于特殊失物，应分别按以下程序处理：

(1)信(文)件。

①对于有“特快专递”“挂号”“机密”“绝密”等字样或未付邮资的信(文)件，应在填写失物登记本后交由站内公安签收处理。

②对于已付邮资的一般信件，由车站代为投寄。

③其他信(文)件按一般失物处理。

(2)现金及其他有价票据。

①小额现金应由两名相关工作人员一起核实，填写失物登记本后装入信封密封，并加盖个人私章妥善保管。

②对于大额现金及总额较大的有价票据，车站应要求车站公安人员介入，即在填写失物登记本后移交车站公安签收处理。

(3)危险品及违禁品。对于枪支、弹药、汽油、硫酸等易燃、易爆、腐蚀、剧毒物品，车站人员应在填写失物登记本后立即移交车站公安签收处理。

(4)食品与易腐物品。食品与易腐物品可由车站自行处理。

①对于有包装的食品，若在公司规定的保管期限内无人认领，则由车站自行处理。

②对于无包装的食品及易腐物品(如肉类、蔬菜等)，只保管到当天关站时为止，之后由车站自行处理。

## 3. 失物认领

(1)一般失物的认领程序。

①由认领人提供失物的名称、遗失地点和遗失时间。

②请认领人提供两项以上最能表现失物特征的证明，若特征相符，则由当时的负责人及以上人员至少两人共同确认并办理认领手续。

③认领人须凭本人身份证或其他有效身份证明办理领取手续。认领时要求认领人如实填写相关资料，并由双方在失物登记本上签名确认。

(2)现金的认领程序及要求。

①对遗失在车站的现金，能及时找到失主的，可按一般失物认领程序办理认领手续。

②在乘客认领现金时，应在确认认领人身份后才可办理认领手续，并应在失物登记



本上做好登记签收。

③认领现金时,失物登记本上认领事项中的证明人必须是公司定义的负责人及以上人员至少两人。

#### 4. 失物的存放及保管

(1)失物应设置专用的设备进行存放,并指定专人负责,做到有地点、有登记、有交接。

(2)贵重物品(如钱包、手机、首饰、有价票据和现金存款单等)必须存放于保险柜内。其他物品(如雨伞、文件和证件等)可存放于储物架或文件柜内。

(3)定期对失物进行清点处理。

#### 5. 无人认领失物的处理

对超过规定期限无人认领的遗失物品,公司可进行清点处理。清点处理时,应该有公司规定的相关负责人及有关证明人在场,并做好签字确认登记工作。

## 2.3 城市轨道交通车站换乘作业组织

乘客换乘虽是一个运营组织问题,但与城市轨道交通车站的规划设计密切相关。没有合理的换乘规划设计,良好的换乘就难以实现,因此,在线网规划及换乘站设计阶段充分考虑未来运营阶段的客流换乘优化是非常必要的。

### 2.3.1 车站换乘的方式和换乘站的形式

#### 1. 车站换乘的方式

根据乘客换乘的客流组织方式,可将车站换乘方式分为站台直接换乘、站厅换乘、通道换乘、站外换乘和组合式换乘。

(1)站台直接换乘。

站台直接换乘有以下两种方式:

①同站台换乘。两条不同线路的站线分设在同一个站台的两侧,乘客可在同一站台由甲线换乘到乙线,即同站台换乘。

同站台换乘的基本布局是双岛式站台的结构形式,可以在同一平面上布置[见图 2-11(a)],也可以双层布置[见图 2-11(b)]。但是,一个换乘站只能实现 4 个换乘方向(两条线交叉产生 8 个换乘方向)的同站台换乘,而另外 4 个换乘方向则要采用其他换乘方式。采用同站台换乘方式要求两条线要有足够长的重合段,近期需要把预留线车站及区间交叉预留处理好,工程量大,线路交叉复杂,施工难度大,所以尽量在两条线建

设期相近或同步建成的换乘点上采用。

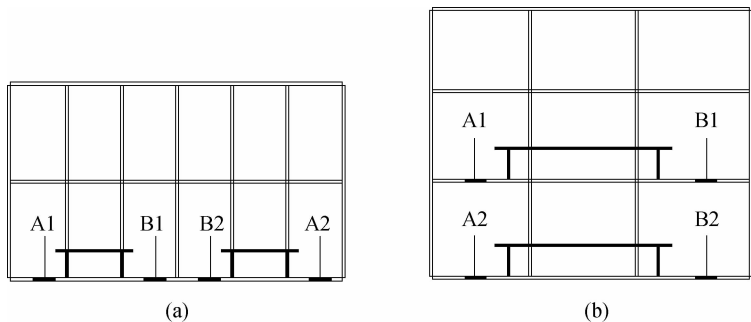


图 2-11 同站台换乘车站的形式

②上下层站台换乘。乘客由一个车站的站台通过楼梯或自动扶梯直接换乘到另一个车站的站台，即上下层站台换乘，上下层站台换乘车站的形式如图 2-12 所示。

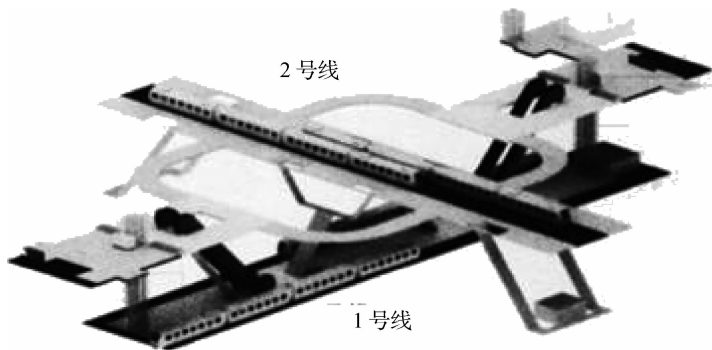


图 2-12 上下层站台换乘车站的形式

站台直接换乘的换乘线路最短，没有换乘高度的损失，乘客换乘非常方便；如工程条件许可，应积极采用。

(2)站厅换乘。站厅换乘是指乘客由一个车站的站台通过楼梯或自动扶梯到达另一个车站的站厅或两站共用的站厅，再由这一站厅通到另一个车站的站台进行换乘的方式。

站厅换乘方式与站台直接换乘方式相比，乘客换乘时通常要先上(或下)再下(或上)，换乘总高度较大，因此建议站台与站厅之间设置自动扶梯，以改善换乘条件。

(3)通道换乘。当两条线路交叉处的车站结构完全分开，车站站台相距略远或受地形条件限制不能直接设计通过站厅进行换乘时，可以考虑在两个车站之间设置单独的换乘通道来为乘客提供换乘途径。

如遇下列两种情况，常采用通道换乘：

①当两条城市轨道交通线路在区间相交时，两线车站布置成 L 形，两线上的城市轨

道交通车站均应靠近交叉点设置,并用专用的人行通道连接。图 2-13 所示为 L 形交叉时的地下换乘站。

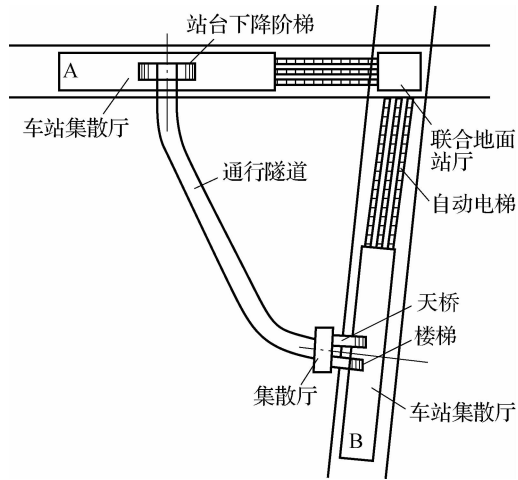


图 2-13 L 形交叉时的地下换乘站

②当一条线路的区间与另一条线路的车站 T 形交叉时,可按图 2-14 所示的换乘站形式组织换乘。

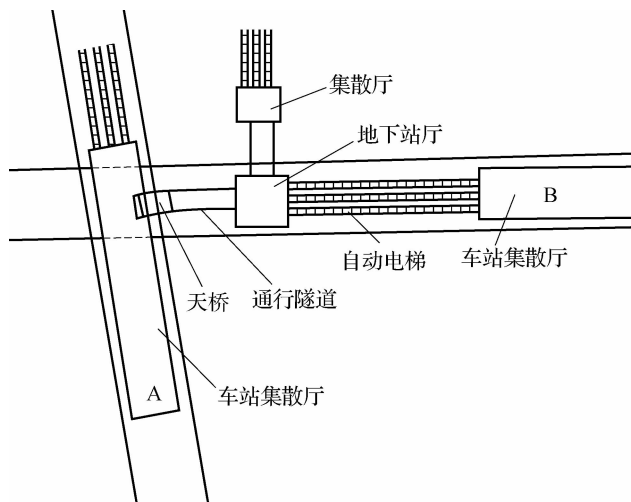


图 2-14 T 形交叉时的地下换乘站

(4)站外换乘。站外换乘是指乘客在车站付费区以外进行换乘,没有专用换乘设施的换乘方式。

如遇下列情况,可采用站外换乘:

- ①高架线与地下线之间的换乘,因条件所迫不能采用付费区内换乘的方式。
- ②两条线路交叉处无车站或两车站相距较远。

③规划不周,已建线路未做换乘预留,增建换乘设施又十分困难。

采用站外换乘方式,往往是无路网规划造成的“后遗症”。由于增加了一次进出站手续,步行距离变长,再加上在站外与其他人流混合,造成乘客换乘的不方便。对城市轨道交通自身而言,这是一种系统性缺陷的反映。因此,站外换乘方式在路网规划中应尽量避免。

(5)组合式换乘。在换乘方式的实际应用中,若单独采用某种换乘方式不能奏效,则可采用两种或多种换乘方式组合,以达到完善换乘条件、方便乘客使用、降低工程造价的目的。

## 2. 换乘站的形式

换乘站的形式有以下几种:

(1)一字形换乘站。两个车站上下重叠设置,构成一字形组合的换乘车站,如图 2-15 所示。一字形换乘站一般采取站台直接换乘或站厅换乘。

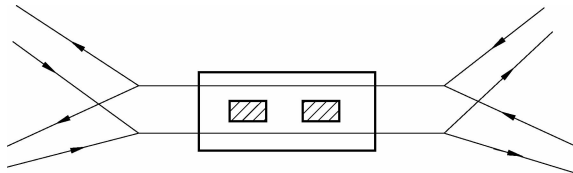


图 2-15 一字形换乘站

(2)L形换乘站。两个车站的平面位置在端部相连构成 L 形,高差满足线路立交的需要。L 形换乘站一般在相交处设站厅进行换乘;也可根据客流情况设通道进行换乘,L 形换乘站如图 2-16 所示。

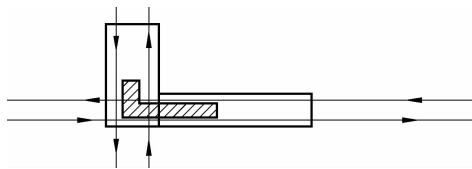


图 2-16 L 形换乘站

(3)T形换乘站。两个车站上下相交,其中一个车站的端部与另一个车站的中部相连,在平面上构成 T 形,如图 2-17 所示。T 形换乘站一般可采用站台或站厅换乘。

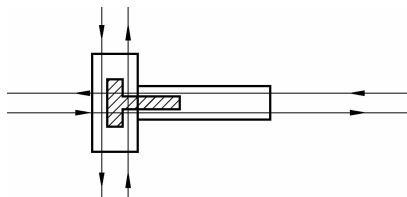


图 2-17 T 形换乘站



(4)十字形换乘站。两个车站在中部相立交,在平面上构成十字形,如图 2-18 所示。十字形换乘站一般采用站台直接换乘或站厅加通道换乘。

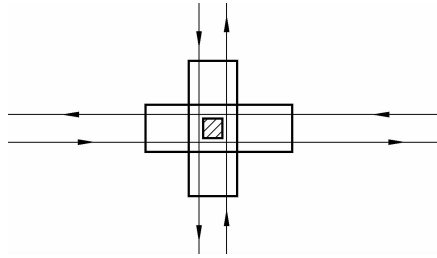


图 2-18 十字形换乘站

(5)工字形换乘站。两个车站在同一水平面上设置,换乘通道和车站构成工字形,如图 2-19 所示。工字形换乘站一般采用站厅换乘或站台到站台的通道换乘。

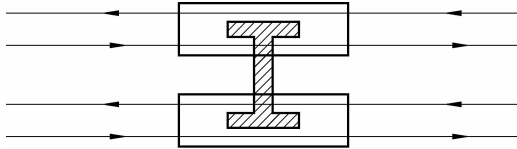


图 2-19 工字形换乘站

在轨道交通线路交叉或衔接的情况下,列车运行组织可以分为各条线路列车独立运行和部分线路列车跨线运行两种情况。

## 2.3.2 换乘方案的设计与选择

### 1. 换乘方案的设计

在进行换乘方案设计时,除应满足换乘时间短、换乘能力大等基本功能外,还应考虑客流组织和工程实施等因素。

(1)客流组织。换乘站的客流除具有车站客流的一般特征外,还具有客流量大、多方向性等特征。在换乘站的客流中,既有进出站客流,又有换乘客流。就换乘客流而言,两线连接的换乘站有 4 个列车到达方向和 8 个乘客换乘方向;三线连接的换乘站有 6 个列车到达方向和 24 个乘客换乘方向;各个换乘方向的客流通常是不均衡的。此外,各种同方向、反方向客流存在交叉干扰。

鉴于换乘站客流量大、流向复杂的情况,在进行换乘方案设计时,应注意通过调整设施布局、设置导向标志等措施,避免或减少换乘客流与进出站客流的交叉干扰。例如,采用上下层站台换乘时,除自动扶梯(或楼梯)的高差应小些、通过能力的配置应大些外,还应使换乘客流与出站客流的交叉干扰小些;采用通道换乘时,通道设计应考虑避免或减

少双方向换乘客流的交叉干扰,以及换乘客流与进出站客流的交叉干扰。

(2)工程实施。缩短换乘时间和提高换乘能力的要求通常会使得换乘设施复杂,增加施工难度。

从降低施工难度和有利于分期建设方面考虑,一般应避免四条线路在一个换乘点交汇,同时应控制上下不超过两个站台层。对三线换乘站,应尽可能形成三个两两相交的换乘节点。换乘节点的衔接部分应做到同步设计,并尽可能同时施工,一次建成。

①同站台换乘的实施。同站台换乘,两条线路在换乘站的相邻区间内平行交织。由于线路交叉,需要对线路的曲线、坡道进行特殊处理,工程量相应增加,施工比较复杂,因此需要在线网规划时统筹考虑。在两线建设分期实施的过程中,为降低施工难度,应将共用换乘站及相邻区间的预留工程处理好。

②上下层站台换乘的实施。采用上下层站台换乘,换乘设施布局紧凑,对线路在区间内的走向要求不高。

③站厅换乘的实施。采用站厅换乘,两条线路共用站厅收费区。由于上下层站台、自动扶梯(或楼梯)布局的不同,因而换乘设施的设计有较多的变化。一般而言,站厅换乘的工程量低于同站台换乘、高于通道换乘。在两线建设分期实施的过程中,应处理好工程预留接口。

④通道换乘的实施。通道换乘在两条线路无法共用换乘站时采用,两线车站的相对位置有一定调整余地。通道换乘布置灵活、施工方便,两线分期建设时,预留工程较少。

(3)其他因素。设计换乘方案时还应考虑的因素主要有工程投资、施工技术水平、线形是否顺直、地下管线与障碍物对道路交通的影响、轨道交通与其他交通方式的换乘等。为保证换乘设计方案的实现,应遵循轨道交通线网规划,并严格控制换乘站周边规划用地的使用。

## 2. 换乘方案的选择

换乘方案的选择是一个多目标函数问题,需要综合考虑线路衔接方式、车站布置形式、站台形式及其组合、换乘时间、换乘能力、工程实施和投资费用等多方面因素。

从换乘时间的角度考虑,同站台换乘和十字形换乘的换乘时间比较短,但是否适用还需进一步分析。在换乘客流量不大或各个换乘方向的客流比较均衡的条件下,采用同站台换乘并不是最理想的;由于受到自动扶梯(或楼梯)能力的限制,十字形换乘难以适应换乘客流量较大的情况。而对于通道换乘,虽然换乘走行距离较长,但若在通道内设置自动人行道则能缩短换乘时间,但会增加换乘的相关费用。

因此,在具有可行性且其他条件不成为限制因素的前提下,应优先考虑换乘能力能够适应远期换乘客流需求、换乘时间与投资费用相对较少的换乘方案。根据上述思路,提出换乘方案选优模型为



$$\min \{ T_{h,i}V + C_{h,i} \} \quad (2-1)$$

约束条件为

$$n_{h,i} > P_s^h$$

式中,  $T_{h,i}$  为第  $i$  种换乘方式的换乘时间总和(h), 其中,  $T_{h,i} = T_{z,i} + T_{d,i}$ ,  $T_{z,i}$  为第  $i$  种换乘方式的换乘走行时间总和(h),  $T_{d,i}$  为第  $i$  种换乘方式的二次候车时间总和(h);  $V$  为单位时间价值(元/小时);  $C_{h,i}$  为第  $i$  种换乘方式的相关费用(元);  $n_{h,i}$  为第  $i$  种换乘方式的换乘能力(人次/小时);  $P_s^h$  为远期高峰小时设计换乘客流量(人次/小时)。

换乘方案选优模型采用货币指标统一量纲。式(2-1)中的换乘时间可根据远期高峰小时设计换乘客流量、各种换乘方式的换乘走行时间和二次候车时间计算确定, 其中换乘走行时间与换乘走行距离、自动扶梯(或楼梯)高差及自动扶梯(或楼梯)和通道的通过能力等因素有关, 二次候车时间可按列车间隔的 1/2 近似确定; 单位时间价值可按小时国民收入值确定。约束条件强调了任何一种换乘方式的能力均应满足远期高峰小时的换乘客流需求。

### 2.3.3 城市轨道交通与其他交通方式之间的换乘

在城市轨道交通规划中, 不能只强调单一轨道交通系统的建设, 而忽略轨道交通系统与其他系统的衔接; 或只重视单一轨道交通线路建设和工程设计层面上的研究, 而忽视轨道交通系统内各条线路之间的整合。

通过交通一体化的规划设计, 提高轨道交通集聚和疏解客流的能力, 为乘客提供快捷、方便、舒适、安全的换乘环境, 为城市枢纽地区提供良好的交通环境和开发环境, 最终实现城市综合客运交通系统的最佳运输效益和效率。

#### 1. 城市轨道交通与其他交通方式衔接的原则

(1)城市轨道交通与其他交通方式衔接的原则应体现城市交通系统发展的整体性、协调性、便捷性、政策性和合理性, 使各种交通方式有机地结合在一起, 既有分工又有协作, 充分发挥各种交通网络的运输能力, 为城市的发展服务。

(2)各条线路相互衔接组成线网, 衔接方式必须体现交通的便捷性和舒适性。

(3)应结合实际的工程地质条件、施工方法和各条线路的修建顺序, 选择易于实施、经济可行的方案。

(4)应结合城市规划和城市环境, 选择对城市干扰较小的方案。

(5)应考虑到城市轨道交通和其他交通方式在运营管理体制上的差异, 选择双方均能接受的方案。

(6)应满足远期线网客流量的要求, 满足远期发展规划的要求。



## 2. 城市轨道交通与公交线网的换乘

(1)形成城市轨道交通与公交紧密衔接的公交换乘枢纽,实现立体化“零换乘”。一方面,尽可能地为客流量大的综合枢纽站和一般枢纽站提供衔接公交站场的用地,设置公交换乘枢纽,通过立体换乘通道实现立体化衔接和“零换乘”;另一方面,根据轨道交通站点周边公交停靠站的分布,在不影响道路交通的前提下,合理调整公交停靠站与城市轨道交通出入口的距离(如有必要,可设置立体步行换乘通道),缩短换乘时空距离,方便乘客换乘。

(2)调整城市轨道交通沿线客运走廊的公交线路,形成相互支援、优势互补的公共交通网络,稳步提高公交出行比例。结合道路的结构和功能,从“线、面”两方面优化重组公共交通系统资源,实现常规公交与城市轨道交通之间的优势互补。

(3)以城市轨道交通车站为核心,组织短途接驳公共汽车,加强对大型公建、主要居住区等客流的收集,延伸网络的辐射。

(4)依据车站地位的不同,设计衔接形式。

①综合枢纽站。综合枢纽站一般采用先进的设施和空间立体化衔接,合理组织人、车流分离,以使人流换乘便捷,车流进出顺畅,便于管理。

②大型接驳站。大型接驳站是指位于城市轨道交通首末站、地区中心及换乘量较大的车站的换乘点,在此布置的地面常规公共交通线路主要为某一个扇面方向的地区提供服务。

③一般换乘站。一般换乘站是指城市轨道交通车站与地面常规公共交通线路中间站的换乘点,一般多位于土地紧张的市区。在规划设计时,要充分考虑到城市轨道交通换乘量大的特点,将公交车站设置成港湾式停车站,并尽可能地靠近轨道车站的出入口。

## 3. 城市轨道交通与铁路的换乘

在轨道交通与城市对外交通的衔接中,与铁路的衔接是不可缺少的。但轨道交通与铁路管理体制分属两家且票务系统相互独立,乘客在两者间的无缝换乘目前还难以实现。过去由于缺乏统筹规划和各自进行建设等原因,轨道交通车站的出入口一般设置在铁路客站的站前广场,乘客换乘走行距离较远。近年来,新建铁路客站时,便捷换乘问题得到了重视。例如,在上海南站换乘枢纽的规划建设过程中就较好地考虑了换乘问题。

上海南站是上海两个主要铁路客站之一,轨道交通1号线、3号线和规划的15号线在此呈工字形交汇。15号线设于铁路客站下方(地下一层或地下三层),1号线的地面车站配合铁路客站建设同步改建为地下二层车站,3号线为地面车站。由于统筹规划、同步实施,上海南站换乘枢纽建成后,可实现轨道交通与铁路的便捷换乘。

## 4. 城市轨道交通与民航的换乘

近年来,我国许多城市都在规划建设连接机场的轨道交通线路,以便为民航乘客提供快捷的换乘服务。轨道交通机场线建设应注意以下两方面的问题:



(1) 客流量的大小。客流量直接关系到机场线的运营效益,因此需要对客流来源及数量、乘客出行需求特征和机场客流接运市场份额等进行分析。机场线的客流来源相对稳定和单一,由乘坐飞机的乘客与接送亲友、机场及周边企业的职员等构成。分析飞机乘客对接运服务的需求时,由于考虑到乘客会随身携带行李,因此方便、舒适是最主要的;考虑到乘客去机场的时间通常安排得比较充裕,因此快捷是次要的。由于机场巴士和出租汽车在门到门服务方面具有一定优势,因而在机场客流接运市场中占有相当份额。在上海,地铁 2 号线和磁悬浮列车专线连接浦东机场,乘客携带行李先乘地铁,再换磁悬浮列车专线到机场,与乘坐机场巴士到机场相比,不具有方便、舒适与价格方面的优势。

(2) 换乘的便捷性。轨道交通车站与机场候机厅应尽可能实现无缝连接。如果连接车站与候机厅的通道较长,应考虑安装自动人行道或配备专用小车供乘客推运行李。在换乘路径上应设置导向标志。此外,还可以在市中心的机场线车站内设置市区航站楼,用来预先办理除安检以外的登机手续,如行李托运、发放登机牌等,以方便乘客乘坐机场线换乘飞机。

## 5. 城市轨道交通与私人交通的换乘

轨道交通与私人交通的换乘是指轨道交通与自行车、私人汽车等交通工具的换乘。鉴于国内采用自行车出行的比例较高、私人汽车拥有量的增长速度较快,鼓励采用“停车+换乘”的出行方式,这对于轨道交通吸引客流、缓解市区道路拥挤,以及节约能源和保护环境均具有积极意义。

(1) 停车点(场)的设置。采用“停车+换乘”的出行方式,在换乘设施方面主要是解决停车点(场)的设置问题。

为适应自行车换乘的需求,轨道交通车站应设置停车点。对高架车站,可在高架结构下的地面层设置自行车停车点;对地下和地面车站,可在出入口附近设置自行车停车点。自行车停车点的规模取决于采用自行车方式换乘轨道交通的客流量的大小。

通过对自行车接运区的合理半径和自行车换乘出行目的等的分析,合理的自行车接运范围应是以轨道交通车站为圆心、以 800~2 000 m 为半径的区域,采用自行车换乘方式的大多是通勤客流。因此,如果自行车接运半径内有大型住宅区,那么到站客流中的自行车换乘比例通常会比较高,自行车停车点的设计规模一般也应大些。

为减少私人汽车进入市中心区,设置公共停车场、提供“停车+换乘”的服务是十分必要的。停车场的位置一般应选择在市区外围的轨道交通车站附近,并结合轨道交通换乘枢纽的建设、车站周边商业与办公设施的建造,统筹安排。鉴于城市用地紧张,停车场应尽可能按立体多层设计,充分利用地下空间。

(2) 停车收费政策。停车收费政策是城市交通需求管理的一个重要方面。自行车换乘免费停放,小汽车换乘收取较低的停车费,对高峰时间内进入市中心区的车辆收取交

通拥挤费等措施,均有利于鼓励和推行“停车+换乘”的出行方式。

## 学习评价

本模块学习完成后,请根据自己的学习所得,结合表 2-2 所列内容进行打分评价。

表 2-2 模块 2 学习评价表

评价内容	评价方式			评价等级
	自 评	小组评议	教师评议	
课前预习本模块相关知识、相关资料				A. 充分 B. 一般 C. 不足
熟悉城市轨道交通车站客运设备设施				A. 充分 B. 一般 C. 不足
熟悉车站管理模式及岗位结构,掌握车站各岗位的工作职责				A. 充分 B. 一般 C. 不足
熟悉乘客物品掉落轨道的处理方式,掌握乘客遗失物品的处理方式				A. 充分 B. 一般 C. 不足
熟悉车站换乘的方式和换乘站的形式,了解换乘方案的设计与选择				A. 充分 B. 一般 C. 不足
掌握城市轨道交通与其他交通方式之间的换乘				A. 充分 B. 一般 C. 不足
参加教学中的讨论和练习,并积极完成				A. 充分 B. 一般 C. 不足
善于与同学合作				A. 充分 B. 一般 C. 不足
学习态度和完成作业情况				A. 充分 B. 一般 C. 不足
总评				



### 思考与练习

- (1)屏蔽门系统的主要功能是什么?
- (2)简述车站管理模式。
- (3)值班站长的权限和范围有哪些?
- (4)如果乘客物品掉落到了轨道上,该如何处理?
- (5)简述车站换乘的方式。
- (6)换乘站的形式有哪些?



# 模块 3 城市轨道交通运输计划



## 学习目标

- (1) 了解客流和客流计划的概念,熟悉客流计划的表示形式。
- (2) 了解全日行车计划的编制依据,掌握全日行车计划的编制步骤。
- (3) 熟悉列车开行方案的相关知识。
- (4) 了解车辆配备计划。



## 学习重点

- (1) 全日行车计划。
- (2) 列车开行方案。

### 3.1 客流计划

客流是规划城市轨道交通线网及线路走向,选择城市轨道交通制式及车辆类型,安排城市轨道交通项目的建设顺序,设计车站规模和确定车站设备容量,进行项目经济评价的依据,也是城市轨道交通安排运力、编制开行计划、组织日常行车和分析运营效果的基础。

### 3.1.1 客流与客流计划概述

#### 1. 客流的概念

客流是指单位时间内城市轨道交通线路上乘客流动人数与流动方向的总和。客流的<sub>概念既表明了乘客在空间上的位移及其数量,又强调了这种位移带有方向性和具有起讫位置。客流可以是预测客流,也可以是实际客流。</sub>

#### 2. 客流的分类

(1)根据客流的时间分布特征,城市轨道交通客流可分为全日客流、全日分时客流和高峰小时客流。全日客流是指每日城市轨道交通线路输送的客流量。全日分时客流是指一天内城市轨道交通线路各小时输送的客流量。高峰小时客流是指城市轨道交通线路早、晚高峰及节假日高峰小时内输送的客流。

(2)根据客流的<sub>空间分布特征,城市轨道交通客流可分为断面客流和车站客流。断面客流是指通过城市轨道交通线路各区间的客流。车站客流是指在城市轨道交通车站上下车和换乘的客流。</sub>

(3)根据客流的来源,城市轨道交通客流可分为基本客流、转移客流和诱增客流。基本客流是指城市轨道交通线路的既有客流加上按正常增长率增加的客流。转移客流是指经由常规公交和自行车出行转移到经由城市轨道交通出行的客流。诱增客流是指城市轨道交通线路投入运营后,促进沿线土地开发、住宅区形成规模、商业活动繁荣所诱发<sub>的新增客流。</sub>

#### 3. 客流计划的概念

客流计划是指计划期间城市轨道交通线路客流的规划,它是编制其他计划的基础和依据。对新线来说,客流计划要根据客流预测资料来编制;对既有线路则可根据统计和调查资料来编制。

客流计划的主要内容包括沿线各站<sub>到发客流数量、各站分方向分别发送人数、全日分时断面客流分布、全日分时最大断面客流图等。</sub>

### 3.1.2 客流计划的表示形式

最基本的站间客流资料可以用一个二维矩阵来表示,也可称为站间交换量 OD 矩阵。表 3-1 为某五站间客流 OD 分析,表格右下角的数据为全线客流总量。

根据表 3-1 可以统计出各站上下车人数,即每行之和为上车人数,每列之和为下车人数。如果要分方向,则还需要看车站的排列顺序。区间的断面流量可以在此基础上生成。表 3-2 为某地铁车站的流量。

表 3-1 某五站间客流 OD 分析

单位:人

车 站	1	2	3	4	5	合 计
1	—	7 019	6 098	7 554	4 878	25 549
2	6 942	—	1 725	4 620	3 962	17 249
3	5 661	1 572	—	560	842	8 635
4	7 725	4 128	597	—	458	12 908
5	4 668	3 759	966	473	—	9 866
合计	24 996	16 478	9 386	13 207	10 140	74 207

表 3-2 某地铁车站的流量

单位:人

车 站	1	2	3	4	5
上车人数	25 549	17 249	8 635	12 908	9 866
下车人数	24 996	16 478	9 386	13 207	10 140
合 计	50 545	33 727	18 021	26 115	20 006

线路断面客流示例如图 3-1 所示。

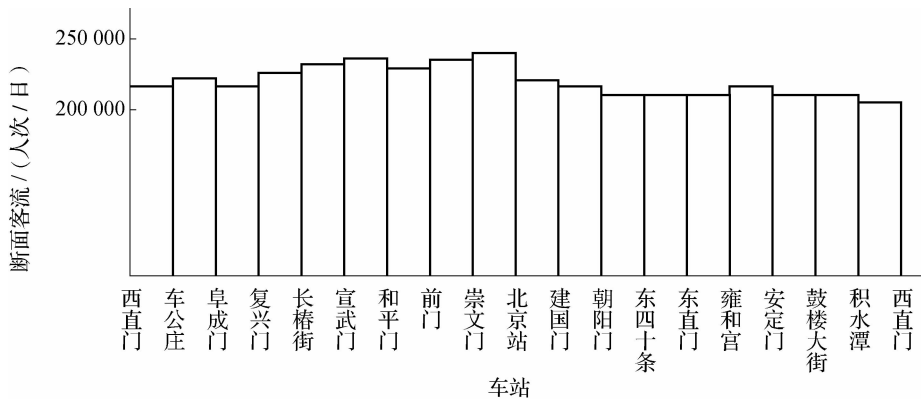


图 3-1 线路断面客流示例

高峰小时的断面客流可以通过高峰小时的 OD 矩阵来推算。当没有高峰小时的 OD 矩阵时,也可以采用全日矩阵来推算,这时一般还需要有客流的全日分布统计。图 3-2 给出了模拟的某城市客流全日出行分布规律。

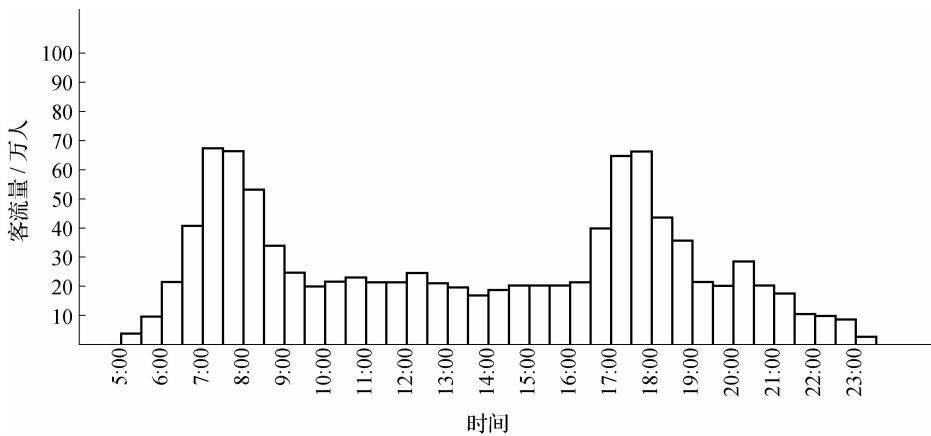


图 3-2 模拟的某城市客流全日出行分布规律

## 3.2 全日行车计划

全日行车计划是指城市轨道交通系统全日分阶段开行的列车对数计划。它决定着城市轨道交通系统的输送能力和设备(列车)使用计划,是编制列车运行图和确定车辆运用的基础资料。

### 3.2.1 全日行车计划的编制依据

全日行车计划的编制依据有以下几点:

(1)营业时间计划。营业时间计划即城市轨道交通系统全日营业时间范围,它与城市居民的出行特点、文化背景和习惯有关。目前,世界上大多数城市轨道交通系统的营业时间都为 18~20 h。

(2)全日分时最大客流断面分布。全日分时最大客流断面分布可根据客流数据推算。

(3)列车运载能力。列车运载能力涉及列车编组、车辆定员等数据。

(4)满载率。满载率指实际载客量与设计载客量之比,它反映出系统的服务水平。一般地,满载率可取 0.75~0.90。

全日行车计划的编制一般要在分时行车计划编制完毕的基础上汇总后完成。分时行车计划中的列车开行对数可按式(3-1)计算。

$$n_i = \frac{p_{\max,i}}{c_p \beta} \quad (3-1)$$



式中,  $n_i$  为某小时内应开行的列车数;  $P_{\max, i}$  为该小时最大客流断面乘客数量;  $c_p$  为列车的设计载客能力;  $\beta$  为列车满载率。

全日列车开行对数应为

$$N = \sum_{i=1}^n n_i \quad (3-2)$$

式中,  $N$  为全日列车开行对数。

在实际交通系统中,经常需要用到另一个指标来评价行车计划,即发车间隔  $I_i$ 。

$$I_i = 60/n_i \quad (3-3)$$

或

$$I_i = 3\ 600/n_i \quad (3-4)$$

### 3.2.2 全日行车计划的编制步骤

全日行车计划的编制步骤如下:

- (1) 根据各站上下车人数统计推算出各断面客流量。
- (2) 推算出全日列车开行计划。
- (3) 根据营业时间和全日分时行车计划确定各时段开行的列车数,并确定列车发车间隔。

## 3.3 列车开行方案

列车开行方案是日常运营组织的基础。列车开行方案的比选应遵循客流分布特征与运营经济合理兼顾的原则,以实现既能维持较高的乘客服务水平、又能提高车辆运用效率的目标。

### 3.3.1 列车编组方案

#### 1. 列车编组方案的种类

(1) 大编组方案。大编组方案是指在运营时间内列车编组辆数固定且相对较多,如地铁列车采用 6 辆或 8 辆编组的方案。

(2) 小编组方案。小编组方案是指在运营时间内列车编组辆数固定且相对较少,如地铁列车采用 3 辆或 4 辆编组的方案。

(3) 大小编组方案。大小编组方案是指在运营时间内列车编组辆数不固定。大小编组方案有两种,一种是在客流非高峰时段编组辆数相对较少,在客流高峰时段编组辆数

相对较多,如在客流非高峰和高峰时段,地铁列车分别采用 3/6 辆编组、4/6 辆编组或 4/8 辆编组的方案;另一种是在全日运营时间内采用大小编组,如地铁列车采用 3/6 辆编组或 4/6 辆编组的方案。当采用大小编组方案时,与 4/6 辆编组方案相比,3/6 辆编组方案具有乘客服务水平较高、可根据客流量灵活编组以及车辆维修周期一致等优点。

应该指出,离开一定的客流条件来讨论列车编组方案的比选是无意义的。例如,当线路的分时客流比较均衡时,大小编组方案将失去比选的必要性;当客流已经接近远期设计客流量时,小编组方案将失去实施的可能性。因此,只有在客流尚未达到远期设计客流量,并且分时客流不均衡程度较大的情况下,才有必要对列车编组方案进行比选。

## 2. 影响列车编组方案比选的因素

为满足一定的客流需求,轨道交通必须提供一定的列车运能。小时列车运能既与小时内开行的列车数有关,也与列车编组辆数和车辆定员有关。假设小时列车运能应达到 18 000 人/小时,当车辆选型一定时,列车编组与列车间隔成正比关系;当列车间隔一定时,列车编组与车辆定员成反比关系,如表 3-3 所示。

表 3-3 列车编组与车辆选型、通过能力的关系

方案序号	一	二	三	四
列车编组辆数/辆	3	6	4	6
车辆定员/人	300	300	300	200
列车间隔/min	3	6	4	4
列车运能/(人·小时 <sup>-1</sup> )	18 000			

由此可见,影响列车编组方案比选的主要因素是客流、车辆选型和列车间隔。此外,在进行列车编组方案比选时,通常还应考虑乘客服务水平、车辆运用经济性和运营组织的复杂性等影响因素。

(1)客流。客流因素主要是指高峰小时最大断面客流量与分时客流不均衡程度。高峰小时最大断面客流量越大,需要的小时列车运能也越大。在车辆选型和列车间隔一定的情况下,列车编组辆数与高峰小时最大断面客流量成正比关系,即客流较大时列车编组也较大。从提供必要的小时列车运能出发,在高峰小时最大断面客流量较大且列车间隔已无法进一步压缩的情况下,列车编组只能选择大编组方案;在高峰小时最大断面客流量不大,但分时客流不均衡程度较大的情况下,选择小编组方案或大小编组方案有助于提高运营经济性和乘客服务水平。

(2)车辆选型。车辆选型的依据是高峰小时最大断面客流量,在高峰小时最大断面客流量不小于 3 万人的情况下应采用 A 型车和 B 型车,车辆定员分别为 310 人和 230 人左右。在列车间隔一定的情况下,小时列车运能取决于列车定员,而列车定员又是车辆定员与列车编组辆数的乘积;如果车辆定员较大,则列车编组可相应较小。

(3)列车间隔。从提供必要的小时列车运能出发,在车辆定员一定的情况下,为适应小编组方案,列车间隔应相应压缩,但列车间隔的压缩又受到线路通过能力和列车折返能力的制约,因此,采用小编组方案是有条件的。当用小编组方案替代大编组方案时,应验算列车间隔与通过能力是否相适应。当客流量已经接近远期设计客流量时,由于通过能力的利用接近饱和,无法进一步压缩列车间隔,因而小编组方案就失去了实施的可能性。

(4)乘客服务水平。在进行列车编组方案比选时,应考虑不同编组方案的乘客服务水平,在客流量不大、列车密度较低的情况下,与大编组方案相比,采用小编组方案时的乘客候车时间较短。因此,小编组方案有助于提高乘客服务水平。

另外,在采用大小编组方案时,应在站台上设置乘客候车位置导向标志。

(5)车辆运用经济性。采用小编组方案,对提高列车满载率及降低牵引能耗具有积极意义,但随着列车中动车比例的增加,车辆的平均价格也呈上升趋势。此外,随着小编组列车开行数的增加,乘务员的配备数也相应增加。

(6)运营组织的复杂性。在进行列车编组方案比选时还应考虑运营组织的复杂性。与采用固定编组方案相比,在选用大小编组方案时,列车的编组与解体、高峰与非高峰时段的过渡及列车间隔的调整等均增加了运营组织的复杂程度。

### 3.3.2 列车交路方案

#### 1. 列车交路方案的种类

列车交路方案有常规交路方案、衔接交路方案和混合交路方案三种,其中,衔接交路方案和混合交路方案又统称为特殊交路方案。

(1)常规交路方案。常规交路又称为长交路,列车在线路的两个终点站间运行,到达线路终点站后折返,如图 3-3(a)所示。

与采用特殊交路方案相比,采用常规交路方案,行车组织简单、乘客无须换乘、不需要设置中间折返站。但如果线路各区段断面客流的不均衡程度较大,则会造成部分区段列车运能的浪费。

(2)衔接交路方案。衔接交路又称为短交路,是若干短交路的衔接组合,列车只在线路的某一区段内运行,在指定的中间站折返,如图 3-3(b)所示。

与采用常规交路方案相比,采用衔接交路方案可以提高断面客流较小区段的列车满载率,但跨区段出行的乘客需要换乘,以及需要设置中间折返站。与采用混合交路方案相比,短交路列车在中间折返站是双向折返的,增加了折返作业的复杂性。

(3)混合交路方案。混合交路又称为长短交路,长短交路列车在线路的部分区段共线运行,长交路列车到达终点站后折返,短交路列车在指定的中间站单向折返,不同类型



的列车交路如图 3-3(c)、(d)、(e)、(f)所示。

与采用常规交路方案相比,采用混合交路方案可以提高长交路列车的满载率,加快短交路列车的周转,但部分乘坐长交路列车的乘客的候车时间会增加,以及需要设置中间折返站。

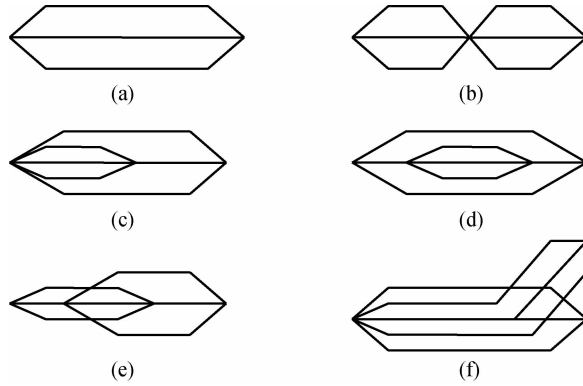


图 3-3 不同类型的列车交路

## 2. 影响列车交路方案比选的因素

符合客流的空间分布特征是列车交路方案比选的前提条件或必要条件。此外,影响列车交路方案比选的主要因素还有乘客服务水平、运营经济性、通过能力的适应性和运营组织的复杂性等。

(1)客流的空間分布特征。只有在线路各区段断面客流分布不均衡程度较大的情况下,才有必要对常规交路方案和特殊交路方案进行比选。当断面客流分布呈阶梯形时,可选用混合交路方案或衔接交路方案;当断面客流分布呈凸字形时,可选用混合交路方案。当断面客流分布比较均衡时,一般应选用常规交路方案。

(2)乘客服务水平。在进行列车交路方案比选时,线路各区段断面客流分布的不均衡仅仅是采用特殊交路方案的必要条件,而不是充分条件。当采用混合交路方案时,部分乘长交路列车的乘客会增加候车时间;当采用衔接交路方案时,跨区段出行的乘客需要在中间折返站换乘。鉴于上述情况,采用特殊交路方案会使部分乘客增加出行时间从而引起乘客服务水平的下降。特殊交路方案对乘客服务水平的影响程度,取决于乘坐长交路列车或跨区段出行乘客的数量及其所占比例。如果乘客的出行时间增加得较多,一般不宜采用特殊交路方案。但应指出,当特殊交路方案与非站站停车方案结合使用时,乘客服务水平下降的情况可以得到改善。

(3)运营经济性。与采用常规交路方案相比,采用特殊交路方案能提高列车满载率、加快列车周转、减少车辆运用数,从而提高车辆运用的经济性,降低运营成本。但由于采用特殊交路方案需要在中间站铺设折返线、道岔和安装信号设备,因此也会增加投资与

运营费用。

(4)通过能力的适应性。当采用特殊交路方案时,部分列车在中间站单向折返,或全部列车在中间站双向折返。单向折返时,短交路列车的折返作业与长交路列车的到发作业有可能产生进路干扰;双向折返时,两个方向短交路列车的折返作业有可能产生进路干扰。在产生进路干扰的情况下,线路的折返能力甚至最终通过能力均有可能降低。因此,通过能力是否适应是采用特殊交路方案的充分条件之一。

(5)运营组织的复杂性。由于列车按不同的交路运行并在中间站折返,以及需要加强站台乘车导向服务,因此特殊交路方案的运营组织要比常规交路方案的运营组织复杂。此外,当采用特殊交路方案时,中间折返站的选择也是运营组织中需要考虑的问题。中间折返站一般应选择在断面客流出现明显落差的车站,但如果这些车站的到达客流较大,乘客下车作业稍有延误就会造成列车出发晚点。因此,在选择中间折返站的位置时,可考虑将不同列车交路的中间折返站错开设置,以避免出现中间站折返能力不足的问题,以及可考虑将中间折返站的位置选择在断面客流出现明显落差的前方车站,以缩短折返出发的间隔时间。

### 3.3.3 列车停站方案

#### 1. 列车停站方案的种类

(1)站站停车方案。站站停车方案即列车在全线的所有车站均停车,车站停车方案如图 3-4 所示。与非站站停车方案相比,线路上开行列车的种类简单,不存在列车越行,乘客无须换乘,也无须关注站台上的列车信息显示。当跨区段、长距离出行乘客所占比例较大时,站站停车方案在车辆运用与服务水平方面均不能达到最佳状态。

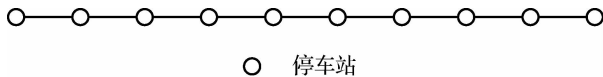


图 3-4 车站停车方案

(2)区段停车方案。区段停车方案在长短交路情况下采用,长交路列车在短交路区段外每站停车,在短交路区段内不停车通过;而短交路列车则在短交路区段内每站停车,短交路列车的中间折返站同时也是乘客换乘站,区段停车方案如图 3-5 所示。与站站停车方案相比,区段停车方案中的长交路列车在短交路区段内不停车通过,列车停站次数的减少使长交路列车的停站时间及起停车附加时间的总和也相应减少,提高了列车旅行速度,压缩了列车周转时间。因此,采用区段停车方案有利于压缩长距离出行乘客的乘车时间、减少车辆运用和降低运营成本。但是,区段停车方案也存在若干问题,如在行车

量较大的情况下,有可能会产生列车越行情况,需要在部分中间站修建侧线;会增加在不同交路区段间上下车乘客的换乘时间,延长在短交路区段内上下车乘客的候车时间。

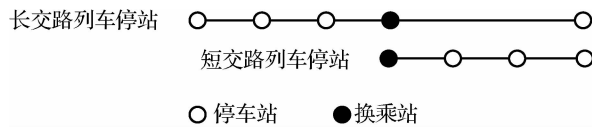


图 3-5 区段停车方案

(3)跨站停车方案。跨站停车方案在长交路的情况下采用,将线路上开行的列车分为 A、B 两类,全线的车站分为 A、B、C 三类,其中 A、B 类车站按相邻分布的原则设置,C 类车站可按每隔 4 或 6 个车站选择一个的原则设置。A 类列车在 A、C 类车站停车,在 B 类车站通过;B 类列车在 B、C 类车站停车,在 A 类车站通过,跨站停车方案如图 3-6 所示。

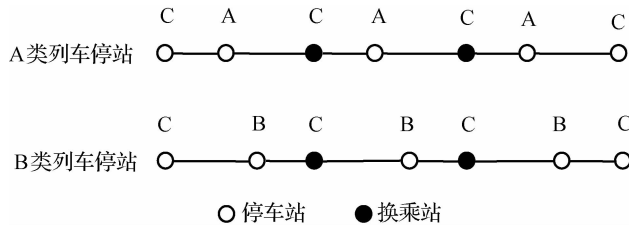


图 3-6 跨站停车方案

与站站停车方案比较,跨站停车方案的优点类似于区段停车方案。但 A、B 两类车站的列车到达间隔加大,在 A、B 两类车站上车的乘客的候车时间有所增加。此外,在 A、B 两类车站间上下车的乘客需要在 C 类车站换乘,会增加换乘时间及带来不便,因此,跨站停车方案比较适用于 C 类车站上下车客流较大且乘客乘车距离较远的情形。

(4)部分列车跨多站停车方案。部分列车跨多站停车方案是指线路上开行两类长交路列车,即普速、站站停车列车和快速、跨多站停车列车,快速列车只在线路上的主要客流集散站停车,而在其他站不停站通过,部分列车跨多站停车方案如图 3-7 所示。

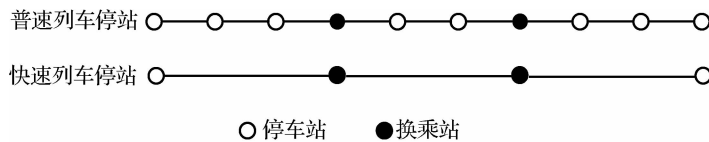


图 3-7 部分列车跨多站停车方案

部分列车跨多站停车方案在提高跨多站停车列车旅行速度的同时,避免了跨站停车方案存在的部分乘客需要换乘的问题的出现,做到既提高运营经济性,又不降低对乘客的服务水平。此外,该停车方案的运用比较灵活,运营部门可根据客流特征,按不同比例

确定快速列车的开行对数。在线路通过能力利用率比较高的情况下,采用该停车方案通常会引起快速列车越行普速列车;如果不安排列车越行,则只能以损失线路通过能力来保证追踪列车间隔时间。

## 2. 影响列车停站方案比选的因素

采用非站站停车方案,通常有利于减少车辆运用和降低运营成本,但采用非站站停车方案也会出现一部分乘客节省了乘车时间,而另一部分乘客增加了候车时间或换乘时间的情况,乘客节省时间的总和是否大于增加时间的总和取决于站间 OD 客流的空间分布特征。此外,轨道交通车站一般不设置侧线,采用非站站停车方案还会产生列车越行问题。因此,影响列车停站方案比选的主要因素为站间 OD 客流特征、乘客服务水平、列车越行、运营经济性和运营组织的复杂性等。

(1)站间 OD 客流特征。在长距离出行乘客比例较大及某些发到站间的直达客流较大的情况下,采用非站站停车方案通常是有利的。此时,区段停车方案比较适用于大部分乘客的乘车区间是郊区段各站与市区段终点站之间的通勤出行,如远郊区与中央商务区之间、远郊区车站与轨道交通环线换乘站之间的通勤出行;跨站停车方案比较适用于 C 类车站上下车客流较大,并且乘客乘车距离较远的情形。当线路以同一区段内发到的短途客流为主时,不宜采用非站站停车方案。

(2)乘客服务水平。采用非站站停车方案,在压缩长距离出行乘客乘车时间的同时,也会出现一部分乘客增加换乘时间或候车时间的情形。因此,采用非站站停车方案是否可行,应根据站间 OD 客流定量分析计算长途乘客节省的出行时间和部分乘客增加的换乘与候车时间来判断。一般而言,如果乘客节省时间的总和大于增加时间的总和,或者乘客的节省时间与增加时间基本持平,采用非站站停车方案是可行的,能提高或至少不降低乘客服务水平。

(3)列车越行。当采用非站站停车方案时,存在后行列车越行前行列车的可能性。如果后行列车越行前行列车,可通过调整列车追踪运行间隔来避免越行,但这是以降低线路通过能力为代价的,难以适应大客流的线路或客流增加较快的线路。因此,若要采用非站站停车方案,则必须对列车越行等相关问题(如列车越行判定条件、越行站的设置数量及位置等)做进一步分析。

(4)运营经济性。与站站停车方案相比,非站站停车方案能加快列车周转、减少车辆运用数,降低运营成本。但采用非站站停车方案,通常要在部分中间站增设越行线,车站土建与轨道等费用的增加会引起车站造价的提高。

(5)运营组织的复杂性。由于各类列车的停站安排不同及列车在中间站越行,控制中心、车站控制室对列车运行的监控以及站台上的乘车导向服务均应加强,因此,非站站停车方案的运营组织要比站站停车方案的运营组织复杂。



## 3.4 车辆配备计划

车辆配备计划指为完成全线全日行车计划所需要的车辆保有数计划。车辆保有数计划包括车辆运用数、在修车辆数和备用车辆数三部分。列车保有量根据线路远期客流预测数据,测算远期运行行车间隔,可得出所需车辆运用数;备用车辆数按照车辆运用数的10%取得;在修车辆数需根据车辆运用数,综合维修能力和修程修制取得,一般为车辆运用数的10%~15%。

### 3.4.1 车辆运用数

车辆运用数是指为完成日常运输任务所必须配备的技术状态良好的可用车辆数量。它与高峰小时开行的最大列车对数、列车旅行速度及折返站停留时间等因素有关,计算方法为

$$N = n_{GF} \theta_L m / 60 \quad (3-5)$$

式中, $N$ 为车辆运用数; $n_{GF}$ 为高峰小时开行的列车对数; $\theta_L$ 为列车周转时间; $m$ 为平均每列车编成的辆数。

考虑到地铁车辆有时是以动车组形式编组的,此时车辆运用数的计算公式为

$$N = n_{GF} \theta_L L / 60 \quad (3-6)$$

式中, $L$ 为每列车内动车组的组数。

式(3-5)和式(3-6)中的列车周转时间是指列车在线路上往返一次所消耗的全部时间。它包括列车在区间内的运行时间、列车在中间站的停留时间及列车在折返站作业时的停留时间,即

$$\theta_L = \sum t_{运} + \sum t_{站} + \sum t_{折停} \quad (3-7)$$

式中, $\sum t_{运}$ 为列车在线路上往返一次各区间运行时间之和; $\sum t_{站}$ 为列车在线路上往返一次各中间站停站时间之和; $\sum t_{折停}$ 为列车在折返站停留时间之和。

### 3.4.2 在修车辆数

由于车辆在运营过程中会有损耗,因而需要定期检修,以预防故障或事故的发生。在修车辆是指处于定期检修状态的那部分车辆。

车辆检修包括车辆检修级别和车辆检修周期。它们是根据车辆的设计性能、各部件在正常情况下的使用寿命以及车辆的运用环境和运用指标(如走行公里等)来确定的。



城市轨道交通系统车辆的检修级别通常包括日检、双周检、双月检、定修、架修和厂(大)修六类。表 3-4 给出了某地铁系统车辆检修周期计划。

表 3-4 某地铁系统车辆检修周期计划

检修类别	时间间隔	走行公里数	检修停时
日检	1 天		
双周检	2 周	4 000	4 h
双月检	2 个月	20 000	48 h
定修	1 年	100 000	10 天
架修	5 年	500 000	25 天
厂(大)修	10 年	1 000 000	40 天

在修车辆数可以根据车辆检修周期来推算。

### 3.4.3 备用车辆数

备用车辆是指为城市轨道交通系统适应可能的临时或紧急运输任务、预防车辆故障发生而准备的技术状态良好的车辆。一般来说,这部分车辆可控制在车辆总数的 10%左右。不过,对于投产不久的新线来说,车辆状态较好,客流量不大,备用车辆数可适当减少,以节约投资。

## 学习评价

本模块学习完成后,请根据自己的学习所得,结合表 3-5 所列内容进行打分评价。

表 3-5 模块 3 学习评价表

评价内容	评价方式			评价等级
	自 评	小组评议	教师评议	
课前预习本模块相关知识、相关资料				A. 充分 B. 一般 C. 不足
了解客流和客流计划的概念,熟悉客流计划的表示形式				A. 充分 B. 一般 C. 不足



(续表)

评价内容	评价方式			评价等级
	自 评	小组评议	教师评议	
了解全日行车计划的编制依据,掌握全日行车计划的编制步骤				A. 充分 B. 一般 C. 不足
熟悉列车开行方案的相关知识				A. 充分 B. 一般 C. 不足
了解车辆配备计划				A. 充分 B. 一般 C. 不足
参加教学中的讨论和练习,并积极完成				A. 充分 B. 一般 C. 不足
善于与同学合作				A. 充分 B. 一般 C. 不足
学习态度和完成作业情况				A. 充分 B. 一般 C. 不足
总评				

### 思考与练习

- (1) 什么是客流?
- (2) 什么是客流计划?
- (3) 客流计划的表示形式有哪些?
- (4) 全日行车计划的编制依据有哪些?
- (5) 简述全日行车计划的编制步骤。
- (6) 列车编组方案的种类有哪些?