

高等学校城市轨道交通系列教材

轨道交通

行车

调度组织实践指导书

■ 主 编：邱薇华 黄 璐

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

高等学校城市轨道交通系列教材

轨道交通行车调度组织 实践指导书

主 编 邱薇华 黄 璐

中 国 铁 道 出 版 社

2016年·北 京

图书在版编目 (CIP)数据

轨道交通行车调度组织实践指导书/邱薇华,黄璐主编. —北京:
中国铁道出版社,2016.8
高等学校城市轨道交通系列教材
ISBN 978-7-113-22131-7

I. ①轨… II. ①邱…②黄… III. ①轨道交通—行车组织
—高等学校—教学参考资料 IV. ①U292.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 177633 号

书 名: 高等学校城市轨道交通系列教材
轨道交通行车调度组织实践指导书
作 者: 邱薇华 黄 璐 主编

策划编辑:徐 清

责任编辑:徐 清 编辑部电话:010-51873147 电子信箱:dianwu@vip.sina.com

封面设计:陈东山

责任校对:孙 玫

责任印制:陆 宁 高春晓

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址:<http://www.tdpress.com>

印 刷:三河市华业印务有限公司

版 次:2016年8月第1版 2016年8月第1次印刷

开 本:787 mm×960 mm 1/16 印张:10.5 字数:191 千

书 号:ISBN 978-7-113-22131-7

定 价:28.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010)51873174(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

序

从1965年起步至今,我国城市轨道交通已有50多年的发展历史了,这期间经过了起步阶段、调整阶段以及建设高峰阶段,目前很多城市开始进入到城市轨道交通的全面建设阶段,一些城市已进入了网络化运营阶段,城市轨道交通已成为城市公共交通的主体,对解决城市交通拥堵和城市发展至关重要。

随着我国城市轨道交通的发展,迫切需要培养既具有专业理论知识,又具备实际操作技能的专业技术人员。由于城市轨道交通集多个专业和系统为一体,因设备条件限制,目前在国内的高等院校虽然设立了城市轨道交通相关专业,开设了城市轨道交通的相关课程,但有关城市轨道交通的实践指导书十分缺乏。

上海工程技术大学在筹建城市轨道交通学院时就建立了城市轨道交通中心实验室,装备了城市轨道交通实验系统和设备,以培养学生的实际操作和动手能力,经过近十年的努力,有了一定的教学和实践经验。本实践指导书涉及城市轨道交通运营管理中的重要操作环节,包括行车、调度、运行图编制等关键内容,是从事城市轨道交通专业的工程技术人员必须熟练掌握的。本实践指导书以城市轨道交通现场为案例,以仿真系统为操作平台,基于多年的实践操作和使用,有很强的可操作性。

期待本实践指导书能在城市轨道交通专业人才培养方面发挥作用。



2016年4月于上海

前 言

城市轨道交通专业是伴随我国城市及其机动化的快速发展而衍生的专业方向,上海工程技术大学是国内第一个设立城市轨道交通专业的学校。在筹建城市轨道交通学院时,专家就把建设城市轨道交通实验系统和设备作为城市轨道交通学院建设的重点,培养学生的实际操作和动手能力,以此区别于其他交通运输类专业本科的教育,成为上海工程技术大学的特色。经过多年的建设,城市轨道交通学院自主设计、开发了多个城市轨道交通仿真系统,开设了多个实践、教学环节,城市轨道交通学院的城市轨道交通中心实验室成为了上海市实验示范中心。

本实践指导书整理、深化了过去几年在教学实践方面的经验,采用了自编的实验教学指导书和讲义,这些实验教学指导书基于城市轨道交通中心实验室的3个运营实验系统,是“交通运输仿真”“轨道交通运营管理”两门课程的课内实验,这些实验经过5年的教学实践多次修改,目前已经成形。

本实践指导书共六章,第一章介绍城市轨道交通列车行车基础知识(黄璐编写),第二章介绍城市轨道交通列车自动监控系统和仿真实验(黄璐编写),第三章介绍城市轨道交通行车组织系统(邱薇华编写),第四章介绍城市轨道交通行车组织仿真系统和实验(邱薇华编写),第五章介绍城市轨道交通列车运行图的编制方法(黄璐编写),第六章介绍城市轨道交通列车运行图编制实验(邱薇华编写),由邱薇华进行全书的合稿。

本书是上海工程技术大学城市轨道交通学院编写的高等学校城市轨道交通系列教材之一,在编制过程中得到了城市轨道交通学院和中国铁道出版社的大力支持,在此表示感谢。

本书由谭复兴教授审稿。谭复兴教授提出了大量宝贵的意见和建议,在此表示感谢。

编 者
2016年4月

目 录

第 1 章 行车基础知识	1
1.1 行车组织基础	1
1.2 列车自动控制系统	4
1.3 车站行车作业组织	6
1.4 行车调度作业组织	8
1.5 车辆基地作业组织	11
1.6 正常情况下的行车组织	14
1.7 非正常情况下的行车组织	16
第 2 章 城市轨道交通列车自动监控系统仿真实验	19
2.1 城市轨道交通列车自动监控系统简介	19
2.2 城市轨道交通列车自动监控系统图标说明	34
2.3 城市轨道交通列车自动监控系统仿真实验要求	43
实验一 控制模式设置实验	48
实验二 终端模式设置与信号机控制实验	52
实验三 进路设置控制实验	56
实验四 进路解锁控制实验	59
实验五 道岔控制与操作实验	61
实验六 引导接车操作实验	63
实验七 站台控制操作实验	65
实验八 列车描述操作实验	67
第 3 章 城市轨道交通行车组织	70
3.1 城市轨道交通行车指挥体系组织结构	70
3.2 城市轨道交通行车调度指挥原则和方法	72

第 4 章 城市轨道交通行车组织仿真实验	74
4.1 城市轨道交通行车组织仿真系统简介	74
4.2 城市轨道交通行车组织仿真实验要求	113
实验一 梅陇车辆段列车出库仿真实验	118
实验二 富锦路车辆段列车出库仿真实验	120
实验三 列车大交路仿真实验	122
实验四 列车小交路仿真实验	123
实验五 列车折返仿真实验	125
实验六 梅陇车辆段列车回库仿真实验	127
实验七 富锦路车辆段列车回库仿真实验	129
实验八 列车故障救援仿真实验	130
实验九 列车故障救援方案设计仿真实验	132
第 5 章 城市轨道交通列车运行图编制	134
5.1 行车管理定义	134
5.2 全日行车计划	134
5.3 列车运行图	136
5.4 列车交路计划	142
第 6 章 城市轨道交通列车运行图计算机编制系统实验	144
6.1 城市轨道交通列车运行图计算机编制系统介绍	144
6.2 城市轨道交通列车运行图计算机编制实验要求	145
实验一 运行图设置线路及车站实验	149
实验二 车底、列车交路信息及运行图底图建立实验	152
实验三 运行图编制实验	155
参考文献	159

第1章 行车基础知识

城市轨道交通是现代化都市的重要基础设施,它能够安全、迅速、舒适、便利地在城市范围内运送乘客,最大限度地满足市民出行的需要。在城市各种公共交通工具中,具有运量大、速度快、安全可靠、污染低、受其他交通方式干扰小等特点,是改变城市交通拥挤、乘车困难、行车速度下降的行之有效的现代化交通工具。城市轨道交通系统的安全、速度、输送能力和效率与行车组织工作密切相关。行车组织工作已成为城市轨道交通调度指挥和调度运营工作的核心。制定相应的行车组织规则,可以带来较好的经济效益和社会效益。

城市轨道交通行车管理是城市轨道交通生产组织最核心的组成部分,是综合运用各种专业设备、组织协调运输生产活动的技术业务。它采用先进的行车方式和组织方法,密切城市轨道交通内部各专业部门和乘客间的联系,建立正常稳定的客运生产秩序,充分发挥各种运输技术设备的效能,以保证安全、正点、优质、高效地完成乘客运送任务。

1.1 行车组织基础

城市轨道交通一般只办理客运业务,不办理货运业务。城市轨道交通行车管理工作首先确定列车运行计划,包括全日行车计划、列车交路方案、列车编组方案、列车停站方案和车辆配备计划,再编制列车运行图,最后由各部门组织列车运行,包括控制中心的列车运行组织、停车场的列车出入库作业、调车作业、车站的行车组织作业及正线的列车驾驶等。

列车运行组织是城市轨道交通运营管理的中心工作。城市轨道交通通常被称为是一个大的联动机,因为它是集行车、车辆、机电、通信、信号、工务等各工种、技术一体化运转的系统,系统中的任一环节出现问题,都可能对整个系统的正常运转带来严重的后果,而整个系统的正常运转则集中体现在列车的运行组织工作中,它是保证将乘客由出发站安全、准时、快捷地运送至目的地站的关键。

城市轨道交通行车组织阶段性比较强,主要分为运营前准备、运营中的行车组织和运营结束后的作业三个阶段。不同的工作人员在不同的阶段有不同的作业,这里着重介绍行车调度员、车站和驾驶员的作业。

(1)行车调度员。行车调度员在运营前主要进行试验道岔、检查人员到岗情况

和设备情况、载入运营时刻表等工作。运营期间主要是利用各种调度设备,组织指挥列车按照列车运行图的计划安全、准点地运行。运营结束后行车调度要对当天的行车工作进行分析、总结,打印当日计划、实际运行图,编写运营情况报告,进行客车统计分析等工作。

(2)车站。正常情况下,城市轨道交通车站的行车组织作业主要包括首末车组织、运营期间的接发车作业等工作。开行首班车前,车站各岗位工作人员要准时开门、开启照明和电扶梯,并要进行试验道岔、巡视车站等工作。车站末班车发出前应在规定时间开始广播,通知停止售检票工作,检查付费区乘客均已上车,确认无异常情况后再向驾驶员发出发车信号。

(3)驾驶员。驾驶员在一个运营周期的作业也分为运营前、运营期间和运营后三个阶段。运营前驾驶员主要进行列车整备作业(如检查车体内外情况、车载电器、制动设备和无线电话等)。在运营期间主要是负责列车在正线运行作业、站台作业和折返作业。运营结束后,客车应进入车辆段进行整备以确保第二天的正常运行。

城市轨道交通多采用较为先进的设备,自动化程度比较高,正常情况时行车组织作业主要是利用先进设备监控列车运行。特殊情况下的行车组织是相对于正常情况下的行车组织而言的,主要是指由于设备故障、大客流、火灾等原因不能采用正常情况下的行车组织时组织轨道交通行车的方法。城市轨道交通某条线路一旦发生事故,将会造成全线列车运行的延误,对乘客的出行将会造成重大的影响。因此,城市轨道交通系统非常重视特殊情况下的事故演练。下面以国内某些轨道交通系统为例,主要介绍几种特殊情况下的行车组织基本方法。

(1)列车晚点。由于客车故障或行车组织等原因造成列车大幅度晚点时,应牢固树立“以乘客为本”的思想,积极恢复正点运行。晚点时行车组织的重点是通过调整列车在区间的运行时间、运行速度和停站时间等,逐步恢复列车的正常运行秩序。行车调度员此时应该及时掌握列车晚点的原因、程度、发生地点等各种情况,及时调整前行和后续列车的站间运行时分和停站时间,并通知其他调度和车站做出相应的应对措施,及时解决列车晚点所带来的不利影响。

(2)区间发现不明身份人员。在列车运行中,调度员若得到区间内有不明身份人员的报告时,应及时通知后续列车驾驶员在区间内慢行查找,将不明身份者带出区间并交车站处理。若连续三辆列车在区间查找后,均未发现情况,可暂停查找。

(3)列车故障。列车在运行的过程中出现故障时,应根据不同的情况进行不同的处理。若故障列车能进行牵引运行,列车应首先清客,空车驶回车辆段,动用备用车替换故障列车。若故障列车不能运行时,OCC(Operating Control Center,运行控制中心)负责此状况下的行车组织,故障的判断和处理由驾驶员全面负责,行

车调度有责任提出辅助处理意见。若在规定时间内故障不能解决,可向 OCC 请求救援。行车调度可根据实际情况,安排救援车辆。

(4)轨道电路故障。轨道电路故障主要分为区间轨道电路故障和车站道岔区段轨道电路故障。区间轨道电路故障时,驾驶员可根据调度指示转换为人工驾驶模式行驶,当出清故障区段后,列车由驾驶员驾驶改为ATO(Automatic Train Operation,列车自动运行系统)驾驶模式。车站道岔区段轨道电路故障时,调度可授权车站进行站级控制,车站工作人员将道岔转换到规定位置并锁闭。当列车出清故障轨道电路时,列车由驾驶员驾驶改为ATO驾驶模式。

(5)列车冒进出站信号机。由于各种原因,导致列车在运行的过程中冒进出站信号机时,行车调度员应根据不同情况进行办理。

(6)区间疏导乘客列车。由于某些原因在区间内长时间停车,需要在区间内疏导乘客时,应首先封锁该区间,并阻止后续列车进入该区段,然后通知电力调度对该区段断电,并通知环控调度加强该区段通风。行车调度得到停电通报后,向有关人员和车站发布区间疏导乘客的命令,疏导命令中应指出疏导方向,原则上是向就近车站方向疏导,必要时可向两端车站疏导,车站工作人员应及时安置被疏导乘客。

(7)大范围停电。若城市轨道交通线路遭遇大范围停电时,全线列车要停止运行,并尽量将列车扣在车站内,调度发布命令,让全线停止售票,并封锁相关车站。行车调度员应尽快查明各次列车所处的线路位置,如果需要区间疏散乘客时,应按规定及时疏散。电力调度应尽快查明断电原因与影响,汇报总调度,并尽快恢复电力供应。

(8)发生人员伤亡。列车运行的过程中,若出现人员伤亡,应及时封锁事故区段,阻止后续列车进入该区段,并及时确认事故列车与伤亡人员的具体位置。若伤亡事故发生在车站,由车站值班站长负责组织,保护现场,待公安部门认定责任后将伤亡人员抬出运行线,尽快恢复列车运行;若伤亡事故发生在区间内,应由列车驾驶员保护现场,等待相关人员进行处理。在处理的过程中,如需要断电时,应及时要求电力调度给相关线路断电。

(9)发生火灾。城市轨道交通在运营过程中一旦发生火灾,往往会造成比较大的损失,因此都非常重视此方面的演练。按照火灾发生的地点可以分为车站站台火灾、车站站厅火灾、隧道火灾、车辆段火灾、非运行区域火灾、列车因火灾停在隧道内、列车因火灾停在站台内等情况。不同的情况下都应有不同的应急预案。一般来说,若发生火灾后,应先确定火源、火情和伤亡情况,必要时由现场负责人或目击者报告119、120、当地公安分局和调度人员。然后由调度按照具体应急预案组织行车,并安排现场人员进行人员疏散、灭火等工作,并尽快恢复运营,以减少

损失。

(10)发生地震、毒气事件。发生地震、毒气袭击等状况时,行车调度员应发布命令,封闭全线车站,将乘客向站外疏散,并通知电力调度断电,环控调度要加强事故现场及客流大的车站的通风。对于被迫停在区间内的列车,应进行区间疏散乘客。

1.2 列车自动控制系统

列车自动控制系统(ATC, Automatic Train Control)主要有三大组成部分,分别是列车自动监控系统(ATS, Automatic Train Supervision)、列车自动防护系统(ATP, Automatic Train Protection)以及列车自动运行系统(ATO)。由于计算机技术、信号传输技术、电子技术的不断发展,通信技术的科技含量不断提高,为列车自动控制系统的升级提供了可持续发展空间。基于无线通信的列车自动控制系统(CBTC, Communications Based Train Control)得到重视,CBTC 系统适用于在建线路,也可以用来改造旧的城市轨道交通线路。CBTC 系统采用的信息传输技术具有明显的优势,在我国已经得到推广和使用。

ATS 系统通过实时监督和控制道岔、信号、进路等联锁环节以及列车运行的动态信息,为控制中心行车调度员提供调度指挥的依据,同时通过与其他系统的接口将信息传递出去。ATS 系统具有的与其他信号系统的接口和通信系统的接口,是实现列车运行自动控制的关键部分。ATS 系统主要完成对列车的进路排列、跟踪锁定功能。在 ATS 系统控制中心的显示界面编辑列车时刻表,监控线路运行状态,调节列车追踪距离并记录。在基于通信的列车自动控制系统中,控制中心 ATS 实现系统的主要功能,车站 ATS 在降级模式下可以对线路设备进行临时控制。ATS 系统由控制中心设备进行集中管理,由车站 ATS 实现分散控制。

列车自动控制系统是城市轨道交通信号系统最重要的组成部分,它实现行车指挥和列车运行自动化,能最大限度保证列车运行安全,提高运输效率,减轻运营人员的劳动强度,发挥城市轨道交通的通过能力。ATC 系统的技术含量高,运用了许多当代重要的科技成果。目前用于我国城市轨道交通的 ATC 系统大多是从国外引进的,有西屋公司、US&S 公司、西门子公司、阿尔斯通公司、阿尔卡特公司、庞巴迪公司等。

1. ATC 系统的组成和功能

ATC 系统包括 3 个子系统:列车自动监控系统 ATS、列车自动保护系统 ATP、列车自动运行系统 ATO,简称“3A”系统。ATC 是在保证行车安全,提高运营效率的情况下,实现列车的自动控制。

ATC 系统包括五个原理功能:ATS 功能、联锁功能、列车检测功能、ATC 功能和 PTI(列车识别)功能。ATS 功能可自动或由人工控制进路,进行行车调度指挥,并向行车调度员和外部系统提供信息。ATS 功能主要由位于 OCC(控制中心)内的设备实现。

通过联锁功能响应来自 ATS 功能的命令,在随时满足安全准则的前提下,管理进路、道岔和信号的控制,将进路、轨道电路、道岔和信号的状态信息提供给 ATS 和 ATC 功能。联锁功能由分布在轨旁的设备来实现。ATC 功能在联锁功能的约束下,根据 ATS 的要求实现列车运行的控制。ATC 功能有三个子功能:ATP/ATO 轨旁功能、ATP/ATO 传输功能和 ATP/ATO 车载功能。ATP/ATO 轨旁功能负责列车间隔和报文生成;ATP/ATO 传输功能负责发送感应信号,它包括报文和 ATC 车载设备所需的其他数据;ATP/ATO 车载功能负责列车的安全运营、列车自动驾驶,且给信号系统和司机提供接口。PTI 功能通过多种渠道传输和接收各种数据,在特定的位置传给 ATS,向 ATS 报告列车的识别信息、目的号码和乘务组号和列车位置数据,以优化列车运行。

2. ATC 系统的水平等级

为确保行车安全和线路最大通过能力,根据国内外的运营经验,一般最大通过能力小 30 对/h 的线路宜采用 ATS 和 ATP 系统,实现行车指挥自动化及列车的超速防护。在最大通过能力较低的线路,行车指挥可采用以调度员人工控制为主;最大通过能力大于 30 对/h 的线路,应采用完整的 ATC 系统,实现行车指挥和列车运行自动化。

ATO 系统对节能、规范运行秩序、实现运行调整、提高运行效率等具有重要的作用,但不同的信号系统设或不设 ATO 会使运营费用差异较大,不过即使是通过能力为 30 对/h 的线路,有条件时也可选用 ATO 系统。

根据运营需要,信号系统还应满足最大通过能力为 40 对/h 的总体要求。对于城市轨道交通,行车间隔的发挥往往受制于折返能力,而折返能力与线路条件、车辆状态、信号系统水平等因素有关。因此,通过能力要求较高时,折返能力需与之相适应,必须对上述因素进行综合研究、设计。

3. ATC 系统选用原则

ATC 系统按下列原则选择:

- (1)ATC 系统应采用安全、可靠、成熟、先进的技术装备,具有较高的性价比;
- (2)城市轨道交通运营线路宜采用准移动闭塞式 ATC 系统或移动闭塞式 ATC 系统,也可以采用固定闭塞式 ATC 系统;
- (3)ATC 系统构成水平的选择按前述原则执行。

4. ATC 系统的分类

由于地面设备构成不同、地面与车载信息传输方式不同,构成的 ATC 系统也不尽相同,其功能与使用效果也有差别。我国目前还不具备提供完整的列车控制系统,应用在城市轨道交通系统中的 ATC 核心技术都采用国外的先进技术,综合国内外 ATC 系统的产品,系统可按车地信息传输方式、对列车的控制方式和闭塞方式不同分类。

5. 基于通信的列车控制系统(CBTC)

基于通信的列车控制系统是独立于轨道电路,采用高精度的列车定位和连续、高速、双向的数据通信,通过车载和地面安全设备实现对列车的控制,是一种采用先进的通信和计算机技术,连续控制、监测列车运行的移动闭塞方式的列车控制系统。

移动自动闭塞一般由列车自动防护系统车载设备通过精确测定列车前部位置,实时传送到地面控制中心,再由地面控制中心根据车长确定列车尾部的精确位置,在此基础上附加一定的安全距离确定出后车追踪运行的目标点,以此目标点计算出后行列车的运行控制命令,通过通信系统实时发送给后行列车,由车载设备实时控制列车,以确保列车运行安全。因此,列车的精确定位和高可靠大容量双向的实时通信是实现移动自动闭塞的关键技术。

基于通信技术的列车控制系统(CBTC)摆脱了用轨道电路判别列车对区段占用与否,突破了固定(或准移动)闭塞的局限性。较以往系统具有更大的优越性,具体体现如下:

(1)实现列车与轨旁设备实时双向通信且信息量大。

(2)可减少轨旁设备,便于安装维修。有利于紧急状态下利用线路作为人员疏散的通道,有利于降低系统全寿命周期内的运营成本。

(3)确立“信号通过通信”的新理念。使列车与地面(轨旁)紧密结合、整体处理,改变以往车—地相互隔离、以车为主的状态。这意味着车—地通信采用统一标准协议后,就有可能实现不同线路间不同类型列车的联通联运。所谓联通联运是对于信号系统而言,主要是指某系统的地面设备可以与另一系统的地面设备互联、系统的车载设备可以与另一系统的地面设备协同工作、同一列车首尾的不同厂家的车载设备可以在同一线路上实施列车运行控制。

1.3 车站行车作业组织

在轨道交通系统行车组织中,车站起着极为重要的作用。车站是线路上供列车到发、通过的分界点,某些车站还具有折返、停运检修和临时待避等功能;车站是客流集散的场所,是乘客出行乘坐列车的始发、终到及换乘地点,也是运营企业与

服务对象的主要联系环节;车站还是轨道交通各工种协作的生产基地。

1.3.1 车站的分类

车站的运输生产活动主要由行车作业和客运作业两部分组成。车站行车作业包括接发列车作业、列车折返作业等;车站客运作业包括售检票、组织乘客乘降和换乘作业等。车站的分类可从不同的角度进行,就车站作业而言,主要是按运营功能和是否具有站控功能分类。

1. 按运营功能的不同分类

(1)终点站。终点站是指线路两端或列车交路两端的车站,除供乘客上下车外,通常还具有列车折返、停留或临时检修等运营功能。

(2)中间站。中间站一般只供乘客上下车,是线网中数量最多的车站。有的中间站设有配线,可供列车越行;也有的中间站设有折返设备,可供列车折返。

(3)折返站。折返站是终点站与中间站中设有折返线、渡线等折返设备,可供长、短交路列车进行折返作业的车站。

(4)换乘站。换乘站设在不同线路的交汇地点,除供乘客上下车外,还供乘客由一条线路的列车换乘到另一条线路的列车上去。

2. 按是否具有站控功能分类

(1)集中站。集中站是指具有站控功能的车站,集中站车站值班员根据调度命令,可监控集中站管辖线路上的列车运行、办理电话闭塞行车和执行扣车、催发车等列车运行调整措施。集中站通常为有道岔车站。

(2)非集中站。非集中站是指不具有车站控制功能的车站。非集中站通常为无道岔车站。

1.3.2 车站 ATC 系统

目前城市轨道交通多采用 ATC 信号系统,在车站相应的必须具有 ATC 系统中的 ATS 分机等设备。

1. 车站控制台

设备集中站的行车设备有车站控制台、进出站信号机、防护信号机、道岔转辙设备、轨道电路无线通信器等,其中车站控制台是组织指挥行车的一种专用设备。设备集中站综控员通过车站控制台上的各种按钮可以办理进路、办理闭塞、操纵道岔、开闭信号,通过各表示灯的显示可以监视设备及列车运行的情况;非设备集中站只能进行监视,不能控制。非设备集中站的行车设备有综合控制盘(IBP 盘, Integrated Backup Panel, 后备盘)、发车计时器、站台紧急关闭按钮、电源设备、ATO 地面设备、ATS 分机。

2. 系统控制等级

ATC 系统分为四个控制等级,即控制中心自动控制、控制中心人工介入控制、车站自动控制、车站人工控制。有些线路 ATC 系统分为五个控制等级,即控制中心自动控制、控制中心人工介入控制、车站自动控制、车站人工介入控制、车站紧急控制。

3. 系统控制模式等级的使用条件

(1)在 ATO 车载设备失效时,列车可转换为在 ATP 防护下的人工驾驶模式。

(2)当地面某一个 ATP 应答器失效时,列车将继续正常运行,同时记录失效。

(3)当车载 ATP 系统无法识别列车位置时,列车将从“目标—距离”模式转换成“速度编码”模式。列车接收到连续的两个无线接入点(APR)应答器信息,列车能够重新定位,并转换为“目标—距离”的模式进行行驶。

(4)当地面 ATP 设备发生故障时,列车按受限制人工驾驶模式行驶。

(5)在车载 ATP 设备故障时,准移动闭塞降级为站间自动闭塞,列车仅能按非受限制人工驾驶模式行驶。

(6)当控制中心发生不可预测情况时,可以启动备用控制中心,正常的行车调度自动功能可以使用。

1.4 行车调度作业组织

城市轨道交通调度指挥系统负责管理城市轨道交通日常的生产运输任务,同时也是对运输生产活动全过程进行实时监控调整的指挥中心,凡是与运输生产有关的各部门、各专业均要在调度指挥系统的统一协调指挥下进行日常的生产活动。城市轨道交通调度指挥系统在协调各部门工作,确保列车运行安全,提高列车运行质量,保持运输生产整体连续性等方面起着核心作用。城市轨道交通调度指挥系统以计算机技术、现代通信和信息技术为基础,以列车运行管理与控制为核心,涉及电力、消防环控、车辆、通信等方面的综合管理与控制。其首要目标是实现运输生产安全、高效、正点和稳定有序。

在日常运输工作中,为统一指挥、有序组织运输生产活动,城市轨道交通调度指挥系统设立控制中心(OCC)。调度指挥控制中心是对城市轨道交通实行集中管理的所在地,能实现对列车运行、车站设备、电力供应、防火报警、票务管理等方面的统一调度与监控,同时作为全线信息交换的枢纽,控制中心也是处理突发事件的指挥中心。为对复杂的运输生产活动进行全面地指挥和监督,控制中心实行分工管理原则,将整个运输生产活动按业务性质划分成若干部分,设置不同的调度工种分别管理一定的工作。如在控制中心,通常设有行车调度、电力调度和环控调度等调度工种。

城市轨道交通行车调度系统以计算机技术、现代通信和信息技术为基础,随着技术的不断进步,城市轨道交通行车调度系统设备呈现出以下特征。

1. 自动化水平高。一般情况下城市轨道交通行车调度系统能实现系统的自动运行,行车调度员只需进行监视即可,只有当系统运行状态偏离了其自动调整的范围才需进行相应操作。

2. 高度复杂。城市轨道交通行车调度系统大量使用计算机,这使得系统内人与机、各子系统之间相互作用高度复杂、结合紧密。

3. 防御装置多。城市轨道交通行车调度系统为了减少技术失效和人因失误对系统安全造成的威胁,通过冗余设计,采用了多重、多样的安全防御装置。这些装置大大提高了系统的安全性。

4. 透明程度低。城市轨道交通行车调度系统的高度自动化、复杂性与结合性以及大量的防御装置使得系统的内部行为变得模糊,降低了系统设备的透明程度。

行车调度员的工作任务可归纳为以下四种任务类型:监视型任务、操作型任务、通信型任务和记录型任务。监视型任务是指行车调度员通过监视 ATS 工作站、信号大屏、CCTV(Closed Circuit Television,视频监控系统)显示屏等终端显示设备了解线路上列车运行状况、设备运转状况以及各站乘客信息、列车到发情况等。操作型任务是指行车调度员通过键盘、鼠标等人机交互设备在 ATS 工作站、无线调度台等人机交互界面上的一系列操作行为,如人工排列进路、开放信号、转换道岔等,其本质是人为达到一定目的而对机器施加的一定作用。通信型任务是指行车调度员通过无线调度台、有线调度台、公务电话等通信设备实现与司机、车站行车值班员、信号楼值班员等的信息交流。记录型任务是指行车调度员对发布的调度命令、突发事件及处理过程等的记录,以生成工作日志和运营报表。

监视型任务是行车调度的基础,正常情况下行车调度员以监视列车运行、设备运转为主,当通过监视发现异常信息时,相应的通信、操作型任务因此增加。行车调度员任务的实质是通过各种设备获取能表征系统当前运行状态的信息,并据此信息对系统下一步的运行状态做出预判,从而决定应该采取的行动,并将该行动的实施方案传达给与此相关的人或设备。因此,对于行车调度员而言,需要对通过监视和通信获得的信息进行加工,并根据知识、经验和调度规则判断各类状况的发展趋势以制定合理、有效的运营调度策略。

行为科学指出,人的行为是人的内在因素和外部环境共同影响的结果。在城市轨道交通行车调度系统中,行车调度员在经过长期训练和现场体验所获得的知识、技能和规则的基础上,通过调度指挥控制中心设备提供的信息掌握系统的运行状态,及时作出判断,并进行相应的控制操作或发布调度命令。因此,行车调度员执行任务的过程为:通过调度监督设备、通信设备接收系统的运行状态信息,通过

认知确认后作出决策,并进行相应的控制操作。其特点表现为“监视—确认—决策—控制”。

城市轨道交通行车调度工作由调度控制中心实施,实行高度集中统一指挥,以使各个环节紧密配合,协调工作,保证列车安全、正点地运行。行车调度工作是城市轨道交通系统的核心,它的好坏直接影响乘客运输任务的完成情况。

1. 行车调度工作的基本任务

- (1)组织指挥各部门、各工种严格按照列车运行图工作;
- (2)监控列车到达、出发及途中运行情况,确保列车运行正常秩序;
- (3)当列车运行秩序不正常时,及时采取措施,尽快恢复正常运行秩序;
- (4)及时、准确地处理行车异常情况,防止行车事故的发生;
- (5)随时掌握客流情况,及时调整列车运行方案;
- (6)检查监督各行车部门执行运行图情况,发布调度命令;
- (7)当发生行车事故时,按规定程序及时向上级主管部门汇报,并采取措施防止事故扩大,积极参与组织救援工作。

2. 调度机构及其组成

城市轨道交通系统是一个复杂的、技术密集型的城市公共交通系统,为统一指挥,有序组织运输生产活动,轨道交通系统设立调度控制中心。调度控制中心实行分工管理原则,按业务性质划分若干部分,设置不同的调度工种。如在控制中心通常设有行车调度、电力调度和环控调度等调度工种。

3. 行车调度工作的主要设备及功能

随着科学技术的发展,城市轨道交通系统运行控制设备正逐步向自动化、远程化、计算机化的方向发展,行车调度工作也从人工电话调度指挥方式向电子调度集中和计算机调度集中控制设备发展。

(1)人工调度指挥系统(电话闭塞法)

- ①控制调度中心设备:调度电话、无线调度电话、传输线路;
- ②车站设备:调度电话分机、传输线路;
- ③列车上设备:无线调度电话。

该系统主要由行车调度员通过电话向车站值班员直接发布指令,由车站值班员安排列车进路。通过值班员报点,调度员掌握列车到达、出发信息,下达列车运行调整调度命令,并通过无线调度电话呼叫列车司机,发布调度指令。在该阶段,由调度员人工绘制列车运行图。

(2)电子调度集中系统(自动闭塞法)

- ①调度控制中心设备:调度集中总机、运行显示屏、运行图绘图仪、传输线路等;