

高等职业技术教育城市轨道交通控制类系列教材

中国职业技术教育学会轨道交通专业委员会推荐教学用书

主 副 主
审 主 编
◎ ◎ ◎
雷 吴 张
洁 昕 玮

城市轨道交通 列车运行控制系统维护

CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG
LIECHE YUNXING KONGZHI XITONG WEIHU



 西南交通大学出版社
SWJUP [Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

高等职业技术教育城市轨道交通控制类系列教材

中国职业技术教育学会轨道交通专业委员会推荐教学用书

城市轨道交通 列车运行控制系统维护

主编◎张玮

副主编◎吴昕慧

参编◎张丽

主审◎雷洁

李珊珊

马小玲

西南交通大学出版社

·成都·

图书在版编目 (C I P) 数据

城市轨道交通列车运行控制系统维护 / 张玮主编.
—成都: 西南交通大学出版社, 2012.2
高等职业技术教育城市轨道交通控制类系列教材
ISBN 978-7-5643-1667-9

I. ①城… II. ①张… III. ①城市铁路—列车—运行—控制系统—维修—高等职业教育—教材 IV.
①U284.48②IU279

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 010082 号

高等职业技术教育城市轨道交通控制类系列教材
城市轨道交通列车运行控制系统维护

主编 张 玮

责任编辑	黄淑文
特邀编辑	罗在伟
封面设计	原谋书装
出版发行	西南交通大学出版社 (成都二环路北一段 111 号)
发行部电话	028-87600564 87600533
邮政编码	610031
网 址	http://press.swjtu.edu.cn
印 刷	四川森林印务有限责任公司
成品尺寸	185 mm×260 mm
印 张	21.875
字 数	545 千字
版 次	2012 年 2 月第 1 版
印 次	2012 年 2 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-1667-9
定 价	39.60 元

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

前 言

本书根据轨道交通教学指导委员会制定的相关课程标准编写，可以作为基于工作过程课程改革的主要参考教材，也可以作为从事相关工作的人员的参考学习资料。

随着我国轨道交通，特别是城市轨道交通事业的发展，城市轨道交通列车运行控制系统技术也迅速发展，各地的轨道交通建设引进了大量的先进的列车运行控制系统，这些系统的安全运行，为城市轨道交通运营提供了基本保障。列车运行控制系统技术先进，设备众多，维护维修要求高，对相关从业人员的素质提出的更高的要求，为此，本教材结合城市轨道交通在我国的应用情况，选取较具代表性的系统制式，从系统结构、系统原理、系统运行方式及系统设备养护维修等方面进行了较为全面的阐述。

本书共分为七个项目：

项目一为城市轨道交通运行组织与运行控制系统认识，着重介绍城市轨道交通运行组织方式和运行控制系统的一般结构与子系统组成。本项目由辽宁铁道职业技术学院张丽老师和郑州铁路职业技术学院李珊珊老师共同编写。

项目二为西门子列车运行控制系统认识，介绍西门子移动闭塞列车运行控制系统 ATC 的基本结构与系统工作原理。本项目由辽宁铁道职业技术学院张丽老师和西安铁路职业技术学院张玮老师共同编写。

项目三为西门子 ATC 控制中心设备操作与维修，介绍西门子 ATC 系统控制中心设备的详细结构、工作原理、系统运行与操作、系统养护与维修。本项目由柳州铁道职业技术学院吴昕慧老师和西安铁路职业技术学院张玮老师共同编写。

项目四为西门子 ATC 车站及轨旁设备维修，介绍西门子 ATC 车站、轨旁设备的结构、工作原理、系统运行、系统设备养护与维修。本项目由柳州铁道职业技术学院吴昕慧老师编写。

项目五为西门子 ATC 车载设备操作与维修，介绍西门子 ATC 车载设备的结构、工作原理、系统人机操作界面及基本操作、系统设备养护与维修。本项目由西安铁路职业技术学院张玮老师编写。

项目六为安萨尔多 ATC 系统认识，介绍了安萨尔多公司设计的 ATC 系统的结构方式、系统基本原理及系统设备运行方式。本项目由西安铁路职业技术学院张玮老师编写。

项目七为其他 ATC 系统设备维修，介绍了泰雷兹公司的 ATC 系统基本结构原理及系统设备维修、国产 ATC 系统的基本原理及系统运行与设备维修。本项目由西安铁路职业技术学院马小玲老师编写。

全书由西安铁路职业技术学院张玮老师统稿，由广州铁路职业技术学院雷洁老师主审。

在教材编写搜集资料过程中，得到西安地下铁道有限公司房瑛、广州地铁公司陈宝国的积极支持和帮助，在此深表谢意。

由于城市轨道交通列车运行控制系统技术先进，制式丰富，无法在教材中一一说明，只能选取某些制式作为范例讲解，难免局限。鉴于编者水平有限，资料搜集不够全面，书中疏漏、不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编者

2011年12月

目 录

项目一 城市轨道交通运行组织与运行控制系统认识	1
任务一 城市轨道交通运行组织方式认识学习	2
任务二 城轨列车运行控制系统总体认识	16
项目二 西门子列车运行控制系统认识	50
任务一 西门子移动闭塞 ATC 系统结构认识	50
任务二 西门子移动闭塞 ATC 系统原理与功能学习	62
项目三 西门子 ATC 控制中心设备操作与维修	70
任务一 ATS 系统主要设备及设备功能认识	71
任务二 西门子控制中心 ATS 系统基本操作	100
任务三 西门子 ATC 控制中心设备维修	132
项目四 西门子 ATC 车站及轨旁设备维修	148
任务一 西门子 ATC 车站与轨旁系统结构与功能认识	149
任务二 西门子 ATC 车站轨旁设备认识	170
任务三 西门子 ATC 车站轨旁设备维修	192
项目五 西门子 ATC 车载设备操作与维修	220
任务一 西门子 ATC 车载设备结构及功能认识	220
任务二 西门子 ATC 系统车载设备维修	250
项目六 安萨尔多 ATC 系统认识	266
任务一 安萨尔多 ATS 子系统的组成与功能认识	266
任务二 安萨尔多 ATP/ATO 各子系统认识	294
项目七 其他 ATC 系统设备维修	306
任务一 SelTrac S40ATC 系统维修	306
任务二 国产试验型准移动闭塞 ATP 系统认识	336
参考文献	343

项目一 城市轨道交通运行组织与运行控制系统认识

【项目描述】

本项目需要对城轨列车运行组织及列车运行控制系统建立初步认识，学习正常运行组织的各岗位主要工作过程，了解各种不同条件下的组织作业。建立列车运行控制系统的基本结构组成和基本功能的概念，同时了解系统运行维护的多样性、复杂性。了解系统在可靠性和“故障-安全”方面的基本设计思想。

【教学目标】

1. 能力目标

能描述列车运行组织的基本周期，说明运行组织参与的主要工作人员及其各自的基本职责；能按照不同的岗位分工模拟运行组织岗位在运行前、运行中和运行结束时需完成的基本运行组织作业；能描述讲解列车运行控制系统的基本结构与各子系统的功能。

2. 知识目标

掌握正常情况下列车最基本的运行组织方式，了解各种特殊运行条件下的列车运行组织作业；熟悉基本的系统结构图、列车运行图及时刻表、各种值守及作业人机界面；掌握列车运行控制系统基本的系统专用名词及系统原理。

3. 素质目标

基本的学习能力和扎实的专业基础知识，牢固的安全观念和责任感，不同岗位角色配合的协调。

【主要教学资源】

- (1) 教材及有关西门子移动闭塞的技术资料或网络资源。
- (2) 电务车间岗位设置、岗位职责、人员配置、技术管理及安全作业规范（规章规范）。
- (3) 西门子移动闭塞实训设备或系统模拟仿真教学资源。
 - ① 城轨调度中心和城轨车站车控室（实训设备或仿真设备）。
 - ② 城轨模拟驾驶系统（实训设备）。
 - ③ 城轨站台设备（实训设备或仿真设备）。
- (4) 教学方案设计文件与其他一切与教学有关的资源。

任务一 城市轨道交通运行组织方式认识学习

【理论知识】

地铁交通是现代化大城市广泛采用的一种安全、快捷、舒适、无污染且运量大的公共交通工具。根据国外发展城市交通的经验，人口超过 100 万的城市，一般都发展以地铁为主的有轨交通来解决城市交通问题，促进经济发展；改善居民生活条件。

地铁交通作为公共交通的一种方式，在运营组织上具有以下一些特点：

- (1) 相对其他公共交通工具而言具有高速、安全、舒适、污染少、大运量的特点。
- (2) 只有客运业务，且运输的距离比较短，对单个乘客的运输服务时间短。
- (3) 均采用双线双方向运行。
- (4) 车辆本身带有动力装置，车辆折返不必进行转头作业。
- (5) 全日客流分布在时间上有明显的高低峰之分，高峰时间段客流量集中，时间性强。
- (6) 列车运行间隔时间短，发车密度高。
- (7) 全日运营时间内实施设备保养较困难，需在运营结束后统筹安排施工检修计划。

由此可见，城市地铁交通运营管理是一个系统工程，它必须遵循轨道交通的客观规律，在运输组织上，实行集中调度、统一指挥、按图行车；在功能实现上，车辆、车务、机电、通号、供电、工建等专业紧密配合，确保隧道、线路、供电、车厂、通信信号、机电各系统设备状态良好，运行正常；在行车安全控制方面，主要依靠合理的行车组织和可靠的设备运行来保证行车间隔和正确的行车路径。

为了确保地铁交通系统安全、可靠、高效地运行，地铁运营组织采用了大量自动化设备系统，如使用 ATC 系统实现列车自动保护、自动驾驶、自动监控，使用正线联锁系统实现行车进路计算机联锁功能，使用 SKADA 实现主变电站、牵引变电站及降压变电站等系统设备的远程监督和控制，使用 BAS/EMCS 及 FAS 系统实现环境控制和消防控制自动化，使用 AFC 系统实现售检票和数据采集分析的自动化；并在地铁控制中心设置中央级计算机实行统一指挥，分级控制，一旦发生意外情况，地铁控制中心可即时得到信息，进行正线运营应急处理。

一、列车运行组织周期

正常情况下城市轨道交通列车的一个运行周期为：根据当天的列车运行图，列车按照运行图规定的时间从车辆段存车线出来进入正线，按照 ATS 系统自动排列的进路投入运营服务，根据运行图规定的时刻到各站接送旅客，沿途安全、迅速、准点、优质地输送旅客，完成运输任务，直到运营结束列车退出服务回到车辆段进行整备，整备完毕再次从车辆段出来进入正线投入运营服务止。

在一个列车运行周期中，城市轨道交通的行车组织主要由行车调度具体指挥，车辆段调度员、车辆段值班员、车站行车值班员、站台站务员及司机共同完成。

国内地铁运营时间一般为 18~20 h，运营结束后主要进行施工维修作业。因此，城市轨道交通行车组织阶段性比较强，主要分成运营前的准备、运营中的行车组织及运营结束后的

作业三个阶段。同时运营期间根据客流量的大小，不同的运营时间段行车间隔不同，行车组织、客运组织的工作重点不同。表 1.1、1.2 所示为某城市轨道交通线路的行车间隔安排。

表 1.1 某地铁线周一至周五列车行车间隔

峰期	时 间 段	间 隔
高	6: 41~9: 12, 16: 01~18: 31	2 min30 s
中	6: 00~6: 41, 9: 12~16: 01, 18: 31~ 22: 25	4 min50 s

注：周五晚高峰时段比周一至周四延长 1 h，即 16: 01~19: 31 为晚高峰时段。

表 1.2 某地铁线周六、周日列车行车间隔

峰期	时 间 段	间 隔
次高	11: 08~18: 33	4 min50 s
高	9: 18~11: 08	2 min30 s
中	6: 00~9: 18, 18: 33~22: 25	7 min30 s

不同城市具体的客流情况不同，其运营的发车间隔也会相应地调整。

二、正常情况下岗位运营组织作业

(一) 行车调度员正常运营作业组织

1. 运营前准备

每天运营前规定时间（各地铁公司根据设备情况对时间标准规定有所不同），行调根据《正线施工登记》检查当晚的所有维修施工及调试作业是否完毕及销点，线路巡视工作是否完成，确认线路出清并符合行车条件后进行下列运营前的准备工作。

1) 试验道岔

每天运营开始前规定时间，行调通知各联锁站（一般指有道岔的车站）的行车值班员试验道岔，值班主任、行调观看 ATS 的人机接口（HMI）及行调模拟屏的显示。联锁站试验完毕，行调收回控制权。值班主任、行调使用 HMI 试验进路、道岔的操作，使有关道岔处于正确位置。如果发现道岔不能正常使用，及时通知维调，派人检查抢修。

2) 检查和准备

主要检查行车值班人员到岗情况是否良好，站台是否有异物侵入限界，行车设备是否正常，备品是否齐全、完好，当日运用车、备用车安排及司机配备等情况是否良好。

行调检查完毕后，于运营开始前规定时间通知电调接通牵引供电，牵引供电接通后，开始运营时间。同时行调需按车辆段调度提供的当日上线列车及备用车编辑无线调度台动态组以便调度。

3) 装入运营时刻表

由于城市轨道交通一般根据客流规律采用分号运行图，故在每天运营前规定时间，控制中心值班主任在 HMI 上“装入”当天使用的运行图，或按实际要求进行修改（增加或删除个别列车）。

4) 核对钟表时间

行调、电调在开始行车前与各站（含车辆段）、各变电所（站）核对日期和钟表时间（对表），行调与车辆段派班员核对钟表时间、服务号和注意事项。

5) 调度首班车要求

开行首班车，应特别注意开行时间，严格按照运营时刻表组织行车，按时开出，防止晚点。首班车司机应加强瞭望，注意线路情况。

2. 运营期间的作业

运营期间行车调度员应充分使用各项调度指挥设备，组织指挥列车按照计划运行图安全、准点运行，尽量均衡在线列车的运行间隔。运营期间行调主要进行以下几项作业：

(1) 运用调度电话与车站值班员、车辆段调度员、派班员保持联系，发布调度命令，实现对列车运行的调度指挥。

(2) 进行电力供应、环境控制、防灾救护及设备维修施工等的调度指挥工作。

(3) 通过监视器监视各站的站厅、站台情况，发现异常可进行录像分析。

(4) 通过行调模拟显示屏，掌握调度区域范围内信号系统设备（轨道电路、信号机等）状况，列车占用线路情况，各次列车运行位置的动态显示。必要时，可使用中央广播向全线车站发布列车信息。

在 ATC（列车运行自动监控系统）系统故障时，行调记录列车实际运行情况，并绘制出实际运行图。当实际运行图与计划运行图出现偏差时，应及时调整列车运行。行调调整列车运行的方法主要有两种：使用 ATR 自动调整列车运行和使用 MTR 人工调整列车运行。

3. 尾班车组织

根据运营时刻表，组织尾班车正点运行，结束客车服务。特别注意的是，禁止尾班车早点开出。

每天运营结束后，行车调度要对当天的行车工作进行分析、总结。运营结束后行调的作业主要包括以下几方面：

(1) 打印当日计划、实际运行图。

(2) 编写运营情况报告，如运营日报。主要内容有：当天完成运送客运量、客车开行情况、兑现率及正点率和月度累计指标等；运用客车数及投入使用客车数；客车加开、停运及中途退出服务的情况；耗电量和温度、湿度情况；客车服务情况，包括事故、故障和列车运行延误及处理；有关工程列车、试验列车运行方面的信息。

(3) 进行客车统计分析，包括计划开行列数、实际开行列数、救援列次、清客列次、下线列次、晚点列数和正点率、运营里程（公里）等。

（二）车站正常运营作业组织

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班车组织及尾班车组织、运营期间的接发列车作业和向行调报点几个方面。

1. 首班车的组织

开行首班车前，车站各岗位工作人员要准时开门，开启电扶梯及照明，巡视车站等。

值班站长在运营前规定时间按行调命令试验道岔，检查站台和线路出清情况，向行调汇报，并于首班客车发车前规定时间开始向乘客广播第一列车的到达时间及注意事项。

2. 接发列车作业

在组织接发列车作业时，城市轨道交通系统与铁路不同。城市轨道交通系统由于采用了ATC（列车运行自动控制系统），列车以规定速度进站，车站不显示接车信号，车站原则上不办理接发列车作业。值班站长（或行车值班员）根据列车所处状态，播放录音广播，做好乘客服务，监视站台乘客候车秩序，确保站台安全。遇特殊情况须接发列车时，车站接发列车人员应严格执行接发列车作业程序。

运营期间，联锁站值班站长（或行车值班员）通过车站的值守控制人机界面监视列车运行情况。

站台岗应随时注意列车运行情况及站台乘客动态，当客车进站时原则上应在站台扶梯口靠近紧急停车按钮处站岗，负责维护站台秩序，监督司机按规范动作关门。

发车时，站台岗（或司机）发现站台或屏蔽门异常，应通知司机（或站台岗）并及时作处理。

当乘客上下车完毕，确认车门关闭状态良好，列车具备了发车条件后，站台岗站务员方可向司机显示发车信号。

3. 车站报点

为ATS正常显示时，城市轨道交通系统各站不向行调报客车到开点；当ATS不能正常显示时，部分联锁站向行调报点（此时这些站称为报点站）；当联锁设备故障时，报点站须向行调报点，并同时向前方报点站报开点；当客车在车站的停站时分超过规定时间（如30s）时，车站要向行调报告原因；当工程车运行时，在始发站、终到站、出（入）车辆段站及临时停车的车站均要向行调报点，同时向前方站报开点。

4. 尾班列车组织

车站在尾班列车开出前应在规定时间内开始广播，并通知相关工作人员停止售票和进站检票工作，检查确认付费区内乘客均已上车，确认无异常情况后才能向司机显示发车信号。

（三）列车司机的作业

列车司机在一个列车运营周期的作业也主要分运营前、运营期间及运营后三个阶段。

运营前司机主要进行客车整备作业，具体整备作业内容按城市轨道交通企业的《客车司机手册》规定进行。

一般地，车辆段内线路不具备自动驾驶条件，客车出车辆段时，司机凭信号采用 RM（限制驾驶模式）驾驶客车运行到转换轨停车，待机车显示屏收到速度码“ATO”灯亮后，司机确认进路防护信号开放，以 ATO（自动驾驶）模式运行进入正线车站投入运营。

运营期间司机的作业主要是正线运行作业、站台作业和折返作业。

1. 正线运行作业

司机必须严格执行《行车组织规则》等有关安全规章制度，听从行调指挥，按照列车时刻表安全正点为乘客提供快捷舒适的优质服务。

列车运行期间，司机要注意观察列车显示屏信息、各指示灯和仪表显示、自动开关状态。坚持不间断瞭望前方进路状态，发现线路、弓网故障及其他轨旁设备损坏或超限时，及时采取紧急措施，并报告行调。

列车接近进站时，密切观察站台乘客状况，遇危及列车运行或人身安全时，立即采取紧急措施。列车运行中，对行调发布的口头命令，受令司机必须认真逐句复诵，领会命令内容，并记录在《司机日记》上面备查。

2. 站台作业 ATO（自动驾驶）模式

列车进站自动对标停车后，列车显示屏出现相应侧车门释放信息，车门自动打开。需人工开门时，必须严格执行相应的作业程序，特别注意不要开错门。

客车进站停车头部越过停车标时，根据越出站台长度的多少进行不同的处理。以国内部分城市轨道交通系统的规定为例，当驾驶室后第一个客室门对着站台时，按规定开门；当客车停车位置越出站台 2 个车门及以下时，司机切除该车门开关防止该车门打开，再打开其他车门供乘客上下车。司机发现未到位停车时，应手动对位停车。

客车在站台区内的停车位置超出站台 3 个车门及以上时，必须报告行调，经行调同意，司机不开车门继续运行到前方站停车。此时行调应通知前方站，车站及时对站台广播，维持秩序。

运营时间内，司机没有得到行调批准时，禁止使用 URM（完全人工驾驶）模式驾驶。当 ATP（列车运行自动防护）车载设备发生故障只能用 URM 模式驾驶时，则按规定程序及速度运行。

为节省能源及保障旅客候车的安全，我国大部分新建地铁正线线路站台两侧均安装了屏蔽门，其列车运行方法略有不同。

在屏蔽门与车门联动功能不能使用的情况下，客车须配备两名乘务员。一名任司机，负责驾驶客车和操作客车相关设备；另一名任屏蔽门操作员，负责操作屏蔽门的开关，协助司机瞭望进路，监督客车司机按规定速度运行。客车在投入客运服务前，须把开门状态开关打到手动位，客车在车站停稳后，屏蔽门操作员先打开屏蔽门，司机后打开客室门；当距开车时间规定时间时，先关屏蔽门，后关客室门，确认无夹人夹物时，司机才能启动车。

客车进站停车，当未到停车标停车时，司机确认运行前方无异常后，可以 RM 模式动车对位；当越过停车标 3 个车门以下时，司机应先切除 ATP，然后后退对位，此时，屏蔽门操作员应立即对车厢广播安抚乘客，并使用无线电话通知车站维持好站台秩序。列车在该站开出前应恢复 ATP，随后应报告行调。

如果客车进站停车超越屏蔽门 3 个车门及以上时，报告行调或由车站转报行调，按行调的指示执行。车站应及时对站台广播，做好乘客服务。如客车不开门继续运行到前方站时，行调应通知前方站。

3. 折返作业（以站后折返为例）

列车在折返站进行折返有人工折返和自动折返两种方式。

运营列车结束服务到达终点站，司机确认乘客全部下车后，按站务人员给的关门信号关门。运营结束后，客车应进入车辆段进行整備以确保第二天的运行正常。入段时首先应确认进路防护信号开放，以 ATO 模式（SM 为后备模式）驾驶列车至“转换轨”（指车辆段与正线之间的分界点处）停车。司机联系车辆段信号值班员确认列车要进的股道及入车辆段信号显示允许灯光后，以 RM 模式驾驶列车入车辆段。列车停稳后，在“列车状态卡”上填写列车备品及列车公里数等，办理退勤手续。

【知识拓展】

一、非正常情况下的行车作业组织

（一）非正常情况下的行车组织

非正常情况下的行车组织是相对于正常情况行车组织而言的，主要是指由于设备故障、火灾、大客流或运行秩序紊乱等原因不能继续采用正常情况下行车组织方法组织轨道交通行车的情况。城市轨道交通由于采用较先进的设备，自动化程度较高，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。然而越先进的设备，平时因很少遇到故障情况，一旦遇到故障情况，则越考验各级行车人员的事故处理能力及应变能力。

1. 列车晚点

因为车辆故障或客运组织问题等原因造成列车出现大幅度晚点时，应牢固树立“以旅客为本”的思想，加强运输组织和客运组织，积极恢复正点。晚点时行车组织的重点是放弃原有的列车运行计划，通过调整沿线列车的运行时间、运行速度和停站时间等，逐步恢复列车运行的正常秩序，尽快均匀在线运行列车的间隔。列车晚点时行车组织的关键在于提高列车区间运行速度，压缩区间运行时间和在站停留时间。

行车调度应准确判断列车晚点的原因、程度、堆积列车数量、发生的地点，确定前行和后续列车的站间运行时分和停站时间，随时调整运行参数，编制临时运行图。此时车站乘客信息系统应向乘客通告车站所处状态和列车运行情况。同时可通过执行相应的票务模式，利用闸机限制乘客进入站台，甚至通过关闭扶梯的方式来控制站台乘客人数。由于列车晚点导致站台候车乘客人数增加，从而引起地下站台的空气质量严重受影响，此时环调应密切注视各项环控指标，必要时需加强通风制冷。

2. 客车故障

客车在运行过程中出现故障时，如故障严重则需要换车，可根据不同故障情况进行不同处理。故障客车能进行牵引运行，则组织空车回车辆段，动用备用车或车辆段出车替换故障车。如故障车不能运行，则需组织救援。如果使用运行中的列车组织救援时，则需先清客后空车进行救援。

组织救援时，行车调度应发布开行救援列车的调度命令，故障客车在区间时还需封锁区间，救援列车凭调度命令进入封锁区间。在开通封锁线路前，不得将救援列车以外的其他列车开往该线路。

已申请救援的列车不准动车，司机（或车长）应打开被救援列车两端的标志灯作为防护信号，并注意与救援列车的连接。值得注意的是铁路在组织事故救援时曾经因防护不当，使救援列车与被救援列车相撞，再次发生事故，因此城市轨道交通系统在组织事故救援时应特别注意安全防护。救援时救援列车应距被救援列车规定距离停车，听候救援负责人（被救援列车司机）的指挥连挂。被救援列车在连挂之前还可继续排除故障，但不能启动列车，如故障排除则可报告行调解除救援。

3. 正线挤岔

当列车从辙岔向尖轨方向运行时，如果道岔位置不对，则车轮会将密贴的尖轨挤开，导致挤岔。列车一旦挤岔，一般会报警，为防止脱轨，列车挤岔后不得后退，必须在专业人员的监护下，缓慢运行出岔区，或固定好道岔后列车再向后退行。处理挤岔时首先应确认列车车次、挤岔车辆号和具体轮对、被挤的道岔，特别注意挤岔的列车是否倾斜并侵入邻线，如果影响邻线应及时扣停接近列车。

此外，需了解列车载客量及人员伤亡情况，积极组织乘客疏散，通知邻线运行列车限速运行并加强瞭望，积极抢修道岔，妥善组织不受影响的区段的列车运营。必须救援时，认真组织救援工作，确保安全。若挤岔后脱轨，应封锁事故区段，根据具体情况灵活掌握线路使用，最大限度满足行车安全和客运服务的要求。

4. 信号设备故障

先进的城市轨道交通系统正线采用 ATC 列车自动控制系统信号设备，由控制中心和车站两级控制。正线有道岔并配有联锁设备的车站称为联锁站，一般使用计算机联锁。正线不设进、出站信号，只设进路防护信号机；计算机联锁信号设备具有追踪进路功能，列车每出清一段轨道电路，进路自动逐段解锁。

信号设备故障主要包括 ATS 故障、ATP 故障、车载 ATO 故障、联锁故障、轨道电路故障等。对于信号设备故障，由于轨道交通系统采用的信号设备不同，处理的具体规定也不同。总体的原则是在保障安全的前提下尽量确保运营的基本畅通。

1) ATS 设备发生故障

ATS 系统的主要功能是控制和监督列车运行。ATS 系统按列车计划运行图指挥列车运行，办理列车进路，控制发车时刻，及时收集和记录列车运行信息，跟踪列车位置、车次，绘制列车运行图，并在控制中心的模拟盘上显示列车信息及线路情况。

当 ATIS 系统发生故障时，ATIS 系统功能不能实现，需要行车调度采用中央人工控制方式操作所管辖线路上的信号机和道岔办理列车进路、组织和指挥列车运行。如果出现中央 ATIS 系统无显示等故障，则行调应与联锁站办理监控权切换，实现站控。

ATIS 设备故障时，司机应人工输入车次号，换向运行时，输入新的车次。各规定报点站向行调报告各次列车的到开点，行调以报点站为单位人工铺画客车运行图。

如果车站在工作站上取消不了运营停车点时，应立即报告行调，由行调转告司机，用 RM 模式驾驶客车出站，直至转换为 ATO 模式。当车站取消运营停车点而客车目标速度仍为零，且超过规定时间时，车站值班员应报告行调，由行调指示司机开车，当 ATO 驾驶恢复正常时，应向行调报告。

2) ATP 设备发生故障

ATP 子系统是确保列车运行安全的关键设备，由轨旁地面设备和车载设备组成。列车通过地面 ATP 设备接收运行于该区段的目标速度，保证列车在不超过此目标速度的情况下运行，从而也保证了后续列车与先行列车之间的安全间隔距离。对联锁车站，ATP 系统确保只有一条进路有效。ATP 系统同时还监督列车车门和车站站台屏蔽门的开启和关闭，保证操作安全。

(1) ATP 地面设备发生故障。

当 ATP 地面设备发生故障时，则 ATO 车载设备接收不到限速命令，无法按自动闭塞法行车。此时如果是小范围的设备故障，可由行调确认故障区间空闲后，命令司机在故障区间以 RM 模式限速运行，经过规定数量的轨道电路还未恢复 ATO 模式时，以 RM 模式驾驶至前方车站或终点站。如是大范围的设备故障，须停止使用自动闭塞法，改为车站控制，按电话闭塞法组织行车。

(2) ATP 车载设备故障。

ATP 车载设备发生故障时，因故障列车无法接收 ATP 限速命令，此时主要解决列车的驾驶模式问题。一般 ATP 车载设备发生故障时，司机根据行调命令人工驾驶限速运行，即以 URM 模式（有限速规定）驾驶列车至前方站。列车到达前方站（或在车站发生故障）仍不能修复时，由车站派行车人员上驾驶室添乘，沿途协助司机瞭望，监控速度表，超速时，立即按压“紧急停车”按钮。司机以 URM 模式按规定的限制速度继续驾驶列车至前方终点站退出服务。此时行调应随时注意 ATP 车载设备发生故障的列车运行情况，严格控制速度以确保列车与列车之间的最小间隔在一个区间及以上。

列车在运行中因道岔显示故障造成紧急停车（停在岔区）时，车站应报行调通知信号检修人员，车站人员到现场将道岔锁定后，司机根据行调命令限速离开岔区。

如果客车在站台发车前收不到 ATP 速度码时，司机应报行调，在得到行调同意后方可使用 RM 模式动车。

3) ATO 子系统发生故障

ATO 子系统的主要功能是站间运行控制。列车按时刻表的时间和最大可能的节能原则自动调整实际运行时分和在站内的停留时间，在车站的定位停车控制车门控制及站台屏蔽门的开启等。

当 ATO 子系统发生故障时，列车自动运行功能不能实现，此时列车改为 SM 人工驾驶，在 ATP 车载设备的监护下，按车内速度信号显示运行。

4) 信号联锁系统发生故障

当信号联锁系统发生故障时,根据故障发生的地点,可分别采用不同的行车组织方法。

(1) 采用电话闭塞法组织行车。

一般地,城市轨道交通信号联锁系统发生故障时,应采用电话闭塞法组织行车。

电话闭塞法是在没有机械、电气设备控制的条件下,仅凭电话联系来保证列车空间间隔的行车闭塞法,安全程度较低。

(2) 采用站间电话联系法组织行车。

目前国内部分城市轨道交通系统为了提高正线通过能力,规定当正线信号联锁故障时,采用站间电话联系法组织行车,只有车辆段和与车辆段相邻接的车站间线路的信号联锁故障时方采用电话闭塞法组织行车。

采用站间电话联系法组织行车时,行调应及时向有关车站发布命令:“从什么时间起,在××站至××站间采用站间电话联系法组织行车”;行调亲自或通过车站通知司机口头调度命令的内容。车站和行调共同确认第一趟发出的列车运行前方的车站和区间空闲,此时列车在故障区段范围内的行车凭证是行调的口头命令,列车采用 RM 驾驶模式。每一站间区间及前方站内线路内只允许一趟列车占用。

(3) 采用调车方式组织行车。

部分轨道交通系统规定当换乘站信号联锁故障时,联络线的行车组织采用调车方式。

当换乘站发生信号联锁故障,影响到进出联络线进路的正常办理时,行调发布同意调车的书面调度命令,授权该换乘站按调车方式现场办理列车进出联络线。需人工现场准备进路时,由站务人员在确认进路准备好后,向司机显示道岔开通信号。司机凭道岔开通信号或地面信号显示动车。当进路在联锁工作站上排列好,但不能开放信号时,由车站使用站车无线电通知司机动车。

5) 轨道电路故障

(1) 区间轨道电路故障。

列车在故障轨道电路区段停车后,司机可根据行调指示转换为人工限速 RM 驾驶模式。列车重新启动并运行出清故障区段若干轨道电路区段后,由司机手动恢复为 ATO 驾驶模式。

(2) 车站道岔区段轨道电路故障。

此类故障将直接影响中央 ATS 自动和人工设置列车进路,行调可授权区域联锁工作站以单独操作的方式,将进路中的道岔转换到规定位置并锁闭,然后开放有关防护信号机的引导信号。列车根据引导信号的指示,以人工驾驶模式运行,出清故障区段若干轨道电路区段后,列车自动转换为 ATP 限速人工驾驶 SM 模式,此时司机可手动恢复为 ATO 驾驶模式。

(二) 计划性大客流

1. 大客流应对

城市轨道交通作为城市公共交通重要组成部分,在一些特殊时期,如国庆黄金周、春节、元旦及其他时间(如大型展会、大型运动会、演唱会等期间)会发生计划性的大客流,此时可从以下几个方面进行计划性大客流情况的地铁行车组织:

1) 客流预测

目前客流预测方法有很多种,有利用城市轨道交通客流量历史数据建立 GM(1,1) 模型群,对模型群中的各个模型进行精度检验从而预测客流的灰色预测法,有比例增长法,有利用客流相对稳定的一段时期的客流对比,得出客流增长经验系数预测客流等方法。

2) 编制特殊列车运行图

根据预测客流量,提前编制针对大客流情况下的列车运行图,从运能上保证大客流的运营组织,这是可预见的大客流运营组织的基本点。

3) 保证性能良好的车辆

大客流时应保证每天有足够数量的运用车可上线运行,并保证有性能良好的备用列车,备用列车一般一条线不少于 3~4 列。如遇突发客流,由控制中心 OCC 根据情况随时调动备用车上线疏导客流。为达到及早疏通客流的目的,可预先组织备用车到达预定地点。

4) 组织加开客车或扣车上客

下列情况可组织加开客车:当某预定站在单位时间内的入闸人数超过规定数量时(如中峰期某站 15 min 入闸人数超过 800 人时可组织加开客车)或同方向的客车连续 2 列、多个站超停站时间或司机报告到站关门困难时可组织加开客车。

在有大型活动的车站,活动散场站台候车乘客较多时,必要时可适当延长停站时间,等候乘客上车,但在非高峰期时扣车时间不宜超过 2 min。

2. 加强行车岗位人员的故障处理能力

要加强客车故障应急处理、车辆挤岔应急处理、供电事故、ATC 信号系统故障处理能力的训练。日常应进行故障演练,它的主要内容包括故障现象及影响范围、故障处理要点、安全防范措施等,防止大客流非常情况下出现故障时措手不及,严重影响运营组织,造成较大的社会影响。遇特大客流时,客流控制原则为由下至上、由内至外的人潮控制,控制的方法采取三级客流控制:第一级为控制站台客流,控制点在站厅与站台的楼梯(或电扶梯)口;第二级为控制付费区客流,控制点在入闸机处;第三级为控制非付费区客流,控制点在车站出入口处。

只要严格执行上述三级客流控制方法,遇特大客流时是能确保乘客安全和车站秩序的。

3. 安排好维修施工作业与巡道作业

大客流期间需特别安排好维修施工作业和巡道作业,为次日安全、有序地运营打下良好基础。维修施工和巡道计划应在施工周计划、日计划中提前安排,运营中发现的故障或问题,可利用临时计划组织抢修。

4. 预防火灾

城市轨道交通中发生的火灾按发生的地点可分为列车因火灾停在隧道内(位置有车头、尾和中部着火三种情况)、列车因火灾停在站台内、车站站台火灾、车站站厅火灾、隧道火灾、车辆段火灾、非运营生产区域火灾等。韩国大邱地铁发生特大火灾事故后,轨道交通企业特