



项目四

ATC 设备故障时的列车运行组织

知识要点

1. ATC 列车运行自动控制系统的设备组成、工作原理及主要功能。
2. ATS 设备故障、ATO 设备故障、ATP 设备故障时的处理规定。

项目任务

1. 理解 ATC 列车运行自动控制系统的工作原理及主要功能。
2. 掌握 ATS 设备故障、ATO 设备故障、ATP 设备故障时的行车办法。

项目准备

1. **场地、工具准备：**列车运行控制系统、模拟沙盘、线路、信号机等行车设备模型、车站模型、列车模型、各种登记表簿、联系电话、信号旗、路票、调度命令、手摇把、钩锁器等。
2. **人员安排：**学生按车站数分组，安排行调 1 人，每站设有行车值班员 1 人、站务员 3 人。

相关理论知识

一、列车运行自动控制系统

1. 概述

列车自动控制系统 ATC (Automatic Train Control) 简称为列控系统，就是对列车运行全过程及一部分作业实现自动控制的系统。其特征为：列车通过获取的地面信息和命令，控制列车运行速度，并调整与前行列车之间必须保持的距离，是保证列车按照空间间隔运行的技术方法，包括 3 个子系统：

- 列车超速防护子系统 ATP (Automatic Train Protection)；
- 列车自动驾驶子系统 ATO (Automatic Train Operation)；
- 列车自动监控子系统 ATS (Automatic Train Supervision)。

ATP/ATO 子系统是 ATC 系统的核心之一。列车超速防护子系统 ATP 通过列车 ATP 系统和地面 ATP 系统间的信息传输, 来实现列车间安全间距的监控、速度控制、列车的超速防护、安全开关门的监督和进路的安全监控等功能, 从而防止列车碰撞与出轨, 确保列车和乘客的安全。列车自动驾驶子系统 ATO, 主要通过车载 ATO 系统完成站间自动运行、列车速度调节和进站定点停车, 并接受控制中心 (OCC) 的运行调度命令, 实现列车的运行自动调整。列车自动监控子系统 ATS, 主要功能是监督列车状态、产生列车时刻表、自动调整列车运行时刻和保证列车按时刻表正点运行、生成运行报告和统计报告、向乘客导向系统提供信息等。轨道交通系统采用软件方法实现联网、通信及列车运行管理自动化, ATP、ATO、ATS 3 个子系统既相互独立又相互联系, 组成完整的 ATC 系统, 确保列车安全、快速、短间隔时间和有序地运行。ATC 系统设备分布于控制中心 (OCC)、车站、轨旁及车上。ATC 列车自动控制系统框图如图 4-1 所示。

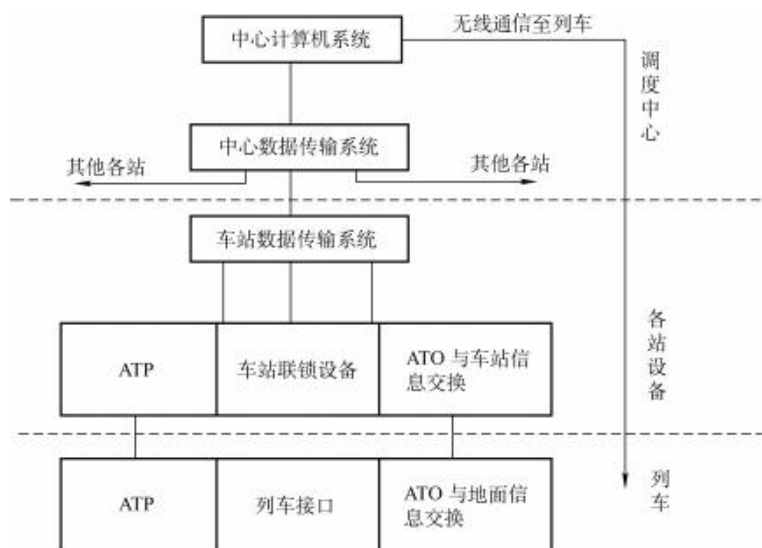


图 4-1 ATC 列车自动控制系统框图

在控制中心内, 装有分布式中心计算机系统、中心数据传输系统、信息管理系统等。

控制中心是以计算机为主体的控制设备。每 1 个控制中心有 1 套三取二的计算机系统进行全部数据处理及行车指挥。这种结构保证了故障-安全及可靠性。控制中心还包括相应的数据传输设备, 即应有 1 台高速数据传输设备对下属车站及运行中的列车实现双向数据传递。

在中心计算机系统中存有固定的被控区域的各种数据, 如线路坡度与曲线数据以及目前线路允许速度, 还应包括轨道电路状态、信号机位置及显示状态、应答器位置及工作状态等。运行中列车的各种数据, 如列车位置、列车制动效果等将通过各站分机传送到中心计算机。中心计算机根据各种数据计算出行车指挥命令, 并通过数据传输设备传送到车载计算机中。这些命令如行车目标速度、到达下一个目标的行车距离以及车载计算机应使用的速度曲

线及制动曲线，并根据最大允许速度自动驾驶列车。

线路设备的变化如轨道电路反映的各种状态，都是通过数据传输系统输入到控制中心的。因此，数据传输系统是轨道与列车、列车与轨道之间以及各站间、各站与中心间的闭环式车地信息交换系统。

2. ATC 的功能

1) 基本功能：

- ① ATC 的车载信号是列车运行的凭证。
- ② 按列车安全制动距离，自动调整列车运行追踪间隔。
- ③ 防止列车运行速度超过线路允许速度、道岔侧向规定速度以及列车构造速度、保证列车行车安全，超速时由列控设备自动实行减速或制动停车。
- ④ 监督列车以低于 30km/h 的速度进行出入库作业。
- ⑤ 与机车自身速度控制系统相结合，实现减速、缓解、加速的自动控制。
- ⑥ 防止列车冒进关闭的禁止信号机（或点）。
- ⑦ 与列车调度系统相结合，实现对列车减速、缓解、加速的自动控制。
- ⑧ 由车载测速单元获取列车走行速度和列车的位置。每通过一个轨道区段分界点或应答器时，列车的测距系统将校正一次，以提高目标距离的精度。
- ⑨ 根据地面中心信息以及车载设备实时处理情况，车载设备应连续地向列车司机显示下列行车内容：目标速度、目标距离、允许速度、实际速度。

还有其他辅助报警显示：超速、制动、缓解、故障等。

2) 安全功能：为保证高速列车的安全运行，ATC 还设有下列检测设备和安全防护措施，形成完整的列车安全运行体系。

① 环境状况监督。强风、雨、雪检测器及立交处防落物监测器将产生的报警信号，传输给车站和区段调度所。列控系统根据这些信息发出限速或停车指令。

② 列车状态检测。轴温检测器将产生的报警信号传到车站和调度所。列控系统对这些信息进行处理，通过点式传输，将轴温报警信息传输给列车。

③ 人员和设备防护。在施工或发生事故时，通过局部操作（或车站或区段调度所控制），使列控系统发出各种防护或限速命令，对设备或人员进行安全防护。

3) 其他功能：

① 列控系统不仅具有列车速度控制功能，根据需要，其控制中心还可对所辖区间渡线道岔及中间小站道岔进行控制，实现信号基础安全设备一体化。

② 设备维护监督功能。对列控地面设备状态进行监督管理，存储设备故障的信息。列控系统及设备状态的故障及报警信息传到操作员处。

3. ATC 的分类及应用

构成列控系统的制式、技术要素有两个：车地信息传输方式和速度控制模式。两个要素不同，体现在闭塞方式上主要有 3 种类型：固定闭塞方式的 ATC 系统、准移动闭塞方式的 ATC 系统、移动闭塞方式的 ATC 系统。

ATC 系统国内外应用状况，见表 4-1。

表 4-1 城轨交通 ATC 系统国内外应用状况表

控制模式	供货商	国内应用	国外主要应用
固定闭塞	中国通号集团	大连市快轨 3 号线 北京地铁八通线	
	西屋	北京地铁 1 号线、八通线、13 号线	新加坡 1 号线
	GRS	上海地铁 1 号线	纽约地铁
	西门子	上海新闵线	欧洲城轨交通
准移动闭塞	西门子	广州地铁 1、2 号线 深圳地铁 1 号线 南京地铁 1 号线	
	阿尔斯通	上海地铁 3 号线 香港机场快速线	法国巴黎南北线
	US&S	上海地铁 2 号线 天津滨海线	美国洛杉矶绿线 韩国汉城地铁
	西屋	北京地铁 5 号线 天津地铁 1 号线	英国伦敦 Jubilee 西班牙马德里
移动闭塞	阿尔卡特	武汉轻轨 1 号线（环线） 广州地铁 3 号线（环线） 港九铁路西线（环线）	温哥华 1、2 号线（环线） 肯尼迪机场轻轨（环线）
	西门子	广州地铁 4 号线	巴黎地铁 14 号线（环线）
	阿尔斯通		新加坡东北线

4. ATP 子系统

ATP 系统对城市轨道交通的安全快捷运行起到重要作用。ATP 系统即列车超速防护子系统，是故障-安全的系统，该系统负责全部的运行保护，对与安全有关的子系统进行控制。ATP 系统保证运行的安全，同时也提高运营的效率。目前，存在有不同的 ATP 系统，如“固定闭塞”、“准移动闭塞”和“移动闭塞”ATP 系统。虽然不同的 ATP 系统工作原理有不同，具体设备有不同，功能也有程度上的差别，但基本的功能和组成是接近的，其运行模式、维修组织与流程、故障处理和设备的检修等方面都有共同的地方。

(1) **ATP 设备组成** ATP 系统总的来说一般由轨旁设备和车载设备两部分组成。下面结合德国西门子 LZB700M 系统对 ATP 设备组成和模块功能进行介绍。

1) **ATP 轨旁设备组成。**ATP 轨旁设备主要由 ATP 轨旁单元和其相关的发送（接收）设备组成。ATP 轨旁设备利用轨道电路发送数据信息到车上，对轨道电路双重利用，无需在轨道上增加设备。ATP 系统一般是分区域进行控制的，这主要是根据系统所能控制的范围决定的，每一个区域都有轨旁单元和发送（接收）设备，各区域的 ATP 轨旁单元通过总线连接。

2) **ATP 车载设备组成。**ATP 车载设备一般由 ATP 车载单元、测速装置和接收（发送）装置组成。有的系统是列车两头各一套车载 ATP 设备，互为备用；有的系统是列车两头各一套，但不互为备用，只控制各自方向的行驶；还有的系统只有一套。另外在车辆驾驶室的显示器上安装有信号的显示软件。

ATP 车载单元一般由计算机通道组成，有的采用二取二计算机系统，有的采用三取二计算机系统，广州地铁 1 号线的 ATP 车载单元主要是由两个通道计算机组成的二取二的计算机系统，采用故障-安全检测器以保证列车运行安全。当两个中的一个通道故障时，整个车载单元安全切断。测速装置是速度脉冲发生器，用以检测列车的速度。接收（发送）装置，不同 ATP 系统根据其具体情况，有的只有接收装置，有的接收、发送装置都有。

ATP 车载设备根据地面设备提供的信号动态信息、线路静态参数、临时限速信息及有关动车组数据，生成控制速度和目标距离模式曲线，控制列车运行。

ATP 设备框图如图 4-2 所示。

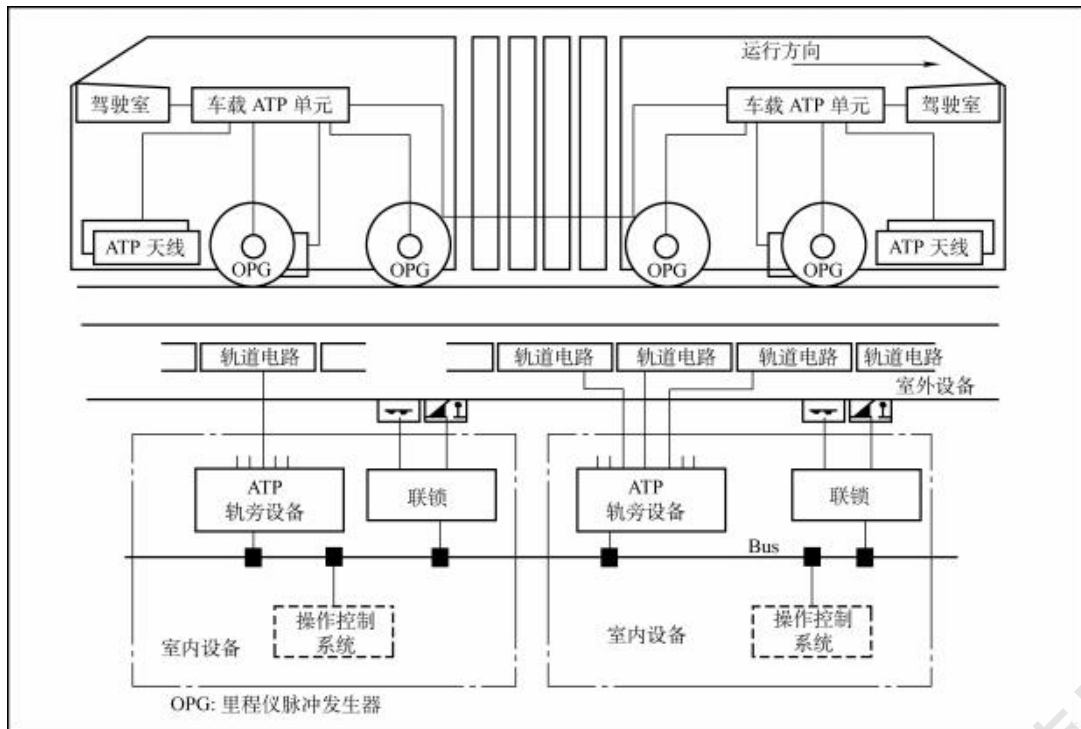


图 4-2 ATP 设备框图

(2) ATP 工作原理 ATP 系统在城市轨道交通中承担确保列车行车安全的重要职责，它是 ATC 系统中最重要的一环。

在 ATP 计算机内，储存了必要的线路固定工程数据，如区间的线路布置、坡度、轨道电路长度、限速等。ATP 计算机根据已有的数据和当时的线路运行状况，按照一定的算法计算列车的最大允许速度，如图 4-3 所示。

线路上的前行列车 A 经 ATP 车载设备将本车的实际位置，通过通信系统传送给轨旁的移动闭塞处理器，并将此信息处理生成后续列车的运行权限，传送给后续列车 B 的 ATP 车载设备。列车 B 可计算出到危险点的最大允许速度。列车 A 向前运动，则列车 B 的安全停车点（车站停车点不属于安全停车点）也随之变化，列车 B 与列车 A 总是保持一个“安全距离”。该安全距离是介于列车 B 的目标停车点和确认的前车尾部之间的一个固定距离。列车 B 实时计算到停车点的速度-距离曲线，如果列车实际速度高于最大允许速度，那么系统

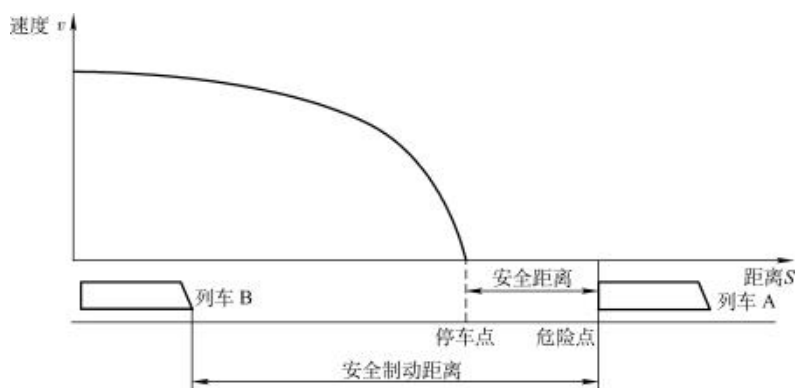


图 4-3 ATP 工作原理

就先报警，若在规定时间内未将速度降到允许速度以下，则实施紧急制动。

(3) ATP 系统功能

1) 防护区段和停车点的保护。危险点是丝毫不能超越的点，如果超越，就可能发生危险，如列车追尾。如图 4-3 所示，停车点和危险点间有一个安全距离，该安全距离即是两列车车间的防护区段，该防护区段的长度由区段的运行条件和前后列车性能决定，必须保证后续列车最迟能够在防护区段的末段（危险点之前）停下来。图中的停车点是防护区段的起始点，由 ATP 负责监督并计算出到安全停车点的速度-距离曲线，以使列车在该点能够停下，在防护区内的停车可以保证前后列车的安全。

2) 测距与测速。距离测量为 ATP 单元的重要功能提供依据（例如，速度检查、开门位置的确定）。为了保证列车能够准确地停在目标停车点处，ATP 系统必须能够计算出从当前位置到目标距离点的最大安全允许速度。

轨旁 ATP 计算机将计算列车运行允许速度的有关参数，形成报文，通过数字轨道电路发送给在轨道上运行的列车。列车通过车载 ATP 天线接收这些数据，并形成相应的速度保护曲线，保证列车在安全状态下行驶。

车载 ATP 计算机根据测速传感器给出的列车实际运行速度、接收到的 ATP 报文信息实施对列车距离和速度的监督、紧急停车的监督、停车点的监督等安全性功能，并把相应的距离、速度等参数送给驾驶室里的辅助显示单元，作为驾驶员操作控制列车的依据。

3) 列车追踪间隔。此功能保证了列车运行的控制，避免列车碰撞。

4) 安全线被侵犯情况下的紧急制动。通过按压设在车站站台上的紧急停车按钮，紧急停车的报文信息由 ATP 轨旁单元通过轨道电路发送到列车。发送信息的轨道电路区段为站台区和离去区段，紧急停车报文的发送等效于轨道电路的占有，因此影响速度曲线和保护区段。ATP 车载单元收到紧急停车报文后，启动紧急制动，直到列车停稳。

5) 运行方向的监督。在正线和试车线上，车载 ATP 接收装置接收到轨旁设备发送的报文后，车载 ATP 单元对列车的运行方向监督，不允许列车退行，当列车退行时，ATP 产生紧急制动。

6) 车门监控。列车的车门控制是 ATP 重要的安全措施之一。车载 ATP 设备能防止列车在站外开门和站内开错门，另外，它还防止列车在开门状态下起动车门，列车在车门未全部关

闭时运行。若出现上述情况，ATP 会产生紧急制动。只有在下列条件同时满足时，车载 ATP 才给出开门命令：①列车是静止的；②列车停在车站的可停车范围内；③轨旁 ATP 设备允许开门。只有在 ATP 系统检查了所有安全条件且确认均已满足时，才允许车门开启并发出指示命令。

7) 列车自动折返监控。自动折返运行模式使列车在终点站能够自动折返（包括无人折返）。在这种模式下，列车在 ATP 系统的控制下运行。就是说，ATP 车载单元通过速度曲线连续对列车的运行进行监督。

8) 列车故障信息和紧急制动的记录。ATP 车载单元有存储模块和诊断接口。当车载设备发生故障或列车发生紧急制动时，故障信息或紧急制动信息会被储存，另外车载单元的一些状态也会被记录。

5. ATO 子系统

(1) ATO 系统结构 列车自动驾驶 ATO 系统负责控制列车的运行，例如列车的自动离站，列车的速度调节，列车的目标制动以及车门、站台门的开/关的启动控制。

ATO 是提高城市轨道交通列车运行水平（准点、舒适、节能）的重要技术，但它的功能是要依靠 ATC 各子系统协调工作共同完成的。ATO 设备没有安全相关的功能，因为 ATO 总是运行于 ATP 的安全监督之下，其运行速度始终低于 ATP 的防护速度，且它的运行任务是由 ATS 根据需求实时给出的，缺少 ATP 和 ATS 子系统，ATO 将无法正常工作。

ATO 的主要部件在列车上，以实现自动驾驶模式。ATO 的功能是非安全型的，ATO 车载单元是单通道的计算机。轨旁 ATO 的功能通过 ATS、轨旁 ATP 和 SICAS 实现。所以，ATO 轨旁功能不需额外的物理设备。ATO 系统结构如图 4-4 所示。

ATO 由以下几部分组成：

1) 轨旁设备。包括车站交叉环线 and 轨旁 PTI 列车位置识别系统设备。通过连续式通信，其功能由 ATS、ATP 和 SICAS 共同完成（如控制站台门）。主要提供以下功能：通过连续式通信通道接收列车数据（比如驾驶模式、车次号、目的地号或者列车司机号），并在车载设备和 ATS 之间传送文本消息；打开和关闭站台门。

2) 车载设备。ATO 车载设备主要由车站 ATO 机柜、车载 MMI 人机接口界面和车载 PTI 设备组成。其中 ATO 机柜和 MMI 每个驾驶室 1 个，每列车共有 2 个。ATO 车载设备提供一个用于控车的接口。虽然 ATP 和 ATO 设备可以安装在一个共用的机架里，但在物理上是分离的，这样配置允许分别更换模块。

PTI 列车位置识别系统分为车载设备和轨旁设备。轨旁设备由 PTI 环线 PTI 轨旁盒、PTI 轨旁馈电电缆盒和 PTI 多路接收器组成。PTI 车载设备包括电源模块、处理模块和 PTI 天线。

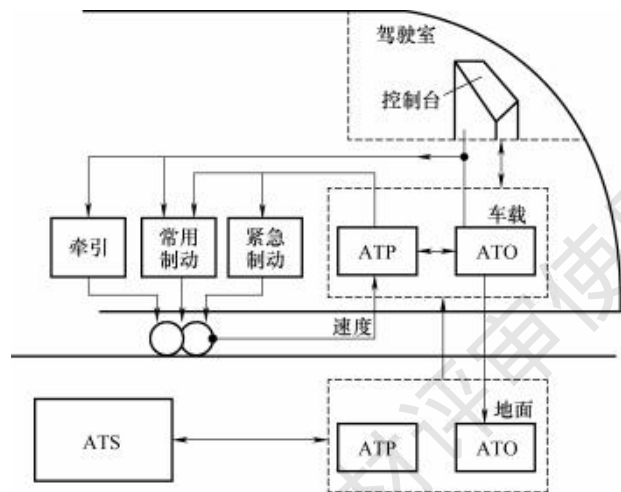


图 4-4 ATO 系统结构图

为了具有更好的可用性，ATO 车载计算机是设备冗余的。正常情况下，前面的 ATO 控制列车驾驶，后面的 ATO 作为备用。在司机室切换期间，后面 ATO 接管控制而前面的 ATO 成为备用。在这种冗余模式下，两头的 ATO 都收到来自两个司机室的诸如按钮、开关和接点的输入。在没有故障时，后面的 ATO 跟随前面 ATO 的状态。如果前面 ATO 故障时，后面 ATO 将控制列车的移动。为了实现 ATO 的设备冗余，两个 ATO 的输出都连接到 RST，但是任何时候只有一个输出是激活的，ATP/ATO 的冗余转换是同时进行的。

3) 列车和轨旁之间的信息交换。ATO 和 ATP 采用相同的轨旁和车载设备之间的连续式通信系统。采用连续式通信方式，从轨旁设备传输到车载设备的信息有：来自 ATP 轨旁设备的信息通过 ATP 车载设备到 ATO 车载设备，计算自动驾驶曲线；从 ATS 到车载 ATO 的旅行时间和停站时间。从 ATO 车载设备传输到轨旁设备的信息有：到 ATS 的列车数据（如驾驶模式、车次号目的地码）和到 ATP 轨旁的站台门的开/关信息。

(2) 工作原理 ATO 子系统能保证运行时间与定点停车，还能提高运行效率，提高舒适度，减少能耗。但作为 ATC 的一个子系统，它的功能是要依靠 ATC 各子系统协调工作共同完成的，缺少 ATP 与 ATS 子系统，ATO 将无法正常工作。

从运行中所起的作用来说，ATO 主要实现驾驶列车的功能，能进行车速的正常调整，给旅客传送信息，进行车门的开关作业。但这只是执行操作命令，不能确保安全，因此需要 ATP 来进行防护。ATP 起监督功能，如图 4-5 所示，3 种制动曲线能对不符合安全的情况给予防护，保证列车不超速，车门不误动。由此可见 ATP 系统是列车运行时必不可少的安全保障，ATO 系统则是提高城市轨道交通列车运行水平（准点、平稳、节能）的技术措施。在任何时候，只要 ATP 系统正常的话，就应让其执行防护工作，以确保行车安全。从 ATP 与 ATO 两子系统的 3 条制动曲线，也可明显地看出：ATP 主要负责“超速防护”，起保障安全的作用；ATO 主要负责正常情况下的列车高质量地运行。

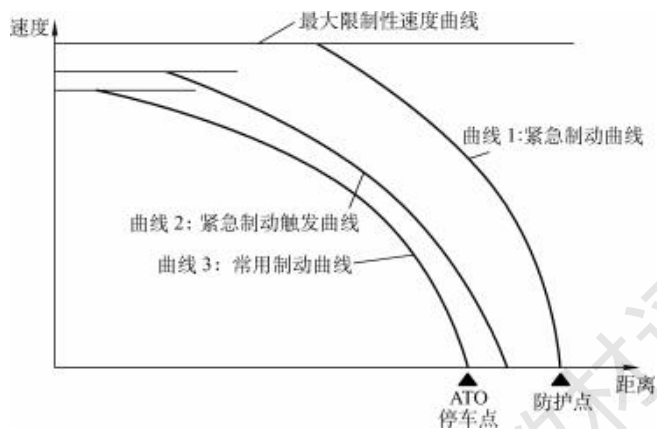


图 4-5 ATO 常用制动模型

图 4-5 中，防护点的位置取决于所考虑的运行环境，对于移动闭塞运行，防护点是前面列车的背后。ATO 停车点来源于运行停车点（如车站）或基于给出的紧急制动触发曲线来计算。曲线 1 表示列车的紧急制动曲线，由 ATP 系统计算及监督。曲线 2 表示由 ATP 系统计算，在司机室显示出来的最大允许速度，它略低于紧急制动曲线。当列车速度达到曲线 2，

应给出告警。曲线3是由ATO系统动态计算的制动曲线，也即正常运行情况下的停车制动曲线。由于列车的运行密度越来越大，安全性要求越来越高，所以要求有ATS系统，以使列车按照设计好的时刻表准确有序地运行，并监视列车运行状态，实现智能调度。ATS设在线路中较大的车站，控制中心与各站联锁设备间的联系由遥控系统来完成。ATO从ATS处得到列车运行任务命令，与地面线路信息一起组成报文，通过轨道电路传送，由车载ATP统一接收。ATP将处理过后的对ATO有用的信息传给ATO，并显示相关信息，且不断地监视ATO的工作。ATO获得有用信息后，根据实际运行速度和ATP的最大允许速度，计算运行速度，得出控制量并执行控制命令。巡航/惰行模块由独立的控制器来辅助完成。定点停车采用站内交叉环线实现。到站后ATO通过列车位置识别系统（PTI）的天线向地面发送列车信息，并传到ATS，以便识别列车的位置。ATS根据此列车信息确定列车的新任务后再次通过轨道电路传送给ATO。在区间运行时，每进入新的轨道区段，ATO便接收新的地面信息，以便进行速度调整。

1) ATO启动过程。通过ATP系统请求线接通ATO电源，这条线在20s内是激活的，在这个时间内ATO车载单元启动并激活其自保电路。

2) 速度控制。速度控制是ATO的主要功能，有3个值对速度控制很重要，它们是列车当前位置、所需速度和当前速度。ATO和ATP车载单元使用相同的当前列车位置，这个列车位置由ATP测量并与时间标记一起传给ATO车载单元。

3) 跳停车站（越站）。通过车站而不停车，车门不打开，即为跳停。

4) 巡航/惰行。巡航/惰行是为列车节能运行所设计的一种经济运行模式，是在已设定的到下一站的经路基础上，对列车运行轨迹的定义。节能模式方法的应用基于下面标准：保持预定的运行时间内车辆有最小能耗。在这个过程中，运行时间和能耗都很重要。

5) 机车信号。通过显示器产生机车信号表示，并给ATO车载单元灯。

6) 与ATS连接。ATP轨旁设备与ATO间有一个透明的数据传输通道，ATP轨旁设备通过该通道传输特殊数据给ATP车载单元。

7) 传输列车数据给ATS。通过感应信息传输系统，信息数据从车辆传给ATS。PTI报文可由ATP/ATO测试设备显示或是在轨旁PTI设备的串行连接中显示。

8) 车门控制。原则上开门命令由ATP检查相关条件以后释放，车门的控制由ATO启动，ATO车载单元根据运行方向和ATP的报文信息开门。

(3) ATO系统主要功能

1) 自动驾驶模式。在ATO系统控车后（AM模式），在连续通信级，ATO系统完全自动控制列车运行直到终点站；在点式通信级，ATO系统完全自动控制列车从一个车站运行至下一个车站（AM模式）。AM模式（即ATO自动驾驶模式）在下列条件下激活：

①ATP在SM模式；②停站时间已过（运行停车点已被释放）；③从轨旁接收到移动授权；④门已关闭；⑤驾驶手柄在0位置，方向手柄在前进位置。

在ATO自检成功通过，ATP设备释放自动驾驶后，就可以采用ATO驾驶。自动启动AM模式或由列车司机通过启动按钮启动ATO模式。如果任何一个前提条件不满足，启动将被取消。ATP将ATO控制信号传输到牵引系统。在ATO由启动按钮激活后，列车加速直到按照计算出的速度曲线运行。当列车达到期望的速度后，系统控制列车按速度曲线运行。当达到制动触发点时，ATO设备将自动控制常用制动使列车跟随制动曲线。当列车停在车站

预定的停车区域后，ATO 自动打开车门。类似的过程也应用于驾驶通过限速区，在列车通过限速区后，列车自动加速到计算出的速度曲线。

2) 列车速度控制。这是 ATO 系统的最主要功能。ATO 设备通过 ATP 连接到雷达和测速电动机，在 ATP 最大允许速度的监督和保护下运行。

ATO 系统具有牵引速度调节功能和制动控制信号，其模块调速器以渐进和恒定的速率加速列车达到限定的运行速度。列车达到限定速度后，ATO 根据站间距离和站间运行时间自动计算出速度距离曲线，通过连续比较实际速度和限速，应用闭环控制技术，控制列车的牵引和制动系统，达到速度调节的目的。ATO 控制列车速度到 ATP 速度命令、ATS 运行等级或车站停车曲线所决定的最低参考速度，列车行驶速度一般被保持在上述参考速度 0~5km/h 的范围内。在高峰期间，按照最大允许速度驾驶列车，在低峰期间，按照最节能的方式驾驶列车。

3) 列车目标制动。列车目标制动功能使列车精确地停在计划规定的位置。

对运行的列车而言，最重要的作业之一便是在车站的定位停车。通常列车司机在制动时全凭直觉估计到停车点的距离，然后根据当时的速度来推算减速度，也即完全按“记忆模式”来操作制动阀。要做到定位停车是相当困难的，所以必须研究列车自动定位停车，这对设置站台门的城市轨道交通尤为重要。

车站停车点由 ATO 根据线路数据库进行控制。ATO 设备通过 ATP 与雷达和测速电动机连接，并直接获得位置信息。ATO 列车定位功能也在列车经过任一固定安装的同步应答器时，使其接收列车信息以提高测量精度。ATO 制动列车使停车精度指标达到 $\pm 0.3\text{m}$ 。

定位停车控制一般多采用距离控制方式。所谓距离控制方式就是根据制动开始点到定位停车点之间的距离以及列车速度、列车重量、天气情况、空走时间、线路条件算出制动模式。在定位停车点的附近进行阶段缓解，以不断修正停车位置的误差来保证定点停车。

为了保证列车能在车站定位停车，一般应在车站内设地面标志器（见图 4-6），当列车接近车站时，它首先检出离停车点 350m 的最外方标志器，从而启动车站制动曲线并点亮驾驶员操作台上的程序停车表示灯；列车通过离停车点 150m 的中间标志器和离停车点 25m 的内方标志器时分别更新制动曲线；而当列车对位天线检出 8m 标志时，再次更新制动曲

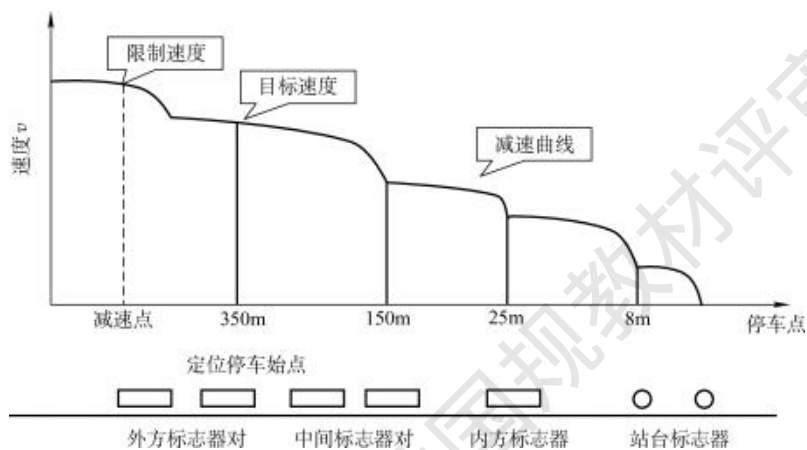


图 4-6 定位停车示意图

线。一旦车辆对位天线直接位于地面对位线圈，这时地面向列车发送对位信息，车辆检出此信号时，ATO 将设定常用全制动并启动开门程序，当车门打开时，程序停车表示灯将熄灭。如果跳停生效，说明列车在该站不停，所以跳停表示灯点亮，程序停车表示灯不亮而且标志器的输入不起作用，列车根据 ATP/ATS 速度命令运行。

当程序停车正在作用时，车站停车功能还可以通过列车司机按下跳停按钮来取消，即在列车对位信号生成前，在任何时间都可人工取消一次程序停车。跳停的输入，不论由 ATS 还是由人工输入，只能取消一个车站停车。

4) 车门和站台门的打开和关闭。ATP 和 ATO 均涉及该项功能。车门释放由 ATP 授权。当列车停于定位停车的允许精度范围内时，ATO 子系统确认列车到达指定的定位区域后，将列车停车信号传给 ATP 子系统，以保证列车制动。当 ATP 子系统检查完开门条件，允许车辆开门并给出命令后，ATO 选择合适一侧的车门并提供开门命令。打开哪侧车门的包含在线路数据库里。车门关闭由列车司机或者停站时间到时来触发。线路数据库 (TDB) 存储了铁路网络图，TDB 中包含应答器的位置数据。结合来自测速电动机和雷达的位移测量，列车就能知道它在线路的绝对位置，并且发送位置报告给轨旁 ATP。

对于一些特殊列车 (例如空车、通过列车或者特快列车)，禁止打开车门。也就是说，如果某列车被标识为特殊列车，则其车门不能在某些车站或所有的车站打开。ATS 使用一个特殊的车次号 (目的地码) 指定该类型的列车。

有了车门打开信号后，车辆定位发送器发送站台门信号，当站台定位接收器收到此信号，通过调节站台门继电器将与列车车门位置与数量都相对的站台门打开，站台门和车门的开门时间应在小于 1s 的时间差内同步启动，关闭时间应大致相同。

5) 自动折返。列车自动折返是指由 ATO 控制并受 ATP 的监督。无人驾驶的列车自动地从站台线驶入折返线并停下，在换端之后列车转回车站进入另一站台线。

6) 在中央 ATS 设备故障时与 RTU (远程终端设备) 及 ATP 系统地面设备配合实现自动排列进路。

6. ATS 子系统

ATS 即列车自动监控系统，是一种基于计算机网络的、智能化的自动控制系统。在 ATP、ATO 系统的支持下完成对列车运行的自动监控，它负责监视和控制线路中所有列车的运行状态。

(1) **ATS 系统结构** ATS 子系统负责监视和控制整个线路中列车的运行状态。它由位于操作控制中心、监督控制全线情况的中央 ATS 和位于车站的进行区域控制的本地 ATS 组成。中央 ATS 与本地 ATS 之间通过通信设备不停地交换信息。信息的传输一般以光纤作媒介。中央 ATS 的设备之间及本地 ATS 设备之间分别组成局域网。工作站采用相同的硬件和系统软件，操作员根据各自的操作权限可在任一工作站上对系统进行监督与控制。其系统结构如图 4-7 所示。

(2) **ATS 系统主要功能** ATS 系统在 ATP、ATO 系统的支持下完成对列车运行的自动监控。ATS 系统的主要功能如下：

1) 运行调整。当列车偏离运行图时，行调可利用系统进行运行调整。行调调整列车运行方法主要有以下两种：

① 使用 ATR 自动调整列车运行。一般情况，需把 ATR 功能激活，实现列车自动调整。

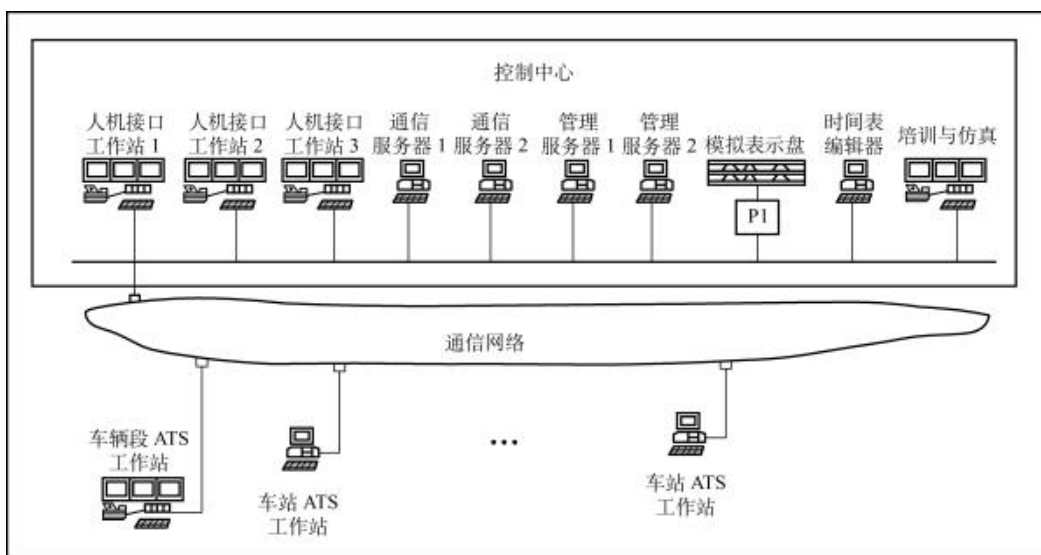


图 4-7 ATC 系统结构图

当客车发生早点时，行调可通过扣车，使列车在下一站正点开出；当客车发生晚点时，行调可组织驾驶员充分利用线路允许速度赶点，压缩区间运行时分和停站时分，指示车站组织好乘客上、下车以压缩客车停站时分。联锁站及时取消运营停车点，折返站做好客车折返作业，压缩折返时间。

遇列车内乘客拥挤时，应通知前方站控制入闸人数，广播通知乘客搭乘下一趟列车，通过客运组织措施赶点。

因客车、供电及线路故障影响客车晚点时，除按上述办法组织外，还需按相关故障处理办法组织处理。

② 使用 MTR（人工）调整列车运行。如个别列车（如早点列车、专列）需要，行调可对该列车关闭 ATR 功能，改用 MTR 人工介入调整。

行调可以在 MTR 功能菜单上减少或增加停站时间，缩短或延长区间运行时间，减少或增加折返停留时间，以实现必要的调整。注意修改的区间运行时间、停站时间、折返停留时间不得超过系统极限值，否则系统将不接受指令。当列车已达到调整的目的时，则关闭 MTR，恢复 ATR 控制。

2) 信息监控。通过 ATS 车站设备，能够采集轨旁及车载 ATP 提供的轨道占用状态、进路状态、列车运行状态以及信号设备故障等控制和监督列车运行的基础信息。

3) 排列进路。根据联锁表、计划运行图及列车位置，自动生成输出进路控制命令，传送到车站联锁设备，设置列车进路、控制列车停站时分。

4) 列车识别跟踪、传递和显示功能。系统能自动完成正线区段内列车识别号（服务号、目的地号、车体号）跟踪。列车识别号可由中央 ATS 自动生成或调度员人工设定、修改，也可由列车经车—地通信向 ATS 发送识别号等信息。

5) 列车计划与实际运行图的比较和计算机辅助调度功能。能根据列车运行实际的偏离情况，自动生成调整计划供调度员参考或自动调整列车停站时分，控制发车时间。

6) ATS 中央故障情况下的降级处理。由调度员人工介入设置进路,对列车运行进行调整。由 ATS 车站完成自动进路或根据列车识别号进行自动信号控制,由车站人工进行进路控制。

7) 在计算机辅助下完成对列车基本运行图的编制及管理,并具有较强的介入能力。通过设在车辆段的终端,向车辆段管理及行车人员提供必要的信息,以便编制车辆运用计划和行车计划。

8) 列车运行显示屏及调度台显示器,能对轨道区段、道岔、信号机和在线运行列车等进行监视,能在行调工作站上给出设备故障报警及故障源提示。

9) 能在中央专用设备上提供模拟和演示功能,用于培训及参观。能自动进行运行报表统计,并根据要求进行显示、打印。

10) 能在车站控制模式下与计算机联锁设备结合,将部分或所有信号机置于自动模式状态。

11) 向无线通信、广播、旅客向导系统提供必要的信息。

(3) 系统运行模式 ATS 系统发生故障可转化为人工控制;中心发生故障,转化为车站控制;车站发生故障不会影响中心系统的工作。有道岔车站设 ATS 分系统,负责本站和邻站的接发车作业,并接发和储存指挥中心的列车运行计划。

1) ATS 自动监控模式。正常情况下 ATS 系统自动监控在线列车的运行,自动向联锁设备下达列车进路命令,列车在 ATP 的安全保护下由列车司机按规定的运行图时刻表驾驶列车运行。控制中心行调仅需监督列车和设备的运行状况。每天开班前,控制中心调度员选择当日的行车运行图/时刻表,经确认或作必要的修改,作为当日行车指挥的依据。

2) 调度员人工介入模式。调度员可通过工作站发出有关行车命令,对全线列车运行进行人工干预。调整列车运行计划包括对列车实施扣车、跳停、改变列车进路、增减列车等。

3) 列车出入车场调度模式。车辆调度员根据当日列车运行图/时刻表编制车辆运用计划和场内行车计划,并传至控制中心。车场信号值班员按车辆运用计划设置相应的进路,以满足列车出入段作业要求。

4) 车站现地控制模式。车站联锁和车站 ATS 系统结合实现车站和中央两级控制权的转换。在中央 ATS 设备故障或经车站行车值班员申请,中央调度员同意放权后,可改由车站现地控制。

在现地控制模式下,车站行车值班员可直接操纵车站联锁设备,可将部分信号机置于自动模式状态,也可将全部信号机设为自动模式状态,控制中心行车调度员应通过通信调度系统与列车驾驶员、车站行车值班员保持联系。

5) 车场控制模式。列车出入场和场内的作业均由车场值班员根据用车计划,直接排列进路。车场与正线之间设置转换轨,出入场线与正线间采用联锁照查设备保证行车安全。

二、ATC 设备故障时的行车组织方法

从闭塞制式的角度来看,装备列控系统(ATC)的自动闭塞可分为3类:固定闭塞、准移动闭塞(含虚拟闭塞)和移动闭塞,其中准移动闭塞有时仍把它归入固定闭塞。

固定闭塞方式的 ATC 系统是指基于传统轨道电路的自动闭塞方式,闭塞分区按线路条



件经牵引计算来确定，一旦划定将固定不变。列车以闭塞分区为最小行车间隔，ATC 系统根据这一特点实现行车指挥和列车运行的自动控制。

移动闭塞方式的 ATC 系统通常采用无线通信、地面交叉感应环线、波导等媒体，向列车车载设备传递信息。列车安全间隔距离是根据最大允许车速、当前停车点位置、线路等信息计算得出，信息被循环更新，以保证列车不间断收到即时信息。

移动闭塞方式的 ATC 系统是利用列车和地面间的双向数据通信设备，使地面信号设备可以得到每一列车连续的位置信息，并据此计算出每一列车的运行权限，动态更新发送给列车，列车根据接收到的运行权限和自身的运行状态，计算出列车运行的速度曲线，实现精确的定点停车，实现完全防护的列车双向运行模式，更有利于线路通过能力的充分发挥。

1. 控制中心 ATS 设备故障

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 ATS 系统发生故障时，ATS 系统功能不能实现，需要行车调度中心人工控制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 ATS 系统无显示等故障，则行调应授权给联锁站控制，实现站控（LOW 操作）。

(1) 进路排列 联锁站值班员首先应确认联锁工作站上的 RTU（ATS 的远程终端控制单元）降级模式是否激活，当“RTU 降级模式”被激活时，联锁站不用操作，列车可自排进路及自动取消运营停车点。若“RTU 降级模式”未被激活，行调没有特殊指示时，车站必须在工作站上按正常情况人工排列进路及人工取消运营停车点。

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，由行调转告列车司机，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，由行调指示列车司机开车，当 ATO 驾驶恢复正常时，应向行调报告。

(2) 列车运行信息处理 ATS 系统故障将会影响列车位置、车次等列车运行信息的记录，进一步影响列车运行图的自动绘制。故 ATS 设备故障时，列车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。

2. 车站 ATS 设备故障

车站 ATS 由列车与地面数据传输设备和电气集中联锁或微机联锁设备等构成。车载 ATS 由列车与地面间数据传输设备等构成。当信号联锁设备故障时，按站间电话联系法组织行车。

3. 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,命令列车司机在故障区间以 RM 模式限速运行,经过规定数量(如两个轨道电路)的轨道电路还未恢复 ATO 模式时,行调指挥驾驶员以 RM 模式驾驶至前方车站或终点站。如大范围的设备故障,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,列车司机根据行调命令人工驾驶限速运行,即以 URM 模式(40km/h)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,由行调命令列车司机和车站,并由车站值班员(或值班站长)上驾驶室添乘(员工车除外)沿途协助列车司机瞭望,行调命令列车司机以 URM 模式继续驾驶列车至前方终点站退出服务。URM 监控员须协助列车司机瞭望,监控速度表,列车按规定速度运行,不准超速;在有站台门的车站,须协助列车司机开关站台门。如遇到超速时,提醒列车司机控制速度,必要时,立即按压紧急停车按钮。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,遇到两列车进入同一个区间时,应采取紧急措施扣停后面的列车。

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,并及时安排站务带钩锁器到现场将道岔锁定后,列车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,列车司机应报行调,在得到行调同意后方可使用 RM 模式动车。

4. ATO 子系统发生故障

ATO 子系统的主要功能是站间运行控制、保证列车按时刻表的时间并最大可能地以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。

车载 ATO 发生故障,车门与站台门不能联动时,必要时,行调通知下一车站派站务人员上驾驶室,协助司机开关站台门。

扩展阅读

地铁榜样——严家升

“困难不容低估,信心不能动摇,干劲不可松懈。”这是广州地铁九号线的副站长严家升最常说的一句话。

1. 最硬核的“地铁安全卫士”

自 2009 年 11 月加入广州地铁,严家升从一名普通的站务员成长为副站长,再到获颁 2019 年全国五一劳动奖章,他始终以高水平技能确保地铁的安全运行。

(1) 交通工作不能“投机” 2017年,严家升主动发现问题并改良了在应急情况下用于固定道岔位置的钩锁器,将12cm的螺母更换至7cm的螺母,减少人工钩锁的时长约10s,大大提高了行车安全。

2018年初,中心站组织人工排列进路学习时,严家升和现场人员发现因道床阻挡导致钩锁器无法对部分道岔位置加锁。他紧急召集筹备组人员对该问题进行商讨解决,从敲砸道床阻挡部分到采购新型钩锁器,通过反复实验,钩锁器终于能准确紧密加锁。

以专业技能保证地铁安全运行,严家升的实力获得了肯定。2018年,被广州地铁评为内部“安全卫士”;2019年,荣获全国五一劳动奖章。荣誉的背后是一串串数字:3500天的工作时间,参与过应急处置58起,安全零事故,服务无投诉。

(2) 比赛现场“惊艳”全场 严家升也是“国赛”的佼佼者。他是2018年中国技能大赛——城市轨道交通总决赛行车值班员职业组个人一等奖的获得者。

从姿势到呼吸、从动作到心态,严家升希望能够尽最大的努力,将每一个比赛项目都做到极致。手指口呼及百来字的标准用语一丝不苟,迅速且完美地处理完两个故障!

从第1次的选拔,层层历练到省赛中的第6名,再到磨砺过后全国总决赛的第1名。他在用实际行动勇于挑战“不可能”。

2. 广州地铁界的“中国好值班员”

严家升读大学时每天搭地铁上下学,因此对这种交通工具产生了浓厚的兴趣,一次偶然机会让他成为广州地铁的一员。尽管大学时学的是商务管理,但出于对这份工作的热爱,严家升总会多看多学多实践,每天都比其他同事多花时间弥补自己的专业的差距。短短几年,他就从站务员晋升到站长助理。

作为中心站的管理人员,严家升对每一位员工负责,每天不断地与员工通过各种方式沟通。每当上级有新的指示时,严家升总是第一时间传达到位,将每一句指令向员工掰开了说、揉碎了讲。他始终警醒自己和员工,一定将每一项工作落到实处,绝不打一个问号。

发现问题、解决问题是严家升的工作日常。他始终坚持以思考的状态来工作,并自制培训课件10余份,组织编写多个车站的客流组织方案及一站一预案。同时以严家升为组长的“严家升国匠工作室”成为广州地铁综合性的实训平台,每年为广州轨道交通培训达2000人次。

严家升凭借专注的力量与笃志钻研,从容处理多种专业设备设施,保准确、争速度,把工匠精神灌注进日常工作中。他说:“走在新时代的路上,虽没了战火烽烟,但理想和信念不会失去原有的颜色,劳模精神和工匠精神会一直同在。”

项目实施

一、ATS 故障时的行车组织

1. 当 ATS 设备无显示时的行车组织

当控制中心 ATS 设备无显示时,无法实现对列车运行的监督与控制,将控制权交予联



ATS 故障下的
行车组织

锁站控制，其操作步骤如下：

- 1) 行调应授权给联锁站控制。
- 2) 联锁站值班员确认 LOW 工作站上的 RTU 降级模式是否激活，当“RTU 降级模式”激活时，保持原状态。若“RTU 降级模式”未激活时，联锁站应在确认客车进站停稳后人工在 LOW 上取消运营停车点。
- 3) 行调通知列车司机在显示屏上输入当时车次号，到换向运行时，输入新的目的地码和车次号，直至行调通知停止输入为止。
- 4) 报点站向行调报告各次列车的到开点，至行调收回控制权时止。
- 5) 行调以报点站为单位铺画客车运行图，至 ATS 设备恢复正常，收回控制权时止。
- 6) 当车站在 LOW 工作站上取消不了运营停车点时，应立即报告行调，由行调转告列车司机，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 30s 时，车站值班员应报告行调，由行调指示列车司机开车。ATO 驾驶恢复正常时，应向行调报告。

2. 当 ATS 的自动排进路或联锁系统 (SICAS) 的追踪进路不能自动排列时的行车作业

当 ATS 的自动排进路或联锁系统 (SICAS) 的追踪进路不能自动排列时，应由人工介入，在 MMI 上或在 LOW 工作站上人工排列进路。若使用 6502 电气集中设备，其操作过程如下：

- 1) 车站在中央控制时，行车值班员申请站控，按下站控按钮，站控表示灯闪白灯，当中央同意后亮稳定白灯，或中央因故障需下放控制权时，该灯也闪白灯。车站值班员同意后按下站控按钮，转为站控，站控表示灯亮稳定白灯。
- 2) 车站在站控状态时，中央申请遥控，闪绿灯，值班员同意并检查站内所有道岔均在解锁状态后，恢复站控按钮，车站为中央控制状态，中央控制表示灯亮稳定绿灯。
- 3) 行车值班员按下进路排列按钮，进行进路排列。



ATP 故障下的
行车组织

二、ATP 故障时的行车组织

1. 车载 ATP 设备故障

当车载 ATP 故障时，列车运行完全不受 ATP 保护，列车司机应以 URM 模式驾驶。列车运行组织如下：

- 1) 列车司机向行调报告无法接收 ATP 限速命令。
- 2) 行调命令列车司机以 URM 模式驾驶至前方车站。
- 3) 列车司机到达前方车站仍无法接收 ATP 限速命令，报告行调。
- 4) 行调通知车站派人到司机室添乘。

2. 地面 ATP 设备故障

若地面 ATP 设备发生故障，则 ATO 车载设备接收不到限速命令，无法按自动闭塞法行车。此时的行车组织方法如下：

- 1) 列车司机向行调报告无法接收 ATP 限速命令。
- 2) 行调确定故障区间，命令列车司机在此区间以 RM 模式驾驶。
- 3) 列车司机在运行时一直未能切换到 ATO 模式时，则以 RM 模式驶至终点站。

3. 地面 ATP 大规模设备故障，按站间电话联系法组织行车

站间电话联系法组织行车的规定如下：相关车站值班站长要及时回到站控室负责组织车站行车作业，并根据行调发布的命令就地组织控制行车，安排车站值班员到站台接发列车，通知相邻车站采用站间电话联系法组织行车，并把调度命令内容通知列车司机。站间电话联系法发、接车作业程序及作业标准见表 4-2、表 4-3。

表 4-2 站间电话联系法发车作业程序

程序	作业标准	
	值班站长	值班员
一、请求发车	1. 根据“行车日志”、调度命令确认区间线路空闲（第 1 趟列车与行调共同确认线路空闲）	
	2. 向前方站请求发车：“××站××次×分×秒请求发车”	
二、准备发车进路	3. 布置值班员：“准备××次×道（上/下行线）发车进路”	4. 复诵“准备××次×道（上/下行线）发车进路”
	6. 听取汇报，复诵“××站××次×道（上/下行线）发车进路好了（线路出清）”	5. 将进路上的道岔开通正确位置并加锁，确认正确后，向值班站长报告“××次×道（上/下行线）发车进路好了（线路出清）”
三、发出列车	7. 复诵：“××站（接车站）同意××次发车”	10. 复诵“××次×道（上/下行线）可以发车”
	8. 填写“行车日志”	11. 确认乘客上下完毕，列车车门、站台门关闭后向列车司机显示发车指示信号
	9. 通知值班员“××次×道（上/下行线）可以发车”	
四、列车出发	13. 复诵“××次出发”，填写“行车日志”	12. 列车出清站台区后，向站控室报“××次出发”
	14. 列车出发后，向前方站（接车站）（行调）报点，“××次××分××秒开”。当列车尾部越过站台头端墙后，向后方站报点，“××次××分××秒开”	

表 4-3 站间电话联系法接车作业程序

程序	作业标准	
	值班站长	值班员
一、听取发车请求	1. 听取后方站发车请求、复诵“××站××次请求发车”	
	2. 根据“行车日志”（或通过 LOW、CCTV）确认站内线路空闲	

(续)

程序	作业标准	
	值班站长	值班员
二、检查及准备进路	3. 布置值班员(站务员):“检查×道,准备××次×道(上行或下行线)接车进路”	4. 复诵“检查×道,准备××次×道(上行或下行线)接车进路”
	6. 听取汇报后,复诵“××次(×道,上行或下行线)接车进路好了(线路出清)”	5. 将进路上的道岔开通正确位置并加锁,向值班站长报告“××次×道(上/下行线)接车进路好了(线路出清)”
三、同意发车	7. 通知发车站“××站×点×分×秒同意××次发车”,填写“行车日志”,准备接车	
四、接车	8. 听取发车站的发车通知复诵:“××次××分××秒开”,填写“行车日志”,并向前方站请求发车	
	9. 布置值班员“××次开过来了,准备接车”	10. 复诵“××次开过来了,准备接车” 11. 监视列车进站停车
五、区间开通	13. 复诵“××次到达”,填写“行车日志”,向行调报点	12. 列车对位停车后,向值班站长报“××次到达”

车场与正线连接站间信号故障时,车场与车站间采用站间电话闭塞法组织行车,以路票为行车凭证。

1) 行调向车站/场发布执行站间电话闭塞法的口头命令后,车站或车场通知列车司机调度命令的内容,由车站值班站长/值班员与信号值班员共同确认第1趟发出的列车运行前方的区段空闲。

2) 每一闭塞区段内只允许1趟列车占用,列车占用闭塞区段的行车凭证为路票。

3) 接车站(场)确认闭塞区段内线路空闲后,才可以给发车场(站)承认发车闭塞号。发车站(场)接到接车站(场)同意发车的承认闭塞号,填写路票并自检后交值班员,值班员逐字逐项复诵,核对无误后,复诵传达并交给驾驶员。

4) 值班员交接路票时必须核对的内容有:日期、车次、区间、闭塞号、行车专用章、签名等。

5) 值班员接车从列车司机处回收路票后须及时打“×”并上交。



ATO故障下的
行车组织

三、ATO故障时的行车组织

当ATO故障时,列车司机应报告行调,行调命令列车司机以SM模式驾驶,当站台门与车门不能联动时,车站派员添乘,协助列车司机开关站台门。

拓展与提高

移动闭塞的列车定位技术

列车定位技术在列控系统中具有重要地位,列车定位信息的主要作用是:为保证安全列

车间隔提供依据,列控系统对在线的每一列车,能计算出距前行列车尾部距离,或距进站信号点的距离,从而对它实施有效速度控制;作为列车在车站停车后打开车门以及站台门的依据;作为无线基站接续的依据。

目前,在列车自动控制系统中得到应用的列车定位技术主要有:测速定位法、查询-应答器法、交叉感应线圈法、卫星定位法、多普勒雷达法、无线扩频列车定位、惯性列车定位、航位推算系统定位、漏泄波导法、漏泄电缆法等。

在固定闭塞和准移动闭塞中有轨道电路或计轴等设备作为闭塞分区列车占用的检查,就能粗略地进行列车定位,再配以测速测距就能较细地进行列车定位,最多再加应答器校准坐标。

在移动闭塞中没有轨道电路等设备作为闭塞分区列车占用的检查,被控对象基本处于动态过程中,只有了解所有列车的具体位置,以何种速度运行等信息,才能对列车实施有效控制,所以列车定位技术在移动闭塞 ATC 系统中就显得更为重要,安全、可行、高效、经济的列车定位系统是列控系统的关键技术之一。

列控系统检测列车完整性的最好方法是在列车尾部也安装无线通信设备,它能不间断地发出无线信号给列车头部的车载设备,一旦头尾通信中断,则认为列车完整性出现了问题。

复习思考题

一、填空题

1. ATP 系统总的来说一般由_____和_____两部分组成。
2. ATS 在_____和_____系统的支持下完成对列车运行的自动监控,它负责监视和控制线路中所有列车的运行状态。
3. ATO 子系统总是运行于_____的安全监督之下。
4. 一般 ATP 车载设备发生故障时,司机根据行车调度命令人工驾驶限速运行,即列车以_____运行至前方站。
5. 当信号联锁设备故障时,按_____组织行车。

二、选择题

1. ATP 地面设备发生故障,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()组织行车。
 - A. 自动闭塞法
 - B. 站控组织行车
 - C. 地面信号
 - D. 电话闭塞法
2. ATO 子系统主要功能包括()。
 - A. 自动驾驶模式
 - B. 列车速度控制
 - C. 列车目标制动
 - D. 车门和站台门的打开和关闭
3. ATC 系统的基本功能包括()。
 - A. ATC 的车载信号是列车运行的凭证
 - B. 防止列车冒进关闭的禁止信号机(或点)
 - C. 监督列车以低于 30km/h 的速度进行出入库作业
 - D. 按列车安全制动距离,自动调整列车运行追踪间隔
4. ATC 的分类体现在闭塞方式有()类型。
 - A. 固定闭塞方式的 ATC 系统
 - B. 准移动闭塞方式的 ATC 系统

C. 移动闭塞方式的 ATC 系统

D. 自动闭塞方式的 ATC 系统

5. 当 ATO 故障时, 司机应报告行调, 行调命令司机以 () 模式驾驶, 当站台门与车门不能联动时, 车站派员添乘, 协助司机开关站台门。

A. SM

B. RM

C. URM

D. ATO

三、简答题

1. 列车自动控制系统 (ATC 系统) 由哪几部分组成? 各部分的主要功能是什么?
2. ATP 子系统由哪几部分组成? 其工作原理是什么?
3. ATP 子系统的主要功能有哪些?
4. ATO 子系统的结构及主要功能有哪些?
5. ATS 子系统的结构及主要功能有哪些?
6. 简述 ATS 故障下的行车组织流程。
7. 简述 ATP 故障下的行车组织流程。
8. 简述 ATO 故障下的行车组织流程。

仅供国规教材评审使用