

# 项目二

## 正线正常情况下的列车运行组织

### 知识要点

1. 基本行车闭塞法的种类及其行车办法。
2. 列车运行组织方式、行车组织原则。
3. 列车驾驶模式及各种驾驶模式的运用。

### 项目任务

1. 掌握不同列车运行组织方式下的行车组织方法。
2. 掌握不同列车驾驶模式下的列车行车凭证。

### 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、各种登记簿、联系电话、调度命令等。
2. **人员安排：**学生按车站数分组，安排行调1人，每站设有值班站长1人、行车值班员1人、站务员1人。

### 相关理论知识



行车闭塞法

## 一、行车闭塞法

### 1. 行车闭塞法概述

(1) **闭塞的概念** 为了确保列车在区间内的运行安全，列车由车站向区间发车时，必须确认区间内没有列车，并需遵循一定的规律组织行车，以免发生列车正面冲突或追尾等事故。这种为保证列车运行的安全，在组织列车运行时，通过设备或人工控制，使连续发出列车保持一定间隔距离安全行车的办法，称为行车闭塞法，简称闭塞。

区间行车组织的基本方法一般有以下两种：一种是时间间隔法，即列车按照事先规定好的时间由车站发车，使前行列车和追踪列车之间必须保持一定时间间隔的行车方法；另一种

是空间间隔法，即把线路划分为若干个段落（区间或分区），在每个段落内同时只准许一列列车运行，使前行列车和追踪列车之间必须保持一定距离的行车方法。我国的城市轨道交通线路以车站为分界点划分为若干区间，采用区间作为列车运行的空间间隔。

空间间隔法能严格地把列车分隔在两个空间，可以有效防止列车追尾和正面冲突事故的发生，确保列车运行安全。我国目前所采用的行车组织的基本方法是空间间隔法，通常所说的闭塞就是基于空间间隔的闭塞方法。

**(2) 闭塞区间的划分** 在城市轨道交通线路上采用的闭塞方式不同，闭塞区间的划分也不相同。采用站间闭塞时，在单线上以两个车站的进站信号机机柱的中心线为车站与区间的分界线；在双线或多线上，分别以各线路的进站信号机机柱或站界标的中心线为车站与区间的分界线。两站间的线路区段称为站间区间。

采用大区间闭塞时，并非所有的车站都是闭塞区间的分界点，通常根据作业需要将某些大站（或重要车站）设置为闭塞区车站，两闭塞区车站之间的线路区段称为大区间，其他车站则为大区间内的闭塞分区分界点。

采用移动闭塞时，是以同方向保持最小运行间隔的前行列车尾部和追踪列车头部为活动闭塞区间的分界线。

区间与站内的划分，是行车组织工作的一项重要内容，也是划定责任范围的依据。列车进入不同地段时必须取得相应的凭证或准许。在我国，列车占用区间的凭证通常为车站出站信号机的准许显示或目标点和速度码。闭塞区间的划分如图 2-1~图 2-4 所示。



图 2-1 单线线路区间划分

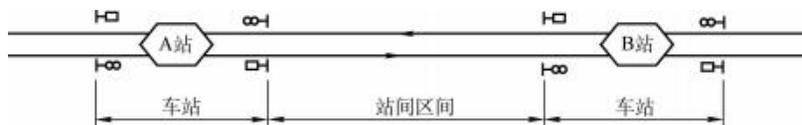


图 2-2 双线线路区间划分

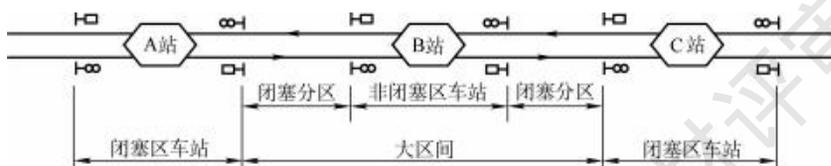


图 2-3 双线线路自动闭塞分区划分



图 2-4 移动闭塞线路闭塞分区划分



闭塞方式

闭塞就是用信号或凭证，保证列车按照空间间隔制运行的技术方法。空间间隔制就是前行列车和追踪列车之间必须保持一定距离的行车方法。从各种不同的角度闭塞可以有各种不同的分类，总体来说可分为站间闭塞和自动闭塞两大类。

1) 站间闭塞。站间闭塞就是两站间只能运行一列车，其列车的空间间隔为一个站间。按技术手段和闭塞方法不同，站间闭塞又可分为：电话闭塞、路签闭塞、路牌闭塞、半自动闭塞、自动站间闭塞。

2) 自动闭塞。自动闭塞就是根据列车运行及有闭塞分区状态自动变换信号显示，而列车司机凭信号行车的闭塞方法。其特征为：把站间划分为若干闭塞分区，有分区占用检查设备，可以凭通过信号机的显示行车，也可凭机车信号或列车运行控制的车载信号行车；站间能实现列车追踪；办理发车进路时自动办理闭塞手续，自动变换信号显示。

从保证列车运行而采取的技术手段角度来看，自动闭塞可分传统的自动闭塞和装备列车运行自动控制系统的自动闭塞两大类。

① 传统的自动闭塞。传统的自动闭塞属固定闭塞的范畴，一般设地面通过信号机，装备有机车信号，保证列车按照空间间隔制运行的技术方法是用信号或凭证来实现的。传统的自动闭塞通常称为自动闭塞，在此因为要与装备列车运行自动控制系统的自动闭塞加以区分，故冠以传统的自动闭塞之称。目前，传统的自动闭塞一般适用于列车最高运行速度在 160km/h 及以下的线路。

② 装备列车运行自动控制系统的自动闭塞。列车运行自动控制系统（简称列控系统）保证列车按照空间间隔制运行的技术方法是靠控制列车运行速度的方式来实现的。

从闭塞制式的角度来看，装备列车运行自动控制系统的自动闭塞可分为 3 类：固定闭塞、准移动闭塞（含虚拟闭塞）和移动闭塞。准移动闭塞说明它还不是移动闭塞，所以有时仍把它归入固定闭塞。

固定闭塞：列控系统采取分级速度控制模式时，采用固定闭塞方式。运行列车间的空间间隔是若干个闭塞分区，闭塞分区数依划分的速度级别而定。一般情况下，闭塞分区是用轨道电路或计轴装置来划分的，它具有列车定位和占用轨道的检查功能。固定闭塞的追踪目标点为前行列车所占用闭塞分区的始端，后行列车从最高速开始制动的计算点为要求开始减速的闭塞分区的始端，这两个点都是固定的，空间间隔的长度也是固定的，所以称为固定闭塞。

准移动闭塞：准移动闭塞方式的列控系统采取目标距离控制模式（又称连续式一次速度控制）。目标距离控制模式根据目标距离、目标速度及列车本身的性能确定列车制动曲线，不设定每个闭塞分区速度等级，采用一次制动方式。准移动闭塞的追踪目标是前行列车所占用闭塞分区的始端，当然会留有一定的安全距离，而后行列车从最高速开始制动的计算点是目标距离、目标速度及列车本身的性能计算决定的。目标点相对固定，在同一闭塞分区内不依前行列车的走行而变化，而制动的起始点是随线路参数和列车本身性能不同而变化的。空间间隔的长度是不固定的，由于要与移动闭塞相区别，所以称为准移动闭塞。

虚拟闭塞：虚拟闭塞是准移动闭塞的一种特殊方式，它不设轨道占用检查设备，采取无线定位方式来实现列车定位和占用轨道的检查功能，闭塞分区是计算机技术虚拟设定的，仅在系统逻辑上存在有闭塞分区和信号机的概念。虚拟闭塞除闭塞分区和轨旁信号机是虚拟的以外，从操作到管理等，都等效于准移动闭塞方式。虚拟闭塞方式非常有条件将闭塞分区划



分得很短，当短到一定程度时，其效率就接近于移动闭塞。

**移动闭塞：**移动闭塞是全球铁路及轨道交通信号界公认的最先进的信号系统，国际上已有不少城市开始采用这种新技术对现有的城市轨道交通列车控制系统进行更新，我国武汉轨道交通1号线、广州地铁3号线等城市轨道交通线路就采用了移动闭塞。该技术的应用，对保证行车安全、缩短列车运行间隔、提高线路通过能力均起到重要作用，也给运营部门带来良好的经济效益和社会效益。因此，采用移动闭塞方式是城市轨道交通发展的一种趋势。关于移动闭塞的内容将在以后详细介绍。

## 2. 传统的自动闭塞

### (1) 传统自动闭塞设备的特点及使用

1) 传统自动闭塞设备的特点。传统自动闭塞设备可分为：三显示自动闭塞、四显示自动闭塞、多信息自动闭塞。

三显示自动闭塞是指通过信号机具有3种显示，能预告列车前方2个闭塞分区状态的自动闭塞。三显示自动闭塞分两个速度等级，一个闭塞分区的长度满足从规定速度到零的制动距离。

四显示自动闭塞是指通过信号机具有4种显示，能预告列车前方3个闭塞分区状态的自动闭塞。四显示自动闭塞分3个速度等级，2个闭塞分区的长度满足从规定速度到零的制动距离。

多信息自动闭塞也称多显示自动闭塞，是对四显示及以上自动闭塞的统称。多于四显示时，往往地面通过信号机不具备多显示的条件，而以机车信号显示为主。

2) 自动闭塞设备的使用。在采用传统自动闭塞方式时，车站进站信号机和出站信号机的开放，需车站值班员在控制台上操纵。

双线自动闭塞区段的车站发车时，车站值班员不需要办理闭塞手续，在发车进路准备妥当后，从控制台上确认区间空闲符合发车条件时，即可开放出站信号机发车。为使接车站做好接车准备，应向接车站通报列车车次、出发时刻及有关注意事项。

单线自动闭塞区段车站发车时，发车站得到行车调度员准许后，按下发车按钮，该列车运行方向的车站发车表示灯及接车站的接车表示灯亮灯，车站值班员即可开放出站信号机发车。列车到达后，接车站的接车表示灯和发车站的发车表示灯均熄灭，表示区间空闲。

(2) **自动闭塞区间行车办法** 采用传统的自动闭塞方式，列车进入闭塞分区的行车凭证为信号机的准许信号显示。

在三显示区段，列车进入闭塞分区的凭证为出站或通过信号机的黄色灯光或绿色灯光。为确保客运列车的安全，对客运列车及跟随客运列车后面在车站通过的列车，只准在出站信号机显示绿色灯光的条件下从车站出发或通过。

在四显示区段，列车进入闭塞分区的凭证为出站或通过信号机的黄色灯光、绿黄色灯光、绿色灯光。对客运列车及跟随客运列车后面通过的列车，进入闭塞分区的凭证为出站信号机的绿黄色灯光或绿色灯光，但特快旅客列车由车站通过时为出站信号机的绿色灯光。

三显示自动闭塞中，黄灯是注意信号，表示运行前方有1个闭塞分区空闲，1个闭塞分区的长度能满足从规定速度到零的制动距离，可以越过黄灯后再开始制动。四显示自动闭塞中，绿黄灯是警惕信号，表示运行前方有2个闭塞分区空闲，2个闭塞分区的长度满足从规定速度到零的制动距离，可以越过绿黄灯后再开始减速；黄灯是限速信号，列车越过黄灯时

必须减速至规定的限速值，不然就难以保证在下一个红灯前可靠停车。

### 3. 移动闭塞



移动闭塞

在城市轨道交通中，移动闭塞是一种采用先进的通信、计算机、控制技术相结合的列车控制技术，所以国际上习惯称为基于通信的列车控制 CBTC (Communication Based Train Control) 系统。

(1) **移动闭塞的概念** 移动闭塞 (Moving Block, 简称 MB) 是相对于固定闭塞而言的。固定闭塞有固定的闭塞分区，移动闭塞与固定闭塞相比最显著的特点是，取消了以通过信号机分隔的固定闭塞分区，列车的最小运行间隔距离由列车在线路上的实际运行位置和运行状态确定，闭塞分区随着列车的行驶，不断地向前移动和调整，所以称为移动闭塞。

移动闭塞采用车地双向通信，并将前方列车的移动信息，经由车地通信安全地传给后续列车。在移动闭塞中，后行列车的追踪目标点为移动的前车的尾部。移动闭塞列车间隔是按后续列车在当前速度下所需要的制动距离，加上安全余量计算和控制的，确保不追尾。移动闭塞的行车凭证是后续列车收到的经由车地通信系统传过来的移动授权，该授权包括前方列车的速度和距离以及前方的线路坡度、曲线等线路信息，列车根据该移动授权方能继续前行，由于该移动授权是随前方列车的运行不断由车地通信系统传给后续列车的，因此闭塞分区是不固定的。

移动闭塞方式的列控系统 with 准移动闭塞方式的列控系统相同，采取目标距离控制模式 (又称连续式一次速度控制)。但移动闭塞的追踪目标点是前行列车的尾部，也留有一定的安全距离，后列车从最高速开始制动的计算点也是根据目标距离、目标速度及列车本身的性能计算决定的。目标点是前行列车的尾部，与前行列车的走行和速度有关，是随时变化的，而制动的起始点也随线路参数和列车本身性能不同而变化。空间间隔的长度是不固定的，所以称为移动闭塞。其追踪运行间隔要比准移动闭塞更小一些，移动闭塞一般是通过无线通信和无线定位技术来实现的。

(2) **移动闭塞的基本要素** 在移动闭塞技术中，闭塞分区仅仅是保证列车安全运行的逻辑间隔，与实际线路并无物理上的对应关系，因此，移动闭塞在设计 and 实现上与固定闭塞有比较大的区别。其中，列车定位 (Train Position)、安全距离 (Safety Distance) 和目标点 (Target Point) 是移动闭塞技术中最重要的 3 个概念，可以称为移动闭塞的 3 个基本要素。

1) 列车定位。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，才能实施对列车的有效控制，所以列车定位技术在移动闭塞系统中就显得更为重要。

列车定位由地面设备和车载设备共同完成。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，CBTC 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，从而对它实施有效的速度控制；作为列车在车站停车后打开车门以及站台门的依据。

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、查询一应答器法、交叉感应线圈法、卫星定位法。测速定位法的原理是在车轮外侧安装光栅，按车轮旋转次数与转角计算出列车的位移。查询一应答器法是在线路上按一定间隔设置应答器，应答器内存储了其所在位置的公里标，列车上的查询无线经过时读取位置信息。交叉感应线圈法是在线路上敷设轨道电缆，将轨道电缆每隔一定距离交叉一次，利用交叉回线列车可测算

出自己的位置。

另外，还有多普勒雷达法、无线扩频列车定位法、惯性列车定位法、航位推算系统定位法、漏泄波导法、漏泄电缆法等。

2) 安全距离。安全距离是后续追踪列车的命令停车点与其前方障碍物之间的一个固定距离。障碍物可以是确认了的前行列车尾部的位置或者无道岔表示（道岔故障）的道岔位置。该距离是基于列车安全制动模型计算得到的一个附加距离，它保证追踪列车在最不利条件下能够安全地停止在前行列车的后方不发生冲撞。所以，安全距离是移动闭塞系统中的关键，是整个系统设计的理论基础和安全依据。

移动闭塞基本原理为线路上的前行列车经 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，传送给后续列车的 ATP 车载设备。后续列车与前行列车总是保持一个“安全距离”。该安全距离是介于后车的目标停车点和确认的前车尾部之间的一个固定距离。在选择该距离时，已充分考虑了在一系列最坏的情况下，列车仍能够被安全地分隔开来。

如图 2-5 所示，安全距离是附加在列车常用制动距离上的一段富余量。列车行驶过程中，追踪列车  $T_2$  和前行列车  $T_1$  始终保持一个常用制动距离加上一个安全距离，即一个移动闭塞间隔，以确保在最不利的情况下，追踪列车和前行列车不发生碰撞。安全距离与线路状况、列车性能等因素有关。通常在系统设计阶段规定了系统能使用的最小安全距离，同时在满足运营时间间隔的前提下，采用比理论计算值大的安全距离，提高系统运行的安全性。

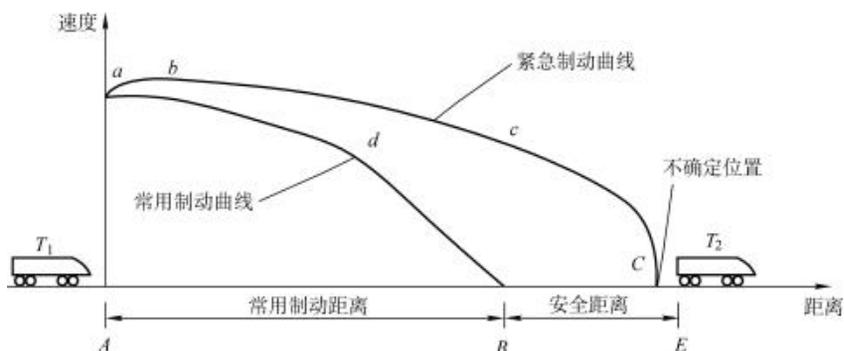


图 2-5 安全距离示意图

3) 目标点。目标点是列车运行的行车凭证，如同固定闭塞系统中的允许信号，列车只有获得了目标点，才能够向前移动。目标点通常是设在列车前方一定距离的某个位置点，一旦设定，即表明列车可以安全运行至该点，但不能超过该点。移动闭塞系统就是通过不断前移列车的目标点，引导列车在轨道上安全运行。

### (3) 移动闭塞系统的组成和特点

1) 移动闭塞系统的组成。移动闭塞系统主要包括无线数据通信网、车载设备、区域控制器和控制中心等。如图 2-6 所示是典型的 CBTC 系统结构框图。地面和车载设备通过“数据通信网络”连接起来，构成系统的核心。

无线数据通信是移动闭塞实现的基础。通过可靠的无线数据通信网，列车将位置、车次、列车长度、实际速度、制动潜能和运行状况等信息以无线的方式发送给区域控制器；区

域控制器追踪列车并通过无线传输方式向列车发送移动授权。车载设备包括无线电台、车载计算机和其他设备（如传感器、查询器等）。列车将采集到的数据（如机车信息、车辆信息、现场状况和位置信息等）通过无线数据通信网发送给区域控制器，以协助完成运行决策；同时对接收到的命令进行确认并执行。

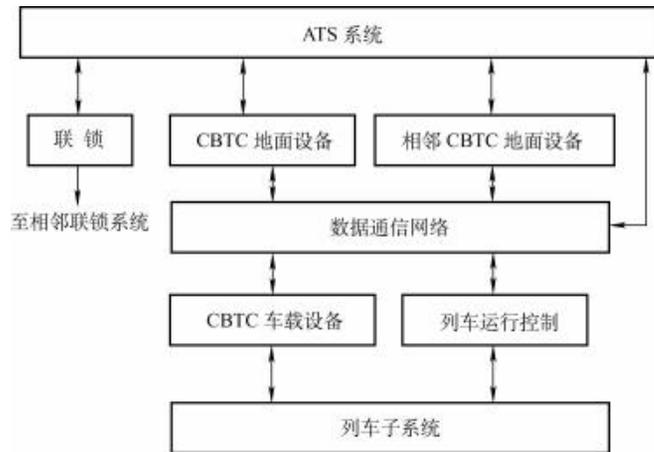


图 2-6 典型的 CBTC 系统结构框图

目前，国内轨道交通行业主要采用的是 Seltrac 移动闭塞系统，如武汉城市轨道交通 1 号线是第一个开通的移动闭塞式 ATC 系统。

典型的 Seltrac 移动闭塞系统主要由 3 个控制层次，共 5 个子系统构成，如图 2-7 所示。

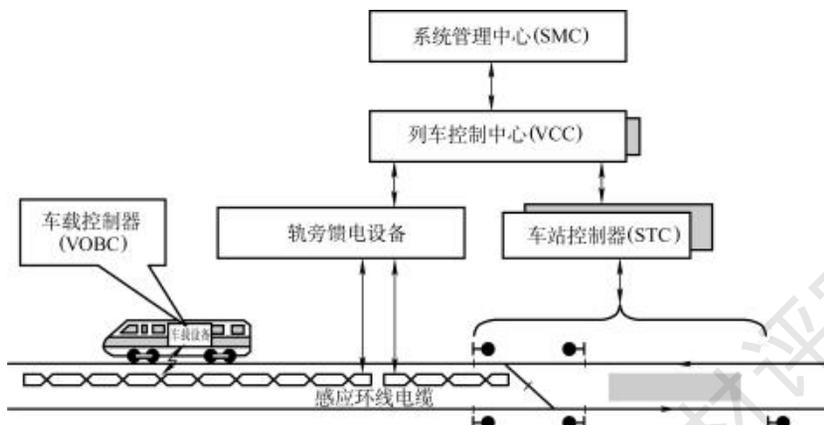


图 2-7 移动闭塞系统框图

① 管理层，由系统管理中心（SMC）子系统构成，主要实现 ATC 功能，对列车进行自动监督和实现调度管理。

② 操作层，由列车控制中心（VCC）子系统构成，负责计算列车的安全运行间隔。它综合来自车载控制器（VOBC）的列车位置、速度、运行方向信息和来自车站控制器（STC）的轨旁设备（如道岔等）的状态信息，实现列车的运行和轨旁设备的联锁，达到在

移动闭塞运行方式下控制列车安全运行的功能。

③ 执行层，由车站控制器（STC）、车载控制器（VOBC）和感应环线 3 个子系统构成，负责解释和执行 VCC 发来的控制命令，并向 VCC 报告所辖设备的状态信息。其中，STC 负责对轨旁设备（道岔、计轴器、站台发车表示器、站台门等）的控制和信息采集；VOBC 则对列车的运行进行控制并反馈列车的状态信息；而感应环线则是列车和 VCC 间通信的传输介质，同时系统利用环线电缆、环线电缆交叉以及 VOBC 中的转速计实现对列车的定位。

2) 移动闭塞系统的特点。移动闭塞与传统的固定闭塞相比，具有以下特点：

① 线路没有固定划分的闭塞分区，列车间隔是动态的，并随前一列车的移动而移动。

② 列车间隔是按后续列车在当前速度下所需的制动距离，加上安全余量计算和控制的，这样可确保不追尾。

③ 制动的起点和终点是动态的，轨旁设备的数量与列车运行间隔关系不大。

④ 可实现较小的列车运行间隔。

⑤ 采用地车双向数据传输，信息量大，易于实现无人驾驶。

**(4) 移动闭塞系统的主要运行模式及行车办法** Seltrac 可以提供两种主要运行模式，即列车自动控制（Automatic Train Control，简称 ATC）模式和后退模式。

1) 列车自动控制模式。在 ATC 模式下，系统根据 Seltrac 移动闭塞原理自动地控制列车，列车司机的干预最少。该模式是 ATC 系统和列车运营服务的常用工作模式。正常运营条件下，列车的运行由车辆控制中心进行控制，列车在 ATC 系统控制下自动地在整个线路上运行，列车司机仅对列车运行进行监视。ATC 系统将在车场边界转换轨处进行列车自检，并在自检成功后自动投入到正线运营当中。退出运营的列车将自动返回到车场边界转换轨，车场的列车自动监控子系统（Automatic Train Supervision，简称 ATS）从这里控制列车进入车场。

① 信息传输路径。ATC 模式下的信息传输路径如图 2-7 所示。

② 进路与道岔控制。在 ATC 模式下，VCC 负责列车的安全间隔和运行（安全运行还包括对道岔的操作）。VCC 按照 SMC 中执行的时刻表（或运行线）正确排列进路。当列车按所分配的进路前进时，VCC 将在列车前方预留相应的轨道及道岔，并在允许列车通过之前命令 SRC 转换道岔到所需位置。当 VCC 确认列车已从相关轨道及道岔出清，预留取消。一旦中心调度员在中心控制室的 VCC 终端上设置了人工进路预留（MRR）或者调度员人工单独预留道岔命令，系统就不会自动转换道岔。

③ 信号显示与计轴状态。在 ATC 模式下，信号机显示蓝色以提醒列车司机信号机防护区域是“自动”区域，人工列车（限制人工或非限制人工）禁止通过。在 ATC 模式下，ATC 系统不会在信号机上显示其他灯光。计轴器在 ATC 模式下仍然工作，但其检测的列车定位信息将不返回给 VCC，即计轴状态不参与 ATC 模式下的联锁逻辑。

④ 运行方式。列车可在 ATO 驾驶模式、人工保护驾驶模式以及无人驾驶模式下运行。在 ATC 模式下，VCC 对站台紧急停车按钮以及中央紧急停车按钮的按下进行响应。ATC 系统有能力使列车在线路的任何区域上双向运行。双向运行可以有效应对线路的任何部分由于特殊原因（如轨道阻塞）而采取的自动变更运行。与正向运营一样，反向运行时信号系统提供 ATP、ATO 及 ATS 的功能。

2) 后退模式。后退模式可以使列车人工驾驶（限制人工或非限制人工）运行，是考虑

到 ATC 系统设备故障，或没有配备 ATC 设备的列车要在正线线路上运行而设计的。当出现 VCC 严重故障、感应环线故障或者车载 VOBC 故障时，后退模式可以提供一种降级服务。此时，列车采用人工驾驶，按照轨旁信号机显示运行。

后退模式根据移动闭塞系统的故障影响分为全人工后退模式和局部后退模式。全人工后退模式下，单个或全部的 STC 将不受 VCC 控制，该 STC 控制下的所有正线区域均以自动闭塞运营；局部后退模式则是指 STC 控制的个别信号机防护的区段以自动闭塞方式运营，其余区域仍以移动闭塞方式运营。

① 后退模式的特点。后退模式下的行车是单方向的，用于使无通信列车进入固定闭塞下运营，在确保安全的前提下，达到一定的运输能力，系统中的 STC 设备可以为其控制区域内的列车提供地面信号，以保证列车安全运行。进路由中央调度员或车站值班员采取设置人工进路的方式设置的，并将进路上有关道岔设到所要求的位置。

② 后退模式的功能。后退模式时，轨旁信号机平时点亮红灯，在人工办理了进路、联锁条件满足的情况下开放允许信号，在禁止信号“红灯”不能点亮的情况下不能开放任何允许信号。

在后退模式下，STC 根据区段占用状态和道岔位置等联锁条件来设置信号机的显示。因此，一旦调度员设置了人工进路，当列车占用了该进路计轴区段时，防护该进路的信号机将显示“红灯”。当列车出清该占用区段后，如果所有的道岔都处在“正常”进路所要求的正确位置，则该区段信号机自动开放，显示“绿灯”；如果所有的道岔都处在“变更”进路所要求的正确位置，则该区段信号机自动显示“黄灯”。当道岔处于锁闭状态时，信号机才能显示开放的信号（绿灯或黄灯）。

STC 根据中心 SMC（或处于局部后退模式的 VCC）的指令或 SMC 本地工作站控制指令转动道岔，并依据联锁条件设置信号机的显示。假如接近计轴区段并且道岔区段均空闲，则在 STC 将信号机成功设置为红灯后，命令道岔开始转动；当道岔转到规定位置并锁闭后，STC 检查所有的联锁条件，均符合时就将信号机设置为允许灯光显示。

如果 STC 收到道岔转换指令时接近计轴区段有车且道岔区段空闲，STC 则将信号机显示为“红灯”后 60s 计时；一旦计时结束，若道岔区段无车，则 STC 开始转动道岔，使其转到规定的位置。

③ 后退模式的转换。后退模式与自动模式的相互转换时机取决于行车调度员，而时间长短主要取决于列车司机、调度员以及系统中正在运行的列车数量。当 VCC 发生故障时，行车调度员开始干预，系统将在大约 60s 内从自动模式转入全人工后退模式。只有所有的人工预留进路均已取消，所有线路上正在以人工模式运行的列车都重新进入自动模式，并且行车调度员进行干预，系统才能启用全自动运行模式，否则系统将维持原局部人工运行模式或全人工运行模式。

#### 4. 电话闭塞

电话闭塞是当基本闭塞设备不能使用时，由区间两端站的车站值班员利用站间行车电话以发出电话记录号码的方式办理闭塞的一种方法。

电话闭塞不论单线或双线，均按站间区间办理。由于没有机械、电气设备控制，全凭制度约束来保证行车安全，因此办理手续必须严格。为保证同一区间在同一时间内不会用两种闭塞法，在停用基本闭塞法改按电话闭塞法或恢复基本闭塞法时，均需行车调度员下达调度

命令后方准采用，行车凭证为路票。

当遇有下列情况时，需改用电话闭塞法行车：

1) 基本闭塞设备发生故障时：

① 自动闭塞设备发生故障或停电，包括区间内两架及其以上信号机故障或灯光熄灭。

② 移动闭塞采用全人工后退模式。

2) 无双向闭塞设备的双线区间反方向发车或改按单线行车时。无双向闭塞设备的双线区间反方向发车只能改按电话闭塞进行。

当无双向闭塞设备的双线区间的一条正线因施工或其他原因封锁，另一条正线改按单线行车时，虽然该正线正方向闭塞设备能使用，但由于该正线的反方向无闭塞设备，如果对该线路正方向与反方向运行的列车采用不同的闭塞方法，不但增加了行车调度员发布变更或恢复基本闭塞法命令的次数，而且车站办理时容易发生错误。因此，双线改按单线行车时，上、下行运行的列车均需改用电话闭塞。

3) 列车由区间折回。

4) 施工列车或轨道车运行。

遇列车调度电话不通时，闭塞法的变更或恢复，应由该区间两端站的车站值班员确认区间空闲后，直接以电话记录办理。

### 扩展阅读

#### 地铁武昌站“40min”，行车值班员眼不停手不歇

地铁武昌火车站是4号、7号线换乘站，春节假期最后一天，车站迎来返程客流高峰。上午11时起，随着多趟铁路列车集中到达，与国家铁路接驳的地铁站也热闹起来。武汉地铁4号线武昌火车站车控室内，行车值班员唐琪目不转睛地盯着监控屏幕，观察各个出入口、通道、安检口的客流变化情况，通过对讲机指挥站厅岗人员。

C出入口是唐琪重点关注的地方，她说：“因为下火车的旅客绝大多数从C口进站乘地铁，他们拎着大包小包坐电梯下来，我们必须实时关注，一旦出现人员聚集，马上采用迂回铁马护栏，帮助乘客有序排队。”C出入口旁边早就摆好铁马护栏，只需将其中几个变换方向，就能立刻使用。

客流是有规律的，特别是与火车站接驳的地铁站，每天会接到中国国家铁路集团有限公司传来的列车时刻表，辅助加强客流引导。11时40分，第一波客流高峰结束，行车值班员40min内眼观六路、耳听八方，一刻不停地协调处理各种事情。

目前武汉地铁与武昌火车站、汉口火车站、武汉火车站、武汉东站、天河机场均有接驳，假期最后一天由于大量乘客返程，地铁“四站一场”接驳站点客流恢复明显。为了方便乘客快速进站乘车，2号线汉口火车站进站通道、进站闸机、站台等处增设临时岗位或增派工作人员，疏导乘客快速进站，如遇携带大件行李或行动不便乘客实行“一对一”或“多对一”帮扶。4号线武汉火车站、5号线武汉站东广场东西进站口均设置双安检点位，客流高峰时段启用备用安检点，有效分散客流，提升乘客进站效率。

## 二、列车运行模式的基本特征及运用

目前地铁车辆的5种列车驾驶模式的特征及运用如下。



列车运行驾驶模式

### 1. ATO 模式（列车自动驾驶）

(1) **基本特征** ATO 模式是优先级最高的驾驶模式，通过 ATC 信号系统实现。在该种模式下，两站间的列车自动运行，列车的运行不取决于列车司机。列车司机负责监督 ATP/ATO 指示，列车状况，所要通过的轨道、道岔、信号的状态，必要时加以干预。

(2) **基本运用** 正线的正常运行（包括折返线和试车线）。

### 2. AR 模式（自动折返）

(1) **基本特征** AR 模式包括列车的自动换向和有折返轨的自动折返。其中，有折返轨的自动折返又可分为人工折返和无人折返。

(2) **基本运用** 在折返站和具有换向功能的轨道区段使用。

### 3. SM 模式（受 ATP 监控的人工驾驶）

(1) **基本特征** SM 模式是次优先级的驾驶模式，正常情况下培训时采用，或当 ATO 设备故障，但车载和轨旁的 ATP 设备良好时必须采用。在 SM 模式下，列车司机必须根据显示屏显示的推荐速度驾驶列车，当实际速度在推荐速度 $-1\text{km/h}$ 到推荐速度 $4\text{km/h}$ 范围时，会有声音报警；当实际速度大于推荐速度 $4\text{km/h}$ 时，ATP 产生紧急制动，列车司机要负责监督列车状况，所要通过的轨道、道岔、信号的状态。列车司机以 SM 模式驾驶时，要保持按下警惕按钮，否则会产生紧急制动。列车司机以 SM 模式驾驶列车进站，车停在停车窗内，ATP 给出门释放命令后，列车司机手动开门。

(2) **基本运用** ①ATO 故障时的降级运行；②运行时轨道上发现有障碍物（如人）；③列车在下雨时在地面站行驶。

### 4. RM 模式（限制人工驾驶）

(1) **基本特征** RM 模式是较低级的驾驶模式，在该模式下，列车由司机驾驶，司机负责监督 ATP/ATO 指示显示，列车状况，所要通过的轨道、道岔、信号的状态，速度不能大于 $25\text{km/h}$ ，ATP 只提供 $25\text{km/h}$ 的超速防护。

(2) **基本运用** ①车辆段运行；②联锁、轨道电路、ATP 轨旁设备故障；③列车紧急制动以后。

### 5. URM 模式（非限制人工驾驶）

(1) **基本特征** URM 模式是故障级驾驶模式，在该模式下，列车的运行完全由司机负责，没有 ATP 的监控。国内部分地铁车辆采用 URM 模式时，列车前进最高速度可达 $80\text{km/h}$ ，后退最高速度可达 $10\text{km/h}$ 。

(2) **基本运用** ①车载 ATP 设备故障，不能使用；②车辆部分设备检修和调试。

在城市轨道线路上，司机可根据线路、设备状态及运营要求，以任何一种驾驶模式驾驶列车运行。

以国内城市轨道交通某种车型为例，各种驾驶模式的特性和运用见表 2-1。

表 2-1 各种驾驶模式的特性和运用

模式	定义	基本特性	运用
ATO	列车自动驾驶模式	自动控制两站间的列车运行。列车司机负责监督 ATP 及 ATO 的显示, 列车运行状态, 通过的轨道、道岔和信号的状态, 必要时加以人工干预	地铁正线的正常运行方式
SM	受 ATP 监控的人工驾驶模式	列车运行由列车司机驾驶, 列车的运行速度受 ATP 监控, 如果列车的极限速度超过了 ATP 允许速度, 则列车产生紧急制动而停车。列车司机负责驾驶列车, 监督 ATP 的显示	ATO 故障时 (但车载和轨旁的 ATP 设备良好) 降级运营
RM	受限制的人工驾驶模式	列车运行由司机驾驶, 列车的运行速度不能大于 25km/h, 如果超过, 则列车产生紧急制动而停车。列车司机负责列车运行安全	列车在车辆段范围内运行 (试车线例外), 或联锁、轨道电路、ATP 轨旁设备、ATP 列车天线发生故障及列车紧急制动后运行
URM	非限制人工驾驶模式	切除 ATC 后才起作用, 使用时必须经过行调的批准, 列车运行由司机控制, 车辆本身不再有限制速度监督	车载 ATP 设备故障或联锁故障后采用降级的行车组织办法时使用
AR	自动折返模式	自动控制列车折返, 司机可以不在列车上及不干预进行列车折返作业。司机负责检查自动折返前乘客已经下车, 车门已经关闭, 才操作位于站台端墙处的自动折返按钮	在设有自动折返功能的折返站计划采用的方式



驾驶模式转换—  
改变进路闭塞法



驾驶模式转换—  
列车出库出段



驾驶模式转换—  
雨天换 ATP 及掉码恢复

### 三、列车运行组织方式

#### 1. 行车组织原则

1) 在 ATC 系统正常的情况下, 客运列车 (简称客车) 以 ATO 模式驾驶, 列车司机需在客车出库或交接班时输入乘务组号。在有 ATS 计划运行图时, 客车进入正线运行时自动接收目的地及车次信息; 在没有 ATS 计划运行图时, 客车在正线运行时, 列车司机或行调需输入目的地码和车次号信息。

2) 正常情况下正线上列车司机凭车载信号显示或行调命令行车, 按运营时刻表和 DTI 显示时分掌握运行及停站时间。

3) 非正常情况下行车时, 列车司机应严格掌握进出站、过岔、线路限制等特殊运行速度。

4) 客车在运行中, 列车司机应在前端驾驶, 如推进运行时由副列车司机或引导员在前端驾驶室引导和监控客车运行。

5) 在车场范围内指挥列车或车场调车的信号以地面信号和调车专用电台为主, 手信号旗/灯为辅。

6) 调度电话、站车无线电话用于行车工作联系, 须使用标准用语。

7) 客车司机可使用客车广播系统向乘客进行信息广播。遇信息广播故障时, 可使用人工广播, 若人工广播也不能使用时, 报告行调, 按行调的指示办理。

8) 当客车发生晚点时, 行调应根据客车晚点情况及时采取措施, 调整客车运行。

## 2. 行车调度概述

1) 调度机构是轨道交通系统日常运输工作的指挥中枢, 凡与运输有关各部门、各工种都必须在调度的统一组织指挥下, 进行日常生产活动。调度机构的基本任务是科学地组织客流, 合理地运用设备, 组织运输有关各部门、各工种协同作业, 确保实现列车运行图, 努力完成运输生产任务, 提高运输效率和经济效益。值班调度主任是调度班组工作的组织者和领导者, 其主要工作职责是传达、贯彻和执行上级有关文件、命令及指示, 负责完成本班组各项运输指标, 主持接班会, 布置有关注意事项, 检查安全生产情况, 掌握列车运行图执行情况, 负责检修、施工和救援工作的把关, 主持事故分析会等。

2) 行车调度是调度机构的核心工种。行调担负着指挥列车运行、贯彻安全生产、实现列车运行图、完成运输计划的重要任务。行调是列车运行的组织指挥者, 负责监控或操纵列车运行控制设备, 掌握列车运行、到发情况, 发布调度命令, 检查各站、段执行和完成行车计划情况, 在列车晚点或运行秩序紊乱时采取有效措施尽快恢复按图行车, 发生行车事故要迅速采取救援措施, 并向上级和有关部门报告, 以及填写各种表报等。



调度自动化  
控制方式

## 3. 行车指挥自动化时的列车运行组织

行车指挥自动化是利用电子计算机控制调度集中设备, 指挥列车运行的一种自动远程遥控设备。在行车指挥自动化时, 自动闭塞为基本闭塞法。行车指挥自动化子系统的主要功能如下。

1) 由基本列车运行图或计划列车运行图生成使用列车运行图。

2) 自动或人工控制管辖范围内各车站的发车表示器、道岔以及排列列车进路。

3) 跟踪正线列车运行, 显示各车站发车表示器开闭、进路占有和列车车次、列车运行状态等。

4) 自动或人工进行列车运行调整。

5) 自动绘制实际列车运行图和生成运营统计报告。

(1) **列车运行组织** 在行车指挥自动化情况下, 由电子计算机通过调度集中设备实现当日使用列车运行图、列车进路自动排列和列车运行自动调整, 指挥列车运行。控制中心ATS通常储存数个基本列车运行图, 经过加开或停运列车等修改后的基本列车运行图称为计划列车运行图。使用列车运行图是当日列车运行的计划, 由基本列车运行图或计划列车运行图生成。行调通过显示盘与工作站显示器, 准确掌握线路上列车运行和分布情况、区间和站内线路的占用情况以及发车表示器的显示状态和道岔开通位置等。行调也可应用人工功能, 通过工作站终端键盘输入各种控制命令, 控制管辖线路上的发车表示器、道岔及排列列车进路, 进行列车运行调整。

在行车指挥自动化情况下, 列车占用区间的行车凭证为列车收到的速度码, 凭发车表示器显示的稳定白色灯光发车, 如发车表示器故障无显示, 凭行车调度员的命令发车。追踪运行列车的安全间隔由ATP子系统自动实现。

(2) **控制中心 ATS** 行车指挥自动化子系统 (ATS) 包括控制中心 ATS 设备、车站 ATS 设备和车载 ATS 设备 3 部分。控制中心 ATS 设备是一个实时控制系统, 由调度控制和数据传输电子计算机、工作站、显示盘和绘图仪等构成, 电子计算机按双机备份配置; 车站 ATS 设备由列车与地面间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 设备由列车与地面间数据传输设备等构成。

(3) **列车正线运行** 列车正线运行可采用以下几种驾驶模式。

1) 列车自动驾驶 ATO 模式。列车出发前, 在列车进路已设置完毕、车门及站台门已关闭的条件下, 列车司机可操作列车进入自动驾驶模式。车载 ATO 系统根据从线路上接收到的速度码, 自动控制列车加速、巡航、惰行、制动, 控制列车按要求停车, 并自动控制车门、站台门的开启。车门、站台门的关闭是由列车司机按压关门按钮完成的。列车司机主要监督车载 ATP/ATO 设备的状态显示, 并注意列车运行所经过的线路状况 (如道岔、信号机), 必要时可人工进行干预, 以保证行车安全。列车在站台停车时如果超出了停车区域, 则车门和站台门均不能打开。

2) ATP 监控的人工驾驶 SM 模式。在 ATO 设备故障, 但车载和轨旁的 ATP 设备良好, 列车发车前, 列车进路已设置完毕、车门及站台门已关闭的条件下, 列车司机操作列车进入 ATP 监控的人工驾驶 (SM) 模式。列车由列车司机驾驶, 运行速度受“列车超速防护 (ATP) 系统”的实时监督。当列车运行速度接近 ATP 限制速度时, 系统对列车司机给出声、光报警信号, 提醒列车司机注意。如果列车司机未采取措施, 列车的运行速度超过了限制速度, 并达到了列车“紧急制动曲线”确定的速度, ATP 系统将对列车实施紧急制动。一旦产生紧急制动, 不能进行人工缓解, 必须待列车停稳并经特殊操作后才能重新起动列车。到站停车时, 与采用 ATO 驾驶模式的列车停站规定相同。

3) 限制人工驾驶 RM 模式。列车司机根据信号显示等要求, 操作列车进入“限制人工驾驶模式”, 一般设定的限制速度为 25km/h, 若列车运行速度超过 ATP 限制速度, 产生紧急制动。在此模式下运行, 列车司机对列车运行安全负责。此运营模式主要作为联锁设备故障情况的降级运行模式及列车在车辆段内的运行模式。

4) 非限制人工驾驶 URM 模式。在此模式下 ATP 系统将不起任何作用, 列车运行的安全完全由调度员、车站值班员和列车司机人为保证。列车司机必须使用特殊的钥匙开关才能进入该模式。

(4) **列车出入段** 车辆段内的列车驾驶模式采用限制人工驾驶 (RM) 模式。所有设备正常的情况下, 列车按照设计的模式运行。因车辆段没有安装轨旁 ATP 设备, 且联锁设备为 6502 电气集中联锁或微机联锁, 与 ATP 设备没有接口关系, 列车在车辆段范围内只能用 RM 模式运行, 车载 ATP 提供 25km/h 的超速防护。

列车出入段的程序如下:

- 1) 列车整备完毕列车状态符合正线服务后, 报告车场信号值班员列车整备完毕。
- 2) 确认出场信号开放, 按该列车出车场时刻以 RM 模式驾驶列车出库, 整列离开库门前限速 5km/h。库大门前、平交道口应一度停车, 确认线路状况良好后动车。
- 3) 列车运行到转换轨一度停车, 待显示屏收到速度码, “ATO”灯亮后, 列车司机确认进路防护信号开放, 以 ATO/SM 模式运行至车站。

(5) **列车运行调整**

- 1) 自动列车运行调整。在执行自动列车运行调整功能时, ATS 系统根据使用列车运行

图对早、晚点时间在一定范围内的图定列车自动进行列车运行调整。自动列车运行调整通过控制列车的停站时间和列车的运行等级来实现。列车运行等级的自动降低或升高可实现列车运行速度的自动控制。列车运行等级的设置如下：

① 运行等级 1。ATS 限速等于 ATP 限速，列车在 ATS 限速正负 2km/h 范围内调速。

② 运行等级 2。ATS 限速等于 ATP 限速，但经过惰行标志线圈后，在列车速度高于 30km/h 时，惰行进站停车；在列车速度低于 30km/h 时，提速至 30km/h 运行。

③ 运行等级 3。除 ATP 限速为 20km/h 和 30km/h 外，ATS 限速等于 75% 的 ATP 限速，例如，在 ATP 限速为 65km/h 时，ATS 限速为 48km/h。

④ 运行等级 4。ATS 限速等于 65% 的 ATP 限速。

针对列车运行偏离列车运行图的各种可能，ATS 系统设置了太早、很早、早点、太晚、很晚、晚点及最大、最小停站时间参数。表 2-2 为某城市轨道交通企业 ATS 系统上述各参数的现行取值。系统计算列车实际到站时间与列车图定到站时间的差值，并将此差值与上述 8 种参数进行比较，根据比较结果确定列车运行调整方法。

表 2-2 列车运行调整比较参数取值

参数	取值/s	参数	取值/s
太早	90	太晚	90
很早	60	很晚	60
早点	10	晚点	10
最大停站时间	60	最小停站时间	20

① 在早于“太早”和晚于“太晚”时，系统不能进行自动列车运行调整。

② 在“早点”与“晚点”之间时，系统不进行列车运行调整。

③ 在“太早”与“很早”之间时，列车降低一个运行等级，调整列车停站时间。

④ 在“很早”与“早点”之间时，列车运行等级不变，调整列车停站时间，停站时间改为图定停站时间加上早点时间，但调整后的列车停站时间不大于列车最大停站时间。

⑤ 在“晚点”与“很晚”之间时，列车运行等级不变，调整列车停站时间，停站时间改为图定停站时间减去晚点时间，但调整后的列车停站时间不小于列车最小停站时间。

⑥ 在“很晚”与“太晚”之间时，列车升高一个运行等级，调整列车停站时间。

2) 人工列车运行调整。凡列车早点早于“太早”、晚点晚于“太晚”或列车运行秩序较紊乱时，控制中心 ATS 可执行人工功能，由行车调度员进行人工列车运行调整。

在列车早点早于“太早”和晚点晚于“太晚”时，可在不退出自动功能情况下执行人工功能进行列车运行调整，此时，人工功能优先于自动功能。但执行人工功能时设定的列车停站时间和列车运行等级仅对经过指定车站的指定列车一次有效。当指定列车经过指定车站后，系统将自动恢复对经过该站的后续列车进行自动列车运行调整。

在列车运行秩序较紊乱时，应退出自动功能，进行人工列车运行调整，待列车运行基本恢复正常后，再进入列车运行调整的自动功能。人工列车运行调整的主要方法如下。

① 列车跳站停车。列车跳站停车分为列车载客跳站停车和列车空驶跳站停车两种。列车载客跳站停车应严格掌握，客流较大的车站原则上不应组织列车跳停通过，仅在由于车辆或其他设备故障、发生事故，车站因乘客滞留造成拥挤等原因引起列车运行秩序紊乱，以及



特殊需要时，方准列车载客跳停通过。安排列车跳站停车应考虑越站乘客是否有返回乘坐的列车，末班列车不办理列车载客跳停通过。为了缓解客流压力或因列车晚点影响后续列车运行时，准许始发列车空驶跳停，但不宜连续两个空驶列车跳停。组织列车跳站停车时，行调要加强预见性和计划性，提前下达命令。列车司机和车站有关人员应对乘客作好宣传解释工作，车站应维持秩序，组织好乘客乘降，保证乘客安全。

列车跳站停车的设置可由行调在工作站上进行，也可由行调命令列车司机在当次列车上进行，前者称为中央设置，后者称为列车设置。中央设置对允许跳停车站有所限制，并且不能设置一列车在两个车站连续跳停。列车设置对允许跳停车站没有限制，并且具有连续设置跳停功能。

在行车组织上，为保证一定的服务水平和行车安全，规定如下。

- 一般情况下不采取列车跳站停车措施。
- 图定首、末班客运列车不办理列车跳站停车。
- 同一车站不允许连续两列车跳停通过。
- 除特殊情形外，客流较大车站不准列车跳停通过。

② 扣车。当一条线路的列车由于车辆及其他设备故障或某种原因不能正常运行，造成换乘站站台上乘客拥挤时，行调应采取扣车措施，即将另一条线路的上下行列列车扣在换乘站附近的各个车站，以缓和换乘站的压力。扣车时间一般应控制在 10min 内，如果堵塞线路的列车在短时间内不能恢复正常运行，可组织扣下的列车在换乘站通过。同时，行调应发布畅通线路各站停售跨线票的命令。

行调实施扣车应在列车到达指定站台停稳，并在发车表示器闪光前完成。如多列车分别在各站进行扣车时，行调应及时命令列车司机在指定车站扣车。实施扣车后，如要终止列车停站，行调应进行催发车。

③ 设置列车运行等级。除系统自动调整列车运行等级外，行调还可人工设置列车运行等级，即由初始设定的运行等级改设为其他运行等级。列车运行等级的设置可由行调在工作站上进行，也可由行调命令列车司机在当次列车上进行。行调设置只对指定列车一次有效。

#### 4. 调度集中时的列车运行组织

调度集中是指挥列车运行的一种远程遥控设备。在调度集中时，自动闭塞为基本闭塞法。调度集中系统由调度集中总机、进路控制终端、显示盘与显示器、描绘仪、打印机和电气集中联锁设备等构成。



调度集中控制方式

调度集中的主要功能：

- 控制管辖范围内各车站的信号机、道岔以及排列列车进路。
- 显示各车站信号机开闭、进路占用和列车车次、列车运行状态等。
- 自动绘制实际列车运行图。

(1) **列车运行组织** 在调度集中情况下，由行调人工排列列车进路，指挥列车运行以及进行列车运行调整。行调通过进路控制终端键盘输入各种控制命令，控制管辖线路上的信号机、道岔以及排列列车进路；通过显示盘与显示器，准确掌握线路上列车运行和分布情况、区间和站内线路的占用情况以及信号机的显示状态和道岔开通位置等。

在调度集中情况下，列车进入区间的行车凭证为出站信号机的绿灯显示。如出站信号机

故障，凭行调的命令发车。追踪运行列车的安全间隔由自动闭塞设备实现。

(2) **列车运行调整** 为了实现按图行车，行调要努力组织列车正点运行，而组织列车正点始发又是列车正点运行的基础。对始发列车，行调应在列车出段、列车折返交路和客流情况等各方面进行具体掌握和组织，以确保正点始发。

在始发站列车正点始发的情况下，由于途中运缓、作业延误或设备故障等原因，难免出现列车运行晚点的情况。此时，行调应根据列车运行的实际情况，按恢复正点和行车安全兼顾的原则，根据规定的列车等级进行运行调整，尽可能在最短时间内使晚点列车恢复正点运行。

列车的等级依次为：专运列车、客运列车、调试列车、空驶列车和其他列车。在抢险救灾情况下，优先放行救援列车。对同一等级的客运列车，可根据列车的接续车次和载客人数等情况进行运行调整。列车运行调整的主要方法有：

- 1) 始发站提前或推迟发出列车。
- 2) 根据车辆的技术状况、列车司机驾驶水平和线路允许速度，组织列车加速运行、恢复正点。
- 3) 组织车站快速作业，压缩列车停站时间。
- 4) 组织列车跳站停车。
- 5) 变更列车运行交路，组织列车在具备条件的中间站折返。
- 6) 组织列车反方向运行。在双线线路上，如一个方向列车密度较大，而另一个方向列车密度较小，为了恢复正点运行，可利用有道岔车站的渡线，将列车转到列车密度较小的线路上反方向运行。
- 7) 扣车。
- 8) 调整列车运行时间间隔：当换乘站由于客流骤增造成作业困难时，行调可根据列车的运行情况，适当调整列车运行时间间隔，尽量避免各线列车同时到达换乘站。
- 9) 在环形线情况下，当一条线路运行秩序紊乱时，要尽力维持另一条线路列车的正常运行，并通知各站组织乘客乘坐畅通线路方向的列车。
- 10) 停运列车。

行调对列车运行调整方法的选择，取决于列车运行的具体情况。而在实际工作中，往往又可以是几种列车运行调整方法结合运用。

### 5. 调度监督时的列车运行组织



调度监督控制方式

调度监督是一种行调能监督现场设备和列车运行状态，但不能直接进行控制的远程监控设备。轨道交通系统采用调度监督组织指挥列车运行，通常是新线在信号系统尚未安装情况下投入运营时采用的过渡期调度指挥方式。为了实现调度监督，除控制中心的显示盘等设备外，需在车站安装出站信号机等临时联锁设备。在调度监督时，双区间闭塞为基本闭塞法。双区间闭塞法即以两个站间区间为一个闭塞分区，如上海地铁采用的行车闭塞法有：自动闭塞、半自动闭塞、双区间闭塞法。

调度监督的主要功能有：

- 1) 显示各车站出站信号机开闭、区间闭塞、列车运行状态以及到站列车车次等。
- 2) 储存和打印列车运行时刻和出站信号机开放时刻等运行资料。

在调度监督情况下，由车站行车值班员排列列车进路、开闭出站信号，行调通过显示盘，

监督线路上各车站信号机开闭显示、区间闭塞情况和列车运行状态，组织指挥列车运行。

双区间闭塞法行车时，列车占用区间的凭证为出站信号机的绿灯显示，凭站务员手信号发车。追踪运行列车间的安全间隔按双区间要求，由双区间闭塞设备实现。

在按双区间闭塞法行车时，列车正线运行限速 60km/h。列车接近车站时，列车司机应加强对接近车站的瞭望，控制进站速度，遇有险情立即制动停车。列车进入通过式车站的限速为 40km/h，列车进入尽头式车站的限速为 30km/h。

在列车晚点或列车运行秩序紊乱时，行调应及时进行列车运行调整，尽快恢复按图行车，列车运行调整方法可参见调度集中时的列车运行组织，此处不再赘述。应该强调，在调度监督时，载客列车一般不安排跳站停车，如因特殊情况需要跳站停车，应经公司主管领导同意，由行调发布调度命令执行。在调度监督过程中，如发现车站行车值班员或列车司机有违章作业情况，行调应及时下令纠正，确保行车安全。

#### 6. 调度监督下半自动控制时的列车运行组织

在控制中心行车调度员的统一指挥下，由车站行车值班员操作车站微机联锁或电气集中联锁设备或临时信号设备控制列车运行。早期建成的城市轨道交通至今仍采用这种列车运行组织方式，一些新线由于信号系统尚未安装调试完毕，在过渡期采取这种方式进行行车组织。调度监督下的半自动控制可实现的功能如下：

- 1) 利用车站信号控制系统具有的联锁功能，车站行车值班员可对进路排列、道岔转换、信号开放实行人工操作。
- 2) 控制中心可实时反映进路占用、信号及道岔等的工作状态，对线路上的列车运行进行监护。
- 3) 控制中心可储存信号开放时刻、道岔动作、列车运行等各类运行资料，并可根据需要调用。
- 4) 车站可根据中央指令对列车运行进行调整。
- 5) 计算机自动绘制或人工绘制列车实际运行图。

#### 扩展阅读

#### 地铁人的一天——行调：地铁的“最强大脑”

如果将地铁行车网络比作人体的神经系统，那么行调便是“最强大脑”。他们是长沙地铁运营的一级指挥，担负行车指挥、施工组织、突发行车事件应急处置的重任，在地铁安全运营中起着举足轻重的作用。

23:30，一天的运营渐近尾声，行调通过无线调度台与末班车司机保持密切沟通，不仅要确认列车清客完毕，更要与司机确认折返路径，直至列车安全返回车辆段或停车场。

00:30，末班车顺利回段，施工组织紧接而来。行调要进行施工布置，确认接触网停电状态等安全条件。凌晨 1:00 左右，线网施工陆续展开，站台门月检、轨道探伤、道岔季检……任何细小的疏漏都可能影响当天的正常运营。近 4 个小时的作业，每一个环节的把控，每一项指令的发布，他们都如履薄冰，发令与操作执行严格的“双人确认”。

凌晨4:00,在组织完数十批次的施工作业后,行调又开始了运营前的安全检查。“呼叫全线各站及段/场运调”,按下调度台群呼键,开始发布命令,“山塘站,现与你站核对施工结束情况……”1h的反馈、确认紧锣密鼓,调度台、对讲机内应答与指令声不绝于耳。凌晨5:00,行调一边通过闭路电视监控系统观察着站台情况,一边确认全线各站已完成运营前检查并满足出车条件。

早上5:10,轨道车从车辆段出发,为首班车探路。行调密切关注着轨道车行进状态,与司机保持联动,一旦出现影响行车安全的因素,立即启动相应应急预案,确保首班车在6:30前到达指定位置,保障乘客准点出行。

排列进路、核对车次,早高峰来临前,列车已在行调的严密铺排下依次上线。“注意控制速度,按时刻表运行”,7:30过后,客流逐渐增大,他们一边通过闭路电视监控系统留意站台情况,一边通过显示屏密切盯控列车行驶进度。对讲机里,行调根据客流适时调整列车停站时间。在大多数乘客行色匆匆的早高峰时段,他们不仅要保障客运安全,还要通过延长列车停站时间、加开空客车直达客流大站等方式,尽可能提升运力,满足市民出行需求。

站台客流从密集到稀疏,正线列车从首发到回段,施工作业从请点到销点,行调将庞杂的业务知识融会贯通,保障运营平稳有序。他们的阵地只有24h不间断显示的动态屏、一字排开的电脑与手边不时响起的调度台,日复一日地在紧张有序的工作环境中,用高度的严谨与专注,守护着市民乘客的安全出行之路。

## 四、车站行车作业

### 1. 基本要求

(1) **执行命令听从指挥** 严格执行单一指挥制,车站行车工作由车站行车值班员统一指挥。列车在车站时,所有乘务员应在车站行车值班员指挥下进行工作。车站行车值班员应认真执行行调的命令和上级领导的指示。

(2) **遵章守纪按图行车** 认真执行行车规章制度,遵守各项劳动纪律。办理作业正确及时,严防错办和忘办,严禁违章作业。当班必须精神集中,服装整洁,佩戴标志,保证车站安全、不间断地按列车运行图接发列车。

(3) **作业联系及时准确** 联系各种行车事宜时,必须程序正确、用语规范、内容完整、简明清楚,严防误听、误解和臆测行事。

(4) **接发列车目迎目送** 接发列车严肃认真,姿势端正。认真做好“看”“听”“闻”,确保列车安全运行。

(5) **行车表报填写齐全** 行车表报包括各种行车凭证、行车日志和各种登记簿。行车凭证有路票和调度命令等,登记簿有“调度命令登记簿”“检修施工登记簿”和“交接班登记簿”等。应按规定内容、格式认真填写各种行车表报,保持表报完整、整洁。

### 2. 作业制度

(1) **行车值班员岗位责任制** 车站行车工作实行单一指挥制,行车值班员是车站行车

工作的组织者和指挥者。

行车值班员的岗位职责是：执行行调的命令和指示，统一指挥车站的行车工作。监视行车控制台的进路开通方向、道岔位置及信号显示，监视列车运行状态和乘客乘降情况。车站控制时，按列车运行图及行调下达的列车运行计划办理闭塞、排列进路、开闭信号、接发列车。填写行车凭证和其他各种行车表报。签认设备维修和施工登记。组织交接班工作。

(2) **交接班制度** 行车值班员交班时，应将列车运行和设备状态，上级指示和命令及完成情况等填记在“交接班登记簿”上，并口头向接班行车值班员交代清楚。行车值班员接班时，要了解列车运行情况，对行车设备、备品、表报进行检查后，签认接班。内、外勤行车值班员实行对口交接。

(3) **检修、施工登记制度** 行车值班员对各项检修及施工作业，应根据检修、施工计划，向检修、施工负责人交代有关注意事项后，方可登记。凡影响列车运行的临时设备抢修，要在与行调联系作业时间，并获同意后，方可登记。检修、施工作业结束后，行车设备经试验，确认技术状态良好，方可签认注销。

(4) **道岔擦拭制度** 道岔必须由专人负责定期擦拭。擦拭道岔，必须与行调联系，办理调控权下放手续。道岔擦拭时，车站控制室要有人监护，不准随意扳动道岔。擦拭道岔人员一律穿绝缘鞋，携带防护用具，擦拭前施放木楔，无关人员不得擅自进入道岔区，如需转换道岔，室内监护人员与现场擦拭人员应进行联系，说明道岔号码及定、反位，现场擦拭人员要离开道岔。道岔擦拭完毕，要认真清理现场，清点工具，撤除木楔，并检查有无妨碍列车运行及道岔转换的物品；试验道岔及确认良好后，与行调办理调控权上交手续，有关按钮由信号人员加封并作记录；填写“道岔擦拭登记簿”。

### 3. 接发列车作业

(1) **接发列车作业环节** 一般的城市轨道交通车站接发列车的基本程序为：办理闭塞、布置与准备进路、开闭信号、交接凭证、迎送列车、开通区间 5 个步骤。具体接发列车作业程序与信号联锁设备及其状态有关。

1) 办理闭塞。闭塞的实质是同一区间在同一时间内只允许一列车占用。办理闭塞实际上就是使出发列车取得占用区间的许可权。

城市轨道交通系统一般都采用自动闭塞，即随着列车的运行，自动完成闭塞作用。

当基本闭塞设备故障须采用代用闭塞法——电话闭塞法时，办理闭塞主要由区间两端车站行车值班员通过行车电话发出电话记录号码来办理闭塞。

#### 2) 布置与准备进路：

① 进路的布置。在轨道交通系统中，接发列车的关键是正确及时地准备好列车进路，值班站长或行车值班员必须亲自布置和确认进路是否准备妥当。布置准备进路时，一定要确定车次和列车占用线路情况。如果车站一端有两个及以上列车运行方向或双线反方向行车时，还应确定方向。

② 准备进路。准备进路与联锁设备有关。

A. 装有列控系统（ATC）的 ATS 子系统能根据列车运行图自动排列进路、开放信号。当中央 ATS 系统故障，可通过集中联锁站车站 ATS 人工排列进路。

B. 联锁全部故障或停电时，需要人工手摇道岔准备进路。手摇道岔时，应到《车站行

车工作细则》规定地点取得钥匙，打开钥匙孔盖上的锁，使钥匙盖向下方转动，露出手摇把孔。将手摇把插入孔内，用力摇动一定的圈数，听到“咔嚓”的声音后，即表示道岔已手摇到位，尖轨被锁闭。经过手摇的道岔不能自动恢复集中操纵。道岔转辙机底壳内的安全触点是自复式触点，抽出手摇把后安全触点也不能接通，电动转辙机处于断电状态。即使恢复供电，该道岔的电动转辙机仍不能动作，使人工转换过的道岔不改变其开通方向，以保证进路正确。

当故障处理完毕或恢复供电后，须恢复使用正常联锁，停止手摇道岔。应由电务人员使用专用钥匙打开电动转辙机盖，经确认设备处于正常状态后，接通安全触点，使钥匙孔盖恢复原来位置，手摇把孔被覆盖，人工转换停止，对电动转辙机及钥匙孔盖加锁。当道岔操纵电路恢复后，即纳入集中操纵。

3) 开闭信号。当集中联锁站接发列车进路准备好后，信号自动开放。由于轨道电路的作用，当机车或车辆第一轮对越过信号机后即自动关闭。引导信号（含人工引导信号）应在列车头部越过信号机（或引导人员）后及时关闭（或收回）。

4) 交接凭证。这里所说的凭证，是指发车信号机显示的进路信号以外的“证件”，如路票、列车进入封锁区间的“调度命令”等。交接凭证时要认真检查是否正确，注意安全，一般应停车交付。收回凭证后，要确认凭证是否正确，并及时注销保管。

5) 迎送列车。站台接发列车作业人员应在《车站行车工作细则》规定地点立岗迎送列车，注意列车运行状态，发现危及行车安全情况时，立即采取紧急措施。



车站接发列车

6) 开通区间。与办理闭塞相对应，接发列车作业完毕后，电话闭塞须开通区间，使区间恢复空闲，保证不间断地接发列车。

**(2) 接发列车作业程序及用语** 中央信号联锁故障，联锁站联锁设备良好，需人工在集中联锁站车站 ATS 上排列进路，列车在 ATP 保护下以 ATO 或 SM 模式驾驶运行，此时联锁站需办理接发列车作业。

1) 联锁站的接车作业程序见表 2-3。

表 2-3 接车作业程序及用语

作业程序	作业程序及用语			说明事项
	值班站长	行车值班员	站台站务员	
一、听取预告	1. 根据“行车日志”和车站 ATS 显示，确认接车线路空闲 2. 听取发车站预告“××次预告”并复诵，通知行车值班员“排列××次接车进路”			
二、准备进路、开放信号	4. 确认接车进路防护信号开放正确后，复诵“进路防护信号好了”，并通知发车站	3. 听取值班站长“排列××次接车进路”后，在车站 ATS 上排列列车进路，确认进路防护信号开放好后口呼“进路防护信号好了”		

(续)

作业程序	作业程序及用语			说明事项
	值班站长	行车值班员	站台站务员	
	(办理发车作业程序)			(列车通过)
三、接车	5. 听取发车站报点, 复诵并填写“行车日志”		7. 站台站务人员复诵“××次开过来, 准备接车”, 并立岗接车	
	6. 通知站台站务人员“××次开过来, 准备接车”并听取汇报		8. 监视列车到达(通过)并注意站台乘客安全	
	9. 监视列车到达	10. 监视列车到达(通过)		
四、报点	11. 向发车站报点: “××次(×点)×分×秒到(通过)”, 并填写“行车日志”			

2) 联锁站的发车作业程序见表 2-4。

表 2-4 发车作业程序及用语

作业程序	作业程序及用语			说明事项
	值班站长	行车值班员	站台站务员	
一、发车预告	1. 根据“行车日志”和车站ATS显示, 确认发车线路空闲, 向前一车站预告“××次预告” 2. 填写“行车日志”			
二、准备进路、开放信号	3. 接到接车站准备好接车进路的通知, 客车进站后排列列车发车进路 4. 通知行车值班员“排列×次发车进路” 6. 确认发车进路好后, 复诵“进路防护信号好了”	5. 听取值班站长“排列×次发车进路”的命令后, 排列发车进路。进路排列好后, 口呼“进路防护信号好了”		
三、发车	7. 通知站台站务人员“××次发车进路好了”		8. 确认后3节车门关闭好后, 向驾驶员显示“车门关闭好了”的手信号	
	11. 监视列车运行	10. 监视列车运行, 直至列车出清联锁区	9. 监视列车运行并注意站台乘客安全	
四、报点	12. 向接车站报点: “××次(×点)×分×秒开”			
	13. 填写《行车日志》			
	14. 向行调报点: “××次(×点)×分×秒开”			

#### 4. 列车折返作业



列车折返方式

线路终点站的折返线、中间站的存车线以及其他列车面临运行交路需要的折返线路，会有列车折返作业。

(1) 列车折返方式 列车折返方式根据折返线的布置分为站前折返和站后折返两种。

1) 站前折返。图 2-8a 是列车在终点站站前折返时的双渡线折返设备，图 2-8b 是列车在中间站站前折返时的单渡线折返设备。

采用站前折返方式，列车无空车走行，折返时间较短；乘客上下车同时进行，能缩短停站时间；此外，站线和折返线相结合，能节省投资费用。站前折返的缺点是出发列车与到达列车存在敌对进路交叉，影响行车安全；列车进出站通过道岔，致使列车速度受限制和乘客有不舒适感；乘客上下车同时进行，在客流量大的情况下，站台秩序会受到影响。

列车到发作业产生交叉干扰的条件是进路有交叉，并且占用进路的时间相同，两个条件必须同时具备才构成真正的进路交叉。在行车密度很大的情况下，采用站前折返方式，要完全消除到发列车的交叉干扰难度较大。

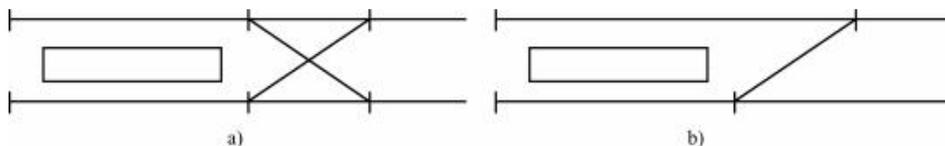


图 2-8 站前折返时的折返设备

a) 站前双渡线折返设备 b) 站前单渡线折返设备

2) 站后折返。图 2-9a 是列车在终点站站后折返时的尽端线折返设备，图 2-9b 是列车在中间站站后折返时的单渡线折返设备，图 2-9c 是列车在终点站站后折返时的环形线折返设备。

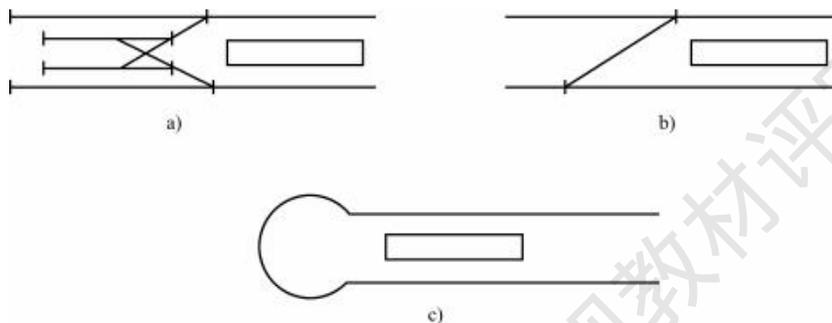


图 2-9 站后折返时的折返设备

a) 站后尽端线折返设备 b) 站后单渡线折返设备 c) 站后环形线折返设备

采用站后折返方式，能避免采用站前折返时存在的缺点，出发列车与到达列车不存在敌

对进路交叉，行车安全；而且列车进出站速度高，有利于提高旅行速度，因此，站后折返方式被广泛采用。站后折返方式的主要缺点是列车折返时间较长。

环形线折返设备能保证最大的通过能力，节约设备费用与运营成本。但它也存在一些缺点，如列车在小半径曲线上运行造成单侧钢轨磨耗，折返线不能停放检修列车，以及若用明挖法施工修建增大了开挖范围等。所以在线路的终点站常采用尽端线折返设备。采用尽端线折返设备，折返线既可供列车折返，也可供列车临时停留检修。

(2) 折返模式 折返模式有 3 种，分别为列车自动折返、ATP 监控的人工驾驶和人工折返。

1) 列车自动折返 (AR) 模式折返。列车自动折返 (AR) 模式仅在某些特定区段使用。对于站前折返，列车进入到达线站台即完成了折返作业，最后由此发车；对于站后折返，列车以允许的速度从到达停车线自动驾驶进入和驶出折返线，最后进入发车股道。当列车进入折返线停车时，列车自动转换前后驾驶室的控制权，原列车的后驾驶室控制列车前进。

2) ATP 监控的人工驾驶 (ATO 或 SM) 模式折返。ATP 监控的人工驾驶 (ATOSM) 模式折返时，对于站前折返，列车进入到达线即完成折返作业，最后由此发车；对于站后折返，列车在司机驾驶下从到达股道进入和折出折返线，最后进入发车股道。当列车进入折返线停车时，列车自动转换前后司机室的控制权，原列车的后司机室控制列车前进。

3) 人工折返。在某些站的存车线及其他临时列车运行交路需要的折返线路，可按非自动转换模式折返。根据行车组织要求，可在车上配备 1~2 名列车司机。

### 扩展阅读

#### 学习贯彻党的二十大精神，青城地铁在行动

党的二十大报告明确指出“增进民生福祉，提高生活品质。”，青城地铁始终秉承“新速度，心服务”的服务理念，以市民绿色出行需求为导向，采取更为便民、惠民的精准措施，持续丰富服务举措，强化服务意识，不断提升运营品牌影响力，为助力首府文明城市创建提供优质的交通服务环境，让更多市民感受到青城地铁带来的幸福感、获得感。

地铁全线网开通刷脸乘车功能，先后推出青城地铁 APP 银联闪付卡、Apple Pay、Huawei 手环等多种乘车支付渠道；43 个地铁车站实现 AED（自动体外除颤仪）全覆盖，确保紧急情况下得到有效处置；设置便民服务点，配备便民服务箱，提供雨伞 5 日内免费借用服务；开通“无障碍接续服务”，提供“特殊乘客”预约服务，乘客在遇到困难时，我们第一时间伸出援手，想尽一切办法帮助他们解决困难；根据节假日客流特点及客流匹配性，不断优化列车运行图，提升列车运行速度，提高市民出行效率；节日和大家共同庆祝，让乘客乘车途中感受到地铁的节日氛围，拉近与乘客之间的距离；积极响应民生诉求，响应率、解决率、满意率均达到了 100%。

青城地铁以党的二十大精神为引领，持续锤炼自身本领，抢抓发展机遇，以满足广大市民对绿色出行的需要为导向，用新的伟大奋斗创造新的伟业，一步一个脚印把党的二十大精神付诸行动、见之于成效，踔厉奋发贡献轨道交通力量，勇毅前行。

## 项目实施

### 一、调度集中控制下的列车运行组织

调度集中控制是指调度集中和行车指挥自动化两种情况。在调度集中情况下，由行调通过进路控制终端控制管辖线路上的信号机、道岔，直接排列列车进路，办理列车接发作业。在行车指挥自动化情况下，中央 ATS 能根据当前使用列车运行图及列车运行实际情况，自动办理与实时控制车站上的列车接发作业，即自动完成与接发列车有关的列车进路排列和发车表示器显示控制。因此，在上述两种情况下，车站的接发列车作业，实际上是由行车调度员集中办理或中央 ATS 自动完成，车站行车值班员通过行车控制台监视列车进路排列、信号显示和列车到发、通过情况以及列车运行状态是否正常等。

下面是一条正线行车自动化情形下的列车运行组织。

正常情况下，轨道交通的运行周期为：根据当天列车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，根据运行图规定的时刻到达沿线各站，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为止。整个运行周期的行车组织主要由行车调度具体指挥，车辆段值班员、车站行车值班员、站台站务员及列车司机共同完成。

#### 1. 人员安排

学生按车站数分组，安排行调 1 人，每站有值班站长、行车值班员、站务员各 1 人。

行调位于调度中心，监控整条线路的行车情况，各站行车值班员位于各站站控室，通过显示屏监控本站列车运行情况，各站站务员位于站台，迎送列车，对于站台门与车门不联动的车站设站台门操作员 1 名，负责站台门的开闭。

#### 2. 任务实施

主要按运营前、运营中及运营结束后 3 个阶段，描述在 1 个列车运行周期中行调、行车值班员及列车司机的作业。

##### (1) 运营前准备

1) 行车调度员。每天运营前按规定时间行调根据“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（注：各城轨公司根据设备情况对时间标准规定有所不同），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（MMI）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 MMI 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，及时通知维修调度，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，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，当日运营车、备用车安排及列车司机配备等情况。

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 MMI 上“装入”当天使用的运营时刻表，或按实际要求进行修改（增加或删除个别列车）。一般，周一至周五工作日 1 套运行图，周六、周日及节假日 1 套运行图。

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，首班车列车司机应加强瞭望，注意线路情况。

2) 行车值班员和站务员。行车值班员和站务员位于车站，其工作内容是车站行车组织作业。

① 行车值班员。行车值班员从 OCC 中心接受控制权，在车站 ATS 的人机接口 MMI 上试验道岔，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 1 列车的到达时间及注意事项。值班站长或行车值班员与行调核对时间。

② 站务员。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。

3) 司机。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，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 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 模式（部分线路以 SM 模式）运行进入正线车站投入运营。

## (2) 运营中作业

1) 行车调度员。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。

2) 行车值班员、站务员。

① 行车值班员。联锁站值班站长（或行车值班员）通过车站 ATS 的人机接口 MMI 监视列车运行情况。行车值班员通过监控设备观察站台情况，向站务员发布相关命令，如：自动售票机前排队过长，可通知站务员引导乘客到站台上其他售票机前购票；站台卫生、站台客流拥堵等都可通过对讲机通知站务员处理及疏导。

行车值班员通过环控监控设备监控站台环境情况，随时调整环境湿度和温度，当调整内容不在站控范围内时应与 OCC 中的环调联系，由环调控制。当出现紧急情况需紧急停车时（如车门夹人或物），行车值班员可通过车控室的紧急停车按钮实施紧急停车。爆发大客流时，行车值班员可操作相关设备开放站台所有闸机，疏导出闸客流。

② 站务员。在客车进站时，站务员原则上应站在站台扶梯口靠近紧急停车按钮处，应随时注意列车运行情况及站台乘客动态，防止乘客在列车关门时冲上车被夹伤，同时负责维护站台秩序，监督列车司机按规范动作关门。

当发生紧急情况需要停车时，站务员可按下紧急停车按钮实施紧急停车。一旦实施紧急停车，列车司机不得动车，只能由车控室授权才能动车。发车时，站务员（或列车司机）发现站台门异常，应通知列车司机并及时处理。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，方可向列车司机显示发车信号。

### 3) 列车司机。

① 列车出库。列车整备完毕列车状态符合正线服务后，报告车场信号值班员列车整备完毕；确认出场信号开放，按该列车出车场时刻以 RM 模式驾驶列车出库，整列离开库门前限速 5km/h；库大门前、平交道口应一度停车，确认线路状况良好后动车；列车运行到转换轨一度停车，待显示屏收到速度码，“ATO”灯亮后，列车司机确认进入进路防护信号开放，以 ATO/SM 模式运行至车站。

② 正线运行。列车运行期间在“ATO”驾驶模式下，列车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。列车运行中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。区间发生故障，尽可能维持到进站处理。遇故障列车需维持运行至终点站时，列车司机必须时刻确认列车运行状态，防止列车故障的进一步扩大。列车接近进站时，密切观察站台乘客状况，遇乘客较多或有越出站台黄色安全线，应及早鸣笛示警，遇危及列车运行或人身安全时，立即采取紧急措施。

列车故障或其他原因需临时停车，列车司机可通过列车紧急广播或人工广播安抚乘客。在车站如已知前方受阻延误等候开车时间较长，列车司机开启客室门，并配合站务人员作好宣传解释，减少不必要的乘客投诉。

③ 站台作业。在 ATO 模式下，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，无特殊情况（列车无故障或无接听行调电话）乘务员须在确认列车司机台气制动“施加”红色指示灯亮后立即到站台（司机室旁）立岗，监视站台乘客上下车情况和车辆的状态。

客车进站停车头部越过停车标时，根据越出站台的长度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，当司机室后第一个客室门对着站台，按规定开门；当客车停车位置越出站台 2 个车门及以下时，列车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。列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，列车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。

《运营时刻表》中没有规定通过车站或无行调命令，列车司机不得驾驶客车通过车站。但当客车通过车站时，列车司机应及时广播通知乘客，以防恐慌。运营时间内，列车司机没有得到行调批准时，禁止使用 URM 模式驾驶。当 ATP 车载设备故障时只能用 URM 模式驾驶，则按规定程序及速度运行。

在站台门与车门联动功能不能使用的情况下，客车需配两名乘务员，一名任列车司机，负责驾驶客车和操作客车相关设备；另一名任站台门操作员，负责操作站台门的开关，协助列车司机瞭望进路，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，站台门操作员先打开站台门，司机后打开客室门；在距开车时间规定时间时，先关站台门，后关客室门，确认无夹人夹物时，司机才能动车。

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，站台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站台门 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）运营结束时和结束后的作业

1) 行车调度员。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个方面：

① 打印当日计划、实绩运行图。

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（列公里）等。

2) 行车值班员、站务员。车站在尾班列车开出前应在规定时间开始广播，通知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列车司机显示发车信号。

3) 司机。运营结束后，客车进行回场作业。运营列车结束服务到达回场站后，广播通知乘客下车，确认全部乘客下车后，按站务员给的“好了信号”关门。完成折返，确认进路防护信号开放正确后，以 ATO 模式或 SM 模式（该模式可自行转换）驾驶列车至转换轨一度停车。用电台联系信号值班员，确认列车停放的股道和进路情况。确认入场信号黄灯亮后，司机驾驶列车入场。

## 二、调度监督下半自动控制的列车运行组织

城市轨道交通系统由于装备了列车自动控制 ATC 系统，ATC 系统的 ATS 子系统能根据列车运行图自动排列进路、开放信号。当中央 ATS 系统故障，可通过车站 ATS 的人机接口 MMI 办理接发列车作业。车站控制是指调度监督和改用电话闭塞法时两种情况。

### 1. 调度监督时的接发列车作业

在调度监督情况下，由于行调只能监督现场设备和列车运行状态，不能直接控制现场列车运行，因此调控权下放，由车站行车值班员运用车站 ATS 办理接发列车作业。

车站行车值班员办理接发列车作业必须按规定的程序和要求进行。车站接发列车作业的内容与程序如下：

(1) **准备进路** 有道岔车站的列车接发车进路可根据行调下达的列车运行计划预先办理。

(2) **办理闭塞** 发车站行车值班员用车站集中电话向接车站请求闭塞；接车站行车值班员接到请求闭塞电话后，确认前次列车已经到达前方站，确认接车区间空闲、接车进路畅通、有关道岔位置正确和确认影响接车进路的调车作业已经停止后，同意闭塞。

(3) **开放信号** 发车站行车值班员排列发车进路正确无误后，按压发车信号按钮。此时，发车站出站信号机为绿灯显示，发车表示灯变为红灯显示；接车站接车表示灯变为红灯显示以及闭塞电铃鸣响。

(4) **列车出发** 列车出发后，发车站行车值班员向接车站行车值班员和行调报点，填写“行车日志”；接车站行车值班员接到报点后填写“行车日志”。此时，发车站出站信号机变为红灯显示。

(5) **列车到达** 列车到达后，接车站行车值班员向发车站行车值班员和行调报点，填写“行车日志”，发车站行车值班员接到报点后填写“行车日志”。

(6) **取消闭塞** 在发车站请求闭塞、接车站同意接车和发车站尚未开放出站信号时，如因故需要取消闭塞，由发车站行车值班员用车站集中电话向行调请求取消闭塞，并通知接车站行车值班员。

(7) **接送列车** 列车在车站到发或通过时，站务员应按规章要求站在规定地点接送列车，密切注意列车运行状态以及乘客乘降情况，发现有危及行车安全和乘客安全的情况应立即采取有效措施妥善处理。

调度监督时的接发列车程序详见本项目中“接发列车作业程序及用语”。

### 2. 电话闭塞法时的接发列车作业

改用电话闭塞法或恢复基本闭塞法行车，必须要有行调命令。在停止使用基本闭塞法，改用电话闭塞法行车时，调控权下放，实行车站控制，即由车站行车值班员办理接发列车作业，由于电话闭塞法行车时无设备控制，为了防止因疏忽向占用区间发车，造成同向列车追尾，要求车站行车值班员在接发列车作业过程中，严格按照规定的作业程序和要求进行，以确保接发列车作业安全和能按调整后的列车运行计划不间断地接发列车。

电话闭塞法接发列车作业要求相邻站间办理电话闭塞，具体作业程序与办法如下：

(1) **办理闭塞** 由发车站向接车站请求闭塞，接车站确认接车区间空闲、接车线路空闲、接车进路准备妥当后，向发车站承认某次列车闭塞。

对最初列车、反方向运行列车以及在车辆段与相邻站间运行列车发出承认闭塞的电话记录号码；对其余列车则可用电话闭塞解除法来承认闭塞。

所谓电话闭塞解除法是指接车站在前次列车已经由本站发出或进入折返线，接车进路已经准备妥当后，用车站集中电话通知发车站前次列车闭塞解除，作为对后次列车闭塞的承认。

(2) **发出列车** 发车站接到接车站承认闭塞的电话记录号码或电话通知后，列车凭出站信号机的绿灯显示发车。如出站信号机故障，以绿色许可证作为列车占用区间的行车凭证，向列车显示手信号发车。开放出站信号，应在确认接车站承认闭塞和发车进路正确无误后。

列车出发后，发车站关闭出站信号机，向接车站行车值班员和行调报点，填写“行车日志”。

(3) **闭塞解除** 列车到达或进入折返线，以及接车进路准备妥当后，接车站通知发车站前次列车闭塞解除，并向行车调度员报点，填写“行车日志”。

(4) **取消闭塞** 闭塞办妥后，因故不能接车或发车时，立即发出停车手信号进行防护，由提出一方发出电话记录号码作为闭塞取消的依据；如列车已经发出，但接车站因故无法接车，应派专人到进站方向站界附近，向驶近列车显示停车信号。列车由区间退回发车站时，由发车站发出电话记录号码作为闭塞取消的依据。取消闭塞应及时向行调报告。

(5) **行车凭证** 电话闭塞法行车时，如是反方向运行，列车占用区间的行车凭证是路票；在出站信号机故障时，列车占用区间的行车凭证是绿色许可证，凭站务员的手信号发车。

行车凭证由车站行车值班员负责填发，站务员负责与列车司机办理交接。

行车凭证在取得接车站承认闭塞，并确认闭塞区间空闲后方可填发。行车凭证填写，要求内容完整，字迹清楚，出现填写错误时，应重新填写。行车凭证在车站行车值班员确认无误并签名后，方可递交司机。

### 3. 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，只有车辆段和与其相邻接的车站间的信号联锁故障时，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及列车司机发布命令：“从×时×分起，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列车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，列车的行车凭证为行调的口头命令，不需交列车司机书面凭证，在确认发车进路准备妥当，并得到前方接车站同意接车的电话记录后，向列车司机显示发车信号，列车即可起动。列车采用 RM 驾驶模式运行，每一站间区间及前方站内线路只允许一趟列车占用。

## 三、列车折返作业

### 1. 调度集中控制时的列车折返作业

(1) **行调** 列车折返的调车进路由行调人工排列或中央 ATS 自动排列。在车站有数条折返线或渡线，即有不同的折返调车进路情况下，应在列车折返作业办法中规定优先采用的列车折返模式，明确列车折返优先经由的折返线或渡线。在办理列车折返作业时，如折返列车尚未起动，需临时变更列车折返模式，可在通知折返列车司机后，变更列车折返调车进路。

在人工排列列车折返进路时，折返列车凭调车信号显示进入折返线或折返停车位置。在自动排列列车折返进路时，折返列车凭发车表示器的稳定白灯显示进入折返线或折返停车位置。列车停妥后，司机应立即办理列车换向作业，然后凭道岔防护信号机的准许越过显示进入车站出发正线。

在列车人工驾驶时，列车进出折返线的速度根据有关规定由列车司机人工控制，在列车自动驾驶时，列车进出折返线的速度按接收到的速度码自动控制。

(2) 司机（以站后无人折返为例）折返时的作业主要是到达列车司机与折返列车司机进行交接，并组织列车进行折返。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停车标处，显示屏出现折返图标，AR 黄灯亮，列车停稳，左侧车门打开，按压“AR”按钮，确认显示屏上的折返图标背景由蓝色变为黄色，“AR”黄灯灯灭。与折返列车司机交接完毕，根据站务员的清客完毕手信号及进路防护信号机的开放信号，关闭列车车门；进入司机室本务列车司机关闭主控钥匙，锁好司机室侧门；本务列车司机锁闭司机室侧门行至头端墙处，操作自动折返按钮（DTRO），列车自动启动进入折返线，并自动折返到对面站台，完成无人折返作业。

## 2. 车站控制时的列车折返作业

列车折返的调车进路由车站行车值班员人工排列。原则上，行车值班员应按优先采用的列车折返模式排列进路，如需变更列车折返模式，必须得到行调的同意。

折返列车进出折返线或折返停车位置的作业过程和速度控制，与调度集中控制时列车折返作业的办理相同。

## 拓展与提高

### 站中控模式转换的操作

#### 1. 站中控的状态标识符

站中控状态标识符如图 2-10 所示。



图 2-10 站中控状态标识符

站中控状态使用实心圆点表示，每个圆点下方用“中控”“站控”或“紧急站控”来表示。

标识为“中控”的圆点，稳定绿色：当前控制模式为中控。标识为“站控”的圆点，稳定黄色：当前控制模式为站控。标识为“紧急站控”的圆点，稳定红色：当前控制模式为紧急站控。

#### 2. 站中控模式转换操作

##### (1) 车站行车值班员转换操作

车站请求站控，控制中心允许。

车站请求中控，控制中心允许。

车站非请求站控，车站强制切换到站控。

紧急情况下，车站直接切换到紧急站控。

### (2) 控制中心行调操作

控制中心请求站控，车站允许。

控制中心请求中控，车站允许。

控制中心非请求中控，强制切换到中控。

## 复习思考题

### 一、填空题

1. 这种为保证列车运行的安全，在组织列车运行时，通过设备或人工控制，使连续发出列车保持一定间隔距离安全行车的办法，称为行车闭塞法，简称\_\_\_\_\_。
2. 从各种不同的角度闭塞可以有各种不同的分类，总体来说可分\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_两大类。
3. 目前较先进的地铁车辆的列车驾驶模式主要有以下 5 种：\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。
4. \_\_\_\_\_是一种行调能监督现场设备和列车运行状态，但不能直接进行控制的远程监控设备。
5. 列车折返方式根据折返线的布置分为\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_两种。

### 二、选择题

1. 目前，我国城市轨道交通一般采用的闭塞方法是（ ）。  
A. 固定闭塞      B. 准移动闭塞      C. 移动闭塞      D. 电话闭塞
2. 在城市轨道交通中，移动闭塞是一种采用先进的通信、计算机、控制技术相结合的列车控制技术，所以国际上有习惯称为基于通信的列车控制系统（ ）。  
A. MB      B. ATP      C. ATC      D. CBTC
3. （ ）模式下，两站间的列车自动运行，列车的运行不取决于司机。  
A. ATO 模式      B. SM 模式      C. RM 模式      D. URM 模式
4. （ ）担负着指挥列车运行、贯彻安全生产、实现列车运行图、完成运输计划的重要任务。  
A. 行调      B. 行车值班员      C. 值班站长      D. 站务员
5. 严格执行单一指挥制，车站行车工作由车站（ ）统一指挥。  
A. 行调      B. 行车值班员      C. 值班站长      D. 站务员

### 三、判断题

1. 我国城市轨道交通目前所采用的行车组织的基本方法是基于时间间隔的闭塞方法。 ( )
2. 目标点是列车运行的行车凭证，移动闭塞系统就是通过不断前移列车的目标点，引导列车在线路上安全运行。 ( )
3. 调度电话、站车无线电话用于行车工作联系，须使用标准用语。 ( )
4. 车辆段内的列车驾驶模式采用非限制人工驾驶 URM 模式。 ( )
5. 同一车站允许连续两列车跳停通过。 ( )

#### 四、简答题

1. 什么是闭塞？我国城市轨道交通采用哪几种闭塞法？
2. 线路区间是如何划分的？
3. 在各种闭塞制式中列车占有区间的凭证是什么？
4. 简述移动闭塞的含义、基本要素及其作用。
5. 简述移动闭塞系统的运行模式。
6. 哪些情况下停用基本闭塞法改用电话闭塞法？路票填写应注意什么？
7. 简述城市轨道交通列车驾驶模式及其特征。
8. 简述城市轨道交通的运营指挥层次。
9. 简述调度集中和调度监督的功能。
10. 调度集中时列车如何运行组织？如何进行运行调整？
11. 什么情况下车站需要进行接发列车作业？城市轨道交通车站接发列车作业环节是什么？
12. 简述采用电话闭塞时的接发列车程序。
13. 列车折返有哪几种方式？有哪些折返模式？

#### 实践训练题

1. 练习行车自动化时运营前下列情况下的列车运行组织。
  - 1) 联锁站行车值班员操作。
  - 2) 控制中心行调工作。
  - 3) 站务员工作。
2. 练习行车自动化时运营中下列情况下车站行车值班员的作业。
  - 1) 个别自动售票机前排队过长，而站厅其他售票机空闲。
  - 2) 站厅某处卫生状况不良。
  - 3) 站台门或车门夹物或人。
  - 4) 爆发大客流时的作业。
3. 练习中央信号联锁故障，联锁站联锁设备良好时接发列车作业。
4. 练习改用电话闭塞情形下的接发列车作业。
5. 练习改用电话联系法下的接发列车作业。