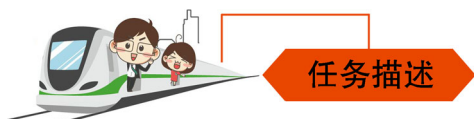


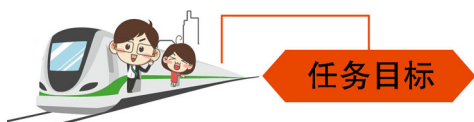
项目一

城市轨道交通信号系统认知

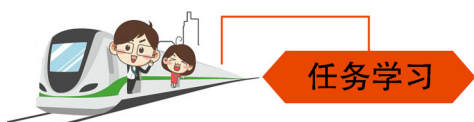
任务一 信号系统基本概念的认知



城市轨道交通是指以轨道运输方式为主要技术特征,以城市客运公共交通为服务形式的交通运输方式。讲到交通运输,信号系统是不可或缺的一部分。本任务将对信号系统的定义、作用、特点、组成等基本概念进行概述。



- 熟悉城市轨道交通对通信信号的要求；
- 了解轨道交通信号与通信系统的作用及组成；
- 熟悉城市轨道交通信号系统对列车的指挥作用。



在城市的各种公共交通方式中,城市轨道交通具有运量大、速度快、安全可靠、污染低、受其他交通方式干扰小等特点,是改变和缓解城市交通拥堵、乘车困难、行

车速度下降、环境污染等问题的行之有效的交通方式。我国北京、上海、广州、深圳、大连、重庆等地已经建成了具有不同档次和规模的轨道交通，并进行了扩展或延伸；成都、沈阳、青岛等地城市轨道交通也处于快速建设当中。目前，我国的城市轨道交通出现了前所未有的建设高潮，发展前景十分广阔。

一、城市轨道交通信号系统

城市轨道交通信号，是应用于城市轨道交通系统中实现行车指挥、列车运行控制与安全间隔控制技术的总称；而城市轨道交通信号系统是人工或自动、远程地实现行车指挥、列车运行控制、安全间隔控制等技术和设备的总称，主要包括联锁、闭塞、列车控制和调度四个方面，由 ATC 系统和车辆段联锁设备组成。

信号系统是城市轨道交通调度指挥和运营管理的中枢神经，为行车有关人员指示前方道路的运行条件，大大提升运行效率。因此选择合适的信号系统，可以带来较好的经济效益和社会效益。

二、城市轨道交通对信号系统的要求

城市轨道交通包含地下铁道和城市轻轨铁路两种实现方式。由于城市轨道交通具有特殊的地理位置，所以对信号系统就有着特殊要求。

（一）通过能力要求

城市轨道交通一般不设站线，进站列车停在正线上，先行列车停站时间直接影响后续列车接近车站，所以要求信号设备必须满足高密度、通过量大的要求。另外，为满足城市轨道交通大运量运输需求，要求采用先进的信号技术尽量提高通过能力。

（二）安全性要求

大运量的城市轨道交通，尤其是地下部分隧道空间小，行车速度大，故障排除难度大，若发生事故难以救援，后果将非常严重，所以对行车安全保障要求更高，即对信号系统提出了更高的安全要求。

（三）信号显示要求

城市轨道交通地下部分背景暗，且不受天气影响，直线地段瞭望条件好，但是曲线地段受隧道壁的遮挡，信号显示距离受到限制，所以高质量保证信号系统的显示也是一个主要的问题。

（四）抗干扰能力要求

城市轨道交通均为直流电力牵引，要求信号系统设备必须具有较强的抗电气化干

扰能力。

(五) 可靠性要求

由于城市轨道交通隧道净空小，且装有带电的牵引接触轨或接触网，行车时不便下洞维修和排除设备故障，所以要求信号系统设备必须具有高可靠性，尽量做到平时少维修或不维修。

(六) 自动化程度要求

城市轨道交通站间距离短，列车密度大，行车工作仅依靠人工难以满足安全和高效运营的要求，所以要求尽量采用自动化程度高的先进技术设备，以减小工作人员密度，并减轻他们的劳动强度。

三、城市轨道交通信号系统的作用

城市轨道交通线路、车辆、供电、通信、信号、环控、售检票等系统，在运营管理人员的协调下，共同完成乘客输送任务，实现乘客的位移，这就是城市轨道交通运输所形成的产品，它蕴含着各个系统所创造的价值。城市轨道交通信号系统是城市轨道交通最主要的系统之一，它不仅保证列车运行的安全，如防止列车追尾，正向和侧向撞车和超速等安全事故的发生，保证行车安全；而且能够在有限的建设规模下，通过小编组、大密度等方式最大限度发挥线路的运输能力，提高列车速度、运输效率和服务质量；还能够通过现代化的设备大大降低工作人员的劳动强度，降低运营成本。所以城市轨道交通信号系统主要有两大方面的作用。

(一) 确保运行安全

城市轨道交通信号系统是指挥列车安全运行的关键设备，只有在列车运行前方的轨道区段没有列车占用、道岔位置正确、敌对或者相抵触的径路没有建立等条件满足时，才允许向列车发出允许列车前行的信号，所以列车只要严格按照信号的显示运行，就能够确保列车的安全运行；反之，如果列车不遵循信号的显示违章运行，将会导致事故的发生。在城市轨道交通运输中，确保乘车的旅途安全比什么都重要。所以信号系统担负着确保列车运输安全的重要使命，有了信号系统的保障，可以大幅减少列车运行事故，而且可以降低事故等级、减少事故损失。

(二) 提高运用效率

信号系统设备在整个轨道交通建设中的投资尽管很少，但是对于提高行车效率起着极其重要的作用。在城市轨道交通建设中，用于通信、信号的投资不到总投资的 5%，

但其效益占城市轨道交通运输效益的 25%以上。在城市轨道交通中，由于采用了先进的信号系统，列车的行车间隔缩短为 90 s，增大了行车密度，缩短了列车停站时间，由计算机系统根据已经设定好的列车运行时刻表，自动、安全地指挥列车按照规定好的列车运行图运行。根据有关材料统计，城市轨道交通信号的单线自动闭塞系统，在组织追踪运行的条件下，可提高通过能力 25%~30%；而双线自动闭塞系统，可以提高通过能力 1~2 倍；采用调度集中，在不增加车站到发线的情况下，提高通过能力 12%~24%。所以，现代化的信号系统，对于提高行车效率有着无可比拟的作用。反之，如果城市轨道交通信号系统失灵或信号停用，将导致列车自动行车指挥系统处于瘫痪状态，只能靠调度人员“人工”指挥列车运行，不仅增加了调度人员的劳动强度，而且行车安全更是难以保证，当然行车效率也极低，其损失难以估量。

四、城市轨道交通信号系统的特点

城市轨道交通与铁路运输大体上是相同的，所以信号系统上也有很多类似的地方，但是城市轨道交通毕竟不是铁路运输，所以其信号系统具有自身的一些特点。

（一）正线信号设置成自动信号

城市轨道交通跟铁路运输相比，城市轨道交通通常不专门设置站线，一般都是直接停在正线上进行上下客作业，而且列车进站上下乘客作业的时间，已经设置在列车运营图当中，时间是固定的并且很短，所以有些时候正线的信号直接设置成自动信号。

（二）具有完善的列车速度监控功能

由于城市轨道交通往往承担城市公共交通较大的客流量，因此城市轨道交通列车的发行密度要远远大于铁路运输。这就需要对列车速度监控系统提出极高的性能要求，使其能提供更高的安全保证。

（三）联锁关系较简单但技术要求高

城市轨道交通的大多数车站仅有上下客功能，在大多数车站上并不设置道岔，甚至不设置地面信号机，依靠机车信号及速度监控设备驾驶列车，因此联锁关系比较简单，但技术要求高。

（四）数据传输速率较低

由于城市轨道交通的列车运行速度远低于铁路干线上的列车运行速度，因此在信号系统中可以采用较低速率的数据传输系统。

(五) 车辆段独立采用联锁设备

城市轨道交通的车辆段类似于铁路区段站的功能，包括列车编解、接发列车和频繁的调车作业，线路较多，道岔较多，信号设备较多，一般独立采用一套联锁设备。

(六) 自动化水平高

城市轨道交通的线路长度、站间距离都较短，列车种类单一，行车时刻表规律性很强，因此城市轨道交通的信号系统中，通常都包含有进路自动排列功能，即按事先预定的程序自动排列进路，只有在运行图交更时才由人工进行列车进路排列。

五、城市轨道交通信号系统的组成

城市轨道交通的信号系统通常由列车运行自动控制系统（ATC）和车辆段信号控制系统两大部分组成，用于列车进路控制、列车间隔控制、调度指挥、信息管理、设备状况监测及维护管理，如图 1-1-1 所示。

城市轨道交通车辆段单独设置一套联锁设备，用以实现车辆段内的进路控制，完成车辆运用、停放检修、以及运行列车技术检查、车辆清洗冲刷等日常保养作业，并通过 ATS 车辆段分机与行车指挥指挥中心交换信息。

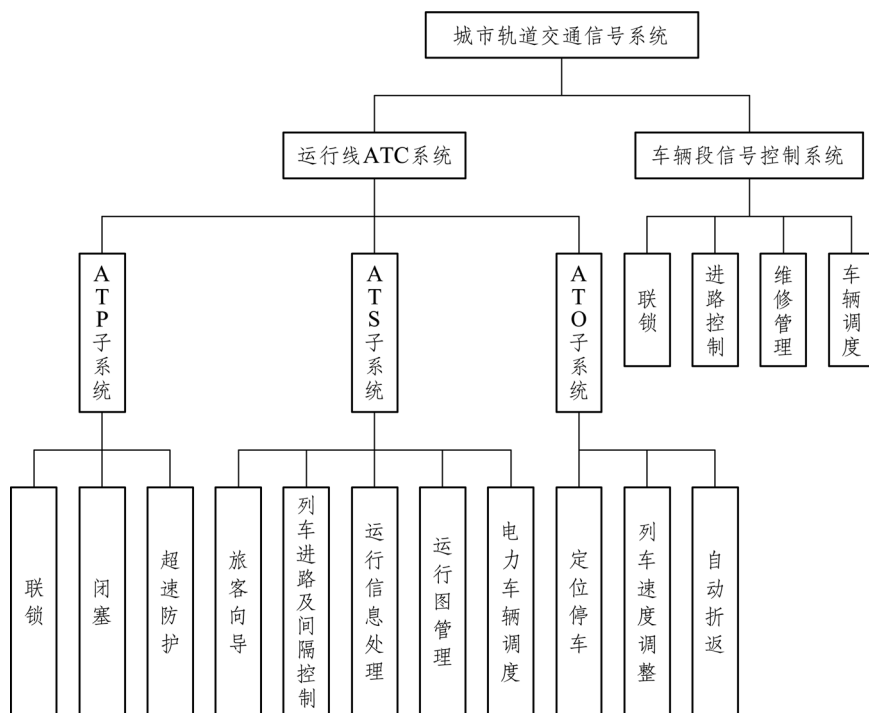


图 1-1-1 城市轨道交通信号系统组成图

城市轨道交通信号设备，根据所处地理位置的不同，可将信号系统划分成控制中心设备、车站及轨旁设备、车辆段信号设备、试车线设备、车载 ATC 设备等 5 大部分。

城市轨道交通信号系统通常由列车自动控制系统（Automatic Train Control，简称 ATC）组成，ATC 系统包括三个子系统：

（一）列车自动监控系统（Automatic Train Supervision，简称 ATS）

主要实现对列车运行的监督和控制，辅助调度人员对全线列车进行管理；调度区内列车运行情况的集中监视与控制；监测进路控制、列车间隔控制设备的工作；按行车计划控制道旁信号设备以接发列车；列车运行实绩的自动记录；时刻表自动生成、显示、修改和优化；运行数据统计及报表自动生成；设备运行状态监测，设备状态及调度员操作记录，运输计划管理等；列车车次号自动传递等功能。

ATS 子系统包括控制中心设备和 ATS 车站、车辆段分机。控制中心设备主要包括中心计算机系统、工作站、显示屏、绘图仪、打印机、UPS 等。每个控制站（车站）设一台 ATS 分机，用于采集车站设备的信息和传送控制命令，实现车站进路自动控制功能。车辆段 ATS 分机用于采集车辆段线的列车占用情况及进/出车辆段信号机的状态。

（二）列车自动防护子系统（Automatic Train Protection，简称 ATP）

采用轨道电路传送 ATP 信息时，ATP 子系统由设于控制站的轨旁单元、设于线路上各轨道电路分界点的调谐单元，车载 ATP 设备，以及与 ATS、ATO、联锁设备的接口设备组成。

ATP 子系统的功能是对列车运行进行超速防护，对与安全有关的设备实行监控，实现列车位置检测，保证列车的安全间隔，保证列车在安全速度下运行，完成信号显示、故障报警、降级提示、列车参数和线路参数的输入，与 ATS、ATO 及车辆系统交换信息。

ATP 子系统不断将来自联锁设备和操作层面上的信息、线路信息、前方目标点的距离和允许速度信息等从地面通过轨道电路等传至车上，从而由车载设备计算得到当前允许速度，或由行车指挥中心计算出目标速度传至车上，由车载设备测得实际运行速度，以此来对列车实行监督，使之始终在安全速度下运行，以缩短列车运行间隔，保证行车安全。

（三）列车自动运行系统（Automatic Train Operation，简称 ATO）

ATO 子系统以 ATP 子系统为基础，用于实现“地对车控制”，即用地面信息实现对列车驱动、制动的控制，包括列车自动折返，根据控制中心的指令使列车按最佳工况正点、安全、平稳的运行，自动完成对列车的启动、牵引、惰行和制动，送出车门和屏蔽门同步开关信号。

使用 ATO，可使列车经常处于最佳运行状态，高质量地进行自动驾驶，提高列车运行效率，避免了不必要的、过于剧烈的加速和减速，提高了旅客舒适度、列车正点率以及减少了能耗和轮轨磨损。

ATO 子系统包括车载 ATO 单元和地面设备两部分。地面设备有站台电缆环线、车-地通信设备以及和 ATP、联锁系统的接口。ATO 还装有双向通信系统，使列车能直接与车站内的 ATS 系统接口通信，保证实现最佳的运行图控制。

三个子系统通过信息交换网络构成闭环系统，实现地面控制与车上控制结合、现地控制与中央控制结合，构成一个以安全设备为基础，集行车指挥、运行调整以及列车驾驶自动化等功能为一体的列车自动控制系统。

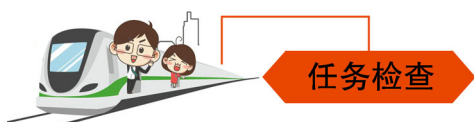
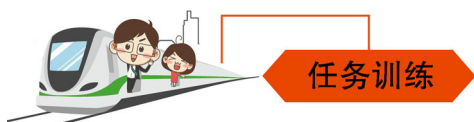


表 1-1-1 信号系统基本概念的认知——任务检查单

任务编号	1-1	任务名称	信号系统基本概念的认知	
序号	检查内容		是	否
城市轨道交通信号系统				
1	说明城市轨道交通信号系统的概念。			
城市轨道交通对信号系统的要求				
2	说明城市轨道交通对信号系统的要求。			
城市轨道交通信号系统的作用				
3	叙述信号系统对城轨轨道的两大作用。			
城市轨道交通信号系统的特点				
4	叙述城市轨道交通信号系统对比铁路信号系统的特点。			
城市轨道交通信号的组成				
5	叙述城市轨道交通信号系统的组成。			



- 城市轨道交通信号系统根据地理位置不同，可分成_____、_____、_____、_____和_____等 5 大部分。
- 城市轨道交通系统中的列车操控系统 ATC 系统由_____、_____和_____