

# 《轨道交通控制系统》学习包

## 第一章 城市轨道交通信号设备概述

城市轨道交通信号设备是城市轨道交通关键技术装备，它担负着指挥列车运行、确保行车安全、提升运输效率关键任务。现代化城市轨道交通要求城市轨道交通信号设备现代化。

### 第一节城市轨道交通信号设备特点

城市轨道交通（包含地下铁道和轻轨铁路）是现代化城市关键基础设施，它安全、快速、舒适、便利地在城市范围内运输乘客，最大程度地满足市民出行需要。在城市多种公共交通工具中，含有运量大、速度快、安全可靠、污染低、受其它交通方法干扰小等特点，对改变城市交通拥挤、乘车困难、行车速度下降是行之有效。城市轨道交通是现代化城市所必需交通工具。中国北京、天津、上海、广州、深圳、南京已建成档次和规模不一样地铁并进行扩展和延伸，武汉高架快速轨道线、重庆单轨运输线、大连轻轨线、长春轻轨线已建成通车，成全部、沈阳、青岛、西安、哈尔滨、杭州、苏州等城市轨道交通也正在建设。中国城市轨道交通出现了建设高潮，前景十分宽广。

城市轨道交通系统安全、速度、输送能力和效率和信号系统亲密相关，以速度控制为基础列车自动控制系统已成为城市轨道交通信号系统共同选择。信号系统实际上已成为城市轨道交通调度指挥和运行管理中枢神经，选择适宜信号系统，能够带来很好经济效益和社会效益。

#### 一、城市轨道交通特点

##### 1.城市轨道交通有别于城市路交通特点

城市轨道交通含有城市道路交通无可比拟优势：

##### （1）容量大

地下铁道单向每小时运输能力可达30000—70000人次，轻轨交通在10000—30000人次之间，而公共汽车、电车为8000人，在客流密集城市建设城市轨道交通可疏散公交客流。

##### （2）运行按时、速达

城市轨道交通有自己专用线路，和道路交通相隔离，不受其它交通工具干扰，不会出现交通阻塞而延误运行时间，可确保乘客按时、快速地抵达目标地。

##### （3）安全

城市轨道交通或于地下或高架，即使在地面也和道路交通相隔离，和其它交通工具无相互干扰，假如不碰到自然灾害或发生意外，运行安全有充足保障。

#### （4）利于环境保护

城市轨道交通噪声小，污染轻，对城市环境不造成破坏。

#### （5）节省土地资源

城市轨道交通（多建于地下或高架）即使在地面其占地也有限，充足利用了城市空间，节省了日益宝贵土地资源。

不过城市轨道交通也存在一定不足，如建设费用高，建设周期长，技术含量高，建设难度大；一旦遇有自然灾害尤其是火灾，乘客疏散困难，轻易造成人员伤亡。

城市轨道交通系统建成后就难以迁移和变动，不像地面公共交通能够机动地调整路线和设置站点，以满足乘客流量和流向改变需要，其运输组织工作远比地面公共交通复杂。

### 2.城市轨道交通有别于铁路特点

城市轨道交通即使和铁路同为轨道交通，但和铁路有不少不一样之处。

#### （1）运行范围

城市轨道交通运行范围是城市市区及郊区，往往只有几十千米，不像铁路那样纵横数千千米，而且连接城镇。

#### （2）运行速度

城市轨道交通因在城市范围内运行，站间距离短，且站站须停车，列车运行速度通常不超出80km/h。而铁路运行速度比较高，很多线路在120km/h以上，高速铁路在300km/h以上。

#### （3）服务对象

城市轨道交通服务对象单一，只有市内客运服务，不像铁路那样客、货混运。

#### （4）线路和轨道

城市轨道交通大部分线路在地下或高架通行，均为双线，各线路之间通常不过线运行。正线通常采取9号道岔，车辆段采取7号道岔，这些全部和铁路有异。另外城市轨道交通还有铁路没有跨座式和悬挂式。

#### （5）车站

城市轨道交通通常车站多为正线，多数车站也没有道岔，换乘站多为立体方法，不像铁路那样车站有数量不等道岔及股道，有较复杂咽喉区，换乘也为平面方法。

#### （6）车辆段

城市轨道交通车辆段不一样于铁路车辆段，只有车辆检修功效，而是类似于铁路区段站，要进行车辆检修、停放和大量列车编解、接发车和调车作业。

#### （7）车辆

城市轨道交通采取电动车组，没有铁路那样机车和车辆概念，也没有铁路那样众多类型车辆。

#### （8）供电

城市轨道交通供电包含牵引供电和动力照明供电。城市轨道交通均为直流电力牵引，没有非电气化铁路说法。城市轨道交通动力、照明供电尤为关键，一旦供电中止，将陷入整体瘫痪情况。

#### （9）通信信号

城市轨道交通列车密度高，行车间隔短，普遍采取列车自动监控和列车自动运行方法。城市轨道交通为了快速、正确、可靠地传输信息，建有自成体系独立完整内部通信网，还包含广播和闭路电视。

#### （10）运行管理

城市轨道交通运行条件十分单纯，除了进、出段和折返外，没有越行，没有交会，正线上通常没有调车作业，易于实现自动监控。

### 二、城市轨道交通对信号系统要求

城市轨道交通，尤其是地下铁道因其固有特点，对其信号系统提出以下要求：

#### （1）安全性要求高

因城市轨道交通尤其是地下部分隧道空间小，行车密度大，故障排除难度大，若发生事故难以救援，损失将很严重，所以对行车安全确保，即对信号系统提出了更高安全要求。

#### （2）经过能力大

城市轨道交通通常不设站线，进站列车均停在正线上，先行列车停站时间直接影响后续列车靠近车站，所以要求信号设备必需满足经过能力要求。其次，不设站线使列车正常运行次序是固定，有利于实现行车调度自动化。

#### （3）确保信号显示

城市轨道交通即使地面信号机少，地下部分背景暗，且不受天气影响，直线地段瞭望条件好，但曲线地段受隧道壁遮挡，信号显示距离受到限制，所以确保信号显示也是一个关键问题。

#### （4）抗干扰能力强

城市轨道交通均为直流电力牵引，要求信号设备对其有较强抗电气化干扰能力。

#### （5）可靠性高

因为城市轨道交通隧道净空小，且装有带电接触网，行车时不便洞维修和排除设备故障，所以要求信号设备含有高可靠性，应尽可能做到平时不维修或少维修。

#### （6）自动化程度高

城市轨道交通站间距短，列车密度大，行车工作十分频繁，而且地下部分环境潮湿，空气不佳，没有阳光，工作条件差，所以要求尽可能采取自动化程度高优异技术设备，以降低工作人员，并减轻她们劳动强度。

#### （7）限界条件苛刻

城市轨道交通室外设备及车载设备，受土建限界制约，要求设备体积小，同时必需兼顾施工和维护作业空间。

### 三、城市轨道交通信号系统特点

城市轨道交通信号系统沿袭铁路制式，但因为其本身特点，和铁路信号系统有一定区分。城市轨道交通信号系统特点是：

#### （1）含有完善列车速度监控功效

城市轨道交通所负担客运量巨大，对行车间隔要求远高于铁路，最小行车间隔达成90 s甚至更小，所以对列车运行速度监控要求极高。

#### （2）数据传输速率较低

城市轨道交通列车运行速度远低于铁路干线列车运行速度，最高运行速度通常为80km/h，所以信号系统能够采取速率较低数据传输系统。不过，伴随城市轨道交通信号自动化技术不停发展，对信息需求越来越多，信号系统也逐步采取速率较高且独立数据传输系统。

#### （3）联锁关系较简单但技术要求高

城市轨道交通大多数车站没有配线，不设道岔，甚至也不设地面信号机，仅在少数有岔联锁站及车辆段才设置道岔和地面信号机，故联锁设备监控对象远少于铁路车站监控对象，联锁关系远没有铁路复杂。除折返站外全部作业仅为旅客乘降，很简单。通常一个控制中心即可实现全线联锁功效。

城市轨道交通信号自动控制最大特点是把联锁关系和ATP编 / 发码功效结合在一起，且包含部分特殊功效，如自动折返、自动进路、紧急关闭、扣车等，增加了技术难度。

#### （4）车辆段独立采取联锁设备

城市轨道交通车辆段类似于铁路区段站功效，包含列车编解、接发列车和频繁调车作业，线路较多，道岔较多，信号设备较多，通常独立采取一套联锁设备。

#### （5）自动化水平高

因为城市轨道交通线路长度短，站间距离短，列车种类较少，行车规律性很强，所以它信号系统中通常包含自动排列进路和运行自动调整功效，自动化强度高，人工介入极少。

## 第二节 城市轨道交通信号系统组成

城市轨道交通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、设备工况监测及维护管理，由此组成了一个高效综合自动化系统，图1-1所表示。

自城市轨道交通问世以来，其安全程度和载客能力不停得到提升，信号系统也不停完善和得到发展。伴随经济发展，世界各国城市人口急剧膨胀，对城市轨道交通载客能力提出了越来越高要求，最关键而有效方法就是缩短列车运行间隔。在这种情况下，伴随计算机技术飞速发展，城市轨道交通信号技术日趋成熟，成为城市轨道交通不可缺少组成部分。

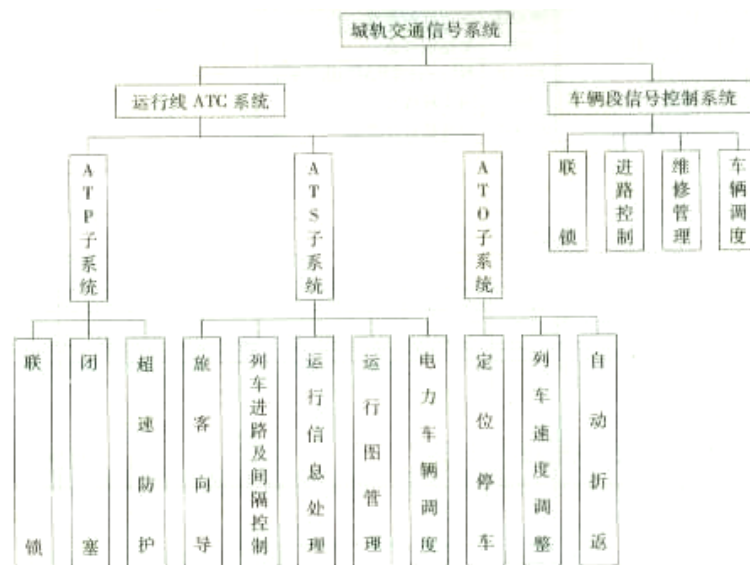


图1-1城市轨道交通信号系统框图

## 一、列车运行自动控制系统

列车运行自动控制系统(ATC)包含列车自动防护(ATP)、列车自动运行(ATO)及列车自动监控(ATS)三个系统,简称“3A”。系统需设置行车控制中心,沿线各车站设计为区域性联锁,其设备放在控制站(通常为有岔站),列车上安装有车载控制设备。控制中心和控制站经过有线数据通信网连接,控制中心和列车之间可采取无线通信进行信息交换。ATC系统直接和列车运行相关,所以ATC系统中数据传输要求比通常通信系统安全性、可靠性、实时性更高。ATC地面设备分布图1—2所表示(不一样制式ATC设备组成可能不一样,本图以西门子企业ATC为例。

### 1. ATP子系统

ATP子系统功效是对列车运行进行超速防护,对和安全相关设备实施监控,实现列车位置检测,确保列车间安全间隔,确保列车在安全速度下运行,完成信号显示、故障报警、降级提醒、列车参数和线路参数输入,和ATS、ATO及车辆系统接口并进行信息交换。

ATP子系统不停将从地面取得前行列车位置信息、线路信息、前方目标点距离和许可速度信息等经过轨道电路等传至车上,由车载设备计算得到目前所许可速度,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,依此来对列车速度实施监督,使之一直在安全速度下运行,以缩短列车运行间隔,确保行车安全。

采取轨道电路传送ATP信息时,ATP子系统由设于控制站轨旁单元、设于线路上各轨道电路分界点调谐单元和车载ATP设备组成,并包含和ATS、ATO、联锁设备接口设备。

## 2. ATO子系统

ATO子系统关键用实现“地对车控制”，即用地面信息实现对列车驱动、制动控制，包含列车自动折返，依据控制中心指令使列车按最好工况正点、安全、平稳地运行，自动完成对列车开启、牵引、惰行和制动，传送车门和屏蔽门同时开关信号。

使用ATO后，可使列车常常处于最好运行状态，避免了无须要、过于猛烈加速和减速，所以显著提升了乘客舒适度，提升了列车正点率并降低了能量消耗和轮轨磨损。

ATO子系统包含车载ATO单元和地面设备两部分。地面设备有站台电缆环路、车地通信设备(TWC)和和ATP,联锁系统接口设备。

## 3. ATS子系统

ATS子系统关键实现对列车运行监督和控制，辅助调度人员对全线列车进行管理，其功效包含：调度区段内列车运行情况集中监视和控制，监测进路控制、列车间隔控制设备工作，按行车计划自动控制道旁信号设备以接发列车，列车运行实绩自动统计，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统计，运输计划管理等，还含有列车车次号自动传输等功效。

ATS子系统包含控制中心设备和ATS车站、车辆段分机。控制中心ATS设备有中心计算机系统、工作站、显示器、绘图仪、打印机、UPS等。每个控制站设一台ATS分机，用于采集车站设备信息和传送控制命令，并实现车站进路自动控制功效。车辆段ATS分机用于采集车辆段内库线列车占用情况及进/出车辆段列车信号机状态。

另外，在ATC范围内各正线控制站各设一套联锁设备，用以实现车站进路控制。联锁设备接收车站值班员和ATS控制。考虑到利用灵活性，正线有岔站标准上独立设置联锁设备，当然也能够采取区域控制方法。

## 二、车辆段联锁设备

车辆段设一套联锁设备，用以实现车辆段进路控制，并经过ATS车辆段分机和行车指挥中心交换信息。

车辆段联锁设备前期采取6502电气集中联锁，最近均采取计算机联锁。

优异车辆段信号控制系统特点是信号一体化，包含联锁系统、进路控制设备、靠近通知、终端过走防护和车次号传输设备等。这些设备由局域网连接并经过光缆和调度中心相通。列车整备、维修和运行相互衔接成一个整体，确保了城市轨道交通高效率 and 低成本。

车辆段内试车线设若干段和正线相同ATP轨道电路和ATO地面设备，用于对车载ATC设备进行静、动态试验。

在车辆段停车库，通常还设有日检 / 月检设备，用来对列车进行上线前常规检测。

### 第三节城市轨道交通信号系统地域分布

按地域城市轨道交通信号设备划分为五部分：控制中心设备、车站及轨旁设备、车辆段设备、试车线设备、车载ATC设备。

#### 一、 控制中心设备

控制中心设备属于ATS子系统，是ATC关键。其设备组成图1-3所表示。

控制中心设备关键包含中心计算机系统、综合显示器、调度员及调度长工作站、运行图工作站、培训 / 模拟工作站、绘图仪和打印机、维修工作站、UPS及蓄电池。其中综合显示器、调度员及调度长工作站设于主控制室。控制主机、通信处理器、数据库服务器、维修工作站设于设备室。运行图工作站设于运行图室。绘图仪和打印机设于打印室。培训 / 模拟工作站设于培训室。UPS设于电源室，蓄电池设于蓄电池室。

##### 1.中心计算机系统

中心计算机系统包含控制主机、通信处理器、数据库服务器、局域网及各自外部设备。为确保系统可靠性，关键硬件设备均为主 / 备双套热备方法，可自动或人工切换。一系统能满足自动控制、调度员人工控制及车站控制要求。

##### 2.综合显示器

综合显示器设于控制中心控制室，用来监视正线列车运行情况及系统设备状态，由显示设备和对应驱动设备组成。

##### 3.调度员及调度长工作站

调度员及调度长工作站用于行车调度指挥。

##### 4.运行图工作站

运行图工作站用于运行计划编制和修改，经过人机对话能够实现对运行时刻表编辑、修改及管理。

## 5.培训 / 模拟工作站

培训 / 模拟工作站配有多种系统编辑、装配、连接和系统组成工具和列车运行仿真软件。它可和调度职员 workstation 显示相同内容、有相同控制功效,能仿真列车在线运行及多种异常情况,而不参与实际列车控制。实习操作员可经过它模拟实际操作,培养系统控制和多种情况下处理能力。

## 6.绘图仪和打印机

彩色绘图仪和彩色激光打印机,用于输出运行图及多种报表。

## 7.维修工作站

关键用于ATS系统维护、ATC系统故障报警处理和车站信号设备监测。

## 8. UPS及蓄电池组

控制中心配置在线式UPS及可提供30min后备电源蓄电池组。

# 二、车站及轨旁设备

车站分集中联锁站和非集中联锁站。集中联锁站通常为有道岔车站,也可能是无道岔车站。非集中联锁站通常为无道岔车站。有道岔车站依据需要和可能也能够由邻近车站控制,而成为非集中联锁站。车站信号设备组成图1-4所表示。图中TWC即车一地通信。

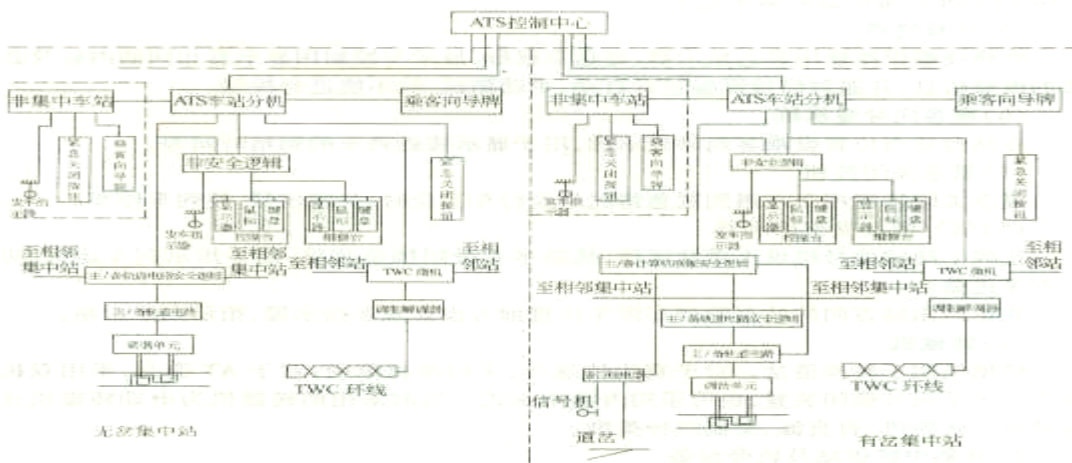


图 1-4 车站信号设备组成示意图

## 1.集中联锁站及轨旁设备

集中联锁站设有ATS车站分机、车站联锁设备、ATP/ATO系统地面设备、电源设备、维修终端、乘客向导显示牌、紧急关闭按钮和信号机及发车指示器、转辙机。

#### (1) ATS车站分机

集中联锁站设一台ATS分机，用于采集车站设备信息，接收控制命令，实现车站进路自动控制。

#### (2) 车站联锁设备

车站设继电集中联锁或计算机联锁，能接收车站值班员和ATS系统控制，用以实现车站进路自动控制。

#### (3) ATP/ATO系统地面设备

ATP地面设备包含：轨道电路或计轴器，ATP地面编码发码设备，和ATS、ATO、锁设备接口，用于实现列车占用检测和发送ATP信息，实现列车运行超速防护。

ATO地面设备包含：站台电缆环路，TWC设备，和和ATP、联锁设备接口设备，用于发送ATO命令，实现列车最好控制或列车自动驾驶。

#### (4) 电源设备

集中联锁车站配置一套适用于联锁设备、ATS、ATP、ATO设备在线式UPS及可提供15min后备电源蓄电池组。

#### (5) 维修终端

维修终端设维修用彩色显示器、键盘及鼠标，显示和控制用显示器相同内容及必需维修信息，并能对信号设备进行自动、手动测试，但不能进行控制。

#### (6) 乘客向导显示牌

在站台合适位置设乘客向导显示牌，用于显示靠近列车到站时间等。

#### (7) 紧急关闭按钮

紧急关闭按钮用于在碰到紧急情况危及行车安全时，关闭信号，使列车停车。

#### (8) 信号机及发车指示器

正线上防护信号机设于道岔区段，线路尽头设阻挡信号机，用于指示列车运行，防护列车进路。在正向出站方向站台侧列车停车位置前方设置发车指示器，指示列车出站。

#### (9) 转辙机

转辙机用于转换道岔。对于直尖轨道岔，采取单机牵引；对于AT道岔，采取双机牵引。可采取外锁闭装置，也可采取内锁闭方法。目前采取转辙机为电动转辙机或电动液压转辙机，有直流、交流两种类型。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/605024210014011230>