

城市轨道交通 信号基础

● 主编 谭丽娜 李晓红

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

城市轨道交通信号基础

主 编：谭丽娜 李晓红

副主编：南 洋 王 珂

参 编：高 帅 白 冰 姜 悦 李 巍

内 容 提 要

本书依据城市轨道交通信号系统的基本构成要素,从作者多年的教学实践出发,结合城市轨道交通企业员工理论实践培训的基本内容,较全面地叙述了城市轨道交通信号设备的基本组成与基本原理,并辅以相关实践教学内容。全书共分城市轨道交通信号系统概述、信号基础设备、联锁系统、区间闭塞技术、列车自动控制系统、列车定位与车-地通信技术6章。

本书可作为高等院校城市轨道交通专业的专业基础性课程教材以及城市轨道交通相关专业的教学参考书使用,还可以作为城市轨道交通企业的职业培训教材,同时也可供从事城市轨道交通运营的技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通信号基础/谭丽娜,李晓红主编. —北京:北京理工大学出版社, 2018.8

ISBN 978-7-5682-6083-1

I. ①城… II. ①谭… ②李… III. ①城市轨道交通信号-高等学校-教材
IV. ①U239.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第184878号

出版发行/北京理工大学出版社有限责任公司

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010)68914775(总编室)

(010)82562903(教材售后服务热线)

(010)68948351(其他图书服务热线)

网 址/http://www.bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/三河市天利华印刷装订有限公司

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/21

字 数/492千字

版 次/2018年8月第1版 2018年8月第1次印刷

定 价/79.00元

责任编辑/王玲玲

文案编辑/王玲玲

责任校对/周瑞红

责任印制/李洋

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前 言

城市轨道交通是城市重要的基础设施。自1956年北京地下铁道筹建处成立,至今中国地铁已走过62年的发展历程。截至2017年12月31日,中国内地城市轨道交通运营总里程4 712 km,运营城市33个,161条线路。目前在建地铁线路长度6 218 km,在建项目批复投资额累计38 691亿元。截至2017年年末,共有62个城市的城市轨道交通线网规划获批,规划线路总长7 293 km,中国将成为世界最大的轨道交通市场。轨道交通的迅速发展,带动了对轨道交通人才的需求。目前轨道交通领域人才缺口非常大,尤其是在生产一线从事施工、维修养护、运营管理、监理等中、高级应用型人才。培养生产一线的高级应用型技能人才是高等职业教育的目标,为了满足城市轨道交通专业高等职业教育的需要,北京理工大学出版社组织有关学校和企业共同开发编写了这本教材。

本书对城市轨道交通信号系统进行了较全面、系统的叙述。内容包括城市轨道交通信号系统概述、信号基础设施、联锁系统、区间闭塞技术、列车自动控制系统、列车定位与车-地通信技术6章。本教材旨在体现职业知识与职业意识教育相结合,使教材具有职业教育的本位和特色,具有针对性和操作性,突出学生技术技能的培养,注重学生职业能力的提高,努力让学生通过学习做到“学以致用”。

本书编写分工为:王珂编写第一章,谭丽娜编写第二章(第一节至第五节),白冰编写第二章(第六节和第七节),李晓红编写第三章、李巍编写第四章,南洋编写第五章,高帅、姜悦编写第六章。本书还引用了许多国内外专家、学者发表的有关城市轨道交通的相关资料和文献,在此谨向有关专家和部门致以诚挚的谢意。

鉴于编写人员的技术水平和实践经验的局限性,书中疏漏之处在所难免,敬请专家和读者提出宝贵意见,以便以后修正和完善。

目 录

第一章 城市轨道交通信号系统概述	1
第一节 城市轨道交通信号系统及其发展	2
1.1.1 城市轨道交通系统	3
1.1.2 城市轨道交通信号系统	3
1.1.3 城市轨道交通信号系统的发展及应用	6
1.1.4 我国城市轨道交通信号技术发展趋势	11
【思考与练习】	14
【技能训练】	14
技能训练1 国外城市轨道交通信号技术发展过程认知	14
技能训练2 国内城市轨道交通信号技术发展过程认知	15
第二节 城市轨道交通信号系统的组成及特点	15
1.2.1 城市轨道交通信号系统组成	16
1.2.2 城市轨道交通信号系统特点	22
1.2.3 城市轨道交通信号系统功能层次及实现	23
【思考与练习】	24
【技能训练】	24
技能训练1 车辆段/停车场信号设备认知	24
技能训练2 正线信号设备认知	25
第三节 城市轨道交通信号安全技术	26
1.3.1 故障—安全技术	27
1.3.2 现代信号系统安全技术的特点	28
1.3.3 降级模式	29
1.3.4 后备模式	31
【思考与练习】	33
【知识链接】	33
地铁信号“故障—安全”原则应用举例	33
第二章 信号基础设备	35
第一节 信号继电器	36

2.1.1	信号继电器的基本工作原理	37
2.1.2	信号继电器的分类	38
2.1.3	安全型继电器	39
2.1.4	交流二元继电器	48
2.1.5	信号继电器名称、定位规定及图形符号	49
2.1.6	信号继电器的作用及基本电路	52
2.1.7	信号继电器的故障处理	53
	【思考与练习】	54
	【技能训练】	54
	技能训练1 信号继电器电检修	54
	技能训练2 信号继电器电气性能测试	55
	技能训练3 信号继电器电路制作	57
	第二节 信号机	58
2.2.1	信号机的用途	59
2.2.2	信号的显示	59
2.2.3	常用色灯信号机	63
2.2.4	信号点灯单元	70
	【思考与练习】	73
	【技能训练】	73
	技能训练1 认识各种信号机的结构	73
	技能训练2 LED色灯信号机电气性能测试	74
	第三节 轨道电路	75
2.3.1	轨道电路概述	77
2.3.2	JZXC-480型(工频交流连续式)轨道电路	79
2.3.3	FTGS型数字编码式轨道电路	81
	【思考与练习】	87
	【技能训练】	87
	技能训练1 工频交流连续式轨道电路电气性能测试	87
	技能训练2 FTGS型数字轨道电路的养护与检修	88
	第四节 转辙机	90
2.4.1	道岔的组成	91
2.4.2	转辙机概述	92
2.4.3	ZD6型电动转辙机	93
2.4.4	ZD(J)9型电动转辙机	97
2.4.5	S700K型电动转辙机	100
2.4.6	ZY(ZYJ)7型电液转辙机	101
	【思考与练习】	102
	【技能训练】	102

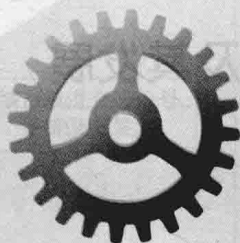
技能训练1 认识 ZD6 - A 型转辙机的基本结构	102
技能训练2 练习手摇道岔	103
技能训练3 ZD6 - A 型转辙机电气性能测试	104
第五节 计轴器	105
2.5.1 电子计轴系统	106
2.5.2 微机计轴系统	110
2.5.3 计轴设备复零	111
2.5.4 计轴点的设置	112
【思考与练习】	113
【技能训练】	114
技能训练1 AzLM 型计轴系统故障诊断与维护处理	114
技能训练2 西门子 AzS(M)350U 微机计轴系统故障诊断与处理	114
第六节 应答器(信标)	115
2.6.1 应答器的分类	117
2.6.2 应答器的组成与工作原理	118
2.6.3 应答器的设置原则	121
2.6.4 应答器传送的信息	121
2.6.5 应答器的主要功能	122
2.6.6 应答器的技术指标和环境条件	123
【思考与练习】	124
【技能训练】	124
技能训练1 无源应答器的安装	124
技能训练2 应答器的维护	125
第七节 交叉感应电缆环线	126
2.7.1 交叉感应电缆环线通信设备组成	127
2.7.2 交叉感应电缆环线工作原理	129
【思考与练习】	131
【技能训练】	131
技能训练1 交叉感应电缆环线的故障处理	131
技能训练2 交叉感应电缆环线室内设备的养护与检修	133
第三章 联锁系统	135
第一节 联锁	136
3.1.1 联锁的定义	137
3.1.2 联锁的基本内容	137
3.1.3 联锁系统的结构层次	138
3.1.4 联锁系统的功能	139
3.1.5 联锁系统的运营模式	142

【思考与练习】	153
【技能训练】	154
技能训练1 进路选择实验	154
技能训练2 进路解锁实验	155
第二节 联锁设备	156
3.2.1 6502 电气集中联锁设备	157
3.2.2 计算机联锁设备	161
【思考与练习】	169
【技能训练】	169
技能训练1 6502 电气集中联锁操作	169
技能训练2 计算机联锁操作	169
第四章 区间闭塞技术	171
第一节 传统的闭塞技术	172
4.1.1 站间闭塞	173
4.1.2 自动闭塞	175
【思考与练习】	176
第二节 列控系统下的闭塞技术	176
4.2.1 固定闭塞	177
4.2.2 准移动闭塞	180
4.2.3 移动闭塞	182
【思考与练习】	184
第五章 列车自动控制系统	185
第一节 列车自动控制系统综述	186
5.1.1 列车自动控制系统概述	187
5.1.2 ATC 系统组成	188
5.1.3 ATC 系统功能	190
5.1.4 ATC 系统结构类型	191
5.1.5 ATC 系统技术要素与分类	193
5.1.6 ATC 系统应用	195
【思考与练习】	197
【技能训练】	198
技能训练1 列车自动控制系统认知	198
技能训练2 ATC 系统仿真软件操作	199
第二节 ATP 系统	204
5.2.1 ATP 系统概述	205
5.2.2 ATP 系统设备组成	206



5.2.3 ATP 系统主要功能	211
5.2.4 ATP 系统基本工作原理	216
5.2.5 ATP 系统应用	222
【思考与练习】	223
【技能训练】	223
技能训练 1 车载 ATP 系统认知	223
技能训练 2 ATP 系统轨旁设备认知	224
技能训练 3 车载 ATP 设备维护	225
第三节 ATO 系统	227
5.3.1 ATO 系统概述	228
5.3.2 ATO 系统设备组成	229
5.3.3 ATO 系统主要功能	230
5.3.4 ATO 系统基本工作原理	232
5.3.5 ATO 与 ATP 的关系	235
5.3.6 ATO 系统应用	236
【思考与练习】	237
【技能训练】	238
技能训练 1 ATO 系统车载设备认知	238
技能训练 2 ATO 系统车站定位停车操作	238
技能训练 3 ATO 系统列车出库运行试验	239
技能训练 4 ATO 系统列车正线运行实验	240
技能训练 5 ATO 系统列车入库运行实验	241
第四节 ATS 系统	242
5.4.1 ATS 系统概述	244
5.4.2 ATS 系统设备组成	244
5.4.3 ATS 系统主要功能	250
5.4.4 ATS 系统基本工作原理	252
5.4.5 ATS 系统应用	257
【思考与练习】	260
【技能训练】	260
技能训练 1 ATS 系统设备认知	260
技能训练 2 城市轨道交通 ATC 行车调度仿真培训系统认知实验	261
技能训练 3 列车早点调整	261
技能训练 4 列车晚点调整	262
第五节 基于轨道电路的 ATC 系统	263
5.5.1 基于轨道电路的 ATC 系统概述	264
5.5.2 基于模拟轨道电路的 ATC 系统	265
5.5.3 基于数字轨道电路的 ATC 系统	269

5.5.4 基于轨道电路的 ATC 系统应用	273
【思考与练习】	274
【技能训练】	275
技能训练 1 列车运行自动控制仿真实验	275
技能训练 2 ATC 系统故障处理	275
第六节 CBTC 系统	276
5.6.1 CBTC 系统概述	277
5.6.2 CBTC 系统基本原理	283
5.6.3 CBTC 系统的结构与组成	284
5.6.4 CBTC 系统功能	286
5.6.5 CBTC 系统应用	288
【思考与练习】	291
【技能训练】	292
技能训练 1 ZC 移动授权单元 MAU 与 ATS 通信故障行车处置	292
技能训练 2 ZC 移动授权单元故障行车处置	293
技能训练 3 绘制 CBTC 系统列车限制速度曲线	294
第六章 列车定位与车-地通信技术	301
第一节 列车定位技术	302
6.1.1 列车定位技术的作用	303
6.1.2 列车定位技术的分类	303
【思考与练习】	309
【知识链接】	310
LZB700M 型城市轨道交通信号系统列车定位技术	310
第二节 车-地通信方式	315
6.2.1 基本通信原理	317
6.2.2 主要技术指标分析	319
【思考与练习】	320
【知识链接】	320
定位及车-地通信设备维修	320
【技能训练】	322
技能训练 1 同步环线的调整与维护与故障处理	322
技能训练 2 感应环线的调整与维护与故障处理	324
参考文献	326



第一章

城市轨道交通信号系统概述

城市轨道交通的基本任务是安全、准时，高效率、高密度地运送旅客，因此，必须采用可靠、安全的信号系统来指挥列车的运行。从传统的闭塞、联锁信号设备发展到现代化的列车运行自动控制系统，城市轨道交通信号系统无时无刻不在确保列车运行的安全及平稳。

第一节 城市轨道交通信号系统及其发展

任务导入

近年来，我国城市轨道交通已经进入快速发展时期，城市轨道交通作为城市的交通命脉，其运营安全工作是第一位的。城市轨道交通信号系统是城市轨道交通系统中重要的技术装备，肩负着指挥列车安全运行、提高运输效率的重要任务。

学习要点

知识目标

1. 掌握城市轨道交通系统的定义及特点；
2. 掌握城市轨道交通信号及信号系统的定义及作用；
3. 了解国内外城市轨道交通信号系统发展及应用情况；
4. 了解我国城市轨道交通信号技术发展趋势及其国产化进展。

技能目标

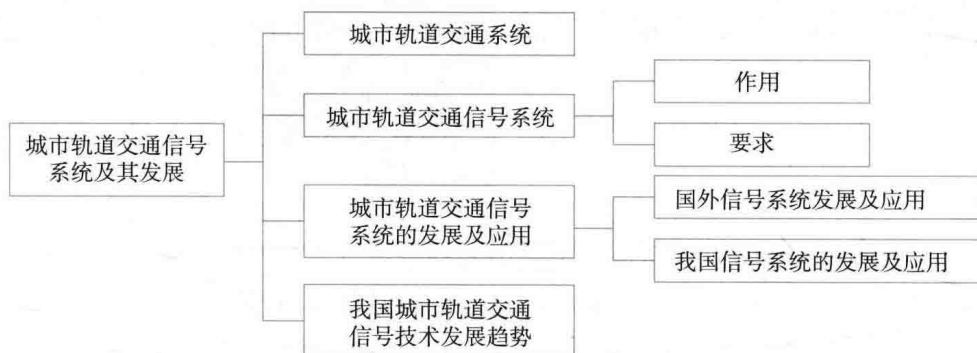
1. 能够列举城市轨道交通信号系统作用实例；
2. 能够对轨道交通相关资料进行分析及总结。

相关案例

2017年11月下旬，在上海举办的2017（第十二届）中国国际轨道交通展览会上，中国城市轨道交通协会常务副会长周晓勤表示：“中国的工程建设装备制造、运营管理已开始走向国门走向世界，开始参与相关国际标准的研究和制定工作。以国产化装备为主导的城市轨道交通装备制造体系和城市轨道交通产业在国际上已具有影响力。”



结构框图



1.1.1 城市轨道交通系统

1. 城市轨道交通系统定义

城市交通肩负着市民日常生活中必需的“行”的任务，是城市服务最重要的基础设施之一。随着城市化发展进程的推进，城市的范围越来越大，城市人口增长的速度越来越快。传统的城市道路交通因其自身的特点，如占地面积大、运量小、能耗大、污染大、道路建设跟不上汽车增长速度等，已无法适应现代城市的发展。

城市轨道交通是指以轮轨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。国际上对城市轨道交通并没有统一的定义，我国的国家标准《城市公共交通常用名词术语中》中，将城市轨道交通定义为：“通常以电能为动力，采取轮轨运转方式的大运量公共交通的总称。”

2009年我国颁布了《城市轨道交通技术规范》，其中将城市轨道交通定义为：“采用专用轨道导向运行的城市公共客运交通系统，包括地铁系统、轻轨系统、单轨系统、有轨电车、磁悬浮系统、自动导向轨道系统、市域快速轨道交通系统。”

2. 城市轨道交通系统的特点

城市轨道交通以其鲜明的特点赢得了城市管理者和市民的青睐。其特点包括：

- ①采用列车编组化运营，运量大；
- ②良好的线路条件与控制体系，速度快；
- ③电力牵引，污染少、环保好；
- ④可采用地下和高架敷设方式，占地面积小；
- ⑤全隔离的路权方式，安全性、可靠性好；
- ⑥良好的环控体系和候车环境，乘车舒适性佳。

1.1.2 城市轨道交通信号系统

城市轨道交通信号，就是应用于城市轨道交通系统中实现行车指挥和列车运行控制安全间隔控制技术的总称，其功能是保证行车安全，提高运输效率。

城市轨道交通信号系统是实现行车指挥、列车运行监控和管理所需技术措施及配套装备

的集合体。图 1-1-1 为信号系统概况示意图。

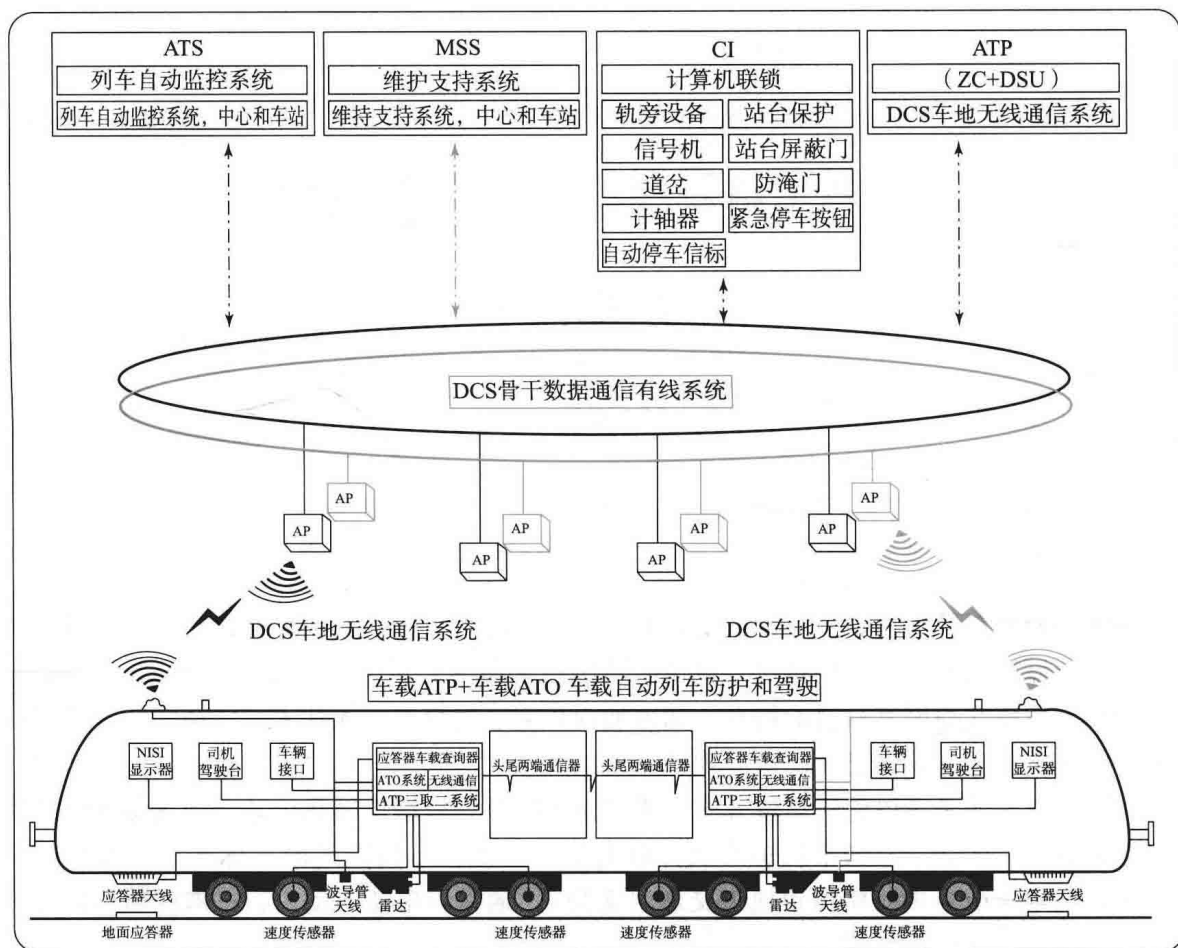


图 1-1-1 信号系统概况示意图

列车运行控制由机车信号车载设备、车站信号及地面轨旁设备、控制中心设备等共同完成。在图 1-1-1 中，车-地通信媒介采用轨道电路现代大运量城市轨道交通信号系统，是整个城市轨道交通运输自动化系统中的重要组成部分，具有完成并保证列车和乘客的安全，实现列车快速、高密度、有序运行的功能，其核心是列车自动控制系统（ATC），它由计算机联锁、列车自动防护系统、列车自动驾驶系统和列车自动监控系统组成，各子系统之间相互渗透，实现地面控制与车上控制相结合、就地控制与中央控制相结合，构成了一个以安全设备为基础，集行车指挥、运行调整及列车驾驶自动化等功能为一体的自动控制系统。

信号系统随着信息技术（微电子技术、计算机技术、通信技术和控制技术）的不断发展，也产生了“革命性”的变化，原来的“地面信号”逐渐由“车载信号”所替代。其“信号”的内容，已发生根本性的变化，它不再是用“颜色”显示不同的速度等级，而由车载信号直接接收列车运行的“目标速度”“目标距离”或“进路电子地图”，并且由车载计算机直接控制列车的自动运行，实现列车在车站的自动定位停车和区间运行的自动超速防护；随着数字编码技术的不断发展，模拟技术的信号系统将被数字信号系统所替代，这一点在信号系统的“轨道电路”技术发展中尤为突出。模拟轨道电路中，只能向列车传送有限

的“固定信息”，而利用数字编码轨道电路可以向列车传送各种不同的“变量”，以实现列车运行的自动控制；光纤通信传输技术和无线通信技术都在信号系统中得到充分应用。

1. 城市轨道交通信号系统作用

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，共同完成着旅客输送任务，实现旅客的位移。在城市轨道交通中，信号系统担负着保证行车安全、指挥列车运行的重要任务，其作用主要表现在：

(1) 确保列车运行的安全

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空闲、道岔位置正确、信号机开放、敌对进路锁闭等条件满足时，才允许向列车发出允许列车前行的信号，所以，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运行（违章运行），将导致事故。因此，信号系统可以保障列车运行的安全性，可以减少或杜绝列车运行事故，并且可以降低事故等级，减少事故损失。

(2) 提高轨道交通的运行效率

在城市轨道交通中，先进的信号系统可以代替人工作业，在保障安全行车的基础上缩短行车间隔，将早期 10 min 左右的行车间隔调整到 2 min 左右，提高了行车密度。此外，列车自动监控系统可以合理安排列车运营计划，缩短列车停站时分，指导列车按照计算机系统设定的列车运行时刻表，自动、安全地指挥列车按列车运行图运行。

2. 城市轨道交通对信号系统的要求

城市轨道交通系统的安全、速度、运输能力和效率与信号控制系统密切相关，信号控制系统是城市轨道交通的重要技术装备，对于确保行车安全、提高运输效率、改善工作条件、促进管理现代化起着至关重要的作用。

就目前的技术水平而言，无论是新建还是改建的线路，在运行高峰期的追踪运行间隔最小可达 80 ~ 90 s，这对信号控制系统提出了较高的要求。

(1) 可靠性、可用性和安全性要求高

首先，城市轨道交通列车运行速度快，在高峰期发车间隔时间短，车站站间距较短，作为城市大运量客运系统，只依靠行车调度员、车站值班员、车站站务员和列车司机等来防止运行事故的发生已远不能满足运行安全的要求。

其次，城市轨道交通地下和高架线路的设备发生故障后，排除难度大，发生事故后救援困难，易造成重大影响或损失，因此，对信号控制系统的可靠性、可用性和安全性要求都较高。凡涉及行车安全的子系统、设备或器材的必须满足相应的安全完整度等级的要求，符合“故障—安全”原则设计，普遍采用硬件或软件冗余及安全编码技术。

另外，为满足现代化维护管理和快速排除故障的需求，信号各子系统应具有自检测、故障诊断定位和报警功能。

(2) 信号控制技术高度自动化

由于城市轨道交通的行车间隔短，列车密度大，行车频繁，所以必须采取高度自动化的信号控制技术。同时，由于城市轨道交通的列车运行线路比较单一，易于实现自动控制，使得调度指挥系统能根据轨道交通运行的实际情况，借助先进的计算机控制技术及时自动调整列车运行，用于实现列车的自动驾驶或无人驾驶，使整个轨道交通系统达到最优化，提高了

运行效率，也大大降低了劳动强度。其高度自动化主要包括以下4个方面：

①城市轨道交通信号系统中的列车自动监控系统（ATS）可实现运行管理及调度指挥的自动化。当列车运行偏离运行图时，信号控制系统能自动进行纠正和控制。

②城市轨道交通信号系统中的列车自动驾驶系统（ATO）具备实现自动驾驶的功能，以便最大限度地提高效率。

③城市轨道交通信号控制系统提供站台精确停车功能，使停车精度满足停站、折返和存车作业的要求；安装屏蔽门/安全门的车站列车停站精度，要求列车停站车门的位置与站台屏蔽门/安全门位置相对应，以保证乘客有序候车及车门与屏蔽门/安全门的开度相适应，误差一般控制在 $\pm 0.25 \sim \pm 0.5$ m的范围内。

④当列车运行控制系统设备发生故障时，能自动或人工转入降级运行模式下的信号控制系统。

（3）行车控制信息网络化

信息化使轨道交通的各类信息能够迅速上通下达，准确获得轨道交通系统运营的各类实时信息。地面局域网及车-地无线通信网将轨道交通的控制中心、车站及列车连成一个有机整体，使控制中心能够全面了解辖区内的各种情况，灵活配置系统资源，在保证轨道交通安全、高效运营的同时，大大提高了为旅客服务的智能化。

1.1.3 城市轨道交通信号系统的发展及应用

城市轨道交通列车运行控制系统是城市轨道交通的主要技术装备，它担负着指挥列车运行、保证行车安全、提高运输效率、实现列车运行自动化的重要任务。

1. 国外城市轨道交通信号系统发展概况

19世纪，欧洲工业革命的成功促进了社会经济的发展和城市的繁荣，蒸汽机的发明促使轨道交通在英国诞生。

交通工具的机械化和现代化使得城市轨道交通控制方式的“瓶颈”日益凸现出来。根据英国学者韦伯思特（Webster V.）和柯布（Cobber M.）的著作记述，为保证城市轨道交通运行安全和减少交通事故的发生，1868年英国伦敦出现了一种红绿两色的臂板式信号灯，从此揭开了城市轨道交通列车运行控制的序幕。1918年，纽约安装了一种手动的三色信号灯，首次出现了真正现代意义上的列车运行控制装置，这也是列车运行控制的雏形。

随着社会的发展，城市车辆不断增多，传统的交通信号灯已不能满足轨道交通控制的需求，交通工程师开始寻求借助其他工程领域的技术来解决交通信号控制问题，由此带来了交通控制技术的迅速发展。1926年，英国在沃尔佛汉普顿安装了一种结构简单的机械式交通信号机，它通过电动机带动齿轮机械传动，实现单时段定周期的红绿灯切换。这种机械式的信号机首次实现自动控制，奠定了城市交通信号自动控制的基础。

交通信号的控制，由手动信号机到自动信号机，由固定周期到可变周期，控制方式由点控到线控和面控，从无车辆检测到有车辆检测器，经历了近百年的历史。进入20世纪70年代，随着计算机技术和自动控制技术的发展，数字技术和自动化技术的介入，世界各国城市轨道交通控制技术发生了质的变化，技术上日趋成熟。较为先进的轨道交通系统已摒弃了“用信号显示指挥列车”的旧有概念，引进了ATC（Automatic Train Control）系统，司机操

作台上显示的是反映列车运营状态的信息。

最早的列车指挥由一位戴绅士礼帽、穿黑大衣和白裤子的铁路员工在列车前骑马引导列车运行，他一边跑一边以各种手势发出信号指挥列车前进和停止。

为确保安全，人们开始研究使用固定的信号设备：用一块长方形的板子指挥列车，板子上的横向线路是停车信号，纵向线路是行车信号。可是，纵向线路的板子实际上很难观察，故又在顶端加块圆板。当晚间开车时，就以红色灯光表示停车信号，以白色灯光表示行车信号。

1841年，英国人戈里高利提出用长方形臂板作为信号显示，装设在伦敦车站，这是铁路上首次使用臂板式信号机，如图1-1-2所示。随着光电技术、电子的发展，城市轨道交通控制方式由臂板信号机逐渐过渡到色灯信号机和机车信号。

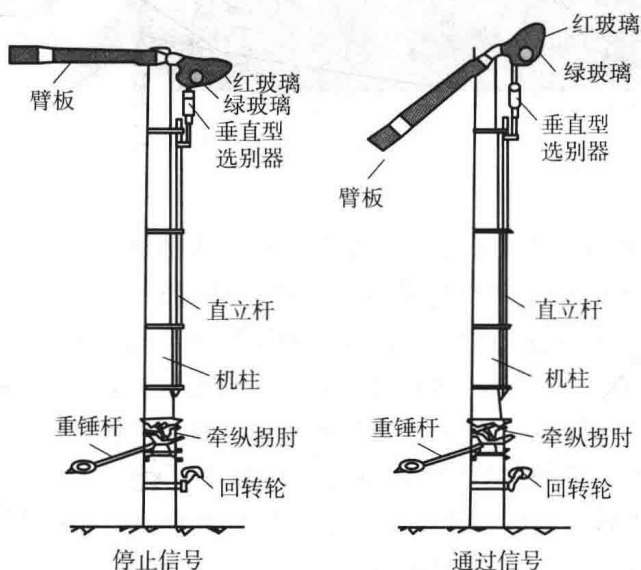


图1-1-2 臂板式信号机

城市轨道交通色灯信号机（用灯光的颜色、数目及亮灯状态表示信号的含义，指挥列车运行）一般设于车站出站口、道岔处、转线处等，分别指挥列车出站、防护道岔、转线作业等。色灯信号机结构如图1-1-3所示。

将地面信号传递给机车，在司机操作台上显示的信号为机车信号。机车信号是指通过设在机车司机室的机车信号机自动反映运行条件、指示司机运行的信号。为实现机车信号而装设的整套技术设备称为机车信号设备。机车信号机如图1-1-4所示。



图1-1-3 色灯信号机

为保证行车安全，提高运输效率及改善司机的劳动条件，在机车上要安装机车信号车载设备，在线路上也要安装机车信号地面设备，使机车上能接收到反映地面信号的信息。在线路条件不好、气候条件不好的情况下，机车信号的作用