

城市轨道交通系列教程



ZIDONG SHOUJIANPIAO XITONG WEIHU

# 自动售检票系统维护

主 编 陈建萍

副主编 董 亮

主 审 杨 珂

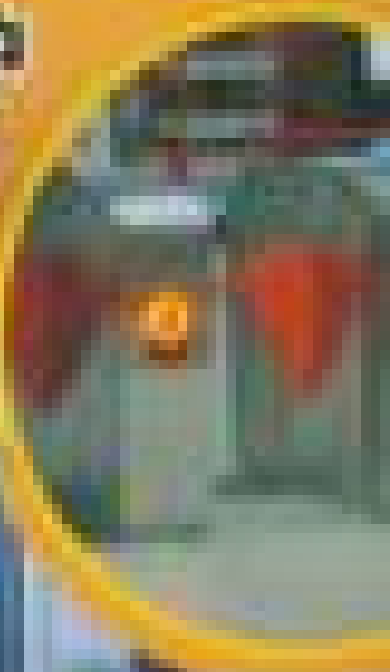


华南理工大学出版社



# 自动售检票系统维护

- 1. 系统概述
- 2. 系统架构
- 3. 系统维护



## 内容提要

本书以城市轨道交通行业(企业)内部机电设备维修人员的应知应会为载体,参照国家及轨道行业相关职业标准要求,从城市轨道交通自动售检票系统(AFC)的概况组成到熟练检修维护及典型故障处理进行详细讲述,从而使读者能够学习城市轨道交通自动售检票系统(AFC)各设备的维护技能。本书分别从 AFC 系统基础知识、正线各类终端设备、中央系统的功用原理及组成三个大的方面,AFC 系统常见故障的处理、与其他系统的技术接口知识及新技术在 AFC 系统中的应用等内容,较为详尽地介绍了 AFC 检修工岗位人员应具备的知识与技能。

本教材可作为轨道交通 AFC 检修工岗位指导教材,也可供希望进入城市轨道交通系统工作的在校学生参考使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

自动售检票系统维护 / 陈建萍主编. -- 重庆:重庆大学出版社, 2021.8  
ISBN 978-7-5689-2554-9

I. ①自… II. ①陈… III. ①城市铁路—旅客运输—售票—铁路自动化系统②城市铁路—旅客运输—检票机—铁路自动化系统 IV. ①U293.22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2021)第 137422 号

## 自动售检票系统维护

主 编 陈建萍

副主编 董 亮

主 审 杨 珂

策划编辑:周 立

特约编辑:龙 亮

责任编辑:陈 力 版式设计:周 立

责任校对:谢 芳 责任印制:张 策

\*

重庆大学出版社出版发行

出版人:饶帮华

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址: <http://www.cqup.com.cn>

邮箱: [fxk@cqup.com.cn](mailto:fxk@cqup.com.cn) (营销中心)

全国新华书店经销

重庆俊蒲印务有限公司印刷

\*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:11.5 字数:268 千

2021 年 8 月第 1 版 2021 年 8 月第 1 次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5689-2554-9 定价:49.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

# 编审委员会

(排名不分先后)

主任 刘峻峰

副主任 曹双胜 岳海 袁媛  
刘军 卢剑鸿

## 成员

丁杰	王治根
王晓博	元铭
田威毅	付向炜
刘凯	刘炜
刘煜	毛晓燕
田建德	祁国俊
纪红波	李乐
李芙蓉	李武斌
杨珂	张小宏
陈建萍	陈晓
尚志坚	单华军
赵跟党	禹建伟
侯晶晶	黄小林
梅婧君	梁明辉
廖军生	薛小强

随着城市轨道交通行业的快速发展,对解决城市交通拥堵,改善市民出行条件,促进节能减排,推动城市经济协调发展具有非常重要且长远的意义。因此,城市轨道交通设备运维质量显得尤为重要,对运维人员理论与技能水平提出了更高的要求。

自动售检票系统(Automatic Fare Collection System, AFC)作为城市轨道交通系统对外服务的窗口,扮演着“售票员”“检票员”“统计员”“审计员”等角色。该系统以票卡(包括二维码等虚拟票卡)作为介质,集计算机、通信、网络、自动控制等技术于一体,支撑城市轨道交通售票、检票、计费、收费、统计、清分等业务环节,最终实现了完整的自动化售检票功能。相比传统方式,自动售检票系统具有提升服务效率,缩减人员成本,降低资金差错等优点,同时也给乘客售检票带来便利和优越的用户体验。

本书针对自动售检票系统运维从业人员的工作特点,对终端设备、车站及线路中央计算机系统、清分系统原理和功能进行阐述,重点对各层级系统运营维护和故障处理方法予以详解。希望能让读者对自动售检票系统维护工作有全面认知。本书由西安市轨道交通集团有限公司运营分公司的专业工程师参与编写,主要参编人员有西安地铁陈建萍、董亮。陈建萍担任主编,董亮担任副主编,杨珂担任主审。陈建萍负责本书第一部分和第三部分内容的编写,董亮负责本书第二部分内容的编写。由于编者经验和水平有限,书中难免存在疏漏之处,敬请广大读者批评指正并提出宝贵意见。

编 者  
2021年3月

## 第一部分 基础知识

<b>项目一 自动售检票系统基本介绍</b> .....	2
任务 1.1 自动售检票系统发展简介 .....	2
任务 1.2 自动售检票系统架构介绍 .....	4
任务 1.3 自动售检票系统维修工职业概况 .....	5
复习思考题 .....	6
<b>项目二 自动售检票系统基础知识</b> .....	7
任务 2.1 自动售检票系统新线筹备知识 .....	7
任务 2.2 自动售检票系统供电原理 .....	18
任务 2.3 自动售检票系统网络构架 .....	20
任务 2.4 自动售检票系统票卡基本知识 .....	22
复习思考题 .....	30

## 第二部分 正线知识

<b>项目三 初级工(正线)理论知识及实操技能</b> .....	32
任务 3.1 站级设备原理及功能介绍 .....	32
任务 3.2 站级设备维修维护工器具使用 .....	47
任务 3.3 站级设备日常维护方法 .....	51
任务 3.4 站级设备常见故障维修 .....	62
任务 3.5 重大故障处理流程 .....	65
复习思考题 .....	67
<b>项目四 中级工(正线)理论知识及实操技能</b> .....	68
任务 4.1 站级设备各模块原理及功能 .....	68
任务 4.2 站级设备深度维修维护工器具使用 .....	79

任务 4.3 站级设备深度维护保养方法 .....	85
任务 4.4 自动售检票系统典型故障维修 .....	98

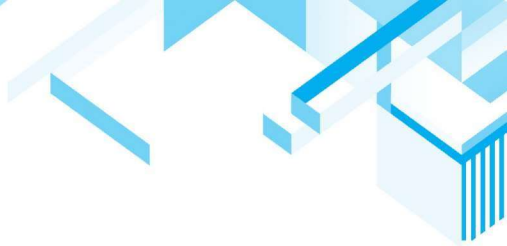
<b>项目五 高级工(正线)理论知识及实操技能 .....</b>	<b>101</b>
任务 5.1 站级设备重点部件原理及功能介绍 .....	101
任务 5.2 小改小革案例 .....	111
复习思考题 .....	114

### 第三部分 中央知识

<b>项目六 初级工(中央)理论知识及实操技能 .....</b>	<b>116</b>
任务 6.1 线路中央计算机系统设备及业务功能 .....	116
任务 6.2 清分系统设备及业务功能 .....	118
任务 6.3 多元化支付平台设备及业务功能 .....	120
任务 6.4 车站计算机系统日常维护 .....	123
任务 6.5 线路中央计算机系统设备日常维护 .....	125
任务 6.6 清分系统日常维护保养 .....	127
任务 6.7 常见故障维修 .....	130
复习思考题 .....	131

<b>项目七 中级工(中央)理论知识及实操技能 .....</b>	<b>132</b>
任务 7.1 车站计算机系统设备原理 .....	132
任务 7.2 线路中央计算机系统设备原理 .....	135
任务 7.3 清分系统设备原理 .....	137
任务 7.4 多元化支付平台关键设备原理 .....	138
任务 7.5 车站计算机系统深度维护保养 .....	142
任务 7.6 线路中央计算机系统服务器深度维护保养 .....	143
任务 7.7 清分系统服务器深度维护保养 .....	145
复习思考题 .....	147

<b>项目八 高级工(中央)理论知识及实操技能 .....</b>	<b>148</b>
任务 8.1 车站计算机系统业务进程与数据机制 .....	148



任务 8.2 线路中央计算机系统业务进程与数据机制 .....	152
任务 8.3 清分系统业务进程及数据处理机制 .....	155
任务 8.4 清分规则及主要算法原理 .....	163
任务 8.5 多元化支付平台核心技术 .....	169
复习思考题 .....	174

## 第一部分 基础知识

# 项目一 自动售检票系统基本介绍

## 任务 1.1 自动售检票系统发展简介

### 1.1.1 自动售检票系统发展历程及现状

自动售检票系统,简称 AFC,实现了轨道交通售票、检票、计费、收费、统计、清分、管理等全过程的自动处理。该系统通常包括自动控制、计算机网络通信、现金自动识别、微电子计算、机电一体化、嵌入式系统和大型数据库管理等高新技术运用。自动售检票系统的便捷和准确性大大优于传统的纸票售票方式,它可以克服人工售检票模式中固有的速度慢、财务漏洞多、出错率高、劳动强度大等缺点,防止假票,杜绝人情票,防止人为差错,同时提高管理水平,减轻劳动强度,不仅是轨道交通系统自动售检票发展的一个趋势,也是城市信息化建设的一个重要体现。

自动售检票系统是国际化大城市轨道交通运行中普遍应用的现代化联网收费系统。随着自动售检票系统的启用,乘客现在可以通过站厅自动售票机购买电子票,通过自动检票机刷卡实现进/出站。目前北京、上海、广州、深圳、南京、西安等大城市的轨道交通地铁站都广泛使用了自动售检票系统作为重要客运管理应用,同时该系统也可适用于更多的场合,包括影院、体育馆、歌剧院、火车站、机场等。

几十年来,我国轨道交通自动售检票事业从无到有,从小到大,经历了启蒙、实践、调整三个阶段。

#### (1) 启蒙阶段

20 世纪 80 年代末,上海地铁凭借在国外收集到的资料,艰难地开始了自动售检票系统和设备的研制,当时城轨交通自动售检票系统概念在中国还是一片空白。在 20 世纪 90 年代初,在广州地铁 1 号线可行性研究报告中,票务收费方式是人工还是自动仍是一个重要章节。在这个阶段,对自动售检票系统的功能设置是以学习国外成功的系统经验为主。在此期间,中国香港地区的地铁将其宝贵的建设和运营经验传授给内地;同时,国外著名系统供应商也通过产品和系统介绍,将其城轨交通自动售检票系统的技术和经验推荐给了我国。这些都为广州地铁和上海地铁自动售检票系统在建设之初就拥有基本完善的功

能奠定了基础。我国城轨交通首个自动售检票系统供货合同签订正值 20 世纪 90 年代中期,此时的磁卡自动售检票系统技术已相当成熟,而 IC 卡技术在交通收费方面的应用研究才刚刚起步,巴黎地铁和我国香港地铁正考虑将非接触 IC 卡应用到轨道交通及公交收费,我国对公交 IC 卡应用的研究还只处于接触式 IC 卡水平。由于当时 IC 卡成本高昂,所以在磁卡、IC 卡、条形码等多种媒介中,倾向于选择磁卡。

## (2) 实践阶段

从 1998 年底开始,自动售检票系统在中国内地的城市轨道交通中投入使用,逐步展现出良好的票务管理水平和高效的客流处理能力,使地铁公司票务收益管理实现了以最少的人力物力,实现高效率低成本的运作,自动售检票系统所发挥的作用令设计者、建设者和乘客接受了它。在这个阶段,国内的轨道交通自动售检票系统用户通过使用和摸索,在掌握原系统功能的同时,整理归纳出适用于轨道交通票务管理需要的新功能,使自动售检票系统的功能更为完善。经过几年的实践,可以从以下几方面看到轨道交通自动售检票系统的优越性。

①准确的客流及票务统计分析数据:为运营调控、市场营销、新线建设提供了科学的决策依据,也为提高服务质量和信息处理能力创造了条件。

②高效的自动售检票设备:使车站客流井然有序、快速通过,减少了逃票情况的发生,保障了地铁公司的票务收益。

③自动售检票系统:自动售检票系统的便捷和准确性大大优于传统的纸票售票方式,可大幅减少现金交易、人工记账及统计工作,人员可精简,准确率和效率较高。可以克服人工售检票模式中固有的速度慢、财务漏洞多、出错率高、劳动强度大等缺点,可防止假票及工作人员作弊,提高管理水平,减轻劳动强度。

④维修管理系统:使维修资源、数据得以较好的利用,并达到快速反应、快速修复的效果。

## (3) 调整阶段

在短短几年内,IC 卡技术在轨道交通自动售检票系统的应用由研究摸索迅速发展到大规模的实际应用。非接触式 IC 卡以其储存量较大、保密性较强、可实现一卡多用等特性,逐步取代了磁卡的地位,如今已成为各城市轨道交通收费系统的首选票质媒介。非接触式 IC 卡技术在轨道交通自动售检票系统的大规模应用,猛烈冲击着以磁卡为车票媒介的已有自动售检票系统,同时也推动新建线路的自动售检票系统在功能上扩展和性能上提高,使系统结构更为简单、高效,成本有效降低。

## (4) 现状

现在全国新建的轨道交通自动售检票系统都选用了非接触式 IC 卡技术,具有很高的信息处理能力和更高的安全性,系统设备更为简化,车票现象大为减少,机械维修和调整维修的工作量也相应减少;同时,也为乘客带来更大的方便,乘客不需从提包中取出车票也能方便地检票通过。IC 卡技术的应用使公交行业联营成为发展趋势,为广大乘客带来更大便利。目前,上海“一卡通”系统已拓展到多个城市的交通领域,如上海在公交、地铁、出租车、轮渡、停车场及轻轨交通中采用一卡通,北京、大连、西安也实现了公交、地铁的一卡通。

### 1.1.2 自动售检票系统发展方向

随着城市轨道交通建设的快速发展,专业技术的进步以及多种公共交通优惠政策的灵活组合,城市轨道交通自动售检票系统发展的总趋势是:标准化、简单化、集成化和智能化。

#### (1) 标准化

为实现轨道交通自动售检票系统的简捷和大集成,必须制定标准和规范,统一系统和终端设备,实现系统内的统一车票媒介,方便不同线路之间的换乘。

#### (2) 简单化

为适应快节奏的社会生活,乘客要求的公共交通工具应具有操作简单、出行高效的特点,也必然是轨道交通自动售检票系统的发展方向。将复杂的自动售检票系统通过系统集成,简化乘客的使用操作;通过人性化设计,提高乘客的售检票效率。

#### (3) 集成化

随着轨道交通运营网络的拓展,城市轨道交通的售检票系统的规模也越来越大,同时轨道交通与其他交通方式之间的关系也越来越密切,相互兼容、联乘优惠、跨系统阶段等政策的推出,必然使各种城市公共交通系统间的关联度越来越高。建立统一、高效、准确、跨平台、跨系统的城市售检票系统应用平台是必然的。

采用标准件、通用件和通信数据的迅速交换等技术手段,建立可靠、安全、易用、可扩展、互联性高的系统架构,既是构建高品质售检票系统的基本要求,也是城市自动售检票系统的必然趋势。在实施过程中,必须注意针对售检票系统数据结构的特点和系统对安全性的要求,加强系统的集成管理,以满足售检票系统规模逐步扩大和关联度日渐提高的要求。

#### (4) 智能化

智能化是自动售检票系统近年来的最新发展趋势。自动售检票系统第五层(清分系统层)的建立除了满足日常的结算业务外,更重要的是使体系内所汇集的各类票务数据能够有效整合,利用 AI 技术将城市轨道交通企业中现有的数据进行转化,帮助企业各业务部门做出明智的业务经营决策。

随着 AI 技术的不断发展与成熟,其在自动售检票系统各层的应用将会不断地延伸,使自动售检票系统不但具有高度的自动化,而且具有高度的智能化。这将大大地缓解自动售检票系统对各专业领域、各层级人才的需求压力。

## 任务 1.2 自动售检票系统架构介绍

自动售检票系统作为城市轨道交通向公众提供服务的窗口,是城市轨道交通系统运

营服务的核心子系统。现阶段,自动售检票系统一般具有五层架构:

第一层车票(TICKET)层——车票是乘客所持的车费支付媒介,规定了储值卡和单程票两种类型的物理特性、电气特性、应用文件组织以及安全机制等技术要求;

第二层车站终端设备(SLE)层——车站终端设备安装在各车站的站厅,是直接为乘客提供售检票服务的设备,规定了车站终端设备及其运营管理的技术要求;

第三层车站计算机(SC)系统层——主要功能是对第二层车站终端设备进行状态监控,以及收集本站产生的交易和审计数据,规定了系统的数据管理、运营管理及系统维护管理的技术要求;

第四层线路中央计算机(LCC)系统层——主要功能是收集本线路自动售检票系统产生的交易和审计数据,并将此数据传送给城市轨道交通清分系统,并与其进行对账,规定了对该线路的车票票务管理、运营管理及系统维护的技术要求;

第五层清分(ACC)系统层——主要功能是统一城市轨道交通自动售检票系统内部的各种运行参数,收集城市轨道交通自动售检票系统产生的交易和审计数据并进行数据清分和对账,同时负责连接城市轨道交通自动售检票系统和城市一卡通清分系统,规定了对车票管理、票务管理、运营管理和系统维护管理的技术要求。

## 任务 1.3 自动售检票系统维修工职业概况

### 1.3.1 自动售检票系统维修工职业定义

自动售检票系统维修工,从事自动售检票系统终端设备和网络系统线路及器件的安装、调试与维护、检修的人员。

### 1.3.2 自动售检票系统维修工职业等级

#### (1)职业等级分类

自动售检票系统维修工职业等级共分为五级,分别为初级工(五级)、中级工(四级)、高级工(三级)、技师(二级)、高级技师(一级)。

#### (2)申报条件

##### 1)初级工

已取得本职业(工种)上岗证,且见习期满正式定岗者,直接认定初级工职业资格,不再组织初级工职业技能鉴定。

##### 2)中级工

已取得本职业(工种)初级工职业资格,且取得该资格后在本职业(工种)连续工作满

3年(参加工作满4年);或者在本职业(工种)连续工作满7年(仅含正线值班员)。

3)高级工

已取得本职业(工种)中级工职业资格,且取得该资格后在本职业(工种)连续工作满4年(参加工作满8年);或者在本职业(工种)连续工作满15年以上的生产技术骨干。

4)技师

已取得本职业(工种)高级工资格,且取得该资格后在本职业(工种)连续工作满5年。

5)高级技师

已取得本职业(工种)技师资格,且取得该资格后在本职业(工种)连续工作满3年。

## 复习思考题

1.自动售检票系统的发展方向是什么?



## 项目二 自动售检票系统基础知识

### 任务 2.1 自动售检票系统新线筹备知识

#### 2.1.1 自动售检票系统新线筹备概述

本项目主要介绍自动售检票系统新线筹备的相关知识,从运营岗位出发,依据国内地铁 AFC 系统新线建设经验,按照时间顺序方式详细介绍新线筹备的相关知识点。

##### (1)新线筹备的时间节点

地铁 AFC 系统作为信息系统的一种,符合软件工程信息系统建设的总体思想和模型。因各地铁 AFC 系统所适用的城市人群以及经济发展水平不尽相同,不太适合快速原型法的开发方式。一般采取瀑布模型开发,新线筹备时间节点一般采取倒排方式进行。因 AFC 系统的特殊性在地铁工程实际现场建设总体周期中处于相对滞后位置,所以须在地铁大工程三通(洞通、轨通、电通)后进行建设,一般周期为沿线客流分析、运营需求意见收集、新线用户需求书编制、招标、评标、投标文件评审、与中标单位进行设计联络会确定的相关技术细节、人员培训、概要设计评审、详细设计、样机验收、出厂设备预检查、现场施工介入、设备现场安装盯控、单系统调试、综合联调等阶段。

##### (2)沿线客流分析

地铁 AFC 系统作为与人接触的运营窗口设备,在一定程度上代表了地铁运营公司的服务和保障水平,在不同车站设置 AFC 系统站级设备的数量以及位置都应充分考虑所处车站的人流密度,这是保障地铁运营服务质量的前提条件。位置摆放依据出入口上方商业区以及住宅小区功能体的位置确定,一般应通达所有出入口以及 4 个象限,数量应依据短期和长期在成本基础上进行确定。

##### (3)运营方需求意见收集

运营方需求意见收集主要为西安地铁既有线路 AFC 系统运营的经验以及缺陷展开,还应充分考虑到行业发展的前沿新技术,尽可能地保障交付 AFC 运营方的系统质量可靠和生命周期以及可维护性的延续。

#### (4) 新线用户需求书的编制

需求工程的基本问题是获取需求、分析需求、表述需求、确认需求、进化需求。需求工程需要专家、地铁运营部门、中标单位、需求分析员、系统分析员、软件程序员等方方面面的人员共同参与,不同的人员有不同的着眼点和知识背景,在充分考虑各方面基础上,才能进行用户需求书的编制。

#### (5) 招标

AFC 系统的招标一般由地铁公司工程招标部门负责,运营部门参与,共同确定招标的组织方式。

#### (6) 评标

AFC 系统评标阶段,运营方参与时应重点关注各投标单位的方案是否最大化达到自身需求的契合,也应关注投标方的业绩表现和后期售后服务质量的评价。

#### (7) 投标文件评审

在此阶段,对中标单位的投标文件进行评审,运营方应重点关注自身相关需求是否得到了中标单位的有效应答和回复。

#### (8) 设计联络会

设计联络会的开展主要为在需求的基础上,更进一步逐项落实各个系统设备的需求和技术细节,为后面的概要设计、详细设计打下坚实的基础。

#### (9) 人员培训

根据国内地铁运营单位建设 AFC 系统的经验,人员培训一般在进行设计联络后,运营方在设计联络会之前应确定新建 AFC 系统运营的主要管理、技术人员,在设计联络后开始与建设单位进行充分的沟通,共同确定厂家人员培训的数量、方式、培训内容。

#### (10) 概要设计

概要设计的主要任务是把需求分析得到的系统扩展用例图转换为软件结构和数据结构。设计系统结构的具体任务是:将一个复杂系统按功能进行模块划分、建立模块的层次结构及调用关系、确定模块间的接口及人机界面等。数据结构设计包括数据特征的描述、确定数据的结构特性,以及数据库的设计。显然,概要设计建立的是目标系统的逻辑模型,与实际样机无关。但是一般建设单位都将软件工程思想方法简化,概要设计一般略去,而直接进行详细设计。

#### (11) 详细设计

详细设计阶段,一般运营方不参与,但是按照瀑布模型,此阶段是一个增量迭代阶段。

#### (12) 样机验收

样机验收运营部门应派出具有丰富 AFC 系统知识经验的专业人员去厂家进行,重点关注影响运营的功能是否可以得到有效实现和设备的易用性。

#### (13) 出厂设备预检查

出厂设备预检查重点关注出厂设备是否修改了样机的遗留问题,运营方应派出具有深厚 AFC 系统知识的专业人员前往厂家进行。

### (14) 现场施工介入

在 AFC 系统进入现场施工阶段,运营方可安排新线运营提前进行施工介入,查找相关问题,包括布线以及装修问题,反映给监理或者建设单位,尽可能减少施工质量差异以及未按合同施工对后期运营造成的影响。

### (15) 设备安装盯控

在站级设备安装过程中,运营方应重点关注安装过程中的成品保护。

### (16) 单系统调试

单系统调试采用黑盒调试,重点关注单系统设备功能的实现。

### (17) 综合联调

综合联调阶段一般由地铁运营新线部门统一协调实施,关注 AFC 系统与其他系统的耦合性问题,功能侧重网络连通性的实现。

## 2.1.2 自动售检票系统与其他专业接口

本小节主要学习自动售检票系统与其他地铁运营系统的专业接口。在前面的学习中,知道地铁工程作为城市大型建设工程,充分利用了城市的立体空间,在这个有限的空间里,要做到高效、快捷、准确、安全,必须多种信息系统形成耦合。自动售检票系统作为众多运营信息系统的一种,占据着重要的地位。本小节将从接口的规范及标准、接口数据、接口功能要求等方面详析。

### (1) 与通信传输系统的接口

#### 1) 规范要求及接口划分

一般地铁线路 AFC 系统与通信传输系统的接口划分分界点分别在线路各车站及线路控制中心通信专业设备室的通信配线架接线端子排处。车站接口示意图如图 2-1 所示。

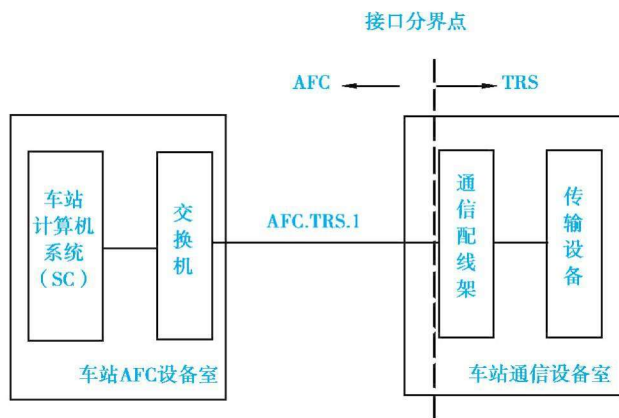


图 2-1 车站接口示意图

线路控制中心如图 2-2 所示。

在定义了接口划分空间位置的基础上,还需定义自动售检票系统与通信传输系统的