

METRO

SCIENCE & TECHNOLOGY
COLLECTED THESES

地铁科技文集

广州市地下铁道总公司 编

2012



华南理工大学出版社
SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

SCIENCE & TECHNOLOGY
COLLECTED THESES

地铁科技文集

广州市地下铁道总公司 编

2012



华南理工大学出版社
SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

· 广州 ·

METRO
SCIENCE & TECHNOLOGY
COLLECTED THESES
地铁科技文集

2012

图书在版编目 (CIP) 数据

地铁科技文集. 2012/广州市地下铁道总公司编. —广州: 华南理工大学出版社, 2013. 3
ISBN 978-7-5623-3876-5

I. ①地… II. ①广… III. ①地下铁道-铁路工程-文集 IV. ①U231-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 031000 号

地铁科技文集 2012

广州市地下铁道总公司 编

出 版 人: 韩中伟

出版发行: 华南理工大学出版社

(广州五山华南理工大学 17 号楼, 邮编 510640)

http://www.scutpress.com.cn E-mail: scutc13@scut.edu.cn

营销部电话: 020-87113487 87110964 22236185 87111048 (传真)

策划编辑: 何丽云

责任编辑: 朱彩翩

印 刷 者: 广州市穗彩彩印厂

开 本: 889mm×1194mm 1/16 印张: 12.75 字数: 408 千

版 次: 2013 年 3 月第 1 版 2013 年 3 月第 1 次印刷

定 价: 45.00 元

版权所有 盗版必究 印装差错 负责调换

《地铁科技文集 2012》编委会

名誉主任委员 丁建隆

主任委员 刘光武

副主任委员 吴慕佳 梁巧明 何霖 竺维彬 刘应海
邓承山 徐明杰 钟学军

委员 (按姓氏笔画为序)

史海欧 刘忠诚 刘靖 余哲夫 张志良

李少璧 李鸿兴 陆缙华 陈穗九 庞绍煌

林志元 欧阳长城 莫庭斌 高俊霞 袁敏正

曾耀昌 靳守杰 谭晓梅 蔡昌俊 鞠世健

主编 刘光武

副主编 谭文 李广元

参编 邓先平 张继冰 罗娟 雷华明 马坚生
万丽君



前言

在应对全球气候变暖和能源危机的进程中，以低能耗、低污染、低排放为标志的低碳经济时代已如约而至。广东是首批入选全国低碳试点的省份之一，而轨道交通又是国家开展节能行动的重点领域。因此，一种以轨道交通为纽带的城市绿色、低碳生活，正在逐渐地改变着市民的生活与出行习惯。

自1997年开通一号线首通段，弹指一挥间，广州已建成8条线路组成的轨道交通线网，运营里程236公里，车站146座，日均客运量达500万人次。轨道交通不仅大大缓解了城市的交通压力、促进了城市的发展，更大大减少了城市的碳排放量。后亚运时代，广州规划了新一轮轨道交通建设蓝图，根据国家批复，至2016年将再开通286公里线路，形成更大规模的线网。轨道交通将为广州国家中心城市建设和城市总体发展战略的实施持续提供强有力的引擎，为促进资源节约型和环境友好型社会建设继续发挥重要作用。

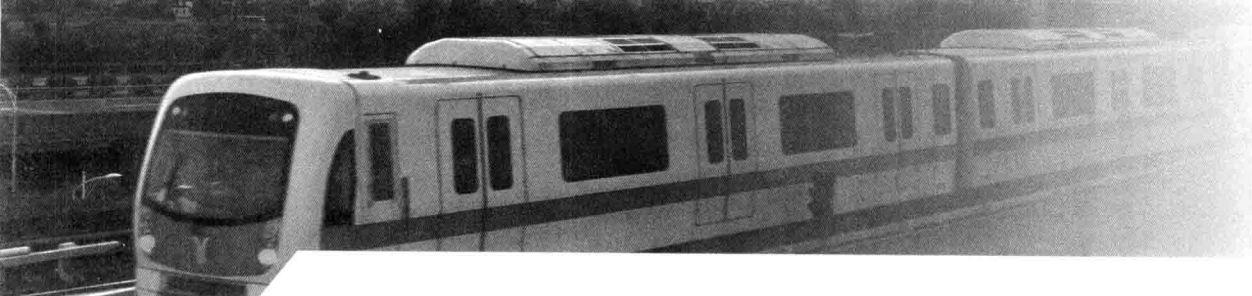
在这种高强度建设的背景下，地铁比以往任何时候更加依靠现代化的技术和管理不断创新。一直以来，广州地铁人积极探索，敢为人先，在技术创新上做了一些尝试，取得了一些成绩。近年来，广大科技工作者围绕地铁建设大局，立足本职，孜孜以求，创造性地开展工作，形成了一大批有较高学术和应用价值的科研成果，为广州地铁发展提供了有力的科技支撑。经广大科技工作者和编辑人员的辛勤努力，《地铁科技文集2012》就要出版了，这是继2007年开始广州地铁连续出版发行的第6部科技论文集。本论文集收录了44篇优秀论文，分为综述、土建与施工、探讨与研究、设备与国产化、运营与管理五个部分，凝结了广大科技工作者的心血和智慧，同时也是轨道交通科技飞速发展的一个缩影，具有较好的实践指导性和学术参考性。作者都是从事地铁规划、设计、施工、研究和管理的专业技术人员，有着丰富的实践经验和扎实的理论基础，他们结合工作实践中遇到的诸多技术问题，勇于探索，深入研究，提出了一些既有基础理论，又有实践案例；既可作学术探讨，又可供推广应用的新思维、新观点、新方法、新对策，值得大家在工作中相互借鉴学习、交流和参考。

《地铁科技文集》（2012）的出版发行，得到了华南理工大学出版社的大力支持，谨此致以衷心的感谢。同时，恳请国内外轨道交通行业专家、广大读者多提宝贵意见，祈望我们一同继续为提高我国城市轨道交通科技创新水平做出应有的贡献。

刘光武

广州市地下铁道总公司 副总经理

2012年12月于广州



目录

第1编 综述

- 建立广州地铁技术标准体系的对策和建议 李广元 王 栋 (3)
- 城市轨道交通自动售检票检测技术标准化研究 陈静莎 (6)

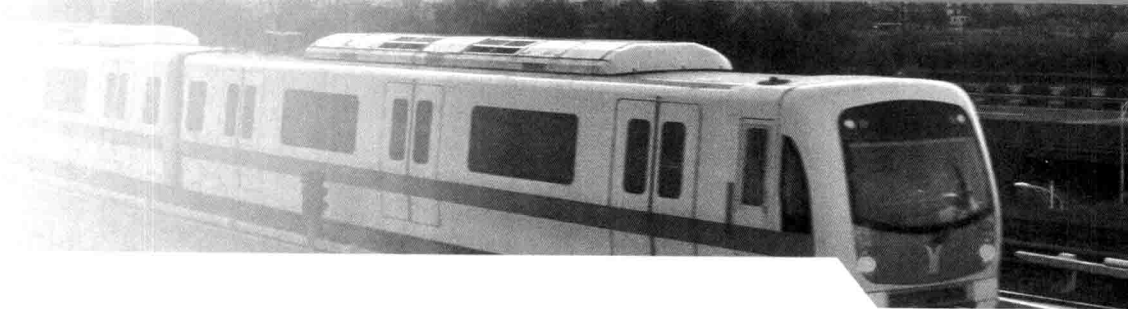
第2编 土建与施工

- 复合地层盾构工程控制钻爆岩体创新技术研究 竺维彬 黄威然 孟庆彪 洪 勇 (13)
- 泥水平衡盾构机刀盘泥饼形成机理及防治技术 刘德智 陈乔松 杨军宁 雷金山 (19)
- 地铁超浅埋暗挖隧道下穿市政道路设计施工技术分析 陈乔松 陈建党 陈 飞 (24)
- 泥水盾构带压开舱作业安全技术措施 黄晓诚 符昌钦 (30)
- 工程岩体分级方法及应用研究 隋耀华 (35)
- 盾构机穿越既有地铁线路的技术分析 王文锋 刘德智 杨军宁 (40)
- 东莞地铁 R2 线寮厦站交通接驳研究 姜美利 张 铭 陈彦琴 汪 奎 (45)
- 江夏站装修设计问题处理及对策研究 叶凯伦 (49)
- 泥水平衡矩形顶管机出洞技术的案例分析 肖正茂 (54)
- 掘进中盾构机中心刀箱损坏原因分析及修复 吕征舟 刘 坤 (59)

第3编 探讨与研究

- 直线电机地铁车辆在线监测系统探讨 谢 东 (65)
- 地铁信号机系统改进探讨 陈裕波 谭 波 (70)
- 广州地铁嘉禾车辆段车务运作模式探讨 黄 平 (74)
- 广州地铁运营物资库存管理分析与研究 方 涛 (79)
- 广州地铁二、八号线有线调度电话系统割接拆解研究 耿媛媛 (83)
- 广州地铁二、八号线无线集群系统小区重选优化探讨 黄格宁 (88)
- 广州地铁四号线大小交路混跑方案探讨 王顺涛 邓 俊 张文洲 (92)
- 城市轨道交通车站大客流应急疏散研究 刘光武 (96)
- 地铁车站人群规律及特征研究 罗凤霞 王光辉 杜帅楠 王英杰 胡 成 (100)

目录



第4编 设备与国产化

柔性接触网绝缘锚铰关节新型连接线夹研制	庞绍煌 (107)
轨道检查车检测资料分析与应用	邱仕辉 幸旺春 (110)
广州轨道交通三号线站间电话联系法的探讨	何永昌 付强 (115)
网络优化在地铁无线通信中的应用	关国俊 (119)
地铁车辆国产显示器的改进措施	陈智华 李天明 (123)
城市轨道交通中信号系统与屏蔽门接口功能的探讨	陈微 辛骥 (127)
地铁列车车门故障的影响与应对探讨	刘涛 林伟东 (130)
广州轨道交通三号线 B1 型车电气柜门锁技术改造浅析	潘文海 (134)
基于高斯过程的地铁车辆轮对磨损建模及其旋修策略优化	员华 (137)
降低地铁列车继电器故障率的分析	聂畅 (143)
局域网流量监测研究	吴应攀 陈微 (146)
清分系统信息发布平台的设计与开发	黄司平 甘耿谦 邵宇 (151)
广州地铁单程票清洗机的原理与实现方式	何健标 邓海金 (155)
广州地铁四号线工程车踏面磨损的分析	王勇权 (159)
广州珠江新城旅客自动输送系统屏蔽门系统特征分析	胡振亚 伍嘉乐 (162)

第5编 运营与管理

广州地铁二、八号线拆解组织与实践	梁强升 黄平 卢锦生 (169)
广州地铁亚运运营服务保障应对措施	叶红霞 梁强升 卢锦生 (174)
广州地铁五号线工作日高峰期行车组织方法探讨	李智勇 罗剑文 (177)
广州轨道交通工程安全精细化管理分析	游声构 (181)
地铁消防安全风险分析及应对策略	林海泉 袁育君 (185)
广州地铁三号线交汇点管理模式分析研究	陈微 辛骥 (189)
广州轨道交通二、八号线延长线工程规划报建管理	何俊陆 陈振强 钟晓鹰 (193)



地铁科技文集2012
第1编

综 述

Zongshu



建立广州地铁技术标准体系的对策和建议

李广元* 王 栋*

摘 要 通过对广州地铁开展技术标准化活动存在的问题进行分析与研究,结合企业实际情况和发展需求,着重对建立适应广州地铁战略发展的技术标准体系,建设技术创新型企业,提升技术管理水平及社会经济效益进行探讨,并提出相应的对策和建议。

关键词 技术标准化 技术标准体系 对策 建议

1 引言

自 1997 年广州地铁建成一号线以来,目前已开通 8 条线,运营里程达到 236 km。2011 年是广州地铁第三个五年发展规划的开局之年,也是广州新一轮城市轨道交通建设的起步之年。广州地铁总公司新的五年发展规划总体目标明确提出:未来五年要建立适应于广州地铁发展的技术、质量标准体系,构建广州地铁整体的技术发展平台。至 2015 年,广州地铁将形成运营总里程达到 500 km 左右的轨道交通线网。

随着城市轨道交通的蓬勃发展,轨道交通技术日新月异,不断向国际先进水平迈进。科技进步一直是推动人类社会发展的最大动力,新的科技革命为轨道交通行业带来了发展的良机,也带来严峻的挑战。而标准作为推动科技与经济结合、参与市场竞争和扩大技术垄断的重要手段,日益成为跨国公司、国际大集团公司的竞争焦点。为保证对标准的合理使用、管理和对企业标准化管理做出合理规划,企业应尽快建立起一套“专业配套、门类齐全、结构科学合理、层次清晰、完整实用”的技术标准体系。

技术标准作为对标准化领域中需要协调统一的技术事项所制定的标准,是企业获得市场竞争力的重要体现。技术标准体系是企业范围内的技术标准按其内在联系形成的科学的有机整体,是企业标准体系的组成部分,又是企业组织生产、

运营和管理的技术依据。构成技术标准体系的标准包括企业所采用和贯彻的国家标准、行业标准、地方标准和本企业制定的技术标准。技术标准化则是通过在企业的生产、经营、管理范围内建立技术标准体系,以实际的或潜在的问题制定共同的和重复使用的规则的活动。

在现阶段,如何建立适应广州地铁持续发展的技术标准体系,如何在广州地铁范围内开展技术标准化活动并为构建广州地铁整体的技术发展平台提供保障,如何促进广州地铁第三个五年发展规划的实现,将成为大家共同思考并为之探讨的重要课题。

2 开展技术标准化现状和存在问题分析

截至 2010 年 12 月,经过十多年的建设管理实践,广州地铁的技术管理规章制度已基本成熟。其中,对外参与了 11 项国家或行业标准的制定和修订工作,对内制定了轨道交通车辆维修技术、运营技术、土建技术、机电设备技术等多项技术规程和服务规章,获得了 43 项国家授权的自主创新专利技术。在运营、设计和咨询等单位中已形成包括 ISO 9001 质量管理体系、ISO 14000 环境管理体系及 OHSAS 18000 职业健康安全管理体系在内的“三标一体”管理体系,与此同时开展了一系列技术、质量管理活动,这些

* 广州市地下铁道总公司。

均说明广州地铁初步具备了建立技术标准体系的工作基础。通过近期对建设、运营和设计与咨询等单位的调研座谈和意见征求,就目前广州地铁开展技术标准化的现状和存在问题分析如下:

(1) 在企业层面尚未建立健全科学、规范和统一的技术标准化管理机构与制度,普遍对开展技术标准化工作的重要意义、必要性和紧迫性认识不足且存在偏差。同时,各层级管理界面还未十分完善,各工作职责尚需进一步明确。

(2) 建立企业技术标准体系的前瞻性不足。目前,下属各单位开展的技术标准化工作存在一定局限性,未能与企业发展战略、安全运营保障能力、技术质量效益水平、生产领域重大技术需求等紧密联系并与之相协调统一。由于缺乏系统的战略规划和工作实施计划,导致对技术标准的理解和认识程度不一,执行力度和协同作用差异性较大。

(3) 已颁布实施的技术标准、规程等多局限于二级部门内部,缺少上一级的审批、评估及备案环节,以及相关流程上的缺陷,有待上升至企业层面确认其标准制定、审批和发布实施的法规属性。同时,还须建立技术标准贯彻执行中的监督检查和评价考核机制。

(4) 技术标准化人才紧缺。相应的梯队建设、人才吸引、培养与激励等机制未引起足够重视,技术支撑与配套服务体系的匹配有待加强,不能满足企业开展技术标准化工作的需要。

(5) 企业内部开展技术标准化活动的工作与经验交流较少,参与国内标准化活动则更少,技术创新活动与技术标准化工作相互间的联动协调与发展显得不够。

3 建立技术标准体系的指导思想与目标

(1) 广州地铁建立技术标准体系的指导思想:发挥技术标准体系在本企业建设、运营、设计和咨询等技术管理中的促进作用,坚持技术专利化、专利标准化、标准国际化,引导技术标准体系和科研技改体系的有机融合,逐步实现技术标准与技术创新的良性互动发展,以有效提升广州地铁在国内或行业内建立和推行技术标准体系的“标杆”作用及影响力。

(2) 通过实施技术标准化,对广州地铁的

专业技术标准实施全过程进行科学化、规范化以及程序化的管理,逐步建立和健全包含建设、运营、设计和咨询等业务在内的技术标准体系,在企业范围内按其内在联系形成科学的、有机的整体,并使之成为企业标准体系的组成部分,从而形成广州地铁自身的核心技术和自主知识产权,推进节能、环保、安全等方面的技术创新,提高广州地铁的整体技术水平、技术创新能力和社会经济效益,有力推进企业健康、良性和可持续发展。

4 建立技术标准体系的对策与建议

基于上述分析,在过去的十多年时间里,广州地铁不断通过技术创新和技改国产化,努力降低地铁建设和运营成本并实现节能减排,取得了令人瞩目的成绩。在今后技术标准化的开展中,广州地铁应紧紧围绕建设“资源节约型、安全便捷型、环境友好型、技术创新型”的发展目标,重点强调落实国家相关技术政策要求,加强安全、高效、节约、环保、适用、经济等方面的技术改革与创新,加强城市轨道交通技术的总结和提炼,为各城市的轨道交通建设提供技术支撑,进而引领行业技术进步。具体对策与建议如下:

(1) 建立和形成技术标准化组织管理架构。根据企业战略发展的需要,遵循统一管理,分工负责的原则,成立广州地铁技术标准化委员会,设立技术标准化办公室,配齐配全各单位技术标准化专(兼)职管理人员,制定和颁布《广州地铁技术标准化管理办法》,特别是要健全人人负责、层层负责、环环相扣、科学合理、行之有效的工作责任制,分级明确工作职责,将实施技术标准化战略列入各相关单位的日常工作和绩效考核之中,形成一级抓一级、层层抓落实的工作局面,使其能够按照统一要求,科学、规范地开展技术标准化管理工作。

(2) 逐步构建一套目标明确、系统性强、层次清晰的技术标准体系并不断加以完善。根据广州地铁今后五年发展战略规划及各单位所开展业务,形成以任务为导向的、自上而下的有效机制,从技术标准化要求出发,尤其注重对技术基础标准、应用类技术标准、技改国产化类技

术标准及采购类技术标准的制定,不断提高标准实施的有效性和针对性。

(3) 加强技术标准、规程制定过程中的规范管理,尽快建立健全审批、实施、评估和备案等相关制度,以及项目提出、申请、立项、起草、征求意见、审定、审批、发布等基本程序,明确技术标准的企业法规属性。通过规范各参与方行为,建立一套行之有效的监督考核机制,以保证在技术标准、规程的制定和实施过程中有章可循、有法可依,进而为广州地铁全面实施标准化管理打下坚实基础。

(4) 建立科技人才吸引、培养和激励机制,搭建人才结构平台。通过多渠道、多层次、多方位强化企业员工的技术标准化意识,不断开展对技术标准化管理人员的知识学习、能力和素质的培养,配合建立合理完善的激励机制等措施,以激发员工的主动性、积极性和参与性,从而形成良好的工作基础和氛围,形成一支熟悉国际和国内专业技术标准制定原则、掌握行业发展最新动态的标准化专家队伍,全面提升企业技术标准化管理水平。

(5) 积极参与技术标准化活动。在企业内外部积极开展和参加技术标准化相关活动,通过建立技术标准体系数据库,积极参加国家、省市和行业技术标准制定、技术研讨、经验交流等活动,跟踪国际先进技术的发展态势,形成一批具有自主知识产权的行业标准、国家标准和国际标准,达到各类技术标准成果与对外服务平台的有效对接,从而掌握业内技术领域的话语权,引领行业技术进步。

5 结语

建立技术标准体系是广州地铁重要的基础工

作,也是强化科学管理、规范工程秩序、确保工程质量和运营安全、促进技术进步的重要手段。如同美国质量管理专家菲利普·克劳斯比所说:“一个由数以百计的个人行为所构成的公司,经不起其中1%,甚至是1‰的行为偏离正轨。”在广州地铁实施技术标准化管理,其核心是加强技术指导,提高技术决策效率,降低风险,充分发挥技术标准在企业发展中的重要支撑和引领作用。

通过技术标准体系的建立,势必有利于提高广州地铁的技术水平,把握技术发展方向,保证技术管理质量;势必有利于整合企业内部技术资源,形成系统、完善和全面的城市轨道交通技术标准体系;势必有利于加快建设创新型企业的进程,不断增强广州地铁的市场竞争力,从而获得最佳的企业工作秩序和最大的社会效益。毋庸置疑,建立技术标准体系是一种实践,其本质不在于“知”而在于“行”,其验证的唯一标准就是自实践而生,以实践为归宿。

参考文献

- [1] GB/T 15497—2003, 企业标准体系 技术标准体系 [S].
- [2] GB/T 1.1—2009, 标准化工作导则 [S].
- [3] 广州市政府, 广州市标准化战略实施纲要 (2009—2012年) [Z]. 广州: 广州市政府, 2009.
- [4] 施仲衡, 冯爱军. 城市轨道交通技术发展战略探讨 [J]. 都市快轨交通, 2004 (4): 4—8.
- [5] 中国土木工程学会城市轨道交通技术工作委员会. 城市轨道交通技术发展纲要建议 (2010—2015) [J]. 都市快轨交通, 2007 (6): 3—8.
- [6] 周小英, 潘静. 轨道交通行业标准化体系建设研究 [J]. 交通标准化, 2010 (10): 34—37.

城市轨道交通自动售检票检测技术标准化研究

陈静莎*

摘 要 阐述了行业标准《城市轨道交通自动售检票系统检测技术规程》的研究与编制过程,介绍了标准的技术内容及技术要点。

关键词 自动售检票系统 检测 仿真 可靠性 技术标准化

1 背景

《城市轨道交通自动售检票系统检测技术规程》(以下简称《规程》)是根据住房和城乡建设部印发的文件《2008年工程建设标准规范制定、修订计划(第一批)》而编制的。广州市地下铁道总公司作为主编单位,与北京地铁、深圳地铁、南京地铁,以及国内自动售检票系统开发商等11家单位共同承担标准编制工作。

自动售检票系统(Automatic Fare Collection, AFC)是基于计算机、通信、网络、自动控制等技术基础来实现自动售票、检票、计费、收费、统计、清分、管理等全过程的自动化系统,是地铁系统中直接面向乘客服务的一个“窗口”系统。在AFC系统的工程建设过程中,检测自然成为AFC质量保证的重要手段。目前,国内各地市正掀起地铁建设的高潮,但AFC系统的检测尚无统一指引标准,随之而来的问题是突出而严峻的。

(1) AFC所需的检测内容不明确,使各项检测内容间关系不清晰。

(2) AFC建设过程中各阶段的检测任务不规范,导致漏检部分重要项目的情况。

(3) AFC各检测项目的技术原理未有规范的指导性说明,检测方法不完善。

(4) AFC的质量检测体系不健全,导致可靠性检测缺乏标准。

(5) AFC批量生产后的抽样检测不规范,导致检测结果缺乏科学性。

可见,当前AFC检测技术缺乏标准化指引,已直接影响项目质量。在国内地铁建设大环境下,形成AFC检测标准的任务迫在眉睫。为使AFC检测更具科学性、可靠性、先进性,编制组在深入调研、认真总结大量科研成果和实践经验以及开展技术校验的基础上,完成《规程》的编制。

2 编制原则

2.1 充分总结生产建设经验和科学技术成果

在前期调研阶段,编制组广泛参考了国内AFC系统的检测要求,力求摸索出具普遍指导作用的一套检测体系。《规程》在参考国家现行的AFC相关标准、各地AFC设计/建设/运营维护等长期工作中所积累的实践经验的基础上,充分考虑行业新技术的应用推广和技术发展趋势,同时以“国内重点城市为代表、适应大多数地方”为原则,全面定义了AFC系统和设备的外观、环境、电磁兼容、数据接口、安全、功能、性能、可靠性等方面的检测项目,规范AFC各检测项目的定量或定性技术要求、检测条件、检测方法、检测要求、辅助工具等。对技术指标的制定,则依据国内当前AFC建设所具备的技术

* 广州市地下铁道总公司运营总部。

能力与技术发展趋势提炼而成。

2.2 积极采用实践检验证明行之有效的新技术

针对 AFC 检测的特殊性,《规程》将当前国内普遍使用的检测新工具纳入其中,并根据相关检测工具的技术原理,提出了统一规范的实施指南。检测新工具包括仿真系统、性能测试辅助工具、其他外部接口测试工具等,都是国内行业在总结大量生产建设运营经验上所形成的极具现实意义的技术结晶。检测新工具的使用,进一步保证了检测过程的可控性和检测结果的可靠性。在 AFC 国家行业标准中首次提出检测新工具的使用,充分体现了《规程》的前瞻性和先进性。

2.3 积极靠拢国际标准

《规程》编制过程中参考了大量技术资料,包括:现行国家标准、行业标准、国际标准;专业技术文件,如主要地市的技术规格文件、用户需求书等;国内外文献,如论文、研究报告等。对上述技术资料的采用原则是:以现行国家标准的规定为总体指导依据。当出现 AFC 行业的发展形势已超越实际发布标准的情况时,编制组将结合国内业界实际情况采纳普遍的技术要求;未有现行标准可参照时,将适当参考相近行业的相关技术标准,或参考各单位具体技术文件。

目前国内已有的 AFC 相关标准有:《城市轨道交通自动售检票系统技术条件》(GB/T 20907—2007)和《城市轨道交通自动售检票系统工程质量验收规范》(GB 50381—2006)。由于《城市轨道交通自动售检票系统技术条件》适用于 AFC 系统和设备的生产和运行管理,因此《规程》中涉及生产和运行管理阶段的内容仍应符合《城市轨道交通自动售检票系统技术条件》的规定。《城市轨道交通自动售检票系统工程质量验收规范》仅规定了施工阶段质量控制的方法、程序、职责以及质量标准,即仅适用于工程施工阶段的质量检测,并不涉及工程决策阶段的质量、勘察设计阶段的质量和运营维修阶段的质量检测,因此《规程》中涉及工程施工阶段的内容仍应符合《城市轨道交通自动售检票系统工程质量验收规范》的规定。

3 技术内容

3.1 总体定位

《规程》适用于非接触式集成电路卡的城市轨道交通自动售检票系统。在设备定型、出厂、安装、验交以及日常维护等阶段的检测均以该《规程》作为指导。

3.2 检测管理

根据工程建设实践经验,《规程》首先从不同角度对 AFC 检测进行分类:按工程阶段划分,AFC 系统检测可分为型式检测、出厂检测、安装检测、验交检测和日常检测五种;按检测对象划分,AFC 系统检测可分为车票和读写器检测、单机检测和联机检测三种;按开展检测场划分,AFC 系统检测可分为实验室检测和现场检测两种。不同的检测分类对检测内容要求自然有所区别。在型式阶段,受试设备所有项目均应作全面检测;在出厂阶段,除因检测仪器、环境、工具所限的项目可进行选择性测试外,其他项目也应作检测;在安装阶段,检测一般仅限于安装相关和基本功能项目;在验交阶段,原则上所有项目均应作全面检测,但供需双方都可根据实际情况作简化(如可取自实际运营数据作为检测数据);考虑到日常检测内容要求的特殊性,《规程》未作统一规定。

《规程》对检测开展的条件也作了明确规定。检测条件包括环境条件和工作条件两方面,前者包括气候条件、机械条件、电气条件和其他外部环境条件,后者包括受试设备自身条件、数据和其他辅助要素。环境条件的确定原则上遵循我国基本国情和现行国家标准的规定。工作条件则从实际工作出发,考虑车票、密钥、参数、应用软件、辅助设备或系统、检测辅助工具等的配置要求。根据当前国内检测工具的发展情况,检测辅助工具引入了较多新技术,一方面使检测结果更科学可靠,另一方面也可借此推动国内 AFC 检测工具的研发和推广。

3.3 通用检测内容

分析 AFC 系统可发现,对每种设备或系统,都有检测要求基本一致的项目,《规程》中将这

些设备系统均共有的检测项目归为“通用检测项目”。

3.3.1 环境检测和安全检测

环境检测内容包括外观和结构、防尘防水能力、环境适应性、机械环境适应性、电气环境适应性、电磁兼容性等；安全检测内容与国家现行标准《信息技术设备的安全》一致。除外壳防护能力在《规程》中作进一步要求外，其他环境或安全相关内容均参考了同类产品或业界惯用的检测方法。

以往业界对 AFC 设备的外壳防护能力所规定的要求过于严格，编制组在结合国内生产情况和主要地业主需求规格基础上，对此检测要求作了统一的梳理。首先，区分为“防尘/水检测”和“外壳防护能力检测”两种，前者侧重于检测受试设备在使用期间对空气中悬浮的沙尘的防护能力，后者（包括接近受试设备危险部件的防护、防止固体异物进入受试设备）侧重于检测设备的安全性。其次，《规程》对“防尘/水检测”和外壳防护能力的定量要求、检测方法的选取、检测严酷度要求等作了具体描述。再次，由于上述两者可能存在相同的检测操作，《规程》建议实际中可考虑将两者结合进行，以节省检测成本。承上所述，AFC 设备的外壳防护能力检测得以合理规范。

3.3.2 数据接口检测

《规程》对该项测试划分为内部数据接口测试和外部数据接口测试两类。内部数据接口包括通信规则、数据内容校验、性能、参数配置这四个方面；外部数据接口包括银行系统、外部清算系统等。《规程》对数据接口检测尤其强调使用 AFC 仿真系统进行配合，主要体现在如下两方面：

（1）使用 AFC 仿真系统主动触发与受试设备的数据交互流程，观察受试设备能否正确响应。

（2）使用 AFC 仿真系统模拟与受试设备数据交互过程中的各类异常，观察受试设备在这些异常情况下的响应。

基于各城市对 AFC 系统的数据接口具体要求的差异，《规程》仅对数据接口测试的总体原则作指导性规定，实际执行仍应按当地技术规格文件作详细校验。

3.4 车票与读写器检测

正如《城市轨道交通自动售检票技术条件》

所规定，磁卡和非接触式集成电路卡作为车票的介质，已属于行业将淘汰的技术，《规程》在总则中已将通篇定位于采用非接触式集成电路卡，充分体现了《规程》对行业技术的推进作用。车票的封装形式、具体的应用类型等，《规程》不作具体规定，但对车票具体采用逻辑加密卡还是 CPU 卡，编制组将待《规程》实施后，总结相关实践经验再不断完善之。

《规程》中车票和读写器的检测项目及检测方法，主要是以《城市轨道交通自动售检票系统技术条件》（GB/T 20907）、《识别卡 无触点集成电路卡 邻近卡》（ISO 14443）、《识别卡测试方法》（ISO 10373）、《建设事业集成电路（IC）卡应用技术》（CJ/T166）、《建设事业集成电路（IC）卡产品检测》（CJ/T243）等最新版标准内容作为指导，并结合国内主要地市供需各方对车票、读写器或密钥系统检测的要求和相关技术资料而制定。目前国内对单程票的封装形式多采用筹码式，《规程》所补充的筹码型车票检测内容，在上述标准中并未见可引用的章节，属于对目前 AFC 标准体系的有力补充。

3.5 单机检测与联机检测

单机检测主要针对 AFC 架构中的车站级终端设备和上层系统，主要包括：自动检票机（AGM）、半自动售票机（BOM）、自动售票机（TVM）、自动充值机（AVM）、自动验票机（TCM）、便携式验票机（PCA）、编码分拣机（ES）、车站计算机系统（SC）、中央计算机系统（LCC）和清分系统（ACC）。对每个设备或系统，《规程》都严格按照功能和性能等方面进行检测方法描述。功能检测项目，主要针对受试设备本机基本功能、与上下层设备系统的交互功能、车票业务功能等方面。性能检测项目，主要考量受试设备对重要业务的响应能力及其对大压力情况下的处理能力。可靠性相关检测项目，除了狭义的可靠性外，还包括了可用性和维修性等。

原则上，单机检测通过后方可开展联机检测。《规程》中的联机检测包括以下内容：联机数据接口检测、联机功能检测、联机性能检测。与单机检测不同，联机检测侧重于校验多机互联情况下设备系统间的交互功能。按检测范围划分，AFC 系统联机检测可分为车站级联机检测、

线路级联机检测和线网级联机检测。

4 技术要点

编制组为开展《规程》编制工作,还针对以下几项技术要点开展了重点的专题研究。

4.1 可靠性检测体系的完善

目前,国内 AFC 可靠性检测的主要方式有:以美国军方标准为基础的检测、以国家军方标准和 IEC 标准为基础的检测、以理论推算为基础的检测。其共同缺陷包括:对可靠性的检测范畴与目的不明确,检测工作开展缺少理论指导;盲目参照现有标准,忽略检测方法对本专业的适用性和可操作性;按现有检测方法所得出的相关数据缺乏有力依据,检测数据来源无统一标准。《规程》基于当前国内外可靠性理论体系,结合 AFC 行业实际情况,首次规范了国内自动售检票系统的可靠性和维护性检测体系,相信对国内 AFC 技术发展具有指导作用。

4.2 性能评估方法的明晰

对比已颁布的《城市轨道交通自动售检票系统技术条件》(GB/T 20907—2007),《规程》对部分设备系统的性能指标作了优化,适当规范并细化相关性能指标的测定方法,提出基于模块的性能测定步骤,提高了系统的评估质量。

4.3 新技术的运用

仿真系统能保证检测的可靠性和公正性,可大大降低检测成本。目前,该项技术已在广州、上海等地的轨道交通建设运营中得到充分的应用和验证,并不断地在国内其他城市得到推广与完善。仿真系统能与真实的 AFC 系统或设备按设计要求的接口方式进行交互,实现系统检测环境

的模拟,并对受试设备的接口数据传输作出有效判断。优化的仿真系统还能兼顾线网的后续发展,其功能易于按实际需求进行扩展。仿真系统具有较高的技术创新性和先进性,为了推动行业检测技术的发展,《规程》首次提出结合仿真系统的检测技术原理及其具体要求。

5 结语

《规程》的编制,是对我国轨道交通 AFC 系统建设运营经验的一次阶段性的总结。《规程》的发布实施,将规范并指导国内 AFC 建设和运营过程中的各类检测工作,提高我国 AFC 设备的检测技术水平。

参考文献

- [1] GB/T 20907—2007,城市轨道交通自动售检票系统技术条件 [S]. 北京:中国标准出版社,2007.
- [2] GB 50381—2006,城市轨道交通自动售检票系统工程质量验收规范 [S].
- [3] 陈静莎. 浅谈 AFC 检测工具的应用 [J]. 地铁科技, 2010(2): 24—29.
- [4] 陈静莎. 抽样技术在轨道交通自动售检票系统检测中的应用研究 [J]. 轨道交通纵横, 2010(3): 31—32.
- [5] 黄旭宁. AFC 系统检测平台的建设与应用 [J] // 广州市地下铁道总公司. 地铁科技文集 2009. 广州:华南理工大学出版社, 2009: 88—90.
- [6] “城市轨道交通自动售检票系统”国家标准解读 [EB/OL]. http://doc.plejs.com/doc_apply/apply_other/2008-10/13/08101323321696236.htm, 2008.
- [7] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB 50157—2003, 地铁设计规范 [S]. 北京:中国计划出版社, 2003.

