



QIMIA
Qingdao Metro Industrial Association
青岛地铁产业协会

联合聚力 资源共享 龙头带动 抱团发展

城市轨道交通前沿研究

Advanced Research of Urban Rail Transit

The First Series

(第1辑)

◆ 青岛地铁产业协会 主编

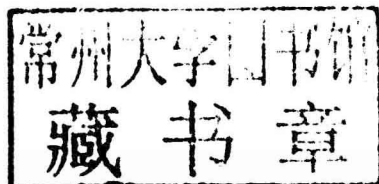


北京交通大学出版社
<http://www.bjtu.com.cn>

城市轨道交通前沿研究

(第1辑)

青岛地铁产业协会 主编



北京交通大学出版社

• 北京 •

内 容 简 介

城市轨道交通有运力强、出行效率高、安全性强、经济环保等优点,因而城市轨道交通逐渐成为我国很多城市公共交通发展的主要方向。

为促进城市轨道交通产业发展,提高城市轨道交通建设与运营水平,提高从业人员的学术研究能力,本书对青岛地铁产业协会评选出的年度优秀获奖论文进行了汇编,文章作者都为青岛地铁产业协会会员单位的管理人员和技术工作者。文章内容涉及面广,从规划设计、土建工程、装备集成、运营管理、资源开发等方面全面地展现了与青岛城市轨道交通相关的一线研究成果。

本书对城市轨道交通行业的从业者、科研人员及研究生具有较大的参考价值。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通前沿研究.第1辑/青岛地铁产业协会主编.一北京:北京交通大学出版社,2018.5
ISBN 978-7-5121-3507-9

I. ① 城… II. ① 青… III. ① 城市铁路—研究—青岛 IV. ① U239.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第028243号

城市轨道交通前沿研究(第1辑)

CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG QIANYAN YANJIU (DI 1 JI)

责任编辑:陈跃琴

出版发行:北京交通大学出版社

电话:010-51686414 <http://www.bjtup.com.cn>

地 址:北京市海淀区高粱桥斜街44号

邮编:100044

印 刷 者:艺堂印刷(天津)有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:210 mm×297 mm 印张:12.75 字数:374千字

版 次:2018年5月第1版 2018年5月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-5121-3507-9/U·303

印 数:1~1 000册 定价:48.00元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。

投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

本书编委会

顾 问 贾福宁

主 任 王永亮

副主任 张 君

编 委 马云双 刘保明 于德翔 陈维强

华福才 夏祥聚 郭少泉 徐增森

孔 军 金守华

主 编 张 君

副主编 张明东 罗情平 刘国平 李晓杰

黄兴虎 石 军

目 录

浅谈地铁仿真培训	程中国 范东生	1
三元乙丙橡胶自粘防水卷材在地铁车站工程中的防水应用试验	吴学锋	6
金融 IC 卡在城市轨道交通自动售检票 (AFC) 系统中的应用探讨	任 玲	12
列车制动模拟试验台研制	韩 龙 战成一 崔洪举 周俊超	17
我国全自动无人驾驶地铁技术发展概况	贺竹林 刘先恺 王 岩 韩 龙	20
地铁车辆轮轨润滑技术的应用及特点分析	张金煜 虞大联	24
轨道车辆铝合金车体搅拌摩擦焊的工业化应用	张铁浩 韩德成 刘胜龙 陶传琦 路 浩	29
SDA-80 型转向架基础制动装置综述	赵海芹	37
基于轨道交通经济可持续发展的土地利用规划研究——以青岛市为例	徐泽洲 李海英	40
青岛地铁 AFC 系统测试平台分期建设策略	任 玲 陈修哲	46
《青岛市轨道交通自动售检票系统标准规范》的应用验证探讨	张守芝	50
一种轨道交通变电所电力监控远程维护方案的实现	陈 磊	55
城市轨道交通发展现状分析	察双元 王 康 卢小匣 张 琳	59
城轨列车制动系统的冲动限制控制	李培署	63
城轨车辆的空气制动力控制	李培署	68
城轨列车空气制动力分配方式研究	石喆文	74
轨道车辆制动监控系统	杨 乐	80
城市轨道交通基础制动技术及发展展望	张 昕 孔德鹏 王 震	87
箱式变电站在城市轨道交通领域的应用探讨	王 超	95
青岛某地铁车站温湿度独立控制空调系统全年能耗分析	侯喜快 刘伊江 李俊飞	101
TBM 工法在青岛地铁区间工程中的应用	林 刚 陈 军 史宣陶 张建祥 李德才	107
青岛地铁环境控制系统新技术	杨子啸	120
潜水泵自动碟合管道供水装置在供水系统中的应用	郝雪龙 贺占民 达庆欣	125
风亭组集水井汇流排水与风亭通风环控新技术	郝雪龙 贺占民 达庆欣	131
青岛地铁跨海段运营方案研究	王春蔚	135
青岛新机场快线开行方案研究	王春蔚	138
地铁大站快车模式分析	尹元钊	141
土岩基坑支护中微型钢管桩原位试验研究	赵文强 白晓宇 周小龙	145
吊脚桩+超前微型钢管桩体系在地铁基坑工程中的应用	朱丹晖	152
城市轨道交通发展现状分析	房 潇	159
地铁商业发展模式探究及对青岛地铁的借鉴	贾明君 李静思 李 岩 陈龙飞	164
青岛地铁建设与城市发展	张明东 李栋元 张 强	168
青岛岩层地铁振动特性研究	高云锋 石 军 岳渠德	176
轨道交通减振降噪技术的创新模式	尹学军 王建立 王 建 陈高峰	182
城市地铁资源开发的现状、问题与对策分析	李晓杰	189

浅谈地铁仿真培训

程中国 范东生

(青岛地铁集团有限公司, 山东 青岛 266071)

摘要: 随着城市的发展及人口数量的增长, 我国城市轨道交通建设进入了一个高速发展时期, 这使得对各类地铁运营人员的需求大增。传统的培训方式由于费用高、效率低、周期长等缺陷, 已逐渐无法满足需求。在这种背景下, 利用计算机仿真技术来进行培训的方式应运而生。这种方式不仅费用低, 而且效率高, 能高质、高效地培训地铁从业人员。现今, 这种基于计算机仿真模拟的培训设备被越来越多地应用于地铁培训中。本文以青岛地铁 M3 线列车运行综合仿真培训系统为例, 介绍地铁仿真培训的技术和意义。

关键词: 地铁; 仿真; 培训

0 引言

随着我国城市轨道交通的高速发展, 对地铁从业人员需求也随之快速增长; 新技术、新装备的发展和应用对地铁从业人员知识水平、操作技能、应急处理能力等素质的要求也逐步提高, 而传统培训模式(师父带徒弟)存在一定的缺陷。从个体角度而言, 存在如下问题: 培训效率低、周期长、要求与标准不统一; 故障、突发事件、非正常行车的现象在实际运营中较难出现, 缺乏训练地铁从业人员应急处理能力的有效手段。从公司角度而言, 缺乏验证平台来验证运营组织方案优化、运行图调整预案、应急预案, 以及新的列车、线路、信号和运行控制的适应性。近年来, 一种基于计算机仿真模拟的培训设备被越来越多地应用于地铁培训中, 它既能高质、高效地培训地铁从业人员, 又能为运营组织方案优化与验证提供技术平台。本文以青岛地铁 M3 线列车运行综合仿真培训系统为例, 介绍地铁仿真培训的技术和意义。

1 国内地铁仿真培训的发展及现状

我国列车驾驶仿真器的研发始于 1989 年^[1], 经过二十多年的发展, 已经形成了一系列产品: 按照仿真对象可分为城轨列车类、铁路机车类、高速动车类; 按照功能配置可分为桌面型列车驾驶仿真器、简易型列车驾驶仿真器、基本型列车驾驶仿真器、多功能型列车驾驶仿真器、全功能型列车驾驶仿真器^[2]。此外, 还衍生出其他工种的仿真培训系统, 如调度作业仿真培训系统、车站值班员作业仿真培训系统、铁路救援起重机仿真培训系统等。

目前, 国内地铁公司均配置了不同形式的地铁模拟培训设备。深圳地铁、南京地铁、杭州地铁等配置了全功能型列车驾驶仿真器, 成都地铁、无锡地铁等配置了全功能型车列驾驶仿真器和车站值班员作业仿真培训系统。青岛地铁 M3 线列车运行综合仿真培训系统包含列车驾驶仿真培训系统、OCC 调度仿真培训系统和车站值班员仿真培训系统 3 个子系统, 是国内首套真正意义上用于地铁培训的大三角(列车、调度、车站)综合培训系统。该系统不仅具备三类工种独立学习培训的能力, 同时还具备三类工种联合演练的功能。地铁是由一系列构筑物和设备系统组成的庞大的系统工程, 同时也是一台巨大的联动机, 只有各组成部分协调一致地运作, 才能实现地铁安全、正点、舒适、快捷的运营服务宗旨。多工种的联合演练培训是未来地铁仿真培训发展的趋势。



2 列车运行综合仿真培训系统

列车运行综合仿真培训系统的系统结构如图 1 所示, 主要包括列车驾驶仿真培训系统、OCC 调度仿真培训系统、车站值班员仿真培训系统等。该综合仿真培训系统不仅能逼真地模拟青岛地铁 M3 线列车、调度系统、车站值班员系统的运行性能与各类运行环境, 而且能实现地铁列车和行车、环控、电力、信息调度及车站值班员操纵相关的各类培训与考核功能, 以及实现三类工种的联合演练。下面将针对综合系统的三个重要组成进行一个详细的说明。

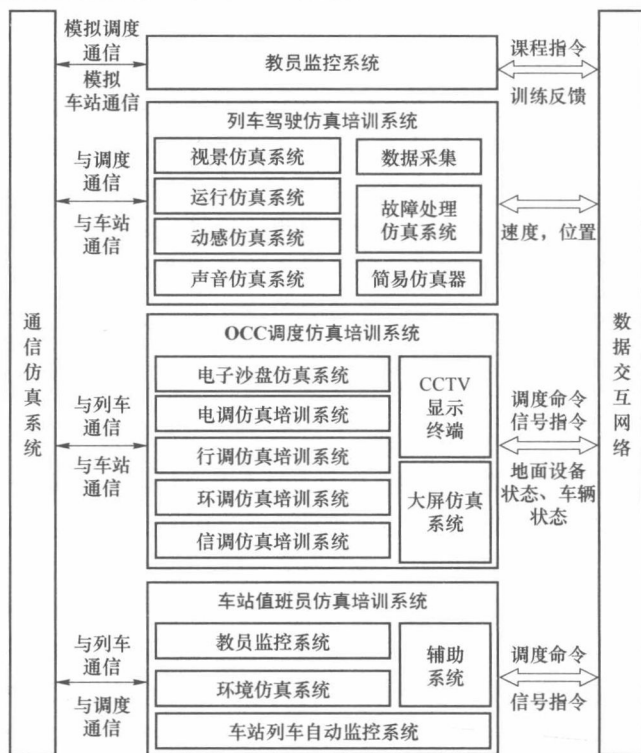


图 1 列车运行综合仿真培训系统结构图

2.1 列车驾驶仿真培训系统

列车驾驶仿真培训系统可以实现车辆功能、性能及车辆运行环境的仿真, 常规及非正常行车情况下的训练与考核、故障现象表现及故障排除的模拟。该系统由 1 台全功能地铁列车驾驶仿真器、1 套教员系统、1 套学员主动观摩系统、2 台简易列车仿真器构成。其中具有六自由度平台的全功能地铁列车驾驶仿真器为该系统的核心装置。^[3]

该系统是列车动力学、列车控制理论和计算机多媒体仿真技术等多种技术相结合的产物。其基本理论是: 根据地铁车辆电气及气路控制关系、线路纵断面情况、司机操纵情况及列车运行动力学等建立数学模型, 利用计算机进行仿真运算和控制, 复现真实列车的控制和运行规律。

列车驾驶仿真培训系统能构建“司机—列车—环境”虚拟交互系统。为了逼真地模拟驾驶环境, 仿真司机室结构布局、内饰、操作台、司控器等部件全部与原车相同, 并且提供与原车一致的控制逻辑、牵引/制动性能、速度和运动状态等; 全功能仿真器配置三通道弧形视景仿真系统和 5.1 声道立体声数字化声音仿真系统, 呈现根据车辆段、正线的真实环境建模的列车运行环境(信号、声音、时间、天气、地形、植被)和过程的动态仿真; 运动系统采用 Stewart 结构六自由度电动运动平台^[4], 可以模拟纵向、横向、垂向位移及侧滚、点头、摇摆六个自由度的冲动、振动、持续加速度, 使受训人员犹如置身真实环境中, 增加了培训人员的沉浸感。图 2 给出的是全功能地铁列车驾驶仿真培训系统的爆炸图。

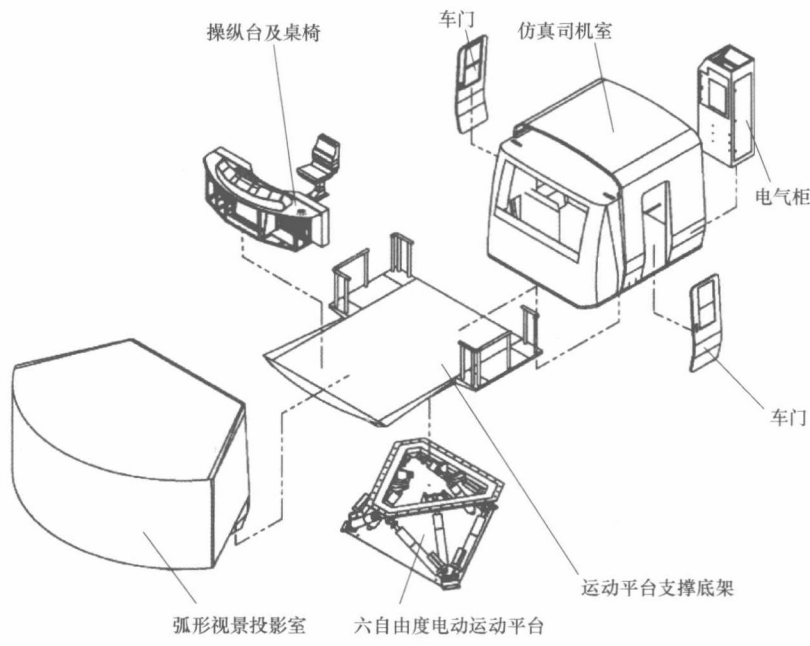


图 2 全功能地铁列车驾驶仿真培训系统的爆炸图

驾驶室内的仿真设备柜与真实列车司机室内的电气柜布局、功能、逻辑关系相同，可进行故障模拟；同时，采用虚拟仿真技术设计虚拟列车设备，对难以用硬件完成的列车部件进行全数字化仿真，实现了从硬件到软件的完全覆盖列车运行所遇到的各类故障的处理操作。

列车驾驶仿真培训系统可以实现车辆功能、性能及车辆运行环境的仿真，可以实现常规及非正常行车情况下的训练与考核，可实现故障现象表现及故障排除的模拟。

2.2 OCC 调度仿真培训系统

OCC 调度仿真培训系统是用于对行车、供电、环调、信调等相关调度人员进行培训的计算机综合仿真系统。系统以对各个组成单元的性能原理仿真为基础，对列车运行中线路、信号、供电、环境、列车群等设备进行建模仿真，以对行调、电调、环调、信调的主要操作界面及操作功能的仿真为手段，模拟出与真实 OCC 系统一致的各调度人员作业环境，达到在各种正常与非正常状态下对行车、供电、环调等调度指挥作业进行模拟训练的目的。^[5] OCC 调度仿真培训系统包括教员系统、学员系统、服务器系统、大屏幕系统、通信系统五部分，如图 3 所示。

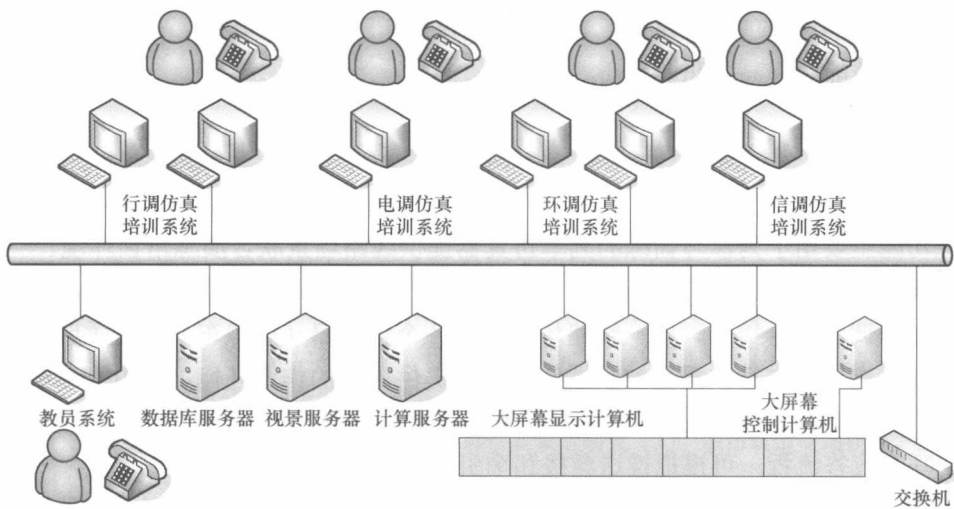


图 3 OCC 调度仿真培训系统结构图



第 1 辑

行调仿真培训系统可以对行车调度相关的运行图功能、微机联锁功能、信号系统功能、列车 ATO、ATP 功能、车流仿真功能、ATS 功能、中央联锁、ATS 界面功能进行仿真模拟。

电调仿真培训系统的仿真计算模型中包括直流牵引网络模型、线路上各种设备数据模型、交流侧网络模型等，能实现基本运行的相关操作方法、操作规程与操作步骤，包括在系统正常运行过程中对各种设备、仪表进行监控，对各种警告与报警信息进行确认，并采取相关措施处理；能仿真培训故障及突发事件的处理方法、处理规程及处理步骤，包括故障的排除及事故、突发事件和非正常状态的处理。

环调仿真培训系统通过模型仿真计算实现站场温、湿度等监视参数的模拟，并实现车站通风、隧道通风、给排水、消防等系统的仿真，同时能够模拟典型非正常工况下的运作，达到对环调人员进行操作演练培训的目的。

信调仿真培训系统可以模拟设备故障报修、各项抢险组织及相关的统计工作，与行调、电调、环调等培训系统完成联合培训。

2.3 车站值班员仿真培训系统

车站值班员仿真培训系统包括环境仿真系统、教员监控系统、车站列车自动监控系统终端、其他辅助系统，如图 4 所示。

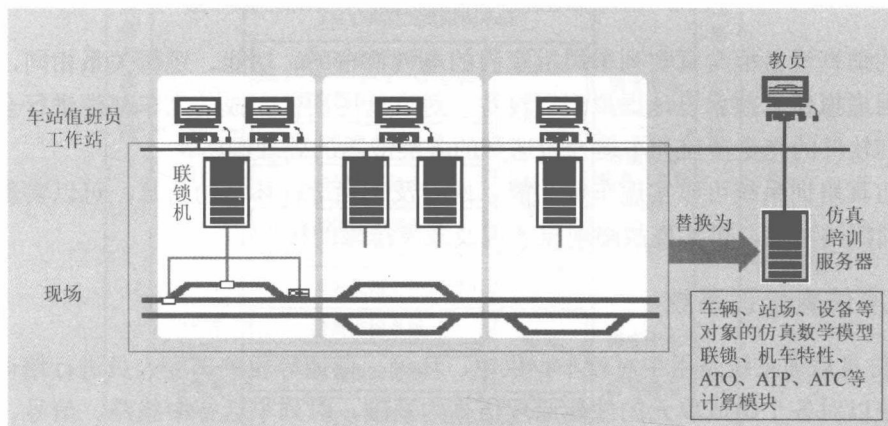


图 4 车站值班员仿真培训系统原理图

车站值班员仿真培训系统包括控制界面、联锁逻辑、信号系统环境、列车防护系统、列车自动驾驶系统、列车监控系统、虚拟列车、虚拟站场设备等。实现与 OCC 系统、列车模拟驾驶系统的联动及监控，使学员如同真正地控制车站系统一样。通过该系统，可以对车站值班员进行作业培训与技能考核培训、车站值班员的岗前或提高培训，重点训练车站值班员在突发事件、非正常情况、设备故障等紧急状态下的作业技能，提高其职业素质。

3 联合演练

联合演练功能主要用于为参与训练的列车仿真器提供线路场景联合演练培训环境。

参与联合演练的仿真器根据实际培训需要被分配到统一的线路环境、信号环境中，并受调度指挥中心的运营计划和调度命令控制，同一线路场景中的各个仿真器（虚拟车）相互关联和影响。联合演练能实现模拟器与虚拟车进行救援和被救援作业，可提供逼真的作业环境，模拟真实的救援与被救援的作业流程，还能够结合救援场景训练列车司机与调度员（教员担当）、列车司机与车站值班员（教员担当）之间的呼唤应答流程；可模拟推送救援和牵引救援。

联合演练以 OCC 调度仿真培训系统为核心，在由 OCC、车站、列车驾驶仿真器组成的大三角关

系的运营系统中对各个仿真设备进行联合培训。各个仿真设备均处于同一环境下，相互影响，学员间按实际运营模式进行沟通，最大限度地仿真地铁现场的工作状态，达到培训学员协同工作的目的，如图 5 所示。其功能如下：

① OCC 调度仿真培训系统、车站作业仿真培训系统、地铁列车驾驶仿真器互联，可形成地铁运营综合仿真系统，以调度系统为核心进行联合培训。

② 联合培训可进行多工种配合演练，可以满足“调度-车站值班员-列车驾驶员”的联合培训需要。

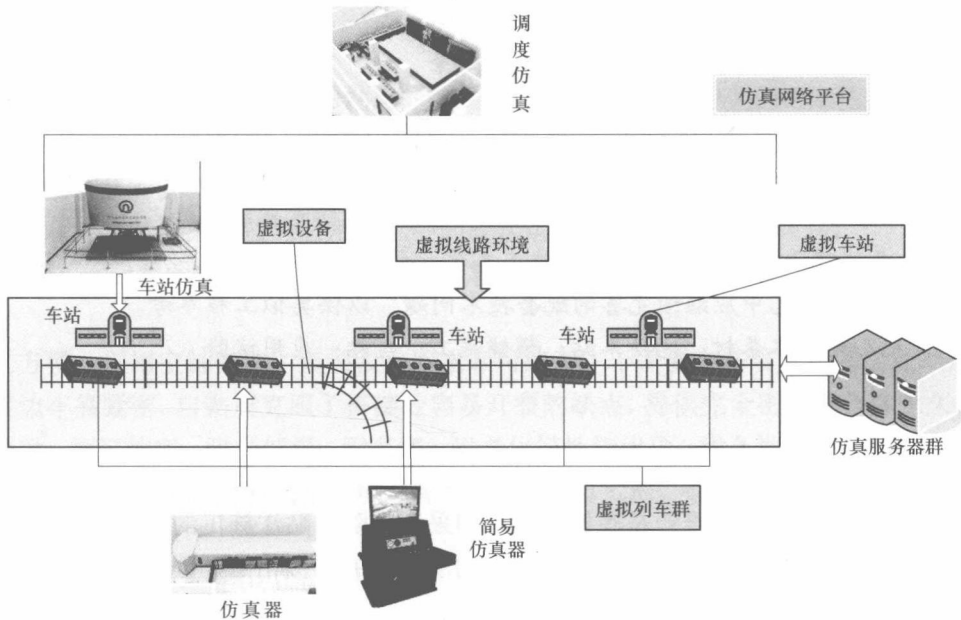


图 5 联合演练示意图

4 总结

本文以青岛地铁 M3 线列车运行综合仿真培训系统为例，介绍了地铁仿真培训的技术和意义。该系统不仅具备三类工种独立学习、培训的能力，同时还具备三类工种联合演练的功能，能够高质高效地培训地铁从业人员，实现地铁安全、正点、舒适、快捷的运营服务宗旨。

基于计算机仿真模拟的列车运行综合仿真培训系统，较传统模式的培训有诸多优势。纵观国内外先进国家和地区的经验可知，仿真培训相较于传统的培训方式能够缩短 40%~50% 的培训周期^[6]，可大大降低培训成本；避免了占用列车正常运营时间和区间，大大减少能源消耗；避免了新学员误操作等人为原因造成的设备磨损和安全事故；能很好地确保运营服务质量，促进经济效益增长。

在这个对地铁从业人员要求较高的社会，地铁仿真培训具有重要的意义，其应用必将对我国城市轨道交通的安全运营发挥更加积极的作用。

参考文献

[1] 苏虎, 何鸿云. 分布式地铁列车驾驶仿真器的体系结构 [J]. 中国铁道科学, 2004 (6): 121-124.
[2] 孙彰. 轨道交通驾驶仿真器的关键技术 [J]. 城市轨道交通研究, 2005 (3): 71-74.
[3] 谭喜堂, 李广俊. 城市轨道交通列车驾驶仿真器研究 [J]. 中国铁道科学, 2006 (2): 110-115.
[4] 陈志雄, 侯文军, 朱金陵. 地铁列车模拟器运动动感仿真系统研究 [J]. 城市轨道交通研究, 2006 (2): 27-30.
[5] 李紫时. 地铁 OCC 行车调度仿真培训系统设计 [D]. 成都: 西南交通大学, 2010.
[6] 刘春明. 地铁 OCC 电力调度仿真培训系统继电保护模块的研究与开发 [D]. 成都: 西南交通大学, 2012.

三元乙丙橡胶自粘防水卷材在地铁车站工程中的防水应用试验

吴学锋

(青岛地铁集团有限公司, 山东 青岛 266071)

摘 要: 介绍了日东电工 NITOROOF 三元乙丙橡胶自粘防水卷材的特点、物理性能及其在青岛地铁 3 号线双山车站试验段试用的施工工艺, 通过总结材料施工经验, 分析了柔性大的卷材在预铺法施工工艺中应继续完善的配套技术问题, 以供类似工程参考。

关键词: 三元乙丙防水卷材; 地铁车站; 预铺施工; 自粘; 应用试验

0 引言

地铁等地下工程防水的一大难题是底板防水层和采用外防内贴法施工的外墙防水层的质量问题。这两个部位使用传统防水技术时, 都不能实现与结构混凝土的直接粘贴, 因此也不能为结构本身提供最安全的防水保护。

使用传统的防水材料, 在底板或侧墙采用外防内贴法防水施工工艺时, 一旦防水卷材破损, 地下水将在防水层与结构之间窜流, 从混凝土结构薄弱部位进入建筑物中。即使在室内发现渗漏点, 也很难确定实际发生破损的防水层位置, 导致修补工作难以进行且成本高昂。同时, 以底板为例, 传统防水卷材与垫层黏结, 当基础发生沉降时, 垫层随之发生沉降, 容易使底板与侧墙的防水层直接脱开, 防水层不能完全封闭, 使底板暴露在地下水中^[1]。

1992 年, 美国格雷斯公司发明了预铺防水卷材系统和技术, 首次实现了防水卷材在各个方位与结构混凝土形成满粘, 为建筑结构提供全面的直接防水保护^[2]。预铺防水卷材面世以来, 其独特的防水理念和优异的防水效果, 很快得到市场的认可, 在众多重大工程中得到应用。近 10 年来, 国内生产厂家也开始研制并推广使用预铺反粘技术, 但也存在一些只重视预铺概念、不重视产品质量内涵和应用技术配套不完善等问题。《预铺/湿铺防水卷材》(GB/T 23457—2009) 规定的预铺高分子防水卷材在市场上主要是树脂类卷材, 合成橡胶类预铺卷材较少见。青岛地铁 3 号线双山站 1# 出入口防水工程中采用日本日东电工公司提供的 NITOROOF 三元乙丙橡胶自粘防水卷材施做试验段, 对底板防水施工时卷材上设置砂浆保护层、阴阳角等细部构造加强做法及顶板使用界面处理剂增加抗窜水性等应用技术问题进行了试验验证。

1 NITOROOF 自粘防水卷材

1.1 产品简介

NITOROOF 自粘防水卷材是日本日东电工株式会社研发生产的多层复合型高分子防水材料, 以硫化三元乙丙橡胶为主材、聚丙烯膜为特殊加强层、丁基类橡胶为自粘层, 具有黏结性好、适应应力形

变强、水密性及与基层密贴性好、搭接处耐水压性能强、施工操作简便等优点。

该产品在结构上自粘层厚（0.7 mm）而软，中间有特殊加强层，具有下列特性：① 自粘层黏结性能良好，片材之间的搭接黏结牢靠，不需要涂刷底涂；② 当基层混凝土开裂或开裂后因温度变化等外力原因开闭时，柔软而厚实的自粘层发生蠕变，吸收和分散外部应力，中间特殊加强层承担一部分应力，主体材料变形小，能有效保护防水层主材。

1.2 产品特点

该产品具有以下特点：

- ① 自粘层具有“自锁水”功能，自粘层能够渗透进混凝土或水泥砂浆的毛细孔或裂缝，与混凝土形成永久的有机结合，达到完全满粘，解决了防水层局部渗水而导致整个防水层下有水“流窜”的隐患；
- ② 不受基层位移、沉降变形的影响；
- ③ 施工过程无传统的三元乙丙防水施工中的胶水溶剂挥发现象，利于环保；
- ④ 该材料相当于“一道施工、两道设防（自粘丁基类橡胶防水+三元乙丙橡胶防水）”，提高了防水功效；
- ⑤ 施工方便，采用空铺做法，垫层没有明水即可施工，不需要在基层涂刷基层处理剂；
- ⑥ 搭接边牢靠紧密，自粘层克服了搭接处容易开裂的缺点，提供完全密封的整体永久性防水功能；
- ⑦ 高强度、高延伸率，耐高低温、耐臭氧、耐老化等性能优异；耐久性好（人工耐老化达 30 a 以上）；耐候性优良，可适应不同的气候环境（环境温度在-10℃时，依然可很方便地施工，无须烘烤，无火灾隐患）。

1.3 产品规格

该产品有两种型号：一种在黏结层表面通过降低黏结性处理制成，适合预铺施工（602A）；另一种带黏结层（605K）。NITOROOF 自粘防水卷材截面构造如图 1 所示，卷材施工应用时外部应力分散示意如图 2 所示。

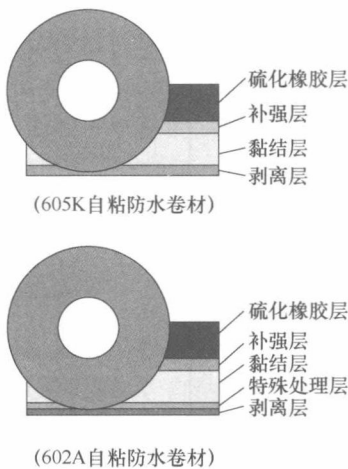


图 1 NITOROOF 自粘防水卷材截面构造

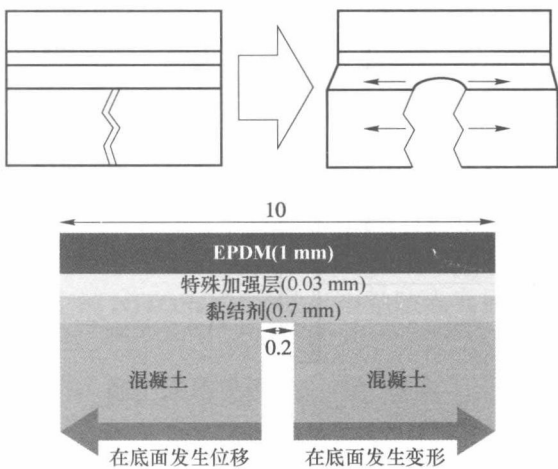


图 2 外部应力分散示意图

NITOROOF 自粘防水卷材厚度为 1.7 mm（其中丁基类橡胶自粘层 0.7 mm），宽 1 000 mm，长 15 m。NITOROOF 602A 自粘防水卷材，在 1 000 mm 宽度中，有 900 mm 在黏结层表面进行了降低黏结性处理，以适合预铺施工时上人，余下 100 mm 保持黏结层黏结性，用以长边搭接。NITOROOF 605K 自粘防水卷材，自粘层全幅宽保持黏结性。



2 工程应用试验

2.1 工程概况

青岛地铁 3 号线全长 24.9 km, 全部为地下线, 设车站 22 座, 其中双山站为明挖车站, 共设 4 个出入口。双山站 1#出入口采用了 NITOROOF 602A 和 605K 自粘防水卷材, 并在日方技术人员指导下施工。双山站 1#出入口平面图见图 3, 纵剖面图见图 4, 横断面构造见图 5、图 6。

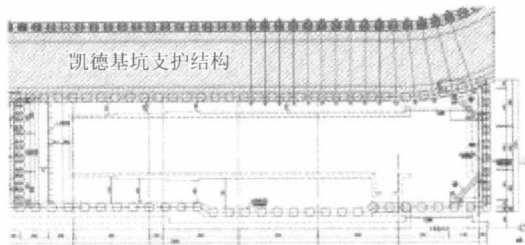


图 3 双山站 1# 出入口平面图

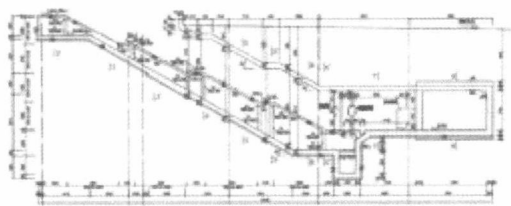
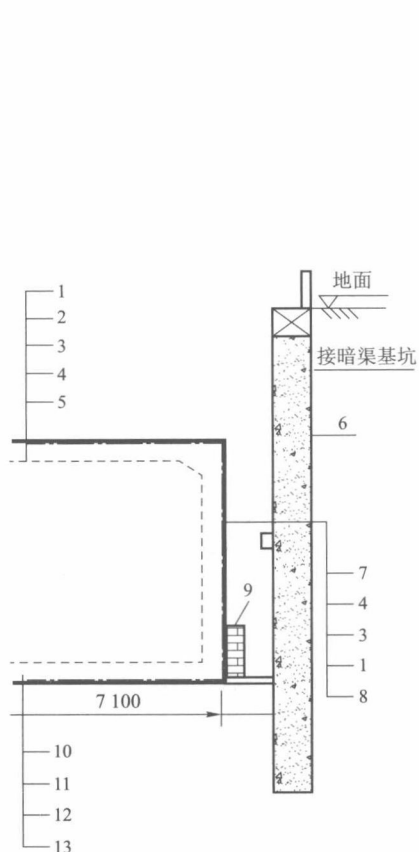
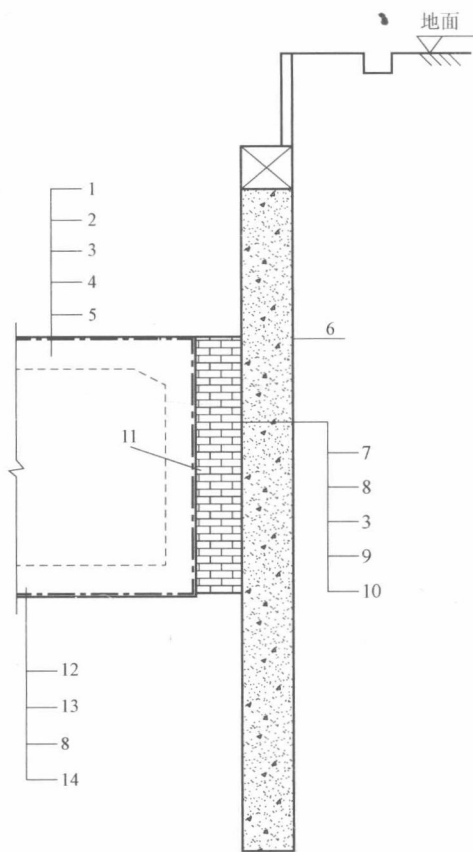


图 4 双山站 1# 出入口纵剖面图



- 1—素土分层回填夯实; 2—70 mm 厚细石混凝土保护层; 3—隔离层;
4—605K 自粘防水卷材; 5—结构顶板; 6—围护桩; 7—结构侧墙;
8—围护结构; 9—永久砖墙; 10—结构底板;
11—50 mm 厚细石混凝土保护层; 12—预铺 602A 自粘防水卷材;
13—混凝土垫层。

图 5 双山站 1# 出入口区段 1 横断面构造



- 1—素土分层回填夯实; 2—70 mm 厚细石混凝土保护层; 3—隔离层;
4—605K 自粘防水卷材; 5—结构顶板; 6—围护桩; 7—结构侧墙;
8—预铺 602A 自粘防水卷材; 9—砖墙砌筑; 10—围护结构;
11—永久砖墙; 12—结构底板; 13—50 mm 厚细石混凝土保护层;
14—混凝土垫层。

图 6 双山站 1# 出入口区段 2 横断面构造

2.2 防水设计

根据设计要求,本工程防水设计设防等级为一级,执行《地下工程防水技术规范》(GB 50108—2008)及有关规定,采用钢筋混凝土自防水与柔性防水层相结合的做法。防水混凝土设计强度及抗渗等级分别为 C45、P8;采用全外包柔性防水层,其中底板及外防内贴法施工的侧墙采用 NITOROOF 预铺式 602A 自粘防水卷材,顶板及外防外贴法施工的侧墙采用 NITOROOF 605K 自粘防水卷材。

NITOROOF 602A 自粘防水卷材在施工现场采用预铺的方式,将卷材直接空铺于垫层上,卷材的特殊处理层朝向操作人员。全面铺完后即施做一层与结构同标号的细石混凝土保护层,防止绑扎钢筋时对卷材造成破损,且保护黏结层免受长时间紫外线辐射,然后绑扎钢筋浇筑底板结构混凝土。通过胶粘层和特殊处理层的作用,可实现卷材与现浇混凝土持久紧密地满粘,形成一个密不可分的整体,真正达到“全包式防水”的效果。与 NITOROOF 卷材同时使用的配套材料包括日东专用短边搭接 525 双面胶带(与自粘层相同材质)、钉子、垫片等。

NITOROOF 602A 自粘防水卷材及其配套材料组成的完整结构密封防水系统,能有效阻止地下水渗入结构内部,对建筑结构形成了很好的保护,且不受地下结构沉降、变形等影响,解决了长期以来地下防水层的渗水难题。

2.3 施工工艺

2.3.1 基面要求

基面要求如下:

① 底板垫层表面应坚实、平整、干净,其平整度要求 $D/L \leq 1/10$ (其中 D 为相邻两凸面间的最大深度, L 为相邻两凸面间的最小距离)。垫层混凝土浇筑完毕后及时收水压实,表面不得有缺口或孔洞。如不符合要求,应再进行找平处理。侧墙结构的表面基层,需按图纸要求进行找平处理后方可施做防水层。

② 地下室基础垫层铺设防水层的基面可以潮湿,但不得有明水。防水层不得在雨雪天气条件下施工,降雨、降雪结束后,应把所降雨雪清扫干净,方可进行防水层施工。对于混凝土垫层平面,无须等待干燥,初凝后能够上人,即可进行铺设。

③ 凸出基层表面的坚硬石块、钢筋、管件、螺栓等,应由建筑施工单位处理平整,达到基面平整要求。对于低凹不平的基面,应在低凹处涂抹水泥砂浆做找平处理。

④ 若基层表面有垃圾、泥沙等杂物,须清扫干净,根据现场实际情况,必要时可用吸尘器清理基层。

2.3.2 底板平面施工工艺

底板平面施工工艺流程为:清理基层→基面弹线→空铺 NITOROOF 602A 自粘防水卷材→卷材搭接处理→节点处理→自检、修补→验收→下道工序施工。

NITOROOF 602A 自粘防水卷材短向搭接处理见图 7,施工现场见图 8。

对于破损处及裁口,应将该部位清理干净,待其干燥后再用 NITOROOF 605K 自粘防水卷材盖住破损部位。捆扎钢筋后的破损部位修补,可先用长柄毛刷进行清扫,再用 NITOROOF 605K 自粘防水卷材粘贴于破损处。

NITOROOF 自粘防水卷材铺设完成后,直接暴露于阳光下 21 d 以上的部位,应使用塑料布或其他

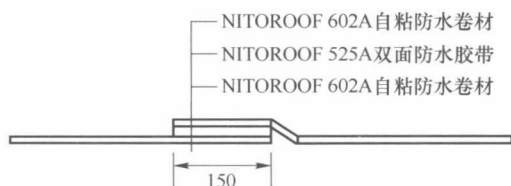


图 7 NITOROOF 602A 自粘防水卷材短向搭接处理示意



物料进行覆盖保护。

采用外防内贴法施工的侧墙，同样预铺施工 NITOROOF 自粘防水卷材，其施工工艺同底板类似。

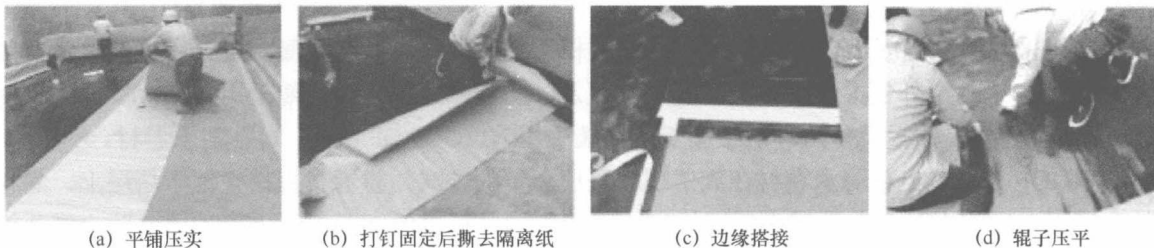


图 8 NITOROOF 602A 自粘防水卷材施工现场

2.3.3 顶板及外防外贴法施工的侧墙

顶板及外防外贴法施工的侧墙采用 NITOROOF 605K 自粘防水卷材，做法为普通的满粘施工，不做赘述。

3 分析与讨论

3.1 关于底板防水层是否做保护层的讨论

按照预铺反粘工艺的概念，底板防水层铺设完成后，如果再浇筑一层细石混凝土保护层，就无法满足预铺卷材不窜水的要求。但不施做保护层，则会出现卷材破损严重、表面泥浆和垃圾堆积等缺陷，导致防水层整体防水效力下降。由于该产品是以 EPDM 橡胶为主材，材质柔软度大，与高分子自粘胶膜防水卷材 HDPE 主材不同，为确保卷材不被钢筋扎破，同时少受紫外线辐射，在试验段施工时，设计了同标号的细石混凝土保护层。

3.2 关于阴阳角等细部构造防水做法

阴阳角部位附加加强层采用 NITOROOF 605K 自粘防水卷材，空铺于底板垫层，并用水泥钉固定，隔离层面向施工人员。由于 NITOROOF 自粘防水卷材材质柔软，可根据防水部位形状任意发生形变，不必拘泥于圆角或斜坡。揭掉隔离层，完成边缘部位搭接，再用辊子压平，外露的打钉部位用同材质 525 双面胶带密封，即可完成处理。全部阴阳角铺贴完成后，开始预铺 602A 自粘防水卷材，使加强层与预铺卷材满粘。图 9 为阴阳角部位施工现场。

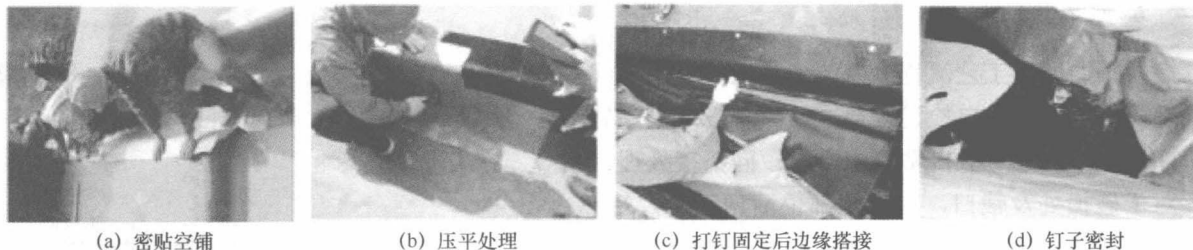


图 9 阴阳角施工现场

3.3 关于顶板界面处理剂使用

顶板采用 NITOROOF 605K 自粘防水卷材铺贴，开始未使用界面处理剂。但从铺贴效果看，由于顶板混凝土浇筑后，二次振捣不足，出现浮浆，在一定程度上影响了卷材的黏结性，存在小面积的空

鼓现象。根据混凝土质量现状,建议使用界面处理剂,以保证铺贴时满粘效果。

4 结语

① NITOROOF 自粘防水卷材以硫化三元乙丙橡胶为主材、聚丙烯膜为特殊加强层、丁基类橡胶为自粘层,具有黏结性能强、适应应力形变能力强、水密性和与基层粘贴性能好、搭接处耐水压性能强、施工操作简便等优点。本文所述的试验段工程,经过 2014 年 7 月 25 日第 10 号台风“麦德姆”影响的大暴雨检验,未出现明显渗漏,防水效果良好,能够满足地铁工程防水性能的要求。

② 三元乙丙卷材材质柔软,在预铺工艺中,为避免后续工种对其造成损伤,宜在底板防水层上施做 50 mm 细石混凝土保护层。

③ 混凝土结构的阴阳角部位,因材料柔软、自粘性好,可直接贴成直角。

④ 该产品搭接效果好,与基层黏结性好,但在进行顶板施工时,仍应根据基层情况适当使用表面处理剂,防止空鼓和窜水现象的产生。

参考文献

- [1] 吴慧娟. 建筑业 10 项新技术(2010)应用指南 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011.
- [2] 丁红梅. 高分子自粘胶膜防水卷材及其预铺施工技术 [J]. 材料研究与应用, 2010 (22): 16-20.
- [3] 郭德友. 预铺防水卷材应用技术探讨 [J]. 中国建筑防水, 2010 (21): 23-26.

金融 IC 卡在城市轨道交通自动售检票 (AFC) 系统中的应用探讨

任 玲

(青岛地铁集团有限公司, 山东 青岛 266071)

摘 要: 研究拓展金融 IC 卡在城市轨道交通行业的应用, 对城市轨道交通自动售检票 (AFC) 系统传统支付手段进行分析, 结合金融 IC 卡自身的特点与优势, 通过对 AFC 系统、车站终端设备及读写器改造, 并结合具体案例论证金融 IC 卡在城市轨道交通 AFC 系统中应用的可行性。

关键词: 城市轨道交通; 金融 IC 卡; 自动售检票系统; 清算

1 城市轨道交通支付手段现状

随着国内各城市轨道交通的快速发展, AFC 系统技术已趋于成熟, 实现了城市轨道交通售票、检票、计费、收费、统计、清分及业务管理等全过程的自动化。底层的票卡作为乘客唯一的乘车凭证, 车站终端设备根据票卡内记录的进、出站信息可精确地计算出乘客所应支付的票款, 并从票卡的电子钱包中扣除, 卡片采用非接触式通信方式。

2 金融 IC 卡技术在城市轨道交通 AFC 系统中的可用性分析

2005 年 3 月中国人民银行正式颁布了《中国金融集成电路 (IC) 卡规范》(JR/T 0025.1—2005)(PBOC 2.0), 该规范对金融 IC 卡的电子钱包/电子存折应用、电子钱包扩展应用及基于借记贷记应用的小额支付等关键内容做了详尽的定义, 为金融 IC 卡在城市轨道交通中的应用创造了技术条件。

2.1 金融 IC 卡应用特点

金融 IC 卡是由金融机构发行的 IC 卡, 采用集成电路技术, 遵循《中国金融集成电路 (IC) 卡规范》标准, 具有消费信用、转账结算、现金存取全部或部分金融功能, 是可以具有其他商业服务和社会管理功能的金融工具。

2.2 金融 IC 卡技术特点

金融 IC 卡采用集成电路技术, 具有数据存储容量大、安全性高等特点, 实现非接触式应用, 具体技术特点如下。

① 安全性。金融 IC 卡采用密钥、数字证书等安全机制, 卡片与读写器双向认证, 具有更高的安全性。

② 便捷性。金融 IC 卡提供了非接触式脱机交易, 大大提高了持卡人支付的便捷性。卡片具有电子现金功能, 在小额支付时, 只需在读写器上轻刷卡片, 无须插卡刷卡、输入密码及签名等过程, 便可完成一定额度以下的支付, 并且电子现金独立于传统银行卡的联机账户, 在一定程度上也增加了安