

城市轨道交通质量提升丛书

建设期遗留质量通病管控 研究与实践

成都地铁运营有限公司 编著



中国铁道出版社有限公司
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE CO., LTD.

城市轨道交通质量提升丛书

建设期遗留质量通病管控 研究与实践

成都地铁运营有限公司 编著

中国铁道出版社有限公司

2019年·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

建设期遗留质量通病管控研究与实践/成都地铁运营
有限公司编著. —北京: 中国铁道出版社有限公司, 2019. 4
(城市轨道交通质量提升丛书)

ISBN 978-7-113-25475-9

I. ①建… II. ①成… III. ①城市铁路—轨道交通—质量
管理—研究 IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 020890 号

城市轨道交通质量提升丛书

书 名: 建设期遗留质量通病管控研究与实践
作 者: 成都地铁运营有限公司

责任编辑: 徐 艳 编辑部电话: 010-63583191

封面设计: 高博越

责任校对: 焦桂荣

责任印制: 高春晓

出版发行: 中国铁道出版社有限公司 (100054, 北京市西城区右安门西街 8 号)

网 址: <http://www.tdpress.com>

印 刷: 三河市兴博印务有限公司

版 次: 2019 年 4 月第 1 版 2019 年 4 月第 1 次印刷

开 本: 880 mm×1 230 mm 1/32 印张: 8.625 字数: 235 千

书 号: ISBN 978-7-113-25475-9

定 价: 46.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书, 如有印制质量问题, 请与本公司读者服务部联系调换。

电话: (010) 51873174 (发行部)

打击盗版举报电话: 市电 (010) 51873659, 路电 (021) 73659, 传真 (010) 63549480

编写委员会

主 编：沈卫平
副主编：饶 咏
编 委：丁 超 陈 辉 廖理明 黄 嘉
 何 方 王 睿
编写人员：杨 磊 曹 政 毕 林 李 蓉
 梁海清 冷福荣 钟沁宏 陈 悦
 毛佳炜 佟媛媛 胡 伟 杨培磊
 陈继勇 杨星星 张昊明 段立正
 龚云海 李亦华 杜玉宇 赵晓阳
 蒋秀君 曾秀娟 魏 波 左永恒

前 言

随着城市化速度加快，我国城市轨道交通（以下简称“城轨”）行业已步入飞速发展的黄金时期。轨道交通在引领城市发展、满足公众出行需求等方面日益发挥出举足轻重的作用。超常规发展同时也带来了一系列问题，行业内技术力量急剧摊薄，从业能力很难在短时间内提升，大量施工单位对城轨建设缺乏必要的实践经验。而城轨建设阶段施工集中、专业性强、技术密集的几大特点又决定了建设质量对后续运营影响巨大、至关重要。如何提高建设工程质量，是城轨行业共同面临的现实难题。

2018年初国务院办公厅、交通运输部先后颁布了《关于保障城市轨道交通安全运行的意见》及《城市轨道交通运营管理规定》（以下简称《意见》及《规定》），对切实保障城轨运行安全、促进城轨行业健康发展提出了明确要求。成都轨道交通集团有限公司以《意见》和《规定》为指引，积极探索企业高质量、可持续发展之路，全面梳理近10年来行业新线接管及运营初期发现的质量通病问题，总结防控和整治经验，并结合国内外典型质量案例编著成书。

前事不忘，后事之师。多年来，成都轨道交通集团有限公司以乘客满意为出发点和落脚点，始终坚持“乘客优先、安全第一、质量至上、确保工期、节约成本”的管理理念，将“一切为运营”的工作思路贯穿于规划、设计、建设全过程，努力将问题消灭在开通之前，为线网高质量运营奠定基

础。希望本书能抛砖引玉，引起同行关注和共鸣，在大规模兴建城轨初期早重视、早分析、早总结，防患于未然，避免将质量问题从建设期带入运营期，抓实抓好运营前置，为公众提供安心、舒心、放心的城轨运营服务。

编者

2019年2月

中英文缩略语

- ADD (Automatic Dropping Device): 自动降弓装置
- AFC (Automatic Fare Collection): 自动售检票系统
- ATO (Automatic Train Operation): 列车自动运行系统
- CBTC (Communication Based Train Control): 基于通信的
列车控制系统
- DCU/M (Drive Control Unit/Motor): 牵引驱动控制单元
- DDU (Driver Display Unit): 司机显示单元
- DO (Digital Output): 数字量输出
- DX (Digital (Input/Output) MIX): 数字量输入输出模块
- EB (Emergency Brake): 紧急制动
- EBCU (Electro-Brake Control Unit): 电子制动控制单元
- EPC (Electro-Pneumatic Control): 电空控制
- EPS (Emergency Power Supply): 应急电源
- HMI (Human-Machine Interface): 人机界面
- MCM (Motor Converter Module): 牵引变流器模块
- MVB (Multifunction Vehicle Bus): 多功能列车总线
- SVG (Static Var Generator): 动态无功功率补偿装置
- TCMS (Train Control and Monitoring System): 列车控制和
监视系统
- TMS (Train Management System): 列车管理系统
- UPS (Uninterruptible Power Supply): 不间断电源
- UPVC (Unplasticized Polyvinyl Chloride): 硬质聚氯乙烯
- VCU (Vehicle Control Unit): 车辆控制单元

目 录

第 1 篇 概述	1
第 1 章 中国内地城轨线网运营发展现状	1
第 2 章 城轨建设期遗留质量通病的类型和影响	3
第 3 章 城轨建设期遗留质量通病的典型后果	7
第 2 篇 建设期遗留通病案例	11
第 1 章 车辆专业	11
第 2 章 轨道专业	71
第 3 章 建筑装修专业	86
第 4 章 结构专业	104
第 5 章 空调专业	125
第 6 章 给排水专业	140
第 7 章 供电专业	163
第 8 章 接触网专业	190
第 9 章 动力照明专业	202
第 10 章 通信专业	223
第 11 章 信号专业	232
第 12 章 AFC 专业	248
第 13 章 自动化专业	252
第 14 章 站台门专业	257
参考文献	266

第 1 篇 概 述

第 1 章 中国内地城轨线网运营发展现状

截至 2018 年末，中国内地共计 35 个城市开通城轨线路 187 条并投入运营，运营线路长度达到 5 767 公里。其中，地铁 4 511 公里，占比 78.2%；其他制式线路长度约 1 255 公里，占比 21.8%。2018 年新增运营线路 22 条，同比增长 13.3%；新增运营线路长度 734 公里，同比增长 14.6%。继 2017 年线路增长长度首次超过 800 公里后，2018 年线路增长长度持续突破 700 公里，继续保持高速增长。全年累计完成客运量 213 亿人次，同比增长 15.1%。拥有 2 条及以上运营线路的城市已增至 26 个，占已开通城轨城市的 76.5%。

据不完全统计，2018 年中国城轨在建线路 202 条，分布在成都、广州、北京等 46 座城市，总里程达 5 521 公里，车站 3 447 座，投资额高达 37 175 亿元。从运营线网规模看，上海 785 公里、北京 714 公里大幅领先全国其他城市，运营线网继续优化；广州运营线路长度超过 400 公里，线网规模快速增长；南京、成都、重庆、武汉运营线路长度超过 300 公里，骨干网络快速形成。全国共计 17 个城市形成 100 公里以上线网规模，城轨交通网络化运营已逐步形成。

随着城轨交通的不断发展，运营里程急剧增加，线网规模快速扩张，公众出行对城轨依赖加大，线网运营后常牵一发而动全身，城轨运营单位安全压力日趋加大。为保障城轨交通安全运行，2018 年 3 月国务院颁布了《国务院办公厅关于保障城市轨道交通安全运行的意见》（国办发〔2018〕13 号），同年 5 月，交通运输部颁布了《城市轨道交通运营管理规定》（中华人民共和国交通运输部令 2018 年第 8 号），从宏观层面明确了加强城市轨道交通规划、建设、运营

协调统一的必要性，城市轨道交通要树立“规划建设为运营、运营服务为乘客”的理念，将安全和质量要求贯穿于规划、建设、运营始终。为落实《意见》和《规定》，将城轨运营管理“关口”前移，以扎实的运营前置工作推动城轨运营高质量可持续发展是各运营单位的长期课题。

第2章 城轨建设期遗留质量通病的类型和影响

城轨交通工程为百年大计，建设期长、涉及专业多，城轨建设者付出了大量的心血，但受建设工期紧、任务重等客观因素影响，新线投入运营后，仍然遗留大量的建设期质量通病。这些问题在运营期整治不仅耗时费力，甚至部分问题无法得到根治。

建设质量是城轨运营安全的基础，规划、设计、施工质量，对运营安全的影响举足轻重。规划前瞻不足、设计方案缺陷、施工质量不达标，任一环节出现问题都可能对运营造成影响。

2.1 遗留问题专业占比

本书收集整理了车辆、轨道、建筑装修、结构、空调、给排水、供电、接触网、动力照明、通信、信号、AFC、自动化、站台门14个专业的质量通病问题，其中，给排水、车辆、供电、建筑、结构的数量为排名前五名的专业，占比超过问题总数的68%。见图2.1。

2.2 遗留问题影响分析

从造成的影响来看，影响行车的问题占比最高，达到34%，影响安全及维护的问题次之，占24%，影响客服的问题比例最低，占18%。见图2.2。

2.2.1 影响行车的问题

影响行车的问题主要集中在车辆、信号、供电、轨道等专业，此类问题可能导致列车晚点、行车中断等后果。

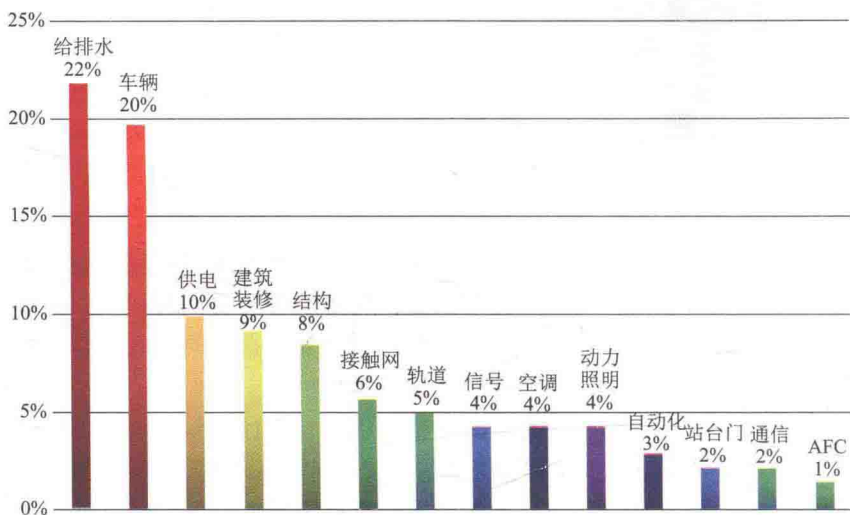


图 2.1 不同专业遗留问题占比

(1) 车辆专业问题主要集中在牵引、制动、受电弓、车门等涉及行车安全的关键子系统。牵引系统问题主要为设计阶段未考虑城轨车辆实际运行中接触器、预充电接触器频繁断开闭合的情况，设计不合理导致接触器组件严重拉弧影响设备寿命及可靠性；制动系统问题主要为设计阶段未充分考虑阀部件额定压力条件及选材造成阀部件异常动作等缺陷；受电弓系统问题主要为碳滑条与铝托架间粘接材料选材、压力开关定值设置不合理，造成受电弓存在降弓风险；车门系统问题主要为门控器未预留足够接口、内部元件选型不合理、门下滑轨易卡异物等设计缺陷引发车门故障。

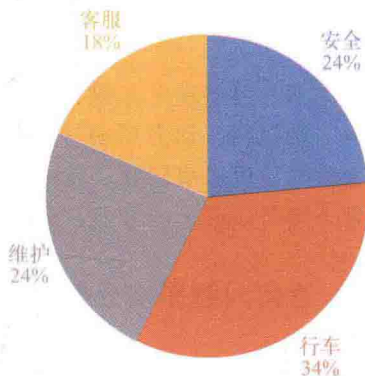


图 2.2 遗留问题影响占比

(2) 信号专业问题主要集中在系统性故障及硬件设备设计、安装

不规范两方面。系统性故障体现在车地通信中断、列车丢标、加速度计测量容错范围小导致列车定位丢失、信号模式不可用,造成列车晚点。车地通信中断的主要原因为未采用双向 A/B 网同时覆盖导致不能实现随时冗余、无线天线设置位置不合理导致列车丢包严重、无线信号使用 2.4 GHz 频段干扰严重。列车丢标的主要问题为信标读取系统选型功率小导致容易出现丢标。硬件设备设计、安装不规范主要体现在勘测不充分导致设备安装位置不合理、线缆铺设杂乱虚接、设备安装不牢固等问题可能引起电气故障。

(3) 供电专业问题主要集中在设计方案缺陷和设备单体质量缺陷两个方面。设计方案缺陷一是杂散电流引起的挂地线打火,造成接地线发热、烧毁或者打火;二是出入场线设置绝缘锚段关节,存在拉弧打火;三是 SVG 室通风设计未考虑足够的设备发热量或 SVG 室通风散热布局不合理。设备单体质量主要体现在开关柜二次线布线不规范、开关柜绝缘法兰密封性不佳、电缆因施工质量问题导致的绝缘破损等方面。

(4) 轨道专业问题主要集中在道床板裂纹、轨底坡超限、钻孔不规范、道岔质量缺陷、轨枕歪斜、水沟排水不畅及接头焊接质量等方面。

2.2.2 影响安全的问题

影响安全的问题主要集中在建筑、结构等专业,此类问题可能导致结构破坏、高空坠落、触电等危及乘客、员工安全的事件。

(1) 建筑专业问题主要体现在检修爬梯、防护笼设计长度不足存在高空作业安全隐患,照明、幕墙、墙面工程选型选材不合理、施工工艺未达标、安装位置不合理导致的部件易脱落,栏杆设置位置不合理存在人员被卡、坠落等隐患。原因主要是设计阶段未结合现场实际情况、各设计专业未做好沟通协调、施工工艺质量卡控不严。

(2) 结构专业问题主要集中在结构漏水、排水不畅导致的防汛问题,以及沉降导致的道床剥离及地面塌陷等问题。结构漏水主要与施

工工艺不规范导致的混凝土干缩裂缝、预埋件与混凝土结合不密实、防水材料失效有关；沉降过大的原因是设计阶段地质、水文勘察信息不准确，施工阶段未严格按照施工工艺及设计要求施工。

2.2.3 影响客服的问题

影响客服的问题主要集中在建筑、动力照明、电扶梯、AFC等直接面向乘客提供服务的专业，此类问题直接影响客服质量及城轨形象。

(1) 建筑专业问题主要集中在盲道安装位置不合理及大面积脱落，影响车站无障碍设备设施使用及装饰美观；地面疏散标识接线绝缘处理不良导致短路，使指示灯不亮；离壁沟防水失效发生墙壁渗水，造成地面湿滑。

(2) 动力照明专业问题主要集中在配电箱采用上进线方式导致开孔进水引起设备短路故障，安检机地插设置位置与安检机位置不匹配。

2.2.4 影响维护的问题

影响设备可维护性的问题专业分布较为分散，集中体现在设备检修、使用不便，导致增加维保人员工作量及维保难度。

如气灭手自动转换开关安装在变压器网栅以内，变压器带电情况下无法进行设备房气灭转换操作；1500V开关柜后方未设置接地扁钢，不便于检修挂接地线；设备房降温措施不足，设备房温度过高等问题。

第3章 城轨建设期遗留质量通病的典型后果

追溯近年来国内外轨道交通行业发生的事故，不难发现由于设计缺陷、施工不规范、质量不达标造成的恶性结果，这些典型案例都以惨痛的教训为今后城市轨道交通建设提出了警示，从源头加强治理显得更加有意义。

3.1 空载试运行脱轨事故

2013年1月，某城轨首期工程列车在空载试运行过程中，列车出隧道进入高架段时发生脱轨。脱轨后列车并未颠覆，但列车车头部位受损严重，导致司机室暖风装置坠落，造成司机一人当场死亡，一人受轻伤。如图3.1所示。



(a) 列车车头部位受损



(b) 救援现场

图 3.1 脱轨事故现场

事后调查发现，施工单位没有严格按照施工规范要求安装，造成防火门坠落，侵入行车线路限界，引发了列车脱轨；列车驾驶室暖风设备安装质量不高和设计不科学，导致列车在脱轨后碰上隧道口

并撞上护栏后暖风设备坠落，砸向驾驶室司机，发生了人员伤亡。

3.2 车站防汛抢险事件

2018年6月，因受连续大暴雨影响，某城轨车站出入口在建基坑被雨水灌满，导致建设区域与运营区域隔离围护桩桩间喷射混凝土及土体被冲破，大量雨水从在建基坑进入已运营车站，车站部分设备被水浸泡，致使车站停运约4小时。如图3.2所示。



(a) 被击穿的基坑



(b) 车站进水

图 3.2 基坑破坏及雨水冲刷现场

本事件暴露出施工组织方面存在缺陷：一是车站出入口基坑防洪能力不足，施工组织设计未能考虑到所在地市政排水设施排水能力不足的问题，没有设置充足的排水设施，导致基坑被雨水灌满。二是施工组织设计未充分考虑建设区域可能对运营区域造成的影响，对隔离围护设施能力设计不足，导致在基坑被雨水灌满的情况下隔离围护被击穿，雨水进入运营区域导致车站停运。

3.3 车站电扶梯逆行事故

2011年7月，某城轨车站上行自动扶梯发生设备故障，梯级突然倒转下滑，致使正在搭乘自动扶梯的部分乘客跌落，导致踩踏事件的发生，事故共造成1人死亡，2人重伤，26人轻伤。事故现场如图3.3所示。



(a) 自动扶梯梯级跳起



(b) 救援现场

图 3.3 扶梯逆行事故现场

事故扶梯从双主机到单主机的设计变更未进行动载荷设计核算，构成设计缺陷，螺栓长度和螺栓附着面加工不符合设计要求，存在制造缺陷，直接导致了扶梯在运行中驱动主机固定螺栓发生断裂，造成主机倾覆、驱动链条脱落、梯级失去上行动力逆向下滑，辅助制动器开关未正常启动，导致了事故的发生。

3.4 列车紧急制动不缓解事件

2016年8月，某城轨列车行驶过程中出现紧急制动不缓解，列车无法动车，导致启动列车救援处置程序，后续列车清客后担任救援列车，将故障列车推送至存车线，导致此线路小交路运行并晚点14分钟。

故障原因为车辆厂家在对该车进行接线整改作业时，将制动控制箱内X1插头C9点的原26703线缆断开后悬空在插头内，并未按工艺要求绝缘保护，导致在列车运动过程中与X1插头金属外壳接触接地，同时由于该线缆的另一端也未按工艺要求断开并进行绝缘防护，形成接地短路回路，致使制动控制电源空开跳闸，最终导致列车紧急制动不缓解。如图3.4所示。

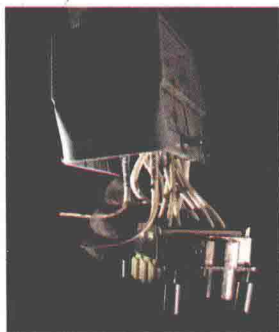


图 3.4 线缆悬空在插头内