

城市轨道交通安全风险监管与治理双闭环机制

张贝嘉^{1,2}, 陈维亚^{1,2}, 潘 晖³, 刘俊杰³, 李 荣³, 刘云晔⁴

¹中南大学交通运输工程学院, 湖南 长沙

²中南大学轨道交通大数据湖南省重点实验室, 湖南 长沙

³长沙市城市公共交通事务中心, 湖南 长沙

⁴北京全路通信信号研究设计院集团有限公司长沙分公司, 湖南 长沙

收稿日期: 2024年11月19日; 录用日期: 2025年1月6日; 发布日期: 2025年1月17日

摘 要

为了研究建立城市轨道交通运营中的安全风险与隐患排查治理闭环体系, 分析城市轨道交通行业的垄断特征表明其PDCA循环动力源主要来自政府监管、市场压力与乘客, 构建了集运营单位安全管理PDCA环和运营主管部门安全监管PDCA环于一体的双重预防闭环机制模型。这一机制有助于全面识别、评估和控制安全风险, 提升城市轨道交通的安全运营水平, 确保乘客出行安全。

关键词

城市轨道交通, 安全监管, 安全风险管控, 隐患排查与治理

Double Loop Mechanism for Safety Risk Supervision and Governance of Urban Rail Transit

Beijia Zhang^{1,2}, Weiya Chen^{1,2}, Hui Pan³, Junjie Liu³, Rong Li³, Yunxi Liu⁴

¹School of Traffic & Transportation Engineering, Central South University, Changsha Hunan

²Hunan Provincial Key Laboratory of Rail Transit Big Data, Central South University, Changsha Hunan

³Changsha Urban Public Transport Affairs Center, Changsha Hunan

⁴Changsha Branch of CRSC Research & Design Institute of Signal & Communication Group Co., Ltd., Changsha Hunan

Received: Nov. 19th, 2024; accepted: Jan. 6th, 2025; published: Jan. 17th, 2025

Abstract

In order to study and establish a closed-loop system for identifying and managing safety risks and

文章引用: 张贝嘉, 陈维亚, 潘晖, 刘俊杰, 李荣, 刘云晔. 城市轨道交通安全风险监管与治理双闭环机制[J]. 交通技术, 2025, 14(1): 44-49. DOI: 10.12677/ojtt.2025.141006

hidden dangers in urban rail transit operations, an analysis of the monopoly characteristics of the urban rail transit industry shows that its PDCA cycle is mainly driven by government regulation, market pressure, and passengers. A dual prevention closed-loop mechanism model was constructed, which integrates the PDCA cycle of safety management by operating units and the PDCA cycle of safety supervision by operating supervisory departments. This mechanism helps to comprehensively identify, assess, and control safety risks, improve the safe operation level of urban rail transit, and ensure passenger travel safety.

Keywords

Urban Rail Transit, Safety Supervision, Security Risk Management and Control, Hazard Investigation and Management

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 问题的提出

为落实国务院安委会办《关于实施遏制重特大事故工作指南构建双重预防机制的意见》(安委办〔2016〕11号,以下简称《意见》),交通运输部发布了交运规〔2024〕10号文,城市轨道交通运营单位应建立健全运营安全风险分级管控和隐患排查治理工作制度,保证经费投入,将城市轨道交通运营安全风险分级管控和隐患排查治理工作纳入年度安全工作计划并组织实施,确保运营安全风险分级管控和隐患排查治理工作得到有效落实。国内众多城市轨道交通运营单位积极开展相关研究与建设工作[1]-[4],从不同角度阐述了运营单位在双层预防机制方面的实践与成效。同时,也有学者对国内外城市轨道交通的监管问题进行了研究,然而这些研究往往与运营单位相对独立[5]-[8]。根据《意见》的要求,必须“健全完善双重预防机制的政府监管体系”。城市轨道交通的运营安全水平是城市交通行业主管部门与运营企业面临的重点和难点。本文旨在将运营公司的安全风险管控与隐患排查治理与政府监督有机结合,研究城市轨道交通运营安全的双层预防机制监管闭环,形成双闭环体系。

2. 城市轨道交通运营安全双重预防机制

双重预防机制就是构筑防范生产安全事故的两重“屏障”。第一重“屏障”是管安全风险,以安全风险辨识和管控为基础,从源头上系统辨识风险、分级管控风险,杜绝和减少事故隐患;第二重“屏障”是治隐患,以隐患排查和治理为手段,认真排查风险管控过程中出现的缺失、漏洞和风险控制失效环节,坚决把隐患消灭在事故发生之前,从本质上降低事故概率和预防事故发生。

风险分级管控和隐患排查治理是安全风险管理的两个核心环节,应从这两个环节对危险有害因素进行防控。通过双重预防体系,实现对隐患产生前的预控,以及事故的事中监测、事后处理,体现了对安全风险的全过程管控,从而实现了安全管理的关口前移。根据扩展后的海因里希事故法则,事故发生存在统计学上的随机性和必然性[9],如图1所示。

危险源有两类,第一类危险源由能量或有害物质构成,如行驶车辆的动能、高处重物的势能等,是导致事故的根源。第二类危险源:包括人的不安全行为、物的不安全状态和管理缺陷等,这些因素影响约束能量或有害物质的屏障失效,从而导致事故发生。风险管控的首要目标是管控危险源。危险源、事故隐患与事故的关系,以及双重预防机制的控制点如图2所示。双重预防机制把预防事故的关口前移,形成安全风险辨识管控在前、隐患排查治理在后的“两道防线”,有效遏制重特大事故发生。

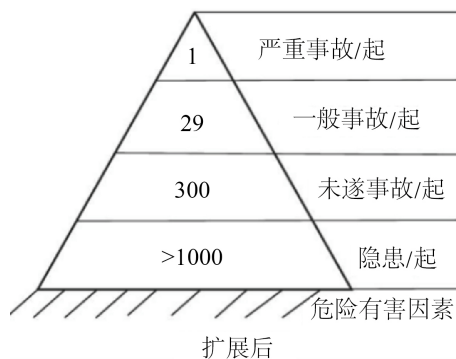


Figure 1. Heinrich accident rule before and after expansion

图 1. 扩展前后的海因里希事故法则

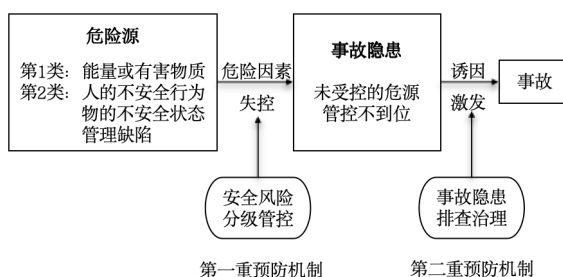


Figure 2. Dual prevention mechanism and control points

图 2. 双重预防机制及控制点

3. 基于 MS-PDCA 的运营安全双重预防的双闭环机制

3.1. MS-PDCA 闭环机制的理论原理

PDCA 环是管理学中的一个通用模型，其循环运转是一种需要动力推动的闭合运动。若动力缺乏将导致 PDCA 循环停止运转、断裂或空转[10]。PDCA 环的动力源主要与行业的经济特性和市场结构有关(见表 1)。城市轨道交通属于垄断性行业，政府监督影响力大，市场竞争压力相对较小。市场力(Market)和政府监督力(Supervision)合成为 PDCA 循环的动力，称为 MS-PDCA 动力机制，如图 3 所示。

Table 1. Relationship between Market Structure and PDCA Cycle Power Source

表 1. 市场结构与 PDCA 循环动力源关系

市场结构	PDCA 循环动力源	
	市场力	政府监督力
完全竞争	市场力大：市场拥有很大的推动厂商改善质量的力量	政府监督力小：政府只需营造公平竞争的环境，监督安全符合相关标准规范
垄断竞争	市场力较大：市场力较大，但出现了品牌粘性，意味着虚拟质量成为消费者自愿认可的品质	政府监督力较小：政府需营造公平竞争的环境，监督安全符合相关标准规范，防止不公平竞争行为
寡头垄断	市场力较弱：消费者的可选择权受限	政府监督力较大：加大政府监督力，防止寡头间的勾结、串谋行为损害消费者权益
完全垄断	市场力弱：消费者几乎没有选择权	政府监督力大：加大政府监督力，保障消费者权益

为了实现运营安全的闭环治理,首先从宏观层面,运用政府规制理论与方法研究构建能有效发挥政府治理力、公众监督力、企业自律力的城市轨道交通运营安全的多主体协同治理机制;将 PDCA 循环与城市轨道交通的特性相结合,提出运营安全风险 MS-PDCA 闭环监管机制。这一机制强化了双重预防机制的持续改进与提升,为城市轨道交通运营数智治理开辟了新路径、提供了新思路。

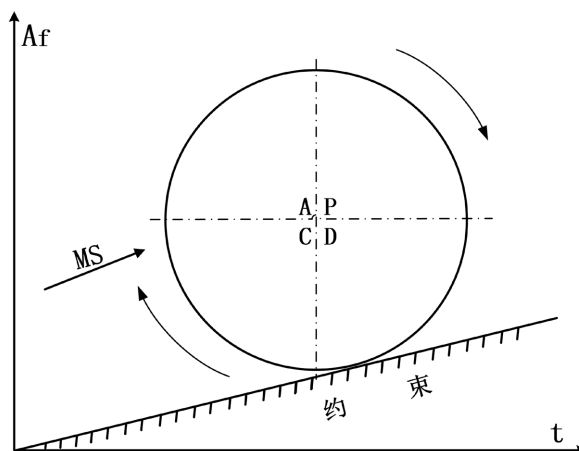


Figure 3. MS-PDCA Power Mechanism
图 3. 扩展前后的海因里希事故法则 MS-PDCA 动力机制

3.2. 城市轨道交通运营安全风险双重预防的 MS-PDCA 双闭环模型

安全风险双重预防 MS-PDCA 闭环模型包含运营单位、运营监管部门的协同作用。

3.2.1. 运营单位安全管理的 PDCA 环

P 阶段(计划阶段): 风险辨识、风险评价与分级、隐患排查与分级、制定风险管控措施、隐患排查与治理措施和相应的评价与绩效考核标准。

D 阶段(执行阶段): 将风险分级管控和隐患排查治理措施落实到各部门、各层级,按期评价与绩效考核。

C 阶段(结果分析阶段), 根据制定的管理评价方法或绩效考核办法,对各车站或部门安全管理目标的完成情况进行考核;

A 阶段(改进阶段), 若考核结果达到或优于预期,可进入下一次循环;若未达预期,及时分析查找差异产生的主要原因,并进行相应的改进。

3.2.2. 运营主管部门安全监管 PDCA 环

通过制定安全监管法律法规与标准以及定期的安全考核评价,运营主管部门对运营单位施加监管压力。作为一种特殊的管理活动,监管过程也具有 PDCA 循环特征。内容上,监管过程中的目标设定、内部环境、监管活动、控制、改进等元素与 PDCA 循环的理念能够吻合,即在统一的目标方针下,各内容各环节的设置均围绕总目标朝同一方向运转,并通过循环将各项工作内容联系起来,相互促进循环。流程上,监管具有前期的监管目标计划制定、监管实施安排、监管考评、评价分析及整改优化等环节,各环节既相互统一构成 PDCA 大环,又独立有内部 PDCA 小环,大环套小环,小环保大环,推动大环不断运转,与 PDCA 循环的总体特征相匹配。运营主管部门安全监管 PDCA 循环如图 4 所示。

P 阶段(监管计划阶段): 根据国家颁布的法律法规与标准,主管部门制定适合属地环境的地方级法律

法规与标准和规章制度,对安全进行规范要求;制定可执行的监管考核办法(如监管指标体系与评价标准),开展定期或不定期的安全管控、隐患排查治理检查。

D 阶段(监督检查阶段):根据制定的监管考核办法,将任务落实到具体执行部门和执行人员,各执行部门和人员或委托第三方机构对照检查任务和相应的检查表开展安全调查,收集相关数据,进行分析评价;

C 阶段(监管分析阶段):根据检查得出的安全水与标准比较分析偏差。

A 阶段(监管改进阶段):若安全评价结果符合要求,说明监管计划制定合理且得到较好的实施,继续进入下一次循环准备;若发现安全评价结果与要求有偏差,应分析查找差异产生的主要原因,并进行相应改进。

城市轨道交通安全管理中,运营主管部门、运营单位和乘客三者具有各自的职能分工与定位,对安全的改进提升均可做出贡献。整合三者资源,形成治理监管集合体,构成城市轨道交通安全监管的 MS-PDCA 双闭环(见图 4)。

通过乘客投诉建议,乘客监督力对运营主管部门安全监管 PDCA 环产生外部影响力,并约束运营主管部门 PDCA 环的 P、C 两个阶段。乘客监督力既作为运营主管部门制定监管计划的准则,又作为运营主管部门对监管检查结果进行评价的比较对象。此外,运营主管部门受理乘客的投诉建议,并将结果反馈给乘客。

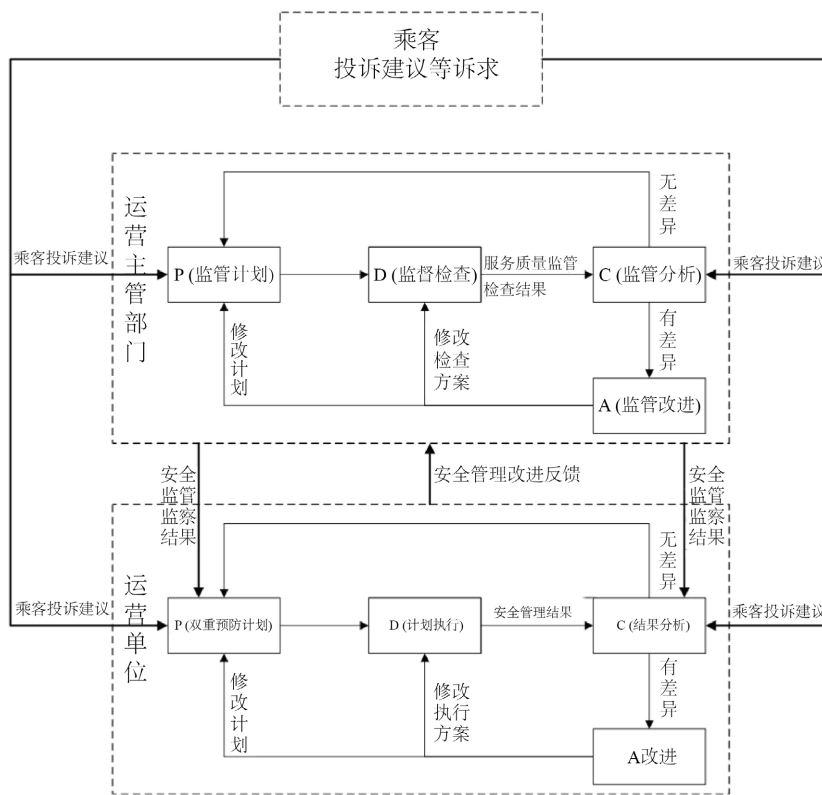


Figure 4. MS-PDCA closed-loop governance model for urban rail transit safety
图 4. 城市轨道交通安全 MS-PDCA 闭环治理模型

4. 结语

MS-PDCA 闭环治理与监管双闭环模型有机地整合了运营主管部门、运营单位和乘客三者,明确了城

市轨道交通安全管理的特征：运营单位是安全管理的责任主体和执行主体，而运营主管部门和乘客则构成安全管理的外部监督力量。该模型有效防范了因运营单位在安全改进方面内生动力不足而可能引发的PDCA循环停滞、断裂或空转等异常偏差现象。通过将乘客的监督作用与运营主管部门的监管力量作为外部驱动力，该模型促进了运营单位安全管理PDCA循环的顺畅运转，确保其无偏差、无变异地持续推进，从而有效提升城市轨道交通的安全水平，并进一步增强监管的效率与效能。

基金项目

湖南省交通运输厅科技项目(202225)。

参考文献

- [1] 裴欢, 赵伟. 南京地铁“安全管理一体化”信息系统建设探讨[J]. 中国安全生产科学技术, 2019(S1): 26-33.
- [2] 李金彪. 基于城市轨道交通运营安全的双重预防机制分析[J]. 运输经理世界, 2024(20): 10-12.
- [3] 金央波. 宁波轨道交通运营安全双重预防机制的优化研究[D]: [硕士学位论文]. 宁波: 宁波大学, 2021.
- [4] 朱雅楠, 王普照, 掌孝夫, 等. 城市轨道交通运营安全双重预防机制构建要点探讨[J]. 城市轨道交通研究, 2022, 25(5): 40-44.
- [5] 张培培. 我国自然垄断行业的政府监管研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 东华大学, 2013.
- [6] 蒋玉琨. 城市轨道交通运营行业监管模式研究[J]. 城市轨道交通研究, 2012, 15(6): 5-7.
- [7] 陈燕申. 美国城市轨道交通安全监管探讨与启示[J]. 现代城市轨道交通, 2021(11): 109-113.
- [8] 王晓宇, 陈燕申. 英国伦敦地铁的安全认证与监管制度分析[J]. 城市轨道交通研究, 2011, 14(S1): 17-21.
- [9] 游鹏飞, 寇玮华. 浅析墨菲定律及海因里希法则对控制事故的作用[J]. 安全、健康和环境, 2008, 8(8): 14-15.
- [10] 叶少有. PDCA循环的动力特性分析[J]. 合肥工业大学学报(自然科学版), 1996(S1): 69-72.