

轨道交通行业智能制造标准体系的研究

张晓坤¹ 王健² 刘勇² 李森²

(1. 中车长春轨道客车股份有限公司科技管理部, 130062, 长春;

2. 中车长春轨道客车股份有限公司国家轨道客车工程研究中心, 130062, 长春)

摘要 [目的]随着轨道交通行业的快速发展,智能制造已成为推动行业转型和升级的重要驱动力。为了给行业内设备制造商提供标准化的指导和支持,有必要对轨道交通行业智能制造标准体系进行研究。[方法]概述了当前轨道交通行业智能制造的现状与发展趋势。基于技术层面、管理层面及应用层面,提出了全面、科学的轨道交通行业智能制造标准体系框架,阐述了该框架下标准体系的主要内容。最后对轨道交通行业智能制造标准体系的实施及推广提出了建议。[结果及结论]该标准体系通过制定完善的标准、加强供应链协同、深化智能制造技术应用等措施,可以推动轨道交通行业智能制造的深入发展。未来随着智能制造技术的不断成熟和推广应用,轨道交通行业将迎来更为广阔的发展前景。

关键词 轨道交通; 智能制造; 标准体系; 关键技术; 发展现状

中图分类号 F530.1

DOI:10.16037/j.1007-869x.2025.02.001

Research on Intelligent Manufacturing Standard System for Rail Transit Industry

ZHANG Xiaokun¹, WANG Jian², LIU Yong², LI Sen²

(1. Science and Technology Management Department, CRRC Changchun Railway Vehicles Co., Ltd., 130062, Changchun, China; 2. National Engineering Research Center of Railway Vehicles, CRRC Changchun Railway Vehicles Co., Ltd., 130062, Changchun, China)

Abstract [Objective] With the rapid development of rail transit industry, intelligent manufacturing has become an important driving force for the transformation and upgrading of the industry. To provide standardized guidance and support for equipment manufacturers within the industry, it is necessary to conduct research on intelligent manufacturing standard systems for the rail transit industry. [Method] An overview of the current state and development trends of intelligent manufacturing in rail transit industry is conducted. A comprehensive and scientific framework for the intelligent manufacturing standard system of rail transit industry is proposed, covering technical, managerial, and application levels. The primary content of the

standard system under this framework is described. Recommendations for the implementation and promotion of the intelligent manufacturing standard system of rail transit industry are provided. [Result & Conclusion] The proposed standard system, through the establishment of comprehensive standards, enhanced supply chain collaboration, and deepened application of intelligent manufacturing technologies, can promote further development of intelligent manufacturing in rail transit industry. In the future, with the continuous maturity and promotion of the intelligent manufacturing technology application, the rail transit industry is expected to experience broader development prospects.

Key words rail transit; intelligent manufacturing; standard system; key technology; development status

轨道交通行业作为国家战略性支柱产业,其发展水平对综合交通网络的完善和国民经济的持续健康发展至关重要。随着城镇化进程的加速推进,轨道交通建设迎来了高速发展的黄金时期,市场需求持续扩大,展现出巨大的增长潜力和广阔的发展前景^[1]。但是,面对日益加剧的市场竞争,以及消费者对个性化、定制化产品需求的不断增加,传统的制造模式已经很难满足发展要求。制造业的转型升级,关键在于智能制造技术。智能制造集自动化、信息化、网络化及智能化于一体,引领着制造业未来的发展方向^[2]。智能制造不仅能提高生产效率和产品质量,还能满足市场对个性化产品的需求,对轨道交通行业的长远发展具有深远影响^[3]。因此,构建轨道交通行业的智能制造标准体系,对于促进行业技术进步和产业升级具有重要的战略意义。

1 轨道交通行业的智能制造现状及发展趋势

1.1 轨道交通行业智能制造的现状分析

目前,轨道交通行业在智能制造上已经有所斩获。部分轨道交通设备制造企业(以下简称“制造

企业”)已经开始采用数字化、网络化、智能化的制造技术,如三维设计、虚拟仿真、自动化生产线等。此外,一些制造企业通过建立智能制造的示范线和车间,积累了丰富的实践经验。但总体来看,轨道交通行业智能制造尚处于起步阶段,主要存在以下4方面的问题。

1.1.1 智能制造基础较为薄弱

轨道交通行业智能制造的标准体系不够完善,特别是在小批量、个性化定制产品的标准化生产上还存在不足;生产制造的信息化程度不高,作业方案、反馈意见等没有形成闭环管控体系;打造轨道交通车型和制造体系的相关工作目前还处于摸索阶段。

1.1.2 供应链协同不足

制造企业协同平台与企业资源管理系统的集成化程度不够,制造企业网上采购执行率不高,物料编码不统一,这些均不利于整体数据分析及标准统一。

1.1.3 智能制造技术应用不深入

各制造企业均有自己的数据控制中心,但未形成面向客户的信息化需求体系和研发管理体系。在节约成本方面,信息化的潜力未能得到充分发挥。工业互联网、人工智能、物联网等技术的应用仍处于初级阶段。

1.1.4 关键技术研发不足

在轨道交通智能制造领域,部分核心技术尚依赖国外。例如,我国的传感器技术和列车控制技术仍需进一步提高,特别是在高精度、高可靠性和灵活性等方面。

1.2 轨道交通行业智能制造的发展趋势

1.2.1 技术层面

智能制造技术向深度融合、智能化方向发展。主要表现为:①人工智能技术推动智能制造系统向自主学习和优化方向发展,通过深度学习和机器学习算法提高生产过程的自适应性和决策水平;②大数据技术使得智能制造系统能够有效处理和分析大规模生产数据,可实现生产过程的实时监控和分析,为产品设计和设备维护提供数据支持;③云计算技术为智能制造系统提供灵活的计算资源和存储能力,可实现资源按需配置和跨地域协同工作,提升系统的可扩展性和可靠性。

1.2.2 管理层面

制造企业将更加重视智能制造管理体系的构

建,以提升生产效率和产品质量。其管理体系主要包括智能制造技术的投资决策、生产流程的优化、员工技能的提升、质量控制体系的完善等。

1.2.3 应用层面

智能制造技术的应用范畴将持续拓宽。主要表现为:①在轨道交通车辆制造领域,智能制造技术通过自动化装配线和机器人等技术,提高车辆制造的效率和质量;②在零部件生产领域,智能制造技术借助定制化生产系统和智能化供应链管理,可提升零部件的定制能力和交付速度;③在运维服务领域,智能制造技术通过远程监控和预测性维护,可降低运维成本,提高服务的及时性和效率。

2 轨道交通行业智能制造标准体系构建

2.1 标准体系框架

本文从技术、管理、应用3个层面,构建了轨道交通行业智能制造标准体系框架,如图1所示。

2.2 标准体系内容

2.2.1 技术层面

技术层面的内容包括但不限于以下方面:

1) 智能制造基础技术:即确保信息快速流通和设备互联互通,实现生产过程自动化的关键技术。这些技术为智能制造提供了必要的硬件和软件基础。

2) 智能制造支撑技术:云计算提供弹性的计算资源和数据存储能力;IoT(物联网)技术实现设备、机器同智能制造系统、智能控制系统的智能化连接和监控。

3) 智能制造关键技术:AI(人工智能)在智能制造中扮演着决策支持的角色;大数据分析帮助制造企业从海量数据中发现隐藏的模式,并预测未来的发展趋势;机器学习则使智能制造系统、智能控制系统能够不断自我优化。

2.2.2 管理层面

管理层面可确保智能制造的高效运作和信息安全:

1) 信息安全标准:主要包括数据保护标准和隐私安全标准。这些标准是智能制造不可或缺的部分,可保护设备制造商和客户的敏感信息不受威胁。

2) 可持续发展标准:主要包括能源效率标准 and 环境影响评估标准等。这些标准可推动智能制造向绿色、环保的方向发展,符合全球可持续发展的趋势。

3) 智能制造关键技术标准:主要包括生产管

理、质量管理和供应链管理等标准。这些标准可确保生产流程的高效性、产品质量的一致性和供应链

的灵活性。

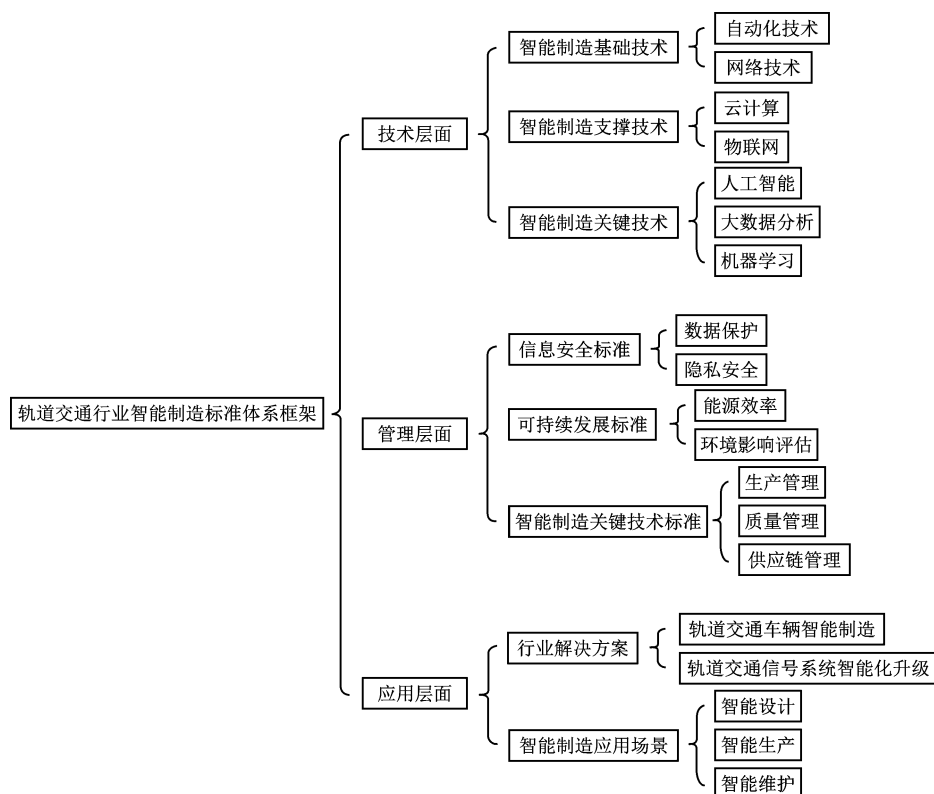


图1 轨道交通行业智能制造标准体系框架

Fig. 1 Framework of intelligent manufacturing standard system for rail transit industry

2.2.3 应用层面

应用层面显示在智能制造技术上,轨道交通行业的实际应用情况:

1) 行业解决方案:主要包括轨道交通车辆智能制造和轨道交通信号系统智能化升级等解决方案,体现智能制造技术在提升轨道交通系统安全性、可靠性和效率等方面的实际效益。

2) 智能制造应用场景:主要包括智能设计、智能生产和智能维护等应用场景,利用智能制造技术优化设计流程,提高生产效率,降低维护成本。

3 智能制造标准体系的实施及推广建议

1) 关键技术研发加固:应致力于提升制造企业的自主创新能力,通过加大研发投入和优化研发机制等措施,快速实现核心技术的自主突破和创新。这意味着要重点关注智能制造领域中的关键技术,如人工智能、机器人技术、大数据分析技术等,以推动我国智能制造技术达到国际先进水平。

2) 推动产业链协同发展:应强化制造产业链下

游企业合作伙伴关系,通过资源共享、协同作业等方式实现产业链的优化。还应促进制造企业间的技术交流、信息共享及资源互补,以提升整个产业链的技术水平和竞争力。

3) 改进标准化工作:应建立和完善智能制造领域相关标准体系,提高全行业标准化水平。主要包括制定统一的技术规范、产品质量标准及操作流程,以确保不同制造企业间的技术兼容和产品互认,促进市场的健康发展。

4) 加强人才培养:应加大对智能制造领域专业人才的培养力度,通过设置专业课程、开展实践培训和提供学习机会等方法,培养一批具备智能制造专业知识和技能的人才,使人才具有扎实的业务基础,以智力和技能支持行业的可持续发展。

4 结语

推动轨道交通行业数字化转型的关键是建设轨道交通行业智能制造标准体系。本文对轨

(下转第8页)

知悉自身的专利竞争实力,学习国外先进企业的专利布局策略,结合我国磁浮技术的发展动态及政策导向,开展海内外的专利布局,为市场开拓打下坚实基础。

此外,我国企业还应着重关注专利组合的协同作用,依照技术上的关联性,围绕申请保护的产品或技术,构建超导磁体核心和外围的专利保护集合。通过叠加和互补等方式,打破单个专利在技术、时间保护上的局限性,形成优质专利组合,进一步扩大专利防护体系,增加专利保护力度。

参考文献

- [1] 张娟,赵春发,冯洋,等.超导磁浮列车电动悬浮导向力学特性研究[J].机械,2020,47(9):25.
ZHANG Juan, ZHAO Chunfa, FENG Yang, et al. Study on mechanical characteristics of the electrodynamic levitation and guidance system for the superconducting maglev train[J]. Machinery, 2020, 47(9): 25.
- [2] 马光同,杨文姣,王志涛,等.超导磁浮交通研究进展[J].

华南理工大学学报(自然科学版),2019,47(7):68.

MA Guangtong, YANG Wenjiao, WANG Zhitao, et al. Research development of superconducting maglev transportation[J]. Journal of South China University of Technology (Natural Science Edition), 2019, 47(7): 68.

- [3] 杨明皓.600 km/h 高温超导电动磁浮车载 YBCO 超导磁体设计研究[D].北京:北京交通大学,2021.
YANG Minghao. Design and research of YBCO superconducting magnet for 600 km/h high temperature superconducting electric maglev vehicle[D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2021.
- [4] 林琳.日本磁悬浮铁路地面线圈[J].国外铁道车辆,2019,56(4):27.
LIN Lin. Ground coil for maglev railway in Japan[J]. Smart Rail Transit, 2019, 56(4): 27.

· 收稿日期:2024-08-05 修回日期:2024-09-05 出版日期:2025-02-10
Received:2024-08-05 Revised:2024-09-05 Published:2025-02-10
· 通信作者:杨姝,正高级工程师,Yangshu.ck@crrege.cc
· ©《城市轨道交通研究》杂志社,开放获取 CC BY-NC-ND 协议
© Urban Mass Transit Magazine Press. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license

(上接第3页)

轨道交通行业智能制造标准体系进行了研究,构建了轨道交通行业智能制造标准体系框架,并提出了实施与推广建议。通过制定完善的标准体系、加强供应链协同、深化智能制造技术应用等措施,推动轨道交通行业智能制造的深入发展。未来,随着智能制造技术的不断成熟和推广应用,轨道交通行业将迎来更为广阔的发展前景。

参考文献

- [1] 张华,李强.智能制造在轨道交通行业的应用与挑战[J].现代制造工程,2019,37(2):1.
ZHANG Hua, LI Qiang. The application and challenges of intelligent manufacturing in the rail transit[J]. Industry Modern Manufacturing Engineering, 2019, 37(2): 1.
- [2] 王磊,赵敏.轨道交通智能制造标准体系构建研究[J].交通科技,2022,44(3):72.
WANG Lei, ZHAO Min. Research on the construction of intelligent manufacturing standard system for rail transit[J]. Transportation Technology, 2022, 44(3): 72.
- [3] 陈刚,刘洋.智能制造背景下轨道交通装备制造业的发展趋势[J].高技术通信,2021,31(1):82.
CHEN Gang, LIU Yang. The development trend of rail transit equipment manufacturing industry under the background of intelligent manufacturing[J]. High Technology Letters, 2021, 31(1): 82.
- [4] 李明,王涛.轨道交通行业智能制造关键技术研究[J].机械

工程学报,2018,54(10):123.

LI Ming, WANG Tao. Key technologies research of intelligent manufacturing in rail transit industry[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2018, 54(10): 123.

- [5] 张伟,杨帆.轨道交通行业智能制造标准体系构建策略[J].标准化研究,2022,37(4):56.
ZHANG Wei, YANG Fan. Strategies for constructing intelligent manufacturing standard system in rail transit industry[J]. Standardization Research, 2022, 37(4): 56.
- [6] 黄志勇,王强.轨道交通行业智能制造发展趋势与对策[J].铁道机车车辆,2019,39(3):78.
HUANG Zhiyong, WANG Qiang. Development trends and countermeasures of intelligent manufacturing in rail transit industry[J]. Railway Rolling Stock, 2019, 39(3): 78.
- [7] 刘强,陈晨.轨道交通行业智能制造标准体系构建与实施策略[J].铁道科学与工程学报,2020,17(2):234.
LIU Qiang, CHEN Chen. Construction and implementation strategy of intelligent manufacturing standard system in rail transit industry[J]. Journal of Railway Science and Engineering, 2020, 17(2): 234.

· 收稿日期:2024-08-28 修回日期:2024-09-20 出版日期:2025-02-10
Received:2024-08-28 Revised:2024-09-20 Published:2025-02-10
· 通信作者:张晓坤,高级工程师,zxkqueen@163.com
· ©《城市轨道交通研究》杂志社,开放获取 CC BY-NC-ND 协议
© Urban Mass Transit Magazine Press. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license