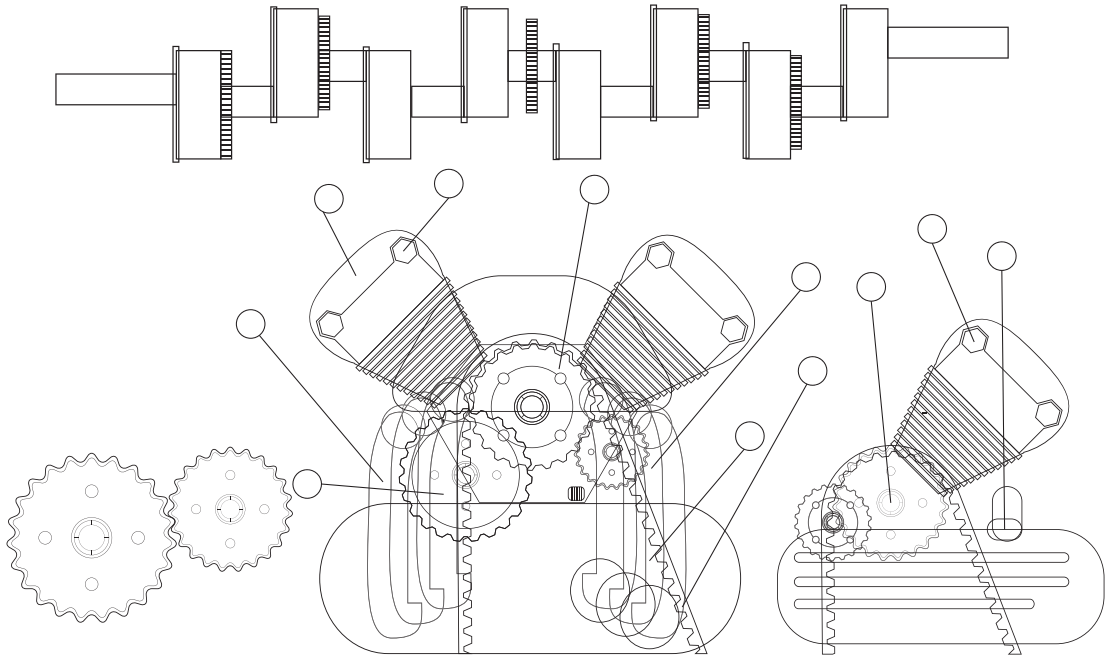


重载列车的新型安全制动方法研究

罗学明 著
(湖南工业大学)



图书在版编目—建议数据

重载列车的新型安全制动方法研究/罗学明 著. —澳门:

澳门科学出版社, 2024.12

ISBN 978-99981-16-77-1

I. ①重... II. ①罗... III. ①重载列车-安全制动-研究

IV. ①U270.1

依据《中国图书馆分类法》提供分类参考数据。

重载列车的新型安全制动方法研究

罗学明 著

ISBN 978-99981-16-77-1

责任编辑: 何文锐

责任校对: 谢嘉深

装帧设计: 陈斯若

出版发行: 澳门科学出版社

地 址: 澳门南湾大马路恒昌大厦 11 楼 F 座 邮 编: 999078

网 址: <https://www.mospbs.com>, <https://moaj.mospbs.com>

总 机: +853-62961666

反 馈: book@mospbs.com

印装公司: 澳门翰林出版集团有限公司

开 本: 787 mm × 1092 mm 1/16

印 张: 12.75

字 数: 300 千字

印 数: 1 ~ 3000

版 次: 2024 年 12 月第 1 版

印 次: 2024 年 12 月第 1 次印刷

如有缺损质量问题, 请联系本社销售中心。

版权所有 违者必究

前言

一、研究背景与意义

在全球经济快速发展的背景下，大宗货物的运输需求日益增长。铁路运输作为一种高效、经济、环保的运输方式，在大宗货物运输中占据着不可替代的地位。重载列车（Heavy Haul Train）作为铁路运输的重要组成部分，以其巨大的运输能力和较低的运营成本，成为大宗货物运输的首选工具。然而，随着重载列车载重量的不断增加，对制动系统的要求也越来越高。传统的制动技术在面对重载列车的复杂工况时，已经显现出诸多不足。因此，研究新型安全制动方法，不仅是提高重载列车运行安全性的迫切需要，也是推动铁路运输技术进步的重要方向。

重载列车的安全运行不仅关系到货物的准时交付，更关乎人员的生命财产安全。近年来，国内外多次发生的重载列车安全事故，引发了社会对重载列车制动系统的广泛关注。这些事故暴露出传统制动技术在应对复杂工况时的不足，如长距离下坡路段的制动失效、恶劣天气条件下的制动性能下降等。因此，开发新型安全制动方法，提高制动系统的可靠性和安全性，已成为铁路运输领域的紧迫任务。

二、重载列车的定义与特点

重载列车是指在铁路运输中，专门用于运输大量大宗货物，如煤炭、矿石、钢铁等，且具有大轴重、长编组、高运量等特点的列车。这些列车通常运行在专门建设的重载铁路线上，以满足大宗货物运输的特殊需求。重载列车的核心目标是通过提高运输效率和降低运营成本，实现大宗货物的快速、安全、经济运输。

重载列车具有以下几个显著的特点：

首先，高运量是重载列车最显著的特征之一。重载列车的单列运输能力通常在万吨以上，有的甚至超过 3 万吨。这种高运量的设计使得重载列车在大宗货物运输中具有显著的经济优势。高运量不仅提高了运输效率，还降低了单位货物的运输成本，减少了运输过程中的能耗和人力成本，进一步提升了经济效益。

其次，大轴重是重载列车的另一个重要特征。重载列车的轴重通常在 25 吨以上，有的甚至达到 30 吨。大轴重的设计可以有效减少列车的编组数量，降低运营成本，同时提高运输效率。大轴重对铁路基础设施提出了更高的要求，需要更强的轨道承载能力和更坚固的桥梁、隧道结构。因此，重载铁路线在设计 and 建设时必须考虑到这些因素，确保基础设施能够承受大轴重带来的压力。

再次，为了实现高运量，重载列车通常采用长编组的形式。一列重载列车的编组长度可以从几百米到几千米不等，最长的编组可以达到 7.3 公里。长编组的设计不仅提高了运输效率，还减少了列车的启停次数，降低了能耗。长编组对列车的控制和管理提出了更高的要求，需要先进的通信和控制系统来确保列车的安全运行。

最后，重载列车通常运行在专门建设的重载铁路线上。这些线路在设计时充分考虑了重载列车的特殊需求，如轨道的承载能力、桥梁和隧道的结构强度、信号系统的可靠性和调度指挥的高效性等。专用线路的建设和维护是确保重载列车安全运行的重要保障。

三、新型安全制动方法的研究现状与挑战

传统的重载列车制动系统主要依赖空气制动和电制动技术。空气制动系统通过压缩空气驱动制动缸，使闸瓦紧贴车轮产生摩擦力来实现减速。电制动系统则利用电机反向旋转产生的电磁阻力来降低列车速度。然而，这些传统制动技术在面对重载列车的复杂工况时，存在诸多不足。例如，长距离下坡路段的制动失效、恶劣天气条件下的制动性能下降等。

近年来，随着科技的不断进步，新型安全制动方法的研究取得了显著进展。模块化安全制动技术、液压制动装置、再生制动技术等新型制动方法逐渐成为研究的热点。这些新型制动方法不仅提高了制动系统的可靠性和安全性，还显著提升了列车的运行效率和经济性。

模块化安全制动技术通过将制动系统分解为多个独立的功能模块，每个模块负责特定的制动任务或功能，从而实现系统的高度集成与优化。模块化制动系统的核心在于其灵活性和可扩展性。每个模块都可以根据实际需要进行独立设计、测试和维护，这不仅降低了系统的复杂度，还提高了系统的可靠性和维修效率。模块化制动技术在提高列车运行安全性的同时，还便于维护和升级。

液压制动装置的工作原理基于帕斯卡定律，即在密闭容器中施加于液体的压力可以均匀地传递到液体的每一个部分。具体工作过程包括启动液压泵、油液传输、制动器动作和控制与调节等。液压制动装置具有高效能、响应快、可靠性高、维护方便和适应性强等优点，特别适用于高速度、大载荷的工况。

再生制动技术利用电动机作为发电机回收部分动能，转化为电能存储起来，既减少了机械制动的负担，又提高了能源利用率。再生制动技术在长距离下坡路段和频繁启动停止的工况下，具有显著的节能效果。通过优化能量管理和控制策略，再生制动技术进一步提高了能源利用效率，减少了资源浪费。

四、本书的主要内容

本书《重载列车的新型安全制动方法研究》共分为八章，系统地介绍了重载列车的新型安全制动方法及其应用。

第一章介绍了重载列车的定义、特点及其在大宗货物运输中的核心地位，涵盖了国际与国内的发展历程，并详细探讨了车辆结构、牵引动力、轨道设施等技术特性。

第二章阐述了制动系统的基本原理，而后说明了不同类型的制动方式，最后分析了制动系统的组成及功能。

第三章首先阐述了重载列车制动力的计算方法，而后说明了制动距离与制动时间的关系，最后探讨了在不同工况下（如长距离下坡路段、多变天气条件及紧急情况）重载列车制动系统的特殊需求和技术应对策略。

第四章详细分析了传统空气制动系统的原理、关键技术以及其组成部件，其次说明了动力制动系统的原理、类型和优缺点，最后详细阐述了三类辅助制动装置。

第五章详细介绍了重载列车的应急制动系统，涵盖了其原理、组成及关键技术，并讨论了该系统在不同应用场景下的作用，还分析了应急制动系统维护的内容。

第六章讲解了智能化安全制动技术，通过集成电子信息技术与自动化控制理论实现对重载列车制动系统的智能管理和控制，从而提升安全性、舒适性和能源效率。

第七章聚焦于节能式安全制动技术，旨在优化制动系统设计与控制策略以减少能量损失，并介绍了再生制动等具体方法及其优势。

第八章主要介绍了模块化安全制动技术的原理、构成及关键算法。

五、结语

本书系统地介绍了重载列车的新型安全制动方法，涵盖了传统制动技术、新型制动方法、复杂工况下的制动需求、制动系统安全性研究、节能制动技术、智能化与自动化技术等多个方面。通过全面的理论分析和实验验证，为读者提供了丰富的技术参考。其次，本书不仅从理论上探讨了新型安全制动方法，还通过具体案例和数据支持，展示了这些方法在实际应用中的显著效果。通过实践性的研究，为铁路运输企业提供了切实可行的技术解决方案。再次，本书在介绍现有技术的基础上，展望了未来的发展趋势，包括智能化程度的提高、系统集成度的提升、绿色低碳的发展方向、标准化与国际化的推进、人机交互体验的提升、数据驱动的决策支持、安全性和可靠性的进一步增强以及维护和保

养的智能化。通过前瞻性的研究，为未来的重载列车制动技术发展提供了方向。最后，本书融合了机械工程、流体力学、电气工程、计算机科学等多个学科的知识，展示了多学科交叉融合在新型安全制动方法研究中的重要作用。通过跨学科的研究，为读者提供了更广阔的技术视野。

*项目名称：湖南省教育厅资助优秀青年项目，重载列车安全制动智能感知及决策研究

*项目编号：21B0540

目录

第一章 重载列车概述	1
第一节 重载列车的定义	1
1.1 重载列车的概念	1
1.2 重载列车的特点	2
1.3 重载列车的分类	6
第二节 重载运输的发展历程	10
2.1 国际重载运输的发展	10
2.2 中国重载运输的发展	13
第三节 重载列车的技术特点	16
3.1 车辆结构	16
3.2 牵引动力	18
3.3 轨道设施	19
3.4 制动系统	21
3.5 信号系统	22
3.6 维护保养	24
第二章 制动系统基础	26
第一节 制动系统的基本原理	26
1.1 制动能量转换	26
1.2 制动压力传递	31
1.3 制动效果评估	36
第二节 制动方式分类	40
2.1 空气制动	40
2.2 电控制动	43

2.3 机械制动	45
2.4 电磁制动	48
第三节 制动系统的组成及功能	52
3.1 制动控制单元	52
3.2 制动执行机构	55
3.3 制动辅助设备	57
第三章 重载列车制动需求分析	63
第一节 重载列车制动力的计算	63
1.1 制动力的基本公式	63
1.2 制动力的影响因素	64
1.3 制动力的优化方法	64
第二节 制动距离与制动时间的关系	73
2.1 制动距离的计算	73
2.2 制动时间的计算	74
2.3 制动距离与时间的关系	75
第三节 不同工况下的制动需求	77
3.1 平直线路制动需求	77
3.2 坡道制动需求	79
3.3 弯道制动需求	82
3.4 复杂工况下的制动需求	85
第四章 传统制动技术研究	88
第一节 空气制动系统	88
1.1 空气制动系统的原理	88
1.2 空气制动系统的组成	89
1.3 空气制动系统的类型	93

第二节 动力制动系统	97
2.1 动力制动系统的原理	97
2.2 动力制动系统的类型	98
2.3 动力制动系统的优缺点	101
第三节 辅助制动装置	104
3.1 手动制动装置	104
3.2 电磁制动装置	106
3.3 液压制动装置	109
第五章 制动系统安全性研究	113
第一节 重载列车制动性能仿真模拟技术	113
1.1 仿真模型的建立	113
1.2 仿真软件的选择	117
1.3 仿真结果分析	119
第二节 制动系统故障分析	124
2.1 故障类型与原因	124
2.2 故障诊断方法	127
2.3 故障预防措施	130
第三节 应急制动系统	133
3.1 应急制动系统的原理	133
3.2 应急制动系统的组成	136
3.3 应急制动系统的应用	138
第四节 制动系统维护	140
4.1 维护周期与标准	140
4.2 维护工具与设备	142
4.3 维护记录与管理	144

第六章 重载列车的智能化安全制动技术	148
第一节 智能化安全制动技术的原理	148
1.1 智能化制动的定义	148
1.2 智能化制动的优势	149
1.3 智能化制动的技术路线	152
第二节 智能化安全制动系统的构成	155
2.1 传感器与数据采集	155
2.2 控制器与算法	158
2.3 执行机构与反馈	160
第三节 智能化安全制动技术的关键算法	163
3.1 数据处理与分析	163
3.2 预测与决策	165
3.3 实时控制与优化	167
第四节 智能化安全制动技术的应用实例	169
4.1 国内外应用案例	169
4.2 成功经验总结	173
4.3 智能化安全制动技术发展方向	175
第七章 重载列车的节能式安全制动技术	178
第一节 节能式安全制动技术的原理	178
1.1 节能制动的定义	178
1.2 节能制动的优势	179
1.3 节能制动的技术路线	180
第二节 节能式安全制动系统的构成	185
2.1 能量回收系统	185
2.2 重载列车能量管理系统	186

2.3 重载列车能量存储系统	188
第三节 节能式安全制动技术的关键技术	190
3.1 制动系统的优化设计	190
3.2 能量回收与利用	192
3.3 智能控制策略	193
3.4 新型材料的应用	194
第四节 节能式安全制动技术的应用实例	195
4.1 国内外应用案例	195
4.2 成功经验总结	198
4.3 节能式安全制动技术发展方向	201
第八章 重载列车的模块化安全制动技术	204
第一节 模块化安全制动技术的原理	204
1.1 模块化制动的定义	204
1.2 模块化制动的优势	204
1.3 模块化制动的技术路线	205
第二节 模块化安全制动系统的构成	209
2.1 模块化设计原则	209
2.2 模块化组件	211
2.3 模块化集成	213
第三节 模块化安全制动技术的关键算法	216
3.1 模块化控制算法	216
3.2 模块化协同算法	217
3.3 模块化优化算法	219
第四节 模块化安全制动技术的应用实例	221
4.1 国内外应用案例	221
4.2 模块化安全制动技术发展方向	225

第一章 重载列车概述

第一节 重载列车的定义

重载列车（Heavy Haul Train）是一种专门用于运输大宗货物的铁路列车，其设计和运营旨在实现高效、经济、安全的大宗货物运输^①。重载列车不仅在运输能力上远远超过普通货运列车，还在基础设施、运营管理、技术保障等方面有其独特的特点和要求。

1.1 重载列车的概念

重载列车是指在铁路运输中，专门用于运输大量大宗货物，如煤炭、矿石、钢铁等，且具有大轴重、长编组、高运量等特点的列车^②。这些列车通常运行在专门建设的重载铁路线上，以满足大宗货物运输的特殊需求。重载列车的核心目标是通过提高运输效率和降低运营成本，实现大宗货物的快速、安全、经济运输。



重载列车图片

^① 刘向东.浅析我国铁路的重载运输[J].科技创新导报,2010,(18):237+239.

^② 高小媛.重载铁路车站分布与线路输送能力的关系研究[J].兰州交通大学学报,2014,33(03):217-222.

2019

历史机遇 · 打造交流合作基地

Historic Opportunity · Build Communication And Cooperation Bases



· 粤港澳大湾区 · 发展规划纲要

解读2019年新发布《粤港澳大湾区发展规划纲要》

★★★★

大湾区规划 · Introduction

《粤港澳大湾区发展规划纲要》明确了澳门“一个中心、一个平台、一个基地”的三个定位，即：建设世界旅游休闲中心、中国与葡语国家商贸合作服务平台，**打造以中华文化为主流、多元文化共存的交流合作基地。**

It further clarified the three orientations of "one center, one platform and one base" of Macao, namely, to build a world tourism and leisure center, a business and trade cooperation service platform between China and Portuguese-speaking countries, and to build an exchange and cooperation base with Chinese culture as the mainstream and multicultural coexistence.

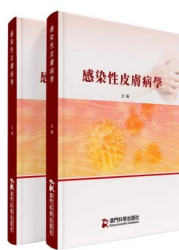


全球发行 · Publishing worldwide



由于国内自费书没有实际销售，出版社不会实际发行，属于非正式出版物，因此国内自费书绝大部分是属于非正式出版物。国际出版即便在没有销售市场的情况下也可以在海外发行上架。世界上其他地方（包括中国）的读者可以通过海外电商平台进行订购和销售。

Since there is no market for self-funded books in mainland China, mainland publishing houses will not actually issue them, so most of self-funded books in the Mainland are informal publications.



- 呼吸系统基本基础与临床 Fundamentals and clinic of respiratory diseases
- 临床肿瘤护理学 Clinical oncology nursing
- 感染性皮肤病学 Infectious dermatology
- 内分泌系统疾病 Endocrine system disease



- 实用小儿内科学 Practical pediatric internal medicine
- 消化系统疾病诊疗学 Diagnosis and treatment of digestive system diseases
- 现代中医诊断学 Modern diagnostics of traditional chinese medicine
- 皮肤修复与再生 Skin repair and regeneration

出版流程 · Publishing Process

出版流程快速简便，在填写基本信息、签订合同并支付费用后，IBPC将原始内容进行校对、排版及封面设计；在经过多次校对后，提交申请国际书号；可根据实际需求进行印刷和馆藏存档，最后上架发行。全程专人沟通指导，以极高性价比的方式出版属于自己的作品。

The publishing process is simple and convenient, after filling in the basic information, signing the contract and paying the fee, IBPC will conduct proofreading, typesetting and cover design. After multiple proofreading, submit the ISBN application. According to the actual needs, we will arrange printing and collection archiving, and finally put on the shelves and issued.

检索服务 · Retrieval Service

IBPC的检索服务可提供出版物国际注册文件及出版物所在地的图书馆检索证明，为作者提供证明文件支撑。同时，优秀图书将推荐至国际数据库中收录，提升出版物的认可度。

IBPC can provide retrieval service including the registration documents and the library search certificate. Meanwhile, excellent books will be recommended for inclusion in authoritative databases to enhance the recognition of publications.

销售协议 · Sales Agreement

作者签订销售合作协议后，IBPC可提供多种上架渠道，包括官网、京东、天猫、亚马逊、当当网等平台，可销售纸质印本与电子图书等形式，并按照合作协议进行利润分成。

After the author signs the sales agreement, IBPC can provide a variety of sales channels, such as the official website, JD & T-mall overseas Purchase, Amazon and other platforms, printed paper and electronic books are available, and the authors share the profits according to the sales agreement.



填写信息
Information Filling



签订合同
Contract Signing



支付费用
Payment



提交书稿
Submitting



内容校对
Proofreading
内容排版
Content Layout
封面设计
Cover Design

申请书号
ISBN Apply



印刷出版
Printing



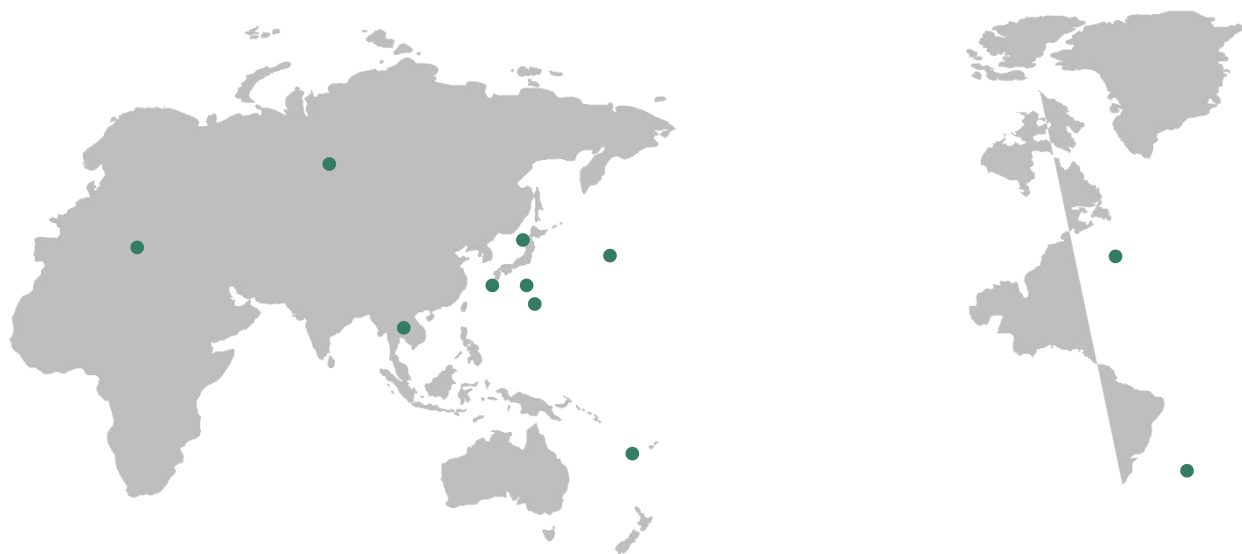
馆藏存档
Archives



上架发行
Publication

澳门科学出版社 MOSP

“以服务青少年及青年科学才俊为己任，
打造国际性的科学技术交流平台”



正规国际出版，首选澳科出版

- 学术著作/个人作品 - 优质
- 中华“强国文化”输出战略 - 翻译后国际出版
- 数字教材 - 教材出书 & 数字化媒体上线

所有优质内容，均可申请出版减免资助。

所有澳门本土内容，均可申请出版减免资助；

澳门总部

电话：0853-62961666（澳门）

邮件：book@mospbs.com

地址：中国澳门南湾大马路恒昌大厦F座11楼

网址：www.mospbs.com（英文）| moaj.mospbs.com（中文）

特别提醒：MOSP所有业务均有出版社的正规盖章合同，
若有任何疑问，可联系出版社编辑确认。