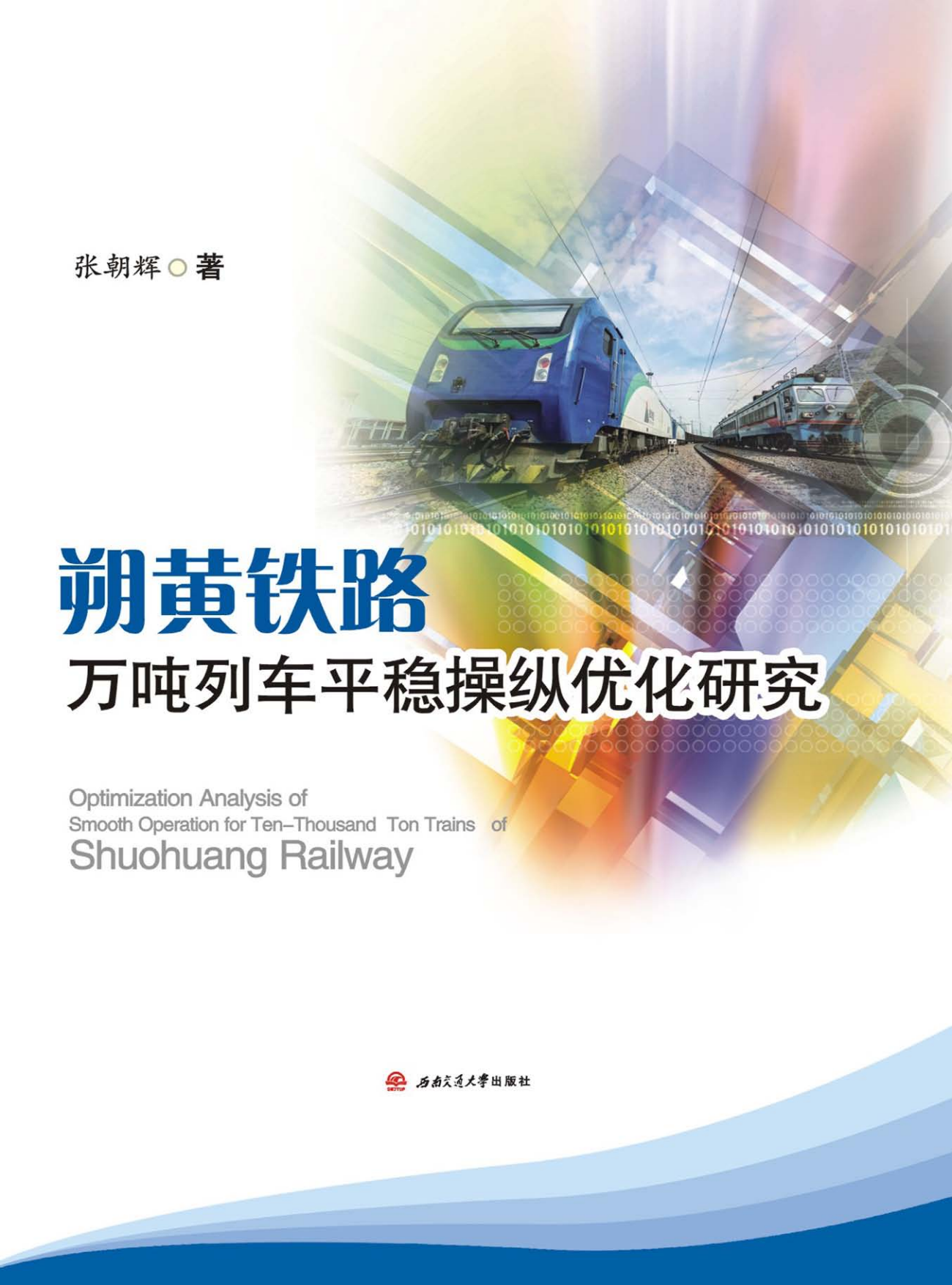


张朝辉 著



朔黄铁路

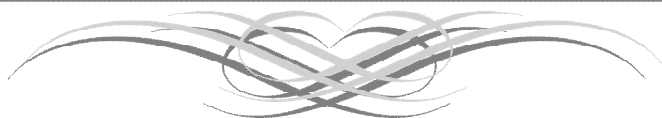
万吨列车平稳操纵优化研究

Optimization Analysis of
Smooth Operation for Ten-Thousand Ton Trains of
Shuohuang Railway

 西南交通大学出版社

朔黄铁路万吨列车平稳操纵优化研究

*Shuohuang Railway million tons of the smooth operation
of in-depth analysis of research*



张朝辉 著

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

朔黄铁路万吨列车平稳操纵优化研究 / 张朝辉著.
—成都: 西南交通大学出版社, 2017.1
ISBN 978-7-5643-5179-3

I. ①朔… II. ①张… III. ①长大货物车—机车操纵—研究 IV. ①U272.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 320773 号

朔黄铁路万吨列车平稳操纵优化研究

张朝辉 著

责任编辑 孟苏成

封面设计 何东琳设计工作室

出版发行 西南交通大学出版社
(四川省成都市二环路北一段 111 号
西南交通大学创新大厦 21 楼)
发行部电话 028-87600564 028-87600533
邮政编码 610031
网 址 <http://www.xnjdcbs.com>

印 刷	四川煤田地质制图印刷厂
成 品 尺 寸	170 mm × 230 mm
印 张	12.5
字 数	212 千
版 次	2017 年 1 月第 1 版
印 次	2017 年 1 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-5179-3
定 价	58.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前言

Preface

重载铁路技术需求较大的国家如澳大利亚、南非、美国、巴西等国都在积极进行列车动力学研究，且有较为先进的重载列车装备投入到实际运用中。近十年间，我国的重载列车技术从无到有，无论从行车装备、技术管理、操纵水平都积累了不少经验。然而，由于技术管理、人员操纵、装备故障等多种因素诱发的行车事故时有发生。

朔黄铁路是我国西煤东运的第二条大通道，按照神华集团提出的 5 年实现经济总量翻番的目标，为满足朔黄铁路运能不断扩张的需求，势必要逐步实现规模化开行万吨列车、两万吨重载列车的目标。

国内外对重载铁路运输的管理已有较多的研究成果，但针对性都比较强，只在某一方面适用于特定的线路条件，比如神朔铁路公司采用了仿真计算及现场试验的方法来对万吨列车的操纵进行研究。本课题所采用的技术手段及研究方法更加注重系统性和实用性，课题组制订的技术研发路线为：从针对朔黄铁路的万吨列车建立多质点重载列车模型仿真计算到现场的跟踪运行试验；从全面整理最新的线路基础数据、机辆装备数据到编制出朔黄线万吨列车平稳操纵示意图及提示卡；从研制车载平稳操纵实时指导、提示、记录装置到构建地面评价、考核、分析系统；从重载平稳操纵规章的建立、健全到对其进行量化考核，力争实现“系统研究、立体覆盖”。

通过一年半的深入研究，按照项目任务书制订的推进计划，课题组建立了万吨重载列车运行的多质点模型，以最新线路数据为基础，针对朔黄铁路神池南至黄骅港上行“1+1”、下行“2+0”牵引116辆C70货车工况进行了仿真运行；根据仿真运行结果，编制了神池南至黄骅港上下行的操纵示意图及提示卡并进行了线路验证试验；以朔黄铁路公司及机辆分公司既有的相关技术管理规程为基础，结合国内重载运输企业经验建立健全了万吨列车平稳操纵的技术管理体系；研制出了朔黄铁路万吨列车车载平稳操纵指导、提示、记录装置；完成了万吨列车车载平稳操纵地面分析系统，并与LKJ装置实现了数据共享，并在运管部门构建了专用的数据服务器，可方便快捷地实现对万吨重载列车平稳操纵的评价与分析。同时，为满足“神华号”牵引单元万吨列车对平稳操纵的需要，课题组还将研究成果成功地移植到了“神华号”上，得到了司乘人员的好评。

朔黄铁路万吨列车平稳操纵优化研究，旨在通过科学的方法进一步优化现有的万吨列车操纵办法，指导乘务员正确操纵万吨重载组合列车，减少列车纵向冲动；研制车载平稳操纵显示、提示、记录系统，规范乘务员按制订的操纵办法进行操纵；通过制订平稳操纵技术管理体系，有力地保障了平稳操纵办法得以顺利实施，在以安全为前提条件下，压缩非正常行车停时，提高了运输效率。整体技术不仅可确保朔黄线万吨列车开行安全运输的平稳高效，还可为2万吨列车开行提供借鉴。

作者

2016年9月

目 录

Contents

第 1 章 概 论

- 1.1 朔黄铁路概况
 - 1.1.1 机车技术
 - 1.1.2 车辆技术
 - 1.1.3 无线重联控制系统
- 1.2 朔黄铁路列车编组方式
 - 1.2.1 重车模式
 - 1.2.2 空车模式
- 1.3 国内外重载技术现状
 - 1.3.1 国外重载技术现状
 - 1.3.2 国内重载技术现状
- 1.4 背景及研究意义
- 1.5 主要研究内容
- 1.6 技术路线
- 1.7 实现的目标

第 2 章 朔黄铁路万吨列车平稳操纵优化的研究思路

- 2.1 万吨列车平稳操纵优化技术研究思路
- 2.2 朔黄铁路万吨列车平稳操纵优化技术研究理论依据
 - 2.2.1 朔黄铁路仿真计算的目的
 - 2.2.2 重载列车动力学和仿真研究方法
 - 2.2.3 列车纵向动力学模型
- 2.3 平稳性评价标准

2.4 技术要求

- 2.4.1 朔黄铁路万吨列车的仿真计算及线路验证试验
- 2.4.2 操纵提示卡、操纵示意图
- 2.4.3 朔黄铁路万吨列车平稳操纵技术管理规程
- 2.4.4 车载采集、显示、提示及记录装置
- 2.4.5 朔黄铁路万吨列车平稳操纵地面分析、
评价、考核系统

2.5 技术指标

- 2.5.1 仿真计算及线路验证万吨列车平稳操纵方案
- 2.5.2 操纵示意图、操纵提示卡
- 2.5.3 朔黄铁路万吨列车平稳操纵技术管理规程
- 2.5.4 车载采集、显示、提示及记录装置
- 2.5.5 地面分析、评价、考核系统

第3章 朔黄铁路万吨列车平稳操纵优化的技术方案

3.1 朔黄铁路万吨列车的仿真计算

- 3.1.1 仿真计算的内容及技术特点
- 3.1.2 仿真计算主要参数及性能
- 3.1.3 仿真计算研究目标及结论

3.2 朔黄铁路万吨列车的线路验证试验

- 3.2.1 线路验证试验内容及方法
- 3.2.2 列车操纵平稳性及冲动等级的确定
- 3.2.3 线路验证试验研究目标及结论

3.3 优化朔黄铁路万吨列车绘制操纵示意图及提示卡

- 3.3.1 绘制朔黄铁路万吨列车平稳操纵示意图
- 3.3.2 根据操纵规范编制操纵提示卡

3.4 整理细化朔黄铁路万吨列车平稳操纵技术管理规程

3.5 研制车载平稳操纵采集、显示、提示、记录装置

3.6 研制平稳操纵地面分析、评价考核系统

第4章 平稳操纵采集、显示、提示、记录装置

4.1 平稳操纵采集、显示、提示、记录装置总体方案

4.2 车载平稳操纵采集、显示、提示、记录装置设计

4.2.1 车载装置的组成及系统构架

4.2.2 车载装置软件框图及界面示意图

4.2.3 万吨列车车载平稳操纵关键数据采集记录及显示

4.2.4 硬件构成及各子模块原理

第5章 平稳操纵地面分析、评价、考核系统

5.1 平稳操纵地面分析、评价、考核系统总体方案

5.1.1 软件主要功能结构

5.1.2 平稳操纵分析评价处理及报表设计

5.1.3 软件开发平台的选择

5.1.4 网络构架

5.2 朔黄铁路万吨列车平稳操纵地面分析、评价、考核系统设计

5.2.1 万吨列车地面分析、评价软件的网络平台

5.2.2 万吨列车车载平稳操纵车载记录数据分析、考核、评价

第6章 车载采集、显示、提示及记录装置设计说明

6.1 系统软件结构及说明

6.2 车载采集的数据说明

6.3 采集模块接口函数说明

第7章 地面分析系统软件设计说明

7.1 地面分析软件设计说明

7.1.1 系统平台技术设计

7.1.2 数据库说明

7.1.3 评分标准

7.2 软件流程图

第8章 产品使用及维护说明

8.1 车载装置

8.1.1 车载装置简介

- 8.1.2 系统总体结构
- 8.1.3 系统总体功能
- 8.1.4 操作说明
- 8.1.5 车载装置维护
- 8.2 地面分析、评价、考核系统
 - 8.2.1 地面分析、评价、考核系统简介
 - 8.2.2 软件开发平台的选择
 - 8.2.3 网络构架
 - 8.2.4 系统说明
 - 8.2.5 地面分析系统维护

第9章 朔黄万吨列车平稳操纵优化技术成果

- 9.1 成果的性能及主要技术指标
 - 9.1.1 朔黄铁路万吨列车平稳操纵仿真计算结果
 - 9.1.2 线路试验结果
 - 9.1.3 操纵示意图、操纵提示卡
 - 9.1.4 朔黄铁路万吨列车平稳操纵技术管理规程
 - 9.1.5 车载采集、显示、提示及记录装置
 - 9.1.6 地面分析、评价、考核系统
- 9.2 成果的应用情况
 - 9.2.1 线路仿真及线路验证试验结果
 - 9.2.2 操纵示意图及提示卡
 - 9.2.3 车载装置
 - 9.2.4 地面分析系统
 - 9.2.5 重载规章及技术管理体系
- 9.3 成果的社会经济效益分析
 - 9.3.1 经济效益分析
 - 9.3.2 社会效益分析
- 9.4 技术创新及特点
- 9.5 朔黄万吨列车平稳操纵优化技术深化研究

9.5.1 存在的不足

9.5.2 需进一步解决的问题

第 10 章 朔黄万吨组合列车技术规程

10.1 万吨组合列车行车组织办法

10.1.1 站场设备（接发万吨列车的条件）

10.1.2 技术条件

10.1.3 开行区段

10.1.4 列检作业

10.1.5 机车出入库

10.1.6 接发列车

10.1.7 调车作业

10.1.8 运行组织

10.1.9 调度指挥

10.1.10 信号标志

10.1.11 非正常行车

10.2 万吨组合列车操纵办法及安全注意事项

10.2.1 上行 1+1 万吨组合列车

10.2.2 下行 2+0 单元万吨空车学习资料

10.2.3 单元万吨列车空车的操纵及注意事项

10.2.4 非正常行车

10.3 万吨组合列车乘务员呼唤应答标准用语

10.4 万吨组合列车安全预案和应急故障处理办法

10.4.1 过完分相后从车显示分相区且主断不闭合

10.4.2 过完分相或运行中工况发生转换时，
通信状态良好但从车无流

10.4.3 无线同步系统闪黄或闪红时

10.4.4 从车发生自动减压

10.4.5 列尾发生自动排风

10.4.6 同步通信闪红、闪黄时的操纵办法

10.4.7 万吨列车通信设备故障后的处理办法

10.4.8 万吨列车运行中遇网压低时的运行办法

10.4.9 车辆发生热轴

- 10.4.10 万吨列车主车无流运行办法
- 10.4.11 制动机发生不正常现象不能维持运行
- 10.4.12 万吨列车运行途中从车发生监控失电或监控故障
- 10.4.13 1+1 万吨列车停车后分解作业程序
- 10.4.14 机车同步操纵系统发生故障后的处理办法
- 10.4.15 万吨编组
- 10.4.16 万吨列车区间分解运行的作业程序
- 10.4.17 万吨列车操纵十个“严禁”(包括四条红线)
- 10.5 万吨组合列车操纵文件汇编

附录 非正常行车

参考文献

第 1 章 概 论

1.1 朔黄铁路概况

朔黄铁路为神华铁路（见图 1-1）最主要的一段，是我国西煤东运的第二条大通道。朔黄铁路西起山西神池，东至河北黄骅。线路自神朔线神池南站接轨，途中在肃宁与京九铁路接轨并建有编组站。该线晋、冀两省在太行山的猴咧分界。山西省境内长 184 km，河北省境内 404 km，全长共 588 km。朔黄线为国家 I 级干线电气化铁路。

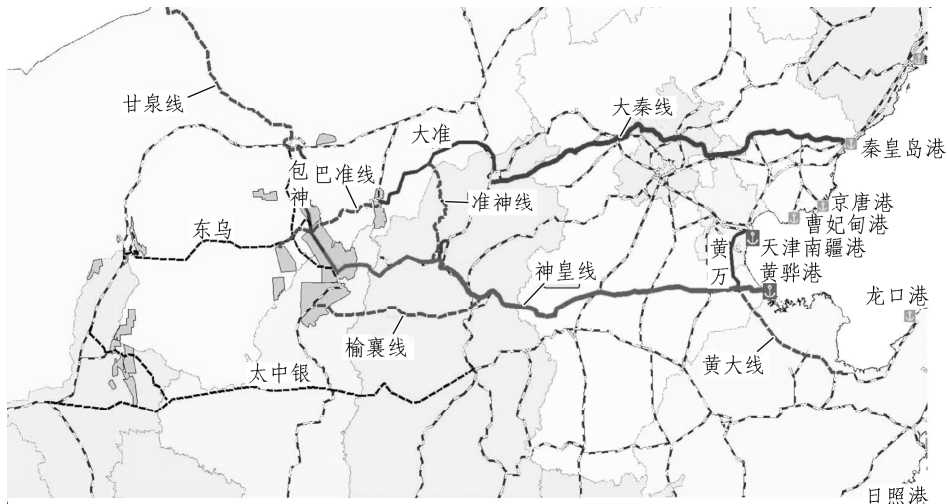


图 1-1 神华铁路网

朔黄铁路的主要特点是地形地貌复杂，海拔落差大，多为山区铁路，桥隧相连、坡陡弯急，坡道集中在神池南到肃宁北这一段，尤其是宁武西—原平南和南湾—小觉区间，基本都是 10‰~12‰的长大下坡道，如图



1-2 所示。

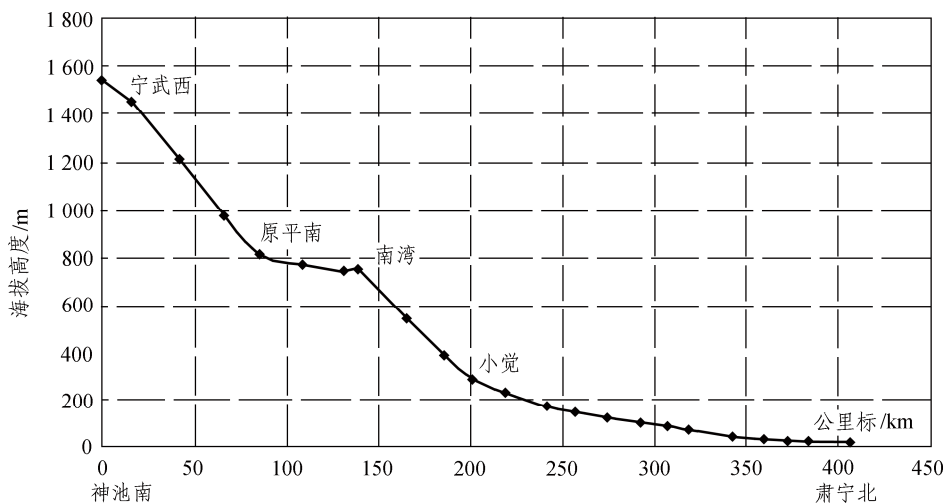


图 1-2 朔黄铁路海拔落差

1.1.1 机车技术

朔黄铁路的运营的主力机车型号为 SS_4 型（包括 SS_{4B} 和 SS_{4G} ）8 轴货运电力机车，该机型是我国第 3 代无级调速、交直传动的相控货运电力机车， SS_{4B} 、 SS_{4G} 型机车的牵引、制动特性基本一致（以下以 SS_{4B} 为例）。 SS_{4B} 电力机车外观如图 1-3 所示，基本参数如表 1-1 所示，牵引、制动特性曲线如图 1-4、图 1-5 所示。



图 1-3 SS_{4B} 型电力机车

表 1-1 SS_{4B} 型电力机车基本参数

项 目	参 数
电传动方式	交-直
轴 式	2 (B ₀ -B ₀)
轴 重/t	23
控制方式	架 控
轮周牵引功率/kW	6 400
持续速度/ (km/h)	50
持续牵引力/kN	450 (半磨耗)
最高运营速度/ (km/h)	100
牵引恒功速度范围/ (km/h)	50 ~ 80
起动牵引力/kN	628
电制动功率/kW	5 300
电制恒功速度范围/ (km/h)	50 ~ 84
最大电制动力/kN	382
最大电制速度范围/ (km/h)	10 ~ 50
电制动方式	电阻加馈制动
机车功率因数	0.9



阻力 / (N/kN) (试验公式)	$2.16 + 0.0012v + 0.000401v^2$
------------------------	--------------------------------

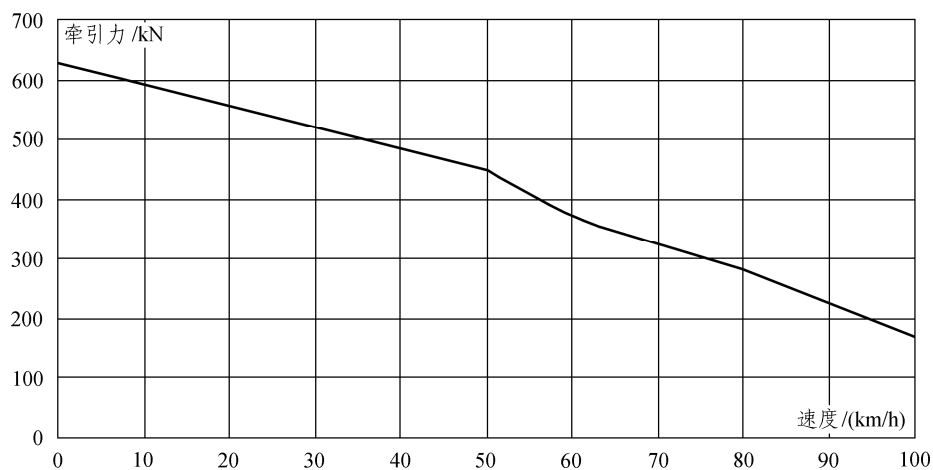


图 1-4 SS_{4B} 机车牵引力-速度特性

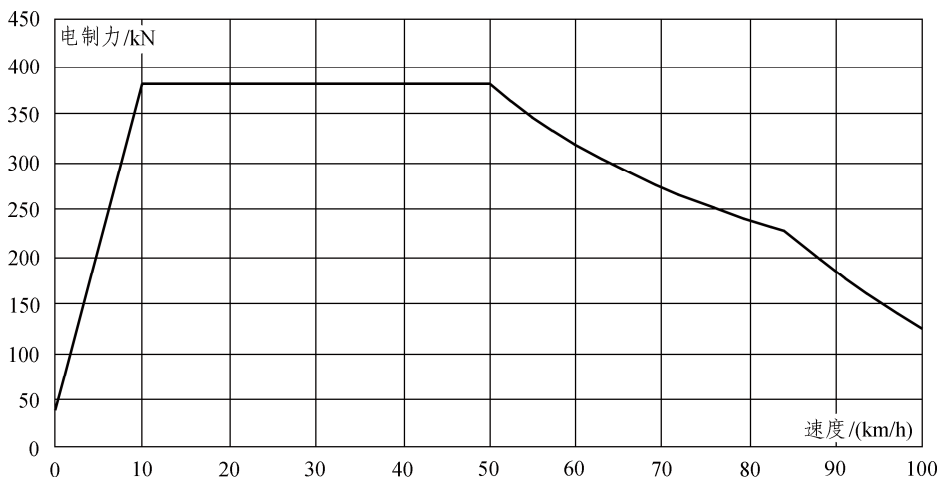


图 1-5 SS_{4B} 制动力-速度特性曲线

1.1.2 车辆技术

朔黄铁路的车辆主要为 C70A 和 C80。C70A 的外观如图 1-6 所示，车辆参数见表 1-2；C80 的外观如图 1-7 所示，车辆参数见表 1-3。



图 1-6 C70A 货车外观

表 1-2 C70A 货车参数

项 目	参 数
自重/t	23
载重/t	70
换长	1.2
车长/m	13.7
车辆定距/mm	9 210
轴承类型	滚动
轴重/t	25
制动机	120 阀
制动缸	305 mm×254 mm 整体旋压密封式制动缸
车钩缓冲装置	两端用 E 级钢 16、17 型车钩，MT2 型缓冲器



图 1-7 C80 货车外观

表 1-3 C80 货车参数

项目	参数
自重/t	19.9 t
载重/t	80
换长	1.1
车长/m	12
车辆定距/mm	8 210
轴承类型	滚动
轴重/t	25
制动机	120 阀
制动缸	203 mm×254 mm 整体旋压密封式制动缸
车钩缓冲装置	车钩缓冲装置采用 E 级钢 16 号联锁式转动车钩、E 级钢 17 号固定车钩、MT-2 型缓冲器