



“十一五”国家重点图书出版规划项目

和谐型大功率交流传动机车技术丛书

HXD₁型 电力机车

张曙光 主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 提 要

和谐型大功率交流传动机车技术丛书是我国首套全面、系统地介绍和谐型大功率交流传动机车的权威型著作,主要包括 HXD₁、HXD₂、HXD₃、HXD₁B、HXD₂B、HXD₃B 型电力机车, HXN₃、HXN₅ 型内燃机车等。

本书为 HXD₁ 型电力机车,主要从绪论、机车总体、设备布置与通风系统、牵引电传动系统、高压电器、辅助电器系统、微机网络控制系统、空气管路与制动系统、车体、转向架、列车运行控制系统车载设备、机车调试与试验、机车使用与维护等 13 个部分对 HXD₁ 型电力机车进行系统描述。

本书可作为从事机车设计、制造、运用、维修等工程技术人员技术培训和提高素质教育的推荐性技术资料,也可供科研院所研究人员、大专院校相关专业师生、有关业务部门技术管理人员,以及关心中国铁路重载运输和机车新技术发展人士学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

HXD₁ 型电力机车/张曙光主编. —北京:中国铁道出版社,2009.7

(和谐型大功率交流传动机车技术丛书)

ISBN 978-7-113-10044-5

I. H… II. 张… III. 电力机车-基本知识 IV. U264

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 074323 号

书 名: 和谐型大功率交流传动机车技术丛书
HXD₁ 型电力机车
作 者: 张曙光 主编

责任编辑: 聂清立 电话: 021-73138 电子信箱: tdpres@126.com
封面设计: 冯龙彬
责任校对: 孙 玫
责任印制: 郭向伟

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

网 址: <http://www.tdpres.com>

印 刷: 北京精彩雅恒印刷有限公司

版 次: 2009年7月第1版 2009年7月第1次印刷

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 25.5 字数: 563 千

印 数: 1~4 000 册

书 号: ISBN 978-7-113-10044-5/U·2185

定 价: 78.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话: 市电(010)51873170 路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话: 市电(010)63549504 路电(021)73187

自 2006 年以来,和谐型大功率交流传动机车诞生及批量投入运用,标志着我国铁路机车行业成功实现了由直流传动向交流传动的转化,机车技术平台达到世界先进水平,机车装备现代化和机车装备制造业现代化发展迈入了新的历史阶段。

和谐型大功率交流传动机车具有牵引性能优越、功率大、黏着利用率高、启动加速性能好、可靠性高、节能减排好等特点,代表了世界先进铁路机车技术发展方向。以和谐型系列大功率交流传动电力机车为亮点的铁路重载货物运输,显著地释放了运输能力,在既有繁忙干线实现了单机牵引 5 500 至 6 000 吨重载列车,在大同到秦皇岛煤炭运输专用线上实现了单机牵引 1 万吨、双机牵引 2 万吨重载列车,有力地促进了国民经济的发展。

在铁道部提出“快速扩充铁路运输能力,快速提升技术装备水平,加快实现铁路现代化”的发展思路和“先进、成熟、经济、适用、可靠”的方针的指引下,我国铁路机车制造业开发研制了和谐型系列大功率交流传动电力机车和内燃机车,其中包括单轴功率 1 200 千瓦的六轴、八轴货运电力机车和单轴功率 1 600 千瓦的六轴货运电力机车,以及 6 000 马力、低排放内燃机车。和谐型大功率交流传动电力机车和内燃机车在系统集成技术、交流传动技术、网络控制技术、重载车体与转向架技术、重载制动技术、人机工程技术、节能环保技术以及大功率电喷控制柴油机技术等方面达到了世界先进水平。

和谐型大功率交流传动电力机车和内燃机车牵引系统采用大功率交—直—交传动方式,牵引电机为交流异步电机,具有功率大、重量轻、结构简单、可靠性高、维护工作量小等特点;牵引变频器采用世界最为先进的大功率 IGBT 器件,具有开关频率高、控制性能优良、可靠性高的优点;采用先进的车载计算机网络控制系统,数据传输量大、牵引及制动控制性能优良、设备状态监测与系统自诊断功能完善;重载车体、转向架、车钩与缓冲器、轮轴驱动系统以及计算机控制的制动系统充分满足牵引重载列车的需要;司机室按照人机工程学理论设计,人机界面和设备设施实现简统化,功能齐全、工作环境舒适;轮轨关系、车网关系、车载通信信号等系统技术与我国铁路基础设施具有良好的匹配性;电力机车功率因数大于 0.98,谐波含量大幅降低,减少了对电网及周围环境的污染;电力机车传动效率大于 0.85,同时采用制动能量反馈电网的再生制动方式,节能效果显著;内燃机车采用

4 660 千瓦电喷控制柴油机,排放指标达到美国环保署最新执行的 EPA Tier2 标准要求,有效油耗率每千瓦小时仅为 200 克,是世界最大功率等级的经济、环保型机车柴油机。

和谐型大功率交流传动机车分别是株洲电力机车有限公司生产的 HXD₁ 型和 HXD_{1B} 型电力机车、大同电力机车有限责任公司生产的 HXD₂ 型和 HXD_{2B} 型电力机车、大连机车车辆有限公司和北京二七轨道交通装备有限责任公司生产的 HXD₃ 型电力机车、大连机车车辆有限公司生产的 HXD_{3B} 型电力机车和 HXN₃ 型内燃机车,以及戚墅堰机车有限公司生产的 HXN₅ 型内燃机车。其中, HXD₁ 型和 HXD₂ 型为轴功率 1 200 千瓦等级的八轴电力机车; HXD₃ 型为轴功率 1 200 千瓦等级的六轴电力机车; HXD_{1B} 型、 HXD_{2B} 型和 HXD_{3B} 型为轴功率 1 600 千瓦等级的六轴电力机车; HXN₃ 型和 HXN₅ 型同为 6 000 马力等级的内燃机车。

和谐型大功率交流传动机车技术丛书电力机车部分分为 HXD₁ 型电力机车、HXD₂ 型电力机车、HXD₃ 型电力机车、HXD_{1B} 型电力机车、HXD_{2B} 型电力机车、HXD_{3B} 型电力机车等分册,分别介绍了相应型号的电力机车;内燃机车部分分为 HXN₃ 型内燃机车、HXN₅ 型内燃机车分册,分别介绍了相应型号的 6000 马力内燃机车。

本丛书由铁道部副总工程师张曙光主编。株洲电力机车有限公司、大同电力机车有限责任公司、大连机车车辆有限公司、戚墅堰机车有限公司、北京二七轨道交通装备有限责任公司、资阳机车有限公司、永济电机厂、成都机车车辆有限公司、清华大学、浙江大学、大连理工大学、同济大学、北京交通大学、西南交通大学、大连交通大学、中国铁道科学研究院机车车辆研究所、株洲电力机车研究所有限公司、大连机车研究所、戚墅堰机车车辆工艺研究所有限公司、四方车辆研究所等单位有关人员参加编写。在此对他们表示衷心的感谢!

编 者

2009 年 5 月

1 绪 论	/1
1.1 HXD ₁ 型电力机车概述	/1
1.2 本书的主要内容	/3
2 机车总体	/5
2.1 概 述	/5
2.2 技术参数	/6
2.3 机车性能	/8
3 设备布置与通风系统	/10
3.1 概 述	/10
3.2 司机室设备布置	/11
3.3 机械间设备布置	/16
3.4 车顶设备布置	/18
3.5 车下设备布置	/19
3.6 通风、冷却系统	/20
4 牵引电传动系统	/27
4.1 概 述	/27
4.2 牵引电路	/27
4.3 牵引变压器	/30
4.4 牵引变流器	/39
4.5 牵引电机	/48
5 高压电器	/63

- 5.1 受电弓 /63
- 5.2 真空断路器 /68
- 5.3 高压连接器 /78
- 5.4 高压隔离开关 /81
- 5.5 高压电压互感器 /83
- 5.6 原边电流互感器 /85
- 5.7 避雷器 /86
- 5.8 高压电缆总成 /87

6 辅助电气系统 /91

- 6.1 概 述 /91
- 6.2 辅助电路 /91
- 6.3 辅助变流器 /93
- 6.4 辅助变压器 /94
- 6.5 蓄电池充电机与蓄电池 /96
- 6.6 辅助机组 /97
- 6.7 机车照明 /106
- 6.8 辅助电器 /110

7 微机网络控制系统 /113

- 7.1 概 述 /113
- 7.2 TCN 列车通信网络 /115
- 7.3 SIBAS32 控制系统 /130
- 7.4 CCU 软件结构 /147
- 7.5 机车主要控制功能 /155
- 7.6 系统安全及连锁 /189

8 空气管路与制动系统 /199

- 8.1 概 述 /199
- 8.2 风源系统 /199
- 8.3 空气管路布置 /206
- 8.4 空气制动机 /210
- 8.5 其他气动设备 /218

9 车 体 /222

- 9.1 概 述 /222
- 9.2 主要结构参数及特点 /223

- 9.3 底 架 /224
- 9.4 司 机 室 /225
- 9.5 侧构及隔墙 /226
- 9.6 顶 盖 /227
- 9.7 牵引缓冲装置 /228
- 9.8 车体附属部件 /229
- 9.9 结构强度分析及试验 /231

10 转向架 /236

- 10.1 概 述 /236
- 10.2 技术参数 /237
- 10.3 驱动装置 /238
- 10.4 轮对轴箱 /241
- 10.5 构 架 /241
- 10.6 一系悬挂装置 /243
- 10.7 二系悬挂装置 /244
- 10.8 牵引装置 /245
- 10.9 电机悬挂装置 /245
- 10.10 轮轨润滑装置 /246
- 10.11 砂箱与扫石器 /246
- 10.12 转向架空气管路 /247
- 10.13 起吊装置 /247
- 10.14 基础制动 /247

11 列车运行控制系统车载设备 /249

- 11.1 机车信号车载系统 /249
- 11.2 列车运行监控系统 /263
- 11.3 机车综合通信设备 /279
- 11.4 机车对讲电话设备 /291
- 11.5 远程控制系统 /293

12 机车调试与试验 /326

- 12.1 概 述 /326
- 12.2 机车预调试 /326
- 12.3 机车调试 /328

13 机车使用与维护 /370

- 13.1 机车操纵说明 /370
- 13.2 机车的维护与检查 /372

绪 论

重载运输代表了铁路货物运输领域的先进生产力,已成为许多国家追求的目标。从20世纪80年代开始以美国、巴西、澳大利亚、加拿大、南非等国家为代表不断发展货物重载运输技术,开启了重载运输的新时代。1992年国内开通了首条电气化重载运输专线——大秦线。随着国民经济的迅速发展,大秦线的原设计能力已远远不能满足运量增长的要求,铁道部决定通过开行2万t重载列车,大幅度提高大秦线运输能力。原有的机车车辆装备已不能满足日益增长的铁路运输的需要,为此,2004年1月,国务院批准了中国铁路《中长期铁路网规划》,明确了到2020年,铁路繁忙干线营业里程10万km,复线和电气化率达到50%,并将建成十大煤炭基地,运能达到20亿t,主要技术装备达到或接近国际先进水平。

为了解决大秦线运输的压力,进一步提高大秦运煤专线的运能,同时也为促进铁路机车装备的现代化,在“先进、成熟、经济、适用、可靠”的理念下,急需标准化、系列化、模块化、信息化的机车车辆装备,以满足日益增长的铁路运输市场要求。株洲电力机车有限公司开发研制了HXD₁型8轴大功率交流传动电力机车。

该型机车是在先进的大功率交流机车技术平台上,并充分考虑到大秦运煤专线的特殊环境,采纳了先进、成熟、可靠的技术设计开发的一款适用于中国干线铁路重载货运的新型大功率交流传动电力机车。

HXD₁型电力机车项目从2004年开始启动,2007年完成型式试验,并交付使用和实现了大批量生产。截至2008年11月,株洲电力机车有限公司已累计批量生产180台机车并全部交付机务段,总运行公里数约2452万km,现已担任大秦线的货运任务,运行状况良好。实现了大秦线开行双机2万t重载货物列车的目标,为大秦线实现3.5亿t运量乃至更高运量打下了坚实的技术基础,并进一步验证2万t重载组合列车的可行性和适应性,使国内运营线路大幅提高运力成为可能。

1.1 HXD₁型电力机车概述

HXD₁型电力机车是一种8轴双节重联重载交流传动电力机车。整车最大轮周牵引/

电制动功率 9 600 kW,最高试验速度 132 km/h,运营速度 120 km/h。HXD₁ 型电力机车外貌见图 1.1。



图 1.1 HXD₁ 型电力机车外貌

1.1.1 HXD₁ 型电力机车先进性设计

HXD₁ 型电力机车采用系统化、模块化、高可靠性设计理念,成功运用先进的交流传动技术、微机控制技术、故障诊断技术、TCN 网络技术、电空制动技术、无线重联技术等设计。

1. 先进的交流传动技术——采用国际先进的水冷 IGBT 变流器,矢量控制技术,大功率三相异步电动机。

2. 微机控制技术——采用国际领先的 SIBAS 微机控制系统,具有先进的故障诊断和记录功能。

3. TCN 网络技术——采用符合 IEC 61375 标准的 TCN 网络系统,满足多台机车重联编组要求。

4. 电空制动技术——采用国际领先的 CCBII 电空制动机。

5. 无线重联技术——采用国际领先的 LOCOTROL 远程无线分布式控制系统。

1.1.2 HXD₁ 型电力机车重载运输适应性设计

结合重载运输的特点, HXD₁ 型电力机车进行了以下适应性设计:

1. 为适应重载货运需要,机车采用双节固定重联形式,并可两台车重联控制或多台车通过无线远程控制系统同步控制,轴重加重至 25 t,以提高机车和车列牵引力。

2. 为适应重载运输牵引/电制动力的要求,提高轮周功率到 1 200 kW,机车总功率

9 600 kW。

3. 为适合重载牵引车体采用整体承载结构,并以中央贯通梁为主要传递牵引力构件。

4. 重载牵引的转向架,采用低位牵引杆,构架强度高,结构合理,基础制动采用轮盘制动。

5. 为适合重载列车制动采用先进的 CCBII 电空制动系统。

6. 为满足 20 000 t 重载列车运输要求,机车装有分布式 LOCOTROL 远程重联控制系统。

7. 为适应重载线路污染严重的环境状况,机车机械间和司机室设计成微正压环境,设备安装屏柜防护等级设计成 IP54 级,部分关键设备如司机操作指令用扳键开关触头采用 IP67 封装,有效消除煤尘对电气部件功能的影响,减少机车故障发生几率。

8. 为适应重载线路长交路运用要求,HXD₁ 型电力机车增加了床、卫生间、微波炉、冰箱等生活设施,以改善司乘人员操作环境,提高司乘舒适性。

1.2 本书的主要内容

本书共分 13 章,简单介绍了有关设计原理和基本概念、基本功能与技术特性,详细介绍了结构、参数和试验结果,列出了采用的技术标准等内容。本书的编写力求深入浅出,通俗易懂,以适应铁路工程技术人员、运营者、司乘人员、铁路院校师生和关心中国重载铁路事业的人士等不同读者的需要。

第 1 章 绪论。

重点介绍 HXD₁ 型电力机车的背景、概述以及本书的各章节主要内容等。

第 2 章 机车总体。

系统介绍了 HXD₁ 型机车的技术特点和主要性能参数。

第 3 章 设备布置与通风系统。

整车分成司机室、车顶、机械间、车下与车端四部分介绍设备设置、功能和用途。重点介绍了各部分主要部件组成和主要技术性能。通风系统分牵引电机通风支路、冷却塔通风支路、辅助变压器柜及车内通风支路、司机室空调通风支路四部分对 HXD₁ 型电力机车独立通风系统进行了介绍。

第 4 章 牵引电传动系统

对 HXD₁ 型电力机车牵引传动系统的原理、部件的主要技术参数和特点进行了介绍,主要包括主电路的工作和保护原理,牵引变压器结构、特点、技术参数,牵引变流器的结构、工作原理、主要技术参数,对变频调速异步牵引电动机的主要结构、特点、技术参数、维护等进行了较为详细的描述。

第 5 章 高压电器

介绍了机车主要高压电器设备:受电弓、真空断路器、接地开关、高压连接器、高压隔离开关、高压电压互感器、原边电流互感器、避雷器和高压电缆总成等的工作原理、主要技

术参数、结构、调整等。

第 6 章 辅助电气系统

对辅助电气系统的工作原理、特点、主要部件技术参数进行了较为详细的介绍,本章分两个主要部分:主辅逆变器一体化的辅助电源系统和辅助电路相关负载部件。

第 7 章 微机网络控制系统

重点介绍 HXD₁ 型电力机车符合 IEC61375 标准的 TCN 微机控制系统的主从结构与配置、冗余。分别对控制系统的主要控制:高压回路控制、牵引/电制动控制、机车速度控制、故障诊断保护等进行了较为详细的描述。

第 8 章 空气管路与制动系统

主要介绍 HXD₁ 型电力机车所采用的 CCBII 电空制动机和风源系统及相连管路。主要介绍了制动系统的组成及特点、原理,自动制动、单独制动、紧急制动、后备空气制动、列车管流量检测/空电联合控制、防滑控制、停放制动控制及其他辅助气动功能及系统冗余和诊断。并对空气管路、风源系统、附属气动设备的结构特点和技术参数等进行了详细的描述。

第 9 章 车体

从车体结构参数、承载结构入手,介绍了 HXD₁ 型电力机车车体的主要技术参数、车体主要结构,包括底架、司机室、侧墙及隔墙、顶盖、牵引缓冲装置、车体附属部件等。根据相关标准对 HXD₁ 型电力机车车体进行了相应的强度有限元分析和强度试验,分析结果和试验均表明该车体结构满足设计要求。

第 10 章 转向架

主要介绍 HXD₁ 型电力机车转向架的结构、性能与技术参数。结合部分部件强度分析结果,系统的介绍了转向架的基本结构、主要技术参数、驱动装置、轮对轴箱、构架、一系悬挂装置、二系悬挂装置、牵引装置、电机悬挂装置、轮轨润滑装置、砂箱与扫石器、转向架空气管路、起吊装置、基础制动。

第 11 章 列车运行控制系统车载设备

主要介绍 HXD₁ 型电力机车列车运行控制系统车载设备。主要按机车信号车载系统、列车运行监控系统、机车综合通信设备、机车对讲电话设备、远程控制系统共 5 部分介绍系统的结构组成、主要功能、技术特性和技术参数。

第 12 章 机车调试与试验

主要介绍 HXD₁ 型电力机车的预调试及调试试验,预调试主要包括低压柜试验、后墙柜试验、司机室试验及中央线槽试验,调试试验主要包括库内单节车试验、单节车高压例行试验、整车试验、其他例行试验及验收试验。

第 13 章 机车使用与维护

介绍了 HXD₁ 型电力机车的操纵方法、机车修程和主要检修项点的检修要求。

2.1 概 述

HXD₁ 型电力机车是用于铁路干线重载货运交流传动电力机车,能满足长距离区间、长大坡道上牵引重载长大编组货运列车运行的运输需要。

HXD₁ 型机车为 8 轴、双节重联、功率为 9 600 kW、轴式为 2(B₀—B₀) 的新型重载电力机车。在其标准配置中,机车整备重量为 184 t,轴重为 23 t。加上压车铁后轴重可以增加到 25 t。这能使机车发挥更高的牵引性能,每节车有 1 个司机室。机车设计在交流 25 kV/50 Hz 的电压制式下运行。

HXD₁ 型机车主要技术特点:

1. 轴牵引功率 1 200 kW,总功率 9 600 kW,为大功率电力机车。
2. 采用水冷 IGBT 元件的主变流器,其中含有 4 个四象限变流器供两个单独的中间直流电压环节,2 个牵引逆变器,每个牵引逆变器供电给同一转向架的两台并联的牵引电机。辅助逆变器集成在主变流器柜中,主变流器柜的集成度高,冗余性好,电制动采用再生制动。
3. 采用 SIBAS 32 微机控制技术和 TCN 网络通信技术,具有当代机车微机网络控制的先进性。
4. 车体采用整体承载结构,并以中梁为主要传递牵引力构件,具有高强度低重量的优点,适合重载牵引。
5. 重载牵引的转向架,采用低位牵引杆,构架强度高,结构合理,基础制动采用轮盘制动。
6. 采用标准化、模块化设计,便于维护检修。
7. 采用 CCBII 空气制动系统,适合重载列车制动。
8. 装有 LOCOTROL 远程重联控制系统,适合于多机分布式重载牵引。
9. 采用独立的机械室通风系统,使得机车的内部环境清洁,通风效果好。
10. 车上装备卫生间、床等必要的生活设施。

2.2 技术参数

2.2.1 使用环境条件

机车在下列使用环境条件下应能按机车额定功率正常工作：

海拔不超过 2 500 m

环境温度(遮荫处) $-25\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +40\text{ }^{\circ}\text{C}$ (增加防寒措施 $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +40\text{ }^{\circ}\text{C}$)

最大相对湿度 90%(该月月平均最低温度不低于 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$)

能承受风、沙、雨、雪、煤尘和偶有沙尘暴。

2.2.2 机车主要技术参数

用途	货运
电流制	单相交流 50 Hz
工作电压	
额定值	25 kV
最高值	$<31\text{ kV}$
最低值	$>17.5\text{ kV}$
轴式	$2(\text{B}_0 - \text{B}_0)$
机车整备重量	$2 \times 92^{+3}_{-1}\text{ }^{\circ}\text{t}$
加压车铁后	$2 \times 100^{+1}_{-3}\text{ }^{\circ}\text{t}$
轴荷重	$23^{+3}_{-1}\text{ }^{\circ}\text{t}$
加压车铁后	$25^{+1}_{-3}\text{ }^{\circ}\text{t}$
电传动方式	交—直—交电传动
机车轮周功率(持续制)	9 600 kW
机车持续牵引力	
23 t 轴重时	494 kN
25 t 轴重时	532 kN
机车起动牵引力	
23 t 轴重时	$\geq 700\text{ kN}$
25 t 轴重时	$\geq 760\text{ kN}$
机车持续额定速度	
23 t 轴重时	70 km/h
25 t 轴重时	65 km/h
机车最高运行速度	120 km/h
机车最高速度	132 km/h(新轮)
牵引特性恒功率速度范围	
23 t 轴重时	70~120 km/h

25 t 轴重时	65~120 km/h
功率因数	当机车功率大于 10% 额定功率时, $\lambda \geq 0.97$
机车总效率(额定工况)	≥ 0.85
机车电制动方式	再生制动
机车轮周电制动功率(持续制)	9 600 kW
最大电制动力	461 kN
机车安全通过的最小半径	$R=125 \text{ m}$ (5 km/h)
传动方式	单边斜齿传动
传动比	$106/17=6.235 \ 3$
空气制动机型式	CCBII 机车电空制动机
每节机车总风缸容积	$\geq 1 \ 000 \text{ L}$
空气压缩机能力	不小于 $2 \ 400 \text{ L/min} \times 2$
轨距	1 435 mm
车钩中心线距轨面高度(新轮)	880 mm, 允差 $\pm 10 \text{ mm}$
机车前后车钩中心距	35 222 mm
机车车体宽度	3 094 mm
机车车体宽度(扶手杆处)	3 320 mm
机车车顶距轨面高度	4 020 mm
机车转向架中心距(单节车)	9 000 mm
受电弓滑板距轨面工作高度	5 200~6 500 mm
机车转向架固定轴距	2 800 mm
车轮直径	1 250 mm(新轮), 1 150 mm(全磨耗)
砂箱总容量	$0.1 \text{ m}^3 \times 16$
齿轮箱底面距轨面高度	不小于 120 mm(新轮)
机车排障器距轨面高度	110 mm, 允差 $\pm 10 \text{ mm}$
电传动系统	水冷 IGBT 变流器 每节车 4 个四象限整流器, 两个中间直流电压环节, 2 个脉宽调制(PWM)逆变器; 每个脉宽调制(PWM)逆变器向同一个转向架下的 2 台三相异步牵引电机供电(架控) 电机为滚动轴承抱轴式悬挂
控制设备	SIBAS 32 中央控制单元 SIBAS 32 牵引控制单元 每个司机室安装彩色显示屏 中央诊断、记录器 电气空转/滑行保护 列车无线电系统

制动设备	再生制动作为首选常用制动 电空制动作为第二级常用制动,作用在轮盘制动器上 空气制动机与 MVB 总线连接
辅助供电	二台全冗余三相辅助逆变器供电,采用低噪声节能的风机控制系统

2.3 机车性能

图 2.1 给出了 23 t/25 t 轴重下,机车可用的牵引力和制动力与机车速度的特性曲线。

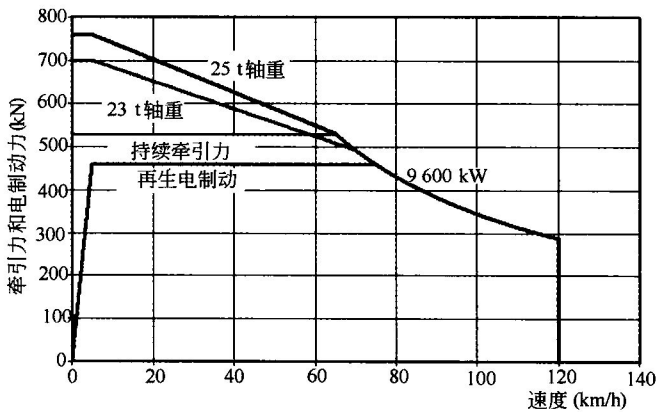


图 2.1 牵引和制动特性

在 23 t 轴重下机车牵引力和电制动力计算公式：

公 式	机车速度范围
$F=700\text{ kN}$	0~5 km/h
$F=700-(v-5)\times 206/65$	5~70 km/h
$F=9\,600\times 3.6/v$	70~120 km/h
$B=461\times v/5$	0~5 km/h
$B=461$	5~75 km/h
$B=9\,600\times 3.6/v$	75~120km/h

在 25 t 轴重下机车牵引力和电制动力计算公式：

公 式	机车速度范围
$F=760\text{ kN}$	0~5 km/h
$F=760-(v-5)\times 228/60$	5~65 km/h
$F=9\,600\times 3.6/v$	65~120 km/h
$B=461\times v/5$	0~5 km/h
$B=461$	5~75 km/h
$B=9\,600\times 3.6/v$	75~120 km/h