

韶山 9 型 电力机车

余卫斌 主编

朱龙驹 主审

SHAOSHAN JIUXING DIANLI JICHE



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

韶山₉型电力机车

余卫斌 主编

朱龙驹 主审

中 国 铁 道 出 版 社

2006年·北京

氏
因
村

。
封

及上

I

内 容 简 介

本书对韶山₉型电力机车牵引、制动特性进行计算、分析。并按机车设备布置与通风系统、电气线路、控制电源及电子装置、牵引电动机、辅助机组、主变压器和电抗器、整流装置、高压电器、低压电器及仪表、转向架、车体、空气管路系统、机车例行试验等分章,对其结构、参数、维护做了较详细的介绍。另外对机车运行操作及常见故障应急处理也做了说明。本书可作为使用韶山₉型电力机车的有关人员的参考资料,也可作为培训教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

韶山₉型电力机车/余卫斌主编. —北京:中国铁道出版社,2005.7(2006.3重印)

ISBN 7 - 113- 06544- 9

I. 韶… II. 余… III. 电力机车,韶山₉—基本知识 IV. U264

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 074153 号

书 名:韶山₉型电力机车

作 者:余卫斌 主编

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)

责任编辑:王风雨

封面设计:马 利

印 刷:北京市彩桥印刷有限责任公司

开 本:787×1092 1/16 印张:34 插页:12 字数:853 千

版 本:2005 年 7 月第 1 版 2006 年 3 月第 2 次印刷

印 数:4 001 ~ 8 000 册

书 号:ISBN 7-113-06544-9/U·1804

定 价:76.00 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,请与本社发行部调换。

编辑部电话(010)51873139 发行部电话(010)63545969

编者的话

随着国民经济的健康发展,铁路运输部门总结经验,提出“高速、重载”的发展战略。1998年,铁道部下达文件科教装(1998)06号“关于下达《SS₉型客运电力机车设计任务书》的通知”,根据文件精神,株洲电力机车厂于1999年试制了2台SS₉型机车,2001年、2002年制造了43台机车交付沈阳铁路局沈阳机务段,成功地投入寒冷的东北地区运用。2001年,根据中国南车集团公司科技计划项目(合同编号:2002NCK002)的要求,工厂在原SS₉型电力机车的基础上进行了重大设计改进,开发出一种新型的独立通风SS₉型电力机车(0044号开始),在研制过程中继续坚持了模块化、标准化、系列化的原则,吸取了原韶山型系列机车以及德国西门子引进技术DJ1型机车的成熟经验,并采用了多种先进技术。之后,独立通风SS₉型电力机车大批量生产,先后在哈大线、秦沈快速客运专线、京广线投入正式运营,已成为国内160 km/h准高速主型牵引机车,2004年SS₉型机车承担了全国铁路第五次大提速旅客列车牵引重任,安全实现了铁路干线点对点单机值乘1 000 km以上长大距离准高速客运牵引,为铁路跨越式发展进行了非常有益的技术积累。

SS₉型干线客运电力机车为韶山型电力机车的系列产品,是一种用于牵引160 km/h准高速旅客列车的6轴4 800 kW干线客运电力机车,能满足长距离区间、长大坡道上牵引大编组旅客列车运行的运输需要。SS₉型电力机车主要采用了以下先进技术:机车为适应东北寒冷地区运用特别进行了防寒设计,环境温度可达-40℃;机车为C₀-C₀轴式,转向架采用轮对空心轴六连杆驱动装置、一系和二系弹簧悬挂装置、牵引电机架承式全悬挂、新型TDYZ-4单元制动器、单边直齿刚性齿轮传动,改善了黏着利用率和动力学性能;机车采用中间走廊,机械间主变压器、牵引变流器、牵引电机等电气部件采用独立供风,减少尘埃进入车内,优化室内环境;司机室设备布置,在设计上符合造型设计和人机工程,作业范围合适,操作方便,视线角度合理,瞭望和采光良好,容易正确观察仪器、仪表及信号灯的指示,留有必要的生活空间,远离噪声,提高了操作舒适性;主变压器采用卧式结构,降低机车的重心高度,提高机车运行的稳定性;机车设有列车供电柜,能向旅客列车提供两路功率为400 kW的DC 600 V电源,可以满足客车车厢空调、采暖、照明等电器的用电需要;机车控制系统采用现代电力电子和微电子技术结合构成的逻辑控制技术取代传统的继电器布线逻辑,用微机发出的指令直接控制接触器等外部负载,避免了多级驱动,提高系统的可靠性;机车制动机系统以DK-1型电空制动机为基础,增加了常用制动接口装置、列车电空制动、列车平稳操作、空电联合制动等辅助功能,提高了列车运行时的安全性、舒适性。

本书主要是为铁路局和机务段现场司乘人员、检修人员、技术人员工作使用,书中内容以0044号开始的独立通风SS₉型电力机车为主,内容偏重于实用性,着重介绍特性、原理、结构及维护,理论分析和计算则省略,较之已往,特别增加了故障应急处理措施章节。本书也可以作为相关专业学生学习参考。

本书的编写工作由株洲电力机车厂主持,株洲电力机车厂和株洲电力机车研究所有关人员担任编著:

第一章 概 述		
第一节 简 介	余卫斌	
第二节 主要技术参数	余卫斌	
第三节 机车特性	刘健平	
第二章 设备布置与通风系统		
第一节 简 介	余卫斌	
第二节 设备布置与布线	刘健平	潘旭阳
第三节 电气屏柜	唐 微	丁伟民
第四节 通风系统	易 柯	
第三章 电气线路	刘健平	
第六节 LCU 逻辑控制单元	黄志武	吴新明
第七节 列车供电系统	徐景秋	
第四章 控制电源及电子装置		
第一节 控制电源及辅助控制电源	刘东广	
第二节 微机控制诊断系统	廖 云	郑锡芳
第三节 显示诊断装置	颜晓鹏	
第四节 列车运行监控记录装置	张言安	杨期翔
第五节 TAX2 机车安全综合监测装置	张言安	杨期翔
第六节 轴温报警装置	毛业军	
第七节 TVM430 系统	张言安	杨期翔
第五章 牵引电动机	胡桂林	
第六章 辅助机组		
第一节 劈 相 机	邓尧强	
第二节 牵引通风机组	邓尧强	
第三节 制动电阻通风机组	邓尧强	
第四节 变压器通风机组	龙谷宗	
第五节 变压器潜油泵	龙谷宗	
第六节 空气压缩机组	吴 智	
第七节 辅助压缩机组	吴 智	
第八节 空调系统	肖云华	
第七章 主变压器和电抗器	龙谷宗	谭文俊
第八章 整流装置	徐景秋	
第九章 高压电器		
第一节 受 电 弓	陈珍宝	
第二节 TDZ1A-10/25 型空气断路器	王泰杰	
第三节 BVAC N99 交流真空主断路器	许晓勤	黄正良
第四节 避 雷 器	许晓勤	
第五节 位置转换开关	林 平	
第六节 电空接触器	林 平	
第七节 制动电阻装置	鄢航东	

第八节	固定分路电阻器	张彦林
第九节	高压隔离开关	王泰杰
第十章	低压电器及仪表	
第一节	电磁接触器	张彦林
第二节	继电器	张彦林
第三节	电空阀	张彦林
第四节	司机控制器	吴志华
第五节	扳键开关	吴志华
第六节	蓄电池	刘东广
第七节	传感器	张彦林
第八节	自动开关	张彦林
第九节	刮雨器	吴志华
第十节	电表、气压表	吴志华
第十一节	轮轨润滑控制器	刘健平
第十二节	其他低压电器(灯具、热风机、饮水机等)	吴志华
第十一章	转向架	陈清明 周建斌
第十二章	车体	张金云
第十三章	空气管路系统	
第一节	概述	黄自立
第二节	系统的组成及作用原理	黄自立
第三节	系统的主要部件	吴智
第四节	DKL逻辑控制单元	吴新明
第五节	系统的试验与检查	蒋廉华
第六节	机车制动机的操作规程	蒋廉华
第七节	系统的故障处理	蒋廉华
第十四章	机车例行试验	刘健平
第三节	机车空气管路试验	黄自立
第六节	列车供电试验	徐景秋
第十五章	机车运行操作及常见故障应急处理	刘健平

本书由张莉红负责整理、汇总。在本书的编写过程中,得到各有关方面领导的关怀和有关同志的帮助,特此致以衷心谢意。

由于编写水平有限,时间仓促,殷切希望读者对书中出现的错误及不足之处给予批评指正。

编 者
2005 年 6 月

目 录

第一章 概 述	1
第一节 简 介	1
第二节 主要技术参数	2
第三节 机车特性	3
第二章 设备布置与通风系统	10
第一节 简 介	10
第二节 设备布置与布线	11
第三节 电气屏柜	23
第四节 通风系统	36
第三章 电气线路	40
第一节 简 介	40
第二节 主 电 路	41
第三节 辅助电路	49
第四节 控制电路	62
第五节 控制电路与电子电路接口	79
第六节 LCU 逻辑控制单元	81
第七节 列车供电系统	110
第四章 控制电源及电子装置	118
第一节 控制电源及辅助控制电源	118
第二节 微机控制诊断系统	125
第三节 显示诊断装置	152
第四节 列车运行监控记录装置	159
第五节 机车安全信息综合监测装置	172
第六节 轴温报警装置	182
第七节 TVM430 车载系统	184
第五章 牵引电动机	210
第一节 牵引电动机的特点和技术参数	210
第二节 牵引电动机的结构	212
第三节 ZD115 型牵引电动机的运用与维护	223
第六章 辅助机组	230
第一节 劈 相 机	230
第二节 牵引通风机组	233
第三节 制动电阻通风机组	236
第四节 变压器通风机	239

第五节	变压器潜油泵	241
第六节	空气压缩机组	242
第七节	辅助压缩机组	255
第八节	空调系统	256
第七章	主变压器和电抗器	271
第一节	TBQ12-8668/25 主变压器	271
第二节	TXP10 型平波电抗器	276
第三节	TXL8 型滤波电抗器	277
第四节	TBQ19-8668/25 主变压器	278
第五节	TXP13 型平波电抗器	283
第六节	TXL21 型滤波电抗器	285
第七节	电流互感器	287
第八节	TBY1-25 型电压互感器	288
第八章	整流装置	291
第一节	整流装置的主要功能与主要技术参数	291
第二节	整流装置的结构与组成	295
第三节	整流装置的均流与保护	298
第四节	控制电路接线与高低压隔离	299
第五节	整流装置的试验	300
第六节	整流装置的维护与检修	302
第九章	高压电器	304
第一节	受电弓	304
第二节	TDZ1A-10/25 型空气断路器	308
第三节	BVAC N99 交流真空主断路器	314
第四节	避雷器	319
第五节	二位置转换开关	321
第六节	电空接触器	325
第七节	制动电阻装置	327
第八节	固定磁场分路电阻器	332
第九节	THG2-400/25 型高压隔离开关	334
第十章	低压电器及仪表	336
第一节	电磁接触器	336
第二节	继电器	339
第三节	电空阀	344
第四节	司机控制器	345
第五节	扳键开关	351
第六节	蓄电池	353
第七节	传感器	354
第八节	三相自动开关	357
第九节	刮雨器	360

第十节	电表、气压表	363
第十一节	轮轨润滑控制器	365
第十二节	其他低压电器	369
第十一章	转向架	374
第一节	概 述	374
第二节	轮对驱动装置	377
第三节	构 架	382
第四节	一系悬挂装置	383
第五节	二系悬挂装置	386
第六节	牵引装置	387
第七节	电机悬挂装置	387
第八节	基础制动装置	388
第九节	停车制动装置	391
第十节	砂箱组成	393
第十一节	附属装置	394
第十二节	转向架空气管路	395
第十三节	轮轨润滑装置	395
第十四节	整体起吊联结装置	396
第十五节	使用及维护	396
第十二章	车 体	401
第一节	概 述	401
第二节	车体承载结构	405
第三节	车体内层和内部结构	413
第四节	车体的采光及其他	414
第十三章	空气管路系统	417
第一节	概 述	417
第二节	系统的组成及作用原理	417
第三节	系统的主要部件	442
第四节	DKL 逻辑控制装置	458
第五节	系统的试验与检查	470
第六节	机车制动机的操作规程	479
第七节	系统的故障处理	481
第十四章	机车试验、整备与操纵	495
第一节	概 述	495
第二节	机车低压试验	496
第三节	机车空气管路试验	503
第四节	绝缘介质强度试验	506
第五节	机车高压试验	509
第六节	DV 600 V 列车供电试验	510
第七节	机车其他例行试验	513

第十五章	机车运行操作及常见故障处理	516
第一节	机车运行操纵	516
第二节	机车常见故障应急处理	524

第一章 概 述

SS₉ 型干线客运电力机车为韶山型电力机车的系列产品,SS₉ 0043 号以前的机车是根据铁道部科技教育司科教装(1998)06 号“关于下达《SS₉ 型客运电力机车设计任务书》的通知”文件精神研制的,曾被列入铁道部科技研究开发计划项目(合同编号:98J12)。2001 年,根据中国南车集团公司科技计划项目(合同编号:2002NCK002)的要求,在原 SS₉ 型电力机车的基础上进行了重大设计改进,开发出一种新型的独立通风 SS₉ 型电力机车(0044 号开始),在研制过程中坚持了模块化、标准化、系列化的原则,吸取了原 SS₉、SS₉、SS_{6B} 型机车以及 DJ1 型机车的成熟经验,并采用了各种先进的技术设计而成。独立通风 SS₉ 型电力机车已进行大批量生产,先后在哈大线、秦沈快速客运专线、京广线投入正式运营,已成为国内 160 km/h 准高速主型牵引机车,并承担了全国铁路第五次大提速旅客列车牵引重任。

第一节 简 介

SS₉ 型电力机车是一种用于牵引 160 km/h 准高速旅客列车的 6 轴 4 800 kW 干线客运电力机车,能满足长距离区间、长大坡道上牵引大编组旅客列车运行的运输需要。

SS₉ 型电力机车电传动系统采用标准化的大功率晶闸管和二极管组成的不等分三段半控桥整流电路,实现了恒流准恒速控制的牵引调速特性。整流桥采取先大桥后小桥的顺控方式,其中一段占 1/2 的整流电压用于低速区,另两段占另 1/2 的整流电压用于高速区,能提高高速区的功率因数。机车采用晶闸管分路来达到无级磁场削弱,使得机车在整个调速区间内均是无级的,可提高列车高速运行时的平稳性。机车的动力制动为加馈电阻制动,在低速区具有恒定的最大制动力,实现了恒制动力准恒速控制的制动调速特性。机车主变压器采用卧式结构(43 号以前机车采用立式结构),降低了机车的重心高度,提高机车运行的稳定性。

SS₉ 型电力机车为 C₀—C₀ 轴式,C₀ 转向架保留了传统的“目”字形构架,采用轮对空心轴六连杆驱动装置、一系、二系弹簧悬挂装置、牵引电机架承式全悬挂、新型 TDYZ-4 单元制动器、单边直齿刚性齿轮传动,使得转向架具有较高的黏着利用率和较好的动力学性能。牵引电机采用 ZD115 型 6 极串励脉流牵引电动机,在加速过程中可以发挥最大功率 5 400 kW,持续运用时功率留有较大的裕量,加速性能好。车体是整体承载结构,能承受 1 960 kN 的纵向静载荷且无永久性变形。

SS₉ 型电力机车辅助电路为旋转劈相机三相交流电源系统(0044 号、0045 号机车辅助系统采用了辅助逆变器),辅机系统的保护采用了自动开关保护方式。机车设有列车供电柜,能向旅客列车提供两路功率为 400 kW 的 DC 600 V 电源,可以满足客车车厢空调、采暖、照明等电器的用电需要。该列车供电系统有两套完全独立的整流装置及控制系统,可同时工作,并可以在司机室微机显示屏上显示供电电流、电压以及故障等相关信息。

SS₉ 型电力机车的控制技术实现了标准化和模块化,控制装置采用了逻辑控制单元与微

机控制方式。可实施牵引工况的恒流准恒速特性控制,制动工况的恒制动力准恒速特性控制,防空转防滑行控制,轴重转移补偿控制,空电联合制动控制等功能,并具有故障记录和故障诊断功能。同时用现代电力电子和微电子技术结合构成的逻辑控制技术取代传统的继电器布线逻辑,用微机发出的指令直接控制接触器等外部负载,避免了多级驱动。提高系统的可靠性,简化了控制系统的设计,提高了控制系统设计制造的灵活性。

SS₉型电力机车的制动机系统是以DK-1型电空制动机为基础,保持原有的断钩保护、电空联锁、紧急制动时有选择的跳主断、检查列车管折角塞门开通状态等辅助性能,增加了常用制动接口装置、列车电空制动、列车平稳操作、空电联合制动等辅助功能。这些功能的实现,提高了列车运行时的安全性、舒适性,可保证长大坡道上重载列车的安全下岭,同时缩短了列车制动距离,延长了机车基础制动装置的使用寿命。

第二节 主要技术参数

一、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	1 500 m
周围空气温度(遮荫处)	- 25 ~ 40℃(增加防寒措施 - 40 ~ 40℃)
最大相对湿度(最湿月月平均)	90%(该月平均最低温度为 + 25℃)
能承受一般风、沙、雨、雪的侵袭	

二、机车主要技术参数

用途	铁路干线,客车牵引
电流制	单相交流 50 Hz
工作电压	
额定值	25 kV
最高值	29 kV
最低值	19 kV
轴式	C ₀ -C ₀
机车整备重量	126 t,允许相对差 - 1% ~ + 3%
轴荷重	21 t
电传动方式	交-直电传动
机车持续制功率	4 800 kW
最大功率	5 400 kW
机车持续牵引力	169 kN
机车起动牵引力	286 kN
机车持续额定速度	99 km/h
机车最高运行速度	160 km/h(半磨耗轮)
机车最高速度	170 km/h(半磨耗轮)
牵引特性恒功率速度范围	99 ~ 160 km/h(半磨耗轮)
功率因数(额定工况)	不小于 0.81

机车总效率(额定工况)	不小于 0.82(不包括列车供电部分)
机车电制动方式	加馈电阻制动
轮周电制动功率	不小于 4 000 kW(81 ~ 160 km/h)
最大电制动力	180 kN(15 ~ 81 km/h)(半磨耗轮)
加馈制动的控制	准恒速特性控制
牵引特性控制方式	恒流准恒速控制
机车安全通过的最小半径	$R = 125 \text{ m}$ (5 km/h)
牵引电动机磁场削弱控制方式	相控无级
最深磁场削弱系数	0.49
传动方式	单边直齿传动
传动比	$77/31 = 2.484$
空气制动机型式	DK-1 型机车电空制动机
主风缸容量	不小于 1 200 L
空气压缩机能力	不小于 $2.4 \text{ m}^3/\text{min} \times 2$
轨距	1 435 mm
车钩中心线距轨面高度	880 mm, 允差 $\pm 10 \text{ mm}$
机车前后车钩中心距	22 216 mm
机车车体底架长度	21 300 mm
机车车体宽度	3 105 mm
机车车体最高点距轨面高度	4 754 mm
机车全轴距	15 870 mm
受电弓工作高度距轨面高度	5 100 ~ 6 500 mm
机车转向架固定轴距	$2\,150 + 2\,150 \text{ mm}$
车轮直径	1 250 mm(新轮)、1 150 mm(全磨耗)
砂箱总容量	$0.1 \text{ m}^3 \times 8$
传动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 $\pm 10 \text{ mm}$

第三节 机车特性

电力机车是一个能量变换器,它将接触网上的高压电能经过多次转换变换为牵引列车的机械能,最终以机车的牵引力和机车的速度表现出来,由于每一环节的能量转换总是伴随着损耗或者性能的变化,所以均会对机车的牵引特性产生影响,其中以牵引电动机的特性和机车控制方式的影响较大。

机车牵引特性是指机车轮周牵引力 F 与机车速度之间的关系 [$F = f(v)$]。它是列车运行时牵引计算的依据。计算牵引特性的同时,必须计算机车的速度特性和机车的牵引力特性。

一、机车速度特性 [$v = f(I_d)$]

机车的速度特性是指机车运行速度 v 与牵引电动机电枢电流 I_d 之间的关系 [$v = f(I_d)$]。机车速度与牵引电机转速间有如下关系

$$v = \frac{60\pi D}{1\,000\mu_c} \cdot n_d$$

式中 v ——机车速度(km/h);

μ_c ——齿轮传动比;

D ——车轮直径,一般以半磨耗轮计算(m);

n_d ——牵引电动机转速(r/min);

$$n_d = \frac{U_d - I_d R_d}{C_e \Phi}$$

其中 U_d ——牵引电动机端电压(V);

I_d ——牵引电动机电枢电流(A);

R_d ——牵引电动机回路电阻(Ω);

C_e ——电机常数;

Φ ——主极磁通量(Wb)。

其中电机常数 C_e 由下式决定

$$C_e = \frac{pN}{60a}$$

式中 p ——主极对数;

N ——电枢绕组有效导体数;

a ——电枢绕组并联支路数。

从而推出

$$v = \frac{60\pi D (U_d - I_d R_d)}{1\,000\mu_c C_e \Phi}$$

SS₉ 型电力机车采用恒流准恒速特性控制:即低速时的恒流控制和设定速度点的准恒速控制,机车运行电流和速度随司控器调速手柄的级位调节而变化。司控器调速手柄分 18 级,但级位是连续的,标定的两级位间的位置也可以使用。

SS₉ 型电力机车特性控制函数如下:

$$I_m = \begin{cases} 110n \\ 880n - 88v \\ 1\,305 \end{cases} \quad (A) \text{取最小值}$$

式中 I_m ——牵引电机给定电流, A;

v ——机车速度, km/h;

n ——级位。

机车牵引特性控制函数表如表 1—1 所示。

根据机车牵引控制特性及牵引电动机特性,可得出机车速度特性曲线如图 1—1 所示。图中 $OABCDEFG$ 是限制曲线,由于 SS₉ 型电力机车采用了晶闸管整流及磁场削弱,牵引电机的端电压和励磁电流均可平滑调节,因此机车可以运行在限制曲线内的任何一点。

机车限制曲线由以下限制条件形成:

1. 最大起动电流限制。SS₉ 型电力机车在 0 至 5 km/h 内起动电流被限制在 1 305 A,如图 1—1 中 OA 所示。

2. 黏着及最大功率限制。机车从 5 km/h 开始,电流随机车速度的增加而线性下降,到 B

点时,机车功率达到最大值 5 400 kW,其限制曲线如图 1—1 中 AB 所示。

表 1—1 牵引特性控制函数表

n 级	1		2		3		4		5		6	
$I_m(A)$	0	110	0	220	0	330	0	440	0	550	0	660
$v(km/h)$	10	8.75	20	17.5	30	26.25	40	35	50	43.75	60	52.5
n 级	7		8		9		10		11		12	
$I_m(A)$	0	770	0	880	0	990	0	1 100	0	1 210	0	1 305
$v(km/h)$	70	61.25	80	70	90	78.75	100	87.5	110	96.25	120	105.2
n 级	13		14		15		16		17		18	
$I_m(A)$	0	1 305	0	1 305	0	1 305	0	1 305	0	1 305	0	1 305
$v(km/h)$	130	115.2	140	125.2	150	135.2	160	145.2	170	155.2	180	165.2

3.牵引电动机额定电压的限制。这是为保证额定电压下安全换向的限制,如图 1—1 中曲线 BC 所示,该曲线为电动机端电压为 990 V 时的自然速度特性。

4.牵引电动机持续制功率的限制。机车运行到 C 点达到牵引电动机的额定电压 990 V,额定电流 870 A,机车如需增加速度,则电压将自动线性超压至 1 100 V,相应的电流由 870 A 降至 783 A,以维持机车功率不变,其限制曲线如图 1—1 中 CD 所示。这时机车若需继续增加速度,则保持电压 1 100 V 不变,采用无级磁场削弱的办法,即将磁场分路系数由 0.87 减小至 0.49 来达到,相应限制曲线如图 1—1 中 DE 所示。

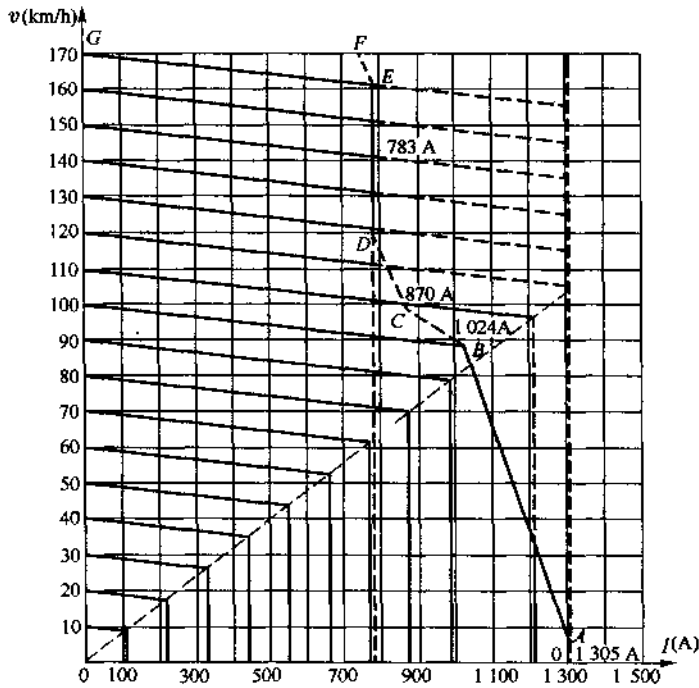


图 1—1 机车速度特性曲线 $v = f(I_d)$

5. 最深磁场削弱限制。SS₉ 型电力机车控制最深磁场削弱系数为 0.49。其限制曲线如图 1—1 中 EF 所示。

6. 机车最高速度限制。机车最高速度为 170 km/h, 其限制曲线如图 1—1 中 FG 所示。

二、机车牵引力特性 [$F = f(I_d)$]

机车牵引力特性是指机车轮周牵引力 F 与牵引电机电枢电流 I_d 之间的关系 [$F = f(I_d)$]。机车牵引力可以根据牵引电机的输出轴上的转矩进行计算, 其关系可由下式求出

$$F_k = \frac{2N}{D} \mu_c \eta_c M_{zd}$$

式中 N ——牵引电机台数; SS₉ 型电力机车为 6;

η_c ——传动效率;

M_{zd} ——牵引电机轴上转矩 (kN·m)。

其中 M_{zd} 等于电动机由电磁关系产生的电磁转矩 M_e 减去用于克服电机铁耗和机械损耗形成的转矩 ΔM , 即

$$M_{zd} = M_e - \Delta M = C_m \Phi I_a \times 10^{-3} - \Delta M$$

式中 C_m 为电机常数。其值为

$$C_m = \frac{pN}{2\pi a}$$

根据牵引电机特性和机车型式试验的数据所得的机车牵引力特性曲线如图 1—2 所示。

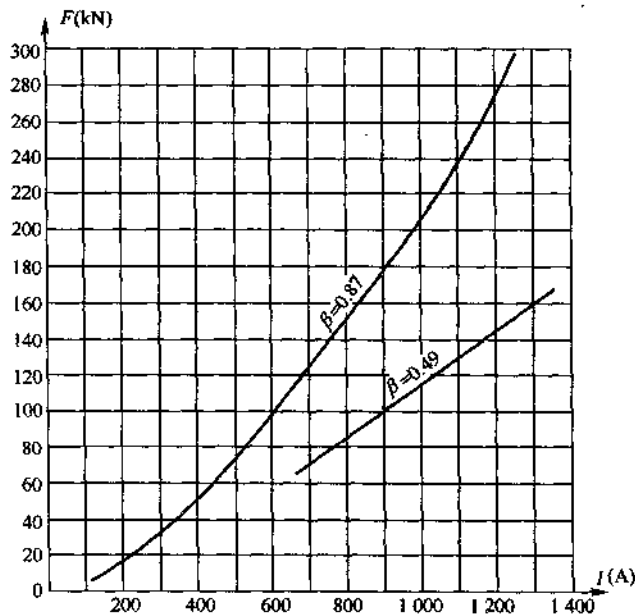


图 1—2 机车牵引力特性曲线 $F = f(I_d)$

三、机车牵引特性 [$F = f(v)$]

机车牵引特性是指机车轮周牵引力 F 与机车速度 v 之间的关系 [$F = f(v)$]。机车牵引特

性可由前述的机车速度特性 $v = f(I_d)$ 和机车牵引力特性 $F = f(I_d)$ 求得。

牵引电机轴上转矩 M_{zd} 可以根据电参数表示的转轴功率与机械参数表示的转轴功率相等原则得出,即

得出

$$U_d I_d \eta_d \times 10^{-3} = \omega M_{zd}$$

$$M_{zd} = \frac{60}{2\pi n_d} U_d I_d \eta_d \times 10^{-3}$$

因此

$$F_k = 3.6 N U_d I_d \mu_c \eta_c \eta_d / v \times 10^{-3}$$

机车牵引特性曲线一般由机车型式试验测出,如图 1—3 所示。

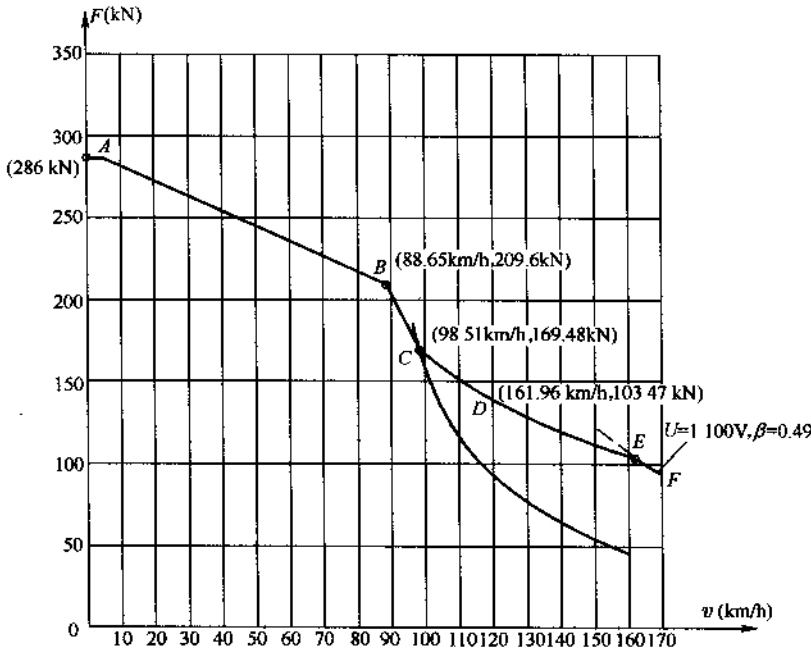


图 1—3 机车牵引特性曲线 $F = f(v)$

曲线中外包络限制曲线可由表 1—2 中所列近似公式计算:

表 1—2 机车牵引特性曲线近似公式

公 式	速 度 范 围
$F = 286 \text{ kN}$	$0 \sim 5 \text{ km/h}$
$F = 290.5666 - 0.9133v \text{ (kN)}$	$5 \sim 88.65 \text{ km/h}$
$F = 570.3138 - 4.069v \text{ (kN)}$	$88.65 \sim 98.51 \text{ km/h}$
$F = 16519.68/v \text{ (kN)}$	$98.51 \sim 161.96 \text{ km/h}$

四、机车电阻制动特性 $[B = f(v)]$

机车电阻制动特性是指机车进行电阻制动时,机车轮周制动力 B 与机车速度 v 之间的关系 $[B = f(v)]$ 。SS₉ 型电力机车采用特性控制,制动电流按下式控制: