



韶山7D型 电力机车

SHAOSHAN 7D XING DIANLI JICHE

杨永林 主编

中国铁道出版社

U264
35

韶山_{7D}型电力机车

主编 杨永林
主审 张乃生 谢步明

中国铁道出版社

2004年·北京

内 容 简 介

本书对韶山_{7D}型电力机车牵引、制动特性进行计算、分析。并按机车设备布置及仪表、独立通风系统、牵引电动机、辅助机组、变压器、微机、机车控制电源、变流装置、主要电器、转向架、车体、机车管路系统、机车监控装置等分章,对其结构、参数、维护做了较详细的介绍。另外对机车线路、布线、试验、机车整备、操纵及常见故障与处理也做了说明。本书可作为使用韶山_{7D}型电力机车的有关人员的参考资料,也可作为培训教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

韶山_{7D}型电力机车/杨永林主编. —北京:中国铁道出版社,2004.6
ISBN 7-113-05881-7

I. 韶… II. 杨… III. 电力机车,韶山_{7D}—基本知识 IV. U264

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 047055 号

书 名:韶山_{7D}型电力机车

作 者:杨永林 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)

策划编辑:王风雨

责任编辑:王风雨 编辑部电话:路电(021)73139 市电(010)51873139

封面设计:冯龙彬

印 刷:北京市彩桥印刷厂

开 本:787×1092 1/16 印张:26 插页:7 字数:653 千

版 本:2004年6月第1版 2004年6月第1次印刷

印 数:1~3 000 册

书 号:ISBN 7-113-05881-7/U·1658

定 价:66.00 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。

联系电话:路电(021)73169 市电(010)63545969

前言

中国北车集团大同电力机车有限责任公司(原大同机车厂)生产的交直传动相控整流4 800 kW、他复励控制、无级调速韶山₇系列电力机车由: $B_0-B_0-B_0$ 轴式、100 km/h、再生电制动的客、货运韶山₇型电力机车;25 t轴重、 $B_0-B_0-B_0$ 轴式、100 km/h、再生电制动的货运韶山_{7B}型电力机车; $B_0-B_0-B_0$ 轴式、120 km/h再生电制动的客、货运韶山_{7C}型电力机车; $B_0-B_0-B_0$ 轴式、170 km/h加馈电阻制动的客运韶山_{7D}型电力机车; C_0-C_0 轴式、170 km/h加馈电阻制动的客运韶山_{7E}型电力机车;及近期制造的 C_0-C_0 轴式、170 km/h加馈电阻制动的客运模块化韶山_{7E}型电力机车组成。

韶山_{7D}型电力机车是由大同机车厂、株洲电力机车研究所、成都机车车辆厂于1999年共同研制开发的电力机车。在郑州铁路局、兰州铁路局运用,并多次成功地完成了由铁道部下达的提速任务。

本书内容偏重介绍机车各部件的结构、参数及维护保养,限于篇幅,有关理论分析内容未做较多介绍。主要作为使用韶山_{7D}型电力机车的司乘、检修、技术、管理人员,以及设计院选用车型的参考资料,也可作为大中专院校学生学习参考书。

本书编写工作由中国北车集团大同电力机车有限责任公司主持,株洲电力机车研究所有关工程技术人员担任部分章节撰写工作。

第一章	概述	杨永林	李拯国
第二章	设备布置与通风系统	李澍芬	张运伟
第三章	电气线路	高 健	张晓东
第四章	微机与电源柜	廖 云	李健鸣
第五章	牵引电动机	朱良达	王志正
第六章	变压器、电抗器及互感器	李榆仓	
第七章	辅助机组	李永胜	朱良达
第八章	变流装置	徐景秋	刘长青
第九章	电器	陈立峰	
第十章	转向架	李庆龙	孟 宏
第十一章	车体与车钩	郭 祥	王 挺
第十二章	空气管路系统	李武勇	张志宏
第十三章	行车安全设备及车号识别装置	李连孝	

第十四章 机车试验、整备与操纵

武桂琴 杨东平

本书由朱良达、张运伟进行了全书审对工作,参加审校工作的还有:高筑安、刘辉。

为本书提供资料的有:黄景贤、戴中柱、管风,机车照片由李长海提供。在本书编辑过程中得到了有关领导及郭胜清、赵明元、王彦的大力支持并得到了刘日、张引娣、郭慧君等热忱协助,特此致以衷心感谢。

由于编写水平有限,书中难免出现错误及表达不清之处,请读者给予批评指正,在此表示歉意。

编 者

2004年4月

目 录

第一章 概 述	1
第一节 简 介	1
第二节 韶山 _{7D} 型机车特性控制	2
第三节 机车特性	4
第四节 韶山 _{7D} 型电力机车牵引计算	14
第二章 设备布置与通风系统	16
第一节 概 述	16
第二节 司机室设备布置	19
第三节 辅助室设备布置	33
第四节 高压室设备布置	38
第五节 变压器室设备布置	43
第六节 车顶设备布置	45
第七节 辅助设备布置	45
第八节 机车布线	46
第九节 机车通风系统	51
第三章 电气线路	54
第一节 概 述	54
第二节 主电路	54
第三节 辅助电路	59
第四节 控制电路	62
第四章 微机与电源柜	70
第一节 微机柜	70
第二节 电源柜	92
第五章 牵引电动机	98
第一节 牵引电动机的特点和技术参数	98

第二节	电机结构·····	101
第三节	ZD120A 型牵引电动机运用与维护·····	109
第六章	变压器、电抗器及互感器·····	114
第一节	概 述·····	114
第二节	主变压器·····	114
第三节	平波电抗器·····	120
第四节	供电电抗器·····	123
第五节	高压电流互感器·····	124
第六节	高压电压互感器·····	125
第七节	其他互感器·····	128
第七章	辅助机组·····	130
第一节	概 述·····	130
第二节	劈相机·····	130
第三节	牵引通风机组·····	135
第四节	变压器通风机组·····	139
第五节	变流装置通风机组·····	142
第六节	制动电阻柜通风机组·····	145
第七节	压缩机组·····	148
第八节	辅助电动机使用维护、常见故障与处理·····	150
第八章	变流装置·····	153
第九章	电 器·····	164
第一节	概 述·····	164
第二节	受电弓·····	164
第三节	真空断路器·····	167
第四节	避雷器·····	169
第五节	高压隔离开关·····	170
第六节	鼓形控制器(两位置转换开关)·····	171
第七节	电空接触器·····	174
第八节	真空接触器·····	177
第九节	制动电阻装置·····	179

第十节	固定磁场分路电阻	184
第十一节	隔离开关	185
第十二节	司机控制器	187
第十三节	电磁接触器	191
第十四节	继电器	192
第十五节	扳钮开关	199
第十六节	三相自动开关(断路器)	200
第十七节	轮轨润滑控制器	204
第十八节	传感器	209
第十九节	蓄电池	214
第二十节	照明灯具	215
第二十一节	空调系统	216
第十章	转向架	224
第一节	概 述	224
第二节	构 架	227
第三节	轮对电机组装	229
第四节	弹簧悬挂装置	235
第五节	牵引装置	242
第六节	电机悬挂装置	243
第七节	基础制动装置	244
第八节	附 件	247
第九节	转向架日常运用与维护	247
第十一章	车体与车钩	250
第一节	概述	250
第二节	车体钢结构	252
第三节	车内装饰	259
第四节	车内骨架	260
第五节	车体通风及其他	260
第六节	车钩及缓冲装置	261
第十二章	空气管路系统	264
第一节	概 述	264

第二节	风源系统.....	265
第三节	控制系统管路.....	282
第四节	辅助系统管路.....	291
第五节	制动机系统.....	293
第六节	DK-1 型电空制动机的操作规程及一般故障处理	310
第十三章	行车安全设备及车号识别装置	319
第一节	基本组成及功能简介.....	319
第二节	装置的调试.....	334
第三节	装置的操作.....	338
第四节	故障与处理.....	348
第五节	TMIS 车号识别装置	359
第十四章	机车试验、整备与操纵	362
第一节	概述.....	362
第二节	例行试验.....	363
第三节	整备与操纵.....	386
第四节	常见故障处理.....	396
附图		
附图 1	SS _{7D} 型电力机车主电路	图册
附图 2	SS _{7D} 型电力机车辅助电路	图册
附图 3	SS _{7D} 型电力机车控制电路(一)	图册
附图 4	SS _{7D} 型电力机车控制电路(二)	图册
附图 5	SS _{7D} 型电力机车控制电路(三)	图册
附图 6	SS _{7D} 型电力机车控制电路(四)	图册
附图 7	SS _{7D} 型电力机车控制电路(五)	图册
附图 8	SS _{7D} 型电力机车控制电路(六)	图册
附图 9	SS _{7D} 型电力机车控制电路(七)	图册
附图 10	SS _{7D} 型电力机车主辅电路明细	图册
附图 11	SS _{7D} 型电力机车控制电路明细	图册
附图 12	SS _{7D} 型电力机车空气管路系统原理图(管路)	图册
附图 13	SS _{7D} 型电力机车空气管路系统原理图(电路)	图册
附图 14	SS _{7D} 型电力机车空气管路系统原理图(明细)	图册

第一章 概 述

第一节 简 介

韶山_{7D}型电力机车是为满足我国铁路客运提速需要,依据铁道部科教装〔1999〕37号“关于下达《韶山_{7D}型电力机车设计任务书》的通知”及铁道部科技研究项目要求,由大同机车厂、株洲电力机车研究所、成都机车车辆厂共同开发的持续功率4 800 kW、最高速度170 km/h的客运电力机车。

韶山_{7D}型电力机车在认真借鉴国外B₀—B₀—B₀轴式,最高速度160 km/h的机车先进技术及国内机车成熟经验的基础上,并严格遵循简统化、标准化、系列化原则,在机车设计中力求使新研制的电力机车具有先进性及运用的安全性和可靠性。

韶山_{7D}型电力机车于1999年12月竣工,2000年2月在北京环行铁道试验基地,完成了机车动力学和机车牵引、制动特性试验。4月在郑州—广水间又进行了机车动力学、单机制动等机车安全评估试验。试验后到12月,在郑州铁路局西安机务段完成了20万km的运行考核试验。在考核试验期间成功地参加了铁道部组织的多次提速试验。2001年3月完成了机车各项型式试验和部件拆检检验。4月通过了铁道部科技成果鉴定。

韶山_{7D}型客运电力机车主要特点:

- 1. 主电路采用三段不等分桥相控整流复励电路、无级调速和无级磁场削弱。
- 2. 果用恒流启动及准恒速运行的特性控制方式。
- 3. 采用微机控制及LCU逻辑控制单元。
- 4. 采用电机架承式全悬挂、轮对空心轴六连杆传动。
- 5. 采用独立通风系统。
- 6. 采用3B₀转向架,单侧制动。
- 7. 设有向列车取暖及空调供电的电源。
- 8. 采用双管制供风。
- 9. 为满足轴重21 t的要求,总体、车体、转向架、变压器等各主要部件均做了轻量化设计。
- 10. 机车头型进行了全新设计,司机室内结构按规范化设计,充分应用了人机工程学原理。全新的室内装修并配以先进的操作控制设备,提高了整体的美观性及舒适性。

韶山_{7D}型电力机车主要技术参数

电流制	交流单相工频
电传动方式	交—直流传动
工作电压 额定值	25 kV
最高值	29 kV
最低值	19 kV

机车功率(持续制)	4 800 kW
机车额定牵引力(持续制、轮辋半磨耗)	171 kN
机车启动牵引力	245 kN
机车额定速度(持续制,半磨耗)	96 km/h
最高速度	170 km/h
恒功率速度范围(牵引工况)	96~160 km/h
机车电制动	
制动方式	加馈电阻制动
轮周电制动持续功率	4 000 kW
电制动力(速度为 10~96 km/h)	150 kN
恒功率速度范围(制动工况)	96~160 km/h
制动机	DK-1 型电空制动机

机车主要结构参数

轴式	$B_0-B_0-B_0$
机车前、后车钩中心距离	22 016 mm
机车车体长度	20 800 mm
机车车体宽度	3 105 mm
机车在落弓状态滑板顶面距轨面高度(新轮)	$(4\,700\pm30)$ mm
车钩中心线距轨面高度	(880 ± 10) mm
受电弓滑板距轨面工作高度	5 200~6 500 mm
传动齿轮箱底面距轨面高度	≥ 120 mm
机车前、后端转向架中心距	14 200 mm
机车整备重量	$126\text{ t}(1^{+3\%}_{-1\%})$
轴重	21 t
机车传动方式	轮对空心轴六连杆传动
传动比	$75/32=2.343\,75$
动轮直径(新轮)	1 250 mm
(半磨轮)	1 200 mm

第二节 韶山_{7D}型机车特性控制

韶山_{7D}型电力机车采用微机控制,使机车在各种限制范围内充分发挥机车的功率。由于电力机车功率受牵引电动机功率限制。当电力机车结构确定后(如齿轮传动比等)机车的额定功率、额定牵引力、额定速度等取决于牵引电动机的额定功率、额定牵引力、额定速度等特性。韶山_{7D}型电力机车采用特性控制,是根据牵引电动机在各种条件下的自然特性,用微机按照机车特性调节牵引电动机相应的特性点,实现特性控制。

在分析机车特性之前首先介绍一下机车特性控制。

韶山_{7D}型电力机车为了减化磁场削弱电路,采用他复励牵引电动机,磁场削弱时,仅削弱他励磁场,进行他励控制。

机车采用不等分三段桥相控和他励控制,实现机车无级调速和无级磁场削弱。为了使用方便、直观,人为地将司机控制器刻度盘上刻出 18 级,而实际上每级之间仍是无级的过渡。司机控制器上每级位都对应着一定的机车准恒速度。如控制器 4 级位对应机车 40 km/h 左右的准恒速度(相差 10 km/h)运行。

机车启动时,只要司机根据列车牵引吨位及线路限速状况,将手柄推到一定级位,机车将按特性控制线恒流启动、准恒速运行。

如机车在高吨位牵引时,将控制手柄推到最高位 18 级,机车电流将由零开始自动地均匀提升电机电流到 1 320 A,再沿着预定的粘着限制线运行,直至机车 $V=96$ km/h 额定速度,即第一恒功点。此时牵引电动机达到额定工况 $U_n=910$ V、 $I_n=940$ A。随着机车速度增高,机车再沿特性线均匀升高电动机电压,电流均匀下降,当 $I_a=830$ A 时电机电压达 1 030 V,即第二恒功点,速度达 $v=112$ km/h。之后机车将进入他励磁场削弱区,直到 160 km/h 恒功区结束(机车恒功范围 96~160 km/h,恒功速度比 1.67)。机车再以牵引电动机自然特性(他励电流保持在 48 A,磁场削弱系数 $\beta_{\min}=0.42$)运行到机车最高速度 170 km/h。

由于韶山_{7D}型电力机车采用他复励电动机,在计算中一定要考虑串励、他励磁场的变化和串励绕组在电路中并联了固定磁场分路电阻(分路系数 0.87),及他励电流以 $0.223\ 4\ I_a$ 特性变化和预励磁等因素。他励电流 I_t 与电枢电流 I_a 关系如图 1—1。

电枢电流与他励电流关系:

$$\begin{aligned} I_s &= 0.87 I_a \\ I_a \leq 143\text{ A 时 } I_t &= 32\text{ A} \\ I_a > 143\text{ A 时 } I_t &= 0.223\ 4\ I_a \end{aligned}$$

式中 I_s ——串励电流 A;
 I_a ——电枢电流 A;
 I_t ——他励电流 A。

牵引电动机满磁场时磁场削弱系数计算与结果:

$$\beta_{\max} = \frac{0.87 I_s W_s + I_t W_t}{I_a W_s + I_t W_t} = 0.95$$

其中 W_s ——电机串励绕组匝数, $W_s=4$;
 W_t ——电机他励绕组匝数, $W_t=32$ 。

韶山_{7D}型电力机车牵引电动机他励磁势占 67.6%,串励磁势占 32.4%。
 在机车特性计算中采用的机车与牵引电动机主要参数如表 1—1。

表 1—1 机车与牵引电动机主要参数

符 号	名 称	数 值
D	机车动轮(半磨耗)直径	1 200 mm
i	机车齿轮传动比	$75/32=2.343\ 75$

续上表

符 号	名 称	数 值
η	机车齿轮传动效率	0.975
U_n	牵引电动机额定电压	910 V
I_n	牵引电动机额定电流	940 A
U_{max}	牵引电动机最高恒功电压	1 030 V
I_{max}	牵引电动机最小恒功电流	830 A
P	极对数	3
a	电枢绕组并联支路数	3
N	电机绕组总有效导体数	744
ΣR	电机总串联电阻	0.034 33
η_n	电机额定效率	0.935

第三节 机 车 特 性

电力机车特性是指在一定电压下,机车速度、牵引力与电枢电流之间关系及机车牵引力、机车制动力与速度之间关系,即

机车速度特性 $v=f(I_a)$
机车牵引力特性 $F=f(I_a)$
机车牵引特性 $F=f(v)$
机车制动特性 $B=f(v)$

一、机车速度特性

机车速度特性是描述机车运行速度 $v(\text{km/h})$ 与牵引电动机电枢电流 $I_a(\text{A})$ 之间的关系,即 $v=f(I_a)$ 。

韶山_{7D}型电力机车速度特性计算的基本条件是:电网电压 25 kV,牵引电动机由晶闸管调压供电即电机电压由整流电压确定,机车动轮直径半磨耗 $D=1\,200\text{ mm}$ 。

1. 当机车工作在各种限制范围内时由特性控制的机车速度特性,按下列函数控制

$$I_a = \left\{ \begin{matrix} 100N \\ 900N - 90v \\ 1\,320 \end{matrix} \right\} (\text{A}) \text{ (取最小值)} \tag{1-1}$$

式中 N ——牵引级位, $N=0\sim18$ 级;
 v ——机车速度, km/h 。

I_a 取三项中最小值,如机车手柄在 5 级位时 ($N=5$) 启动,则 1—1 式函数控制如下:

$$I_a = \left\{ \begin{matrix} 100 \times 5 = 500 \cdots \cdots (1) \\ 900 \times 5 - 90v \cdots \cdots (2) \\ 1\,320 \cdots \cdots (3) \end{matrix} \right\} (\text{A}) \tag{1-2}$$

此时 I_a 由 500 A 启动,随着速度增加(2)式中 I_a 随之变化,当 $v \geq 44.4\text{ km/h}$ 时(准恒速初值), $I_a \leq 500\text{ A}$,式 (1)=(2) 机车进入准恒速区。当 $v=50\text{ km/h}$ 时, $I_a=0$ 。即司机控制器手

柄在 5 级位启动机车,机车最高速度 50 km/h(准恒速终值)。44.4~50 km/h 区为准恒速区。
他励电流按下式控制:

$$I_t = \begin{cases} 32 \\ 0.223\ 4I_s \end{cases} \quad (\text{A}) \tag{1-3}$$

他励电流变化参见图 1—1。

韶山_{7D}型电力机车司机手柄级位 N 与 I_s 、 v 关系如表 1—2 和图 1—2 细实线所示。

表 1—2 速度特性参数表

级 位		1	2	3	4	5	6	7	8	9
准恒速 (初值)	$I_s(\text{A})$	100	200	300	400	500	600	700	800	900
	$v(\text{km/h})$	8.9	17.8	26.7	35.6	44.4	53.4	62.2	71.1	80
准恒速 (终值)	$I_s(\text{A})$	0								
	$v(\text{km/h})$	10	20	30	40	50	60	70	80	90
级 位		10	11	12	13	14	15	16	17	18
准恒速	$I_s(\text{A})$	1 000	1 100	1 200	1 300	1 320				
	$v(\text{km/h})$	71.2	380.3	4.5	115.6	125.3	135.3	145.3	155.3	165.3
准恒速 (终值)	$I_s(\text{A})$	0								
	$v(\text{km/h})$	100	110	120	130	140	150	160	170	180

2. 当机车工作在各种限制线(粘着限制、电压限制、电流限制)以外时,机车将按预定的特性运行,见图 1—2 粗实线所示。

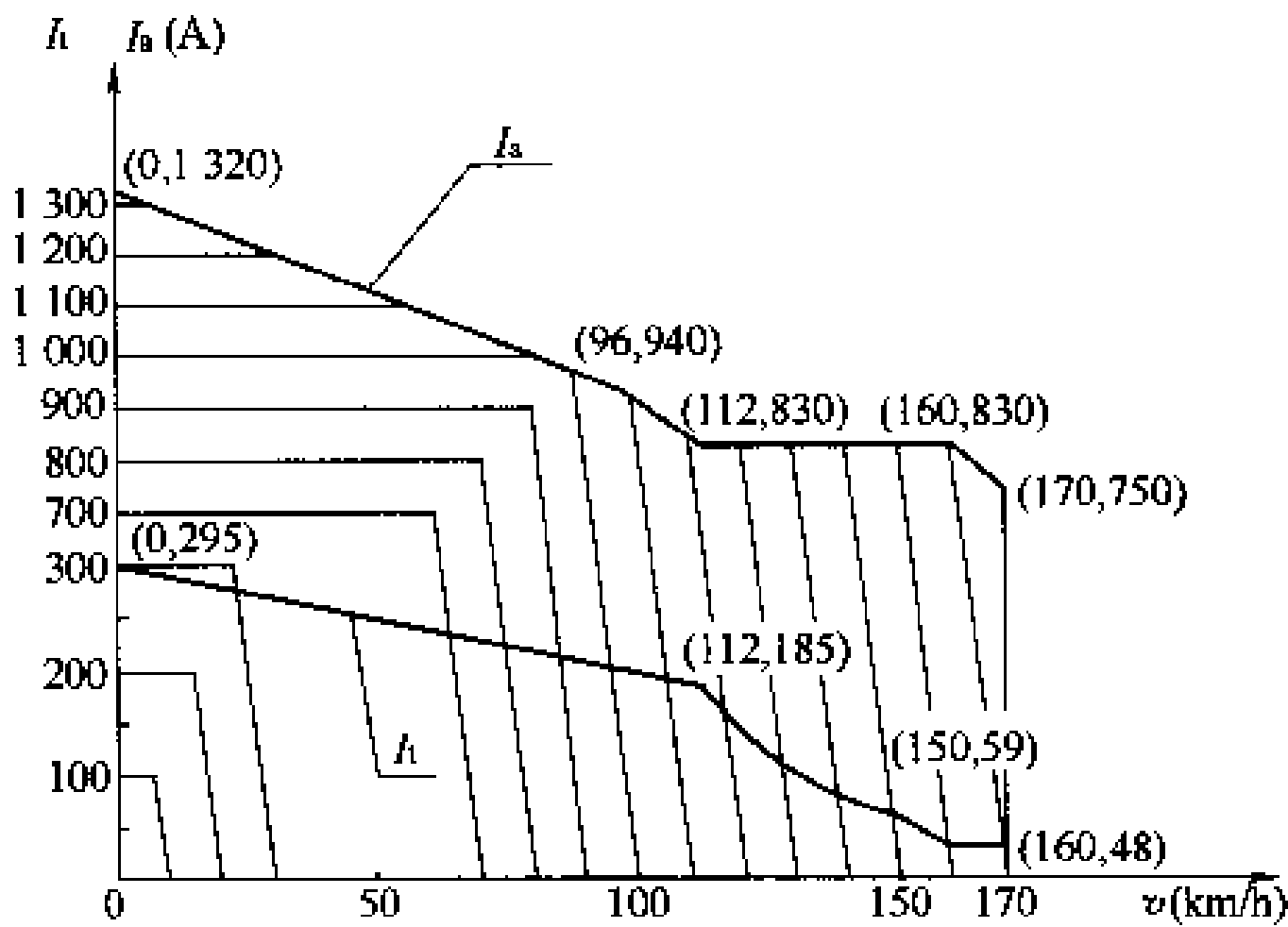


图 1—2 速度特性线

3. 机车速度特性计算

机车速度特性计算是由牵引电动机转速公式和机车速度公式推导得出。

(1)牵引电动机转速公式

$$n = \frac{U - I_s \sum R - \Delta U}{C_e \Phi} \quad (\text{r/min}) \tag{1-4}$$

(2)机车速度公式

$$v = \frac{\pi D}{60} n_k \quad (\text{m/s})$$

$$v = \frac{\pi D}{60i} n \quad (\text{m/s})$$

$$= \frac{\pi D 60}{1000i} n \quad (\text{km/h}) \quad (1-5)$$

(3) 根据(1—4)、(1—5)式可得出机车速度特性计算式

$$v = \frac{\pi D U - I_a \sum R - \Delta U}{60i C_e \Phi} \quad (\text{m/s})$$

$$= \frac{\pi D 60}{1000i} \frac{U - I_a \sum R - \Delta U}{C_e \Phi} \quad (\text{km/h})$$

$$= \frac{U - I_a \sum R - \Delta U}{\frac{1000i}{60\pi D} C_e \Phi}$$

$$v = \frac{U - I_a \sum R - \Delta U}{C \Phi} \quad (1-6)$$

式中 U ——牵引电动机端电压, V;

I_a ——牵引电动机电枢电流, A;

$\sum R$ ——电机电枢电路总电阻, Ω ;

ΔU ——电机电刷接触压降, V;

C_e ——牵引电动机结构常数, 其值为 $C_e = \frac{pN}{60a}$;

C ——机车与牵引电动机结构常数, $C = \frac{100i}{6\pi D} C_e = \frac{100i p N}{6\pi D 60a} = \frac{p N i}{3.6\pi a D}$;

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;

v ——机车速度, km/h;

n_K ——机车动轮转速, r/min;

n ——牵引电动机转速, r/min;

D ——机车动轮直径, m;

Φ ——电机主极磁通量, Wb;

i ——齿轮传动比。

计算韶山_{7B}型电力机车速度特性时, 应结合机车特性控制计算, 当机车速度从零升到 96 km/h 时, 此时牵引电动机为满磁场, 他励电流与电枢电流按 0.223 4 I_a 变化。即机车速度与电机电流成线性变化。机车速度由 96~112 m/h 时, 电机端电压从 910~1 030 V, 并与电流成恒功率变化, 即电流从 940~830 A, 他励电流仍与电枢电流按 0.223 4 I_a 变化。机车速度由 112~160 km/h 间, 电机保持在 1 030 V、830 A, 他励电流从 185~48 A 下降。电机磁通 Φ 值将由一个固定的 0.87 $I_a W_s$ 磁势和一个变化的 $I_t W_t$ 磁势决定。机车速度在 160 km/h 以上时, 按 1 030 V; $I_t = 48$ A 和变化的 I_a 计算。上列参数值参照表 1—1。计算时先给定 I_a 根据牵引电动机他励电流 I_t 与电枢电流 I_a 关系式(1—3)求得 I_t , 并按下式计算磁势:

$$AW = 0.87 \times I_a W_s + I_t W_t \quad (1-7)$$

其中 W_s ——串励绕组匝数, $W_s = 4$; W_t ——他励绕组匝数, $W_t = 32$; 由 50 W470 硅钢片的磁化特性取得 Φ 值, 50W470 磁化曲线见图 1—3, 速度特性中他励电流计算结果见表 1—3。

表 1—3 速度特性他励电流

电流 I_a (A)	1320	940	830						750
他励电流 I_f (A)	295	210	185	150	102	73.8	58.8	48	48
速度 v (km/h)	0	96	112	120	130	140	150	160	170

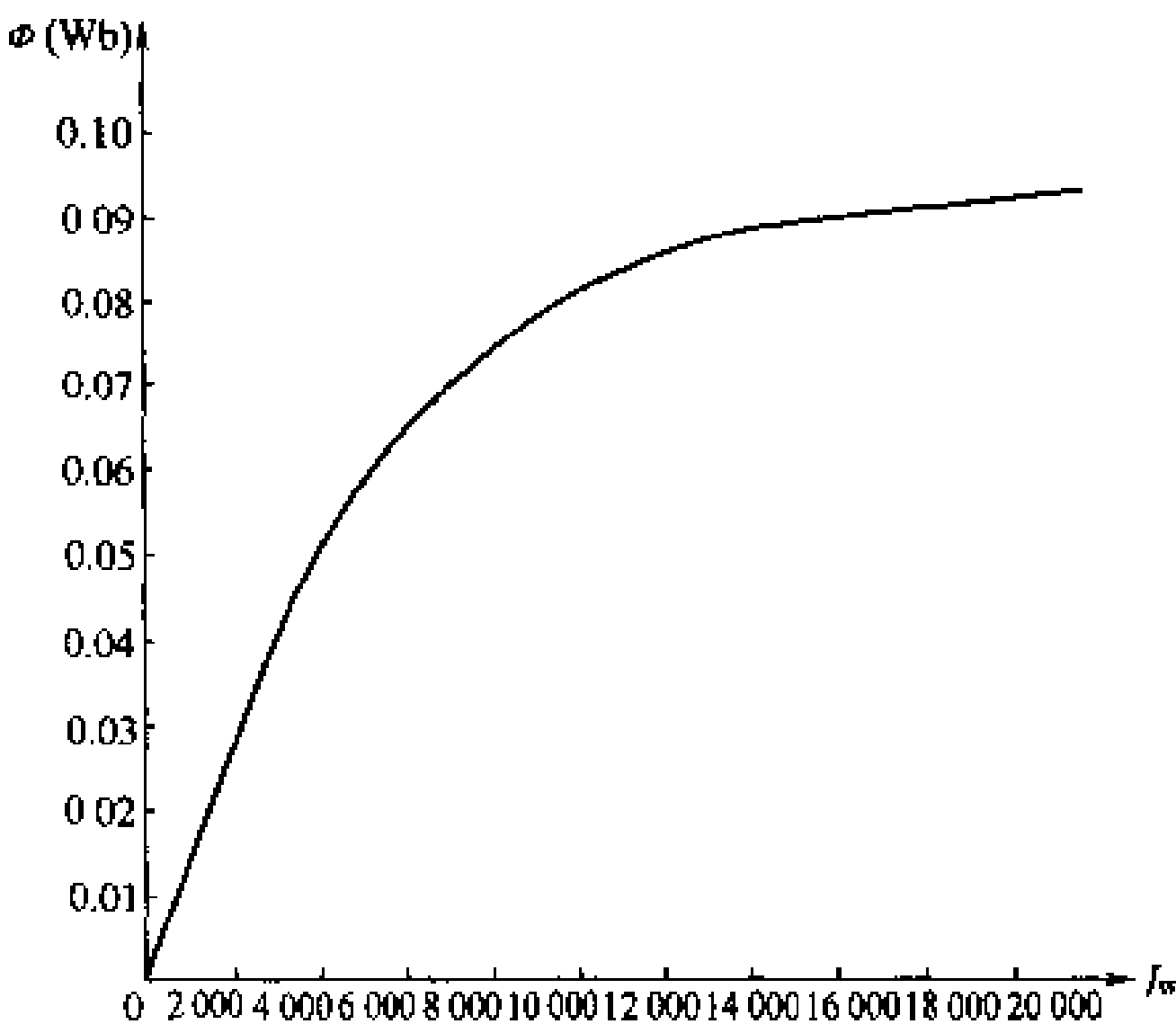


图 1—3 50W470 硅钢片磁化曲线

二、机车牵引力特性

机车牵引力特性是描述机车轮周牵引力 F (kN) 与牵引电动机电枢电流 I_a (A) 之间关系的特性曲线, 即 $F=f(I_a)$ 。韶山_{7D}型电力机车牵引力特性是按特性控制运行。

1. 机车工作在各种限制范围内时的特性控制

在一定的级位下电机电枢电流 I_a 按本级位启动电流恒流运行, 此时机车牵引力恒定。当机车速度达准恒速初值后, 机车功率达本级位最大值, 机车牵引力随着电流下降线性下降直至到零。

如司机控制器在 5 级启动, 则 I_a 按 500 A 恒流启动, 相对应的机车牵引力不变, 当机车速度达 44.4 km/h 时, 机车牵引力开始线性下降。

2. 机车工作在最大电流限制线以上时的特性计算

韶山_{7D}型电力机车最大电流限制在 1 320 A, 当牵引电动机磁场一定时, 机车牵引力与电流 I_a 成正比。当电机进入磁场削弱区后机车牵引力不仅与 I_a 有关, 而且与 ϕ 有关。

牵引电动机轴上产生的转矩 M 被传到动轮上, 在不考虑传动损耗时, 转矩 M 用下式表示:

$$M=F_z \frac{d_z}{2} \quad (\text{N} \cdot \text{m}) \tag{1-8}$$

式中 F_z ——小齿轮齿上切向力;
 d_z ——小齿轮节圆直径。

机车一个轮对上的转矩为:

$$M_k=F_k \frac{D}{2}=F_z \frac{D_z}{2} \quad (\text{N} \cdot \text{m}) \tag{1-9}$$

式中 F_k ——机车一个轮对轮周与钢轨间产生的牵引力;

D_z ——大齿轮节圆直径。

根据式(1—8), (1—9)求得 F_k

$$F_k = \frac{2MD_z}{D d_z} = i \frac{2M}{D} = \frac{2}{D} i M$$

考虑齿轮传动装置效率 η_z 上式为

$$F_k = \frac{2i}{D} \eta_z M \quad (\text{N}) \quad (1-10)$$

计算中以牵引电动机输出功率等于轮周牵引力 F_k 与轮周线速度 v 的乘积计算, 即牵引电动机输出功率

$$P_c = UI_a \eta_d$$

式中 η_d ——牵引电动机效率;

I_a ——牵引电动机输入电流。

一个轮周功率

$$P_k = F_k v \quad (\text{N} \cdot \text{km/h}) \quad (1-11)$$

$$= F_k \frac{1000}{3600} v \quad (\text{W})$$

$$= \frac{1}{3.6} F_k v$$

机车车轮功率也可以用牵引电动机功率表示:

$$P_d = EI_a = (U - \sum I_a R_a - \Delta U) I_a \quad (\text{W}) \quad (1-12)$$

$$P_k = \eta_d P_d \quad (1-13)$$

将(1—12)、(1—13)式代入(1—11)并考虑到电机本身效率 η_d 及齿轮效率 η_z

$$F_k = 3.6 \frac{U - \sum I_a R_a - \Delta U}{v} I_a \eta_z \eta_d \quad (1-14)$$

将(1—6)式代入(1—14)

$$\begin{aligned} F_k &= 3.6 \frac{U - \sum I_a R_a - \Delta U}{\frac{U - \sum I_a R_a - \Delta U}{C\Phi}} I_a \eta_z \eta_d \\ &= 3.6 \eta_z \eta_d C\Phi I_a \quad (\text{N}) \end{aligned} \quad (1-15)$$

韶山_{7D}型电力机车为6轴机车, 因此机车牵引力为:

$$F = 6 \times 3.6 \eta_z \eta_d C\Phi I_a \quad (\text{N}) \quad (1-16)$$

韶山_{7D}型电力机车牵引力特性数值如表1—4、特性曲线见图1—4。

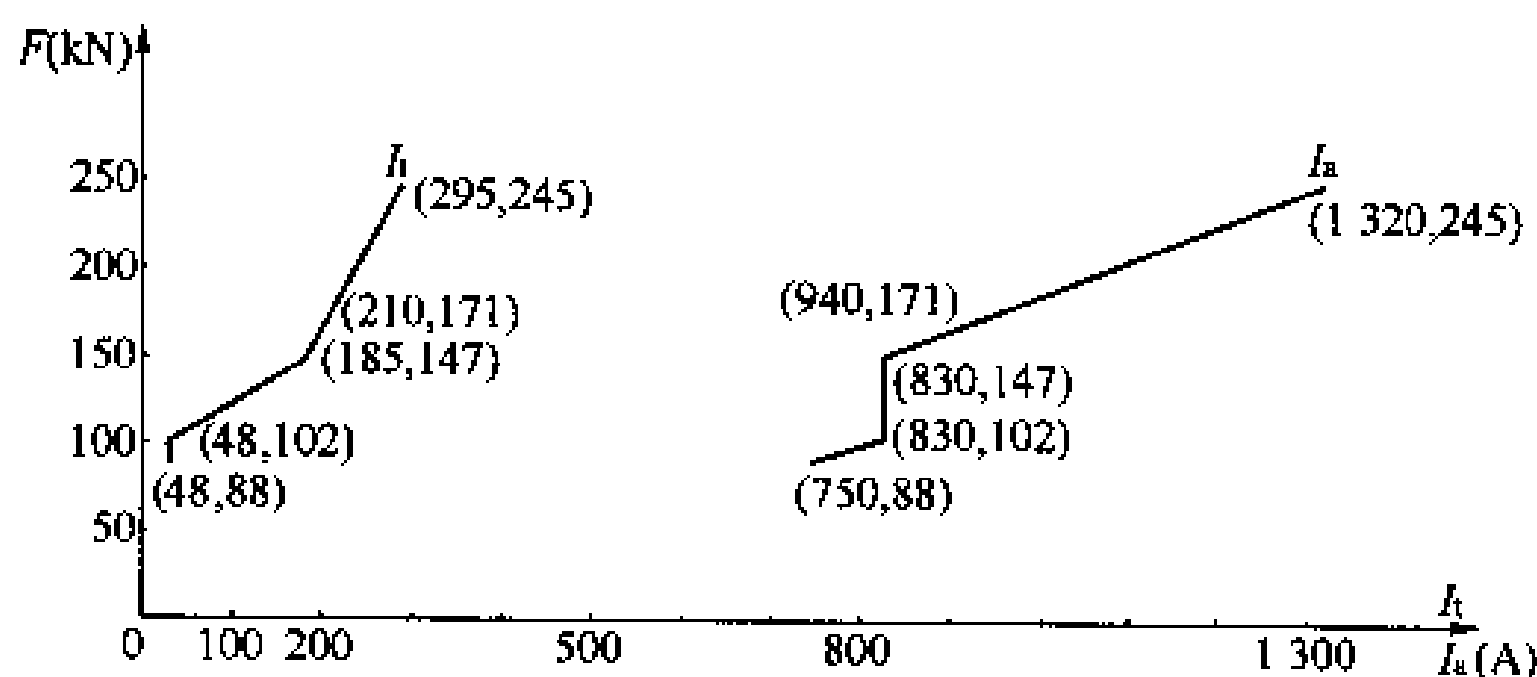


图1—4 韶山_{7D}型电力机车牵引力特性