



SHAOSHAN 7E XING DIANLI JICHE

韶山 7E 型 电力机车

杨永林 主编

中国铁道出版社

韶山_{7E}型电力机车

主 编 杨永林

主 审 崔殿国 石晓丁

中 国 铁 道 出 版 社

2 0 0 6 年 · 北 京

内 容 简 介

本书共分十四章,系统地对韶山_{7E}型电力机车的特性,设备布置、仪表、独立通风系统,机车电路,微机与控制电源,牵引电动机,变压器、电抗器、互感器,辅助电动机,变流装置与辅助变流器,主要电器,转向架,车体,机车管路系统,机车监控装置从结构、参数到维护作了较详细介绍。另外对机车整备、试验、操纵及常见故障与处理等也作了说明。本书可作为使用韶山_{7E}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_{7E}型电力机车/杨永林主编. —北京:中国铁道出版社,2004.9(2006.2重印)
ISBN 7-113-06064-1

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 077848 号

书 名:韶山_{7E}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

封面设计:冯龙彬

印 刷:中国铁道出版社印刷厂

开 本:787×1092 1/16 印张:25.75 字数:642 千

版 本:2004年9月第1版 2006年2月第2次印刷

印 数:3 001~6 000 册

书 号:ISBN 7-113-06064-1/U·1687

定 价:66.00 元(含图册一本)

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 (021)73139 发行部电话 (021)73169

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),生产的交直流传动相控整流4800 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_{7E}型电力机车是在中国北车集团公司组织下,由集团电力牵引研发中心牵头,在大同电力机车有限责任公司、大连机车车辆厂和株洲电力机车研究所共同努力下于2002年联合研制开发的电力机车。在郑州铁路局、兰州铁路局运用,并成功地完成了由铁道部下达的提速任务。

由于韶山_{7E}型电力机车是在原韶山_{7D}型电力机车基础上开发的新型机车,因此机车大部分部件与韶山_{7D}型电力机车相同。但是机车辅助电源由辅助变流器代替了劈相机;机车转向架改为 C_0-C_0 轴式,使机车总体布置、机车电路、转向架等有所变化。

本书内容偏重介绍部件的结构、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_{7E}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师生参考书。

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、成都机车车辆厂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 张志宏
第二章 设备布置与通风系统	李 权 李永胜
第三章 电气线路	苏 鹏 赵明元
第四章 微机与电源柜	廖 云 李健鸣
第五章 牵引电动机	管 风 李训虎
第六章 变压器、电抗器及互感器	李榆仓 张金平
第七章 辅助电动机	高惠纯

第八章 变流装置和辅助变流器	徐景秋 刘长青
第九章 电 器	陈立峰
第十章 转 向 架	李庆龙 封全保
第十一章 车体与车钩	郭 祥 袁晨阳
第十二章 空气管路系统	王树海 周 浩
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校工作,参加审校工作的还有:高筑安、刘辉。

为本书提供资料的有:戴中柱,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、潘新生、郭同生的大力支持,并得到了马明、李维忠等热忱协助,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 6 月

目 录

第一章 概 述	1
第一节 简 介	1
第二节 韶山 _{7E} 型机车特性控制	2
第三节 机车特性	4
第四节 韶山 _{7E} 型机车牵引计算	14
第二章 设备布置与通风系统	17
第一节 简 述	17
第二节 设备布置	19
第三节 司机室设备布置	19
第四节 辅助室设备布置	28
第五节 高压室设备布置	35
第六节 变压器室设备安装	40
第七节 车顶及辅助设备	41
第八节 机车布线	44
第九节 机车通风系统	45
第三章 电气线路	53
第一节 概 述	53
第二节 主 电 路	53
第三节 辅助电路	60
第四节 控制电路	64
第四章 微机与电源柜	71
第一节 微 机 柜	71
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·····	110
第六章	变压器、电抗器及互感器·····	115
第一节	概 述·····	115
第二节	主变压器·····	117
第三节	平波电抗器·····	122
第四节	供电电抗器·····	125
第五节	辅助电抗器·····	126
第六节	高压电流互感器·····	127
第七节	高压电压互感器·····	128
第八节	其他互感器·····	131
第七章	辅助电动机·····	132
第一节	概 述·····	132
第二节	牵引通风机电动机·····	132
第三节	变压器通风机电动机·····	134
第四节	压缩机电动机·····	136
第五节	变流装置通风机电动机·····	137
第六节	制动通风机电动机·····	139
第八章	变流装置和辅助变流器·····	140
第一节	变流装置·····	140
第二节	辅助变流器·····	150
第九章	电 器·····	161
第一节	DSA200 型单臂受电弓·····	161
第二节	弓网故障快速自动降弓装置·····	166
第三节	真空断路器·····	168
第四节	避雷器·····	171
第五节	高压隔离开关·····	172
第六节	两位置转换开关·····	173
第七节	电空接触器·····	176
第八节	真空接触器·····	179

第九节	制动电阻装置	181
第十节	固定磁场分路电阻	185
第十一节	隔离开关	187
第十二节	司机控制器	189
第十三节	电磁接触器	193
第十四节	继电器	194
第十五节	扳钮开关	200
第十六节	三相自动开关(断路器)	202
第十七节	轮轨润滑控制器	205
第十八节	传感器	210
第十九节	蓄电池	215
第二十节	照明灯具	216
第二十一节	空调系统	217
第十章	转向架	224
第一节	概 述	224
第二节	构 架	226
第三节	轮对电机组装	227
第四节	弹簧悬挂装置	235
第五节	牵引装置	239
第六节	电机悬挂装置	239
第七节	基础制动装置	240
第八节	附 件	244
第九节	运用与维护	244
第十一章	车体与车钩	246
第一节	概 述	246
第二节	车体钢结构	248
第三节	车内装饰	255
第四节	车内骨架	256
第五节	车体通风及其他	256
第六节	车钩及缓冲装置	257

第十二章	空气管路系统	260
第一节	概 述	260
第二节	风源系统管路	260
第三节	控制系统管路	262
第四节	辅助系统管路	264
第五节	制动机系统	266
第六节	系统的主要部件	283
第七节	DK-1 型电空制动机的操作规程及一般故障处理	302
第十三章	行车安全设备及车号识别装置	311
第一节	基本组成及功能简介	311
第二节	装置的调试	326
第三节	装置的操作	330
第四节	故障与处理	340
第五节	TMIS 车号识别装置	351
第十四章	机车试验、整备与操纵	354
第一节	概 述	354
第二节	例行试验	355
第三节	整备与操纵	379
第四节	常见故障处理	390

第一章 概 述

第一节 简 介

韶山_{7E}型电力机车是根据我国客运提速的需要和铁道部铁科技函[2002]24号下达的《韶山_{7E}型客运电力机车设计任务书》的通知要求,在中国北方机车车辆工业集团公司统一组织下,由集团电力牵引研发中心牵头,大同机车厂、大连机车车辆厂和株洲电力机车研究所共同努力、分工协作联合开发出的新型持续功率4 800 kW,最高速度170 km/h干线客运电力机车。

韶山_{7E}型电力机车在借鉴韶山_{7D}型电力机车部分成熟技术基础上研制而成。走行部采用2C₀转向架结构,辅机系统采用辅助变流器供电,代替了传统的劈相机供电模式,降低了辅机电机总功率,提高了辅机系统供电品质和效率;车体采用流线型设计。机车的设计工作严格遵循简化、标准化、系列化的原则,力求机车设计的先进性、运用的安全性和可靠性。

韶山_{7E}型0001号客运电力机车,于2001年12月30日竣工,2002年1月25日赴铁道科学研究院环形铁道试验基地进行了机车称重、制动等试验。2002年6月16日在郑州—广水间进行了动力学试验。6月28日在郑州—西安间进行了机车主要零部件动应力测试试验。从2002年2月22日起在郑州局西安机务段进行运行考核试验。2002年10月在北京环形铁道试验基地进行了机车牵引试验,完成机车型式试验。机车性能完全满足设计任务书要求。在2002年10月通过科技成果鉴定。

韶山_{7E}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. 采用恒流起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2C₀转向架,单侧制动。
7. 辅助系统采用辅助变流器供电模式。
8. 设有向列车供电及空调供电电源。
9. 采用双管制供风。
10. 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。
11. 耐低温设计,机车可以在高寒地区运用。
12. 机车头型进行流线化设计,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_{7E}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
机车起动牵引力	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	C_0-C_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 $(4\,700 \pm 30)$ 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	11 570 mm
机车整备质量	$126(1^{+3\%}_{-1\%})$ t
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_{7E}型机车特性控制

韶山_{7E}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_{7E}型电力机车采用特性控制,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。

1. 韶山_{7E}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。

如机车牵引吨位高时,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。

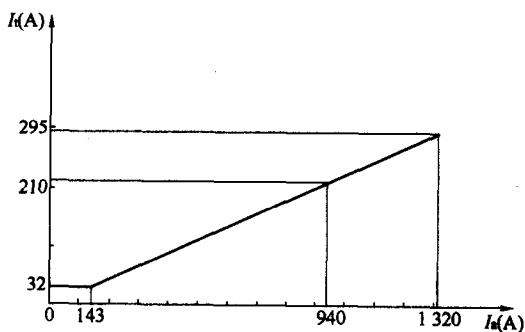


图 1—1 电枢电流与他励电流关系

2. 由于韶山_{7E}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:

$$I_s = 0.87 I_a$$

$$I_a \leq 143 \text{ A 时 } I_t = 32 \text{ A}$$

$$I_a > 143 \text{ A 时 } I_t = 0.223 \ 4 I_a$$

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:

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

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_{7E}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 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	$75/32=2.343\ 75$
η_s	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_{min}	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_s	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与速度、机车制动力与速度之间关系。即

$$\begin{aligned} \text{机车速度特性} \quad v &= f(I_a) \\ \text{机车牵引力特性} \quad F &= f(I_a) \\ \text{机车牵引特性} \quad F &= f(v) \\ \text{机车制动特性} \quad B &= f(v) \end{aligned}$$

一、机车速度特性

机车速度特性是描述机车运行速度(代表符号 v)与牵引电动机电枢电流(代表符号 I_a)之间的关系 $v = f(I_a)$ 。机车速度特性计算中 v 的单位 m/s(米/秒),但通常用 km/h(公里/小时)表示,电枢电流 I_a 单位 A(安)。

韶山_{7E}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电机电压由整流电压确定,机车动轮直径半磨耗 $D = 1\ 200$ 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

$$I_a = \begin{cases} 100N \\ 900N - 90v \\ 1\ 320 \end{cases} \quad (\text{A}) \quad (1-1)$$

式中 N ——牵引级位, $N = 0 \sim 18$ 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:

$$I_a = \begin{cases} 100 \times 5 = 500 & \cdots \cdots (1) \\ 900 \times 5 - 90v & \cdots \cdots (2) \\ 1320 & \cdots \cdots (3) \end{cases} \quad (1-2)$$

此时 I_a 由 500 A 起动, 随着速度增加 (2) 式中 I_a 随之变化, 当 $v \geq 44.4$ km/h 时 (准恒速初值), $I_a \leq 500$ A, 式 (1) = (2) 机车进入准恒速区。当 $v = 50$ km/h 时, $I_a = 0$ 。即司机控制器手柄在 5 级位起动机车, 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:

$$I_t = \begin{cases} 32 \\ 0.2234 I_a \end{cases} \quad (A) \quad (1-3)$$

他励电流变化参见图 1—1。

韶山_{7E}型电力机车司机手柄级位 N 与 I_a 、 v 关系如表 1—2 和图 1—2 细实线所示。当手柄级位在 10 级以上时, 机车实际准恒速初值是机车特性外包装与各级位准恒速线交点的速度值。

表 1—2 手柄级位 N 与 I_a 、 v 关系

级 位 N		1	2	3	4	5	6	7	8	9
准恒速(初值)	I_a (A)	100	200	300	400	500	600	700	800	900
	v (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_a (A)	0								
	v (km/h)	10	20	30	40	50	60	70	80	90
级 位 N		10	11	12	13	14	15	16	17	18
准恒速(初值)	I_a (A)	1 000	1 100	1 200	1 300	1 320				
	v (km/h)	90	100	110	119	130	138.6	150	160	
准恒速(终值)	I_a (A)	0								
	v (km/h)	100	110	120	130	140	150	160	170	180

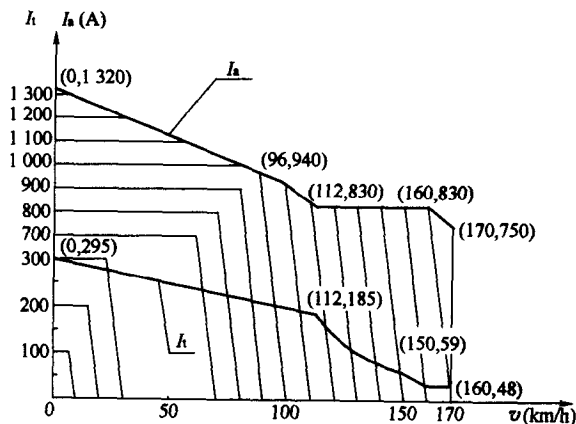


图 1—2 速度特性线

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。

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

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

(2) 机车速度公式

$$\begin{aligned} v &= \frac{\pi D}{60} n_K \quad (\text{m/s}) \\ v &= \frac{\pi D}{60i} n \quad (\text{m/s}) \\ &= \frac{\pi D 60}{1\,000i} n \quad (\text{km/h}) \end{aligned} \quad (1-5)$$

(3) 根据(1—4)、(1—5)式可得出机车速度特性计算式

$$\begin{aligned} v &= \frac{\pi D}{60i} \frac{U - I_a \Sigma R - \Delta U}{C_e \Phi} \quad (\text{m/s}) \\ &= \frac{\pi D 60}{1\,000i} \frac{U - I_a \Sigma R - \Delta U}{C_e \Phi} \quad (\text{km/h}) \\ &= \frac{U - I_a \Sigma R - \Delta U}{\frac{1\,000i}{60\pi D} C_e \Phi} \\ &= \frac{U - I_a \Sigma R - \Delta U}{C \Phi} \end{aligned} \quad (1-6)$$

式中 U ——牵引电动机端电压, V;

I_a ——牵引电动机电枢电流, A;

ΣR ——电机电枢电路总电阻;

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, $C = \frac{100i}{6\pi D} C_e = \frac{100i}{6\pi D} \frac{pN}{60a} = \frac{pNi}{3.6\pi aD}$;

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_{7E}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励磁,他励电流与电枢电流按 $0.223\,4I_a$ 变化。即机车速度

与电机电流成线性变化。机车速度由 96~112 km/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 $0.2234 I_a$ 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 50W470 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 他励电流计算结果

电流 I_a (A)	1 320	940	830						750
他流 I_t (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

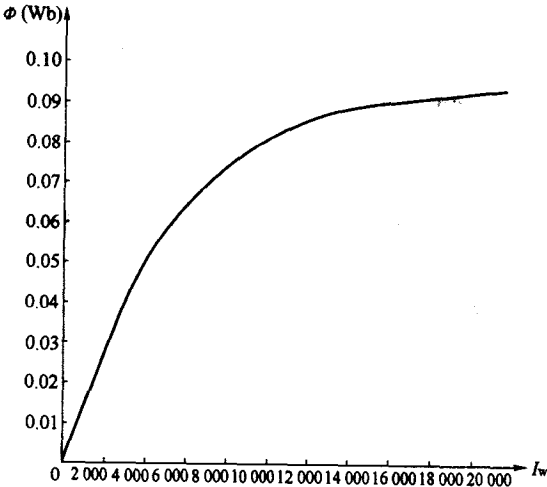


图 1—3 50W470 硅钢片磁化曲线

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(代表符号 F)与牵引电动机电枢电流 I_a 之间关系的特性曲线 $F = f(I_a)$,计算中 F 的单位 kN(千牛), I_a 单位 A(安)。韶山_{7E}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 按本级位起动电流恒流运行,此时机车牵引力恒定。当机车速度达准恒速点后,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 级起动,则 I_a 按 500 A 恒流起动,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_{7E}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:

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

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:

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

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

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

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

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

$$= F_k \frac{1\,000}{3\,600} v \quad (\text{W})$$

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

机车车轮功率也可以用牵引电动机电磁功率表示:

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

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

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

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

将(1-6)式代入(1-14)

$$F_k = 3.6 \frac{U - \sum I_a R - \Delta U}{\frac{U - \sum I_a R - \Delta U}{C\Phi}} I_a \eta_z \eta_d = 3.6 \eta_z \eta_d C\Phi I_a \quad (1-15)$$