

韶山7C型电力机车

Shaoshan 7C xing
dianli jiche

主编 杨永林
主审 奚国华 石晓丁



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

韶山_{7C}型电力机车

主编 杨永林

主审 奥国华 石晓丁

中国铁道出版社

2007年·北京

内 容 简 介

本书共十四章,系统地对韶山_{7C}型电力机车的特性,设备布置与通风系统,电气线路,电子电路与电子装置,ZD120型脉流牵引电动机,变压器、电抗器及互感器,辅助机组,变流装置,电器,转向架,车体与车钩,空气管路系统,行车安全设备及车号识别装置从结构、参数到维护作了介绍。并对机车试验、整备与操纵及常见故障与处理等也作了说明。本书可作为韶山_{7C}型电力机车运用及维护人员的学习用书,也可供相关院校师生教学参考。

图书在版编目(CIP)数据

韶山_{7C}型电力机车/杨永林主编. —北京:中国铁道出版社,2007.9

ISBN 978-7-113-07865-2

I. 韶… II. 杨… III. 电力机车—基本知识 IV. U264

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第125449号

书 名:韶山_{7C}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 孙 楠

封面设计:崔丽芳

印 刷:中国铁道出版社印刷厂

开 本:787×1092 1/16 印张:28.25 插页:6 字数:709千

版 本:2007年9月第1版 2007年9月第1次印刷

印 数:1~3000册

书 号:ISBN 978-7-113-07865-2/U·2064

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。

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 4 800 kW,复励控制、无级调速韶山₇系列电力机车分为: $B_0-B_0-B_0$ 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 再生电制动货运韶山_{7B}型电力机车; $B_0-B_0-B_0$ 轴式,120 km/h 两段桥再生电制动客、货运韶山_{7C}型电力机车(SS_{7C} 0001 ~ 0141),120 km/h 三段桥加馈电阻制动客、货运韶山_{7C}型电力机车(自 SS_{7C} 0142 起); $B_0-B_0-B_0$ 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 加馈电阻制动客运模块化韶山_{7E}型电力机车。

韶山_{7C}型电力机车是为适应当时陇海铁路客运提速 120 km/h 需要,于 1999 年由大同机车厂开发的电力机车。先后在郑州铁路局、兰州铁路局、成都铁路局运用,并多次完成由铁道部下达的提速任务。

由于交—直流传动电力机车理论在其他的机车书中已有较多的讲述,本书偏重介绍部件的结构、参数及维护保养。鉴于再生制动的交—直流传动电力机车仅在国产韶山₅、前期韶山₇、韶山_{7C}机车上采用,因此本书第一章对交—直流传动电力机车再生电制动有关理论做了介绍。本书可作为使用韶山_{7C}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、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 李春阳
第二章 设备布置与通风系统	李澍岑 张运伟
第三章 电气线路	原志强 杨东平
第四章 电子电路与电子装置	
第一节 控制电源柜与第二节电源插件	王益民
列车供电控制系统	李小平
第二节 电子柜系统与各插件	贺文 赵金榜
电子控制柜	贺文
防空转、防滑系统	郭知彼
功率因数补偿控制系统	申向群
第五章 ZD120 型脉流牵引电动机	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 辅助机组	张晓东 李永胜
第八章 变流装置	徐景秋
第九章 电器	于海霞 苏鹏
第十章 转向架	封全保 刘辉

第十一章 车体与车钩

师建章 郭祥

第十二章 空气管路系统

周浩 董传海

第十三章 行车安全设备及车号识别装置

李华祥 赵明元

第十四章 机车试验、整备与操纵

朱良达 武桂琴

本书由朱良达进行了全书审对工作,参加审校工作的还有:张运伟、孙传胜。封面照片由李长海提供。在本书编辑过程中得到了有关领导及潘新生、赵明元、王彦的大力支持并得到了同车公司电算室及郭慧君等热忱协助,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。

目 录

第一章 概 述	1
第一节 简 介	1
第二节 韶山 _{7C} 型电力机车特性控制	3
第三节 机车特性	5
第四节 机车电制动	10
第五节 韶山 _{7C} 型电力机车牵引计算	17
第二章 总体布置与通风系统	20
第一节 概 述	20
第二节 司机室设备布置	22
第三节 辅助室设备布置	31
第四节 高压室设备布置	37
第五节 变压器室设备布置	42
第六节 车顶设备布置	42
第七节 辅助设备布置	43
第八节 机车布线	44
第九节 机车通风系统	47
第三章 电气线路	49
第一节 概 述	49
第二节 主 电 路	49
第三节 辅助电路	55
第四节 控制电路	59
第四章 电子电路与电子装置	67
第一节 控制电源柜	67
第二节 电子控制柜	76
第五章 ZD120 脉流牵引电动机	161
第一节 ZD120 脉流牵引电动机运用特点和技术参数	161
第二节 ZD120 全叠片复励牵引电动机的特点	163
第三节 电动机结构	167
第四节 轴承、通风与试验	172

第五节 运用与维护	173
第六章 变压器、电抗器及互感器	177
第一节 概 述	177
第二节 主变压器	178
第三节 平波电抗器	183
第四节 供电电抗器	186
第五节 功率因数补偿电抗器	187
第六节 高压电流互感器	189
第七节 高压电压互感器	189
第八节 其他互感器	192
第七章 辅助机组	194
第一节 概 述	194
第二节 劈 相 机	194
第三节 牵引通风机组	198
第四节 变压器通风机组	201
第五节 变流装置通风机组	204
第六节 稳定电阻柜通风机组	206
第七节 压缩机组	209
第八节 辅助电动机使用维护、常见故障与处理	211
第八章 变流装置	213
第一节 变流装置的主要功能与主要技术参数	213
第二节 变流装置结构与组成	216
第三节 变流装置的均流与保护	218
第四节 控制电路接线与高低压隔离	219
第五节 变流装置的试验	221
第六节 变流装置的维护与保护	222
第七节 故障与处理	224
第九章 电 器	225
第一节 DSA200 型单臂受电弓	225
第二节 真空断路器	231
第三节 避 雷 器	235
第四节 放电开关	236
第五节 两位置转换开关	237
第六节 电空接触器	240
第七节 真空接触器	244
第八节 稳定电阻装置	245

第九节	固定磁场分路电阻	248
第十节	隔离开关	249
第十一节	司机控制器	252
第十二节	电磁接触器	254
第十三节	继电器	256
第十四节	扳键开关	262
第十五节	三相自动开关(断路器)	264
第十六节	轮轨润滑控制器	266
第十七节	传感器	271
第十八节	蓄电池	276
第十九节	照明灯具	277
第二十节	空调系统	278
第十章	转向架	284
第一节	概 述	284
第二节	构 架	286
第三节	轮对电动机组装	288
第四节	弹簧悬挂装置	292
第五节	牵引装置	298
第六节	电动机悬挂装置	299
第七节	基础制动装置及其他附件	300
第八节	转向架日常运用与维护	303
第十一章	车体与车钩	306
第一节	概 述	306
第二节	车体钢结构	308
第三节	车内装饰	315
第四节	车内骨架	316
第五节	车内通风及其他	316
第六节	车钩及缓冲装置	317
第十二章	空气管路系统	320
第一节	概 述	320
第二节	风源系统	321
第三节	控制系统管路	337
第四节	辅助系统管路	347
第五节	制动机系统	349
第六节	DK-1 型电空制动机的操作规程及一般故障处理	363

第十三章 行车安全设备..... 371

第一节 概 述..... 371

第二节 主要功能..... 371

第三节 LKJ2000 型监控装置 373

第四节 机车安全信息综合监测装置..... 384

第五节 机车信号装置系统组成..... 386

第六节 主要技术参数..... 389

第七节 使用、检查及故障与处理 394

第十四章 机车试验、整备与操纵 399

第一节 概 述..... 399

第二节 例行试验..... 399

第三节 整备与操纵..... 423

附 表

附表 1 韶山_{7C}型电力机车电气设备表 433

附表 2 韶山_{7C}型电力机车空气管路设备表 439

附 图

附图一 韶山_{7C}型电力机车主电路图 插页

附图二 韶山_{7C}型电力机车辅助电路图 插页

附图三 韶山_{7C}型电力机车控制电路图(一) 插页

附图四 韶山_{7C}型电力机车控制电路图(二) 插页

附图五 韶山_{7C}型电力机车控制电路图(三) 插页

附图六 韶山_{7C}型电力机车控制电路图(四) 插页

附图七 韶山_{7C}型电力机车控制电路图(五) 插页

附图八 韶山_{7C}型电力机车控制电路图(六) 插页

附图九 韶山_{7C}型电力机车控制电路图(七) 插页

附图十 韶山_{7C}型电力机车管路原理图(一) 插页

附图十一 韶山_{7C}型电力机车管路原理图(二) 插页

第一章 概 述

第一节 简 介

韶山_{7C}型电力机车是为了适应既有线路提速需要而研制的,运用最高速度为 120 km/h 的电力机车。考虑到 3B₀ 轴式的原韶山₇ 型电力机车具有良好的曲线通过能力和较大的功率余量。而且韶山₇ 型机车原设计任务书明确提出:“改变齿轮传动比能满足 120 km/h”的要求。因此应该说可以为长大坡道、多曲线的既有线路实现列车提速到 120 km/h,提供较理想的牵引动力。

为检验机车提速后的韶山₇ 型电力机车牵引性能、动力学性能,在铁道部支持下,大同机车厂于 1998 年 2 月对 SS₇0014 号机车进行改变齿轮传动比的改造,并与郑州铁路局联合,请铁道科学研究院在陇海线、京广线对机车牵引-制动、动力学性能做了试验。获得了 150 km/h 速度下的动力学的各项数据,为提速机车设计提供了宝贵的依据。

铁道部于 1998 年 6 月以科技机〔1998〕17 号文下达了“关于下达《120 km/h 客运电力机车设计任务书》的通知”。大同机车厂按照设计任务书的要求,完成以下工作:

- (1)降低轴重满足设计任务书 22 t 的要求,降低簧下重量,改善机车动力学性能;
- (2)优化一、二系悬挂参数并增加抗蛇行减振器,使机车具有良好的动力学性能;
- (3)优化牵引电动机悬挂参数,改进悬挂刚度,降低牵引电动机振动加速度;
- (4)修改齿轮传动比使机车具有牵引 20 节旅客列车的加速和调速性能;
- (5)对牵引电动机进行优化设计;
- (6)增设向列车供电装置及双管制供风;
- (7)选用性能优良的电器元件和新型原材料,提高机车设计可靠性。

1998 年 8 月设计、试制完成两台样车,9 月在郑州铁路局西安机务段投入运行试验。1999 年 3 月到 6 月初完成整车鉴定试验。2000 年 6 月完成 20 万 km 运行试验及整车拆检,10 月通过部级技术鉴定。并针对西安机务段提出的改进意见,整改后投入批量生产。

韶山_{7C}型电力机车主要技术参数

电流制	单相工频交流
工作电压 额定值	25 kV
最高值	29 kV
最低值	19 kV
机车整备质量	$132 \times (1^{+3\%}_{-1\%}) \text{ t}$
轴重	22 t
轴式	B ₀ —B ₀ —B ₀
机车额定功率(持续制):	4 800 kW

机车牵引力:持续牵引力(半磨耗)	220 kN
起动牵引力	310 kN
机车额定运行速度(持续制)	76 km/h
运用最大速度	120 km/h
设计最高速度	140 km/h
机车恒功率速度范围	76 ~ 125 km/h
牵引电动机额定电流	945 A
牵引电动机最大恒功电压	1 030 V
牵引电动机最小恒功电流	830 A
牵引电动机最大启动电流	1 320 A
机车电制动方式	再生制动
再生制动力 速度在 10 ~ 80 km/h 时	173 kN
速度在 10 ~ 0 km/h 时	制动力从 173 kN 线性降至零
恒功率速度范围(机车在制动工况下)	80 ~ 125 km/h
制动持续功率(轮周)	4 000 kW
再生制动最大励磁电流(他励)	250 A
再生制动最大制动电流	775 A
再生制动的控制方式	无级调速 准恒速
功率因数 当机车发挥 50% 及以上额定功率(牵引电动机电流为额定电流,电压为 50% 额定电压)时不小于	0.9
牵引工况	速度高于 10 km/h 时,补偿装置投入
再生工况	补偿装置始终投入
等效干扰电流和原边电流谐波含量(机车在持续牵引工况下,在距牵引变电所 10 km 处测量) 等效干扰电流不大于	9 A
3 次谐波含量不大于	10%
在额定网压和牵引工况下,机车发挥持续功率时的总效率不小于	0.84(不包括列车供电)
空气制动机	DK-1 制动机
空气压缩机能力	2 × 2.4 m ³ /min
空气制动方式	单侧制动

机车主要结构参数

车钩中心距	22 016 mm
机车落弓时最高点离轨面高度	(4 769 ± 30) mm
车体底架长度	20 800 mm
车体宽度	3 105 mm
车钩中心线离轨面高度	(880 ± 10) mm
两受电弓滑板中心距	15 000 mm

动轮直径(新)	1 250 mm
(半磨耗)	1 200 mm
转向架固定轴距	2 880 mm
转向架中心距	7 100 mm × 2
轨距	1 435 mm
传动方式	单边、直齿(刚性)
传动比	68/23 = 2.957
主风缸容量	1.2 m ³
砂箱总容量	0.7 m ³

第二节 韶山_{7C}型电力机车特性控制

韶山_{7C}型电力机车采用由电子柜按机车预先设定的特性,控制着机车运行,实现特性控制。机车特性预先设定的基本条件是:接触网网压 25 kV、机车动轮直径 1 200 mm(半磨耗)、牵引电动机由晶闸管调压供电,即电动机电压由整流电压确定。由于韶山_{7C}型电力机车采用复励牵引电动机,串励磁势占电动机磁势 1/3,他励磁势占 2/3。因此在机车运行时,会以某种预先设定的规律不断地限制、改变电动机的电枢电流 I_a 和他励电流 I_t 。

一、特性控制方式

机车特性按机车应用范围的外包络限制曲线及恒流、准恒速控制特性两种方式控制。

外包线是指机车应用范围的最大值保护特性曲线,由电子特性控制插件预先设定的,它与司机控制手柄级位 N 无关。

1. 当机车特性按外包络特性线控制时,它可分为三段,第一段为机车起动阶段(如图 1—1 中的 AB 段),也称为黏着限制线,起点 A 是 $v = 0$,电动机最大电流受最大牵引力限制定为 1 320 A;机车发挥最大牵引力,即机车静止起动牵引力。 B 点是机车牵引额定功率的第一点(76 km/h, 905 V, 945 A), AB 之间是一条直线段。第二段为机车恒功率运行限制段,从额定功率的第一点 B ,到额定功率的第二点 C (90 km/h, 1 030 V, 830 A), BC 是第一恒功段,是机车速度从 76 km/h 提高到 90 km/h 的过程,同时电动机电压从 905 V 不断地提高到 1 030 V、电动机电流从 945 A 减少到 830 A,维持电动机电压与电动机电流的乘积为一个常数,即近似双曲线; CD 是第二恒功段,是保持电动机电枢电压 1 030 V、电枢电流 830 A 恒定,随着机车速度提高进行磁场削弱控制。第三段是维持最深磁场削弱的自然特性($\beta_{\min} = 0.42$),如图 1—1 中的 DE 段。

必须说明一下复励牵引电动机的他励和串励的控制比例关系:由于电动机磁通 Φ 是电枢电流磁势 $I_a W_a$ 和他励电流磁势 $I_t W_t$ 两个部分形成的,在电动机满磁场运行时,按 $I_t/I_a = 0.227$ 的固定比例控制,也就是说,此时相当于等效为串励牵引电动机运行特性,即上述的 AB 、 BC 段;而在磁场削弱段 CD 段,是将 I_t/I_a 的比值从 0.227 平滑地变化(减小)来实现的,在 D 点,到了最深磁场削弱点($I_t = 50$ A, $I_a = 830$ A, $v = 125$ km/h),图 1—1 中的 DE 段就是维持最深磁场削弱的自然特性。

由于复励牵引电动机启动的需要,必须在启动前首先给他励电流 $I_t = 32$ A 的预励磁,然后

他励电流按 $I_t/I_a = 0.227$ 固定比例跟随变化,满磁场运行时, I_t 和 I_a 的关系如图 1—2 所示。

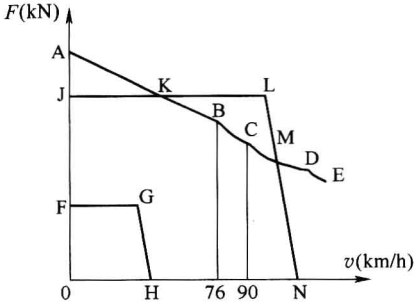


图 1—1 机车特性示意曲线

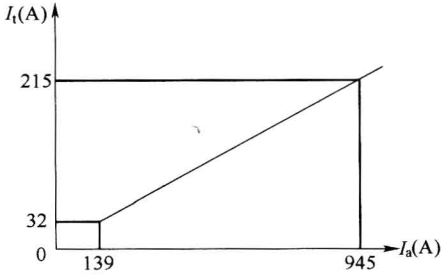


图 1—2 他励电流与电枢电流关系

2. 当机车特性按恒流、准恒速控制特性运行时,电动机电枢电流 I_a 是通过司机调速手柄级位 N 、机车速度 v 按式(1—1)的特性函数关系实现控制的。式(1—1)函数表示了恒流、准恒速控制特性的关系。

$$I_a \begin{cases} 120\ N \\ 840N - 84v\ (A) \\ 1\ 320 \end{cases} \tag{1—1}$$

式中 I_a ——电枢电流(取最小值);
 N ——调速手柄级位 1 ~ 14 级;
 v ——机车速度 km/h。

(1)当司机调速手柄置低级位,机车运行特性线全部在各种限制线以内,如图 1—1 的 FGH 线。机车以恒流起动、准恒速运行。例如调速手柄置 5 级 ($N = 5$) 起动,则式(1—1)的函数控制如下:

$$I_a \begin{cases} 120 \times 5 = 600 \\ 840 \times 5 - 84v = 4\ 200 - 84v\ (A) \\ 1\ 320 \end{cases} \tag{1—2}$$

当 $v = 0$ 时,式(1—2)最小值为 600 A,这表明司机调速手柄置 5 级位,机车将以 600 A 电流起动。当机车速度升到 42.8 km/h 时,即式(1—2)第一、二项均为最小值为 600 A,这表明机车将进入准恒速区。机车速度再增加,式(1—2)第二项的 I_a 值在逐渐减小到 0,达到准恒速结束点,即 50 km/h。这就是说调速手柄置在几级位,机车准恒速最大值为 10 倍的级位数。

(2)司机调速手柄置较高级位时,机车运行特性线有部分超出各种限制线,如图 1—1 的 JLN 线。此时特性控制线应该是:首先机车以该级位对应的电流恒流起动,如图 1—1 的 JL 线。当机车速度增大到与机车外包线交点(如图 1—1 的 K 点)时,机车将以外包线运行,当达到第二个交点 M 点时,机车再沿着本级位准恒速线 MN 运行。

二、特性控制下的磁场削弱系数

由于韶山_{7C}型电力机车采用复励牵引电动机,当机车按特性运行时,电动机的串励磁势、他励磁势在不断地变化,而且电动机的串励绕组在电路中又并联了固定磁场分路电阻(磁场分路系数 0.87)。机车磁场削弱系数计算:

1. 牵引电动机满磁场时(机车在额定点,76 km/h)磁场削弱系数

$$\beta_{\max} = \frac{0.87I_a W_s + I_t W_t}{I_a W_s + I_t W_t} = \frac{0.87 \times 945 \times 4 + 215 \times 32}{945 \times 4 + 215 \times 32} = 0.95 \quad (1-3)$$

2. 牵引电动机磁场削弱最深时(机车在恒功区末端,125 km/h)磁场削弱系数

$$\beta_{\min} = \frac{0.87I_a W_s + I_t W_t}{I_a W_s + I_t W_t} = \frac{0.87 \times 830 \times 4 + 50 \times 32}{945 \times 4 + 215 \times 32} = 0.42 \quad (1-4)$$

三、在机车特性计算中采用的机车与牵引电动机主要参数(表 1—1)

表 1—1 机车与牵引电动机主要参数

符号	名 称	参 数
D	机车动轮直径(半磨耗)	1 200 mm
i	机车齿轮传动比	68/23 = 2.956 5
η_z	机车齿轮传动效率	0.975
U_n	电动机额定电压	905 V
I_n	电动机额定电流	945 A
$U_{\max}$	电动机最高恒功电压	1 030 V
$I_{\min}$	电动机最小恒功电流	830 A
P	电动机极对数	3
a	电动机电枢绕组并联支路数	3
N	电动机绕组总有效导体数	744
$\sum r$	电动机总串联电阻	0.021 11 Ω
W_s	串励绕组匝数	4
W_t	他励绕组匝数	32
η_D	电动机额定效率	0.94
R_w	稳定电阻(20 $^{\circ}\text{C}$)	0.356 Ω

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

机车速度特性的基本条件是:接触网电压 25 kV、机车动轮直径 1 200 mm(半磨耗)、牵引电动机由晶闸管调压供电。

机车速度特性是在一定电压下,机车速度 v (km/h) 与牵引电动机电枢电流 I_a (A) 之间的关系即 $v = f(I_a)$ 。机车速度特性中 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 单位用 A(安)表示。

1. 按恒流、准恒速控制下的各级位机车速度特性

假设不考虑各种限制时,以恒流、准恒速特性运行的机车速度特性,按式(1—1)函数控制。韶山_{7C}型电力机车司机调速手柄有 14 级(实际上是无级的,为了方便观察,人为地将司机调速手柄分成 14 级),各级恒流值按式(1—1)第一项计算 120 N。准恒速按第二项计算,当 $840 N - 84 v = 120 N$ 时,所计算的 $v(\text{km/h})$ 值,便是机车在本级位下,将进入准恒速运行的速度值,即本级位准恒速初值。当第二项式 $840 N - 84 v = 0$ 时,所计算的 $v(\text{km/h})$ 值就是本级位的准恒速终值。例如司机调速手柄在 8 级 $N = 8$,则本级恒流值: $120 \times 8 = 960(\text{A})$;本级位准恒速初值按: $840 \times 8 - 84 v = 120 \times 8$ 计算,得 $v = 68.6(\text{km/h})$;本级位准恒速终值按: $840 \times 8 - 84 v = 0$ 计算,得 $v = 80(\text{km/h})$ 。机车各级位的恒流、准恒速特性线,是由一组相互平行的直线组成。见图 1—3 所示。各级位恒流、准恒速值见表 1—2。

表 1—2 各级位恒流、准恒速值

级位	恒流值(A)	准恒速初值(km/h)	准恒速终值(km/h)
1	120	8.6	10
2	240	17.1	20
3	360	25.7	30
4	480	34.2	40
5	600	42.8	50
6	720	51.4	60
7	840	60.0	70
8	960	68.6	80
9	1 080	77.1	90
10	1 200	85.7	100
11	1 320	94.3	110
12	1 440	103.0	120
13	1 560	111.0	130
14	1 680	120.0	140

如前所述,机车速度特性在 8 级以下时是可行的。8 级以上将受到机车黏着、机车功率等限制。各级恒流范围不可能达到计算的准恒速初值速度。

2. 手柄在高级位下的机车速度特性

如前所示,司机手柄在 8 级以上,受到外包保护值的限制,如图 1—3 中粗实线所示。这样,恒流、准恒速特性线将与外包线的限制线相交并且按小者控制运行,因此,韶山_{7C}型电力机车手柄在 8 级以上时,实际上各级恒流值、恒流速度终值、准恒速初值、准恒速终值就发生变化,见表 1—3。由表可见,各个级位的速度变化范围仍然控制在 10 km/h 内。

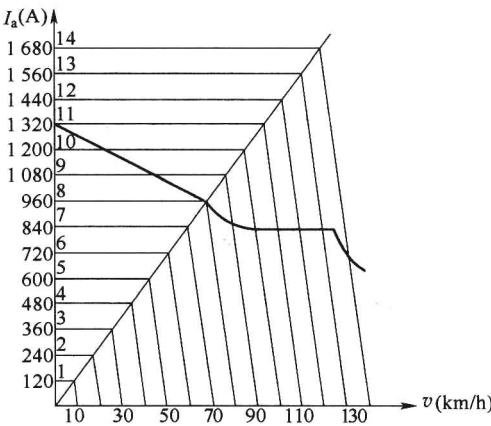


图 1—3 各级位恒流、准恒速特性线

表 1—3 8 级以上各级恒流值、恒流速度终值、准恒速初值

级位	恒流值 (A)	恒流速度终值 (km/h)	准恒速初值 (km/h)	准恒速终值 (km/h)
8	960	68	70	80
9	1 080	46	80	90
10	1 200	22	90	100
11	1 320	0	100	110
12			110	120
13			120	130
14			135	140

司机手柄在高级位下的机车速度特性控制线,各速度下电枢电流值 I_a (A)、他励电流值 I_t (A)见表 1—4 所示。机车速度特性曲线见图 1—3 粗实线所示。

表 1—4 机车速度特性

速度 v (km/h)	0	10	20	30	40	50	60	76
电枢电流 I_a (A)	1 320	1 275	1 225	1 175	1 125	1 075	1 025	945
他励电流 I_t (A)	300	289	278	267	255	244	233	215
速度 v (km/h)	84	86.5	90	100	110	120	125	130
电枢电流 I_a (A)	860	855	830					725
他励电流 I_t (A)	195	194	188	105	84	56	50	

二、机车牵引力特性

机车牵引力特性是指在一定电压、轮对半磨损下的机车牵引力 F (kN) 与牵引电动机电枢电流 I_a (A) 之间的关系,即 $F=f(I_a)$ 。必须指出通常是指是在串励电动机下,因为磁通 Φ 只与 I_a 有直接关系,而实际上机车牵引力与 I_a 和 Φ 的乘积成比例变化,如式(1—5)所示。

$$F \propto C_m I_a \Phi \tag{1-5}$$

复励电动机的磁通 Φ 受 I_a 、 I_t 共同影响的,因此严格意义上讲,复励电动机机车牵引力特性应该用(1—6)函数式表示。

$$F = f(I_a, I_t) \tag{1-6}$$

当机车获得牵引力后(在机车黏着限制范围内),机车速度不断的提高,机车牵引力随着下降,机车的功率在增大。当达到机车的额定功率后,机车的功率维持恒定。要再提高机车速度,只有削弱磁场,减小磁通 Φ 。这时机车牵引力再随着下降。因此韶山_{7C}型电力机车牵引力特性应做如下描述:

①当机车发挥的功率小于机车额定功率时,磁化曲线在直线范围内,机车牵引力 F 与牵引电动机电枢电流 I_a 成正比,机车牵引力特性线为直线(如图 1—4 的 AB 段)。

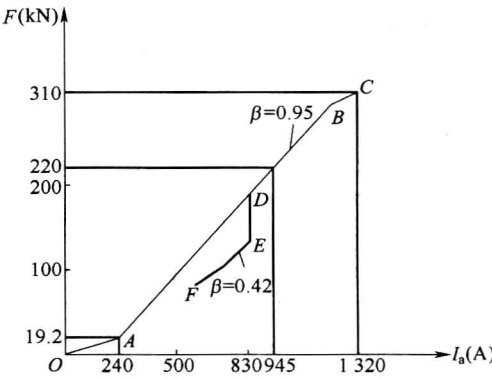


图 1—4 韶山_{7C}型电力机车牵引力特性

②当机车发挥的功率小于机车额定功率时,如电枢电流 I_a 过小或过大时,(磁化曲线不在直线范围内)造成牵引电动机磁路变化,机车牵引力 F 与牵引电动机电枢电流 I_a 不成正比变化。如图 1—4 的 OA 、 BC 段。

③当机车发挥到额定功率时,牵引电动机电枢电流 I_a 将维持 830 A,在进行削弱磁场情况下(减小他励电流),机车牵引力随着下降。如图 1—4 的 DE 段。

④当机车磁场削弱到规定值($I_t = 50\text{ A}$, $\beta_{\min} = 0.42$)后,不再进行削弱磁场,机车牵引力 F 随牵引电动机电枢电流 I_a 下降而降低,机车牵引力特性线如图 1—4 的 EF 段。

牵引电动机产生的转矩 $M(\text{N} \cdot \text{m})$ 传递到动轮上,轮对与钢轨间产生轮周牵引力 F_k ,考虑齿轮传动装置效率 η_z 及电动机效率 η_D 机车一个轮对的牵引力用式(1—7)表示:

$$F_k = \frac{2i}{D} \eta_z \eta_D M(\text{N}) \tag{1-7}$$

式中 i 为传动比。
牵引电动机转矩为:

$$M = C_m I_a \Phi \tag{1-8}$$

式中 $C_m = \frac{pN}{2\pi \cdot a}$

每台电动机牵引力为:

$$F_k = \frac{2i}{D} \frac{pN}{2\pi \cdot a} \eta_z \eta_D I_a \Phi \quad (\text{N}) \tag{1-9}$$

韶山_{7C}型电力机车由 6 台牵引电动机并联供电,根据牵引电动机的转矩可计算出机车牵引力,但是由于牵引电动机在不同工况下的效率及电枢反应引起的磁通变化不同,牵引电动机的转矩特性也不同,因此按式(1—10)计算出的机车牵引力与实际值有些误差。

$$F = 6 \eta_D \eta_z \frac{Ni}{\pi \cdot D} \Phi I_a \quad (\text{N}) \tag{1-10}$$

1. 各级位下机车牵引力特性数值如表 1—5。

表 1—5 各级位机车牵引力特性数值(参考值)

N 级位	1	2	3	4	5	6
$I_a(\text{A})$	120	240	360	480	600	720
$F(\text{kN})$	8	19	54	88	123	157
N 级位	7	8	9	10	11 及以上	
$I_a(\text{A})$	840	960	1 080	1 200	1 320	
$F(\text{kN})$	190	224	260	296	310	

2. 机车外包线牵引力特性数值如表 1—6。

表 1—6 机车外包线牵引力特性数值(参考值)

$I_a(\text{A})$	1320	945	830			570
$F(\text{kN})$	310	220	185	138	133	82

三、机车牵引特性

机车牵引特性是描述机车轮周牵引力 F 与机车速度 v 之间关系的特性线 $F = f(v)$ 。机车