

8K 型 电 力 机 车

郑树选 主编

中 国 铁 道 出 版 社

1994年·北京

前 言

8K 型电力机车是目前在我国铁路上使用的电力机车中,技术比较先进、构造比较复杂且具有一些特点的机型。为了使机车运用与检修的有关人员,对该机车有较系统的了解,以便不断地提高机车的运用和检修工作水平,铁道部机务局组织株洲电力机车工厂、株洲电力机车研究所及丰台西电力机务段的工程技术人员,编撰了《8K 型电力机车》一书。

本书着重介绍该机车的电气线路和电机、电器、电子器件、机械、制动、车体、转向架等部件的构造和工作原理,省略了设计计算部分,对制造工艺仅重点地加以简要说明。由于资料不全,对该机车的某些部件没有介绍,如:低压电器、两台微机控制机车的微机等,这是本书的不足之处。

本书由铁道部机务局郑树选主编,各章的编写人员如下:

第一章	郑树选
第二章	李春阳
第三章	李中浩
第四章	李中浩、邓秋生、丁燕
第五章	陆亚兴
第六章	陈春阳
第七章	刘忠修
第八章	万 广
第九章	常家华
第十章	许荣华
第十一章	周志兴、高道行
第十二章	陈运雄、信深沛、张超、徐宗祥、缪根春
第十三章	冯双洲、张书利
第十四章	郑树选、彭奇彪
第十五章	朱柏林
第十六章	葛文革

本书的编写工作曾得到株洲电力机车工厂的刘友梅总工程师和陈步秋副厂长的大力支持。全书由于自新同志进行了整理、汇总。丰台西电力机务段的孟宪臣、冯双洲同志为本书提供了资料与图纸,在此对他们致以衷心地感谢。

由于编者的水平有限,书中错误与不足之处,欢迎读者给予指正。

编 者

1994 年 4 月

(京) 新登字 063 号

内 容 简 介

本书共 16 章, 在对机车的全面介绍中, 突出了 8K 型机车与其它型机车的不同部分, 特别对辅助电源变流装置、控制电路的无触点部分、功率因数补偿装置、防空转防滑行系统、PBL 型电—空制动系统等进行了较为详细的阐述。

8K 型 电 力 机 车

郑树选 主编

*

中国铁道出版社出版发行
(北京市东单三条 14 号)

责任编辑 张贵珍 于自新(特邀) 封面设计 赵敬宇
北京市燕山联营印刷厂印

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 31.25 插页: 20 字数: 790 千
1994 年 8 月 第 1 版 第 1 次印刷
印数: 1—5500 册

ISBN 7-113-01670-7/U · 501 定价: 20.90 元

目 录

第一章 概 述

第一节	8K 型电力机车主要技术参数及性能	(1)
第二节	8K 型电力机车的主要特点	(5)
第三节	评价与存在问题	(16)

第二章 主 电 路

第一节	主电路的构成与原理	(18)
第二节	主电路保护	(33)
第三节	主变流器和 AFP 静止开关	(37)

第三章 辅助电路

第一节	辅助电路的组成	(42)
第二节	辅助电路的控制	(48)

第四章 辅助电源变流装置

第一节	变流装置简介及主电路参数选择	(55)
第二节	变流装置的控制电路	(67)
第三节	GTO 的控制电路	(81)
第四节	变流装置试验	(92)

第五章 控制电路（有触点部分）

第一节	控制电源	(96)
第二节	高压隔离开关和受电弓控制电路	(96)
第三节	主断路器控制电路	(102)
第四节	机车运行工况控制电路	(107)
第五节	线路接触器控制电路	(112)
第六节	保护控制电路	(116)
第七节	信号控制电路	(128)
第八节	照明控制电路	(132)

第六章 控制电路（无触点部分）

第一节	电子控制系统的构成	(134)
第二节	插件板原理说明	(140)

第七章 功率因数补偿装置

第一节 提高功率因数和抑制谐波电流的原理..... (195)

第二节 功率因数补偿滤波器(AFP) (196)

第三节 AFP 控制系统 (201)

第八章 防空转、防滑行系统

第一节 防空转、防滑行系统的特点..... (208)

第二节 防空转、防滑行系统校正特性方框图..... (210)

第三节 防空转、防滑行系统电路原理..... (213)

第四节 转速传感器..... (225)

第九章 蓄电池柜

第一节 蓄电池柜的构成..... (227)

第二节 蓄电池充电机..... (229)

第三节 DA/DA 直流电压变换器 (236)

第十章 主变压器和电抗器

第一节 主变压器..... (240)

第二节 平波电抗器..... (250)

第三节 150Hz 及 250Hz 滤波电抗器 (251)

第四节 组 件..... (254)

第五节 变压器油..... (259)

第十一章 牵引电动机及辅助机组

第一节 TAO649D 型牵引电动机的特点及技术参数 (261)

第二节 牵引电动机的结构及工艺特点..... (264)

第三节 牵引电动机的试验及分析..... (272)

第四节 辅助机组..... (276)

第十二章 高压电器

第一节 单臂受电弓..... (289)

第二节 主断路器..... (294)

第三节 高压隔离开关..... (303)

第四节 高压接地闸刀..... (306)

第五节 高压连接器..... (309)

第六节 反向器和牵引—制动转换开关..... (310)

第七节 电空接触器..... (318)

第十三章	电—空制动系统	
第一节	概 述	(321)
第二节	PBL ₂ 型电—空制动系统各主要部件的作用、构造及工作原理	(324)
第三节	PBL ₂ 型电—空制动系统的综合作用	(365)
第四节	PBL ₂ 型电—空制动系统的故障处理	(392)
第五节	PBL ₂ 型电—空制动系统试验检查程序	(394)
第六节	空气压缩机	(395)
第十四章	设备布置及中央电器柜	
第一节	机车的色调及设备布置特点	(401)
第二节	中央电器柜	(404)
第三节	附属装置	(410)
第十五章	转 向 架	
第一节	转向架结构及总参数	(417)
第二节	转向架构架	(419)
第三节	悬挂装置	(421)
第四节	轴箱和轮对	(427)
第五节	传动装置	(431)
第六节	牵引装置	(436)
第七节	制动装置	(437)
第八节	轴重转移	(442)
第十六章	车 体	
第一节	车体结构	(445)
第二节	车体通风	(456)
附 录		
附表 1	8K 型电力机车主要设备一览表	(460)
附表 2	8K 型电力机车电子电路主要图形符号一览表	(483)
附表 3	8K 型电力机车电路图形符号对照表	(489)
附 图		
附图一	主电路图 ALS TRK 9680101	
附图二	辅助电路图 ALS TRK 9680124.f1	
附图三	辅助电路图 ALS TRK 9680124.f2	
附图四	控制电路图 ALS TRK 9680125.f1	
附图五	控制电路图 ALS TRK 9680125.f2	
附图六	控制电路图 ALS TRK 9680125.f3	

附图七 控制电路图 ALS TRK 9680125.f4
附图八 控制电路图 ALS TRK 9680125.f5
附图九 控制电路图 ALS TRK 9680125.f6
附图十 控制电路图 ALS TRK 9680125.f7
附图十一 控制电路图 ALS TRK 9680125.f8
附图十二 控制电路图 ALS TRK 9680125.f9
附图十三 控制电路图 ALS TRK 9680125.f10
附图十四 控制电路图 ALS TRK 9680125.f11
附图十五 控制电路图 ALS TRK 9680125.f12
附图十六 1[#]转向架电源插件板原理图 (1.1)
附图十七 1[#]转向架二进制输入、输出插件板原理图 (2.1)
附图十八 1[#]转向架二进制输入、输出插件板原理图 (2.2)
附图十九 1[#]转向架 I_s 给定插件板原理图 (3.1)
附图二十 1[#]转向架 I_s 传输插件板原理图 (3.2)
附图二十一 转向架 I_s 给定插件板原理图 (3.3)
附图二十二 空转保护插件板原理图 (4.1)
附图二十三 1[#]转向架控制插件板原理图 (5.1)
附图二十四 1[#]转向架触发单元插件板原理图 (6.1)
附图二十五 1[#]转向架触发功放插件板原理图 (6.2)
附图二十六 1[#]转向架 AFP 控制插件板原理图 (7.1)
附图二十七 附加电路插件板原理图 (7.2)
附图二十八 附加电路插件板原理图 (7.3)
附图二十九 保护逻辑插件板原理图 (8.1)
附图三十 保护逻辑插件板原理图 (8.2)
附图三十一 GG+WR1 控制+检测插件板原理图 (9.1)
附图三十二 GG 控制插件板原理图 (9.2)
附图三十三 GG 触发单元插件板原理图 (9.3)
附图三十四 WR1 控制+脉冲发生器插件板原理图 (9.4)
附图三十五 WR2 控制+检测插件板原理图 (9.5)
附图三十六 WR2 控制+脉冲发生器插件板原理图 (9.6)
附图三十七 PBL₂ 型电一空制动系统 ALS TRK 96801361/2

第一章 概 述

1984 年为解决晋煤外运中铁路运输动力不足的问题，国家决定进口一批电力机车以解燃眉之急。铁道部通过中国机械进出口总公司向全世界有名的机车制造公司发出邀请，曾有 7 个国家的 9 家厂商应邀送来技术资料和报价，当时确定购买机车的原则条件是：“技术要先进，价格要便宜，交货期要快，售后服务要好”。经与这些厂商多次洽谈和反复比选，最后选定由法国阿尔斯通公司牵头的欧洲 50 赫兹集团推荐的 8 轴交—直流传动大功率电力机车，铁道部命名为 8K 型电力机车，其外观如图 1-1。欧洲 50 赫兹集团是由西欧几家大电气公司组成的联合生产贸易集团。1985 年时，该集团包括有法国的阿尔斯通（ALSTHOM）公司（现已与英国通用电气公司合并，改名为 GEC ALSTHOM 公司）、M. T. E 公司（1986 年并入阿尔斯通公司）、德国的西门子（SIEMENS）公司、AEG 公司，瑞士的 BBC 公司（现已与瑞典的 ASEA 公司合并，改名为 ABB 公司），比利时的沙城电气（ACEC）公司等 4 国 6 家公司。合同总数为 150 台机车，其设计与制造由集团内部分工合作完成。第 149 与第 150 台由 50 赫兹集团与中国株洲电力机车工厂合作完成。

第一节 8K 型电力机车主要技术参数及性能

主要技术参数

电流制	单相工频交流
工作电压：	
额定电压	25kV
最高电压	29kV
最低电压	19kV
机车整备重量	184t
轴重	23t
轴式	2 (B ₀ - B ₀)
机车额定功率	6400kW
轮周牵引力：	
持续额定牵引力（轮箍半磨耗）	471kN
起动牵引力（新轮箍）	628kN
机车速度（轮箍半磨耗）：	
持续额定速度	13.3m/s (48km/h)
最高速度	27.8m/s (100km/h)
电气制动方式	再生制动
电气制动力：	
13.9m/s (50km/h) 时	382.5kN

0~4.17m/s (0~15km/h) 时	≤431.5kN
制动恒功速度范围	13.9~22.2m/s (50~80km/h)
调压方式	晶闸管相控
机车功率因数λ (在牵引及再生发挥 50%及以上额定功率时)	≤0.9
单节机车等效干扰电流 J_p (额定工况, 距牵引变电所 10km 处)	≥7A
原边电流中谐波含量 (额定工况, 距牵引变电所 10km 处):	
3 次谐波	≥3.4%
5 次谐波	≥2.6%
7 次谐波	≥2.6%
辅助电源	静止单一三相变流器
控制电源	直流 110V
机车总效率 (额定工况)	≤0.81
轴重电气补偿系数:	
启动时	±5.9%
持续工况时	±3.3%
车钩中心距	2×18114mm
车体长度	16746mm
车体宽度	3048mm
车体底架强度:	
两端静压力	2452kN
两端静拉力	1839kN
司机室前窗下部静压力	300kN
机车最高点距轨面高 (落弓状态)	4600mm
转向架固定轴距	2780mm
两转向架中心距	9694mm
全轴距	12474mm
轮径	1250mm
脱轨系数 (L/V) $R=300m$, $v=75km/h$ 时	≥0.6
有轮缘喷器, 轮缘每万公里平均磨耗	≥0.3mm
传动方式	单侧刚性直齿轮
传动比	73/18=4.056
基础制动装置	单侧 SAB 踏面制动器、高摩合成闸瓦、弹簧止轮器
空气制动	PBL ₂ 型电—空制动系统
空气压缩机能力	2×3m ³ /min
总风缸容积	2×1000L
砂箱容积	2×0.8m ³
司机室空调装置:	
外界气温+40℃时	28± $\frac{1}{3}$ ℃
外界气温-40℃时	≤18℃

第一批机车部件制成和第一台机车落成后, 部件在有关工厂、机车在法国国营铁路线上

(BELFORT--MULHOUSE 区段) 进行了型式试验, 试验结果证明所有技术指标, 均满足了以上技术参数要求。

机车的型式试验中, 各测量点的数据通过传感器以电子计算机采集、整理和计算, 具有较高的同步性和准确度。在牵引和再生制动工况测得的牵引电动机电流 I_M , 速度 v 和平均轮周牵引(制动)力 F_j 数值列于表 1-1 及表 1-2。以采集众多数据的平均值并折算到半磨损轮径 1200mm, 绘出牵引特性曲线及再生制动特性曲线如图 1-2 及图 1-3。

8K 型电力机车牵引力特性数值表 (轮径 1234mm) 表 1-1

速度 v (km/h)	0	2.5	9	17	20	25	28	32	39.5	42	45	49	60	71	82	92	100
电机电流 I_M (A)	1618	1572	1529	1468	1342	1355	1330	1327	1288	1204	1210	1200	1049	1000	1008	939	519
平均轮周牵引力 F_j (kN)	691	666	644	610	550	555	542	538	522	478	481	476	396	338	286	238	116

8K 型电力机车制动力特性数值表 (轮径 1234mm, 网压 25kV) 表 1-2

速度 v (km/h)	0	1	10	20	30	40	50	60	70	80	92	102
电机电流 I_M (A)	1007	1000	1009	1008	1000	1000	1006	1000	1000	1000	1000	1000
平均轮周制动力 F_j (kN)	421	434	431	430	435	428	385	314	269	236	223	184

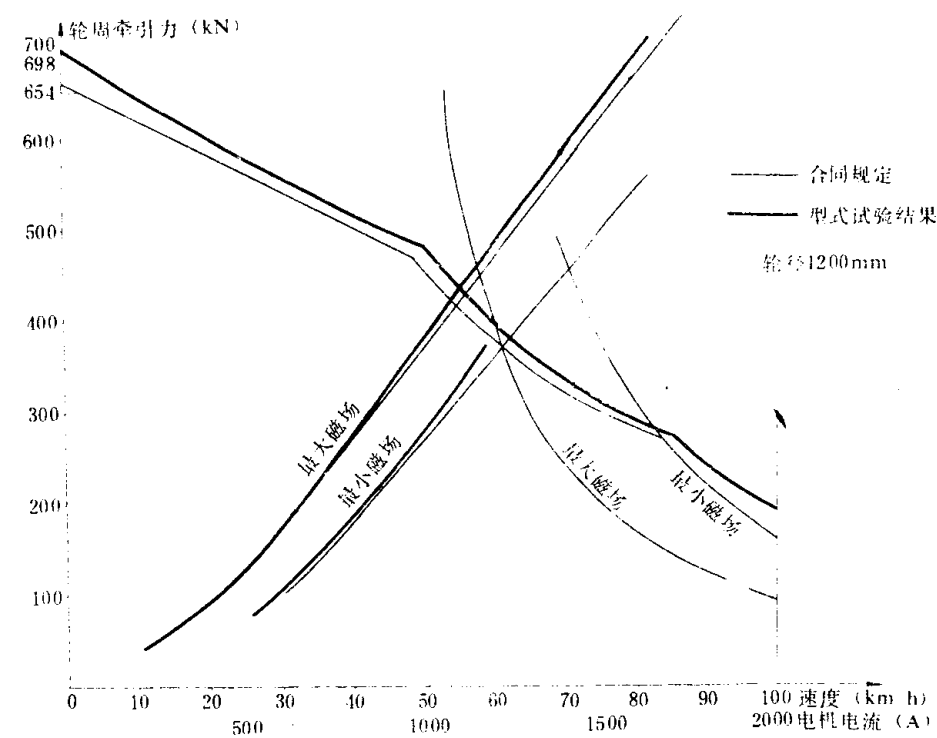


图 1-2 8K 型电力机车牵引特性曲线

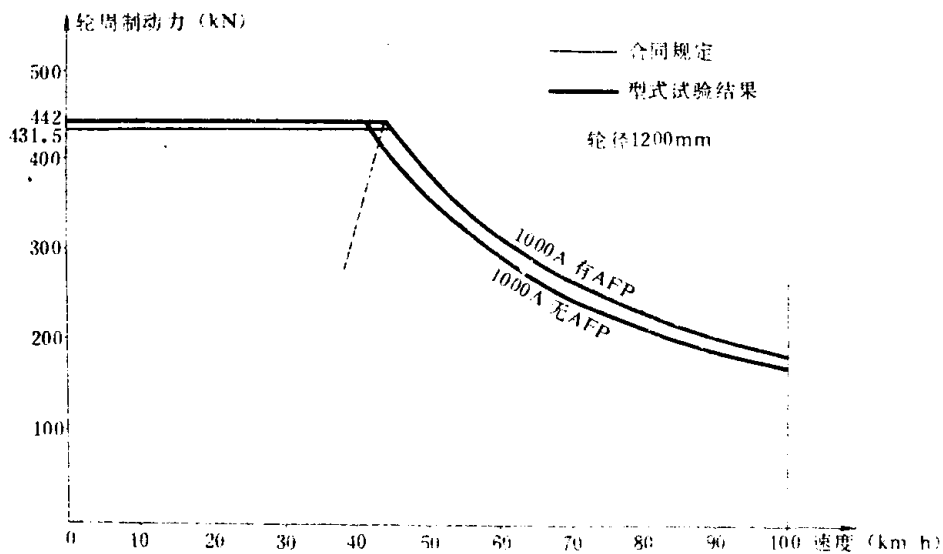


图 1-3 8K 型电力机车再生制动特性曲线

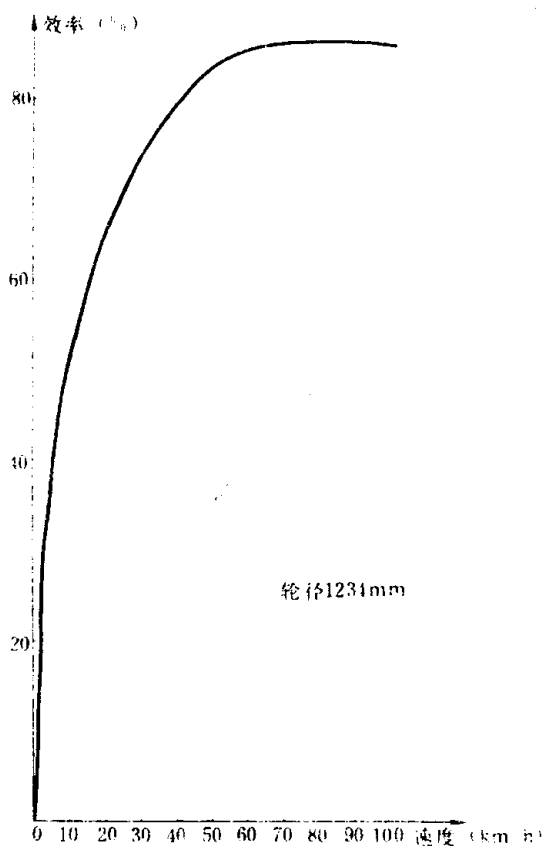


图 1-4 8K 型电力机车最大效率曲线

以计算机采集的轮周牵引力 F_j ，可计算出机车所做的机械功 P_j

$$P_j = \frac{F_j}{2} \cdot \frac{v}{3.6} \quad (\text{kN}) \quad (1-1)$$

式中 v ——速度 (km/h)。

P_j 与机车受电弓从电网吸收的功率 P_L 之比即得到机车效率 η_{PJ} (%)。8K 型电力机车的最大效率曲线如图 1-4。

机车在不同运行速度及发挥不同牵引力的情况下，其所呈现的效率亦不同，根据所采集的数据绘制出等效率曲线如图 1-5。

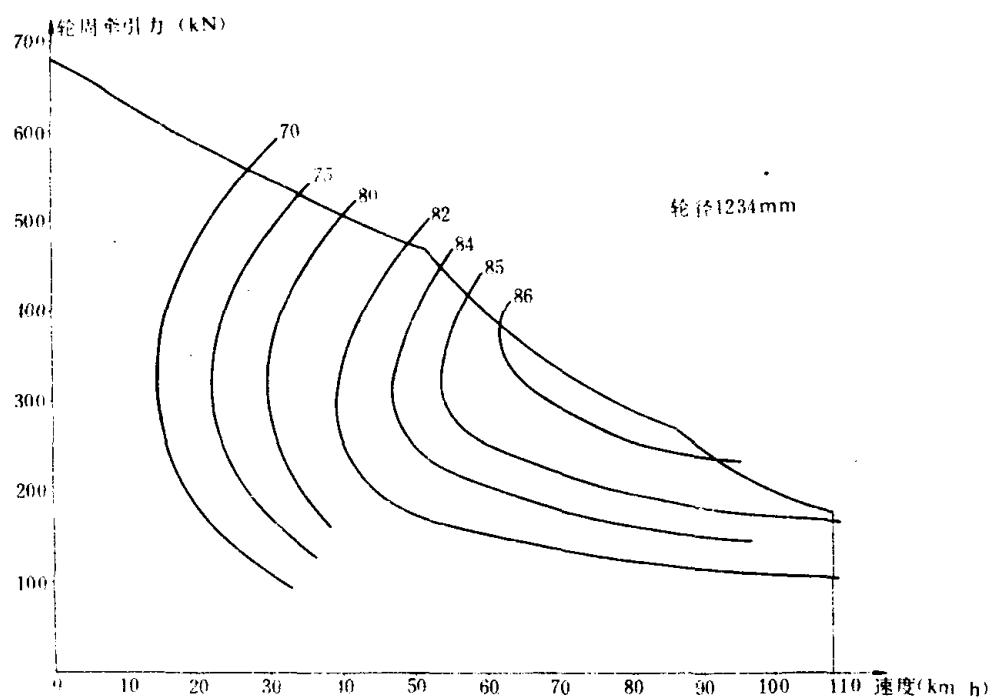


图 1-5 8K 型电力机车等效率曲线

第二节 8K 型电力机车的主要特点

8K 型电力机车的主要特点表现在：

8K 型电力车型式试验结果主要数据表

表 1-3

工 况	条 件	轮周牵引(制动)力 (kN)		速 度 (km/h)		功率因数 (%)		效 率 (%)		电流脉动系数 (%)	
		实测	合同	实测	合同	实测	合同	实测	合同	实测	合同规定
起 动	轮径 1234mm	682		0							
	轮径 1200mm	673	628	0	0						
持 续	轮径 1234mm 1200A 750V	475		49.4		95		82.6		<26.5	
	1015A 865V	386		61.7		97		85.6		<31.7	
	轮径 1200mm 1200A 750V	488	471	48	48	95	90	82.6	81	<26.5	24
	1015A 865V	397	376.8	60	60	97	90	85.6	83	<31.7	33
半功率	轮径 1200mm 1200A 375V	488	471	25	25	87	90	72.8			
	1015A 433V	397	376.8	30	30	86.5	90	79.3			
静 止 制 动 力	轮径 1234mm	430									
	轮径 1200mm	442	431.5								
恒 功 制 动 力	轮径 1234mm	385.8		49.7		98					
	轮径 1200mm	383.5	382.5	50	50	98					

1. 1 台机车由完全相同的两节机车组成。每节机车有两台完全相同的转向架。每节机车设 1 个司机室、1 台受电弓，可以单独操纵牵引列车。机车设有重联装置，可实现由 1 节（连挂在首端）机车，集中控制两节、3 节或 4 节机车作重联运行。

2. 机车牵引力大。在法国国铁线路上作型式试验测得的起动牵引力为 682kN，折合到新轮箍为 673kN，较合同规定大 7.2%；测得的持续牵引力当速度 49.4km/h 时为 475kN，折合轮箍半磨损速度 48km/h 时为 488kN，较合同规定大 3.6%。型式试验结果的主要数据见表 1-3。

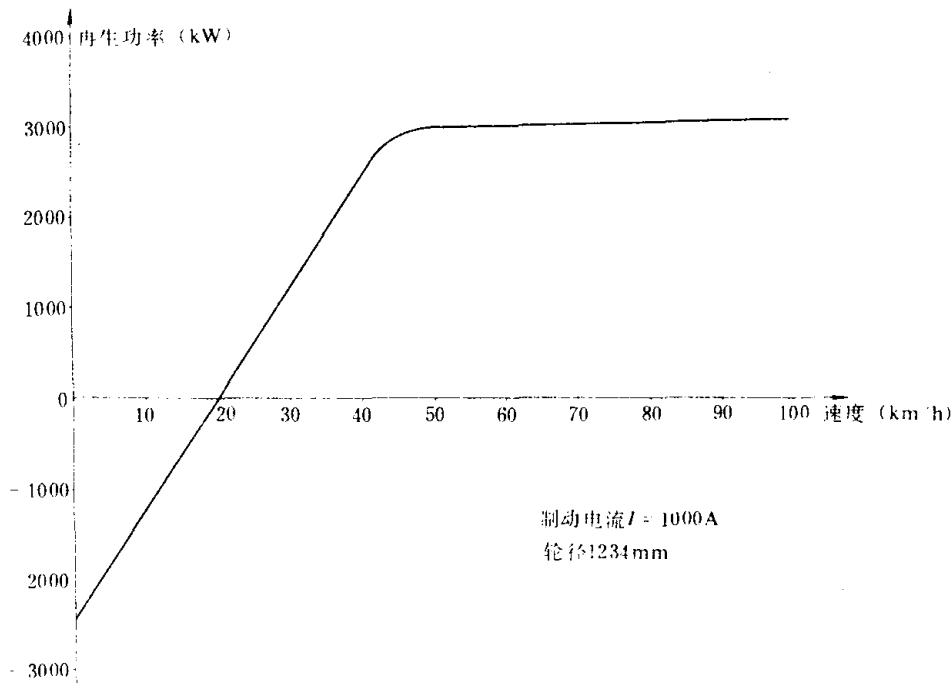


图 1-6 8K 型电力机车再生功率曲线

3. 机车的电气制动采用再生方式。在型式试验中测得，当速度为 50km/h 时制动力为 383.5kN；当速度在 0~43km/h 范围内能发挥最大恒制动力 442kN，可以利用再生制动直至使列车停止。在实际运用中，再生制动在长大坡道区段的作用十分明显，司机可以有效地控制列车速度，稳定地运行，既省电又避免因使闸不当造成列车“放扬”的危险，保证了运输安全。

机车的再生制动可将列车下坡时的机械能转换成电能反馈给电网，最大反馈功率达 3000kW。速度在 20km/h 以下时，变为从电网吸收电能的加馈制动，0km/h 时最大吸收功率为 2400kW。8K 型电力机车的再生功率曲线见图 1-6。

4. 主整流电路采用两段桥调压电路：一段为晶闸管桥也称全控桥；一段为晶闸管与二极管混合桥也称半控桥。采用大容量元件，晶闸管为 2200V/1700A，每节机车 24 只；二极管为 2200V/2500A，每节机车 8 只。用少量元件即可满足牵引与再生两种工况要求。

5. 机车装有强大的功率因数补偿装置 (AFP)，全部投入时达 3600kVar，勿论在牵引或再生工况，当机车发挥功率超过额定功率的一半时，机车功率因数可达 0.9 以上，在持续额定工况下可达 0.95 以上。8K 型电力机车的功率因数曲线如图 1-7。电力机车上功率因数补偿装置，与无功功率因数补偿装置，其功率因数的差别是明显的，图 1-8 绘出 8K 型电力机车再生时，有功功率因数补偿装置与无功功率因数补偿装置的两组功率因数曲线。

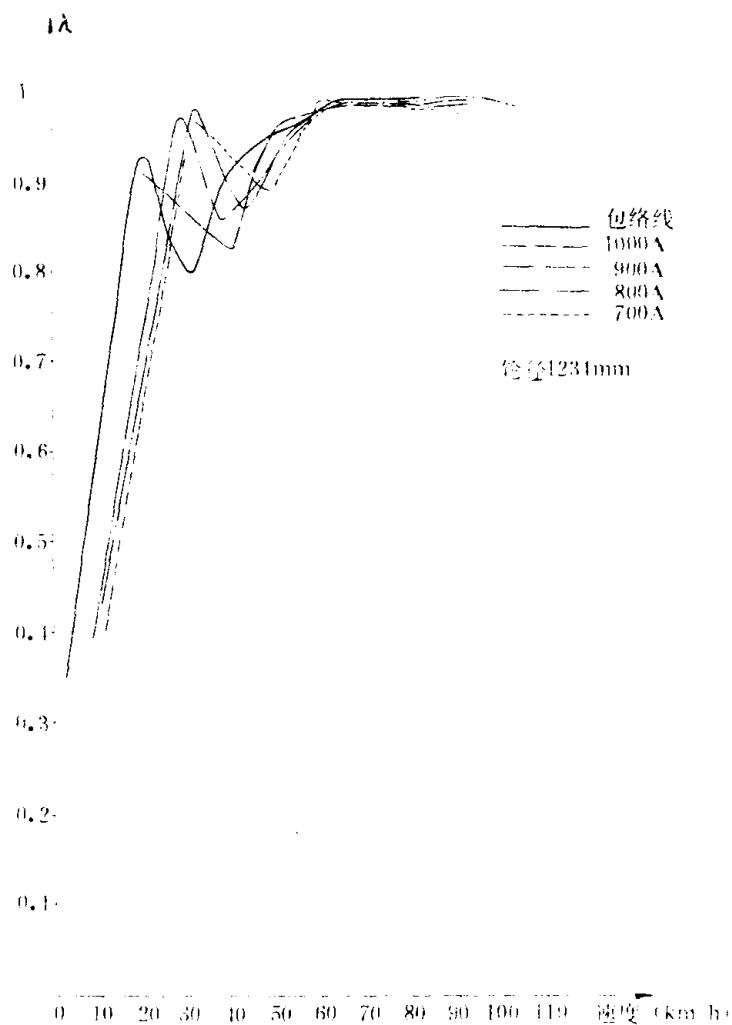


图 1-7 8K 型电力机车功率因数曲线

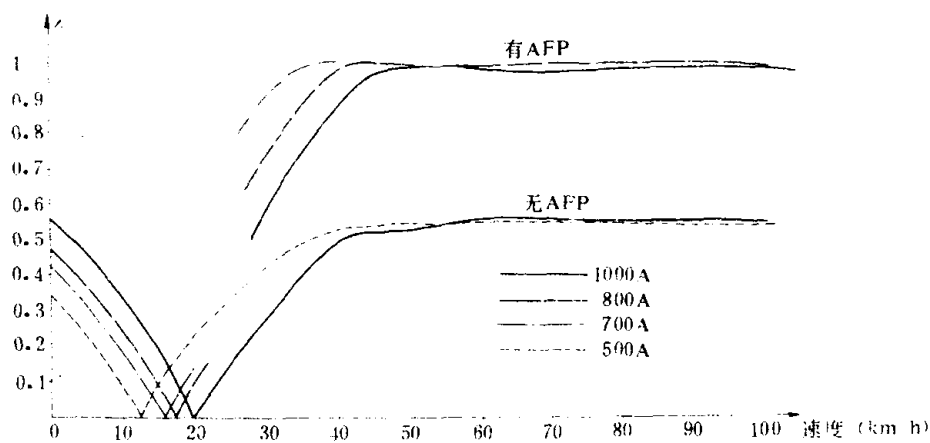


图 1-8 8K 型电力机车再生时功率因数曲线

8K 型电力机车的功率因数补偿装置也起到过滤高次谐波和抑制干扰电流的作用，表 1-4 ~ 表 1-7 中列出了在不同工况下，功率因数补偿装置在滤波和抑制干扰电流方面的作用情况。8K 型电力机车发挥最大功率时的原边基波电流曲线如图 1-9，其 3、5、7 次谐波含量曲线如

图 1-10、图 1-11、图 1-12。

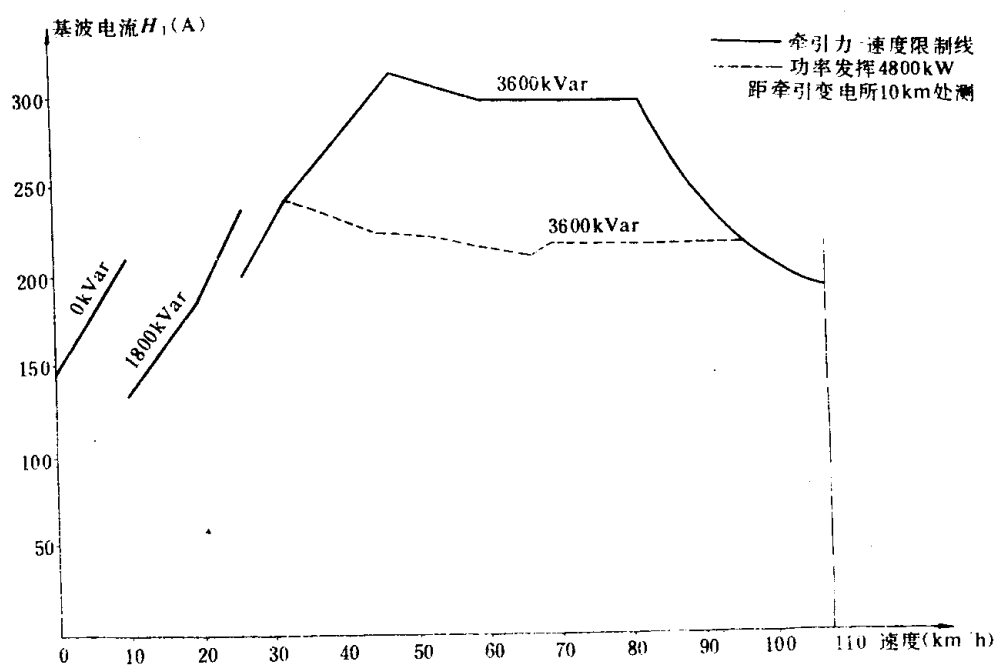


图 1-9 8K 型电力机车基波电流速度曲线

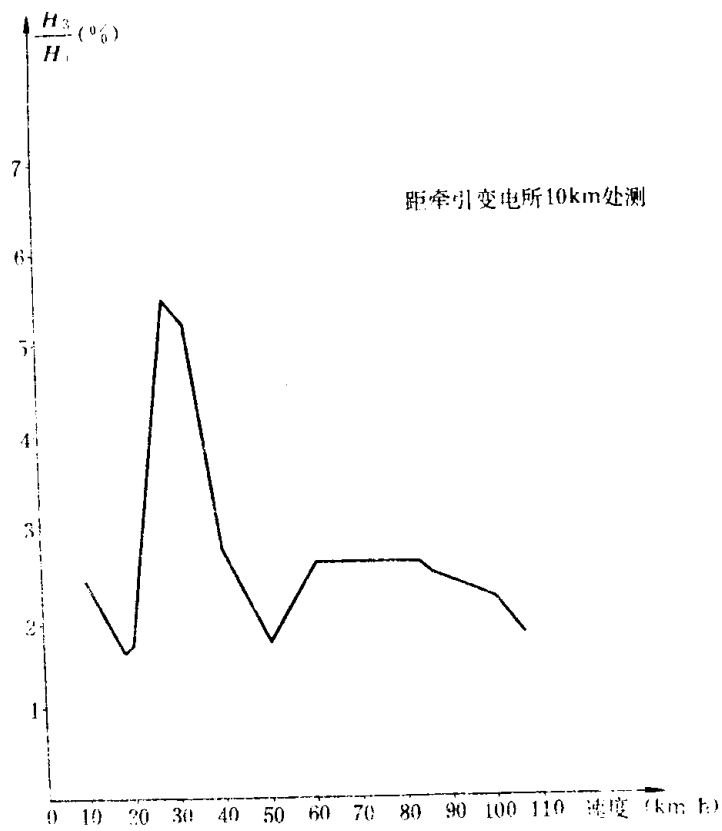


图 1-10 8K 型电力机车 3 次谐波含量曲线

8K 型电力机车原边谐波及等效干扰电流测试表

1. 牵 引 工 况

表 1-4

项 目	无 AFP			有 AFP						
	0	3	12	18	34	50	60	70	80	90
速度 (km/h)										
$I_{50}\text{Hz}$ (A)	4	60	80	65	120	150	150	146	146	140
$I_{150}\text{Hz}$ (A)	2	27.8	11.5	1.2	19.6	1.4	4.2	2.2	2.2	3.4
$I_{250}\text{Hz}$ (A)	0.4	1.5	14	0.6	0.6	1.7	1.2	1	1	1
$I_{350}\text{Hz}$ (A)	0.2	9.3	4.4	4	10	5	2.8	4.2	3.2	2.8
I_P (A)	0.4	7.2	7.2	4.5	7.8	3.8	3.4	4.6	4.6	4.2
I_M (A)	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1000	1000	1000	1000
$\frac{I_{150}\text{Hz}}{I_{50}\text{Hz}}$ (%)	50	46.3	14.3	1.8	16.3	0.9	2.8	1.5	1.5	2.4
$\frac{I_{250}\text{Hz}}{I_{50}\text{Hz}}$ (%)	10	2.5	17.5	0.9	0.5	1.1	0.8	0.6	0.6	0.7
$\frac{I_{350}\text{Hz}}{I_{50}\text{Hz}}$ (%)	5	15.5	5.5	6.1	8.3	3.3	1.8	2.8	2.1	2.0

注： $I_{50}\text{Hz}$ ——基波电流； $I_{150}\text{Hz}$ ——3 次谐波电流； $I_{250}\text{Hz}$ ——5 次谐波电流； $I_{350}\text{Hz}$ ——7 次谐波电流；
 I_P ——等效干扰电流； I_M ——牵引电动机电流。

2. 牵引工况，有列车交会时 AFP 投入

表 1-5

速度 (km/h)	22.7	32.2	40	50.2	60	70	80	90	100
I_{50} (A)	78	120	118	152	151	147	146	141	123
I_{150} (A)	6.6	17.7	7	8	5.4	5	4.8	5.4	4.6
I_{250} (A)	1	1	2	1.6	1.6	0.8	0.8	1.4	0.4
I_{350} (A)	3.4	8.6	4	4.4	2.4	2.8	2.8	2.4	2.6
I_P (A)	3.2	7.8	4.4	4	3.6	4.4	4.4	4.4	3.8
I_M (A)	1100	1100	1100	1100	1000	1000	1000	1000	900
$\frac{I_{150}}{I_{50}}$ (%)	8.4	14.7	5.9	5.2	3.5	3.4	3.2	3.8	3.7
$\frac{I_{250}}{I_{50}}$ (%)	1.2	0.8	1.6	1.0	1.0	0.5	0.5	0.9	0.3
$\frac{I_{350}}{I_{50}}$ (%)	4.3	7.1	3.3	2.8	1.5	1.9	1.9	1.7	2.1

3. 再生工况，无 AFP

表 1-6

速度 (km/h)	100	90	80	70	60	50	30	20	15	10	5	0
I_{50} (A)	70	82	82	82	82	82	81	69	55	66	75	83
I_{150} (A)	17.6	21.2	21.6	21.6	21.6	21.6	11.8	11.6	23.2	26.6	21.6	3.8
I_{250} (A)	8.8	11	11	11.4	10.4	10.0	3.4	11.6	3.4	4	11.6	12.2
I_{350} (A)	5	6.2	6.2	6.2	6.2	5.4	5	0.8	8	8.6	4	7.8
I_P (A)	5.6	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	7.8	8.2	8	6.8	6.6	7
I_M (A)	900	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
$\frac{I_{150}}{I_{50}}$ (%)	25.1	25.8	26.3	26.3	26.3	26.3	14.5	16.8	42.1	40.3	28.8	5
$\frac{I_{250}}{I_{50}}$ (%)	12.5	13.4	13.4	13.9	12.6	12.7	4.1	16.8	6.1	6.0	15.4	15
$\frac{I_{350}}{I_{50}}$ (%)	7.1	7.5	7.5	7.5	7.5	6.5	6.1	1.1	14.5	13.0	5.3	9

4. 再生工况，AFP 投入

表 1-7

速度 (km/h)	100	90	80	70	60	48	40	30	34.5	34	34	34	34
I_{50} (A)	60	62	60	60	59	59	57	60.5	44.5	38.5	34.5	31	27.5
I_{150} (A)	10.4	12.4	6.2	8.6	12	6.8	9.4	6.8	8.8	7.7	10.8	6.8	7
I_{250} (A)	2	3.4	1.6	1.6	3.5	2	2.3	2.5	2.4	1.6	2.5	2	1.8
I_{350} (A)	4.8	4.5	4.2	8.6	4.3	4.4	1.5	3.5	3.3	2	1.2	1.2	1.2
I_P (A)	4.1	4.2	4	4.2	4.2	4	4.3	4.5	4.2	3.6	3.2	2.8	2.6
I_M (A)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	900	800	700	650	600
$\frac{I_{150}}{I_{50}}$ (%)	17.3	20.0	10.3	14.3	20.3	11.5	16.4	11.2	19.7	20.2	31.3	21.9	25.4
$\frac{I_{250}}{I_{50}}$ (%)	4.0	5.4	2.6	2.6	5.9	3.3	4.0	4.1	5.3	4.1	7.2	6.4	6.5
$\frac{I_{350}}{I_{50}}$ (%)	8.0	7.2	7.0	14.3	7.2	7.4	2.6	5.7	7.4	5.1	3.4	3.8	4.3

6. 机车在牵引与再生两种工况下均采用“特性控制”方式。起动过程为恒流控制，运行中（包括再生工况）为准恒速控制，即在司机控制器的一个级位上，当线路断面变化时，机车运行速度的变化范围，约在 10km/h 左右，牵引工况牵引电动机电流给定值的函数式

$$I_{set} = \begin{cases} 80(10n - v) \\ 1670 \\ 200n \end{cases} \quad (\text{取最小值}) \text{ (A)} \tag{1-2}$$

式中 I_{set} ——牵引电动机电流给定值；
 n ——手柄级位；
 v ——机车运行速度 (km/h)。

8K 型电力机车的控制曲线，如图 1-13，这种性能适合重载货运牵引的要求。司机控制器