

■ 铁路高等职业教育规划教材 ■

机车新技术概论

JICHE XINJISHU GAILUN

主编·李晓村 张中央

主审·华平



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

铁路高等职业教育规划教材

机车新技术概论

主编 李晓村 张中央
主审 华 平

西南交通大学出版社
· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

机车新技术概论 / 李晓村, 张中央主编. —成都: 西南
交通大学出版社, 2006.9
铁路高等职业教育规划教材
ISBN 7-81104-316-5

I. 机... II. ①李...②张... III. 机车—高等学校:
技术学校—教材 IV. U26

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 058047 号

铁路高等职业教育规划教材

机车新技术概论

主编 李晓村 张中央

*

责任编辑 刘莉东

责任校对 李 梅

封面设计 本格设计

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

四川森林印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 13.375

字数: 333 千字

2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 7-81104-316-5

定价: 19.80 元

图书如有印装问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

近年来世界铁路在高速技术、重载技术、管理技术、安全技术和信息技术等方面取得了重大进展。而加快我国铁路科技进步,实现铁路现代化,关键是科技,基础在教育。提高铁路专业技术人员的素质,直接关系到我国铁路现代化的进程。为此我们特编写了本书,通过其来反映现代科学技术发展的水平和铁路企业技术进步的特点。本书兼顾了理论体系的系统性和专业人员选修的适用性,对铁路机车专业技术人员了解和把握本专业学科领域的国内外科技发展的动态,学习掌握先进的技术、理论和方法等会有所帮助。

本书共计八章,内容涉及有:我国内燃及电力机车的技术发展情况及近些年来我国开发的多种新型内燃、电力机车;针对当前我国铁路客运提速、货运重载的发展情况,介绍了高速行车及重载运输的技术概况,详细分析了高速/快速列车及重载列车的牵引计算方法及对机车牵引性能的要求;机车交流传动技术具有许多优点,是电力及内燃机车的发展方向,本书对此作了全面的阐述;机车柴油机是内燃机车牵引功率的来源,为了提高内燃机车的牵引功率来满足提速及重载的要求,我国对柴油机的强化技术与经济性进行了多年的理论研究与实践,并取得了可喜的成绩,有关章节对此作了系统的论述;机车走行技术在近 20 多年来有了很大的发展,高速/快速客运机车与重载货运机车有着不同的走行部结构,特别是从原理方面我们对近 10 年来才得到应用的机车径向转向架也作了简要的论述;本书还介绍了机车微机控制系统和行车安全理论,并着重对近几年来广泛应用于机车上的安全操纵、防止冒进信号等起到重大作用的行车安全设备——列车运行监控记录装置的作了较详细介绍;对机车检修中的各种检测方法、机车故障及零部件失效理论以及机车维修制度的制订在本书中也进行了详细介绍。

现代科技发展日新月异,国内外铁路牵引动力在技术和运用上发展很快,特别是为适应高速客运和重载货运的需要,我国不断引进和吸收国内外先进技术和工艺,新机型、新装备不断涌现。但由于我们水平有限,在书中难免会有许多不尽如人意之处,遗漏和错误在所难免,敬请广大读者批评指正,并诚挚希望能提出宝贵意见。

本书由苏州机电高等职业技术学校(原苏州铁路机械学校)李晓村、郑州铁路职业技术学院张中央主编,沈阳铁路机械学校王连森、郑州铁路职业技术学院陶乃彬参编。具体分工如下:李晓村负责第四、第五、第七章的编写;张中央负责第一、第二章的编写;陶乃彬负责第三、第六章的编写;王连森负责第八章的编写。全书由李晓村统稿。郑州铁路职业技术学院(原郑州铁路机械学校)华平主审全书。在编写过程中编者得到了许多领导和兄弟单位同志的支持与帮助,特此致谢。对有关参考文献的作者在此也一并致谢。

本书主要作为高职高专、普通中专及成人中专的机车专业“机车新技术”课程的教学用书,也可作为现场工程技术人员的培训教材和参考书。

编 者

二〇〇六年六月

目 录

第一章 我国牵引动力发展及新型机车介绍	1
第一节 我国内燃机车发展情况	1
第二节 我国新型内燃机车介绍	5
第三节 我国电力机车发展概况	15
第四节 我国主要电力机车介绍	19
第五节 动车组发展概况及我国主要动车组性能介绍	29
第二章 高速行车及重载运输概论	34
第一节 国内外高速行车概况	34
第二节 我国准高速及高速铁路概况	40
第三节 高速铁路牵引供电系统	44
第四节 国外高速机车车辆	47
第五节 磁悬浮列车简介	51
第六节 国外重载运输概况	54
第七节 我国重载运输概况	58
第三章 机车交流传动技术	61
第一节 交流传动的优越性	61
第二节 变流技术及其机车牵引领域的应用	63
第三节 交流牵引电动机	78
第四章 柴油机的节能与强化技术	82
第一节 概 述	82
第二节 提高燃烧有效性,降低燃油消耗率	82
第三节 采用强化技术,进一步提高柴油机的容积功率	84
第四节 控制柴油机有害排放、噪声及振动,减少环境污染	85
第五节 开发状态监测、故障诊断技术,提高柴油机工作可靠性	89
第五章 机车走行部技术	93
第一节 机车走行部的性能指标	93
第二节 机车悬挂装置	94
第三节 客运机车牵引电动机全悬挂	98
第四节 提高蛇行临界速度	101
第五节 径向转向架	106
第六节 磨耗型踏面	111
第七节 轮缘磨耗	114
第八节 踏面磨耗	117

第九节	轮缘润滑及钢轨润滑	118
第十节	蠕滑理论简介	120
第六章	电力机车微机控制系统	124
第一节	国产电力机车微机控制系统概述	124
第二节	韶山型电力机车微机控制系统工作原理与结构	128
第三节	机车微机控制系统的输入输出信号	135
第四节	逻辑控制单元(LCU)在电力机车上的应用	137
第七章	机车维修	148
第一节	机车的可靠性、维修性与故障理论	148
第二节	机车零部件的失效与损伤	156
第三节	制订机车维修制度的基本原理	164
第八章	列车运行安全理论及设备	174
第一节	现代安全理论概述	174
第二节	机车运行安全	182
第三节	保障机车运行安全的因素分析	185
第四节	LKJ-93A 型列车运行监控记录装置	188
第五节	LKJ2000 型列车运行监控记录装置	195
第六节	新的《列车运行监控记录装置控制模式设定规则》(2006 年 6 月)简介	204
参考文献		207

第一章 我国牵引动力发展及新型机车介绍

第一节 我国内燃机车发展情况

我国内燃机车的发展始于 20 世纪 60 年代,指导思想是内燃机车与电力机车并举,电力传动与液力传动并举,高速柴油机与中速柴油机并举。在三个并举方针指导下,曾经规划过我国内燃机车的开发及制造工作,建设了具有相当规模的内燃机车生产基地,为我国内燃机车的发展奠定了基础,推动了我国铁路牵引动力现代化进程。

20 世纪 70 年代,通过对老厂改造及新厂建设,形成了大连、四方、二七、资阳、戚墅堰五大工厂各自开发及生产一种主要产品的格局。产品形成了我国第一代内燃机车,主要有:电传动的东风型系列机车、东风₄型机车,以及液力传动的东方红系列机车及北京型机车。

回顾这一段发展历史,国家对铁路牵引动力现代化的决心很大,但对于如何形成中国铁路牵引动力现代化的特色,同时追踪国外的先进技术,还处于摸索阶段。从发展的总体来讲,存在以下几个问题:

(1) 电力牵引及内燃牵引发展不平衡。由于片面强调了铁路电气化对备战的不适应,形成了牵引动力改革向内燃化一边倒的格局,这与大多数发达国家铁路牵引动力现代化的发展趋势不符。

(2) 没有以电传动为骨干。液力传动内燃机车的生产工厂及计划生产能力远远超过电传动内燃机车,这与国外大型干线内燃机车不再采用液力传动的发展趋势不符。

(3) 没有以中速柴油机为骨干。高速柴油机与中速柴油机平分秋色,与国外大型内燃机车越来越多采用中速柴油机的趋势不符。

(4) 重主机,轻配件。重视主机厂的发展,追求大而全,忽视了配件厂的建设,难以形成专业化生产,不利于运用与检修质量的提高。

(5) 重制造,轻运用。计划造车计划用车,即制造厂造什么车,机务部门就必须用什么车。

当时,面对我国内燃机车发展总体方针中存在的问题,我国内燃机车界经历了电力传动与液力传动、高速柴油机与中速柴油机的激烈争论,最后决定不再生产用于铁路干线的液力传动机车及高速柴油机。1991 年以后,分别停止了东方红<3>型和北京型两种干线客运液

力传动内燃机车的生产。经过此次重大调整，到 80 年代后期已形成了新的生产格局。表 1-1 为我国目前生产的第二代内燃机车的主要技术参数。

表 1-1 我国目前生产和开发的第二代电力传动内燃机车主要技术参数

机车型号	东风 _{4B}	东风 _{4C}	东风 _{4E} 双机	东风 ₅	东风 ₇	东风 _{7B}	东风 _{7B} 双机	东风 _{7C}	东风 _{7D}	东风 ₈
制造厂	大连 资阳 大同	四方	四方 大连	二七	二七	二七	二七	二七	二七	戚墅堰
首台生产年份	1984	1985	1994	1984	1982	1990	1993	1991	1995	1984
轨距 (mm)	1 435	1 435	1 435	1 435	1 435	1 435	1 435	1 435	1 435	1 435
装车功率 (马力)	3 300	3 600	2×3 300	1 650	2 000	2 500	2×2 500	2 000	2 500	4 500
(kW)	2 426	2 647	2×2 430	1 213	1 470	1 840	2×1 840	1 470	1 840	3 309
用途	货/客	货运	货运	调车	调车	调车	货运	调车	货运	货运
轴式	C ₀ -C ₀	C ₀ -C ₀	2(C ₀ -C ₀)	C ₀ -C ₀	C ₀ -C ₀	C ₀ -C ₀	2(C ₀ -C ₀)	C ₀ -C ₀	C ₀ -C ₀	C ₀ -C ₀
整备重量 (t)	138	138	2×138	135	135	135	2×138	135	138	138
轴重 (t)	23	23	23	22.5	22.5	22.5	23	22.5	23	23
最高速度 (km/h)	100/120	100	100	80	100	100	100	100	100	100
传动方式	交直电	交直流	交直流	交直电	交直电	交直电	交直电	交直电	交直电	交直电
柴油机 型号	16V 240ZJB	16V 240ZJC	16V 240ZJB	8240ZJ	12V 240ZJ-1	12V 240ZJ7	12V 240ZJ7	12V 240ZJ6	12V 240ZJ6A	16V 280ZJ
缸径 (mm)	240	240	240	240	240	240	240	240	240	280
行程 (mm)	275	275	275	275	260	260	260	275	275	285
转速 (r/min)	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
机车轮周 效率 (%)	33.9	32.4		31.0	31.5					

注：1 马力=745.699 W

为了进一步提高我国内燃机车的技术水平，有关机车厂分别与国外进行合作和引进先进技术。从 1983 年起，大连厂与英国里卡多 (Ricardo) 工程咨询公司合作，对 16V240ZJB 型柴油机加以改进，研制成新型的 16V240ZJD 型柴油机，1989 年用于新型机车东风₈ 型机车上。东风₈ 型机车采用了引进的美国 GE 公司的电力传动装置和微机控制设备。1989 年研制成两台东风₈ 型机车的样机，1991 年后又研制两台完全国产化的东风₈ 型机车。

东风₈ 型机车是我国典型的第三代内燃机车，是我国当前技术水平最高的货运内燃机车。柴油机装车功率为 2 940 kW (4 000 马力)。经定置试验台试验测定，机车轮周效率达 35.05%~35.44%。机车的技术水平已达到 20 世纪 80 年代世界同类产品的先进水平。目前 4 台机车都在大连机务段运用。

我国开发成功的第三代内燃机车除东风₈ 型机车外还有东风_{4D} 和东风₁₁ 型机车，如表 1-2 所示。

表 1-2 我国第三代电力传动内燃机车主要技术参数

机车型号		东风 ₆	东风 _{4B}	东风 _{8B}	东风 ₁₁
制造厂		大连	大连	戚墅堰	戚墅堰
首台生产年份		1989	1996	1997	1992
轨距 (mm)		1 435	1 435	1 435	1 435
装车功率	(马力)	4 000	4 000	5 000	4 910
	(kW)	2 940	2 940	3 680	3 610
用途		货运	客运	货运	客运
轴式		C ₀ -C ₀	C ₀ -C ₀	C ₀ -C ₀	C ₀ -C ₀
整备重量 (t)		138	138	150	138
轴重 (t)		23	23	25	23
最高速度 (km/h)		118	140	100	160
传动方式		交直电	交直电	交直电	交直电
柴油机型号		16V240ZJD	16V240ZJD	16V280ZJA	16V280ZJA
特点	缸径 (mm)	240	240	280	280
	行程 (mm)	275	275	285	285
	转速 (r/min)	1 000	1 000	1 000	1 000
微机控制系统		Intel80C186		微机控制	微机控制
机车轮周效率 (%)		35.4		33.93	34.3

我国调车内燃机车的开发近些年来也取得了很大成功。1984 年四方机车车辆工厂开始批量生产东风₅ 型调车机车。该机车装用直列 8 缸的 8240ZJ 型柴油机、装车功率 1 210 kW (1 650 马力), 机车轴式 C₀-C₀。这是我国铁路需要量较大的中等功率的调车机车。

为了满足大型编组站的调车作用的需要, 二七机车厂开发了 1 470 kW (2 000 马力) 的东风₇ 型调车机车, 1985 年投入批量生产。该机车装用北京型机车的 12V240ZJ 型柴油机的变型-12V240ZJA-2 型柴油机, 其装车功率从 1 990 kW (2 700 马力) 降为 1 470 kW (2 000 马力), 这是当时功率最大的调车机车。1990 年开发了 2 500 马力的东风_{7B} 型调车机车。1991 年开发了东风_{7C} 型调车机车, 该机车装用了 12V240/275 型柴油机, 与东风₄ 的柴油机缸径和行程相同, 提高了柴油机零配件的通用互换性。东风_{7C} 型机车从 1992 年起已投入小批量生产。

当前我国还有数百台东风型机车在运用, 这些 20 世纪 60、70 年代生产的我国第一代内燃机车, 普遍已经老化, 大部分已接近报废。为了替代东风型机车, 缓解某些铁路区段运输的急需, 二七机车厂开发了东风_{7D} 型机车。该机车与原东风₇ 调车机车的主要区别在于车体采用车厢式内走廊结构、单端司机室, 动力装置采用行程为 275 mm 的 12V240ZJ6A 型柴油机, 装车功率 1 840 kW (2 500 马力)。1995 年东风_{7D} 型机车样机配属机务段进行运用考核。

为了与 5 000 t 级重载列车配套, 资阳内燃机车厂于 1997 年研制了东风₁₂ 型重型调车机车, C₀-C₀, 轴重 23 t~25 t, 装用 16V240ZJB 型柴油机, 装车功率 2 430 kW (3 300 马力)。

我国铁路干线内燃机车装用 240 型柴油机及 280 型柴油机。240 型柴油机已经形成了 8 缸、12 缸、16 缸组成的系列, 16 缸柴油机的结构改进已由原设计的 A 型发展为 B 型、C 型、D 型及 E 型。16 缸机的装车功率由 2 430 kW (3 300 马力) 增至 2 650 kW (3 600 马力)、2 940 kW (4 000 马力)、3 310 kW (4 500 马力)。

大连厂与英国里卡多 (Ricardo) 工程咨询公司合作开发的 16V240ZJE 型柴油机已于 1995 年 9 月通过了长达 1 000 小时的耐久性试验。与 16V240ZJD 型柴油机相比, 在燃油消耗率保持 207 g/kW·h 不变的前提下, 装车功率可由 D 型机的 2 940 kW (4 000 马力) 增为 3 310 kW (4 500 马力)。试验结果表明, 16V240ZJE 型柴油机的主要技术性能指标已达到世界 20 世纪 90 年代先进水平。该柴油机所采用的一些先进技术, 也可用于现有的柴油机, 从而可望大大提高现有柴油机的可靠性、耐久性和经济性。

为了适应铁路运输“重载、提速”的需要, 研制与改进功率较大的 280 柴油机就显得很有必要了。

16V280ZJ 型柴油机用于东风₈ 型机车的装车功率为 3 310 kW (4 500 马力), 用于东风₈ 和东风₁₁ 型机车上的 16V280ZJA 型柴油机的装车功率为 3 610 kW (4 910 马力), 用于东风₈ B 型机车上的装车功率为 3 680 kW (5 000 马力)。16V280ZJA 型柴油机的超负荷功率为 4 250 kW。

准备与国外合作的改进 280 柴油机项目的目标是: 将 16V280ZJ 型柴油机的标定功率提高到 4 410 kW (6 000 马力), 超负荷功率达到 4 850 kW (6 600 马力), 转速仍保持 1 000 r/min。

我国内燃机车的生产和开发, 应适应铁路运输“重载、提速”的要求, 提供高质量的适用机车, 同时引进必要的技术, 提高机车的技术水平, 开发新一代内燃机车。具体目标应着重于下列方面:

(1) 大力提高当前批量生产的第二代机车 (如东风₄ 型系列、东风₇ 型系列和东风₈ 型机车) 的质量及生产能力。

(2) 进一步完善和开发标定功率 3 680~4 410 kW (5 000~6 000 马力) 大功率柴油机, 以适应开发新型内燃机车的需要。

(3) 加速形成第三代机车 (如东风₆、东风₄ D、东风₈ B 和东风₁₁ 型机车) 的批量生产能力。

(4) 开发新的重型调车机车。

(5) 进一步提高内燃机车运用的可靠性和经济性。

(6) 开发和推广内燃机车微机控制和故障诊断技术, 并实现系统化。

(7) 加强内燃机车交流传动技术的研究, 引进国外的技术, 尽快研制交流传动内燃机车。

(8) 研制装用径向转向架的内燃机车。

车载微机控制及故障诊断、交流传动, 径向转向架、柴油机电子燃油喷射装置, 这四项技术是当代新一代内燃机车的标志。在这方面我国内燃机车水平与世界水平还存在着较大的差距, 要尽快地在不太长的时间内, 使我国的内燃机车水平达到世界先进水平。

第二节 我国新型内燃机车介绍

一、东风₆型内燃机车

(一) 东风₆型机车结构特点

东风₆型机车的设计实质上是东风₄系列机车的延续。大连机车车辆厂通过与国外合作,引进国外内燃机车的先进技术和先进设备,对机车及其主要部件作了重要改进,使机车的性能和可靠性有了显著提高。同时针对东风₄型机车在运用中所反映出的问题,以可靠、效益、性能三原则为出发点,对东风₄型机车的传统结构进行了审查,保留了好的结构,改进了不理想的结构。

现将东风₆型机车结构与东风₄型机车不同之处分述如下:

(1) 16V240ZJD型柴油机。东风₆型机车的动力装置是16V240ZJD型柴油机,该机是由大连厂与国外合作,对16V240ZJB型柴油机进行评价,对配套和结构作了改进后研制而成。柴油机的装车功率为2 490 kW (4 000 马力),燃油消耗率较B型机有所下降。为了提高柴油机的可靠性和经济性,D型柴油机的曲轴、连杆、汽缸套、汽缸盖、增压器、燃油喷射装置、调速器等部件都进行了改进。

(2) 交一直流电传动装置。东风₆型机车仍为交一直流传动装置,它是应用美国通用电气公司(GE)的内燃机车电传动装置设备,根据东风₆型机车的安装接口需要进行改造设计而成的。主要包括:

①GTA32A1型同步牵引发电机 是GE公司生产的DASH8系列机车所用的GMG187型牵引发电机的改型产品,其电气结构与GMG187完全机同,输入端按东风₆型机车用16V240ZJD型柴油机连接箱和曲轴法兰端弹性联轴节的连接要求设计制造。GTA32A1发电机比我国从GE公司购进的ND₅型机车使用的GTA24A2主发电机容量大,调压比大。在机车整个运用速度范围内,不需以双绕组串并换接的方式即可实现恒功率工作,省去了ND₅型机车使用两个大的串并换接接触器,同时也避免了由此而引起的电气机械故障。

②GE752AFC1型直流牵引电动机 是GE752AF系列牵引电动机的一种变型产品,该电动机的悬挂方式抱轴部分保留了GE公司电动机的原结构,电机背面与转向架的连接采用了东风₄型机车的传统结构。

③自通风冷却的电阻制动装置 东风₆型机车直接应用了GE DASH8系列机车的自带电动风机组的电阻制动柜。电阻制动柜的卧式,横向安装在电气室中电器柜的上方。电阻制动直接受微机控制。

④GTF7080/1250型主整流柜 该整流柜是按GE电传动设备的配套要求,由大连工厂开发研制的。硅元件为2000A、3200A的风冷平板式,6只元件并联,6支路36个元件组成三相桥式整流装置,并配有分立的阻容保护装置。整流柜平面布置,由前转向架牵引电动机通风机吸风冷却。

⑤微机控制装置 东风₆型机车的控制系统采用了CPU为80186芯片的微处理机,它负责控制机车的恒功率励磁、轮对防空转滑行、电阻制动及机车各主要机组的机电保护。此外,它还包含了机车履历及故障记录,故障诊断还配备了微机显示屏。这套微机设备应用

GE 公司的硬件，控制逻辑是大连厂和 GE 公司双方共同设计确定的。

应用了上述电传动装置后，机车的牵引性能和电阻制动性能有了明显的改善：在柴油机车功率为 2 940 kW 的条件下，机车标称功率可达 2 425 kW，并且在机车运用速度范围内（从持续速度 22.2 kW/h 到最大运用速度 118 km/h）实现恒功率牵引。机车持续牵引力为 360 kN，较东风₄B 型机车增加 11.1%，机车的电阻制动轮周功率可达 2 800 kW，通过三级制动扩展，使机车在 10~36 km/h 的速度范围内仍可获得约 260 kN 的电阻制动力。

（3）制动装置。东风₆型机车的制动装置包括空气制动机、电阻制动装置和手制动装置三部分。东风₆型机车的空气制动机仍采用国产的 JZ-7 型制动机。机车空气制动机按重联要求配制，便于重联牵引重载列车。制动机增设了重联阀，当机车重联时，除了通常的列车管连通外，还增加了总风缸重联管和制动缸平均管重联管。

（4）转向架。东风₆型机车的转向架，除了牵引电动机、牵引齿轮、齿轮盒和车轴轮对外，其他部分均直接使用东风₄型机车转向架的结构。上述部分的改动，是由于采用了 GE752AFC1 型牵引电动机的缘故。

（二）东风₆型内燃机车性能

东风₆型机车与东风₄B 型机车相比，性能的提高表现在：

（1）机车功率大。东风₆型机车的柴油机为 16V240ZJD 型，其标定功率为 3 300 kW，最大运用功率为 2 940 kW（4 000 马力），比东风₄B 型机车大 21.2%。

（2）恒功率速度范围宽。因为选用了恒功运用范围广并且有高传动效率的同步发电机和直流牵引电动机，同时采用微机恒功励磁系统，从而保证机车具有良好的牵引性能，机车从持续速度 22.0 km/h 到最大速度 118 km/h 的范围内具有恒功率调节功能，而东风₄B 型机车最大恒功速度仅为 80 km/h。

同时机车设有动力制动装置，在机车整个运用速度范围内可以施行动力制动调速，动力制动轮周功率不小于机车的牵引功率，有利于列车的安全运行。

（3）粘着性能好。东风₆型机车装备了微机控制轮对防空转滑行装置，与东风₄型机车相比，当两者在相同的非理想粘着状态（钢轨潮湿、污染）下运行时，东风₄型机车仅为 0.2，而东风₆型机车可达 0.24。

（4）可靠性好。东风₆型机车装有性能完善的微机监控和保护系统，以及故障诊断显示装置，能及时发现故障，避免事态扩大和恶化，提高了机车运用可靠性。估计机车的机破、临修故障率可降低 30%~50%，机车的厂修周期从东风₄B 型机车现行的 510 000~630 000 km 延长至 800 000 km。

东风₆与东风₄B 型及从美国进口的 ND₅ 型机车主要特性及参数对比列于表 1-3。

表 1-3 东风₄B、东风₆型与 ND₅ 型内燃机车主要特性参数比较

制造国家	中国	中国	美国
机车型式	东风 ₄ B	东风 ₆	ND ₅
开始制造年份	1982 年	1989 年	1984 年
用途	客、货运	货运	货运
传动方式	交—直流	交—直流	交—直流

续表 1-3

制造国家	中 国	中 国	美 国
轴 式	C ₀ -C ₀	C ₀ -C ₀	C ₀ -C ₀
轴 重 (t)	23±3%	23±3%	23±3%
最高速度 (km/h)	客 120 ·货 100	118	118
持续速度 (km/h)	客 26 货 21.6	22.2	22.2
启动牵引力 (kN)	客 327.3 货 435	435	435
持续牵引力 (kN)	客 234 货 324	360	360
柴油机型号	16V240ZJB	16V240ZJD	GE7EDL-16
柴油机标定功率 (kW)	2 650	3 300	
柴油机装车功率 (kW)	2 430	2 940	
柴油机燃油消耗率 [g/kW·h]	214±3%	207±3%	200±3%
机车单位马力重量 (kg/马力)	41.8	36	34.6
全作业时间机车负荷率	30~65		22.6~36.9
机车最高轮周效率 (%)	33.7	35.44	35.1
司机室稳态噪音 [dB (A)]	82	<80	80
大修周期 (×10 ⁴ km)	51~63	>80	96

从表 1-3 可以看出, 东风₆ 型机车与美国 GE 公司生产的 ND₅ 型机车相比, 主要指标都相近。这标志着东风₆ 型机车已进入 20 世纪 80 年代同类产品的国际先进行列。

二、东风₄D 型内燃机车

(一) 机车总体

东风₄D 型内燃机车是在东风₄C 型货运内燃机车基础上, 为替代东风₄B 型客运机车, 满足铁路客运需要而设计开发的新一代客运内燃机车。

机车采用框架式侧墙承载车体、内走道式, 是一个全焊接钢结构。六组内部隔墙车体分为第Ⅰ司机室、电气室、传动室、动力室、冷却室、辅助室、第Ⅱ司机室七个部分。

司机室外部采用与东风₄C 型货运机车相同的外形, 外部色彩采用明快的紫红色。司机室内部设置了空调机、冰箱、半自动遮阳帘等设备, 同时采用了高舒适度座椅、新型可调光照明灯、顶吹式风扇等设备, 给司乘人员提供一个舒适、方便、安全的工作环境。

操纵台上安设了全部操纵和信息设备, 左侧为主操纵台, 右侧为副操纵台。主操纵台上设置有主控制器、换向手柄、制动阀、控制开关、按钮、仪表、故障显示装置等。副操纵台设有控制开关、电炉、按钮等。

前窗采用电热玻璃。侧窗为铝合金拉窗, 结构简单, 密封性好。

后墙左右侧设有通往后室的门，中部设手制动装置手轮，在后墙和侧墙上设有电取暖器，在司机室顶部设有照明灯和电风扇。

机车走行部为两台可以互换的三轴转向架，机车整个上部结构通过八个弹性橡胶旁承座落在两个转向架上。牵引电动机为顺置排列，并采用滚动轴承抱轴的悬挂方式以适应高速运行的需要。

空气制动装置采用与东风₄C 型机车相同的 JZ-7 型空气制动机，并设有空气干燥装置。

(二) 机车主要技术参数

机车主要技术参数见表 1-4。

表 1-4 机车主要技术参数

项 目	特征, 参数	项 目	特征, 参数
机车型号	东风 ₄ D	持续牵引力	215 kN
用 途	干线客运	柴油机型号	16V240ZJD
轨 距	1 435mm	柴油机装车功率	2 940 kW
限 界	GB146.1-83 (车限-1A, 车限-1B)	主发电机型号	TQFR-3000E
运用条件	根据运用要求, 可在-40℃~+40℃, 长隧道或风砂地区等条件下正常运行。	硅整流柜型号	GTF-5100/1250
标称功率	2 425 kW	牵引电动机型号	ZD109B
传动方式	交—直流电传动	车钩形式	内燃、电力机车车钩(下作用式)
轴 式	C ₀ -C ₀	通过最小曲线半径	145m
轮 径	1 050 mm	转向架轴距	1 800 mm
轴 重	23±3%t	转向架全轴距	3 600 mm
整备重量	138±3%t	车钩中心线间距	21 100 mm
最大运用速度	140 km/h	燃油容量	9 000 L
最大恒功率速度	132 km/h	机油装载量	1 200 kg
持续速度	39.8 km/h	水整备量	1 200 kg
启动牵引力	302.5 kN	砂整备量	800 kg

(三) 柴油机

16V240ZJD 型柴油机是大连机车车辆厂 240/275 柴油机的系列产品，与 16V240ZJC 型柴油机的通用情况如下：泵传动装置、冷却水系统、调控传动装置、弹性联轴节、油底壳装配、连接箱装配、泵支承箱、机座支承、汽缸套装配、曲轴装配、传动机构装配、盘车机构装配、NC67-11A 型减振器、水泵（二）、105 型机油泵、C3 型联合调节器。

16V240ZJD 型柴油机的总体结构与 16V240ZJC 型柴油机相同，但更具有工作可靠、经济性好、结构紧凑等特点。其曲轴的输出端通过联轴节与主发电机的转子相连，机体的输出端通过连接箱与主发电机定子连接，齿轮系统布置在自由端，压装在曲轴自由端上的曲轴齿

轮，通过传动齿轮驱动凸轮轴，泵支承箱布置在机体的自由端，箱体上安装有机油泵和高低温水泵。安装在曲轴自由端的减振器用来降低曲轴系统的扭振振幅。泵主动齿轮安装在减振器体上，用来驱动机油泵和高低温水泵，泵主动齿轮上的法兰伸出箱体外，可用来驱动机车上的辅助装置。调速器设置在自由端的右上方（自由端看），由左侧凸轮轴通过调控传动装置驱动。

柴油机设有超速停车机构、机油末端油压继电器和曲轴箱压力差示压力计等装置对柴油机实行保护，在调控传动装置上还设有紧急停车按钮以在出现非常状况时实行手动紧急停车保护。

整个柴油发电机组采用四点橡胶弹性支承安装在机车底架上。

柴油机主要技术参数见表 1-5。

表 1-5 柴油机主要技术参数

项 目	参 数	项 目	参 数
型 号	16V240ZJD	标定转速	1 000 r/min
形 式	四冲程、V 形、水冷、直接喷射、开式燃烧室、废气涡轮增压、增压空气中间冷却	最低空转转速	430 r/min
气缸数	16	标定转速时的活塞平均速度	9.17 m/s
气缸直径	240 mm	标定工况时的平均有效压力	1.95 MPa
活塞行程	275 mm	标定工况时的爆发压力	≤14 MPa
总排量	199.051	标定功率时的燃油消耗率	≤214 g/kW·h
压缩比	12.4 : 1	标定功率时的机油消耗率	≤燃油消耗率的 1.5%
UIC 标定功率	3 240 kW	柴油机启动方式	电机启动
最大运用功率	2 940 kW		

（四）转向架

东风₄D 型客运机车转向架为无心盘、无导框的三轴转向架。转向架构架是转向架各零部件的安装主基础。该构架结构与东风₄B、C 型机车相似。

轴箱是连接轮对与构架的活动关节。它用二个弹性轴箱拉杆与构架相连。一系悬挂装置压在轴箱的弹簧座上，与其匹配的液压减振器安装在轴箱端盖与构架减振器座上。

轮对由轴箱弹性拉杆定位。在机车运行时传递牵引力、制动力，轮对的轮芯与车轴、轮箍与轮芯、牵引齿轮与车辆均为过盈配合，加热组装。为了避免产生拆卸擦伤，方便拆卸，在轮芯、齿轮上均设有高压油路。

牵引装置采用东风₄C 型机车的牵引杆式结构，车体与转向架间设置有侧挡，自由横动量为 15 mm。调整时，左右总自由横动量相加为 30 mm±2 mm。每侧加垫厚度必须相等。在侧挡内，装有 5mm 弹性压缩量的橡胶垫，因此侧挡的每侧总间隙为 20 mm。

转向架二系悬挂为四个橡胶堆旁承，以承担机车上部重量，并配有两个横向减振器。橡胶堆可衰减由轮对传上来的高频振动。它的剪切变形可形成转向架相对车体的复原力矩。橡

胶堆旁承垂向挠度 15 mm。

车体与转向架间采用了柯尼抗蛇行减振器（左右两侧各一个，纵向布置），以提高机车运行的稳定性，提高机车的蛇行临界速度。

牵引电动机采用轴悬式安装，即电机一端与滚动抱轴箱体相连，另一端通过橡胶座以吊杆挂悬于构架横梁上。牵引主动齿轮热装在电枢轴上，并与轮对上的牵引从动齿轮直接啮合，起传递牵引力的作用。为了提高机车粘着利用率，每台转向架上的牵引电动机均采用顺置排列。

滚动抱轴箱采用圆锥滚子轴承，取代抱轴瓦和抱轴瓦油盒的密封式结构。滚动抱轴箱内的左、右两个圆锥滚子轴承作为牵引电动机抱轴的两个支承。利用 8 个 M36×3 螺栓，将滚动抱轴箱与牵引电动机连成一体。滚动抱轴箱相对轮对的横动量为 0.05~0.18 mm，组装时，利用调整垫保证横动量。

基础制动装置采用与东风₄型机车相同的单侧闸瓦带自动调节器的独立制动系统。手制动装置与东风₄型机车相同。

转向架的主要技术参数见表 1-6。

表 1-6 转向架的主要技术参数

项 目	特征，参数	项 目	特征，参数
轴式	C ₀ -C ₀	弹簧悬挂装置	总挠度 146 mm
最大运用速度	140 km/h		一系挠度 131 mm
轴重	23±3% (t)		二系挠度 15 mm
自重	23.575 t	横向减振器	阻尼系数 78.5±10kN·s/m
每轴簧下质量	4.6 t	抗蛇行减振器	型号 04R-1206-012
牵引点距轨面高度	725mm	轮对相对构架的横动量	自由横动量 ±3—±10—±3
通过最小曲线半径	145m		弹性横动量 ±8—±8—±8

三、东风₈B 型内燃机车

(一) 机车总体

东风₈B 型机车为大功率交—直流电传动干线货运内燃机车，装用 16V280ZJA 型柴油机、JF204D 型同步主发电机和 ZD109C 型牵引电动机，装车功率 3680 kW，并采用微机控制系统、具有全功率自负荷试验功能的电阻制动装置等新技术。

机车总体布置分上、下两部分，上部为车体及安装在其上的设备，下部两端为转向架，中间为可拆式燃油箱。燃油箱的前、后两端设置总风缸，左、右两侧为蓄电池箱。

机车上部车体以五道间壁将其分隔成六室：第Ⅰ司机室、电气室、动力室、冷却室、辅助室和第Ⅱ司机室。

(二) 机车主要技术参数

机车主要技术参数见表 1-7。

表 1-7 机车主要技术参数

项 目	特征, 参数	项 目	特征, 参数
用途	干线货运	机车速度 (按动轮 直径半磨 耗计算)	最大速度 100 km/h
传动形式	交一直流电传动		最大恒功率速度 90 km/h
轨距	1 435 mm		持续速度 31.2 km/h
轴式	C ₀ -C ₀	机车轮周 牵引力	520 kN (按电机计), 480 kN (按粘着计)
轮径	1 050 mm		持续牵引力 340 kN
轴重	(23+2) t	通过最小曲线半径 145 m	
计算整备重量	(138+12) t	轴距	轴距 1 800 mm
标称功率	3 100 kW		转向架全轴距 3 600 mm
柴油机装车功率	3 680 kW		机车全轴距 15 900 mm

(三) 柴油机

东风₈B 型内燃机车装用的 16V280ZJA 形柴油机为四冲程、16 缸、V 形 50° 夹角、废气涡轮增压、增压空气中间冷却、直接喷射燃烧室的中速大功率柴油机。该型柴油机已用于东风₁₁ 型准高速客运内燃机车, 且已通过 UIC100 小时性能试验和 UIC360 小时耐久性试验。

该柴油机的主要技术参数见表 1-8。

表 1-8 柴油车的主要技术参数

项 目	特征, 参数	项 目	特征, 参数
型号	16V280ZJA	最低空转稳定转速	400 r/min
形式	V 形、四冲程、废气涡轮增压、增压空气中冷却、直接喷射燃烧室	超速停机转速	1 120~1 140 r/min
V 形夹角	50°	最高爆发压力	≤13.24 MPa
气缸数	16	燃油消耗率	≤208+7g/(kW·h)
气缸直径	280 mm	机油消耗率	2.04g/(kW·h)
活塞行程	285 mm	柴油机外形尺寸	4 820mm×1 725mm×2 895mm
标定功率	3 860 kW	增压器	VTC254-13
装车功率	3 680 kW	启动方式	电机启动
标定转速	1 000 r/min	质量	24.14

(四) 转向架

转向架基本结构与东风₈ 型内燃机车转向架相同。最大不同是其基础制动装置采用了单元制动器。

转向架主要技术参数见表 1-9。