

高等学校教材

内燃机车总体及走行部

西南交通大学 孙竹生 主编
鲍维千



中国铁道出版社

高 等 学 校 教 材

内 燃 机 车 总 体 及 走 行 部

(第三版)

西南交通大学	孙竹生	主编
	鲍维千	
上海铁道学院	龚积球	主审

中 国 铁 道 出 版 社

1995年·北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书是在《内燃机车总体及机车走行部》的基础上修订的。书中结合国内外铁路内燃牵引的现状,对我国铁路主型内燃机车作了介绍;对内燃机车的持续速度、最大速度、计算速度、牵引性能、机车功率和重量等主要参数进行了分析。同时,书中着重阐述了机车转向架各个组成部分的构造、工作原理和性能;对机车轴重转移、垂向动力学、蠕滑机理、轮轨关系和机车蛇行稳定性等问题作了较深入的论述;对机车曲线通过、机车运行安全性作了详尽的分析。此外,结合高速和重载牵引,对机车总体设计中有关的一些重要问题,也作了简要的述评。

本书除作为高等院校“机车车辆工程”专业的教材外,亦可供有关工程技术人员参考。

高 等 学 校 教 材
内 燃 机 车 总 体 及 走 行 部
(第三版)

西南交通大学 孙竹生 主编
鲍维千

*

中国铁道出版社出版发行
(北京市东单三条 14 号)

责任编辑 张雨才 封面设计 翟 达
北京市燕山联营印刷厂印

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 20 字数: 500 千

1980 年 4 月 第 1 版 1984 年 9 月 第 2 版

1995 年 3 月第 3 版 第 4 次印刷

印数: 10501—15500 册

ISBN 7-113-01843-2/U · 546 定价: 12.00 元

前 言

本书原名《内燃机车总体及机车走行部》，自1980年出版以来，深受院校师生及现场科技人员的欢迎，并得到好评。

1984年，我们曾对1980年出版的试用教材进行了修订。但是，由于我国铁路内燃牵引在近年来又有了新的发展，特别是为适应我国铁路发展高速客运和重载货运的需要，内燃机车和电力机车正处在新的发展阶段。因此，我们决定对原书再次进行修订，并将书名改为《内燃机车总体及走行部》。这次修订，在保持原书特色的基础上，对原书中的一些内容进行了较大的修改、补充和更新，力求能较好地反映我国内燃机车的当前状况及国外内燃机车的科技水平。

不仅如此，我们还对原书的结构进行了调整。原书分两篇，现改为五篇：内燃机车总体、机车车体车架、机车转向架、机车动力学、机车总体述评。同时，在增加绪论的基础上，还在第一篇中增加了“内燃机车辅助装置”一章，在第五篇中增写了“机车总体述评”，以便使读者对内燃机车有更全面的了解。因此，本书除作为“机车车辆工程”专业的教材外，还可供有关工程技术人员参考，有关转向架的构造和理论及机车动力学也适用于电力机车和动车组。

这次修订工作由西南交通大学孙竹生和鲍维千主编，上海铁道学院龚积球主审。编写分工：兰州铁道学院张继和编写第一、二章，戴繁荣编写第三至六章及第八至十一章；上海铁道学院龚积球编写第七、十二章；鲍维千编写第十三至十六章；第十七章由鲍维千和龚积球共同编写。初稿完成后，龚积球主持了全书的审定工作。

编 者

1994. 5

目 录

绪 论	1
第一篇 内燃机车总体	
第一章 内燃机车概述	6
第一节 内燃机车基本构造	6
第二节 机车车辆限界及内燃机车的分类、型号和轴列式	19
第三节 国内外内燃机车概况	23
第二章 内燃机车牵引性能及基本参数分析	28
第一节 机车牵引力	28
第二节 列车阻力	31
第三节 制 动 力	38
第四节 内燃机车功率	42
第五节 机车理想牵引特性	45
第六节 内燃机车的特征速度及特征牵引力	46
第七节 内燃机车牵引性能曲线	48
第八节 牵引重量的确定	51
第九节 内燃机车基本参数分析	53
第三章 内燃机车辅助装置	60
第一节 冷却系统	60
第二节 机油系统	74
第三节 燃料油系统	78
第四节 预热系统	80
第五节 空气滤清系统	82
第六节 辅助驱动装置	84
第二篇 机车车体、车架	
第四章 机车车体、车架	92
第一节 概 述	92
第二节 非承载式车体及其车架	92
第三节 承载式车体	95
第四节 东风 ₄ 型内燃机车车体	97
第五章 牵引缓冲装置	99
第一节 概 述	99
第二节 车 钩	100

第三节 缓冲器.....	101
--------------	-----

第三篇 机车转向架

第六章 机车转向架概述.....	104
------------------	-----

第一节 机车转向架的任务、组成和主要技术要求.....	104
第二节 机车转向架分类.....	105
第三节 东风型内燃机车转向架简介.....	107
第四节 东风 ₄ 型内燃机车转向架简介	109
第五节 转向架构架.....	111

第七章 弹簧装置及减振器.....	114
-------------------	-----

第一节 概 述.....	114
第二节 弹簧装置的作用.....	114
第三节 圆弹簧、板弹簧及橡胶簧的特性及计算.....	116
第四节 弹簧的组合及均衡梁的作用.....	124
第五节 圆弹簧和圆弹簧两端加橡胶垫的横向刚度、 强度及稳定性计算.....	127
第六节 摩擦减振器.....	133
第七节 液压减振器.....	134

第八章 车体与转向架的连接装置.....	140
----------------------	-----

第一节 概 述.....	140
第二节 心盘（或牵引销）和旁承的连接装置.....	140
第三节 牵引杆装置和旁承的连接装置.....	144
第四节 横动装置.....	146
第五节 车体和转向架的安定条件.....	147

第九章 轴箱和轮对.....	149
----------------	-----

第一节 轴箱的作用和形式.....	149
第二节 拉杆式和导框式轴箱定位.....	149
第三节 八字形橡胶堆式轴箱定位.....	154
第四节 轮对的组成及作用.....	155

第十章 驱动机构.....	161
---------------	-----

第一节 电传动机车的驱动机构.....	161
第二节 液力传动机车的驱动机构.....	167

第十一章 基础制动装置.....	172
------------------	-----

第一节 作用及结构形式.....	172
第二节 基础制动装置的设计要求.....	178

第四篇 机车动力学

第十二章 轴重转移.....	182
----------------	-----

第一节 概 述.....	182
--------------	-----

第二节	东风型内燃机车的粘着重量利用率·····	182
第三节	需列变形方程求解时,按精确法计算机车轴重 转移举例·····	186
第四节	提高粘着重量利用率的措施·····	189
第十三章	机车垂向动力学 ·····	191
第一节	引起机车振动的原因和机车振动的形式·····	191
第二节	具有一系簧的无阻尼车轮荷重系统的固有振动·····	192
第三节	具有一系簧的无阻尼车轮荷重系统的受迫振动·····	193
第四节	具有一系簧和液压减振器的车轮荷重系统的受 迫振动·····	197
第五节	液压减振器和摩擦减振器的吸振性能·····	200
第六节	具有两系簧的无阻尼车轮荷重系统的固有 振动·····	202
第七节	具有两系簧的有阻尼车轮荷重系统的受迫振动·····	205
第八节	结 语·····	209
第十四章	机车横向动力学 ·····	210
第一节	轮对和转向架的蛇行运动·····	210
第二节	蠕滑机理·····	212
第三节	蠕滑力和蠕滑力矩·····	214
第四节	轮轨接触几何学·····	217
第五节	重力刚度和重力角刚度·····	219
第六节	轮对横向动力学·····	221
第七节	二轴车或二轴转向架横向动力学·····	224
第八节	二轴转向架机车横向动力学·····	230
第九节	结 语·····	236
第十五章	机车运行平稳性和机车振动对轨道的动作用力 ·····	238
第一节	机车运行平稳性·····	238
第二节	机车振动对轨道的动作用力·····	242
第十六章	机车曲线通过 ·····	244
第一节	概 述·····	244
第二节	便利机车几何曲线通过的措施·····	244
第三节	机车几何曲线通过的图示法·····	245
第四节	转向架的转心·····	246
第五节	机车几何曲线通过的解法·····	246
第六节	曲线超高度和缓和曲线的长度·····	253
第七节	动力曲线通过引起的轮轨相互作用力·····	255
第八节	轮轨间隙和轴距对动力曲线通过的影响·····	263
第九节	横向弹性连接的两个转向架机车的动力曲线 通过·····	263

第十节	机车在曲线上的速度限制·····	264
第十一节	改善机车动力曲线通过的措施·····	266
第十二节	关于轮缘不接触钢轨的导向问题·····	271
第十三节	机车在曲线上轮轨作用力及脱轨情况综述·····	277

第五篇 机车总体述评

第十七章	机车总体述评·····	290
第一节	走行部几个主要参数的合理选择·····	290
第二节	内燃机车和电力机车的粘着问题·····	292
第三节	机车悬挂装置·····	296
第四节	牵引电动机悬挂·····	297
第五节	轮对横动量·····	301
第六节	机车能通过的最小曲线半径·····	303
第七节	我国干线内燃车型谱·····	305
参考文献	·····	311

绪 论

一、内燃牵引概况

至 20 世纪 70 年代,世界上主要发达国家已先后完成了铁路牵引动力现代化,即以内燃机车及电力机车来替代蒸汽机车。我国则正处于铁路牵引动力改革过程中,估计至 21 世纪初,也将完成这一改革过程。铁路牵引动力现代化,究竟是内燃牵引为主还是电力牵引为主,是同各国的具体国情分不开的。例如,北美洲一些国家和澳大利亚,以内燃牵引为主,用内燃机车多机牵引 1 万 t 至 2 万 t 以上的重载货物列车,不再对铁路进行电气化改造。这样既能完成运输任务又比较经济。西欧大陆一些国家则以电力牵引为主。这些国家的铁路以客运为主,旅客列车主要开行高速列车(时速 200km 以上)及准高速列车(时速 160~200km)。发展中国家则多以内燃牵引为主,这是因为内燃牵引投资较低缘故。

内燃牵引的优点是机动、灵活,一次投资少,上马快。但内燃机车自身要装备柴油机来提供牵引动力,因而机车的功率受柴油机的限制。而电力机车的功率只受牵引电动机的限制。同样重量的机车,内燃机车的功率不如电力机车大。因此,对于牵引高速及准高速旅客列车,要求机车有较大的功率,内燃机车就不及电力机车了。当然内燃机车也可以用来牵引准高速及高速列车,但牵引辆数比电力机车少。同样道理,由于电力机车功率较大,牵引同样重量的货物列车时,通过限制坡道的速度较大,因而线路的通过能力较大,亦即线路的运输能力较大。当然,内燃机车双机或多机牵引也可达到电力机车的水平,但往往是不经济的。

必须着重指出,内燃机车的机动灵活性,特别适用于作调车机车。这是电力机车望尘莫及的。而调车机车在机车总数中占有不小的比重。

正是由于内燃机车具有机动、灵活,投资少,上马快等优点,因而在世界范围内发展迅速,内燃机车的总台数约为电力机车的三倍,内燃牵引的总里程约为电力牵引的四倍多。

在我国,铁路牵引动力的改革始于 60 年代,内燃机车的发展比电力机车快得多。到目前为止,铁路电气化里程约为全部运营里程的 15%,其余为内燃及蒸汽牵引。内燃机车的总台数约为电力机车的三倍。

铁道部 1993 年发布的《铁路主要技术政策》(铁科技〔1993〕166 号)规定:“积极进行牵引动力改革。大力发展电力牵引,合理发展内燃牵引,提高电力牵引承担换算周转量的比重。管好用好蒸汽机车。”

当前及今后相当长的一段时期内,我国铁路运输的主要问题是运输能力不足。从各方面着手,提高铁路运能是今后长期的重要任务。要大力发展电力牵引是因为电力牵引有其特有的优点:机车功率大,有利于提高铁路运能,而且更适合牵引高速及准高速列车。因此,在主要繁忙干线、高速铁路、运煤专线及长大坡道、长隧道等线路上,应采用电力牵引。其它线路宜采用内燃牵引。

要合理发展内燃牵引，是因为不能象过去那样忽视电力牵引的发展，而偏重于快速发展内燃牵引。这两种牵引方式应发挥各自的优点，各得其所，相辅相成，以最经济的办法来提高全国铁路的运能，完成运输任务。

随着我国蒸汽牵引的逐年减少，内燃牵引马上就能取而代之。因此，我国内燃机车的发展仍将会是很快的，内燃机车与电力机车台数的比例，将在较长一段时期内保持现有的比例。

另外，我国内燃机已开始向发展中国家出口。内燃机车进入国际市场，将会促进我国内燃机车技术的进一步发展。

二、内燃机车的发展现状

当前世界内燃机车的发展趋势是：

1. 提高柴油机的经济性，减少排放污染；
2. 适当增大单节机车的功率；
3. 提高机车各部分的可靠性；
4. 走行技术的改进，适应速度的提高；机车径向转向架的开发，改善了曲线通过性能；
5. 机车微机控制，技术检测和故障诊断；
6. 交流传动技术的采用。

特别要指出，微机控制和交流传动是当代先进内燃机车的标志。

电传动内燃机车开始是直—直传动，尔后是交—直传动，70年代国外又出现了交—直—交传动，即所谓交流传动。机车交流传动的出现和迅速发展及其在全世界范围内的推广和应用显示出来的优越性，使这种传动形式被认为是今后发展的趋势，是现代电力机车和内燃机车的标志，必将风靡世界。目前，我国虽然还没有一台交流传动的电力机车或内燃机车，但正在积极引进和开发交流传动技术，准备用于电力机车及内燃机车。

交流传动的优点是由异步牵引电动机的特点所决定的。和传统的串励直流牵引电动机相比，交流异步电动机的优越性主要表现在下列几方面：

1. 构造简单，可靠性高，维修简便，重量轻

异步电动机是结构最简单的电动机，除轴承外，没有其他摩擦部件。串励直流电动机则不然，结构复杂，转子、定子都有绝缘要求很高的绕组，有换向器和电刷装置，摩擦部分多，接线复杂。直流牵引电动机的转速受换向条件和机械强度的限制，只能达到2500r/min左右，而交流异步电动机的转速可达到4000r/min以上。

交流异步电动机结构简单，从而提高了可靠性，维修也极为简便。这极有利于机车运用部门。

在同样功率的条件下，交流异步电动机比直流电动机体积小，重量轻，从而改善了机车的动力学性能。

当牵引电动机为半悬挂时（轴悬式），牵引电动机质量的一半为簧下质量。机车以较高速度运行时，簧下质量会引起较大的轮轨动载荷。用直流牵引电动机，由于簧下质量较大，机车最大速度通常限制为120~140km/h；异步电动机质量较小，机车最大运用速度可达160km/h左右。

在牵引电动机采用架悬式的情况下，异步电动机质量小，使转向架构架上的质量减小，有利于改善转向架的蛇行稳定性。

2. 粘着性能好

异步电动机具有很硬的机械特性，即随着电动机转速的升高，其转矩很快降低。所以当某轮对发生空转时，其电动机转矩很快降低，具有很强的恢复粘着的能力。在同样的粘着重量下，机车的起动牵引力及持续牵引力可以更大些。

3. 功率大，牵引性能好

在机车结构所提供的空间条件下，可以装较大功率的异步牵引电动机，使机车牵引功率大大提高（对于内燃机车，机车功率还受柴油机的限制）。机车牵引功率大，可以增大机车牵引力或提高速度；而又由于粘着性能好，能充分发挥其牵引能力，使机车的起动牵引力及持续牵引力均得到增加。

异步电动机功率大对牵引高速列车的机车尤为重要。牵引高速列车，机车要具有很大的功率，但由于走行部结构空间的限制，直流牵引电动机往往很难满足要求。

机车微机控制近些年来发展迅猛。内燃机车的车载微机控制系统用于控制、调节和保护以及参数检测、故障诊断，从而提高了柴油机的经济性，并使机车辅助功率的消耗减至最少以获得最大的牵引功率。防空转装置能最大限度地发挥轮轨粘着潜力。分布在机车各重要部位的传感器所测得的数据经微处理机分析后能作出技术诊断，在司机室的诊断显示屏上显示出多种性能数据及故障情况，同时被记录在存储器中。技术诊断的结果被传输到地面的计算机上，检修人员可作进一步的分析，并准备作相应的检修工作。机车故障诊断技术的发展，有效地提高了机车的运用可靠性，并推动了机车修理制度的改革。

内燃机车微机控制和故障诊断技术在我国已经起步，相信会很快取得进展，逐步完善并扩大其功能。

三、本课程的任务

内燃机车由三大部分构成：柴油机、传动装置、总体及走行部。内燃机车柴油机、内燃机车电传动及内燃机车液力传动，都有很多专著，分别作了详细的论述。本课程专门论述内燃机车总体及走行部。

内燃机车总体将论述机车牵引性能与柴油机功率、传动装置特性及机车重量的关系，分析机车功率、牵引力、重量、轴式、轴重、牵引重量、运行速度之间的关系。中心问题是分析为完成一定的牵引任务，应该选用什么样的内燃机车。

内燃机车总体的另一个内容是讨论内燃机车辅助装置，包括冷却系统、机油系统、燃油系统、预热系统、空气滤清系统及辅助驱动装置。这些都是内燃机车的很重要的组成部分，分布在车体内，对机车工作的可靠性和经济性起到至关重要的作用。

走行部的结构原理及理论分析也是本书的主要内容。机车走行部包括两大部分：驱动装置及转向架本身。驱动装置虽然也在转向架上，是转向架的一个组成部分，但这毕竟是机车及动车所特有，也是机车转向架和车辆转向架的主要差异所在。

牵引电动机或液力传动箱输出的转矩通过驱动装置传至轮对，从而在轮周上产生牵引力，使机车前进。对于电传动机车来说，驱动装置的型式与牵引电动机悬挂方式有关。对于最简单的牵引电动机半悬挂（轴悬式），驱动装置就是大小牵引齿轮。当机车运行速度较高时，为了减小簧下质量，必须使牵引电动机的质量全部成为簧上质量，即所谓牵引电动机全悬挂。把牵引电动机全部置于转向架构架上，称为牵引电动机架悬式。对时速在 200km 以上的高速机

车,为了减轻转向架构架的质量,以改善转向架的蛇行稳定性,通常把牵引电动机吊装在车体下部,称为牵引电动机体悬式。对于这两种牵引电动机全悬挂式,驱动装置的结构就比较复杂,要适应转向架与轮对、车体与转向架之间的相对位移。

除了驱动装置传递牵引力矩产生轮周牵引力外,转向架自身主要起以下作用:

1. 纵向牵引力的传递

轮周上产生的牵引力要传至转向架构架,再传向车体。牵引力的传递机构要具有弹性,但纵向刚度必须足够大,才能保证轮轨之间产生稳定的牵引力;同时又要适应轮对相对转向架构架的横动以及转向架相对车体的回转及横动。

2. 垂向力的传递

车体重量通过二系簧及一系簧传至轮对、钢轨。来自轨道的激扰则通过一系簧及二系簧传至车体,产生垂向振动。为了控制振动不超过一定限度,通常用减振器与弹簧并联。机车最高速度不超过时速100km,也可不用二系簧。弹簧和减振器装置统称为机车的悬挂装置,其结构型式及参数对机车的垂向平稳性起决定性的作用。这是机车垂向动力学所研究的内容。

3. 横向力的传递及车体相对转向架的横动

机车通过曲线时,轮轨之间的横向作用力要由轮对传至构架,再传至车体。在转向架结构上要保证实现横向力的传递。要着重指出,对于速度较高的机车,无例外地要使车体与转向架之间能弹性横动,亦即把转向架与车体之间在横向也弹性连接,而且横向刚度往往是不大的。这样有利于改善车体的横向平稳性和提高机车的蛇行临界速度。这种横动装置过去有用客车那样的摇动台结构,现在通常直接利用二系簧的横动来实现。二系高圆簧横向刚度较小,速度较高的客运机车通常采用二系高圆簧来实现车体相对转向架的横动和回转,效果较好。

4. 曲线通过

转向架能相对车体回转,这是曲线通过所必须的。各轴横动量的设置、转向架与车体之间的回转阻力矩等都对曲线通过时的轮轨横向作用力有影响。转向架与车体之间的回转阻力矩对曲线通过不利,但对控制转向架蛇行有利。速度较高的客运机车,通常在车体与转向架之间装设抗蛇行减振器。这种减振器有助于控制转向架蛇行,但对曲线通过则无不利影响。径向转向架则能显著改善曲线通过性能。

四、转向架的性能指标

机车转向架是本书的主要研究对象。转向架的性能指标主要为下列几方面:

1. 强度和刚度

转向架各部分必须保证足够的强度和刚度,特别是转向架构架对刚度的要求较高。因为它是转向架的基础,若刚度不足,会影响各部分之间的相对位置。

2. 运行横向稳定性

机车在直道上运行时,应有良好的横向稳定性,亦即机车达最大速度时,绝不容许发生蛇行失稳。若发生剧烈蛇行,会产生很大的横向轮轨作用力,对线路造成破坏,车轴轴承过热,影响运行安全。对于机车横向稳定性,本书将作详细论述。

3. 运行平稳性

机车的运行平稳性表示人所感觉到的机车运行品质。确定人对振动的感应有四个重要的

物理参数，即振动加速度、频率、方向和持续时间。机车运行平稳性差就表示舒适度差，容易使人疲劳，降低机车乘务员工作的熟练程度。因此，对于机车垂向及横向的平稳性，都有一定的最低要求。

4. 曲线通过性能

机车曲线通过性能关系到机车脱轨的安全性、轮缘和曲线轨侧磨损。二轴转向架的曲线通过性能优于三轴转向架。近些年来，国外发展较快的机车径向转向架，显著改善了曲线通过性能，又不降低机车的横向稳定性，也不影响牵引力的传递。机车径向转向架使轮缘磨损大幅度下降，使通过曲线时的粘着牵引力不降低，和直道上一样。

由于曲线的超高不足或超高过度，引起车体的横向加速度。过大的横向加速度会引起人的不舒适，对此有一定的限制。

5. 对线路的动力作用

轮轨之间的静载荷并不会产生危害，重要的是机车运行时产生的动载荷会危及安全。轮对作用于线路的动作用力随车速的增高而增加。动作用力分垂向和横向。过大的动力作用会加速线路的损坏甚至影响行车安全。为了减低轮轨之间的动力作用，要注意尽可能减小簧下质量，改善机车的横向稳定性和曲线通过性能；对高速机车，还应适当减小轴重。

6. 粘着利用

为使机车最大限度地发挥轮轨间的粘着潜力，必须选择最佳的电气系统和机械系统，再配以微机控制的、性能恰当的防空转装置。这对牵引重载列车的机车来说，尤为重要。就机械系统（走行部）而言，要使轴重分布均匀，而且在牵引力的作用下，轴重转移要尽量小。为此，要使牵引杆的高度降至合理的高度，并注意悬挂装置的设计，以减少轴重转移。轴箱拉杆的纵向刚度应足够大。对液力传动及全悬挂牵引电动机的驱动装置，要注意系统中各部分的刚度匹配，以免容易发生轮轨间的粘滑振动，使粘着性能下降，容易诱发空转。

7. 结构简单，安全可靠，维修量小。

第一篇 内燃机车总体

第一章 内燃机车概述

第一节 内燃机车基本构造

内燃机车在构造上包括发动机、传动装置、车体、车架、走行部及辅助装置五大部分。

1. 发动机是机车的动力装置，其作用是将燃料的化学能转变为机械功。内燃机车主要采用的是柴油机，即利用燃油燃烧时所产生的燃气直接推动活塞做功。因此，一般所说的内燃机车是指柴油机车。

2. 传动装置的作用是将发动机的机械功传给走行部分，力求发动机的功率得到充分发挥，并使机车具有良好的牵引性能。

功率较大的内燃机车的传动装置有液力传动和电传动两种，内燃机车相应称为液力传动内燃机车和电传动内燃机车，它们在结构原理、运用维修上均有较大区别。

3. 车体和车架是机车安装各大部件的基础，并能保护各种设备免受外界条件的干扰。此外，也形成了乘务人员的工作场所。

4. 走行部（转向架）的作用在于：承受机车上部重量；将传动装置传递来的功率实现为机车的牵引力和速度；保证机车运行平稳和安全。

5. 辅助装置的作用是保证发动机、传动装置和走行部的正常工作和可靠运行。内燃机车的辅助装置主要包括以下几个系统：（1）燃油供给系统；（2）预热及冷却水系统；（3）机油系统；（4）空气管路、制动及撒砂系统；（5）电控和照明系统。此外还有辅助驱动装置、信号装置、通风装置、防寒设备、灭火器以及工具等。

下面以实例简要介绍内燃机车的基本构造。

一、东风₄B型电传动内燃机车

东风₄B型交—直流电传动内燃机车，是大连机车车辆工厂制造的柴油机标定功率为2650kW（3600马力）的干线客、货运两用机车。该型机车的总体布置如图1—1所示。机车上部有第Ⅰ司机室、电器室、动力室、冷却室、第Ⅱ司机室；机车下部有前后转向架、燃油箱、蓄电池箱、总风缸等。

前后司机室均设有操纵台。操纵台上安装有司机控制器、空气制动机制动阀、各操纵按钮、仪表和信号显示装置等。司机室内还设有正副司机座椅、暖风机、电风扇、电炉子等设备。为便于瞭望，司机室前方和两侧均设有玻璃窗。前方玻璃窗外面设有刮雨器，侧窗可以手动起落。在司机室后壁上装有手制动手柄，上部有行李架。在第Ⅱ司机室后壁的手制动装置上方还设有圆形玻璃窗，以便观察冷却风扇的工作状态。

动力室内主要装有 16240ZJB 型柴油机和 TQFR—3000 型三相交流发电机机组, 以及为它的工作服务的空气滤清器、燃油滤清器、燃油输送泵、启动机油泵、冷却水系统的管路和阀类、膨胀水箱等。动力室的左后角安装着水管立式预热锅炉及其控制柜、预热系统循环水泵、辅助机油泵等。动力室侧壁上装的车体通风机, 可以及时排出动力室的烟气并散发热量。

电器室内装有电阻制动装置、电器柜、励磁整流柜、辅助传动机构的启动变速箱、启动发电机、励磁机、测速发电机和前转向架牵引电动机的通风机、空气制动系统的分配阀、作用阀、三项装置控制柜、工具箱等。电器室内还设有通往车顶的人孔和梯子。

冷却室上部呈 V 形排列着两排散热器, 在 V 形夹角中装有用液压马达驱动的吸风式冷却风扇。外界空气从车体两侧的百叶窗吸入, 经散热器后从顶部百叶窗排出。在散热器组下部车架上安装有静液压变速箱 (附装液压油泵)、后转向架牵引电动机通风机、机油滤清器、机油热交换器、两台电动空气压缩机 (NPT5 型) 等。

车架下部中央吊装着燃油箱。燃油箱的两侧安置 12 组 4—NG—462 型酸性蓄电池 (共 48 个单节) 串联构成蓄电池组, 其总电压为 96V。燃油箱的前、后端装有总风缸。

机车两端装有牵引装置, 用于机车和车辆的自动连结和分解、传递机车牵引力及承受来自车辆的冲击力。车钩采用改进型的 3 号下作用式车钩。

机车的走行部由两台可以互换的三轴转向架组成。转向架的各轮对分别由牵引电动机驱动, 轮对产生的牵引力经转向架、车底架传给车钩和后部的车辆。

东风₄B 型机车车体采用框架式侧壁承载, 是一个全焊的钢结构, 由侧墙、顶棚、车底架、四组内部隔墙和两端司机室组成。为便于乘务和检修人员工作, 除司机室开有侧门外, 在动力室的两侧也开有侧门。在电器室、动力室和冷却室的顶部均有活动顶盖, 以便吊装部件。车体外皮是 2mm 厚的钢板, 内表面喷涂泡沫塑料, 用以防振、隔音和隔热。

机车各机组功率传递情况是: 柴油机—发电机组的功率输出端经弹性法兰并通过万向轴与启动变速箱连接, 以驱动启动发电机、励磁机和前转向架牵引电动机通风机; 柴油机自由端则通过传动轴与静液压变速箱连接, 以驱动两个静液压泵, 并通过尼龙绳传动轴带动后转向架牵引电动机通风机。当启动柴油机时, ZQF—80 型启动发电机作为电动机, 由 96V 蓄电池组供电, 通过启动变速箱带动柴油机启动。柴油机启动后, 启动发电机自动接成他励发电机工况, 转变为辅助发电机, 由柴油机带动它旋转, 并通过电压调整器使其输出电压恒定在 110V, 向空气压缩机的电动机及其它电动机供电, 并对蓄电池充电。当机车牵引时, 启动发电机还向整个控制回路和励磁机供电。牵引发电机产生的交流电经过硅整流装置变成直流电, 供给直流牵引电动机, 使机车运行。

当机车在长大下坡道上运行或要减速运行时, 需对列车施行制动。东风₄B 型内燃机车具有空气制动和电阻制动两种制动方式。电阻制动是使牵引电动机变为发电机, 将列车动能转为电能, 然后输给制动电阻, 将电能转换成热能散发掉。使用电阻制动可以节省闸瓦和减少车轮踏面磨损, 并可提高列车在长大下坡道上的运行速度。但当列车速度低时, 电阻制动的制动力很小, 所以电阻制动还必须与空气制动配合使用。

柴油机的油水冷却是通过静液压系统带动风扇来实现的。由于对柴油机气缸冷却水温与对增压空气、机油的冷却水温要求不同, 机车的冷却水系统分为两个独立的循环系统: 高温水系统和低温水系统。它们的循环水路如下:

高温水系统 (柴油机水系统, 24 组散热器): 柴油机高温水泵→柴油机、增压器冷却水腔

图 1-1 东风₄B 型内燃机车总体布置

- 1—柴油发电机组；2—装饰带；3—车体；4—转向架；5—冷却装置；6—燃油系统；7—机油系统；8—冷却水系统；9—空气滤清器；10—通风机；11—测量仪表；12—空气制动系统；13—撒砂系统；14—自动控制系统；15—电器设备；16—传动机构；17—预热系统；18—防寒装置；19—蓄电池箱。

→散热器→柴油机高温水泵。

低温水系统（中冷器、机油热交换水系统，32组散热器）：柴油机低温水泵→中冷器→机油热交换器→散热器→静液压油热交换器→柴油机低温水泵。

安装在动力室顶部的膨胀水箱，处于冷却水系统的最高位置，并有管路分别与两个冷却水系统相连，以便随时补充这两个系统因汽化和漏泄而损失掉的水。

二、东风₄型电传动内燃机车

东风₄型内燃机车是东风₄型机车的升级换代产品，是大连机车车辆工厂制造的柴油机标定功率为2940kW（4000马力）干线客、货运两用机车。该型机车的总体布置如图1—2所示。在总体布置上与东风₄B型车相比，在第Ⅱ司机室与冷却室之间设置了一个小隔间（内安装预热锅炉等），使在冷却室里安装的冷却风扇、牵引电动机通风机、空气压缩机、齿轮箱和静液压泵、静液压马达等机组的工作噪声在向第Ⅱ司机室的传播途径上，有了一个无噪声源的隔离间，因而使第Ⅱ司机室的噪声声压级大为下降，从而改善了乘务员的劳动条件。基于同样的考虑，将电器室的纵向尺寸压缩为2300mm，把启动变速箱、启动发电机、励磁机和牵引电动机通风机等有运转噪声的机组都挪进动力室，使电器室成为第Ⅰ司机室的隔声间。东风₄型内燃机车车体的基本构造沿袭了东风₄型机车的设计，改动不多。车钩钩头为G23号上开式车钩，钩尾为圆柱尾销带复原装置设计。由于使用GE752AFC1型牵引电动机，因而有关的部分如牵引齿轮、齿轮盒和车轴、轮对等改变了设计，其它部分均直接使用东风₄型机车的转向架设计结构。在冷却水系统，由于高温水系统采用了闭式循环系统高温冷却，加大了换热温差，增加了冷却装置的散热能力，故高温水系统只用12个铜散热器单节，中冷水系统32个单节。

东风₄型机车的主发电机通风为强迫通风。主发电机的通风机从设在动力室侧墙上的旋风式惯性空气滤清器吸入外界空气，经过过滤的空气由风机压送到主发电机中，冷却电机的绕组和磁轭；工作后的空气直接排入动力室，使室内产生空气正压，维持动力室的清洁。与主发电机通风机同轴还安装着一个离心排风机，用于向车顶排放旋风滤清器集尘腔内积存的灰尘。

在空气制动装置中设置了重联阀；增设了DBM电阻制动电磁阀，以防止电阻制动的机车施加空气制动而发生抱死轮擦伤踏面的故障；IBS独立制动开关，其功用为限制电阻制动的功率。自带风机冷却的电阻制动装置，其制动电阻柜为卧式，横向安装在电器室中电器柜的上方。

微机控制屏安装在电器柜的低压电器布置区，信号装置和微机电源设备布置在它的周围。故障诊断显示屏每端操纵台上都设，两个显示屏具有相同的功能。

三项装置安装柜（内设机车的自动信号装置、自动停车装置和无线列车调度电台）和50V逆变电源设备等布置在第Ⅱ司机室的背后隔离间内。在隔离间内，预热锅炉就近布置着预热锅炉控制柜。

机车主回路电缆和控制电线的放置，不用管槽放置法，而是采用走廊地板下对外敞开式放置，以避免管槽内积存油、水而侵蚀电线绝缘层。

东风₄型内燃机车相对于东风₄B型内燃机车的主要改进：

1. 提高机车功率

东风₄B型机车上安装16V240ZJB型柴油机的最大运用功率为2425kW。通过与国外合作