

铁路职业教育铁道部规划教材

内燃机车总体

NEIRANJICHEZONGTI

TIELU ZHIYE JIAOYU TIEDAOBU GUIHUA JIAOCAI

李晓村 主编

中专

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介



铁路职业教育铁道部规划教材

(中专)

内燃机车总体

李晓村 主编
曾佑生 主审

中国铁道出版社

2008年·北京

内 容 简 介

本书以国产主型机车东风_{4B}型内燃机车为重点,介绍了内燃机车总体及走行部、辅助传动装置的构造、工作原理和一些应用知识,为从事内燃机车的运用及检修工作提供必要的基础知识;其他型机车则以东风_{4D}、东风₁₁型内燃机车为对象介绍其相应内容,便于使用者根据所在地区车型情况选用。为了帮助读者掌握基本内容,加深理解,各章后面均附有复习题或思考题。

本书除作为铁路中专学历教育的“内燃机车驾驶”、“内燃机车检修”专业《内燃机车总体》课程的课堂教学、现场教学、生产实践等教学环节所用教材外,也可作为职工培训教材及技术人员和生产人员的自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

内燃机车总体/李晓村主编. —北京:中国铁道出版社,
2008.1

铁路职业教育铁道部规划教材. 中专

ISBN 978-7-113-08574-2

I. 内… II. 李… III. 内燃机车-车体-专业学校-教材 IV. U262

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 005948 号

书 名: 内燃机车总体

作 者: 李晓村 主编

责任编辑: 赵 静

电话: (010) 51873133

电子邮箱: td73133@sina.com

封面设计: 陈东山

责任校对: 张玉华

责任印制: 李 佳

出版发行: 中国铁道出版社(北京市宣武区右安门西街8号,100054)

印 刷: 北京华正印刷有限公司

版 次: 2008年1月第1版 2008年1月第1次印刷

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 6.25 字数: 170 千

书 号: ISBN 978-7-113-08574-2/U·2176

定 价: 14.00 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,请与本社读者服务部调换。

电 话: 市电 (010) 51873170 路电 (021) 73170 (发行部)

打击盗版举报电话: 市电 (010) 63549504 路电 (021) 73187

前言

第一章

本书为铁路职业教育铁道部规划教材,是根据铁路中专教育内燃机车驾驶与内燃机车检修专业“内燃机车总体”课程大纲编写的。

本书以国产主型机车东风_{4B}型内燃机车为重点,介绍了内燃机车总体及走行部、辅助传动装置的构造、工作原理和一些应用知识,为从事内燃机车的运用及检修工作提供必要的基础知识;其他型机车则以东风_{4D}、东风₁₁型内燃机车为对象介绍其相应内容,便于使用者根据所在地区车型情况选用。为了帮助读者掌握基本内容,加深理解,各章后面均附有复习题或思考题。

本书由南京铁道职业技术学院苏州校区李晓村主编,由南昌铁路局南昌机务段曾佑生主审。编写分工如下:第一、四章由李晓村编写;第二、三章由乌鲁木齐铁路运输学校贺文宁编写。本书在编写过程中得到了全国各兄弟学校有关老师的大力支持,也得到了现场有关人员的帮助,特此致谢。对引用的有关工厂的技术资料、参考书目的有关作者在此也一并致谢。

本书除作为铁路中专学历教育的“内燃机车总体”课程的课堂教学、现场教学、生产实践教学环节所用教材外,也可作为职工培训教材及技术人员和生产人员的自学参考书。诚挚希望读者能提出宝贵意见。

编者
2008年1月

内燃机车:最高时速为 160 km/h
1935年,世界上第一次在铁路上使用的南德内燃机.....
1944年,德国人海因里希·希特勒发明了液力传动装置.....
1945年,世界上第一台液力传动内燃机车.....
1946~1960年.....
1961年,美国、法国、德国、日本等国先后宣布停止制造蒸汽机车,转而大量生产内燃机车。这是内燃机车数量急剧增多的时期。美国在大规模内燃化的10年左右时间内,每年平均增加内燃机车2000台左右,最高年投入运用的台数达3500多台,当时机车功率一般在1470 kW以下,最大功率不超过2205 kW(3000马力)。

1. 持续稳定发展时期(1961~1976年)
从20世纪60年代到70年代初,内燃机车数量继续增加,功率迅速提高。在此期间,各国除大量生产并投入运用1470~2205 kW的中等功率的内燃机车外,还生产了一些2940~3410 kW的大功率内燃机车。在此期间的前期,许多国家最终淘汰了蒸汽机车,实现了铁路牵引动力的现代化。

内燃机车交流电传动始于1971年西德制造的DE2500型内燃机车,以后一直处于

目 录

第一章 内燃机车概述	1
第一节 内燃机车发展概况	1
第二节 内燃机车的分类、型号和轴列式	5
第三节 内燃机车的基本结构	9
第四节 内燃机车功率及机车理想牵引特性	14
第五节 内燃机车的特征速度及特征牵引力	17
复习思考题	18
第二章 车体及车钩	20
第一节 车体	20
第二节 东风 _{4B} 型内燃机车车体	22
第三节 车钩缓冲装置	24
第四节 车体隔热、通风及采光	30
复习思考题	31
第三章 转向架	32
第一节 转向架的任务及组成	32
第二节 东风 _{4B} 型内燃机车转向架	33
复习思考题	60
第四章 其他型内燃机车总体	62
第一节 东风 _{4D} 型内燃机车总体布置	62
第二节 东风 ₁₁ 型内燃机车总体布置	71
复习思考题	92
附录	93
参考文献	96

版次: 2008年1月第1版 2008年1月第1次印刷
开本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 6.35 字数: 170 千
书号: ISBN 978-7-113-08574-2/II-2176
定 价: 14.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道出版社图书，如出现质量问题，请与本社接洽售后服务。

电 话: 市电 (010) 63471178 邮 电 (010) 731170 (发行部)

打 印 部 电 话: 市电 (010) 63471178 邮 电 (010) 731170

第一章

内燃机车概述

第一节 内燃机车发展概况

一、国内外内燃机车发展概况

纵观世界发达国家内燃机车的发展历史,大致经历了 6 个时期。

1. 萌芽时期(1894—1922 年)

从 19 世纪后期开始,西方先进工业国的一些科技工作者即着手研制内燃机车。但由于当时缺乏合适的传动装置,这些尝试都告失败。

1905 年,世界上第一台电传内内燃机车问世。它是由美国通用电气公司(GE)采用一台英制 103 kW 的汽油机,驱动一台直流发电机,发出的电供给车轴上的直流电动机,牵引车辆前进,这辆 68 t 重的汽油动车是世界现代内燃机车的鼻祖,是世界内燃机车电传动原理的开端。

1910 年世界上第一台用柴油机作动力的内燃机车问世,它是由美国 GE 公司制造的。

2. 早期发展时期(1923—1945 年)

1924 年世界上第一台干线内燃机车在前苏联问世,这台装有 736 kW 柴油机的电传内内燃机车,最高时速为 50 km/h。

1925 年,世界上第一次正式在铁路上使用的调车内燃机车问世,它是由美国制造的,功率为 220 kW。

1904 年,德国人海尔曼·费廷格尔发明了液力传动装置。1932 年他和克鲁肯贝格制造了一台液力传动装置并用于机车,这是世界上的第一台液力传动内燃机车,功率为 58.9 kW。

3. 战后恢复和大发展时期(1946—1960 年)

在此期间美、英、法、西德、苏、日本等国先后宣布停止制造蒸汽机车,转而大量生产内燃机车。这是内燃机车数量急剧增多的时期。美国在大规模内燃化的 10 年左右时间内,每年平均增加内燃机车 2 000 台左右,最高年投入运用的台数达 3 500 多台,当时机车功率一般在 1 470 kW 以下,较大功率不超过 2 205 kW(3 000 马力)。

4. 持续稳定发展时期(1961—1976 年)

从 20 世纪 60 年代到 70 年代初期,内燃机车数量继续增加,功率迅速提高。在此期间,各国除大量生产并投入运用 1 470~2 205 kW 的中等功率的内燃机车外,还生产了一些 2 940~4 410 kW 的大功率内燃机车。在此期间的后期,许多国家最终淘汰了蒸汽机车,实现了铁路牵引动力的现代化。

内燃机车交流电传动始于 1971 年西德制造的 DE2500 型内燃机车。但是以后一直处于

试验、改进和推广阶段,订货量少且基本局限于欧洲铁路。

微机用于内燃机车是从 1976 年日本的 DD53 型除雪车开始的。

5. 机车水平显著提高的发展时期(1977—1992 年)

1984 年美国在 GM60 系列和 GEDaSh8 系列内燃机车上开始大批量应用微机控制,开始了内燃机车的微机时代,使机车水平显著提高。而且此时的微机上车对机车结构并没有作重大改变。

6. 内燃机车交流传动大发展时期(1993 年起)

1993 年以后,内燃机车交流传动技术在北美的应用获得了突破,从而使内燃机车进入交流传动的大发展时期。

二、世界内燃机车的发展趋势

目前,全世界共有营业铁路里程约 124×10^4 km,其中电气化铁路 21×10^4 km,约占总里程的 17%,其余 100×10^4 km 的铁路绝大部分为内燃机车牵引的线路。

在 1992—1993 年度,全世界机车总保有量为 141 325 台,其中蒸汽机车为 11 348 台,电力机车为 35 901 台,内燃机车为 94 076 台。

近年来,国外蒸汽机车均已停止生产,除少数国家有少量蒸汽机车“复活”以外(供展览及旅游列车用),大多数国家都已淘汰了蒸汽机车。

20 世纪 90 年代以来,各方面新技术的发展大大促进了世界各国铁路运输和内燃化的发展,新型内燃机车不断问世。这标志着世界内燃机车技术达到了新的水平。

近年来各国新开发的内燃机车,几乎都有微机控制、交流传动、径向转向架和柴油机电子喷射等这些新技术或新特点。

在代用燃料开发方面已取得显著进展。例如美国 GM 和 GE 两家公司都已研制出以液化天然气为主要燃料的干线内燃机车, MK 公司也于 1993 年研制出燃用天然气的调车内燃机车。

世界内燃机车的发展是与各国铁路及铁路牵引动力现代化的发展密切相关的。内燃机车技术发展很快,技术经济水平迅速提高,内燃牵引热效率已达到 35% 以上,这逐渐引起各国铁路的重视。今后铁路高速化将会有较大发展,对于速度 200 km/h 左右的高速列车,采用内燃机车或内燃动车牵引是完全可以胜任的。

可以肯定,世界内燃机车生产将继续向前发展。由于市场竞争日趋激烈,各机车制造厂商必将努力提供技术新颖、质量上乘、效率更高、维修更少、费用更低、舒适性更佳和环境相容性更好的内燃机车,从而将促使内燃机车不断在新的技术基础上继续向前发展。内燃机车技术发展所追求的目标是:可靠性高;大修周期长;牵引性能好;安装维修方便;排污低;经济性高。其发展趋势主要表现如下:

1. 机车功率等级将迅速提高

由于重载牵引和高速客运的发展,普遍要求提高列车牵引功率,并且在可能条件下力求提高单节机车的功率。美国一级铁路 1983 年机车平均功率为 1 732.2 kW,而 1992 年提高到 2 012.5 kW,10 年内提高了 16.2%。美国 GE 公司 1996 年交付的 AC 型机车为 4 460 kW, GM 公司 1997 年交付的 SD90MAC 型交流传动的内燃机车功率为 4 470 kW。

2. 微机控制将得到普遍应用

目前内燃机车的微机控制,已达到相当高的水平。

美、德等国已制造出应用 32 位微机控制系统的内燃机车。随着微机技术的发展,微机系统的体积和重量将越来越小,功能更全,运用更可靠,反应速度将更快,成本将更低。可以说,新一代内燃机车将以微机控制作为第一特征。由于微机的推广应用,将使机车监控和故障诊断技术、防滑-防空转系统、机车总体性能和可靠性得到进一步的提高。

3. 交流电力传动将成为发展的必然趋势

交流传动的优点是多方面的,在机械、电气、受热、效率、维修、黏着和重量尺寸等方面,都具有直流牵引电动机所远不及的优点。

- (1) 交流异步电动机结构简单、紧凑、尺寸小,因此占用空间小;
- (2) 由于交流异步电动机的机械特性硬,所以黏着性能好,黏着系数大且不易发生空转;
- (3) 可获得黏着条件下的最大起动牵引力,由于加速快,因此它不受起动时起动电流的限制;
- (4) 由于结构简单可靠,几乎无磨损问题,所以维修量很小,维修费用低,甚至可以说无维修部件;
- (5) 全部的控制过程和运行状态,均用微机系统承担,控制精度高、功能强;
- (6) 由于电机和转向架轻便,具有良好的动力学性能和运行性能,尤其在高速情况下,更显示出其优越性;
- (7) 由于异步电动机简单可靠,封闭性好,因此受振动、潮湿、尘土等环境影响小;
- (8) 可方便地实现电阻制动,可使机车制动到零速;
- (9) 可较好地解决辅助装置的供电问题,节省能源;
- (10) 省油、效率高,电缆配置用铜量少;
- (11) 控制电器简化;
- (12) 功率密度大,在限定空间内可实现大功率。

从交流传动问世到现在,交流传动技术已从第一代的一般晶闸管逆变器,到第二代的 GTO 晶闸管逆变器,发展到第三代的晶体管逆变器,并作为新一代机车的第二个特征。同时围绕着继续降低成本,提高可靠性和提高效率的目标,交流传动将会有进一步改进和发展。

4. 柴油机性能将有进一步提高

机车柴油机除了在电子控制技术方面有了重大发展以外,柴油机本身的重大发展主要反映在柴油机功率、工作可靠性、耐久性和运用经济性等方面。

20 世纪 90 年代柴油机的发展,一方面是继续开发高性能通用柴油机,另一方面是铁路用柴油机向通用化发展的趋势。目前强化度最高的是德国 MTU12V396TE14 型柴油机, p_e 达到 2.31 MPa, $p_e \cdot C_m$ 达到 25.64。

在燃油经济性方面,较先进的柴油机已降到 200 g/(kW·h) 左右。英国 MB275 型柴油机这个指标最先进,为 187 g/(kW·h)。

在大修周期方面,美国 7FDL-16 型柴油机已达到 160×10^4 km。

5. 内燃机车液力传动技术的发展

德国研制的液力换向传动装置,使机车控制和监测均可自动进行。液力换向传动装置可附有遥控装置、防空转装置、变扭器部分充油装置、恒速控制装置、微速调节装置和速度控制装置。大修周期也从 3×10^4 h 提高到 4×10^4 h。这是当今最现代化的液力传动装置。

6. 内燃机车转向架技术的发展

内燃机车转向架技术的发展,除了改进弹簧装置和减振元件,改进牵引电动机悬挂方式,

减轻簧下重量,提高高速运行稳定性,降低轮轨作用力,并采取措施防止在高牵引力时轴重转移以保持高黏着力外,80年代始还开发出不但能快速通过曲线,且具有良好直线运行稳定性的高黏着径向转向架和兼有自导向及驱动装置重量可控转移功能的柔性浮动式转向架。

径向转向架主要特点是保持机车车轴与轨道垂直,从而减少对钢轨头部的横向力,同时减少了轮对的滚动阻力。当机车进入弯道运行时,可自动引导前后轴进入轴线,以最大限度地减少轮轨磨耗,提高弯道上的牵引力和通过速度,改善乘坐舒适性并节省能源。

三、我国内燃机车发展概况

解放前,我国铁路有蒸汽机车 4 069 台,近 140 个机型,其中绝大部分是英、美、德、法、日、比、俄等国制造,型号非常复杂,被讥讽为“万国铁路博览会”。

1952 年 7 月四方机车车辆工厂制造了第一台机车——解放型蒸汽机车,从此结束了中国不能自己制造机车的历史。

1958 年我国开始跨入内燃机车时代,先后试制了多种试验型内燃机车。经过长期试验改进,至 1964 年及以后,才定名为东风型、东方红型系列的第一代内燃机车(见附表 1),并正式批量生产。从 1970 年起,在第一代内燃机车摸索仿制基础上,开始批量生产了我国自己设计制造的新型机车——以东风₄、东方红₂等型内燃机车为代表的第二代内燃机车(见附表 2、附表 3),并成为我国目前铁路运输主型内燃机车。从 1989 年开始生产的第三代内燃机车(见附表 4),以交直流电力传动的东风₆型和东风₁₁型最具代表性,它们均采用了微机控制,并分别装用了与国外合作发展的柴油机。

为了适应我国铁路运输“重载、提速”的发展需要,从 20 世纪 80 年代末期开始又研制出一批如东风₈、东风₉、东风₁₁、东风_{11D}等型大功率、准高速内燃机车。在 1999 年 9 月,中国首台被命名为“捷力号”的交流传动内燃机车在四方机车车辆厂研制成功。这台机车装用 8240ZJC 型柴油机,装车功率为 1 324 kW,主传动系统采用架控式交-直-交电力传动,装有无刷励磁主发电机、IPM 牵引逆变器和鼠笼式三相异步电动机,辅助设备采用交流电机驱动,机车装有多微机控制系统,最高速度为 80 km/h,起动牵引力为 470 kN,轴列式 C₀-C₀,总重 138 t。“新曙光”号内燃机车组是由戚墅堰机车车辆厂、南京浦镇车辆厂和上海铁路局联合研制的 2 动 9 拖、动力集中式电力传动内燃动车组。拖车为双层客车,总载客量 1 140 人,最高设计速度为 180 km/h。1999 年 9 月 17 日,该动车组在沪宁线上的试运行速度达到 199.4 km/h。

值得一提的是从 20 世纪 70 年代起,为了学习国外先进技术和弥补当时国产机车的不足,陆续从匈牙利、德国、罗马尼亚、法国和美国进口了 830 台内燃机车(见附表 5),这些机车为我国内燃机车的发展和铁路运输任务的完成做出了有益的贡献。

近年来,随着我国内燃机车的发展,有些主要技术指标已接近国外先进水平,机车的牵引性能与国外同类机车相近。例如东风₄型机车轮周效率达 35.44% 已与德国 DE1024 型机车(轮周效率为 35.6%)相近;16V240ZJE 型柴油机的油耗率为 204 g/(kW·h),也已接近和达到国外先进水平。我国机车的运用可靠性与进口的几种机车相比也不相上下。但是,应当看到,近年来国外内燃机车技术发展很快,尤其是交流传动技术的成熟和所具有的优点,已成为世界电力传动内燃机车发展的必然趋势,许多国家的内燃机车随之又一次开始更新换代,在这方面我们与世界先进水平还有不小的差距。我国将加速新型内燃机车批量生产的能力,并提高其可靠性;同时应积极与国外合作,开发以交流电力传动、微机控制、径向转向架及电子喷射

技术为特征的更新型的国产内燃机车。

四、内燃机车的特点

内燃机车与蒸汽机车相比有显著的优点,而与电力机车相比则各有所长。

内燃机车的优点是:

1. 热效率高、能耗低

内燃机车的热效率可达 30%~35.5%。东风_{4B}型机车的热效率为 33.9%。而向电力机车供电的火力发电站的热效率在我国则只有 18.4%~19.3%。机车柴油机的耗油占全国内燃机耗油总量的 4%左右。汽车的单位能耗比内燃机车高出 20 倍,内燃机车经济地利用了石油资源。

2. 水的耗量少

水是人类的宝贵资源。内燃机车的用水量仅为蒸汽机车的 0.05%,冷却水是循环使用的,消耗亦很少,内燃牵引的线路不需要设置机车的上水设备,所以特别适用于缺水地区。

3. 投资少

电力牵引必须修建牵引供电系统,使电力牵引总的投资比内燃牵引高 1.45~2.55 倍,而内燃牵引上马快,适应能力强,机动灵活性好。

4. 乘务条件好

内燃机车操纵自动化程度较高,司机室宽敞明亮,视野广阔,瞭望方便。司机室为乘务人员设备了良好的工作条件,如电炉、热风机、侧壁暖气和电风扇(或空调机)等,无繁重的体力劳动。

5. 具有可靠的电阻制动或液力制动

内燃机车可以采用电阻制动(电传动内燃机车)或液力制动(液力传动内燃机车)进行减速,不仅有利于提高列车的下坡速度,而且还由于使用电阻制动或液力制动,车辆轮对踏面及闸瓦减少了磨耗,延长了轮对踏面的运行公里,减少了闸瓦更换的工作量和消耗量。

6. 牵引性能好

内燃机车的牵引特性曲线较接近于等功率曲线,低速时的牵引力较大。例如东风_{4B}型机车在 6‰的坡道上能牵引 4 100 t。

7. 起动加速快,降低运输成本

起动加速快,事务时间短,便于多机牵引,运行里程长,为延长机车交路,减少运用机车台数,降低运输成本,提高线路通过能力创造了条件。

8. 内燃机车新技术运用前景广阔

内燃机车在新技术运用方面有着广阔的前景,如机车交流传动、径向转向架、柴油机节能与强化、代用燃料、微机控制、运行安全保障系统、检测与维修技术等。

内燃机车的缺点是结构复杂,制造修理工艺水平高和运用保养要求较高,对高温、高海拔和长大隧道的适应能力较差,排出的废气对环境造成污染等。

第二节 内燃机车的分类、型号和轴列式

一、内燃机车分类

内燃机车种类较多,一般按用途和传动方式分类。

(一) 按用途分类

1. 货运机车——机车具有较大的牵引力,用以牵引吨位较大的货物列车。

2. 客运机车——机车具有较高的运用速度和起动加速度,用以牵引速度较高的旅客列车。

3. 调车机车——用于列车的解体、编组和牵出、转线,车辆的取送、转场、整理、出入段等工作。其特点是频繁地起动和停车。因此这种机车要求瞭望方便,有足够的黏着重量和必要的功率。调车机车可分为站内调车和编组站调车两种,前者适用于客运站、货运站进行部分列车的摘挂与牵引作用,所需功率较小;后者适用于编组站进行全列车的解体与编组作业,所需功率较大,因此这种机车还可以兼任短途运输(小运转)。

4. 内燃动车组——用来运送旅客、行李、货物或公务用的以内燃机为动力的轨道车辆称之为内燃动车。至于内燃动车组则是至少由2辆具有上述定义的动车或至少1辆这样的动车和1辆或1辆以上的拖车(非动车组)组成的列车组。内燃动车组用于牵引近郊旅客列车和中、短途高速旅客列车。

5. 工矿机车——用于厂矿内部运输或地方铁路、森林铁路等牵引用。

(二)按传动方式分类

按传动方式的不同,内燃机车分为机械传动、电力传动和液力传动三种。

1. 机械传动内燃机车

在柴油机与轮对之间设离合器和变速箱,利用变速箱改变柴油机曲轴与轮对间的传动比,以调节机车的牵引力和运行速度。这种传动结构简单、效率高,但功率利用系数低,换挡时有功率中断,易引起冲动,所以干线机车一般不采用机械传动,只用于小型机车上。

2. 电力传动内燃机车

按牵引发电机和牵引电动机电流制的不同,电力传动又可分为直-直流、交-直流、交-直-交流和交-交流等几种。

(1)直-直流电力传动

柴油机驱动直流牵引发电机,发出的直流电经导线输送给直流牵引电动机,牵引电动机输出的功率通过电枢轴上的小齿轮与车轴上的大齿轮互相啮合传给车轴,使机车获得牵引力(见图1-1)。

直流牵引发电机功率的提高是有限制的,只有电枢的线负荷及整流片间的电压不超过它们的允许值时,才能有满意的整流。为了增加功率,只有增大电枢直径,但体积受到机车车辆限界的限制。为不超过一定的电枢圆周速度,电枢直径也受到电机转速的限制。一般直流电机的极限可用 pn 因数表示(p 为柴油机输出功率、 n 为柴油机转速)。一台直流主发 pn 要超过 3.6×10^6 是很困难的,因而直-直流电传动所传递的功率一般不超过2 208 kW(3 000 马力)。

(2)交-直流电力传动

柴油机驱动同步牵引发电机工作时发出三相交流电,经整流器整流后变成可调压的直流电,然后输送给直流牵引电动机驱动轮对旋转,使机车获得牵引力(见图1-2)。

20世纪60年代以来,随着大功率硅整流器出现以后,采用交-直流电传动装置才得以实现。

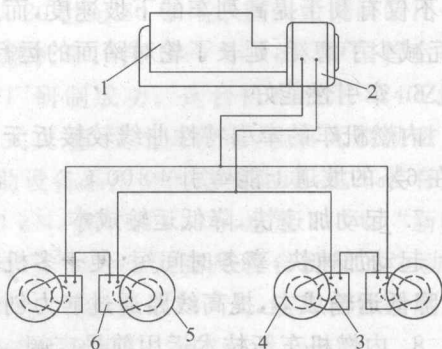


图1-1 直-直流电力传动工作原理示意图

1—柴油机;2—直流牵引发电机;3—小齿轮;
4—大齿轮;5—轮对;6—直流牵引电动机

同步牵引发电机与直流牵引发电机相比,由于同步发电机没有换向器,所以结构简单、重量较轻、省铜、运行可靠、维护方便。如东风_{4B}型机车的 TQER-3000 型同步牵引发电机容量为 2 985 kVA,电机质量为 4 850 kg;而东风型机车的 ZQFR-1350 型直流牵引发电机,功率为 1 350 kW,电机质量却达 8 600 kg。

在交-直流电传动装置中,同步牵引发电机加上硅整流装置,就相当于直-直传动装置中的直流牵引发电机,但是同步牵引发电机不受直流牵引发电机那样的换向条件的限制。

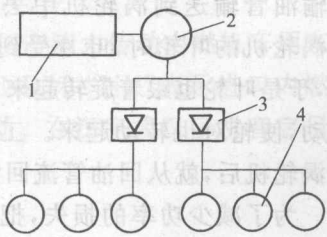


图 1-2 交-直流电传动工作原理示意图

1—柴油机;2—同步牵引发电机;
3—硅整流器;4—直流牵引电动机

(3) 交-交流电力传动

交-交流电传动分为交-直-交和交-交流电传动两种形式。

① 交-直-交流电传动

具有直流环节的间接变频的交流电传动称为交-直-交流电传动(见图 1-3)。

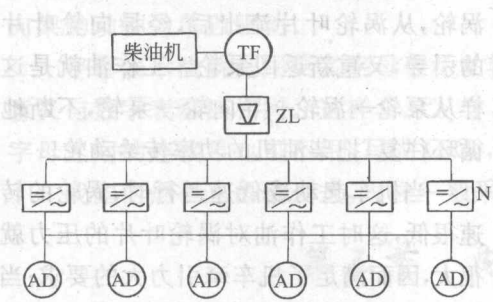


图 1-3 交-直-交流电传动工作原理示意图

TF—同步牵引发电机;ZL—硅整流器组(或半控桥);
N—可控硅逆变器组;AD—鼠笼型异步牵引电动机

柴油机直接驱动一台同步牵引发电机,同步牵引发电机发出的三相交流电经过整流装置,把三相交流电转变成直流电,再经过逆变器,把直流电转变成所需可变频率的三相交流电,以供给牵引电动机使用。经过逆变后的三相交流电的频率和同步牵引发电机三相交流电的频率并无直接关系。

目前世界上交流电力传动均是交-直-交电力传动。

② 交-交流电传动装置

没有中间直流环节的直接变频的交流电力传动装置称为交-交流电传动装置(见图 1-4)。柴油机直接驱动一台同步牵引发电机,同步牵引发电机发出的三相交流电送给变频装置后,直接成为三相变频电源,供给交流牵引电动机用电。

3. 液力传动内燃机车

柴油机输出的功率通过液力传动装置,经万向轴分别传至每根动轴上的车轴齿轮箱(见图 1-5)。机车功率的传递路线为柴油机功率通过万向轴,从液力传动装置的上部输入,从下部输出,然后通过一根万向轴进入中间齿轮箱。由中间齿轮箱出来,再经过万向轴传至动轴上的车轴齿轮箱,以驱动动轮转动。至此,柴油机的功率才变为机车的轮周牵引功率。

传动系统中的中间齿轮箱取决于机车传动系统的总体布置的需要与否来设置的。

液力传动装置的主要部件是一台离心式液力泵和一台液力涡轮机(见图 1-6)。当柴油机工作时,带动液力泵的叶轮高速旋转,由于离心力的作用,油箱里的工作油被液力泵吸起并加速,因而具有很高的压力和流速,然后通

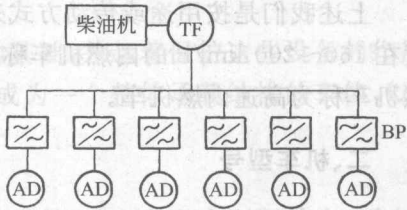


图 1-4 交-交流电传动工作原理示意图

TF—同步牵引发电机;
BP—可控硅降频变换器;
AD—交流牵引电动机

过输油管输送到涡轮机中去。当高压油冲向涡轮机的叶轮时,叶片受到很大的冲击压力,于是叶轮也跟着旋转起来,再通过齿轮的传动,使轮对也转动起来。工作油把能量传给涡轮机后,就从回油管流回油箱。

为了减少功率的损失,把液力泵和涡轮机做成两个工作轮,并把它们装在一起,连同导向轮称为液力变扭器。

液力变扭器由泵轮、涡轮和导向轮组成。

泵轮(相当于液力泵)通过泵轮轴(空心轴)、齿轮与柴油机的曲轴相连;涡轮(相当于涡轮机)通过涡轮轴(实心轴)及齿轮与机车的动轮轴相连;导向轮是固定在变扭器壳体上不能转动的。

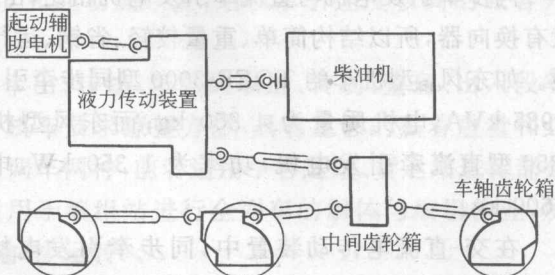


图 1-5 液力传动系统示意图

工作油把从泵轮上得到的能量传给涡轮,从涡轮叶片流出后,经导向轮叶片的引导,又重新返回泵轮。工作油就是这样从泵轮→涡轮→导向轮→泵轮,不断地循环往复,把柴油机的功率传给动轮。

当机车起动或低速运行时,涡轮的转速很低,这时工作油对涡轮叶片的压力就很大,因而满足了机车牵引力大的要求;当涡轮转速随着机车运行速度提高而加快时,工作油对涡轮叶片的压力也逐渐减小,涡轮的转速越是接近泵轮的转速,则工作油对涡轮叶片的压力也就越小,正好满足高速行车时对牵引力要求较小的条件。可见,柴油机发出的大小基本不变的扭矩,经过变扭器后变成满足列车牵引要求的机车牵引力,其大小能随机车理想牵引性能曲线而变化,从而使机车具有良好的牵引性能。

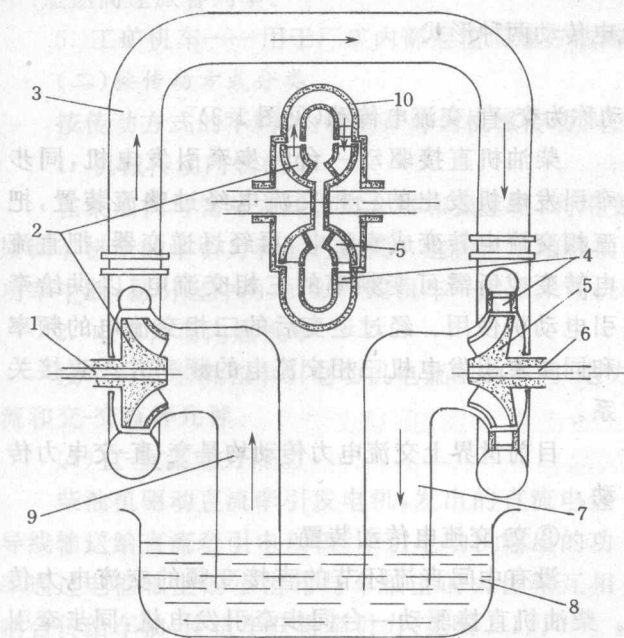


图 1-6 液力传动示意图

- 1—输入轴;2—泵轮(离心泵);3—管道;4—导向轮;
5—涡轮;6—输出轴;7、9—管道;8—油槽;10—变扭器

上述我们是按用途或传动方式来对内燃机车进行分类的,除此之外,我们还把最高运行速度在 160~200 km/h 的内燃机车称为准高速内燃机车,最高运行速度在 200 km/h 以上的内燃机车称为高速内燃机车。

二、机车型号

《铁路技术管理规程》规定机车应有包括类型在内的识别标记。根据铁道部 TB 1736—86 的规定,一种机车的名称便是机车的型名,型名后面的数字便是编号。

我国习惯上采用汉字表示国产内燃车型名,其后编号按一定顺序连续排列,使每一台机车有一个特定的编号。型名加上编号,就成为这台机车的型号。同一型名的机车,按照用途的不同、功率的大小,可另用数字作辅助记号标在型名的右下角,如“东风₄”。近年来型名也可以

用字母作代号,如东风二字的汉语拼音为 DongFeng,其代号为 DF。

国产电力传动内燃机车用东风表示型名,可称为东风系列;国产液力传动内燃机车用东方红、北京表示型名,可称为东方红、北京系列。用汉字拼音字母“ND”和“NY”表示进口内燃机车的型名,其中 N 表示内燃机车, D 表示电传动, Y 表示液力传动。在汉字或汉字拼音字母的右下角用阿拉伯数字表示该型机车投入运用的先后。

三、机车轴列式

机车车轴排列的形式叫轴列式。

轴列式通常用数字或字母来表示机车走行部结构特点。我国目前有用数字表示的,也有用字母表示的。用数字表示的叫数字表示法;用英文字母表示的叫字母表示法。

数字表示法就是用数字表示每台转向架的动轴数,注脚“0”表示每一动轴为单独驱动,无注脚或数字右上角加“'”表示成组驱动。数字之间的“-”表示转向架之间无直接的机械联系。例如东风_{4B}型机车的轴列式 3_0-3_0 表示该机车有两台三轴转向架,转向架的动轴为单独驱动;东风_{10D}型内燃机车的轴列式为 $2(2_0-2_0)$ 表示该机车是两节重联,每节车有两台二轴转向架,转向架的动轴为单独驱动。

字母表示法就是用英文字母表示动轴数,如 A 代表 1, B 代表 2, C 代表 3……注脚表示的意义与数字表示法相同。这样 C_0-C_0 与 3_0-3_0 相同, $2(B_0-B_0)$ 与 $2(2_0-2_0)$ 相同。字母表示法各字母之间的连接号也可不用,写成 C_0C_0 , $2B_0B_0$ 等。

我国内燃机车的轴列式,过去一般采用数字表示法,现在规定用字母表示法。

第三节 内燃机车的基本结构

一、内燃机车的主要组成部分

一般内燃机车基本结构由柴油机、传动装置、车体、转向架及辅助装置等部分组成。

(一) 柴油机

柴油机是内燃机车的动力装置。机车柴油机有二冲程与四冲程、增压与非增压、高速与中速、立式与 V 形等形式。

(二) 传动装置

传动装置是一种能把柴油机的动力传递到轮对上的装置,并使机车获得所要求的牵引性能以及能改变机车前进或后退的方向。内燃机车传动装置有机械传动、液力传动和电传动三种。

(三) 车体

车体是内燃机车的骨架,是安装柴油机及辅助设备的基础,并起着保护这些设备的作用。现代大功率机车将车体侧壁、司机室等与底架焊在一起,成为一个整体承载结构的车体,以增强刚度,减轻重量。

(四) 转向架

转向架是内燃机车走行部分,它承受着机车上部结构重量,产生牵引力和制动力,还有利于通过曲线。转向架有着不同形式。

(五) 辅助装置

辅助装置是保证柴油机、传动装置和走行部正常工作和可靠运行的辅助设备,包括以下部分:

1. 燃油系统 是将储存在机车燃油箱内的燃油经过滤清后供给柴油机,冬季还可以对燃油进行预热。由燃油箱、燃油输送泵、燃油粗滤器、精滤器、燃油预热器等部件组成。

2. 机油系统 是把清洁的、具有一定压力和温度适当的机油输送到柴油机、增压器以及各摩擦面进行润滑,并使之循环使用。由主机油泵、启动机油泵、辅助机油泵、机油滤清器、离心精滤器、热交换器和管路等部件组成。

3. 冷却系统 是通过冷却水对柴油机、增压器、增压空气及机油进行冷却。由离心式水泵、膨胀水箱、散热器组、管路和风扇等部件组成。

4. 预热系统 是在柴油机起动前,通过预热锅炉对水进行预热,使其达到柴油机所要求的起动最低温度。在严寒季节机车停留时,预热系统可保持柴油机的油、水温度,以便能随时起动,由预热锅炉和管路等部件组成。

5. 制动机及空气系统 空气制动机对机车或列车施行制动,以实现停车或减速;自动控制系统将总风缸引来的压缩空气压力降至 $0.55 \sim 0.6$ MPa 后,经由低压空气管路通往各电空阀,风喇叭和刮雨器所使用的压缩空气也直接由总风缸供给;撒砂系统为了增大轮轨间的黏着系数,防止车轮空转及非常制动时滑行,当司机脚踏撒砂阀时,总风缸的压缩空气经电空阀进入撒砂器,向机车前进的第 1、4 或第 3、6 车轮下的轨面撒砂。

6. 辅助传动装置 是为驱动内燃机车的部分辅助装置而设的,如驱动机械传动系统和静液压传动系统。机械传动包括起动变速箱、静液压变速箱、传动轴和联轴节等部件;静液压传动包括静液压泵和马达、温度控制阀、安全阀等部件。

二、总体布置原则

1. 必须保证合理的重量分配。为此要进行重量分配计算,保证两转向架载荷相等以及各转向架左右两侧弹簧承受的载荷相等,各轴的载荷应在规定的轴重偏差之内。有的机车在重量偏轻的部分还专门装设一定重量的配重铁(在机车重量不够的情况下),以满足重量分配的要求,不影响机车牵引力的发挥。

2. 保证所有的电气设备安全正常工作。各种电气设备的布置距离必须保证足够的绝缘距离,要防止电磁的相互干扰而影响正常工作,并要特别注意各电机、电器连线的相互影响。

3. 要尽量保证各种设备的拆装方便。机车的设备布置要尽量减少在车内组装工作量。尽可能地使有些工作在上车之前进行。另外,机车的各种设备中,装拆的几率不同,在设备布置时,必须首先保证各种设备装拆的可能性。经常需更换或修理的易损设备,一定要容易拆装。

4. 要保证乘务人员工作的最大方便和车内的整洁美观。司机室的设备布置,在保证操纵、瞭望、检查故障、通过、维修保养方便的前提下,还应尽可能使各电气设备布置整齐、美观,注意规律性,这样便于乘务人员熟记各设备的位置。另外,走廊通道要尽可能的宽敞,照明采光要好,操纵件应尽量集中。

5. 尽量缩短燃油、机油、水及空气等管路长度,不能有过多的或曲率半径过小的弯道,以免增加流动的阻力。

总之要综合考虑上述原则,选择最佳方案。

三、东风_{4B}型内燃机车总体布置

东风_{4B}型内燃机车,是交-直流电力传动,干线客、货两用内燃机车(见图 1-7)。机车的标称功率为 1 990 kW,柴油机的最大运用(装车)功率为 2 430 kW。客、货主要区别是牵引齿轮传

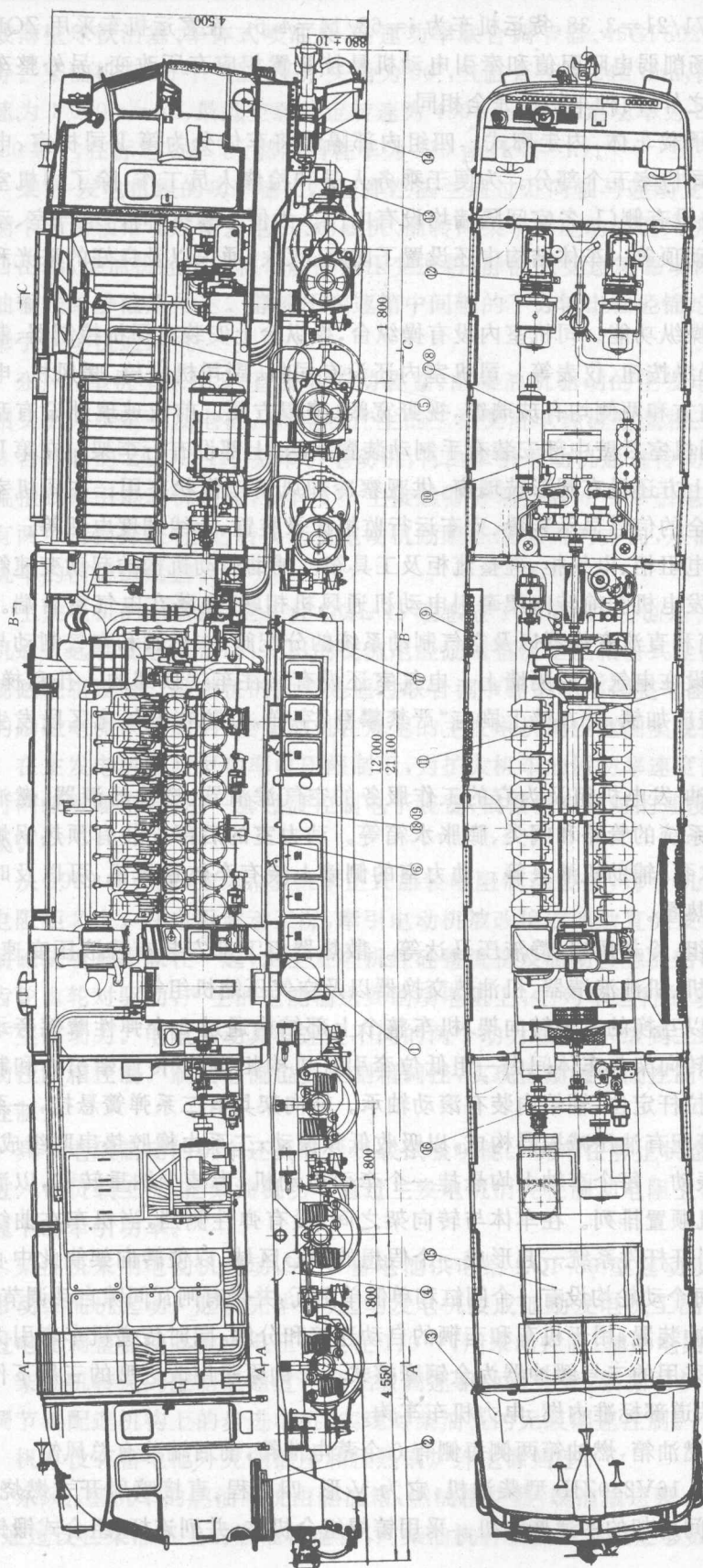


图 1-7 东风_{4B}型内燃机车总体布置

- 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—电气设备;
16—传动机构;17—预热系统;18—防寒装置;19—蓄电池箱

动比不同,客运机车为 $i=71/21=3.38$,货运机车为 $i=63/14=4.5$ 。在客运机车采用 ZQDR-410C 型牵引电动机后,磁场削弱电阻阻值和牵引电动机悬挂装置相应有所改变,另外整车油漆颜色也有所不同。除此之外,两种车结构完全相同。

机车采用框架式侧壁承载车体,内走廊式。四组内部隔墙将车体分为第Ⅰ司机室、电气室、动力室、冷却室和第Ⅱ司机室五个部分。为便于乘务人员和检修人员工作,除了司机室有侧门外,在动力室的两侧也设有侧门,各室间隔墙均设有内门。为便于装拆部件,电气室、动力室和冷却室的顶棚均有活动顶盖。车体结构中还设置了防寒、灭火、通风以及良好的采光和照明设施。

两端司机室具有同等操纵功能。司机室内设有操纵台,操纵台上安装有司机控制器、制动装置的自阀和单阀、各种操纵按钮、仪表等。司机室内还设有司机、副司机座椅、暖风机、电风扇、电炉等设备。司机室前方和两侧均有玻璃窗,视野宽阔、瞭望方便。前窗玻璃外设有刮雨器,侧窗可以手动升降。司机室后壁中部安装有手制动装置手柄,上部设有行李架。在第Ⅱ司机室后壁手制动装置手柄上方还设有圆形玻璃窗,供观察冷却风扇工作状态用。在司机室操纵台上还设有保证行车安全的信号显示装置、列车运行监控记录装置、无线调度电话等。

电气室内安装有制动电阻柜、电气柜、硅整流柜及工具箱。辅助传动机构的起动变速箱与起动发电机、励磁机、测速发电机和前转向架牵引电动机通风机相联,坐落在电气室后端。励磁整流柜、电阻制动控制箱和直流变换器以及空气制动系统的分配阀、中继阀和空气制动与电阻制动联锁的电磁阀等均设在电气室后隔墙上。电气室还设有通往车体顶部的人孔和梯子,在电气化线路区段,人孔盖应加锁,并在墙上刷有“严禁攀登”字样,以防在电气化区段发生触电伤亡事故。

动力室内主要安装柴油发电机组及为它的工作服务的空气滤清器、燃油滤清器、燃油输送泵、起动机油泵、冷却水系统的管路和阀类、膨胀水箱等。动力室的后部安装有预热锅炉及其控制柜、预热系统循环水泵、辅助机油泵等。动力室的侧墙上装有车体通风机,可以及时排出动力室内的烟气并散发热量。

冷却室内装有散热器组、冷却风扇、静液压马达等。散热器组下部安装有静液压变速箱、后转向架牵引电动机通风机、机油滤清器、机油热交换器以及空气压缩机组等。

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 8 个弹性摩擦旁承座落在两个转向架上。每个转向架与车体间由一组低位牵引杆机构相连,以传递牵引力和制动力。转向架轴箱采用弹性拉杆定位,轴箱内装有滚动轴承。转向架具有二系弹簧悬挂,一系是轴箱弹簧,由大挠度圆弹簧配有油压减振器构成,以吸收低频振动;二系由橡胶垫串联组成,位于旁承上方,以吸收高频振动。每个车轴上均悬挂一个牵引电动机,为减少轴重转移,以满足货运牵引要求,牵引电动机顺置排列。在车体与转向架之间,设有弹性侧挡,当机车在曲线上运行时,弹性侧挡可与牵引杆杆件系统一起形成一个假想的中心区域,以便转向架绕此中心区域相对车体作回转运动。每个动轮均设有一个闸缸和单侧单闸瓦,并带有闸瓦间隙自动调节器。

机车两端装有车钩缓冲装置,用于机车和车辆的自动连接和分解,同时传递机车牵引力和承受来自车辆的冲击力。采用的二号缓冲器为全钢摩擦式。车钩原采用改进型的三号下作用式车钩,现改用下作用式铁道部标准内燃、电力机车车钩。

车架下部中央吊装着燃油箱,燃油箱两侧每侧有 6 个蓄电池箱,前后端装有总风缸。

东风_{4B}型内燃机车装用 16V240ZJB 型柴油机,它为 V 形、四冲程、直接喷射开式燃烧室、废气涡轮定压增压并经中间冷却的中速柴油机。采用铸焊组合机体、并列连杆、组合式锻铝活