

內燃機車基本知識

中國人民鐵路出版社

人民鐵路出版社

北京

内燃机车基本知识

大连热力机车研究所编
西南交通大学内燃机车教研组

人 民 铁 道 出 版 社

1977年·北京

内 容 简 介

本书介绍现代内燃机车的基本结构及作用原理，并以我国新型大功率内燃机车为例加以说明。

本书为内燃机车的通俗读物，语言通顺，图文并茂，并尽量采用立体示意图。

读者对象主要是供由蒸汽机车转为内燃机车的检修、乘务人员及领导干部学习与参考。

内 燃 机 车 基 本 知 识

大连热力机车研究所编
西南交通大学内燃机车教研组

人民铁道出版社出版

北京市东单三条14号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092，1/32 印张：12.625 字数：265千

1977年1月 第1版

1977年1月 第1版 第1次印刷

印数：0001—24,500册 定价(科二)：0.85元

毛主席语录

列宁为什么说对资产阶级专政，这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚，就会变修正主义。要使全国知道。

无产阶级必须在上层建筑其中包括各个文化领域中对资产阶级实行全面的专政。

自然科学是人们争取自由的一种武装。人们为着要在社会上得到自由，就要用社会科学来了解社会，改造社会进行社会革命。人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然界得到自由。

前 言

我国铁路牵引动力革命蓬勃发展，自行设计制造的新型大功率内燃机车已批量生产并驰骋在千里铁路运输线上。随着形势的发展，将有越来越多的人从事内燃机车的工作，越来越多的人要求了解内燃机车。我们编写这本通俗读物希望能为内燃机车的新工人提供一本入门的学习资料。为了方便读者，本书的插图尽量多采用立体图及示意图，力求一目了然。

本书在编写过程中，大连、戚墅堰、四方、二七机车厂、天津机车车辆机械工厂等有关工厂和铁道科学研究院机车车辆研究所为编写提供了必要的资料和图片，内江铁路技术学校也大力协助并提出宝贵意见。兄弟单位的支持都促使我们把工作做得更好，但是由于我们的思想政治水平不高，业务知识有限，书中一定有不少缺点、错误，望广大读者批评指正。

大连热力机车研究所
西南交通大学内燃机车教研组

目 录

第一章 内燃机车概述	1
§ 1. 我国内燃机车发展概况.....	1
§ 2. 内燃机车的优越性.....	2
§ 3. 内燃机车的种类.....	4
§ 4. 内燃机车基本构造.....	8
§ 5. 关于内燃机车的几个名词.....	12
第二章 柴油机的基本原理	15
§ 1. 什么是柴油机.....	15
§ 2. 柴油机的分类.....	18
§ 3. 柴油机的工作过程.....	22
§ 4. 柴油机的配气定时.....	27
§ 5. 机车柴油机型号及其他有关规定.....	29
第三章 柴油机的运动件	32
§ 1. 运动件的受力分析.....	32
§ 2. 活塞.....	34
§ 3. 连杆.....	42
§ 4. 曲轴.....	46
§ 5. 曲轴的扭转振动和减振器.....	51
第四章 柴油机的固定件	62
§ 1. 机体.....	62
§ 2. 气缸盖.....	65
§ 3. 气缸套.....	69
第五章 柴油机的配气机构	73

§ 1.	气门式配气机构	74
§ 2.	气门式配气机构的零件	76
第六章	柴油机的燃油供给系统	86
§ 1.	燃油的雾化	87
§ 2.	喷油泵	89
§ 3.	喷油器	98
第七章	柴油机的增压系统	102
§ 1.	柴油机废气能量的分析和利用	102
§ 2.	柴油机增压系统的分类	106
§ 3.	废气涡轮增压器	109
第八章	柴油机的调节	119
§ 1.	柴油机的负载及调速器的使命	119
§ 2.	调速器的基本原理	121
§ 3.	调速器的分类	123
§ 4.	机车柴油机用调速器	128
第九章	冷却及润滑	142
§ 1.	为什么要冷却? 怎样冷却?	142
§ 2.	内燃机车冷却水系统	143
§ 3.	冷却水系统的冷却元件和设备	147
§ 4.	为什么要润滑? 如何润滑?	158
§ 5.	内燃机车的机油系统	159
第十章	机油、燃油及空气的滤清	163
§ 1.	燃油滤清器	163
§ 2.	机油滤清器	168
§ 3.	空气滤清器	174
第十一章	电力传动装置	180
§ 1.	电力传动装置的分类	180

§ 2.	同步牵引发电机	185
§ 3.	牵引电动机	195
§ 4.	交-直流电传动	208
§ 5.	牵引电器	231
§ 6.	电阻制动	271
第十二章	液力传动装置	286
§ 1.	液力传动装置概述	286
§ 2.	液力变扭器	296
§ 3.	液力偶合器	308
§ 4.	液力传动装置的控制系統	311
§ 5.	液力传动系统中的机械部分	324
§ 6.	液力制动	335
第十三章	内燃机车辅助传动装置	352
§ 1.	变速箱与摩擦离合器	352
§ 2.	风扇偶合器	355
§ 3.	液压泵和液压马达	361
第十四章	内燃机车的车体及走行部分	368
§ 1.	车体	368
§ 2.	转向架	373

第一章 内燃机车概述

§ 1. 我国内燃机车发展概况

铁路运输是国民经济大动脉，也是社会主义建设的先行官。而铁路牵引动力又是铁路运输其中的一个重要环节。解放以来，在党和毛主席的英明领导下，我国工人阶级坚持“独立自主、自力更生”的伟大方针，发扬艰苦奋斗、奋发图强的革命精神，迅速改变了机车制造工业一穷二白的落后面貌。从1952年自行制造第一台蒸汽机车到1963年成批生产内燃机车，从1958年仿制内燃机车到1969年试制出第一台自行设计的大功率交-直流电传动内燃机车。在短短十几年的时间里，机车制造业的发展取得了可喜的成就。

史无前例的无产阶级文化大革命，进一步加速了铁路牵引动力革命的进程，社会主义建设新的跃进形势，为内燃机车制造业的发展开辟了广阔的前景。为了满足社会主义革命和建设对新型大功率内燃机车的需要，广大铁路职工高举“鞍钢宪法”伟大红旗，大搞厂内外“三结合”，自1969年先后试制出四种新型柴油机，以及以16240Z型柴油机为动力装置的东风₄型干线货运交-直流电传动内燃机车；以12240Z型柴油机为动力装置的5400马力干线货运液力传动内燃机车和2700马力干线客运液力传动内燃机车；以16200Z型柴油机为动力装置的4500马力干线客货运液力传动内燃机车；以12180Z型柴油机为动力装置的2000马力干线客运内燃机车和1000马力液力传动调车机车。这几种新型内燃机车的试制成功，标志着我国内燃机

车制造工业发展到了一个新的水平。

表 1—1 列出四种新型柴油机的主要参数，表 1—2 列出我国内燃机车的主要参数。

四种新型机车柴油机的主要参数 表 1—1

柴油机型号	标定功率 马力	标定转速 转/分	缸数	冲程度	增压压力 公斤/厘米 ²	平均有效压力 公斤/厘米 ²	耗油率 克/马力·小时
12180Z	1250	1500	12	4	2	13	≤175
16200Z	2250	1500	16	4	2.25	13.5	170 ⁺⁵
12240Z	2700	1100	12	4	2.93	15.65/14.88	155 ⁺⁵
16240Z	3600	1100	16	4	2.9	14.7	155 ⁺⁵

我国内燃机车的主要参数 表 1—2

机车型号	功率 (马力)	传动方式	用途	构造速度 (公里/小时)	轴式	机车重量 (吨)	柴油机型号
东风型	1800	直-直	货	100	3 ₀ -3 ₀	126	10E207
东风 ₂ 型	1000	直-直	调	95.3	3 ₀ -3 ₀	113	6E207
东风 ₄ 型	3600	交-直	货	100	3 ₀ -3 ₀	138	16240Z
东方红<1>型	2×1000	液力	客	140	2-2	84	12180Z
北京型	2700	液力	客	120	2-2	92	12240Z
DFH ₂	2×1000	液力	干线	80	2-2	80	12180Z
DFH ₁	1000	液力	调车	50	2-2	60	12180Z

§ 2. 内燃机车的优越性

尽管蒸汽机车的性能便于调节到符合机车理想牵引特性的要求，而内燃机车则必须采用结构较复杂、成本较高的传动装置。但由于内燃机车比蒸汽机车具有较大的优越性，所以，蒸

汽机车便逐渐被淘汰，并为内燃机车所取代。

首先，内燃机车的总效率高，一般为27~30%，蒸汽机车的效率一般只有8%，也就是说蒸汽机车每烧100公斤煤只有8公斤是用于动力牵引，其余的92公斤，有的根本没有烧完，有的是在排气时排入大气和其他损耗损失掉了，浪费是严重的！这个根本性的缺点尽管作了长期反复的改进，可是至今蒸汽机车的总效率也没有明显的提高。

第二、柴油机体积小重量轻。一台2000马力柴油机约重19吨，占用面积约12平方米，而同样2000马力蒸汽机车的动力装置约重40吨（锅炉内无水时），占用面积约50平方米。蒸汽机车功率的提高受到机车限界和最大轴重的限制。而内燃机车向大功率发展还有较大的潜力。如现代蒸汽机车最大功率为3000马力，而内燃机车可达6000马以上。

第三、蒸汽机车还有一个根本性的缺点，是需耗用大量的水。蒸汽机是靠蒸汽工作的，蒸汽在汽缸内做功后就排向大气。目前蒸汽机车在繁重工作时为产生足够的蒸汽每小时要消耗20~25吨水，大量地耗水要求蒸汽机车必须附带一节煤水车，而且每走行80~100公里就要加一次水，这是很不方便的。使用蒸汽机车的线路沿途必须附设很多加水站，耗用大量的人力物力。而在缺水地区蒸汽机车简直就无法工作。内燃机车冷却系统也用少量的水（每节机车约储水1吨），但它是循环使用的，消耗很少，除机务段有上水设备外，沿途根本不需要上水，节省了大量的运营费用。

此外，内燃机车运行时没有火星排出，故也适用于易发生火灾的油矿和森林地区。

第四、通过能力大。由于内燃机车不象蒸汽机车那样需要经常上煤上水，故其整備时间短，运行里程长，为延长交路、

减少机务段和提高通过能力创造了条件。

第五、劳动条件好。内燃机车乘务员的工作条件较蒸汽机车要好得多，无需承担投煤焚火那样繁重的体力劳动。同时内燃机车的自动化程度高，操纵简便。司机室宽敞、明亮，视野广阔，瞭望方便。

第六、易于实现成组互换修。内燃机车是多种独立装置组合式结构，客观上为机车上各种装置、设备及其零部件的标准化、系列化和通用化提供了优越条件，同时也便于组织零部件的批量生产和易于实现成组互换修，为缩短机车在修日数、提高机车利用率提供了保证。

当然，任何事物都是一分为二。内燃机车和蒸汽机车相比也有不足之处。它除了对制造工艺和运用保养水平要求较高，以及制造成本较高外，内燃机车对高温、高海拔和长大隧道的适应能力较差，因此，当内燃机车在上述条件下运用时，一般应将柴油机的标定功率按运用地区的大气条件予以降低，以保证机车的使用寿命。此外，和电力机车相比，内燃机车的牵引能力还是较低的。

§ 3. 内燃机车的种类

内燃机车如按用途分类，一般可分为干线机车、调车机车和内燃动车组。

1. 干线机车 是指在铁路干线上牵引客、货列车运行的机车。我国幅员广大，物资丰富，运输量大。为满足客、货运输的不同要求，干线机车中又分为以运行速度高为主要特点的客运机车和以牵引力大为主要特点的货运机车。根据我国现阶段铁路所承担的运输任务，货运机车的功率应为4000马力左右，客运机车的功率可以小一些，但也应有一定的功率储备，以满

足旅客列车起动加速的要求。根据实际需要，客运机车的构造速度应在120公里/小时左右，其柴油机功率应为3000马力左右。同一种类型的内燃机车可通过改变齿轮传动比来适应货运或客运的需要，因此，国外有些内燃机车装有工况机构，使机车既能适应货运工况又能适应客运工况，以扩大机车的使用范围。图1—1为货运东风型内燃机车，1800马力，采用直-直流电传动装置；图1—2为货运东风₄型内燃机车，3600马

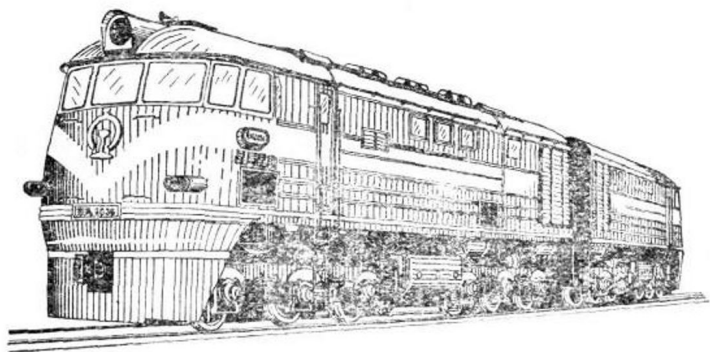


图1—1 东风型内燃机车

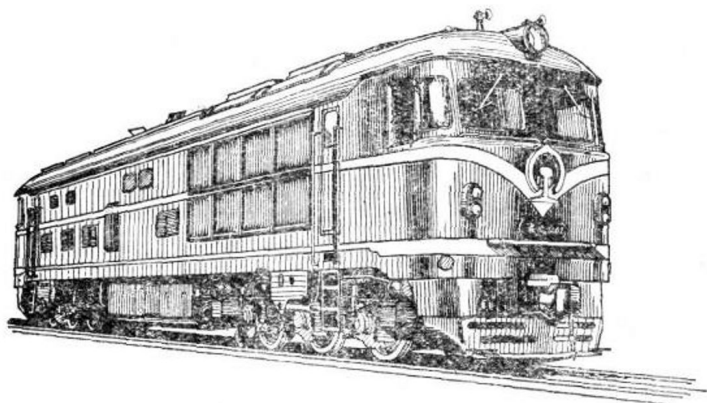


图1—2 东风₄型内燃机车

力，采用交-直流电传动装置；图1—3为客运东方红<1>型内燃机车，2000马力，采用液力传动装置；图1—4为客运北京型内燃机车，2700马力，采用液力传动装置。

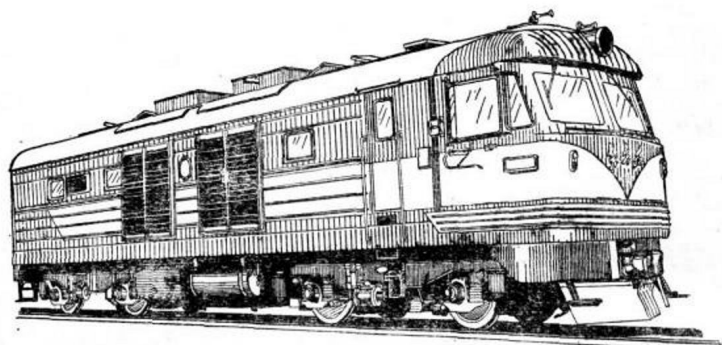


图1—3 东方红<1>型内燃机车

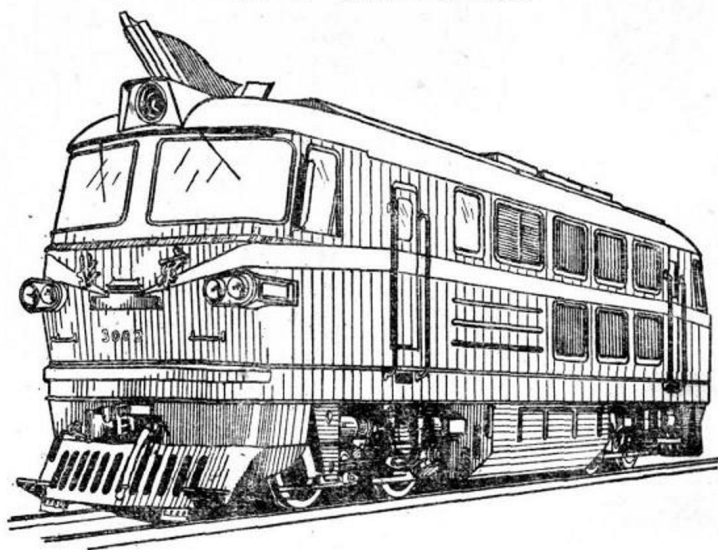


图1—4 北京型内燃机车

2. 调车机车 主要用在调车场编组货物车列和大型车站推送客车车列, 以及在工矿企业内部担任厂内运输, 有时还可兼作短途的小运转。为了便于调车作业时的前后瞭望, 调车机车的司机室应高于车体的其他部分。车体两侧设走台, 以便于检查和维修。图 1-5 为东风₂型调车内燃机车, 1000 马力, 采用电力传动装置; 图 1-6 为DFH₁型内燃机车, 1000 马力, 采用液力传动装置。

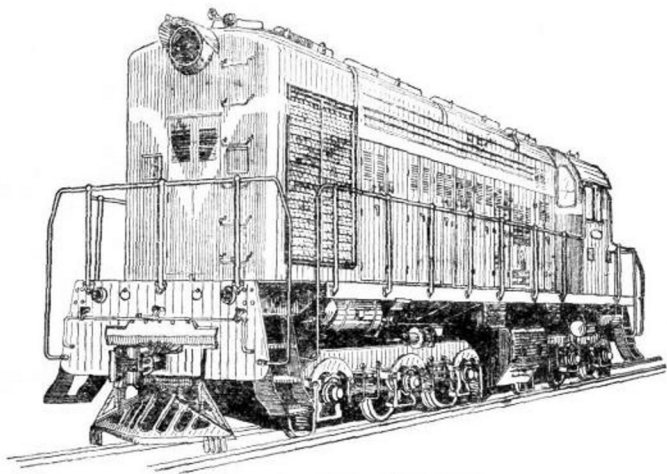


图 1-5 东风₂型内燃机车

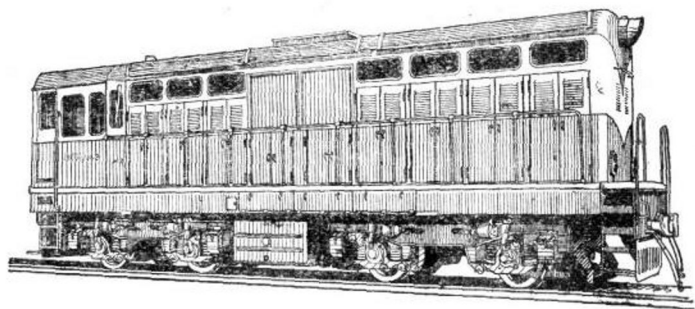


图 1-6 DFH₁型内燃机车

3. 内燃动车组 是由具有动力装置的动车和专用的客车车辆统一编组的轻快列车。由于其运行速度较高和车组两端都为动力车，故无需调换车头的方向，适宜在城郊或邻近城市之间担负短途客运任务。图 1—7 为 NC₃ 型内燃动车组。

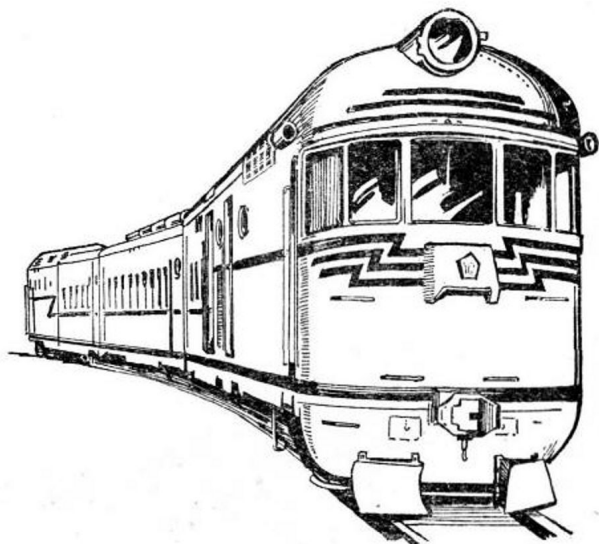


图 1—7 NC₃型内燃动车组

§ 4. 内燃机车基本构造

尽管有各种用途的内燃机车，但其基本结构和工作原理是相同或类似的。一般来说，内燃机车大致是由以下几部分组成。

1. 发动机 内燃机车以柴油机为动力。若按其工作过程来分有四冲程和二冲程柴油机两种，内燃机车用的柴油机多为四冲程的；若按进气压力来分有自然进气的（即不增压）与增压的柴油机。大功率内燃机车的柴油机多采用废气涡轮增压，

以提高柴油机功率与经济性；若按转速来分则有高速（1500转/分左右）和中速（1000转/分左右）两种。高速柴油机的单位马力重量较轻，而中速柴油机的燃油消耗率和耐久性一般来说较优。目前，我国内燃机车用柴油机除10E207型、6E207型为二冲程外，其他几种机型皆为增压四冲程柴油机。

2. 传动装置 由于柴油机的性能不适应机车牵引特性的要求，所以，内燃机车必须设置传动装置，以实现机车所要求的牵引性能。柴油机只能朝一个方向转动，不能倒转，而机车在运用中不是“前进”，就是“后退”，这就需要传动装置来实现机车的换向。

此外，起动柴油机时，必须使柴油机不带负载，这也是通过传动装置实现的。

内燃机车传动装置有电力、液力、机械等几种。现代大功率内燃机车仅采用电力传动和液力传动两种。

3. 冷却和预热系统 柴油机工作时，气缸内燃气温度很高，使气缸套燃烧室部分和排气系统的零件强烈受热，为使其正常工作和保证其工作寿命，必须对这些零部件不间断地进行冷却。若柴油机带有增压器，则增压后的空气温度升高、密度减小。为了增加充入气缸的空气量，故对增压空气也需要进行冷却。再是，柴油机的机油除了对各运动件摩擦副进行润滑外，还有冷却的作用，因而对机油也需要不间断地进行冷却，以使其温度保持在一定范围内。

内燃机车上的冷却方式通常是由冷却风扇驱动空气流经散热器，来冷却柴油机的冷却水；以油水热交换器，来冷却柴油机的机油与液力传动装置工作油；以流经中冷器的冷却水，来冷却增压空气。由于柴油机与中冷器所要求的冷却水的温度不同，故在机车上通常是将柴油机的冷却水和增压空气的冷却水