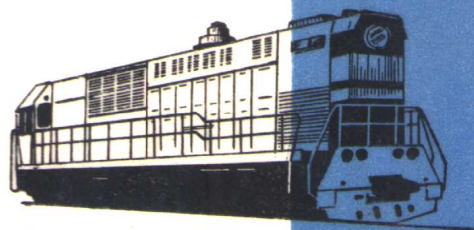
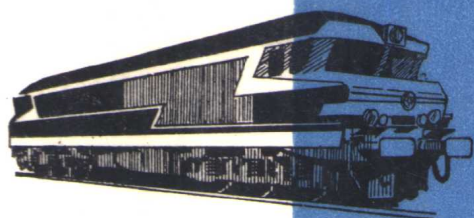


国外内燃机车概况

GUO WAI NEI RAN JI CHE GAI KUANG



人民铁道出版社

国外内燃机车概况

铁道部铁路工业系统
内燃机车技术情报交流网 编

人 民 铁 道 出 版 社

1979年·北京

内 容 提 要

本书以文字和图表的形式介绍了国外内燃机车的发展情况和94种内燃机车、14种机车用柴油机的结构性能参数及具体结构。书中简单地介绍了美、英、苏、西德、法、日等国内燃机车的发展简史和七十年代国外内燃机车及机车用柴油机的水平。

本书可供有关领导、从事内燃机车专业的工程技术人员、大专院校师生参考，亦可供地方铁路的有关人员和从事柴油机专业的同志参考。

国外内燃机车概况

铁道部铁路工业系统内燃机车技术情报交流网编

人民铁道出版社出版

责任编辑 杨宾华

封面设计 赵敬宇

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 $\frac{1}{16}$ 印张：23.625 字数：483千

1979年7月第1版 1979年7月第1次印刷

印数：0001—8,000册

统一书号：15043·5118 定价：2.60元

编者的话

为配合我国铁路牵引动力现代化的需要，遵照伟大领袖和导师毛主席关于“洋为中用”的教导，由铁道部铁路工业系统内燃机车技术情报交流网组织、大连内燃机车研究所主持编写了《国外内燃机车概况》这本书。

本书共分八章。除第一章以文字形式综述了国外内燃机车的发展概况以外，其余各章，均以图表为主、文字为辅的形式，介绍了美国、英国、苏联、西德、法国和日本等国家的内燃机车及其发展简史。全书介绍了2000马力以上的干线内燃机车85种，具有代表性的调车内燃机车（包括支线和小运转机车）9种。为了叙述方便和避免重复起见，我们又将一些国家的主要机车用柴油机14种，分别放在有关章节的后面介绍。各种机车和柴油机均按制造国家编排。另外，根据所介绍机车各自的代表性和先进性的不同，其内容有繁有简，因而介绍形式也略有不同。

参加本书编写的单位有戚墅堰机车车辆工厂、四方机车车辆工厂和大连内燃机车研究所。另外我们还聘请了北方交通大学钮泽全教授和上海铁道学院宋珏老师参加了编写工作，大连铁道学院李欣夫老师对本书编写也给予了支持和帮助，特此表示感谢。

由于我们的水平所限，本书定有错误和不当之处，希望读者批评指正。

编者

一九七八年九月

目 录

第一章 国外内燃机车的发展	(1)
第一节 内燃机车在国外铁路牵引动力现代化中的地位	(1)
第二节 国外内燃机车发展的几个阶段	(2)
第三节 国外内燃机车目前的水平和今后发展趋向	(4)
第四节 努力提高内燃机车的可靠性、耐久性和经济性	(10)
第二章 美国的内燃机车	(14)
第一节 美国内燃机车发展概述	(14)
第二节 通用电气公司的内燃机车和柴油机	(17)
一、C36型内燃机车	(18)
二、U20C型内燃机车	(22)
三、U23系列内燃机车	(25)
四、U26C型内燃机车	(27)
五、U30系列内燃机车	(29)
六、P30CH 型内燃机车	(31)
七、U33系列内燃机车	(34)
八、U50C 型内燃机车	(35)
九、7FDL系列柴油机	(39)
第三节 通用动力公司的内燃机车和柴油机	(43)
一、GP 38-2型内燃机车	(44)
二、SD 38-2型内燃机车	(47)
三、GP 40-2型内燃机车	(49)
四、SD 40-2型内燃机车	(52)
五、SD 45-2型内燃机车	(54)
六、GT-22C 型内燃机车	(56)
七、SDP-40F型内燃机车	(59)
八、F40C 型内燃机车	(61)
九、DD35 型内燃机车	(63)
十、DD-40X 型内燃机车	(65)
十一、645 系列柴油机	(68)
第四节 美国机车公司的内燃机车和柴油机	(70)
一、“世纪”(Century)636型内燃机车	(71)
二、“世纪”(Century)643-H型内燃机车	(72)
三、“世纪”(Century)855型内燃机车	(75)
四、ALCO251系列柴油机	(78)

第三章 英国的内燃机车	(83)
第一节 英国内燃机车发展概述	(83)
第二节 英国的内燃机车	(85)
一、40系列内燃机车	(85)
二、44、45、46系列内燃机车	(87)
三、47系列内燃机车	(91)
四、50系列内燃机车	(94)
五、52系列内燃机车	(97)
六、55系列内燃机车	(100)
七、“隼式”(Falcon) 试验型内燃机车	(102)
八、“茶隼”(Kestrel) 型内燃机车	(105)
九、56系列内燃机车	(111)
十、为加纳制造的内燃机车	(116)
十一、为古巴制造的内燃机车	(118)
第三节 英国的机车用柴油机	(121)
一、RK 系列柴油机	(121)
二、Valenta RP-200系列柴油机	(124)
第四章 苏联的内燃机车	(127)
第一节 苏联内燃机车发展概述	(127)
第二节 苏联的内燃机车	(129)
一、TЭ3型内燃机车	(129)
二、TЭ10型内燃机车	(133)
三、TГМ3型内燃机车	(136)
四、TГМ23型内燃机车	(139)
五、TГ102型内燃机车	(143)
六、TЭП60型内燃机车	(146)
七、TГ106型内燃机车	(150)
八、TГП50型内燃机车	(153)
九、2TЭ10JI型内燃机车	(155)
十、M62型内燃机车	(158)
十一、TЭ40型内燃机车	(161)
十二、TГМ6A型内燃机车	(164)
十三、TЭ109型内燃机车	(166)
十四、2TЭ116型内燃机车	(169)
十五、TЭ114型内燃机车	(171)
十六、TЭП70 型内燃机车	(173)
十七、TЭМ7型内燃机车	(179)
十八、TЭП75 型内燃机车	(182)
第三节 苏联的机车用柴油机	(183)
一、Д70系列柴油机	(183)

二、Д49系列柴油机	(187)
第五章 西德的内燃机车	(192)
第一节 西德内燃机车发展概述	(192)
第二节 西德的内燃机车	(195)
一、290型内燃机车	(195)
二、221型内燃机车	(198)
三、211、212、213型内燃机车	(202)
四、216型内燃机车	(205)
五、232型内燃机车	(208)
六、210型内燃机车	(211)
七、215型内燃机车	(214)
八、218型内燃机车	(217)
九、DE2500型内燃机车	(222)
十、ML4000型内燃机车	(224)
十一、TF400型内燃机车	(227)
十二、为巴西制造的内燃机车	(230)
十三、为西班牙制造的内燃机车	(231)
十四、NY ₅ 型内燃机车	(234)
十五、NY ₆ 型内燃机车	(236)
十六、NY ₇ 型内燃机车	(240)
十七、Am6/6型内燃机车	(243)
第三节 MA956系列柴油机	(245)
第六章 法国的内燃机车	(248)
第一节 法国内燃机车发展概述	(248)
第二节 法国的内燃机车	(249)
一、BB66000系列内燃机车	(249)
二、BB67000系列内燃机车	(252)
三、A1A-A1A68000系列内燃机车	(259)
四、BB69000系列内燃机车	(263)
五、CC70000系列内燃机车	(267)
六、CC72000系列内燃机车	(271)
七、CC80001号内燃机车	(281)
八、为泰国制造的内燃机车	(284)
九、为伊拉克制造的内燃机车	(287)
十、为土耳其制造的内燃机车	(289)
十一、CC2400/2700型内燃机车	(292)
十二、HR-13型内燃机车	(296)
十三、BB-BB3600型内燃机车	(298)
十四、ND ₄ 型内燃机车	(302)
第三节 法国的机车用柴油机	(304)

一、SEMT-PIELSTICK PA6-280系列柴油机	(304)
二、AGO240V16ESHR型柴油机	(311)
三、SEMT-Pielstick PA4-200 系列柴油机	(317)
第七章 日本的内燃机车	(322)
第一节 日本内燃机车发展概述	(322)
第二节 日本的内燃机车	(324)
一、DD51型内燃机车	(324)
二、DD53型内燃机车	(327)
三、911型内燃机车	(331)
四、DE50型内燃机车	(334)
第三节 DMP81Z 型柴油机	(337)
第八章 其它国家的内燃机车	(340)
第一节 内燃机车	(340)
一、比利时5001号内燃机车	(340)
二、比利时200型内燃机车	(341)
三、罗马尼亚制造的ND ₂ 型内燃机车	(343)
四、匈牙利DVM10 (M63)系列内燃机车	(347)
五、澳大利亚J26C 型内燃机车	(349)
六、意大利D443 型内燃机车	(351)
七、捷克斯洛伐克T678、T679系列内燃机车	(354)
八、捷克斯洛伐克TMM3 型内燃机车	(356)
九、瑞典Z66 型内燃机车	(359)
第二节 机车用柴油机	(362)
一、比利时Cockerill 240C-O 系列柴油机	(362)
二、瑞士Sulzer16LVA24 型柴油机	(366)

第一章 国外内燃机车的发展

十九世纪二十年代,伴随着铁路的敷设和营业,蒸汽机车在国外出现了。蒸汽机车运用了半个多世纪以后,即十九世纪末,铁路上又出现了电力机车。不久,约在二十世纪初,内燃机车的设计思想开始萌芽,到了二十世纪二十年代,也就是蒸汽机车诞生后一个世纪的时候,内燃机车正式问世了。电力机车和内燃机车作为铁路新型牵引动力的出现,意味着蒸汽机车的衰落。但是在此后相当的一个时期内,蒸汽机车仍然占有优势。五十年代初,国外还约有蒸汽机车163,000台,占各型机车总数的84.2%,但自此以后,许多国家加快了铁路牵引动力现代化的步伐,新型牵引动力得到了很大发展,用内燃牵引和电力牵引逐步取代蒸汽牵引,已经成为各国铁路牵引动力现代化的必然趋势。

近年来,国外一些国家铁路牵引动力现代化进入了新的时期,内燃机车的发展也到达了新的阶段。蒸汽机车的绝大部分已经退役。目前许多国家的铁路停止了蒸汽机车的运用,而以电力机车和内燃机车代之。美国、英国、法国和日本等国家运用的内燃机车的数量已经饱和,其发展重点转移到了努力提高内燃机车的可靠性、耐久性和经济性方面。值此转折时刻,从总的方面回顾一下国外内燃机车的发展,展望将来的趋向,显得很有必要。

第一节 内燃机车在国外铁路牵引动力现代化中的地位

在国外铁路牵引动力现代化进程中,近二十年来,内燃机车的发展速度很快。表1—1列出了国外一百多个国家和地区历年来各型机车台数的变化。

国外各型机车数量(台)的变化

表1—1

统计年度	蒸汽机车		内燃机车		电力机车		总计	
	台数	%	台数	%	台数	%	台数	%
1952~1953	163323	84.2	22113	11.4	8535	4.4	193971	100
1956~1957	138919	75.7	35392	19.0	9673	5.3	183982	100
1961~1962	106912	61.8	55810	32.3	10196	5.9	172918	100
1967~1968	65303	47	59054	42.5	14552	10.5	138909	100
1969~1970	54382	40.1	65597	48.5	15531	11.4	135410	100
1971~1972	46535	35.7	66773	51.2	16909	13.2	130217	100
1973~1974	38995	30.9	70268	55.5	17298	13.6	126561	100
1976	37078	29.6	70535	56.2	17760	14.2	125373	100

由表1—1可知,随着铁路牵引动力现代化的进展,二十多年来,国外各型机车总的数量在不断减少,但是内燃机车的数量却大幅度增加。五十年代初期,内燃机车仅占各型机车总数的11.4%,而现在已经上升到56.2%,共有七万多台,是各型机车中数量最多的一种。在表1—1所列数据中,苏联各型机车的保有量均未统计在内。据估计,苏联目前约有内燃机车2.5~3万台。

在国外，内燃机车不但数量多，而且分布的国家和地区也较普遍。据统计，在国外一百多个国家和地区中，停止或基本停止使用蒸汽机车的约占半数。它们是：比利时、爱尔兰、英国、加拿大、美国、墨西哥、多米尼加、哥斯达黎加、委内瑞拉、圭亚那、牙买加、巴拿马、阿尔及利亚、喀麦隆、刚果、达荷美、埃塞俄比亚、几内亚、象牙海岸、利比里亚、马尔加什、马拉维、马里、毛里塔尼亚、塞内加尔、多哥、突尼斯、赞比亚、扎伊尔、伊朗、以色列、菲律宾、沙特阿拉伯、新西兰、蒙古、澳大利亚、丹麦、巴西、埃及、罗马尼亚、苏联、瑞士、瑞典、日本、西德、法国、荷兰、挪威、摩洛哥和卢森堡等。在上述国家中，80%的国家以内燃牵引为主或已经全部实现了内燃化，只有20%的国家以电力牵引为主或者是内燃、电力牵引大致均等。

现将美、英、苏、法、日和西德等国铁路牵引动力现代化的进程列于表1—2中。

几个国家铁路牵引动力现代化的基本情况

表1—2

国家名称	建路年份	国营铁路里程 (公里)		内燃机车出现年份	大规模现代化开始年份	停止生产蒸汽机车年份	停止使用蒸汽机车年份	担当运量比例 (%)		备 注
		总 计	其中电气化					内 燃	电 力	
美	1827	331310	3000	1924	1945	1953	1968	基本全部内燃化		1960年美国一级干线铁路停止使用蒸汽机车。
英	1825	18052	3672	1934	1955	1959	1968	66.2	33.8	比例数指完成的总重吨公里。
苏	1834	138300	38870	1924	1956	1956	1975	48.2	51.2	比例数为1975年的统计数字，其余0.6%由蒸汽机车完成。
法	1828	34351	9341	1931	1952	1952	1975	20	80	
西德	1835	28686	10180	1932	1954	1959	1977 (5月)	16	78	比例数为1976年统计数字，其余6%的运量由蒸汽机车完成。
日	1872	21272	7628	1929	1955	1948	1975	25	75	

由表1—2中可以看出，国外一些国家从大规模开始牵引动力现代化到停止使用蒸汽机车，在形式上完成现代化的工作，大约需要二十年或者多一点时间。从停止生产蒸汽机车到停止使用蒸汽机车的时间以英国为最短，约十年时间，以日本为最长，共经历二十七年，一般在二十年左右。

由表1—2中还可以看出，美国基本上是全部实现内燃化的国家，英国以内燃牵引为主，苏联的电力牵引的比重略高于内燃牵引，而法国、西德和日本则以电力牵引为主。但是在以电力牵引为主的国家中，电气化线路的比例一般都不大，其长度约占铁路线路总长的1/5~1/4，例如法国的电力牵引完成铁路总运量的80%，但电气化线路却只占铁路总长的27.2%，而其余72.8%线路上的运输任务，以及电气化区段的一些调车任务还是由内燃牵引完成。

另外需要指出的是，在一些国家，由于铁路电气化的一次投资过大，而铁路牵引动力的现代化又势在必行，于是就采用首先由蒸汽牵引过渡到内燃牵引，然后再由内燃牵引逐步过渡到以电力牵引为主的方针。

第二节 国外内燃机车发展的几个阶段

如上所述，由于各国具体情况不同，因而内燃机车的发展速度和所占比重也各不相同，但是纵观一些国家内燃机车的发展历程，大致可以分为以下几个阶段。

1. 内燃机车设计思想的酝酿与产生阶段

第一台燃油发动机的机车的出现可追溯到1894年,即由威廉·登特·普里斯曼(William Dent Priestman)设计的30马力、装有两缸直立柴油机的齿轮传动的机车,但是内燃机车设计思想的正式酝酿与产生还是二十世纪初期的事情。在1913年去世的德国柴油机发明家狄赛尔,生前也曾酝酿过将柴油机应用到铁路机车上的问题,并和其它几个人合作,试制了狄赛尔-苏尔寿-克罗兹(Diesel-Sulzer-Klose)直接传动的内燃机车,但是因为当时缺乏合适的传动装置,这些尝试都失败了。

2. 内燃机车发展的初期阶段

时间大约为二十世纪二十年代到四十年代末,在此期间先后出现了适合铁路牵引的电力传动装置和液力传动装置,许多国家开始制造一些小型调车内燃机车或内燃动车,但是它们在铁路牵引动力中所占比例不大。

在此期间,某些国家也曾试制了几种大功率内燃机车,但因这些机车的结构繁杂、机器笨重,均未得到发展,属于这种类型的机车有:法国1936年开始制造,1939年投入运用的262AD型和262BD型4000马力内燃机车,轴式为 $2C_0-2C_0$;1938年西德为罗马尼亚制造的双节4400马力电力传动内燃机车,轴式为 $2D_0+1D_0$;1940年美国制造了一种轴式为 $2-D_0+D_0-2$ 的6000马力电力传动内燃机车等。

3. 内燃机车数量急骤增加阶段

时间约为五十年代的十年左右,在这个阶段中,一些国家先后宣布停止制造蒸汽机车,转而大量生产内燃机车,并将其投入运用。美国在大规模内燃化的十年左右时间内,每年平均增加内燃机车2000台左右,年投入运用的最高台数达到3500多台。但是当时制造并投入运用的内燃机车的单节功率都不算大,一般都在2000马力以下,较大功率也不超过3000马力。

4. 提高功率阶段

时间包括六十年代的十年和七十年代初期几年,在这个阶段中,一方面内燃机车的数量继续增加;另一方面,随着内燃机车动力装置和传动装置的进一步发展,为增大内燃机车功率提供了可能,而且也因为各国铁路运输及牵引动力现代化的进一步需要,于是内燃机车的功率得到了迅速提高。在此期间,美国内燃机车的总功率增加了40%(由于美国实现内燃化较早,此时内燃机车的数量反而有所减少),1973年,美国投入运用的内燃机车的平均单节功率是2300马力,而同年报废的内燃机车的平均单节功率还不足1800马力。

1961年,美国向西德订购的ML4000型4000马力液力传动内燃机车投入运用,从此正式揭开了国外生产和运用大功率内燃机车的序幕。在此期间,各国除大量生产并投入运用了一批2000~3000马力的中等功率的内燃机车外,还生产了许多4000~6600马力的内燃机车。由于在功率等级上内燃机车已经基本配套,数量也能满足运输要求,因此在这一阶段的后期,许多国家最终淘汰了蒸汽机车,从形式上完成了铁路牵引动力现代化。

5. 进一步发展阶段

从形式上完成铁路牵引动力现代化,并不意味着铁路牵引动力改革的结束。今后的任务是,让内燃牵引和电力牵引在技术和运营经济方面达到最佳效果。因此,最近几年来,国外内燃机车进入了进一步发展阶段。在此阶段中,努力提高内燃机车的可靠性、耐久性和经济性,以及防止污染、降低噪音等成为重点课题,各国铁路及其内燃机车的制造者都在为此而努力,因而内燃机车的制造和运用也被推向了新的高度。

第三节 国外内燃机车目前的水平和今后发展趋向

1. 关于内燃机车的功率

目前国外内燃机车的单节最大功率仍为7000马力，达到这个功率等级的机车是美国六十年代末期制造的DD40X型电力传动内燃机车中的少数几台，该型机车中的其余机车，单节功率是6600马力。

如上节所述，单节内燃机车功率的显著提高是从六十年代初期开始的。但是当时由于受到柴油机和传动装置制造技术的限制，多数4000马力以上的大功率内燃机车都装用两套动力机组，如上述DD40X型内燃机车就是这样。可是经过一段时间的运用后，人们发现一节机车装用两套动力机组不如装一套动力机组经济可靠，于是后来各国都致力于发展单节、单动力机组的大功率内燃机车。法国曾经喧嚷一时的CC70000系列和BB69000系列4800马力内燃机车，都因装有两套动力机组，所以各试制了两台后，便消声匿迹了。

目前国外单节、单动力机组的最大功率的内燃机车为苏联1976年试制的一台6000马力的TЭП75型电力传动内燃机车，其次是法国国家铁路正在试运的CC72075号4800马力内燃机车。过去有些文章中提到的法国CC78000系列内燃机车也属单动力机组，功率为5000马力，但该系列机车自1972年外刊报道后，至今未再行报道。

国外内燃机车的功率的发展前景如何呢？

按照目前的设计制造水平，继续提高内燃机车的单节功率的可能性是存在的。目前适合于铁路牵引用的柴油机的机组功率有的已经超过6000马力，最大功率约在7000马力左右，而且一些国家已经有了6000马级以上大功率内燃机车的设计方案，因此说只要经过努力，继续提高单节、单动力机组内燃机车的功率，在技术上是是可以实现的。

但是，目前在国外对更大功率内燃机车的需要却不是很迫切的。法国、西德和日本是以电力牵引为主的国家，英国虽以内燃牵引为主，但是该国货物列车重量轻、平均运程不长，高速客运有采用内燃动车的趋势，因此这些国家的铁路对内燃机车的功率都没有过高要求，如西德联邦铁路和英国铁路原先各有一台4000马力的内燃机车，只因用处不大，结果转卖掉了。美国是全部内燃化的国家，铁路货物周转量较大，货物列车的平均重量也大，平均运程较长，因此要求内燃机车的功率要大。六十年代以来，美国制造并投入运用了多种4000马力以上的大功率内燃机车。但是十多年来，这种大功率内燃机车的发展速度并不算快，据1974年年初统计，在美国全部运用的内燃机车中，4000马力以上的大功率内燃机车仅有343台，占内燃机车总数的1%，而且多年来，4000马力以上的内燃机车的生产台数也极少，有些年份，甚至不生产。这是因为美国铁路乐于将中等功率等级的机车，多机联挂牵引，一人操纵使用。他们认为，这样可以根据需要改变联挂机车台数，运用起来灵活方便。在苏联铁路，虽然电力机车担当了半数或者更多一些运输任务，但因铁路的客、货运量大，因此内燃机车的牵引任务也很繁重，需要的功率也较大。从当前苏联铁路运输的发展计划来看，需要6000和8000马力等级的内燃机车。但是苏联制造的内燃机车有一个特点，就是“双节联挂”使用。根据苏联最新出版的资料来看，他们计划在1976~1980年，生产8000马力双节干线货运内燃机车，实际单节功率也不过4000马力。苏联有关方面还宣称，到1980年要试制12000马力的双节内燃机车，如果属实的话，单节功率也是6000马力，仅同目前水平一致。也有一些外刊报道，苏联拟定将来生产单节8000马力的内燃机车，但从目前苏联设计制造水平来

看，近期不会实现。

从上分析可以看出，国外内燃机车的单节功率在最近的将来不会有很大突破，除目前已有的几个品种外，有可能在个别国家试制出单节、单机功率在6000~7000马力左右的新型内燃机车，但估计不会立即批量生产，投入运用。而在功率等级方面，国外具有发展前途的则是一些中等功率的内燃机车。2000~3000马力适合于一些以电力牵引为主或者运量不大的国家，3000~4000马力或4000马力稍大一些的内燃机车，则适合于一些以内燃牵引为主或运量较大的国家。到目前为止，西德联邦铁路已把发展中等功率（2000~3000马力）的内燃机车列入发展内燃机车的技术政策中去，美国主要的内燃机车制造厂家通用动力公司和通用电气公司也主张机车功率以中等为宜。但是苏联的全苏铁道科学研究所所长不久前在一篇文章中谈到，1980~1990年间，在苏联内燃机车总数中，将以单节功率为4000和6000马力的干线内燃机车居多。

2. 关于机车用柴油机

国外机车用柴油机的发展是和内燃机车的发展互相制约又互相促进的。国外机车用柴油机几年来发展的重点是在不显著增大体积和重量的情况下，不断提高机组功率。目前最大机组功率的机车用柴油机为法国18PA6-280型柴油机（1971年通过UIC100小时和360小时试验，未装车），近期发展目标是7200马力。据最近资料报道，西德和日本按法国专利生产的这种柴油机，18缸机的机组功率已经达到7200马力。其它较大机组功率的柴油机是苏联的Д-49型20缸6000马力柴油机（一台已装车），西德MA956型20缸6000马力柴油机（未装车），英国正在试制的RK4（或称RK270）型16缸6032马力的柴油机，以及AG0-240型20缸5000马力柴油机和12PA6-280型4800马力柴油机（均装车）。用于应急发电的AG0-240型柴油机，在试验中，16缸机组功率已经达到5500马力，1976年该型柴油机的20缸机在UIC100小时试验中额定功率是6250马力，最高功率达到6875马力。

国外在发展机车用柴油机的过程中，主要采取了两种途径。一种是在原有机型的基础上不断强化，属于这种情况的典型国家为美国；另一种是不断创制新机型，属于这种情况的有法国等。现将美国和法国的机车用柴油机的发展情况简化于表1—3中。从表1—3中可以看出，美国机车用柴油机在发展过程中，结构参数变化不大，主要是不断提高强化指标，而法国设计制造的机车用柴油机的结构性能参数变化却很大。还要指出的是，英国近年来在柴油机的发展中做了许多工作，上述正在试制的RK4型柴油机平均有效压力可到20.7巴，而另一试制产品，Paxman Valenta系列柴油机，平均有效压力可到22.4巴，活塞单位面积功率为0.665千瓦/厘米²。

近年来机车用柴油机在其发展过程中出现了一种新的动向，即采用低压缩比和二级增压配合的方法，在不显著增大柴油机的机械负荷和热负荷的条件下，提高柴油机功率，而且还出现了一种Hyperbar增压系统（或叫补燃高增压系统）。法国已先后在AG0-240系列和PA6-280系列柴油机上进行了试验，其单缸功率分别达到了440马力和500马力。另外法国对PA4-200系列柴油机由直接喷射改为可变几何比燃烧室、并采用二级增压进行了试验。试验结果如表1—4所示。据报道，这种改进后的新型PA4-200型柴油机，由于单位功率重量小（18缸机为2.8公斤/千瓦），如若采用空-空冷却，在机车上应用是完全可能的。

3. 关于内燃机车的传动装置

内燃机车的传动装置在国外普遍采用的有两种，即液力传动装置和电力传动装置。

由德国弗廷格尔发明液力传动装置至今约有七十年的历史了。但是弗廷格尔液力传动装

法国和美国的机车用柴油机的的发展

表 1-8

国别	制造工厂	型号	转速 (转/分)	缸径 (毫米)	行程 (毫米)	平均有效压力 (公斤/厘米 ²)	活塞平均速度 (米/秒)	强化因素 (公斤米/厘米 ² ·秒)	单缸功率 (马力)	最大机组功率 (马力/缸数)	惯性力系数 (米 ² /分 ²)	单位活塞面积功率 (马力/厘米 ²)	注
法国	阿尔斯通 一大西洋 公司(原 大西洋造 船厂)	PA1-175	1250	175	210	8.9*	8.75*	19.5	62.5	1000/16	57.4	0.24	1951年系列化, 1952~1956年装车42台。 1957年系列化, 1960~1962年共装车12台。 1956年设计, 1963年系列化, 到1970年上半年装车369台。 1969年系列化。 1970年制造, 1971年通过了U ₁ C100小时和360小时试验。 12缸机装于72075号机车上, 功率达到了4800马力。西德和日本按其专利制造的该型柴油机, 平均有效压力已接近到19.2公斤/厘米 ² , 单缸功率为400马力。 1950年设计, 1954年8缸机通过U ₁ C100小时试验。
		PA2-175	1500	175	210	11.8*	10.5	31.1	100	1600/16	82.7	0.38	
		PA4-185	1500	185	210	16	10	42	150	2700/18	87.4	0.53	
		PA4-200	1500	200	210	16	10	41.7	175	3150/18	94.5	0.55	
		PA6-280	1050	280	290	16.8	10.15	42.6	350	6300/18	89.5	0.56	
美国	阿尔萨斯 机械制造 公司	MGO	1500	175	180(主)/ 192(副)	11.66	9.0/9.6/26.2/	27.9	100	1600/16	70.9	0.41	1963年开始用于铁路牵引。 1968年开始用于铁路牵引, 1969年16缸机通过U ₁ C100小时试验。
		AGO195	1500	195	180(主)/ 192(副)	16.2	9.0/9.6/36.5/	38.9	150	2400/16	79.0	0.48	
		AGO230	1350	230	220(主)/ 230(副)	16.05	9.9/	39.7/	225	3600/16	92.2	0.55	
		AGO240	1350	240	220(主)/ 232(副)	16.3	9.9/	40.3/	250	5000/20	96.2	0.58	
		7FAL 7FBL 7FDL	1000 1000 1050	228.6 228.6 228.6	266.7 266.7 266.7	12.3 15.1 19.9	8.89 8.89 9.35	27.3 33.6 46.5	156 163.3 250	1250/8 1950/12 4000/16	66.9	0.35 0.37 0.57	
美国	通用电气 公司	244	1000	228.6	266.7	12.10	8.90	26.9	147	2360/16	61	0.33	在1941年设计制造的241系列基础上发展而来, 1946年投产, 到目前装车运用的约有4000余台。 第1台251A于1954年装车使用。 1964年装于Century628和855型机车上使用。 1953~1954年间投入生产。 1968年生产。8缸和12缸机组的最高平均有效压力可到达18.9公斤/厘米 ² 。 1934年开始装车运用。
		251A	1000	228.6	266.7	12.25	8.90	27.3	147	1760/12	61	0.33	
		251B	1000	228.6	266.7	13.6	8.90	30.3	163	2860/18	61	0.37	
		251C	1050	228.6	266.7	15.1	9.35	35.2	190.6	3050/16	67.2	0.43	
		251D 251F	1100 1100	228.6 228.6	266.7 266.7	17.2 18.5	9.78 9.78	42.1 45.2	230 250	2760/12 4500/18	73.8 73.8	0.52 0.55	
美国	通用动力 公司	201A	800	203	254	6.14*	6.77*	20.8	112.5	900/8	33	0.31	1938~1941年生产。 1946年生产。 1954年生产。 1959年开始安装在SD24型机车上。 1963年装在GP35、SD35、DD35型机车上运用。 1966年开始生产。
		567A	800	215.9	254	5.62	6.77*	18.6	90	1350/16	35.1	0.23	
		567B	800	215.9	254	6.33	6.77*	21.5	93.75	1500/16	35.1	0.24	
		567C	835	215.9	254	7.17	7.06*	25.3	122	1950/16	38.2	0.31	
		567D 567D3A 645E	835 900 900	215.9 215.9 230.2	254 254 254	9.42 9.35 9.91	7.06* 7.62* 7.63*	33.3 35.6 39.9	138 185 200	2400/16 2750/16 3900/20	38.2 44.4 52.8	0.35 0.47 0.46	

* 为计算值。

改进后的P A4-200系列柴油机采用二级增压试验结果

表 1—4

缸 数 (个)		6	12	16	18
功 率 (马 力)	目 前 水 平	1050	2100	2800	3150
	试 验 结 果	2000	3000	4000	4500
	可 能 达 到	2400	3600	4800	5400

置用于铁路的动力车上却只有三十五、六年的时间,约为该项技术年龄的一半。最初用于铁路的液力传动装置是弗廷格尔本人和克鲁肯贝格二人于1932年发起制造而应用的,而到1935年,在纪念德国国家铁路成立一百周年的时候,已经出现了一台1400马力的试验型干线液力传动内燃机车。目前在国外,虽然有许多国家根据德国专利或根据自己的设计能够制造液力传动装置,但是大多数内燃机车的液力传动装置还是由西德制造的。据统计,由西德制造的铁路用液力传动装置总台数为23000台(包括战前德国的数字),总功率为1200万马力。

西德制造的液力传动装置主要有Voith型和Mekydro型两种。其代表产品为Voith L820型和Mekydro K252型,其设计功率都是2500马力。Voith L820型液力传动装置的起动变扭器的最高效率为86%,运转变扭器的最高效率为85%,该型装置还具有较宽的高效区,若最高速度 V_{max} 为140公里/小时,那末 V/V_{max} 在0.35~1.3的范围内(相当于机车速度范围的75%以上),全负荷时的效率均保持在80%以上。Voith L920型液力传动装置为试制产品,其输入功率可到3250马力。此外据说西德还试制了4000马力的L1020型液力传动装置。

从Voith型液力传动装置的发展过程来看,采用两个变扭器是它的发展方向;而Mekydro型液力传动装置也从过去一个变扭器和四级齿轮变速箱的基础上,发展到目前带两个液力变扭器和以充排油换档的形式,这样就与Voith型接近了。从上述两种传动装置的发展可以看出,纯变扭器的形式较变扭器加偶合器的形式为好。

在国外,有一种称为“液力换向装置”或“制动-逆转装置”的液力传动装置。所谓“液力换向装置”,就是对于机车的每一运行方向采用一个或一对液力变扭器,而换向过程通过相应方向的变扭器充油来实现。因此换向过程全为液力方式,而取消了机械换档机构。这种装置被认为是液力传动调车内燃机车的最佳装置。1932年,弗廷格尔为铁路设计、制造的液力传动装置就属于这一种。但是,当时因受各种条件的限制,没有取得重大的成功,因而也没有引起人们的重视。1954年,比利时根特电气机械公司为比利时国家铁路设计制造了这种液力换向的传动装置。而西德Voith公司只是到1965年才将这种结构形式用于铁路机车上。

另外,六十年代初期,西德向美国出口的ML4000型液力传动内燃机车上第一次装用了液力制动器。这种制动装置的优点是:无磨损、冷却方便、反应快、单位重量功率高。这种制动装置在一些新型液力传动装置上已经普遍被采用。

目前铁路用液力传动装置在技术上达到成熟以后,进一步的发展方向将是提高单位重量功率、简化结构和降低维修费用。

六十年代初期,当大功率液力传动内燃机车已经问世的时刻,国外电力传动内燃机车还采用直流传动方式。直流电力传动极大地限制了内燃机车功率的提高,一般来说单节机车功率不超过3000马力,因此在当时情况下,电力传动显得极不景气。1965年初,法国的一台采用新型交-直流电力传动装置的内燃机车投入试运。交-直流电力传动方式的出现在内燃机车的传动方式上是一个突破。从此在国外采用这种新式传动方式的内燃机车,特别是3000马力

以上的交-直流电力传动内燃机车迅速发展起来,而且较液力传动内燃机车更加受到普遍重视,形成了一个值得注意的新动向。长期以来在国外市场上,液力传动内燃机车的成交额还不足20%,其余80%以上的成交额为电力传动内燃机车所占有。美国已经停止了原有液力传动内燃机车的使用。英国和法国已经作出决定,新造内燃机车只采用电力传动一种方式。在苏联,已经试制的两种4000马力液力传动内燃机车都没有批量生产,运用较多的ТГ102型液力传动内燃机车只投产了4年,于1964年停产。苏联近年来试制的多种新型内燃机车也都采用电力传动。西德和日本两国铁路原来多采用液力传动内燃机车,特别是西德,既是液力传动装置的创始国,而且也一直垄断着液力传动装置的国际市场,但是这些年来,日本和西德都在从事电力传动方面的研究和试制。西德关于新型交流传动方式的研究试制在今日之国外,还名列前茅。

所谓内燃机车的交流电力传动,简单地讲,就是将交-直传动系统中的直流电动机改变为交流电动机(或叫作鼠笼式异步电动机),并进行一些相应的改变。交流牵引电动机的主要优点在于:没有滑环、整流子和炭刷等易损部件,不受温升和换向的影响,因而几乎无需保养,运用可靠,而且在相同体积的条件下功率较大,可减轻机车的簧下重量,简化了转向架结构;交流牵引电动机的扭矩特性曲线也非常陡,这就是说,转速稍许下降,转矩就随之下降,因而可自动防止空转;另外目前电力机车也朝着这个方向发展,有利于在内燃机车和电力机车之间开展“三化”工作。因此有人认为,交流牵引电动机的应用,标志着在内燃牵引和电力牵引的领域内前进了重大的一步。

目前在国外,从事交流电力传动方式的研究、试制和试验的国家有:芬兰、英国、荷兰、美国、西德、法国、瑞士、意大利、奥地利和苏联等许多国家。已经制造或正在制造的采用交流电力传动方式的内燃机车、电力机车或动车约有100台(节),总功率接近150000千瓦。

交流电力传动方式按其变频方式的不同可以分为交-直-交流系统和交-交流系统两种。交-交流系统的突出的优点是没有中间直流环节,而为自然换流,不需要庞大的整流和换流设备,但是因为它所要求的低速中频牵引发电机的体积、重量很大,因而影响了近期在内燃机车上的应用。目前普遍采用的为带中间直流环节的交-直-交流系统,西德制造的DE2500型干线内燃机车、瑞士运用的Am6/6型和苏联的BM31系列调车内燃机车均采用这种传动系统。

在交流电力传动方式的研究中,一般采用改变极对数和供电频率来调节牵引电动机转速。在不减小最大转矩而改变极对数时,采用星接-双星转换接法。近年来,由于电器调节技术的迅速发展,无级变速在技术上可以实现。具有强制换向器的变流器能保证频率在很宽的范围内调节,而脉冲调节方案则更有发展前途。

另外,在电力传动内燃机车的控制系统中,已由原来的分裂极的励磁机发展到了带联合调节器的机外调节系统。开始时采用磁放大器来实现,随着电子技术的发展,又出现了电子线路控制系统,目前已被普遍采用。美国制造的交-直流电力传动内燃机车,采用电子恒功率调节系统,这种系统动作灵敏迅速,准确可靠,并便于实现限流、限压、恒流起动、空转保护和其它保护,从而改善了机车的牵引性能。此外,国外对电子线路控制系统的调试方法、检测方法以及不断提高电子元件的可靠性都在进一步探讨,以便有更大的发展。

4. 关于内燃机车的运用和检修

为了较全面地说明国外内燃机车的运用情况,特选用以下几个指标:

$$\text{内燃机车的完好率} = \frac{\text{可运用内燃机车台数}}{\text{内燃机车总台数}}$$

$$\text{内燃机车运用率} = \frac{\text{实际运用内燃机车台数}}{\text{可运用内燃机车台数}}$$

$$\text{内燃机车不良率} = \frac{\text{修理中内燃机车台数}}{\text{内燃机车总台数}}$$

$$\text{内燃机车储备率} = \frac{\text{储备中内燃机车台数}}{\text{内燃机车总台数}}$$

按照上述各式，现将国外几个国家七十年代头几年的内燃机车的运用指标推算值列于表1—5中。

几个国家的内燃机车的运用指标

表1—5

国 家 和 铁路名称	轨 距	总 台 数	修 理 台 数	可 机 运 车 用 数	运 机 用 车 中 数	完 好 率	运 用 率	不 良 率	储 备 率
						%			
英国(BR)	标 准	2527	522	2005		79.3		20.7	
瑞士(CFF)	标 准	103	10	93	63	90.3	68	9.7	29.1
加 拿 大 { CNR CPR	标 准	1950	31	1919	1919	98.4	100	1.6	0
	窄	51	5	46	46	90.2	100	9.8	0
	标 准	1268	47	1221	1221	96.3	100	3.7	0
捷 (ČSD)		1947			1158				
西德(DB)	标 准	2872	181	2691	2458	93.9	91	6.1	8.1
	窄	2		2	2	100	100	0	0
意大利(FS)	标 准	726	178	548	548		100	24.5	0
印 度 (India)	宽	1012	128	884	861	87.4	97	12.6	2.3
	米	333	38	295	293	88.6	99	11.4	0.6
	762毫米	39	11	28	25	72	89	28	7.7
日本(JNR)	标 准	13	2	11	4	84.6	36	15.4	53.8
	窄	1780	179	1601	1464	90	91	10	7.7
南斯拉夫 (JŽ)	标 准	641	88	553	452	86.3	82	13.7	17.3
	窄	39	3	36	33	92.3	92	7.7	7.7
法国(SNCF)	标 准	2150	175	1975	1716	91.9	87	8.1	12.4
美国(USA)	标 准	27219	897	26322	26274	96.7	99	3.3	0.17
苏联(USSR)	宽					95.3		4.7	

由表1—5可知，美国和加拿大内燃机车的完好率较高，在96~98%之间。

国外内燃机车的检修制度因国而异。在一个国家的铁路上，又因车型不同而不同，并且经常有所变化，因此很难有统一标准。

苏联内燃机车历年来的各种修程的平均值见表1—6。1973年开始实行的关于TЭ3型和TЭ10型内燃机车的检修周期及修理费用见表1—7。

英国铁路内燃机车的检修周期是：小修3.5年，中修3.75~7年，大修6.25~14年。这分别相当于柴油机工作5000~10000小时、15000~20000小时和40000小时。其它国家内燃机车