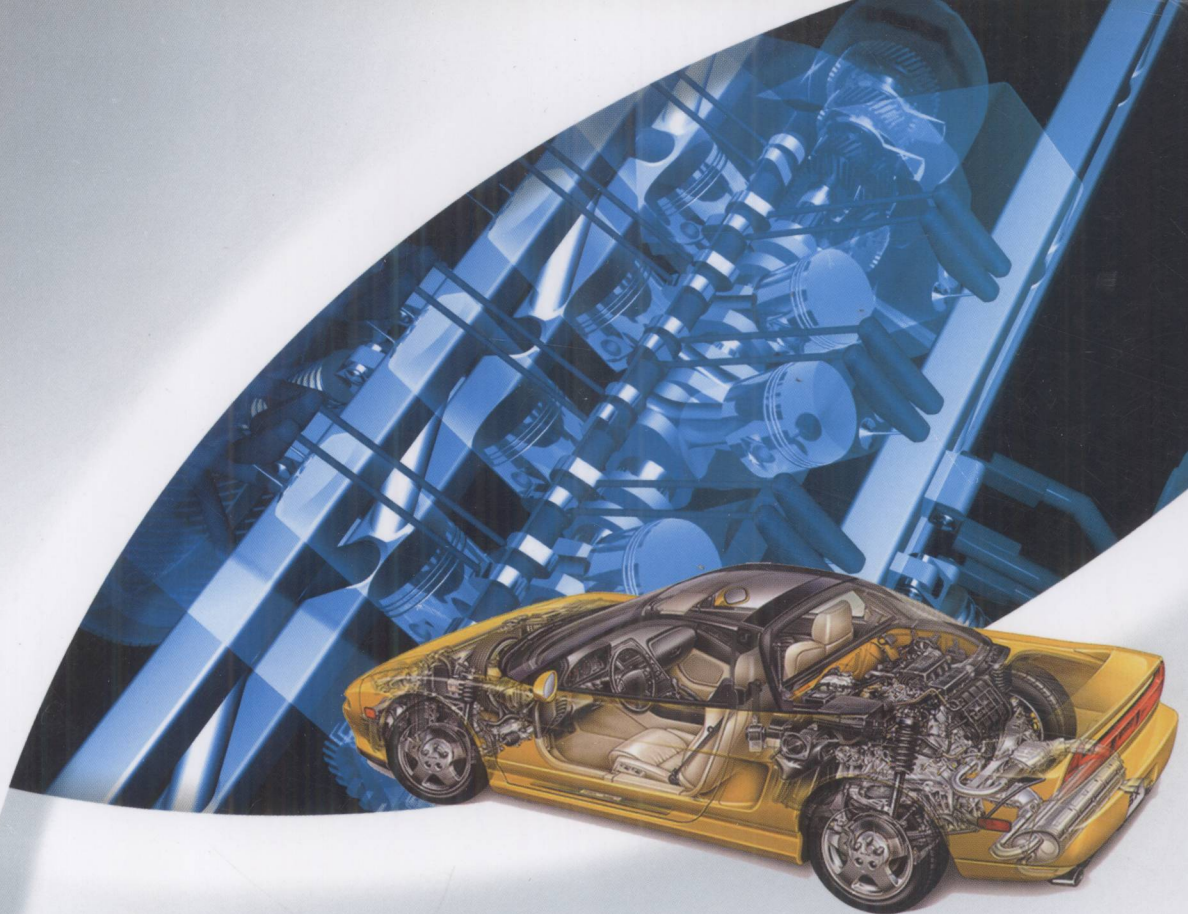




汽车动力系统 计算匹配及评价

彭 莫 刁增祥 编著



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

汽车动力系统计算匹配及评价

彭 莫 刁增祥 编著

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车动力系统计算匹配及评价 / 彭莫, 刁增祥编著. —北京: 北京理工大学出版社, 2009. 11

ISBN 978 - 7 - 5640 - 2877 - 0

I. 汽… II. ①彭…②刁… III. 汽车 - 动力系统 IV. U463

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 171847 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / [http:// www. bitpress. com. cn](http://www.bitpress.com.cn)

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 天津市建新彩色印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 12. 25

字 数 / 283 千字

版 次 / 2009 年 11 月第 1 版 2009 年 11 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 3000 册

定 价 / 28. 00 元

责任校对 / 陈玉梅

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

前 言

本书主要为汽车工程技术人员进行汽车动力系统计算匹配及评价之用，也可供相关专业师生、技术人员和汽车爱好者参考。

本书认真贯彻了理论与实际相结合的原则，既力争简明清晰，推证严密，又注重实际，以解决实用中的设计计算问题。全书编写力图结构严谨、层次鲜明、深入浅出、浅而不俗、分析透彻、深而不秘。特别强调实事求是，力避华而不实。

全书在内容和选材上，既突出了动力性能指标计算这个核心，又相应给出了传动系的匹配设计和评价方法，同时还介绍了部分动力总成技术的原理和知识。

为给动力性能计算打下基础，本书提出了发动机的 14 个评价指标和动力源的选定依据，同时还建立了实用可行的发动机的动力特性方程，提出了选定换挡时机的方法等。

为使读者完全掌握各大动力性能指标的计算，掌握传动系的匹配设计和计算以及变矩器的匹配计算等，本书除给出了完整的计算公式外，还分别给出了具体的计算示例。

由于水平和时间限制，书中定有不妥和错误之处，欢迎同行人士和广大读者批评、指正。

在编写本书的过程中，葛锋、陈定坤同志作了大量工作，在此表示深切的谢意！

编著者

目 录

第一章 概述	(1)
第二章 动力	(4)
第一节 汽车发动机的参数指标及选型依据	(4)
一、汽车发动机的有关参数及评价指标	(4)
二、汽车发动机的选型依据	(19)
第二节 汽车发动机的动力特性	(29)
一、功率、扭矩和转速三者的相互关系	(31)
二、功率、扭矩与转速的特定关系	(32)
三、动力特性的意义及其评价	(44)
第三节 驱动功率和驱动力	(52)
一、功率损失	(52)
二、驱动功率和驱动力	(56)
第三章 阻力	(58)
第一节 滚动阻力	(58)
一、成因	(58)
二、滚动阻力系数	(60)
第二节 空气阻力	(63)
一、空气阻力	(63)
二、空气阻力系数	(64)
第三节 坡道阻力	(69)
第四节 加速阻力	(70)
一、计算公式	(70)
二、 δ 算式的建立	(71)
第四章 动力性能计算	(74)
第一节 表征参数的分析计算	(74)
一、计算公式	(74)
二、计算示例	(87)
第二节 传动系的匹配设计和评价	(108)
一、传动系的匹配设计	(108)

二、传动系的匹配评价	(121)
三、液力变矩器的匹配计算	(125)
第五章 动力总成技术	(139)
第一节 动力传动系的发展趋势	(141)
第二节 动力传动系的总成技术	(142)
一、动力源	(142)
二、传动系	(146)
参考文献	(189)

第一章

概 述

汽车的动力性能，就是受发动机动力支配的行驶性能。它是汽车各大性能中最基本、最重要的一种性能。汽车动力性能的好坏，是汽车工作效能的标志。牵引车的牵引力、起重车的起吊量、载重车的运输生产率以及军用汽车完成使命任务的周期等，无不与动力性能有关。

如何评价汽车动力性能的好坏呢？这需要建立有效的评价指标。

作为粗略地看，单位重量（负荷）功率 k_p 是较为直观的，即：

$$k_p = \frac{P_m}{G} \quad (1-1)$$

式中， P_m ——发动机的最大（额定）功率，kW；

G ——整车最大总重量（负荷），kN。

k_p 值虽已抓住了影响汽车动力性能的主要因素，但车辆造型对于空气阻力的影响，风扇等附件所消耗的功率，传动系的复杂程度以及装配调整质量等一系列问题均未得到应有的反映。

俄国的曲达科夫院士曾提出了一个极有影响的汽车动力性能的评价指标——动力因数 D_0 。它由式（1-2）表示：

$$D_0 = \frac{F_t - F_w}{G} \quad (1-2)$$

式中， F_t ——驱动轮上的驱动力，N；

F_w ——空气阻力，N。

显然，动力因数弥补了单位负荷功率的不足，是一个简单而又具有理论意义的评价指标。然而，该指标尚存在许多不足之处。除直观性差外，还不能反映发动机动力特性的过程变化。

为了更加准确和鲜明地描述汽车的动力性能，因而又提出了满载状态下的爬坡能力、最高车速和加速能力三个方面的评价指标和表征参数。

汽车的爬坡能力，系指汽车在良好路面或干燥土路上，在不同挡位下的可能爬坡

度。一般以 i_m (%) 表示 [有时也用 α_m (°) 表示]。汽车的爬坡度既是动力性能的标志,也是通行能力的标志。不同挡位下所能爬越的最大爬坡度,体现着汽车对外界负荷变化的适应能力。传动系的总速比 i_g ,虽不包括动力因素,但亦能部分反映汽车对外界负荷的适应范围。变速器、分动器和主传动器均取低挡时的总速比,决定着汽车的最大爬坡度。除经常行驶于良好路面的轿车外,其余车辆一般均要求具有良好的爬坡能力。乃至现代轻型客车的 i_m 值也达到了 30%。越野汽车由于要在坏路和无路条件下行驶,故 i_m 值一般不低于 60%。若按其动力性能计算,个别越野车的 i_m 值可能超过 100%。

汽车的最高车速 v_m ,从理论上讲一般系指加速度 $dv/dt = 0$ 时的车速。装有限速器的发动机,在动力足够时,其最高车速一般也就是所限额定转速点的车速。从广义上讲,汽车的最高车速不仅包括在水平良好路面上变速器处于高挡的汽车所能达到的最高行驶速度,也包括不同变速器挡位(分动器取高挡)、不同坡道以及干燥土路上的最高车速。

考虑不同挡位、不同坡道和不同路面的各种情况,这既是实用的需要,也是对动力性的全面考察。所谓良好路面,系指混凝土或沥青路面,一般以车速 $v = 50$ km/h 行驶时,滚动阻力系数 $f_{s0} = 0.0165$ 为划分根据;干燥土路的滚动阻力系数,一般取 $v = 50$ km/h 时, $f_{s0} = 0.03$ 。

变速器不同挡位下的最高车速是挡位利用率的标志。高挡包括直接挡和超速挡。超速挡的最高车速有时反而会低于直接挡的最高车速。设置超速挡的目的,主要在于提高发动机的寿命和燃油经济性。低挡最高车速的计算值,往往大大高于最大(额定)功率点的车速。这样的车速虽然没有使用意义,但它却是动力性能的特征参数。

坡道车速,这是一个很能说明汽车动力性能的指标。在坡度较大,变速器挡位较高时,动力性能较差的车辆就难于行驶。坡道车速不仅可以看出汽车在常用坡道上的高挡利用率,而且也是加速性能和平均技术速度的标志。作为军用汽车,这是一个非常重要的指标。在美国军用汽车的战术技术要求中,一般都要提这个指标。例如,美军 M151 A2 型汽车,其总质量为 1740 kg,当牵引质量为 680 kg 时,要求在平坦道路上的车速 $v \geq 90$ km/h,在 6.5% 的平整干坡上 $v \geq 48$ km/h,在 60% 的平整干坡上(不牵引), $v \geq 4$ km/h。

汽车的加速能力,能较全面地反映汽车动力特性的过程变化。加速性能好的车辆,不仅能缩短起步和超车的时间,而且能提高平均技术速度。一般常用加速度、加速时间和加速行程来表示汽车的加速能力。

加速度 a 就是车速 v 对于时间 t 的变化率,即 $a = dv/dt$ (m/s^2)。这是汽车增速能力的标志。一般计算和测量不同车速和不同变速器挡位下的加速度。

加速时间系指汽车从某一较低车速 v_1 ,加速至某一较高车速 v_h 所用的时间 T (s)。加速时间又分原地起步加速时间(或换挡加速时间) T_c ,和超车加速时间(或高挡加速时间) T_h 。测试原地起步加速时间,系从 I 挡起步开始($v_1 = 0$),并选择恰当的换挡时

机,连续逐步换挡,直至加速到车速等于 v_h 为止。 v_h 一般取最高车速的80%,亦即 $v_h = 0.8v_m$ 。根据试验规程,常用0~400 m的加速时间 T_{400} (s)来表明汽车原地起步的加速能力。

所谓恰当的换挡时机,系指既要保证加速过程的加速强度,又不至于使发动机的转速过高。当取变速器相邻挡位的加速度相等时的点换挡,便可获得最大的加速强度。然而,由于发动机转速过高等原因,这有时是不能实现的。

测试超车加速时间,系用最高挡或次高挡。由车速 v_l 起全力加速至 v_h 为止。 v_l 一般取最高车速的20%~30%,即 $v_l = (0.2 \sim 0.3)v_m$ 。

加速行程系指汽车从某一较低车速加速至某一较高车速所行经的路径 s (m)。它是对应于加速时间的行程。在试验规程中,虽不另行测试这一指标,但它可以间接计算出来,且具有相当的直观性。

第二章

动 力

动力装置是汽车的“心脏”，是汽车工作的动力源泉。汽车动力装置有五类：① 往复式活塞式内燃机；② 转子发动机；③ 燃气轮机；④ 高能电池和燃料电池；⑤ 太阳能转换器。这五类动力装置，各有优缺点，其具体评价见汽车发动机的选型一节。下面就汽车发动机的参数指标，选型依据和动力特性等问题分别予以介绍。

第一节 汽车发动机的参数指标及选型依据

一、汽车发动机的有关参数及评价指标

在汽车动力装置中，实际广泛使用的是往复式活塞式内燃机，故此处侧重介绍该类发动机的有关参数及其评价指标。

（一）结构和性能参数

往复式活塞式内燃机的参数很多，现仅将其主要的结构参数和性能参数以及它们的代号和单位列于表 2-1 之中。

表 2-1 往复式活塞式内燃机的结构和性能参数

参 数	符 号	单 位	参 数	符 号	单 位
缸 径	D	mm (cm, m)	最大功率	n_p	r/min
冲程	s	mm (cm, m)	转 速		
缸 数	i	/	最高允许	n_m	r/min
行程数	τ	/	转 速		
排量	Q	L	功率	P	kW
压缩比	ε	/	最大扭矩	P_t	kW
整机质量	G_e	kg	功 率		
外廓尺寸	$L \times W \times H$	mm	最大（额定）	P_m	kW
转速	n	r/min	功 率		
最低稳定	n_l	r/min	扭矩	T	N · m
转 速			最大扭矩	T_m	N · m
最大扭矩	n_t	r/min	最大功率	T_p	N · m
转 速			扭 矩		

表 2-1 中的部分符号, 请参见图 2-1。

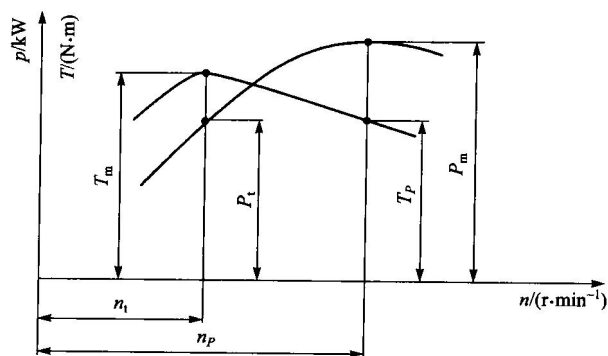


图 2-1 内燃机的功率、扭矩及转速

缸径和冲程是往复式内燃机的基本参数。缸径影响发动机的宽度和长度, 冲程影响发动机的高度。追求大扭矩的低速发动机, 一般冲程都大。我国四行程机的缸径, 汽油机一般为 60 ~ 100 mm, 柴油机一般为 80 ~ 140 mm。我国四行程机的冲程, 汽油机一般为 65 ~ 115 mm, 柴油机一般为 90 ~ 160 mm。参见表 2-2、表 2-3。

缸径 D (cm)、冲程 s (cm) 与缸数 i , 三者一起决定着发动机的排量 Q , 亦即

$$Q = \frac{\pi \cdot s \cdot i \cdot D^2}{4\,000} \quad (2-1)$$

排量既是活塞扫除容积的总量, 更是发动机最大功率和工作能力的标志。我国小轿车还依据排量的大小分成了五个等级。参见表 2-4。

压缩比 ε 是单缸容积与燃烧室容积之比。 ε 值越高, 表明技术越先进。提高 ε 值, 不仅受爆燃、表面点火、运动件负荷加大等因素的制约, 且因燃料种类不同而不同。汽油机的 ε 值, 一般在 7 ~ 10 的范围内, 柴油机一般在 16 ~ 19 的范围内。参见表 2-2 和表 2-3。

整机质量和外廓尺寸, 在相同的最大功率下是越小越好。显然这是由技术水平和设计水平所决定的。

最低稳定工作转速 n_1 是发动机低速能力的标志。汽油机的 n_1 值一般为 700 ~ 1 000 r/min, 柴油机为 400 ~ 700 r/min。

高转速能够提高发动机的功率。但高转速下的高寿命必须要有先进的技术作后盾。最大(额定)功率转速 n_p , 早期发动机是较低的。例如 EQ6100 和 CA6102 汽油机只有 3 000 r/min, 6140B 柴油机只有 1 800 r/min。随着科技的发展, n_p 值也逐步提高。例如 Sofim 8142.27S 增压柴油机已提高到 3 800 r/min, 美国 1996 年生产的 Ford 3.41 SHO V8 汽油机乃至达到了 6 500 r/min。表 2-2 中的 23 型汽油机, 其 n_p 的平均值约为 4 900 r/min。表 2-3 中的 26 型柴油机, 其 n_p 的平均值约为 2 639 r/min。

表 2-2 部分汽油机的基本参数

机 型	ε	D /mm	s /mm	Q /L	g_m	$L \times W \times H$ /mm	G_c /kg	P_m /kW	n_p /($r \cdot \min^{-1}$)	T_m /($N \cdot m$)	n_t /($r \cdot \min^{-1}$)
JL462Q	8.7	62	66	0.797		888 × 565 × 423	95	26.1	5 500	54	3 250
492QA	7.2	92	92	2.445	292	860 × 580 × 726	175	57	3 800	171.5	2 500
Chrysler 1.8	9.0	87.5	74	1.728				58	5 200	130	3 200
SGMW - B12	9.8	69.7	97	1.206				63	6 000	108	4 000
486Q	8.8	86	86	1.998	290	819 × 552 × 625	158	63	4 600	157	3 000
CA492QA	8.2	92	92	2.446	286	856 × 652 × 640	170.5	64	3 900	183.4	2 400
NJC427A	7.5	95	95	2.694				64.7	4 000	186.2	2 500
Chrysler TB12.2 增、中	8.5	87.5	92	2.213	285		135	67	4 800	160	3 000
Toyota 5A16 气门 DOHC	9.3	78.7	77	1.498	290	670 × 589 × 644	117	68	6 000	124	3 200
My191Q	8.8	91	86	2.237	299	706 × 547 × 647	140	70	4 600	176	3 000
Chrysler MFI	8.6	98.5	81.0	2.466	285		153	73.5	4 800	178	2 500
682 QK	8.0	82	74	2.345	292	920 × 615 × 795	190	73.6	4 800	167	3 500
Toyota 3SZ	10	72	91.8	1.495	294	650 × 560 × 660	111	75	6 000	130	4 400
Chrysler TB12.5	8.5	87.5	104	2.057	285			75	4 800	185	3 000
CF 4G 27	8.5	95	95	2.694	265	913 × 548 × 694	175	88.2	4 500	216	3 000
EQ 6100	7.0	100	115	5.419				99.3	3 000	363	1 300
CA 6102	7.4	101.6	114.3	5.560	306			99.3	3 000	372	1 300
LS 685	8.2	85.7	114.3	3.956				100	3 800	290	2 400
JL4G18 CWT DOHC	10	79	91.4	1.792	260	631 × 610 × 620	112	102	6 100	172	4 200
4G15J DOHC	9.0	75.5	82	1.468				110	6 000	210	3 500
SQR 48 4B16 气门、增、中	9.8	83.5	90	1.971		641 × 651 × 644	150	125	5 500	235	1 900
SQR 48 4J 增、中、直喷	9.8	83.5	90	1.971		641 × 651 × 644	150	170	5 500	330	1 800
Alloytec V6 3.6L DOHC	10	94	85.6	3.564				190	6 500	340	3 200
均 值	8.7	86.05	89.89	286					4 900		2 872

表 2-3 部分柴油机的基本参数

机 型	ε	D /mm	s /mm	Q /L	g_m	$L \times W \times H$ /mm	G_e /kg	P_m /kW	n_p /($r \cdot \min^{-1}$)	T_m /($N \cdot m$)	n_i /($r \cdot \min^{-1}$)
Sofim 8142. 27S 增	18	93	92		213	650 × 580 × 800	216	76	3 800	226	2 200
Comins 4BJ 增	18.5	102	120	3.922	217	765 × 582 × 852	320	77	2 800	334	1 600
4JBI 增、中、共	17.2	93	102	2.771		742 × 634 × 718	250	85	3 600	285	2 100
SOR481A 增、中、共	17.5	81	92.4	1.904	205	634 × 698 × 687	150	93	4 000	271	2 000
Sofim 8140. 45 增、中	18.5	98	100	3.010	230	705 × 734 × 783		95	3 800	300	1 500
VMR425 DOHC 增、中、共	17.5	92	94	2.499	210	710 × 630 × 765	253	105	4 000	340	2 000
Comins 6BT 增	17.5	102	120	5.883	210	1 035 × 711 × 865	399	118	2 600	559	1 500
YC6105 OC 增	16.5	105	125	6.494	211			125	2 600	530	1 700
CY4D47Ti 增、中	18.0	110	125	4.751	215	1 181 × 700 × 833	365	125	2 300	580	1 500
8120F 球室、风、V8	16.5	120	140	12.667				132	2 000	706	1 450
YC6112 增、中	17.5	112	112	6.6	225	1 227 × 795 × 948	594	136	2 400	643	1 500
SOR681RV6 增、中、共	17.5	81	92.4	2.857	210	670 × 839 × 685	190	136	4 000	396	2 000
SX6130O 球室	17.0	130	150	11.946	238		960	144	2 000	765	1 200
6140 B 球室、多燃料	19.0	140	160	14.778	243		1 400	147	1 800	850	1 400
Stevr WD615 64/74 增		126	130	9.726		1 557 × 675 × 965	810	175	2 200	1 000	1 350
Deutz BF8L413F 增、风	18.0	125	130	12.763	216	1 211 × 1 038 × 860	770	188	2 500	817	1 500
Stevr WD615 71/61 增	16.0	126	130	9.726	215	1 542 × 675 × 965	810	191	2 600	830	1 650
X6130 Z 增	16.0	130	150	11.946				191	2 000	1 078	1 300
Stevr WD615 63/73 增、中		126	130	9.726	194	1 557 × 675 × 965	850	204	2 200	1 160	1 350
Comins NTC - 300 增、中		140	152	14.039	209	1 502 × 8 561 × 1 260	1 144	221	2 100	1 255	1 300
Stevr WD615 78 增、中、谐波	17.0	126	130	9.726	197	1 557 × 675 × 965	850	225	2 200	1 250	1 350
WP 10. 37 增、中、共		126	130	9.726	205	1 611 × 820 × 1 074	1 020	276	2 200	1 500	1 400
WD 615. 38 增、中		126	130	9.726	198	1 557 × 675 × 965	875	280	2 40	1 460	1 500
Comins ISME420 30 电控		125	147	10.824		1 335 × 825 × 1 159	940	306	1 900	2 010	1 200
WPR 48C 增、中、共		126	155	11.596	205	1 611 × 875 × 1 094	1 050	353	2 100	1 970	1 350
Deutz BF12 L413FC 增、中	16.5	125	130	19.144	209	1 582 × 1 196 × 1 243	1 335	368	2 500	1 569	1 800
均 值	17.3	114.85	125.72		213				2 639		1 565

表 2-4 我国小轿车的排量等级

等 级	排量范围/L
微型级	$Q \leq 1.0$
普通级	$1.0 < Q \leq 1.6$
中 级	$1.6 < Q \leq 2.5$
中高级	$2.5 < Q \leq 4.0$
高 级	$Q > 4.0$

在最大功率转速 n_p 一定的情况下,最大扭矩转速 n_t 的分布关系甚大。它们二者一起构成的转速区间 $\Delta n = n_p - n_t$, Δn 在一定程度上决定着发动机的动力特性。 Δn 值越大,发动机对外界负荷变化的适应能力越好;反之, Δn 值越小,该区间的功率平均值就越高,发动机的加速性能越好(参见本章第二节)。表 2-2 中的 23 型汽油机, Δn 值在 1 300 ~ 3 700 r/min 之间变化,其平均值约为 2 028 r/min。美国通用汽车公司的 GMLT1 V8F 型发动机的 Δn 值为 2 600 r/min。我国 SQR484J 汽油机竟达 3 700 r/min。表 2-3 中的 26 型柴油机, Δn 值在 400 ~ 2 300 r/min 之间变化,其平均值约为 1 074 r/min。

发动机的最高允许转速,在一定意义上决定着发动机的最大转速。柴油机的最高允许转速是由限速器限定的,而汽油机的最高允许转速一般按式(2-2)计算:

$$n_m = (1.05 \sim 1.15)n_p \quad (2-2)$$

功率是发动机的主要性能参数。若缸径 D 、缸数 i 和行程数 τ 已定,在保证最佳燃油经济性的前提下,输出功率 P 可用平均有效压力 p_e (kPa) 以及转速 n (r · min⁻¹) 这两个强化参数来表示:

$$P = \frac{\eta Q p_e n}{30\,000\tau} \quad (2-3)$$

式中, η ——内耗系数。

发动机平均有效压力的损耗,包括活塞、连杆曲柄机构和配气机构的摩擦损失,以及滑油阻滞和惯性损失等。其总和占指示功率的 7% ~ 20%, 亦即 $\eta = 0.80 \sim 0.93$ 。

最大(额定)功率是发动机极为重要的表征参数,是选择发动机的主要依据。最大扭矩功率与最大功率二者还在一定程度上决定着发动机的动力特性,参见本章第二节。

扭矩同样是发动机的主要性能参数,它是决定驱动力的主要因素。强力的输出扭矩,是汽车在不同外界阻力下顺利通行的保证。发动机的最大扭矩还决定着汽车的最大爬坡能力。

扭矩 T 与平均有效压力 p_e (kPa) 的关系可由式(2-4)表示:

$$T = \frac{\eta Q P_e}{\pi \tau} \quad (2-4)$$

(二) 评价指标

1. 最大平均有效压力

气缸的最大平均有效压力 p_{em} ，系指在工作行程和最大扭矩转速点时缸内的平均有效压力。它是发动机强化程度的重要指标之一。其数值的高低，是每一工作循环效能的标志。它也是发动机设计水平和制造完善性的标志，影响它的因素很多，除发动机转速外，式 (2-5) 定性地表达了 P_e 与其他因素的关系：

$$P_e = f(\beta_v \beta_i \beta_m \beta_k \alpha) \quad (2-5)$$

式中， β_v —— 充气系数；

β_i —— 指示热效率；

β_m —— 机械效率；

α —— 过量充气系数；

β_k —— 充量密度，自然吸气四行程机可取 $\beta_k = 1$ 。

由式 (2-5) 可知，如果空燃比最佳， α 值符合经济要求。那么，要提高 P_e 值，主要需在提高 β_v 、 β_i 、 β_m 和 β_k 上下工夫。

P_e 值还随转速的升高而升高，当经过最大扭矩点时获得最大值，尔后逐步下降。如果已知升扭矩 λ_T [参见本节 (6)]，最大平均有效压力 p_{em} 可用式 (2-6) 计算：

$$p_{em} = \frac{\pi \tau}{\eta} \lambda_T \quad (2-6)$$

表 2-5 中的 23 型汽油机的 p_{em} 值的平均值为 1 187 kPa，其中老式的 EQ6100 汽油机只有 979 kPa，而 SQR 48J 汽油机却高达 2 447 kPa，美国三大汽车公司 1996 年生产的数十型汽油机的 p_{em} 的平均值约为 1 230 kPa，其中 GM super charged 3.8L V6 型增压机为 1 460 kPa。

表 2-6 中的 26 型柴油机的 p_{em} 值的平均值为 1 574 kPa，其中 8120F 风冷柴油机低至 814 kPa，而 Comins ISME 420 30 电控柴油机却高达 2 713 kPa。

2. 活塞平均速度

活塞平均速度 v_{ap} 系指最大功率转速点活塞的平均运动速度。它是发动机强化程度的另一重要指标。其计算公式如下：

$$v_{ap} = \frac{s \cdot n_p}{30} \quad (2-7)$$

表 2-5 汽油机 v_{ap} 值的平均值为 13.65 m/s，最低值为 11.3 m/s，最高值为 18.6 m/s。表 2-6 柴油机 v_{ap} 值的平均值为 10.58 m/s，最低值为 9.3 m/s，最高值为 12.67 m/s。提高 v_{ap} 值就能增大输出功率，并使摩擦副的磨损加剧，寿命下降。 v_{ap} 值增加，还将使充气系数下降。因此，一般说来，汽油机的 v_{ap} 值不宜大于 18 m/s，柴油机不宜大于 13 m/s。

表 2-5 部分汽油机的评价参数

机 型	$P_{em}/$ kPa	$v_{ap}/$ ($m \cdot s^{-1}$)	$C_s/$ ($kW \cdot m^{-1}$)	S_d	$\lambda_p/$ ($kW \cdot L^{-1}$)	$\lambda_{T^*}/$ ($N \cdot m \cdot L^{-1}$)	$\lambda_m/$ ($kg \cdot kW^{-1}$)	$\lambda_g/$ ($g \cdot kWh^{-1}$)	e_r	e_p	e_t	A	D	λ
DA465	1 100	12.0	11 071	1.11	35.1	75.3			1.421	0.792	1.125	1.646	0.986	1.794
TJ376	1 111	13.6	12 989	0.96	38.2	76.0	2.26	305	1.750	0.666	1.165	3.035	0.833	2.628
492QA	1 024	11.7	10 306	1.00	23.3	70.1	3.07	292	1.520	0.788	1.197	2.815	0.894	1.929
Chrysler 1.8	1 068	12.8	11 758	0.85	32.6	73.1			1.625	0.751	1.221	3.481	0.876	2.164
486Q	1 149	13.2	13 038	1.00	31.5	78.6	2.51	290	1.533	0.783	1.201	2.909	0.892	1.958
CA492QA	1 096	12.0	11 310	1.00	26.2	75.0	2.66	286	1.625	0.720	1.170	2.794	0.860	2.257
TOYOTA 5A	1 210	13.8	16 692	0.88	45.4	82.8	1.72	290	1.875	0.611	1.146	2.973	0.806	3.069
NJC427A	1 010	12.7	11 028	1.00	24.0	69.1	3.32	292	1.600	0.753	1.206	3.203	0.877	2.125
Chrysler TBI 2.2	1 057	14.7	13 356	1.05	30.3	72.3	2.01	285	1.600	0.750	1.200	3.125	0.875	2.133
TOYOTA 3SZ	1 271	15.9	20 260	1.11	50.2	87.0	1.48	294	1.364	0.799	1.089	1.091	0.900	1.707
MY491Q	1 150	13.2	13 054	0.95	31.3	78.7	2.00	299	1.533	0.790	1.211	3.029	0.895	1.941
Alloytec V6 3.6L	1 394	18.6	25 854	0.91	53.3	95.4			2.031	0.600	1.218	4.543	0.800	3.385
Chrysler MFI	1 055	13.0	11 795	0.82	29.8	72.2	2.08	285	1.920	0.634	1.217	4.272	0.817	3.028
682 QK	1 039	11.8	10 543	0.90	31.4	71.1	2.58	292	1.371	0.831	1.139	1.651	0.915	1.650
Chrysler TBI 2.5	1 081	16.6	15 437	1.19	30.0	74.0	1.87	285	1.600	0.775	1.240	3.629	0.888	2.065
CF 4G 27	1 169	14.3	14 376	1.00	32.8	80.0	1.98	279	1.500	0.768	1.152	2.199	0.884	1.953
BJ6V92	988	12.3	10 449	0.87	27.7	67.6	2.27	235	1.614	0.729	1.177	2.860	0.865	2.214
SQR 48 4B	1 742	16.5	28 743	1.08	63.4	119.2	1.20		2.895	0.374	1.083	2.508	0.687	7.741
Volvo C303	1 080	11.3	10 493	0.90	30.8	73.9			1.700	0.629	1.069	1.329	0.815	2.703
EQ6100	979	11.5	10 680	1.15	18.3	67.0	4.303	306	2.308	0.498	1.148	3.653	0.749	4.635
CA6102	1 014	11.4	9 598	1.13	18.6	69.4		306	2.500	0.469	1.172	4.403	0.735	5.330
LS 685	1 071	14.5	12 646	1.33	25.3	73.3			1.583	0.729	1.154	2.457	0.865	2.171
SQR 48 4J	2 447	16.5	40 376	1.08	86.3	167.5	0.88		3.056	0.366	1.118	3.550	0.683	8.350
均 值	1 187	13.65	15 037	1.012	35.47	81.23	2.247	288.8	1.805 4	0.678 5	1.166 0	2.920	0.843	2.997

表 2-6 部分汽油机的评价参数

机 型	P_{em} kPa	v_{ap} ($m \cdot s^{-1}$)	C_i ($kW \cdot m^{-1}$)	S_d	λ_p ($kW \cdot L^{-1}$)	λ_T ($N \cdot m \cdot L^{-1}$)	λ_m ($kg \cdot kW^{-1}$)	λ_g ($g \cdot kWh^{-1}$)	e_t	e_p	e_i	A	D	λ
Sofim 8142.27S	1 318	11.7	13 262	0.99	30.3	90.2	2.85	213	1.727	0.686	1.184	3.271	0.843	2.517
Comins 4BT	1 238	11.2	11 921	1.18	19.7	84.7	4.15		1.867	0.676	1.261	4.086	0.838	2.762
4JB1 增、中、共	1 503	12.24	18 397	1.10	30.7	102.9	2.94	250	1.714	0.737	1.264	4.350	0.869	2.326
SQR481A 增、中	2 080	12.32	25 626	1.14	48.9	142.3	1.61	205	2.000	0.610	1.221	4.525	0.805	3.279
Sofim 8140.45 增	1 456	12.67	18 443	1.02	31.6	99.7	2.53	230	2.533	0.496	1.257	6.187	0.748	5.107
VMR425 DOHC	1 989	12.53	24 925	1.02	42.0	136.0	2.41	210	2.000	0.678	1.356	6.563	0.839	2.949
Comins 6BT	1 463	10.4	13 082	1.18	20.0	100.1	3.39	212	1.857	0.734	1.363	6.145	0.867	2.530
YC6105 OC 增	1 192	10.8	11 075	1.19	19.3	81.6		211	1.529	0.755	1.154	2.309	0.878	2.025
8120F 球室、风	814	9.3	6 510	1.17	10.5	55.7		252	1.379	0.810	1.117	1.439	0.905	1.702
YC6112 增、中	1 419	9.0	10 982	1.00	20.5	97.1	4.37	225	1.600	0.743	1.188	2.968	0.872	2.153
CY4D47Ti 增、中	1 784	9.58	17 097	0.88	26.3	122.0	2.92	215	1.533	0.729	1.118	1.835	0.865	2.103
SX61300	937	10.0	8 655	1.15	12.0	64.1	6.69	238	1.667	0.670	1.117	2.096	0.835	2.488
6140 B 球室、多	840	9.6	6 937	1.14	10.0	57.5		243	1.286	0.848	1.090	0.918	0.924	1.517
Stavr WD615	1 502	9.5	12 272	1.03	18.0	102.8	4.63	210	1.630	0.908	1.317	4.652	0.904	2.017
SOR 681R V6	2 025	12.32	24 948	1.14	47.6	138.6	1.40		2.000	0.610	1.220	4.508	0.805	3.279
Deutz BF 8L 413F	1 213	10.0	10 430	1.04	16.7	83.0	4.10	216	1.533	0.782	1.199	2.885	0.891	1.960
Stavr WD615	1 246	11.3	12 113	1.03	19.6	85.3	4.24	215	1.576	0.751	1.183	2.827	0.876	2.099
X6130 Z	1 318	10.0	11 335	1.15	16.0	90.2			1.539	0.768	1.182	2.696	0.884	1.958
Stavr WD615	1 743	9.5	14 242	1.03	21.0	119.3	4.17	194	1.630	0.804	1.310	4.573	0.902	2.027
Comins NTC - 300	1 306	10.6	11 908	1.09	15.7	89.4	5.19	209	1.615	0.775	1.251	3.820	0.888	2.084
Stavr WD615 78	1 878	9.5	15 340	1.03	23.1	125.8	3.78	197	1.630	0.785	1.280	4.227	0.893	2.076
WP10.37 增、中	2 254	9.53	21 488	1.03	28.4	154.2	3.70	205	1.571	0.797	1.252	3.658	0.899	1.971
WD615.38 增、中	2 194	10.40	22 818	1.03	28.8	150.1	3.13	198	1.600	0.819	1.311	4.448	0.910	1.954
Comins ISME 420	2 713	9.31	25 258	1.18	28.3	185.7	3.07		1.583	0.825	1.307	4.325	0.913	1.919
WP12.48 增、中	2 256	10.85	24 478	1.23	30.4	154.4	2.98	205	1.556	0.789	1.227	3.305	0.895	1.972
Deutz BF12L	1 235	10.8	11 468	1.04	19.2	84.5	3.63	209	1.389	0.829	1.151	1.837	0.915	1.676
均 值	1 574	10.58	15 577	1.085	24.41	107.69	3.54	216.46	1.675	0.743	1.226	3.660	0.872	2.325