

汽车安全、 节能与环保

**QICHE ANQUAN
JIE NENG YU HUANBAO**

张铁柱 张洪信 著



國防工業出版社

National Defense Industry Press <http://www.ndip.cn>

汽车安全、节能与环保

张铁柱 张洪信 著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书从人一车—环境的系统工程观点出发,从广泛的角度,论述现代汽车安全、节能与环保研究的宏观背景、理论、对策、方法与技术。在介绍传统知识的同时,重点论述新理论、新技术和新结构。撰写过程力求系统性、理论性、学术性、创新性及实用性的编写原则。本书可作为大专院校学生教材,也可作为汽车技术与管理人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车安全、节能与环保/张铁柱,张洪信著. —北京:
国防工业出版社,2004.6
ISBN 7-118-03323-5

I. 汽... II. ①张...②张... III. ①汽车—驾驶
术:安全技术②汽车—节能—技术 ③汽车排气—无
污染技术 IV. ①U471 ②X734.201

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 106846 号

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

涿中印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 20 $\frac{3}{4}$ 479 千字

2004 年 6 月第 1 版 2004 年 6 月北京第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:35.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

前 言

汽车工业的发展给世界经济带来重大机遇和活力,但是汽车工业给人类社会的负面影响也相当严重,严重的汽车交通事故、能源浪费及环境污染,已成为制约世界汽车工业甚至人类可持续发展的障碍。为此,世界各国均致力于开展安全性高、能耗小、污染低或零排放汽车的研究开发工作。汽车安全、节能与环保是目前国际性的研究热点和方向,是高新技术应用的重要领域,是汽车工业可持续发展战略研究的重要组成部分。

在科研、生产领域迅速细分的同时,高等院校本科生和研究生教育的专业面向却大幅度拓宽,专业课程课时大幅度压缩,过去过于分散的教科书内容,不再适应目前的专业面向与课时要求。因此,车辆工程及其相关专业需要一本全面介绍汽车安全、节能与环保理论与综合技术的著作。

本书主要是从人一车一环境的系统工程观点出发,从广范的角度,论述现代汽车安全、节能与环保研究的宏观背景、策略、理论、方法与技术,使在无序、无计划状态下取得的理论成果体系化。在介绍传统知识的同时,重点论述新理论、新技术和新结构。对自己多年的研究成果及相关领域国际前沿研究成果进行概括总结,将有关汽车安全、节能与环保技术及理论方面的知识进行统一综合,具有一定的难度和创新。在撰写过程中力求系统性、理论性、学术性、创新性及实用性,力图遵循大众化和实用化的原则,做到语言通俗易懂,理论与实践相结合,使读者阅读完本书之后,就能基本掌握汽车安全、节能与环保的有关知识。

全书共分6章,第4章及第5章的第4节由青岛大学车辆电子技术研究所张洪信博士撰写,其余部分由青岛大学车辆电子技术研究所张铁柱博士撰写。

必须指出的是,汽车安全、节能与环保研究是一个国际性的重大课题,内容涉及面广,要在有限的篇幅中作系统而全面的介绍与论述,是一项艰难的工作。另外编者水平有限,错漏之处在所难免,诚恳欢迎读者批评指正。

本书在编写过程中参阅了大量国内外资料,在此特向提供资料的单位和个人表示真诚的感谢。

编 者
2003年9月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 汽车发展简史	1
1.2 汽车需要解决的三大主题	4
1.2.1 交通安全	4
1.2.2 环境保护	4
1.2.3 节约能源	5
1.3 汽车主要发展趋势	5
1.3.1 系列化	5
1.3.2 轻量化	5
1.3.3 小型化	5
1.3.4 电子化	6
1.3.5 柴油化	6
第2章 汽车性能及评价指标	7
2.1 汽车内燃发动机特性	7
2.1.1 汽车内燃发动机概述	7
2.1.2 速度特性	8
2.1.3 负荷特性	13
2.1.4 万有特性	14
2.1.5 内燃机最小燃料消耗特性	17
2.1.6 内燃机的最佳工作温度	17
2.2 汽车的动力性	19
2.2.1 汽车的动力性指标	19
2.2.2 汽车的驱动力与行驶阻力	20
2.2.3 汽车行驶的条件	25
2.2.4 汽车的动力性分析	25
2.2.5 影响汽车动力性的因素	29
2.3 汽车燃油经济性及其评价指标	30
2.3.1 汽车燃油经济性	30
2.3.2 汽车燃油经济性的评价指标	30
2.3.3 影响汽车燃油经济性的主要因素	34
2.4 汽车的行驶安全性	36
2.4.1 汽车的制动性	37

2.4.2 汽车的操纵稳定性·····	50
2.4.3 汽车的被动安全性·····	60
2.5 汽车的平顺性·····	62
2.5.1 人体对振动的反应和平顺性的评价·····	63
2.5.2 影响汽车行驶平顺性的结构因素·····	66
2.6 汽车的通过性·····	69
2.6.1 汽车支承通过性评价指标·····	69
2.6.2 汽车通过性几何参数·····	70
2.6.3 汽车的倾覆失效·····	71
2.6.4 影响汽车通过性的因素·····	71
2.7 汽车排放物及其控制指标·····	74
2.7.1 汽车排放物的种类及其危害·····	74
2.7.2 排放污染物的计量单位和排放指标·····	76
2.7.3 我国汽车排放污染物控制的国家标准·····	77
2.8 汽车噪声、电磁波及其控制指标·····	86
2.8.1 汽车噪声·····	86
2.8.2 汽车电磁波·····	89
第3章 汽车安全对策与技术 ·····	92
3.1 概述·····	92
3.1.1 汽车安全性与社会环境·····	92
3.1.2 汽车安全研究现状及趋势·····	93
3.2 汽车安全性设计、试验及电磁环境·····	97
3.2.1 汽车安全性设计·····	97
3.2.2 汽车安全性试验·····	98
3.2.3 汽车安全与电磁环境·····	100
3.3 汽车行驶安全装置·····	101
3.3.1 汽车自动防撞装置·····	101
3.3.2 汽车电控悬架系统·····	105
3.3.3 汽车电控动力转向系统·····	107
3.3.4 汽车四轮驱动装置·····	111
3.3.5 汽车巡航控制系统·····	114
3.3.6 汽车驱动防滑控制系统·····	117
3.3.7 汽车导航与通信系统·····	121
3.3.8 轮胎气压检测报警装置·····	122
3.4 汽车制动安全装置·····	124
3.4.1 汽车传统制动系统·····	124
3.4.2 汽车防抱死制动系统·····	127
3.5 汽车座椅安全带、安全气囊与智能化保护系统·····	134
3.5.1 汽车座椅安全带·····	134

3.5.2	汽车安全气囊系统	136
3.5.3	智能化保护系统	143
3.6	汽车电子化仪表、照明、信号系统与安全玻璃	144
3.6.1	汽车电子化仪表	144
3.6.2	汽车前照灯	146
3.6.3	汽车信号灯	147
3.6.4	汽车用安全玻璃	148
3.6.5	电动车窗	148
3.6.6	电动后视镜	149
3.7	汽车防盗与故障诊断	149
3.7.1	汽车防盗装置	149
3.7.2	汽车故障诊断概述	154
第4章	汽车节能对策与技术	156
4.1	概述	156
4.1.1	汽车节能产品效果评价	156
4.1.2	国内外汽车节能主要概况及措施	159
4.2	汽车技术状况与节能的关系	160
4.2.1	影响汽车燃料消耗的主要因素	160
4.2.2	汽车保养维护	162
4.2.3	车用燃油的选用	164
4.2.4	车用润滑油、润滑脂及齿轮油的选用	169
4.3	汽车节能技术与装置	182
4.3.1	燃油节能添加剂与润滑油摩擦改进剂	182
4.3.2	高能电子点火装置与强制怠速节油器	185
4.3.3	发动机高压缩比与废气涡轮增压技术	188
4.3.4	发动机冷却风扇新型驱动装置与空气补偿节油装置	189
4.3.5	混合动力传动系统与子午线轮胎	194
4.3.6	汽车传动系传动比的优化与降低空气阻力技术	195
4.3.7	磁化节油净化器与燃油掺水乳化技术	197
4.3.8	闭缸节油技术与分层燃烧发动机	200
4.4	汽车节能操作	202
4.4.1	汽车驾驶与节油的关系	202
4.4.2	汽车节能驾驶操作技术	202
第5章	汽车环保对策与技术	219
5.1	汽油机污染物生成机理与影响因素	219
5.1.1	汽油机污染物生成机理	219
5.1.2	影响汽油机排气污染物生成的因素	223
5.2	柴油机有害排放物的生成及主要影响因素	231
5.2.1	柴油机气态排放物 HC、CO、NO _x 生成及主要影响因素	231

5.2.2 柴油机微粒、碳烟生成及主要影响因素	234
5.3 环保型车用燃油	236
5.3.1 世界燃油协议标准简介	237
5.3.2 国内外环保型车用燃油简介	237
5.3.3 汽油组成与汽车排放的关系	242
5.4 汽车净化技术	243
5.4.1 汽油机净化技术	243
5.4.2 柴油机净化技术	285
第6章 汽车试验	300
6.1 汽车试验概述	300
6.2 汽车整车试验	301
6.2.1 路上试验	301
6.2.2 室内试验	302
6.2.3 汽车风洞试验	303
6.3 汽车制动性的试验	303
6.4 汽车操纵稳定性的试验	304
6.5 汽车平顺性与通过性的试验	305
6.5.1 汽车平顺性的试验	305
6.5.2 汽车通过性的试验	306
6.6 汽车可靠性的试验	306
6.6.1 汽车可靠性的基本概念	306
6.6.2 汽车可靠性试验	307
6.7 内燃机排放采样方法与检测仪器	308
6.7.1 内燃机排气采样方法	308
6.7.2 内燃机排气分析仪器	311
6.7.3 柴油机排气微粒的测量仪器	320
参考文献	323

第 1 章 绪 论

1.1 汽车发展简史

汽车是由动力装置(主要是内燃发动机)驱动,具有四个或四个以上车轮的非轨道无架线的车辆。汽车的主要用途是运输—载送人员和(或)货物,或者牵引—载送人员和(或)货物的车辆。此外,汽车还有其他特殊用途。汽车是重要的运输工具,是社会物质生活发展水平的标志。在发达国家,汽车已普及到千家万户,促使人类的社会生活方式发生着日益深刻的变化。汽车也是科学技术发展水平的标志,新技术、新工艺、新材料等无一不在汽车上首先采用和体现。汽车工业是资金密集、技术密集、人才密集、综合性强、经济效益高的产业。世界各工业发达国家都把汽车工业作为国民经济的支柱产业,汽车工业及其相关产业与国民经济各部门息息相关,对社会经济、科学技术及各项事业的发展起着巨大推动作用。

1781 年,英国科学家詹姆斯·瓦特发明了标志着产业革命的蒸汽机,使世界从此进入了机械动力的时代。

蒸汽机将水加热产生蒸汽,蒸汽膨胀使活塞运动,这种在发动机活塞缸外燃烧燃料,借助其他媒体驱动活塞运动的发动机称作外燃发动机。与此相反,在发动机活塞缸内燃烧燃料(和氧气),依靠燃烧产生的高温、高压气体直接驱动活塞运动的发动机称作内燃发动机。

法国科学家雷诺瓦尔制作了世界上第一台实用的内燃发动机,1876 年,德国科学家奥托研制成功了四冲程内燃发动机,1881 年英国科学家克拉克作为二冲程发动机的创始人登上了汽车舞台。但是初期的内燃机都是依靠气体燃料做功的,气体发生器及其配套系统令人头痛,雷诺瓦尔试图采用表面式化油器使用汽油作为燃料,然而效率低下。1893 年,戴姆勒将表面式化油器改造成喷雾式化油器,将发动机的转速由当时的最高水平 2000r/min 一下子提高到 8000r/min,从而宣告了现代的小型、高速、大功率发动机的诞生,为汽车工业的迅猛发展奠定了坚实的基础。

1886 年,戈特利布·戴姆勒与卡尔·本茨二人各自独立地研制成功了世界上第一辆以汽油机为动力的汽车,因此他们二人同时被世界公认为是汽车的发明者。1926 年,根据发明者命名的独立经营的戴姆勒汽车厂和本茨汽车厂合并为戴姆勒·本茨股份公司,它是德国最古老的、也是世界上历史最悠久的汽车公司。从汽车发明至今,汽车工业经历了 100 多年的发展历史。100 多年来,汽车工业从无到有,从小到大,得到迅猛发展,汽车主要生产国是日本、美国、德国、法国、苏联、意大利、加拿大、英国、韩国等。1995 年—1999 年世界主要汽车生产国家历年汽车产量及品种见表 1-1,轿车产量排序见表 1-2。

表 1-1 世界主要汽车生产国家历年汽车产量及品种

国家	年份	总产量/万辆	轿 车		商 用 车	
			产量/万辆	占总产量/(%)	产量/万辆	占总产量/(%)
美国	1999	1301.9	563.7	43.3	738.2	56.7
	1998	1200.3	555.4	46.3	644.9	53.7
	1997	1213.1	593.5	48.9	619.6	51.1
	1996	1182.9	603.7	51.0	579.2	49.0
	1995	1198.5	633.7	52.9	564.8	47.1
日本	1999	998.5	810.0	81.1	188.5	18.9
	1998	1005.0	805.6	80.2	199.4	19.8
	1997	1097.5	849.1	77.4	248.4	22.6
	1996	1034.6	786.5	76.0	248.2	24.0
	1995	1019.7	761.2	74.6	258.5	25.4
德国	1999	568.8	531.0	93.4	37.8	6.6
	1998	572.7	534.8	93.4	37.9	6.6
	1997	502.3	467.8	93.1	34.5	6.9
	1996	484.4	454.0	93.7	30.4	6.3
	1995	466.9	436.2	93.4	30.7	6.6
英国	1999	197.3	178.7	90.6	18.6	9.4
	1998	197.6	174.8	88.5	22.8	11.5
	1997	193.6	169.8	87.7	23.8	12.3
	1996	192.4	168.6	87.6	23.8	12.4
	1995	176.5	153.2	86.8	23.3	13.2
法国	1999	318.1	278.5	87.6	39.6	12.4
	1998	295.4	260.3	88.1	35.1	11.9
	1997	258.0	210.1	81.4	47.9	18.6
	1996	359.1	314.8	87.7	44.3	12.3
	1995	347.5	305.1	87.8	42.4	12.2
意大利	1999	170.1	141.0	82.9	29.1	17.1
	1998	169.3	140.3	82.9	29.0	17.1
	1997	181.7	156.3	86.0	25.4	14.0
	1996	154.5	131.8	85.3	22.7	14.7
	1995	166.8	142.2	85.3	24.6	14.7
加拿大	1999	273.5	138.2	50.5	135.3	49.5
	1998	217.3	112.2	51.6	105.1	48.4
	1997	224.6	137.2	61.1	87.4	38.9
	1996	239.7	127.9	53.4	111.8	46.6
	1995	241.7	133.9	55.4	107.8	44.6

表 1-2 世界主要汽车生产国家轿车产量排序

排序	1999 年		1998 年		1997 年		1996 年		1995 年	
	国别	产量/万辆	国别	产量/万辆	国别	产量/万辆	国别	产量/万辆	国别	产量/万辆
1	日本	810.0	日本	805.6	日本	849.1	日本	786.4	日本	761.2
2	美国	563.7	美国	555.4	美国	593.5	美国	603.7	美国	633.7
3	德国	531.0	德国	534.8	德国	467.8	德国	454.0	德国	436.2
4	法国	278.5	法国	260.3	法国	210.1	法国	314.8	法国	305.1
5	西班牙	236.2	西班牙	221.7	西班牙	210.0	韩国	226.5	西班牙	182.2
6	韩国	220.9	英国	174.8	韩国	198.0	西班牙	194.2	韩国	180.6
7	英国	178.7	韩国	162.5	英国	169.8	英国	168.6	英国	153.2
8	意大利	141.0	意大利	140.3	巴西	167.8	巴西	146.7	意大利	142.2
9	加拿大	138.2	巴西	124.4	意大利	156.3	意大利	131.8	加拿大	133.9
10	巴西	110.3	加拿大	112.2	加拿大	137.2	加拿大	127.9	巴西	124.9

近代汽车技术发展的主要标志是汽车技术与电子技术的结合,两者的结合表现出了人类与环境要求,以及汽车与电子技术发展的技术合一的必然性。

20 世纪 50 年代以前,汽车上的电子装置只有收音机。60 年代在汽车上开始采用交流发电机、晶体管电压调节器和晶体管点火装置等,这一阶段的电子装置主要是用来代替机械部件的作用。70 年代,随着世界汽车保有量的剧增,环境污染日趋严重,能源危机出现,迫使发达国家相继制定了越来越严格的汽车排放、油耗、安全等方面的法规。这些法规的出现,再加上用户、市场和时代进步的要求,各汽车厂家感到传统的常规汽车技术已无能为力,必须走与电子技术结合的道路。进入 20 世纪 70 年代后期,集成电路、大规模集成电路和超大规模集成电路的出现,电子产业时刻寻求与汽车产业结伴而行,这就迅速地推动了汽车与电子在技术和产业上深入而广泛地结合。

1976 年,美国克莱斯勒公司首先研制成功了由模拟计算机控制发动机点火时刻的控制系统。接着美国通用、福特以及日本和欧洲的一些汽车公司也相继开发了汽车电子控制系统,并且形成了以德国罗伯特·波许(Bosch)公司、西门子公司及日本电装公司等为主的汽车电子企业。表 1-3 给出了目前比较成熟的汽车电子检测与控制装置。

表 1-3 汽车电子检测与控制装置

系统名称	检测与控制内容	控制目的	备注
发动机电子控制装置	燃油喷射与燃油泵控制、点火时间控制及怠速控制等	节省燃油,净化废气	控制内容不一,多数为集中控制
防抱死制动系统(ABS)	控制制动过程中的滑移率	防止制动时车轮抱死及制动与转弯时产生侧滑,确保直线行驶与转向操纵的稳定性并提高制造性能	国外已作为标准装置使用
电控自动变速箱	根据节气门开度和车速等条件,使汽车处于最佳工作挡位或传动比位置工作	降低油耗,改善换挡舒适性及汽车行驶的平稳性	有液力机械式、机械式及无级变速式等

(续)

系统名称	检测与控制内容	控制目的	备注
电控动力转向	控制转向力	保证汽车停车或低速行驶时转向较轻便,而高速行驶时又确保安全	电子控制动力转向的型式较多,目前有电子控制前轮、后轮及前后四轮转向系统
电控悬挂系统	控制车辆高度,调整悬挂的阻尼特性及弹性刚度	改善车辆行驶的稳定性和乘坐的舒适性	
巡航控制系统 (Cruise Control System, CCS)	根据行驶阻力自动调节节气门开度	保持汽车行驶速度恒定,减轻驾驶员长途驾驶之疲劳	又称为恒速行驶系统
安全气囊系统 (SRS)	车辆相撞时,控制电流引爆气囊中的氮化合物,迅速燃烧产生氮气,瞬间充满气囊	在驾驶员与方向盘之间、前座乘员与仪表板间形成一个缓冲软垫,避免硬性撞击	被动安全装置,与安全带配合使用,所有动作在 0.02s 内完成
防撞系统	根据与前车间的距离和相对速度,自动报警或刹车	有效地防止交通事故发生	有多种型式
驱动防滑系统	根据驱动轮的滑转情况,通过制动器或油门调节转速	改善车轮与路面间的附着力,提高其安全性	在 ABS 的基础上开发而成
车用导航	选择最佳行驶路线,并标明汽车行驶中的位置	对于司乘人员及运输管理具有广泛的积极意义	车行驶向智能化方向发展
其他系统	安全带控制、前照灯控制、信息显示与报警、通信、全自动空调、自动座椅、音响、音像等		

1.2 汽车需要解决的三大主题

1.2.1 交通安全

随着汽车保有量的增加,交通安全问题越来越引起全社会的重视。为了减少交通事故,各国除改善道路交通环境、增设道路安全设施、加强汽车驾驶人员安全培训以及全民的交通安全教育外,还对汽车的有关性能提出了越来越严格的要求与标准,这些标准法规使汽车在安全性能及装备方面发生了质的飞跃。防抱死制动系统、安全带、安全气囊、盘式制动器、防碎玻璃等都陆续装车使用,汽车交通事故亦得到了有效控制。

1.2.2 环境保护

汽车排放中的有毒成分主要是 HC、CO、NO_x 和黑烟,这些有毒物质对人的眼睛、咽喉、鼻子等有很强的刺激作用,还促使哮喘病患者发作,慢性呼吸系统疾病恶化等等。20 世纪 60 年代起美国及汽车保有量多的国家,制定了愈来愈严的汽车排放法规,迫使汽车制造厂家在汽车上采用净化技术。曲轴箱强制通风系统(PCV)、排气触媒净化系统、排气二次燃烧系统、HC 吸收装置、废气再循环系统、稀混合气燃烧系统等陆续装车使用,在汽车排放控制方面取得了满意的效果。

1.2.3 节约能源

1973 年全世界出现石油危机,石油严重短缺。当时世界汽车保有量中最多的是轿车,而欧美生产的大功率、高油耗的豪华轿车占绝大多数;另外为了满足安全、排放法规等要求,有些安全、净化装置也加大了汽车的油耗。正值此时,日本生产的小型省油轿车,立即倍受人们的青睐,成为全世界的畅销汽车。之后,各国纷纷制定出汽车的油耗标准,有的国家规定汽车油耗率必须逐年降低,迫使汽车制造厂采取轿车小型化、减轻自重、减小空气阻力、柴油机化、稀薄燃烧技术、分层燃烧技术、润滑减磨、子午线轮胎、传动系统最佳匹配等许多节能措施,使汽车的油耗大大降低。

随着电子技术的发展,汽车制造厂围绕着汽车安全、环保、节能三大主题,正在汽车上逐步应用微机控制空燃比系统、电子防抱死装置、雷达防撞系统、高能电子点火装置、微机控制自动变速系统及汽车智能运输系统等技术,现代汽车将向电子化、智能化方向发展。

1.3 汽车主要发展趋势

20 世纪 90 年代以来,国外汽车正朝着高技术、高性能方面发展。进入 21 世纪的国外汽车,主体趋势是系列化、轻量化、小型化、电子化、柴油化。

1.3.1 系列化

国外各大汽车厂家,都在设法提高零部件的通用程度,力求达到较低的成本和较少的总成,生产较多系列车型,提高竞争能力。除尽量削减零部件及总成品种外,不少厂家还采取了逐步降低零部件自制率的做法,只生产关键总成和整车,将其他零部件转给一些专业程度很高的零部件企业去生产。

1.3.2 轻量化

国外汽车的自身质量与过去相比较,已经减轻了 20%~26%。欧洲设计人员预测,在未来的 10 年里,汽车自身质量还将比现在减轻 20%。当前,减轻自重的主要方法,一是尽量减少零件数量,如新车身骨架的零件数量,已从 400 个减少到 75 个;二是大量采用轻质合金及非金属材料。目前,国外一些生产厂家,已能用铝制造汽车的许多关键性结构件,具有质量小、强度高、成型加工节省设备和工时、减少污染等优点。汽车轻量化的目的,主要在于提高燃油经济性。据资料介绍,德国奥迪公司研制的 A9 汽车,铝制车身减少质量 15%,油耗随之降低 5%~8%。此外,非金属材料的增加,体积小、质量小的电子产品的大量应用,也对汽车的轻量化发挥了重要作用。

1.3.3 小型化

由于节能和环保方面的要求,小型汽车再次受到关注。一些有微型汽车产品的厂家,如德国大众公司,正在提高产量和更换车型。一些没有此类产品的公司,也开始加紧开发工作,如日本丰田、德国奔驰等。

1.3.4 电子化

如今,电子化程度的高低,已成为衡量汽车综合性能和现代化技术水平的重要标志,许多发达国家都已形成了独立的汽车电子产品行业。1991年,一辆汽车上电子装置为825美元,1995年上升到1125美元,到2000年,已超过2000美元,占整车成本的30%以上。汽车电子化的发展方向,将是各控制系统由分散转向集中,逐渐形成一个庞大的整车电控系统,由中央计算机集中控制大量的微处理器、传感器及执行元件。汽车电子领域的重点是发展系统模型、电源系统、多渠道信息处理系统、汽车电子软件及故障自诊断五大类关键技术。

1.3.5 柴油化

20世纪90年代以来,社会、市场及法规对油耗低、污染小、功率大且体积小的发动机提出强烈需求,柴油汽车倍受重视。但从全球的总体情况看,汽车装用柴油机的比例还不小,而且各国汽车柴油化的趋势也不尽相同。

目前,欧洲仍是汽车柴油化最为明显的地区。在过去的20年中,欧洲对柴油汽车的需求量增长了十几倍。欧洲柴油汽车的发展速度之快、品种型号之多、产销数量之大、技术水平之高,是美国和日本所不能比拟的。1996年,西欧柴油轿车的市场份额已上升到21.5%。其中,在德国1.4L~2.0L轿车市场上,柴油车占60%,而在法国占88%。在2000年的欧洲市场上,就2.0L以上的中型和大型轿车而言,柴油车所占的比例高达82%和72%。

第 2 章 汽车性能及评价指标

2.1 汽车内燃发动机特性

2.1.1 汽车内燃发动机概述

车辆是在负荷、速度及道路情况经常变化的条件下运行的,作为车辆动力的内燃机必须适应车辆的需要,在负荷与转速经常变化的条件下工作。通常用扭矩和转速两个参数来表征内燃机的运行工况,扭矩说明内燃机负荷的大小,转速说明内燃机工作过程进行的迅速程度。

任何一台内燃机的工作区域是有限的(如图 2-1 所示),它受到四条边界线的限制,上边界线为内燃机的油量控制机构处于油量最大位置时,在不同转速下发出的最大功率;左侧边界线为内燃机最低稳定工作转速线,低于此转速时内燃机转速波动大,工作过程不稳定;右侧边界线最高转速限制线,它受到转速升高所引起的惯性增大,机械摩擦损失剧增、充气效率下降、工作过程恶化的限制。因此内燃机可能工作的区域就是上述边界线加上横坐标围成的区域。

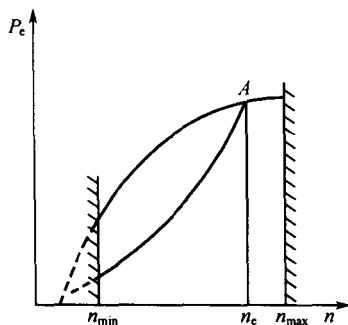


图 2-1 内燃机的工作区域

内燃机实际工作区域取决于内燃机的用途。由于用途不同,其工作区域将有很大的不同。车用和工程机械用内燃机,工况变化范围宽广,转速与负荷之间没有确定的关系,内燃机可能工作区域就是车用内燃机实际工作的区域。

内燃机的工况变化时,必然引起其性能指标的变化。为了评价内燃机在不同工况下运行的动力性能指标和经济性能指标,以及工作过程进行的完善程度,就必须研究内燃机特性。所谓内燃机特性,就是指上述性能参数随工况变化而变化的规律。

由于内燃机工况与性能指标的多样性,内燃机特性也就有很多类型。其中与车辆关系密切的有速度特性、负荷特性、万有特性、最小燃料消耗特性及调速特性等。

研究内燃机特性的目的不仅在于分析内燃机在不同工况条件下的动力性能与经济性能及运行的稳定性与适应性,从而确定内燃机正常工作的范围及适宜的工作区域,为选用内燃机提供依据,同时,通过对内燃机特性影响因素的分析,还可以采取适当措施改进内燃机特性以适应配套使用的要求。

内燃机特性以曲线形式表示,通过试验台按规定的方法测得数据,经过整理绘制而得。

2.1.2 速度特性

内燃机的有效扭矩 T_e 、有效功率 P_e 及有效燃料消耗率 b_e 随内燃机转速 n_e 的变化而变化的关系称内燃机的速度特性。

在测定速度特性时,应保持功率调节机构(汽油机的节气门,柴油机的供油齿杆)的位置不变。

当功率调节机构固定在标定功率(节气门全开或供油齿杆在最大供油量位置)位置时所测得的速度特性称为外速度特性,外速度特性又称为外特性或全负荷速度特性,它表示该内燃机工作的最高动力性能。

当功率调节机构固定在标定功率以下的任意位置时,所测得的速度特性称部分速度特性,简称为部分特性。显而易见,对于每一台内燃机,外特性曲线只有一组,而部分特性曲线随功率调节机构位置的不同有任意组。

在汽车行驶中如果司机将油门踏板位置保持不变,内燃机即按速度特性工作。这种情况下,由于道路阻力不同,汽车行驶速度会发生变化,上坡时速度减慢,下坡时速度加快。

2.1.2.1 外特性

内燃机的外特性曲线如图 2-2 所示。

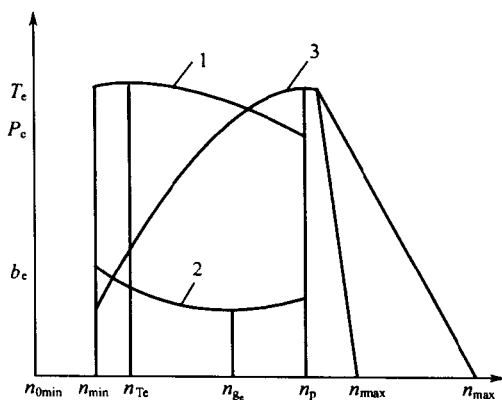


图 2-2 内燃机的外特性曲线

1—扭矩; 2—功率; 3—燃料消耗率。

在外特性曲线上有以下几个特征转速点:

最低空转转速 n_{0min} : 表示内燃机在怠速(有效功率为零)工况下能连续稳定运转 10min 的最低转速;

最低稳定转速 $n_{\min}$:表示内燃机在全负荷条件下能连续稳定运转 10min 的最低转速;

最大扭矩转速 n_T :内燃机出现最大扭矩时所对应的转速;

最低油耗转速 n_g :内燃机有效耗油率最低时所对应的转速;

标定功率转速 n_p :内燃机标定功率状态所对应的转速;

最高空转转速 $n_{\max}$:表示调速器所限制的最高转速;

飞车转速 $n_{\max}$:表示内燃机功率调节机构在最大位置时,不使用调速器,不带负荷任其达到的最大转速,在实际使用中绝对不允许达到这样高的转速。

由图 2-2 可见,扭矩—转速曲线是一个凸曲线,在较低转速范围内,扭矩随转速的增加而逐渐增大,至某一转速 n_m 时达到最大值。由 n_m 开始继续增大转速,此时扭矩不仅不增加,反而出现下降趋势。

功率与转速和扭矩的乘积成正比,其关系由该曲线确定。

有效燃料消耗率随转速的变化曲线是一条凹曲线,随着转速的上升,有效燃料消耗率先是下降,至某一转速 n_g 时,达到最低点,此后随着转速的上升,不仅不下降,反而逐步上升。

柴油机的外特性曲线与汽油机的外特性曲线大体上相似,它们的不同点在于柴油机的扭矩曲线由最大扭矩转速向标定转速变化过程中,扭矩值下降的趋势比汽油机要平缓些。

因试验条件不同外特性曲线有两种:一是试验时发动机仅带维持运转所必须的附件,各国标准均有规定,我国内燃机的试验数据多属这种类型;二是试验时带全套附件,其输出特性又称为使用外特性。显然后者试验时输出功率较低,而油耗较高。

2.1.2.2 部分速度特性

部分速度特性对于汽油机而言就是节气门处于某一非全开位置,对于柴油机而言就是供油齿杆处于某一非最大供油位置时所获得的速度特性。

图 2-3 所示为内燃机的部分速度特性。其中图 2-3(a)是汽油机的部分速度特性,图 2-3(b)是柴油机的部分速度特性。

由图 2-3 可见,汽油机与柴油机部分速度特性较外速度特性来说,区别更为明显。

(1) 柴油机在各种负荷下的扭矩曲线变化都很平坦,在中低速区,扭矩甚至随转速升高而增大,柴油机的功率曲线几乎与转速成正比例增大。而汽油机的速度特性则不同,扭矩曲线的总趋势是随转速升高而降低,节气门开度愈小,扭矩随转速升高而降低的速率愈大,致使功率曲线呈凸形。随着节气门开度减小,相应的最大功率和转速均降低,而下降的速率也愈大。

(2) 柴油机的燃料消耗率曲线,不论负荷大小,都很平坦,略呈微翘形,最经济区的转速范围很宽。汽油机的曲线则不同,其翘曲度随节气门开度减少而急剧增大,相应最经济区的转速范围愈来愈窄。

汽油机的扭矩特性十分适合车用内燃机的需要,行驶车速比较稳定,也就是说,自动适应道路阻力变化的能力比较好。扭矩曲线愈陡,稳定性愈好。

汽油机随着节气门开度的逐步减小,其平均有效压力或扭矩随转速升高而下降的趋势越来越快,在节气门开度很小时,甚至达不到较高的转速,汽油机就进入了怠速状态。