



2007-2008

车辆工程

学科发展报告

REPORT ON ADVANCES IN AUTOMOTIVE ENGINEERING

中国科学技术协会 主编

中国汽车工程学会 编著

 中国科学技术出版社

2007-2008



2007-2008

U27
ZKJ

车辆工程

学科发展报告

REPORT ON ADVANCES IN AUTOMOTIVE ENGINEERING

中国科学技术协会 主编

中国汽车工程学会 编著



中国科学技术出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

车辆工程学科发展报告:2007—2008/中国科学技术协会主编;
中国汽车工程学会编著. —北京:中国科学技术出版社,2008.2

(中国科协学科发展研究系列报告)

ISBN 978-7-5046-4862-4

I. 车... II. ①中... ②中... III. 车辆工程-技术发展-
研究报告-中国-2007—2008 IV. U27-12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 017817 号

自 2006 年 4 月起本社图书封面均贴有防伪标志,未贴防伪标志的为盗版图书。

中国科学技术出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码:100081

电话:010-62103210 传真:010-62183872

<http://www.kjpbooks.com.cn>

科学普及出版社发行部发行

北京中科印刷有限公司印刷

*

开本:787 毫米×1092 毫米 1/16 印张:13.5 字数:321 千字

2008 年 2 月第 1 版 2008 年 2 月第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:35.00 元

ISBN 978-7-5046-4862-4/U·59

(凡购买本社的图书,如有缺页、倒页、
脱页者,本社发行部负责调换)

总 策 划 冯长根 沈爱民
 杨文志
项目策划 刘兴平 黄 珏

策划编辑 许 英 郑洪炜
责任编辑 郑洪炜 陈 君
封面设计 赵 鑫
责任校对 刘红岩
责任印制 王 沛

2007—2008
车辆工程学科发展报告
REPORT ON ADVANCES IN AUTOMOTIVE ENGINEERING

首席科学家 黄 松

专 家 组

组 长 黄 松

副组长 张 宁

成 员 (按姓氏笔画排序)

冯美斌 朱伟成 陈上华 张进华

张金换 欧家福 姜 英 程魁玉

学 术 秘 书 姜 英 李 强

序

基于我国经济社会发展和国际社会竞争态势的客观要求,党中央、国务院做出增强自主创新能力、建设创新型国家的战略部署。学科创立、成长和发展,是科学技术创新发展的科学基础,是科学知识体系化的象征,是创新型国家建设的重要方面,是国家科技竞争力的标志。在科学技术繁荣、发展的过程中,传统的自然科学学科得以不断深入发展,新兴学科不断产生,学科间的相互渗透、相互融合的趋势不断增强;边缘学科、交叉学科纷纷涌现,新的分支学科不断衍生,科学与技术趋向综合化、整体化。及时总结、报告自然科学的学科最新研究进展,对广大科技工作者跟踪、了解、把握学科的发展动态,深入开展学科研究,推进学科交叉、融合与渗透,推动多学科协调发展,促进原始创新能力的提升,建设创新型国家具有非常重要的意义。为此,中国科协在连续4年编制《学科发展蓝皮书》基础上,自2006年开始启动学科发展研究及发布活动。

继2006年中国科协组织中国力学学会等30个全国学会开展30个相应一级学科发展研究,并编辑出版中国科协学科发展研究系列报告之后,2007年又组织了中国物理学会等22个全国学会,分别对物理学、天文学、海洋科学、生物学、管理科学与工程、水利、工程热物理、控制科学与工程、航天科学技术、核科学技术、石油与天然气工程、能源科学技术、安全科学与工程、园艺学、畜牧兽医科学、植物保护学、作物学、公共卫生与预防医学、城市科学、车辆工程等20个学科的发展状况进行了系统的研究,并编辑出版了学科发展研究系列报告(2007—2008)。在各分卷报告基础上,组织有关专家编撰了全面反映上述20个学科发展状况的综合报告——《学科发展报告综合卷(2007—2008)》。

中国科协是中国科学技术工作者的群众组织,是国家推动科学技术事业发展的重要力量,开展学术交流,活跃学术思想,促进学科发展,推动自主创新是其肩负的重要任务之一。开展学科发展研究及学科发展报告发布活动,是

贯彻落实科教兴国战略和可持续发展战略,弘扬科学精神,繁荣学术思想,展示学科发展风貌,拓宽学术交流渠道,更好地履行中国科协职责的一项重要举措。这套由21卷、600多万字构成的系列学科发展报告(2007—2008),对本学科近两年来国内外科学前沿发展情况进行跟踪,回顾总结,并科学评价近年来学科的新进展、新成果、新见解、新观点、新方法、新技术等,体现学科发展研究的前沿性;报告根据本学科发展现状、动态、趋势以及国际比较和战略需求,展望本学科的发展前景,提出本学科发展的对策和建议,体现学科发展研究的前瞻性;报告由本学科领域首席科学家牵头、相关学术领域的专家学者参加研究,集中了本学科专家学者的智慧和学术上的真知灼见,突出学科发展研究的学术性。这是参与这些研究的全国学会和科学家、科技专家劳动智慧的结晶,也是他们学术风尚和科学责任的体现。

希望中国科协所属全国学会坚持不懈地开展学科发展研究和发布活动,持之以恒地出版学科发展报告,充分体现中国科协“三服务、一加强”的工作方针,不断提升中国科协和全国学会的学术建设能力,增强其在推动学科发展、促进自主创新中的作用。

中国科学技术协会主席

A stylized, cursive handwritten signature in black ink, likely belonging to the President of the Chinese Association of Science and Technology.

2008年2月

前 言

世界汽车诞生于19世纪末,在此之后的百余年中,伴随着制造业的空前发展,汽车工业已经成为推动当代世界经济发展最强劲的动力之一,成为衡量一个国家(或地区)工业化水平、经济实力和科技创新能力的重要标志之一,对推动社会进步发挥着巨大的作用。与此同时,汽车极大地改变了人类生活和社会面貌,给人们带来了更多的便利、享受和更高的速度和效率(效益),扩大了人们的活动空间,改善了生活质量,提升了物质和精神文明程度。

诚然,与世界其他任何事物一样,汽车工业的快速发展也有着两面性:在给人们生活带来了诸多的好处和为国家经济发展带来诸多有利影响的同时,也不可避免地产生一些负面作用或消极影响。目前,汽车已成为世界能源(即石油)消费大户,在一些机动车保有量较高的城市,尾气排放对环境的危害已不可忽视,交通拥堵和安全问题也相当突出。在中国如此,在世界各国也是如此。在新的历史阶段,汽车工业要实现可持续健康发展,正面临着前所未有的巨大挑战。

为应对上述严峻的局面,全世界范围内新一轮的技术创新和技术革命浪潮正在汽车行业悄然兴起。这主要体现在以下两个方面:一是进一步挖掘传统汽柴油汽车的节能减排潜力,通过广泛应用电子技术及其他先进的适用技术或手段,显著改善和提升汽车的节能、环保和安全性能,以满足各国(或地区)制定的相关法规和标准;二是积极研发清洁替代燃料(或新能源)汽车技术,大力推进新型非石油燃料汽车的产业化和普及应用,以寻求彻底解决汽车对化石能源依赖的对策方案。

进入21世纪以来,我国汽车产销量以年均超过20%的幅度迅速提高,2007年分别达到888万辆和879万辆,确立了世界汽车生产大国的地位,并正在朝着世界汽车生产强国的目标迈进。在这一背景下,我们更需要新技术的推动,需要跟上世界新技术革命的步伐。

在科学技术日新月异的今天,汽车工业已摆脱传统机械制造业的概念,是涉及钢铁、化工、有色金属、电子、机械制造等高新技术等多个领域的、充满活力的产业之一,成为当代高新技术最具商业价值的载体和各学科先进技术、最新科研成果的集大成者。本书围绕世界汽车技术发展的热点问题,专题介绍了国际汽车界在汽车发动机及排放控制技术、汽车底盘技术、汽车安全技术、汽车制造技术、汽车轻量化技术、新能源汽车技术以及噪声及振动控制技术等方面的最新进展、发展动态和趋势,并力图对近几年中国汽车技术发展所取得

的成就进行全面介绍。

在本书的编写过程中,集合了一大批国内在相关技术领域一线工作的专家和中青年科技骨干参与工作,他们以自己的亲眼所见和亲身所为,见证了中国汽车工业的发展,也对世界汽车技术发展动态有比较充分的了解,这使得本书有资格成为中国汽车技术发展历程的记载,并能够使读者更加清晰地了解汽车技术发展的未来。我们相信,日新月异地发展着的科学技术将为中国实现汽车工业强国的梦想奠定坚实基础,而中国汽车工业的可持续健康发展,也将为相关工业技术进步带来新的机遇,为中国经济的发展作出贡献。

中国汽车工程学会

2008年1月

目 录

序	韩启德
前言	中国汽车工程学会

综合报告

车辆工程学科发展现状及进展	(3)
一、引言	(3)
二、汽车标准与法规渐与世界接轨	(4)
三、设计与开发技术(以车身为例)	(7)
四、发动机技术	(10)
五、底盘技术	(16)
六、汽车电子技术	(18)
七、电动汽车技术	(21)
八、混合动力汽车	(22)
九、制造技术	(27)
十、材料技术	(31)
十一、结束语	(33)
参考文献	(34)

专题报告

发动机及排放控制技术发展研究	(37)
汽车底盘技术发展研究	(57)
汽车安全技术发展研究	(73)
汽车制造技术发展研究	(87)
汽车轻量化材料领域科学技术发展研究	(116)
我国新能源汽车技术发展研究	(147)
噪声及振动控制(NVH)技术发展研究	(175)

ABSTRACTS IN ENGLISH

Comprehensive Report

Progress and Study on Automotive Engineering	(193)
--	-------

Reports on Special Topics

The Development of Engine and Its Emission Controlling Technology	(197)
Research of Automobile Chassis Technology Development	(198)
Recent Development of Vehicle Safety Technology Investigations	(199)
Recent Development of Vehicle Manufacturing Technology Investigations	(201)
Development and Trends of Automotive Lightweighting Material Technology	(202)
Progress of China's Alternative Fuel Vehicle Technology Development	(203)
Research on Technological Development of Noise and Vibration Control	(204)

综合报告

车辆工程学科发展现状及进展

一、引言

从 1886 年德国人卡尔·本茨发明第一辆汽车算起,世界汽车已有 121 年的历史。经过长期发展,汽车已成为当今世界第一大商品,改变了世界的机器。2006 年,全球汽车产量已达 6921 万辆,总保有量约为 8 亿辆,市场规模庞大,产业链长而宽广。在发达和比较发达国家和地区,汽车的使用相当普遍,是民众的日常生活用品。

汽车的问世是近代工业革命的产物,同时,也是人类科技进步之必然。据美国工程院 2000 年评出的 20 世纪对人类社会生活影响最大的工程技术成就 20 项,其中,汽车仅次于电力系统而列第二位。工程学和工艺学指出,汽车是一种高度综合性的精密机械器具,是多学科知识、技术成果的结晶和集成,其结构及制作方式均独具特色,极易吸收高新技术成果,从而使自身得到提高和升级换代。事实表明,现代汽车已成为机电一体化的(高科技)产品,汽车产品也成为用高新技术武装起来的产业,是新技术演练、展示的广阔舞台。20 世纪兴起的几次新技术浪潮,非但没有冲垮汽车及其制造业,相反,却使之从中受益匪浅。自 70 年代以来,汽车科技进步加快,汽车产品的技术含量愈来愈高,当代汽车无论在外观还是内在品质方面,均与昔日不可同日而语,差别巨大。自 80 年代以来,电子技术广泛应用于汽车产品,出现了汽车电子化趋势,电子器件成本占汽车总成本的比例逐渐上升。在汽车设计与开发以及制造领域,电子计算机辅助设计和制造、计算机集成制造、虚拟、仿真技术等也得到迅速普及应用,从而大大缩短了开发和设计时间,降低了成本。当前,汽车生产柔性化、灵捷化趋势深入发展,世界大多数的机器人已在汽车工业“安家落户”。网络技术也越来越多地应用于汽车设计开发以及制造和生产经营,全球采购、网络销售等电子商务正在使汽车经营方式发生根本性的变革。进入 21 世纪以来,为应对能源供应形势趋紧、环境污染不断加重的严峻挑战,在全世界范围内,以汽车电子信息技术为核心的技术革新、技术发明等大量涌现;汽车在节能、排放、安全等方面的技术创新也越来越多地由量变到质变,汽车产品及汽车制造正在发生深刻变化。近年来,世界汽车的技术进步主要体现在以下几个方面:燃油经济性(节能性能)明显提高,一些经济型轿车的油耗指标降到更低的水平;为满足各国日益严格的环保法规,汽车排放的有害气体和二氧化碳量大大降低;汽车普遍装备安全带、安全气囊、ABS、ASR、ESP 等等,其安全性不断提高和改善,节能的先进柴油机轿车在欧洲等地区已得到大面积推广应用,市场份额超过 50%;在高档轿车领域,已普及以缸内直喷增压中冷、火花点火、分层稀薄燃烧、变压缩比、变排量、使部分气缸休眠(即停缸工作)为主要技术特征的变气门相位和升程的 VVT-i 汽油发动机技术;推广使用比较清洁的、以天然气和液化石油气为代表的燃气汽车及生物燃料汽车;积极发展混合动力汽车并逐步实施产业化;重视研发燃料电池汽车技术。

与美、欧、日等汽车工业发达国家和地区相比,我国汽车工业起步较晚,从 1953 年初

创至今,有 50 余年。在经历一个比较长的艰难成长和徘徊期之后,进入 21 世纪,迎来了意想不到的快速发展阶段,以超过 20% 的年均增长速度,经过 6 年的发展,我国汽车产业规模已经达到世界级水平。截止到 2006 年的统计,汽车产销规模双双突破 720 万辆大关,超过日本而成为世界第二大汽车市场,越过德国而上升为世界第三大汽车生产国(仅以国内产量作比较)。如今,汽车工业已经成为国民经济的支柱产业,汽车及其产业在我国全面建设小康社会的进程中发挥着日益重要的作用,愈来愈多的人圆了汽车梦。

不仅如此,得益于改革开放,我国汽车产业抓住机遇,积极主动参与全球汽车产业分工,在与跨国公司的合作竞争中,不断增强自身实力,提高技术水平,在引进国外先进技术的过程中,坚持消化、吸收后再创新。现今,我国汽车产品技术及质量与国际先进水平的差距已明显缩小,自主品牌商用车整体而言,已达到国际 90 年代中或末期水平,个别新上市产品,甚至已大体接近 21 世纪初的国际先进水平(或差距并不很大)。一些新推出的合资品牌乘用车(尤指轿车)除诸如排放等个别技术指标外,基本或接近与国际同步。在质量方面,根据国外有关驻华研究机构对新车质量的调查结果,每百辆新车平均缺陷(或问题)数为 231 个(合资企业为 189 个),较 5 年前降低 50% 以上,与国外的差距显著缩小。着眼于汽车产业的可持续发展,我国还积极追赶国际汽车发展潮流,大力发展新型能源清洁汽车。据认为,鉴于我国的具体国情,只要方向明确,战略措施得当,我国在新能源汽车的应用上,是有希望跻身世界前列的。与此同时,我国的汽车制造技术也不断提高,逐渐向世界先进水平靠齐。从我国近年来新建的汽车厂和新投产车型来观察判断,汽车制造技术已获极大提高,轿车主机厂的四大工艺已接近或基本达到国际先进水平。

二、汽车标准与法规渐与世界接轨

(一) 概论

一个国家的汽车技术标准水平,反映了其汽车产品技术水平和试验技术水平,同时,也是汽车设计、开发及制造的最重要依据之一。近年来,随着我国汽车产品技术水平的不断提高,汽车标准的技术水平也逐渐与国际先进标准看齐或相接近。特别是汽车强制性标准(在国外称为技术法规),从汽车安全、环保和能耗等方面对汽车产品的技术性能加以规定,从而有效地控制了汽车对人身安全和生态环境以及能源资源造成的负面影响或伤害。

目前,我国的汽车标准体系已基本建立。截至 2007 年 4 月 1 日,已批准发布的汽车摩托车标准共计 1169 项,其中,在 2005~2007 两年间共发布新标准 152 项。这些标准绝大部分都是参照 ISO、SAE(美国汽车工程师学会)标准和 ECE(欧洲经济委员会)法规而制定的。新标准的制定和实施,对提高汽车产品的安全性、环保性、经济性和可靠性等起到了非常重要的作用,促进了汽车技术进步和新能源技术研究的开展。

近期,汽车技术标准的研究和制定,主要围绕以下工作重点展开:

(1) 结合我国汽车产品的实际技术水平,对汽车标准体系进行了一次全面清理整顿,使得整个标准体系的水平能够适应和引导汽车产品的健康发展。

(2)为推进汽车节能环保技术发展,制定了一系列涉及排放和燃油经济性的强制性标准以及配套实施的试验方法标准,并开始对新能源汽车建立相应的标准体系。

(3)针对我国自主创新产品销售不断增加和技术水平迅速提升的趋势,开始研究建立一套更加适合中国自主品牌汽车产品的实际情况,同时,又能积极与国际汽车法规相衔接的强制性标准。

(二)汽车强制性标准发展情况

我国汽车强制性标准在技术内容上,等效采用了欧洲 ECE/EC 汽车法规体系,少数项目按照 ISO、美国 FMVSS 和日本安全基准 JMVSS 而制定。2007 年 4 月,已发布的汽车强制性标准项目达到 91 项,其中,安全标准 72 项(涉及主动安全 26 项,被动安全 23 项,一般安全 23 项),环保与节能标准 19 项。

1. 环保与节能强制性标准

自 2005 年以来,随着环境污染日趋加重、原油价格不断攀升的严峻局面凸现,我国对汽车环保节能问题更为重视,汽车强制性标准在推动汽车节能减排技术发展方面一直起着主导作用。2005 年,发布了国 3、国 4 和国 5 汽车排放系列标准,共 8 项,并规定了具体的分阶段实施日期。此批标准发布后,使得我国汽车产品在排放污染物控制技术方面,跃上了一个新台阶,普遍采用了 OBD(发动机排放自动检测)、高压共轨柴油机等先进排放控制系统,技术水平日渐与国际水平看齐。同时,也促使我国油品质量显著改善和提高。

为促使商用车更加节能,制定了燃料消耗量限值标准。这是针对我国汽车产品专门制定的一项强制性标准,也是目前国际上唯一一项专门针对商用车燃油消耗提出限值要求的标准。除此之外,还正在制定关于轻型车燃油消耗量标识的标准,将对轻型汽车的油耗实施公示制度,期望通过采用市场手段来控制油耗,进而达到节能目的。

2. 汽车安全强制性标准

近两年,发布实施了关于汽车侧面碰撞的乘员保护等 7 项强制性标准,其中,汽车侧面碰撞乘员保护标准,对提高乘员的被动安全性具有重要意义,使我国汽车安全评价体系得到完善,为开展汽车产品 C-NCAP(中国新车评价规程)工作提供了技术支持。

3. 汽车强制性标准带动相关试验技术不断发展

新的强制性标准发布实施后,需要有相应的试验能力保障。为了实施国 4、国 5 排放标准,各汽车产品检测机构和国内大型汽车企业都建立了低温冷启动试验室,以便进行标准中要求的一 7℃ 的试验;为了对汽车产品安全性能进行检验,各大检测机构也都建立了能进行 100% 正面碰撞、后部碰撞、40% 正面偏置碰撞和侧面碰撞的试验室。我国汽车碰撞试验技术具体试验项目有:正面 100% 重叠刚性壁障碰撞试验;正面 40% 重叠可变形壁障碰撞试验;可变形移动壁障碰撞试验。

按照 C-NCAP 的有关规定,对试验车辆进行星级评价,依据得分多少进行星级划分。最高得分为 51 分,其中,三项试验,每项满分为 16 分,三项试验总得分为 48 分。对安全带提醒装置及侧气囊(及侧气帘)分别有 2 分和 1 分的加分。将三项试验的得分及加分项得分之和,记为总分,满或多于 50 分的,被评为 5+ 星级车;低于 50 分而高于或等于 45 分

的,为 5 星级车;低于 45 分而高于或等于 40 分的,为 4 星级车;低于 40 分而高于或等于 30 分的,为 3 星级车;低于 30 分而高于或等于 15 分的,为 2 星级车;低于 15 分的,为 1 星级车。

(三)我国汽车强制性标准技术水平与国际的差距

如上所述,尽管我国强制性标准一直在争取与国际汽车先进法规接轨,但限于我国汽车产品的水平和实施技术法规的具体国情,使得我国的标准与国际(发达国家和地区)相关法规仍然存在不同的差距。例如轿车:关于排放,国际上已执行欧 IV,而我国是欧 III;噪声,国际上规定是 72dBA,而我国是 74dBA;油耗,国际上采用碳当量计算方法进行评价,而我国是采用百公里油耗限值评价;关于安全,国际已建立乘员保护、儿童约束系统项目,而我国还缺少此项规定;关于材料回收利用,国际已建立起成熟的材料回收利用体系,而我国虽然已制定了回收利用率的管理法规,但需至 2010 年才开始认证,有关的基础技术工作也尚未开始。

(四)汽车推荐性标准

1. 电动汽车标准

近年来,我国一直推动清洁能源汽车的研发和产业化,是国家“863”重大科技专项的重要项目之一,标准的制定也围绕于此展开。2005 年,电动汽车标准制定工作主要集中在燃料电池汽车的标准规划、前期研究等,在纯电动汽车及混合动力汽车等领域,也取得重大进展。迄今,在我国电动汽车标准体系中,已有 30 项标准制定完毕并发布。

2. 商用汽车标准

近几年,我国汽车行业标准的制定工作重点,是在乘用车的强制性标准上,而对商用车标准,尤其是推荐性的国标和行标,则关注不够。这显然不适应汽车产业的发展形势,因为商用汽车是我国汽车自主品牌的主力军。为鼓励企业进行自主创新,使商用车产品技术水平再上新台阶,2006 年,行业专门成立商用车技术标准研究工作组,并制定出商用车标准法规修订计划,决定在未来五年内,建立起一套完整的商用车标准体系。

3. 汽车电子产品标准

汽车电子技术是汽车技术中发展最为迅速的前沿技术领域之一。当前,我国汽车电子技术的开发与应用,呈现出欣欣向荣的可喜景象,几乎深入到汽车所有的系统和领域。为适应新的汽车技术发展形势,近两年,我国着手进行汽车电子技术标准的制定,主要针对三个层次的电子产品,涉及五大领域,即:关于各类传感器等组件或部件的产品标准;针对单纯的电子控制系统产品标准或基础性标准;覆盖所有控制系统的网络通讯协议标准(CAN 总线);影响所有电子产品的电磁抗扰标准;有关术语、图形符号等基础标准。

4. 其他汽车标准和法规

为贯彻落实关于建设节约型社会和环境友好型社会的基本国策,涉及汽车产品回收利用的管理政策研究及报废车辆标准的制定,也是近两年标准化工作的重点之一。