



中国汽车工程学会

汽车工程图书出版专家委员会 特别推荐

汽车 之感悟 II

黄松 徐满年 著



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

汽车之感悟 II

黄 松 徐满年 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

汽车之感悟. 2/黄松, 徐满年著. —北京: 北京理工大学出版社,
2008. 6

ISBN 978 - 7 - 5640 - 1609 - 8

I. 汽… II. ①黄…②徐… III. 汽车 - 基本知识 IV. U46

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 070829 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 / 北京地质印刷厂

开 本 / 880 毫米 × 1230 毫米 1/32

印 张 / 4.75

字 数 / 77 千字

版 次 / 2008 年 6 月第 1 版 2008 年 6 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 3000 册

定 价 / 15.00 元

责任校对 / 申玉琴

责任印制 / 母长新

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

出版说明

为贯彻汽车工业产业政策，推动和加强汽车工程图书的出版工作，中国汽车工程学会成立了“汽车工程图书出版专家委员会”。委员会由有关领导机关、企事业单位、大中专院校的专家和学者组成，其中心任务是策划、推荐、评审各类汽车图书选题。图书选题的范围包括：学术水平高、内容有创新、在工程技术理论方面有突破的应用科学专著和教材；学术思想新颖、内容具体、实用，对汽车工程技术有较大推动作用，密切结合汽车工业技术现代化，有高新技术内容的工程技术类图书；有重要发展前景，有重大使用价值，密切结合汽车工程技术现代化需要的新工艺、新材料图书；反映国外汽车工程先进技术的译著；使用、维修、普及类汽车图书。

出版专家委员会是在深化改革中，实行专业学会、企业、学校、研究所等相互结合，专家学者直接参与并推动专业图书向高水平、高质量、有序发展的新尝试。它必将对活跃、繁荣专业著作的出版事业起到很好的推动作用。希望各位同仁、专家积极参与、关心、监督我们的工作。限于水平和经验，“委员会”推荐出版的图书难免存在不足之处，敬请广大同行和读者批评指正。

汽车工程图书出版专家委员会



序

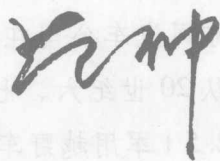
汽车是改变世界的机器，汽车工业是对人类工业文明发展进程影响最大的产业之一。在汽车工业的发展中，技术的作用至关重要。世界汽车强国的崛起，无不是以技术领域的重大突破为先决的。中国汽车工业只有具备了自主的设计开发能力，掌握了价值链的核心环节，才能实现更好更快更健康的发展。

东风汽车公司（原中国二汽）作为诞生于特殊年代、特殊环境、特殊地域，依靠中国人自己的力量建设发展起来的特大型汽车企业，始终是我国汽车行业最具创新精神的企业之一。由于历史和现实的原因，自建厂初期开始，东风汽车公司在技术领域的自主因素就要多于一般企业。从20世纪六、七十年代打造“英雄车”，开发第一个车型2.5 t军用越野车开始，80年代“军转民”，设计出具有当时国际水平的5 t民用车，提出“改进一代，开发一代，预研一代”的自主开发思路，到90年代向轻重两翼、致力于全系列型谱的形成，再到今天在“开放合作，自主发展”格局下集合全球智慧、发展自主品牌，东风汽车公司

始终走在中国汽车技术进步的前列，公司在技术领域的历次重大突破，基本都是依靠自己的力量完成的。建设强大的自主创新体系，实现开发能力从必然王国向自由王国的不断飞跃，始终是东风人矢志追求的梦想。

本书作者黄松和徐满年同志是长期工作在汽车设计开发一线领域的资深专家，主持了众多车型的开发工作，不仅见证了东风成长的历程，也在长期的设计开发实践中积累了丰富的经验。《汽车之感悟》是两位作者集数十年之工作经验而成的，是两位作者对在工作中遇到的具体问题和在具体问题背后所隐藏着的深层次问题不懈思索而成的。本书讨论了上到如何发展我们产品研发的思想认识层面的问题，下至商用车系列车型后桥轮距设计问题，自然地浑然一体，十分难得。这说明两位作者多年来一直在为“出产品、出人才、出思想”而努力着。

谨以此序向本书的公开出版表示祝贺。



2007年3月15日



前言

尽快提升汽车产品研发能力，加速发展我国汽车工业，是我们共同的心愿。为此，我们需要多交流。在日常工作中，我们俩深深地感受到，我们的学识与实现这一伟大目标的要求相距甚远，迫切需要向同行、向有识之士多学习。本着学习的态度和“众人拾柴火焰高”的精神，我们俩一起完成了《汽车之感悟Ⅱ》这本小册子的编写。这本书是在北京理工大学出版社2007年6月已经出版的《汽车之感悟》一书的基础上续写的，对汽车总体技术做了进一步介绍。希望这本小册子能成为我们俩向多年来坚持思考我国汽车产品研发中实际问题的有识之士学习的见面礼或是小作业。

中国汽车在国人的热切关注下，已执著地驶过了半个多世纪。今天，已是五十知天命的中国汽车正在对蹉跎说，我已把你抛弃；在对坎坷说，人间正道是沧桑。为中国汽车喝彩，不会再是长久的等待！为了这不再是长久的等待，感悟中国汽车，为中国汽车加油，是我们义不容辞的责任。

回顾我们俩的前半生，不同是一定的，但也有共同之处，那就是，有生存也有生活，生存时不曾灰心过，生活时没有忘记感悟人生和感悟汽车，并且，感悟汽车已成为了我们生活中的快乐，希望能和朋友们一起分享我们的快乐。

工半汽因我显受惠的，以助贫商品产半汽代贵力 作者
亦日查。高交走要需时好，此代。那小因同共因好县，业
前一支照实已身学的因贵，既受惠助贫新因门好，中半工
走士之因育向，行同向要需时好，既基强来要前因日大
好，将静因“高部大集好入众”既更态因区学善本。区学
方。既静因千册小本左《非甜想之半汽》下知宗法一因门
因出出登日且日中 2007 年既出学大工既京北查县汁本
既米其补总半汽板，而更态士偏基因好——《甜想之半汽》
迎来半走向因门好代贵于册小本左既备。既介是——下
更因区学士之既育因强同利实中受商品产半汽因外好想好

业半小呈既好因
个半丁既静既善好日，不相关因热因入因并半汽同中
既既板好五半汽因中前命天既十五县日。天个。既好走
中代。乘余县既五同人，既同发板好；乘就水因白好，既
因人牙县再不登丁代；善因因入斗县再会不，逐因半汽因
既客不又因县县，而做半汽因中代，半汽因中既强，奇彩
引贵因



目 录

第 1 章 商用车系列车型总体设计	1
§ 1-1 商用车系列车型变速器 I 挡速 比的初选	1
§ 1-2 商用车系列车型发动机外特性扭矩 参数的选择	5
§ 1-3 商用车发动机低速扭矩和极限转速 要求的确定	11
§ 1-4 商用车变速器挡位数及各挡传动比 的确定方法	15
§ 1-5 关于变速器多挡化趋势的讨论	17
§ 1-6 电控发动机的应用	19
§ 1-7 关于总成的独立开发	23
§ 1-8 后桥总成的独立开发	28
§ 1-9 汽车产品开发应用同步工程初探	42
第 2 章 制动篇	49
§ 2-1 EQ1061 轻型汽车前、后轮制动力分配	



比例确定	49
§ 2-2 汽车车轮制动器制动力矩设计指标的确定 ——EQ1061 车型制动器制动力矩指标的 确定	59
§ 2-3 制动系统结构型式概述	63
§ 2-4 非浮式制动蹄鼓式制动器制动效能的 分析计算方法	68
§ 2-5 等压分布的先进性分析	76
§ 2-6 浮式蹄设计问题的提出	78
§ 2-7 浮式蹄制动器结构简介	82
§ 2-8 浮式蹄制动器设计分析	84
§ 2-9 EQ1061 制动系改进设计总结	93
 第 3 章 转向篇	95
§ 3-1 四轮汽车最小转弯直径的计算分析	95
§ 3-2 汽车操纵稳定性基础理论概述	100
§ 3-3 研究汽车操纵稳定性基础理论—— 二自由度模型问题的提出	112
§ 3-4 汽车的转向原理暨转向时整车回 转中心的分析	119
§ 3-5 新汽车操纵稳定性模型	122
§ 3-6 新汽车操纵稳定性模型的应用	127
§ 3-7 轮距对汽车操纵稳定性影响的研究	131



§ 3-8 转向梯形“矩形化”对汽车操纵稳定性影响的研究	133
§ 3-9 转向梯形“矩形化”在东风猛士开发中的应用	136
后记	137
参考文献	138





第 1 章

商用车系列车型总体设计

§ 1-1 商用车系列车型变速器 I 挡速比的初选

变速器 I 挡速比的大小不仅影响变速器扭矩容量、挡位数以及各挡速比的分配,还对后传动(传动轴和主减速器)的设计有影响。所以说,变速器 I 挡速比的选择是传动系统设计的一个重要问题。

经《汽车之感悟》第 2 章——动力传动基础篇的论述得知,采用大的 I 挡速比是减小整车质量换算到变速器 I 轴上的当量转动惯量,以保证汽车起步能力满足要求和保证离合器使用寿命满足要求的有效措施。

就 N2 类商用车所采用的单片干摩擦式离合器而言,根据国外各大汽车公司的产品样本广告上的整车参数,将具有国际水平的不同规格的干摩擦式离合器所许用的整车质量换算到变速器 I 轴上的当量转动惯量 J_n , 经整理列于表 1-1 供参考。





表 1-1 国外各大汽车公司产品离合器参数

离合器规格/mm	$J_n / (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$	离合器规格/mm	$J_n / (\text{kg} \cdot \text{m}^2)$
$\Phi 430$	≤ 3.32	$\Phi 325$	≤ 1.9
$\Phi 405$	≤ 2.96	$\Phi 300$	≤ 1.63
$\Phi 380$	≤ 2.6	$\Phi 275$	≤ 1.36
$\Phi 350$	≤ 2.2	$\Phi 250$	≤ 1.13

据此,可初选变速器的 I 挡速比,见表 1-2。在此,需对“高速、高动力”方案加以特别说明。例如:额定总重 19.4t 车型的“高速、高动力”方案,如果采用扭矩容量为 $7\,000\text{N} \cdot \text{m}$ 的超速挡变速器,则 I 挡速比为 $8.838 \times 0.759 = 6.7$,按此计算整车质量换算到变速器 I 轴上的当量转动惯量 J_n 为

$$J_n = 19\,400 \times 0.55^2 / 5.13^2 / 6.7^2 = 4.97 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

如此大的整车质量换算到变速器 I 轴上的当量转动惯量,现有的单片干摩擦式离合器技术是无法满足此要求的,需要考虑采用其他形式的离合器。如果找不到其他合适的离合器来解决这个问题时,例如,只有 $\Phi 430 \text{ mm}$ 单片干摩擦式离合器可用,则必须加大变速器 I 挡速比以使整车质量换算到变速器 I 轴上的当量转动惯量不大于 $3.32 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$,以满足 $\Phi 430 \text{ mm}$ 单片干摩擦式离合器的要求。为此,须将超速挡速比为 0.759 的变速器的 I 挡速比加大至 8.22,相应地变速器的扭矩容量和主减速器的扭矩容量也必须加大,只加大变速器的扭矩容量,主减速器的耐久性会有问题。





表 1-2 商用车系列车型变速器 I 挡速比的初选

额定总重/t	车轮滚动半径/mm	主减速器速比	离合器规格/mm	变速器 I 挡速比/ 最高挡速比	变速器扭矩容量/(N·m)
19.4	550	6.83	Φ405	6.52/0.75	5 260
		5.13	Φ405	8.838/1	7 000
		5.13	其他	6.7/0.759	7 000
		5.85	Φ405	7.69/1	6 150
17.2	530	6.59	Φ405	6.25/0.75	4 600
		4.94	Φ380	8.73/1	6 150
		4.94	其他	6.62/0.759	6 150
		5.85	Φ405	7.37/1	5 260
14.9	515	6.41	Φ380	6.08/0.75	3 950
		4.8	Φ380	8.7/1	5 260
		4.8	其他	6.6/0.76	5 260
		5.62	Φ380	7.21/1	4 600
13	515	6.4	Φ380	5.8/0.75	3 460
		4.8	Φ350	8.33/1	4 600
		4.8	其他	6.25/0.75	4 600
		5.71	Φ350	7.05/1	3 950
11.3	495	6.16	Φ350	5.89/0.76	2 960
		4.62	Φ350	8.10/1	3 950
		4.62	其他	5.8/0.75	3 950
		5.48	Φ350	6.63/1	3 460
9.86	475	5.90	Φ325	5.8/0.75	2 600
		4.43	Φ325	7.73/1	3 460
		4.43	Φ430	5.875/0.76	3 460
		5.30	Φ325	6.542/1	2 960
8.7	418	5.20	Φ325	5.51/0.75	2 220
		3.90	Φ325	7.75/1	2 960
		3.90	Φ405	5.89/0.76	2 960
		4.60	Φ325	6.23/1	2 600
7.55	418	5.20	Φ325	5.14/0.75	1 940
		3.90	Φ325	6.845/1	2 600
		3.90	Φ380	5.877/0.76	2 600
		4.60	Φ325	5.88/1	2 220





续表

额定总重/t	车轮滚动半径/mm	主减速器速比	离合器规格/mm	变速器 I 挡速比/ 最高挡速比	变速器扭矩容量/(N·m)
6.7	393	5.23	Φ300	4.862/0.75	1 670
		3.92	Φ300	6.487/1	2 220
		3.92	Φ350	5.634/0.767	2 220
		4.64	Φ300	5.48/1	1 940
5.5	366	4.87	Φ275	4.89/0.75	1 450
		3.65	Φ275	6.5/1	1 940
		3.65	Φ350	5.25/0.766	1 940
		4.08	Φ275	5.83/1	1 670
4.95	366	4.87	Φ275	4.64/0.75	1 250
		3.65	Φ275	6.187/1	1 670
		3.65	Φ350	4.96/0.766	1 670
		4.22	Φ275	5.35/1	1 450
4.19	366	4.87	Φ250	4.63/0.75	1 090
		3.65	Φ250	6.19/1	1 450
		3.65	Φ325	4.96/0.766	1 450
		4.22	Φ250	5.35/1	1 250
3.85	381	5.07	Φ250	4.45/0.75	930
		3.8	Φ250	6.18/1	1 250
		3.8	Φ325	4.75/0.767	1 250
		4.40	Φ250	5.12/1	1 090
3.2	366	4.87	Φ250	4.25/0.75	810
		3.65	Φ250	5.7/1	1 090
		3.65	Φ300	4.73/0.766	1 090
		4.25	Φ250	4.87/1	930

从表 1-2 可以看出,中、重型商用车,“高速、高动力”型整车方案对离合器的要求最高。解决离合器的问题是实现中、重型商用车“高速、高动力”型整车方案之关键。





§ 1-2 商用车系列车型发动机外特性扭矩参数的选择

在《汽车之感悟》一书 § 3-8 节介绍了商用车系列车型发动机最高额定转速、最大功率的确定方法，就发动机的外特性来说，发动机的最大扭矩和怠速转速下的（最大）扭矩还有待确定。

商用车系列车型发动机外特性最大扭矩要求的确定方法：用表 1-2 中所列的变速器扭矩容量除以相应的变速器 I 挡速比，即为发动机外特性最大扭矩之要求。为减少发动机的品种，需要将计算得出的发动机最大扭矩值加以圆整，并相应地对上节中所得出的变速器 I 挡速比的初始值进行调整，见表 1-3。

商用车系列车型发动机外特性怠速转速下（最大）扭矩要求的确定方法：应保证在变速器 I 挡时，N2 类汽车能够克服 20% 的坡道阻力。其目的是避免离合器接合时转速过高、减少离合器的滑摩功，提高离合器的使用寿命。并且，EQ2050 的开发经验表明，由于减少汽车起步时离合器的滑摩功还可提高汽车原地起步加速性能。计算结果见表 1-3。





表 1-3 发动机外特性最大扭矩和怠速转速下的最大扭矩

额定 总重/t	最高车速/ (km·h ⁻¹)	变速器 I 挡速比	变速器扭矩 容量/(N·m)	最大扭矩 /(N·m)	怠速最大扭矩 /(N·m)	主减速 器速比	发动机最高额定 转速/(r·min ⁻¹)
19.4	105	6.57	5 260	800	490	6.83	2 600
		8.75	7 000	800	490	5.13	2 600
	117	6.67	7 000	1 050	650	5.13	2 200
	92	7.69	6 150	800	490	5.85	2 600
17.2	105	6.21	4 600	740	470	6.59	2 600
		8.66	6 150	710	450	4.94	2 600
	117	6.61	6 150	930	580	4.94	2 200
	89	7.41	5 260	710	450	5.85	2 600
14.9	105	6.08	3 950	650	410	6.41	2 600
		8.77	5 260	600	380	4.8	2 600
	117	6.58	5 260	800	510	4.8	2 200
	90	7.08	4 600	650	400	5.62	2 600
13	105	5.77	3 460	600	380	6.4	2 600
		8.21	4 600	560	360	4.8	2 600
	117	6.21	4 600	740	470	4.8	2 200
	88	7.05	3 950	560	360	5.71	2 600
11.3	105	5.92	2 960	500	330	6.16	2 600
		7.90	3 950	500	330	4.62	2 600
	117	6.58	3 950	600	390	4.62	2 200
	89	6.65	3 460	520	330	5.48	2 600
9.86	105	5.78	2 600	450	295	5.90	2 600
		7.69	3 460	450	295	4.43	2 600
	117	5.77	3 460	600	390	4.43	2 200
	90	6.58	2 960	450	295	5.30	2 600
8.7	105	5.55	2 220	400	260	5.20	2 600
		7.40	2 960	400	260	3.90	2 600
	117	5.92	2 960	500	330	3.90	2 200
	92	6.50	2 600	400	260	4.60	2 600
7.55	105	5.10	1 940	380	250	5.20	2 600
		6.84	2 600	380	250	3.90	2 600
	117	5.78	2 600	450	295	3.90	2 200
	90	5.84	2 220	380	250	4.60	2 600
6.7	117	4.91	1 670	340	220	5.23	3 100
		6.52	2 220	340	220	3.92	3 100
	128	5.55	2 220	400	260	3.92	2 600
	102	5.70	1 940	340	220	4.64	3 100

