

同濟大學

工程硕士学位论文选题报告 及论文工作计划

课题名称 基于节能技术的汽车动力

总成配置优化

学 号 _____

姓 名 _____

专业领域 车辆工程

所在院、系 汽车学院

校内导师 _____

校外导师 _____

选题时间 2015 年 11 月 22 日

同济大学研究生院

2015年11月22日

一、立论依据

课题来源、选题依据和背景情况、课题研究目的、工程应用价值

1. 课题来源:

节能的必要性:

- 国家战略层面:

随着我国各项事业的发展,对于能源的消耗也与日俱增,特别是对原油的消耗量。目前,我国已经成为世界第一石油消耗国和第二大原油进口国。2014年我国原油对外依存度为58.66%。2015年将达62%,2020年将达68%。汽车行业作为原油消耗的最主要行业之一,占我国整体原油消耗的24%,能源问题已经严重影响到我国的战略安全,过高的原油进口依存度将使得我国的发展可能受到国外制肘。作为消耗原油最主要的汽车行业,节能技术的合理运用已经成为当务之急。

- 企业可持续发展方面:

2015年1月5日,工信部发布了新修订的《乘用车燃料消耗量限值》和《乘用车燃料消耗量评价方法及指标》。据了解,这两项国家强制性标准将于2016年1月1日起执行,每年将设置油耗达标值,直至到2020年乘用车平均油耗降至5.0升/100公里。

- 客户用车成本方面:

2015年,虽然国际原油价格出现了大幅调整,但中国国内油价依然坚挺,因此是否省油依然是客户选车时一个重要的考虑因素。

因此,汽车节能性对国家,企业和用户都有着密切相关的联系,也是必须要解决的问题。动力总成的节能技术有很多,但是如何合理的配置组合它们,使其能够满足相应的功能性,客户体验和成本等因素,并显著降低油耗相信会是汽车厂商产品策略当中非常重要的一个环节。因此,本人对于本课题希望进行进一步的研究。

2. 选题依据和背景情况

动力总成: 英文名称 Powertrain, 指的是车辆上产生动力,并将动力传递到路面的一系列零部件组件。广义上包括发动机,变速箱,驱动轴,差速器,离合器等,但通常情况下,动力总成,一般仅指发动机,变速器,以及集成到变速器上面的其余零件,如离合器/前差速器等。

- (1) 发动机是汽车的“心脏”,变速箱是动力传输、变换的中枢系统;
- (2) 决定汽车的动力性、经济性、环保性(排放);
- (3) 结构复杂、零件众多、机械精度要求高、成本高;
- (4) 高端、核心技术多,是企业核心技术之一;

(5) 汽车企业具有核心竞争价值的关键;

(6) 是市场和消费者关注的热点

近年来,随着汽车电子和其他高新技术的发展,节能技术也得到了突飞猛进的发展,列如涡轮增压,缸内直喷,无极变速,可变气门正时,自动启停,车身轻量化,多档化等。

A级车:即紧凑型车,车身在4.3米至4.7米,轴距一般在2.35米至2.7米,排量一般在1.4升至2.0升,因为能够满足一般家庭的多种用车需求,而被众多消费者认可,成为车市主流。

一汽大众的宝来、速腾,一汽丰田的威驰、卡罗拉,广汽丰田的雷凌,上海大众的朗逸、明锐,东风雪铁龙的C4L、世嘉,东风本田的思域、长安福特的福克斯、福睿斯,都属于A级(紧凑级)车的行列。

A级车市场是目前国内销量最大的细分市场,而比起中型或大型汽车市场更注重舒适性,功能性不同,A级市场客户对节能有更多的关注。因此结合销量和客户需求,研究针对A级车的节能措施是非常有必要的。

3. 课题研究目的

虽然随着科技的发展,新的节能技术如雨后春笋般涌现,但是高科技意味着高成本,站在企业的角度,在四阶段企业平均油耗的压力下和客户对汽车节能性能日趋看重的背景下,投入节能技术迫在眉睫,但与此同时,如何保证车型的成本和价格不会有太大涨幅,从而在市场上继续保持竞争力,对企业来说是一个很难平衡的困难选择。

本论文虽然会涉及许多动力总成技术,但不会深入探讨任何单一技术,而是基于模型来评判如何配置/选择/组合它们会达到最优化的效果,即在兼顾节能本身的功效外,又兼顾成本,通用性,客户偏爱,同时不牺牲其他性能。

4. 工程应用价值

首先,通过建立综合的产品配置模型,站在企业的立场上,从多角度出发,充分考虑客户和市场需求,实际运用效果并结合成本压力,子系统和平台通用性评估,从而得到为达到节能目的的最优传统汽油机动力总成配置。

其次,针对某特定细分市场的分析和评估会更有实用性和精确度。因为不同细分市场的节能措施有其共通性但也有差异性,而A级车客户会更注重性价比,而比起高利润的中大型汽车市场,企业也会更注重成本控制。

另外,汽车节能措施种类繁多,而此研究只针对动力总成方向,希望达到一定的深度。

因此,此论文是既具备对多角度的综合性分析,又具备实用针对性的研究。

二、文献综述

国内外研究现状、发展动态

全球范围内，越来越多的国家开始注重油耗问题，而主要措施是在法规上颁布企业平均油耗（CAFC）去促进车企大力发展提高燃油经济性的先进技术。

在中国，2015年1月5日，工信部发布了新修订的《乘用车燃料消耗量限值》和《乘用车燃料消耗量评价方法及指标》。据了解，这两项国家强制性标准将于2016年1月1日起执行，每年将设置油耗达标值，直至到2020年乘用车平均油耗降至5.0升/100公里。

在美国，企业平均油耗的要求在2011到2025期间，对乘用车提高24%至4.4L/km，对轻型卡车提高35%至6.6L/100km。

而欧盟的标准为从2015年的5.6L/100km到2020年的4.2L/100km。

在印度，同样制定了企业平均油耗的目标，从2017年5.5 L/100km到2022年4.5L/100km。

而另一个措施就是要求每辆车贴油耗标示，例如，美国，英国，加拿大，中国，澳大利亚等国家都有此规定，当消费者日益关注油耗的今天，这也会一定程度上影响汽车销量。

范群林博士指出我国近年来建立的燃油经济性管制对汽车制造企业的燃油经济性技术产生诱导性创新。同时管制所诱导的燃油效率技术的创新也对燃油经济性提升具有正向影响。因此，汽车制造企业应对政府燃油经济性管制的途径除了考虑优化整车质量、功率/重量、变速器类型、车辆种类和排量等汽车传统特征这个途径外，还应着重考虑燃油效率技术的研发，此外，消费者考虑到汽油价格不断上涨，用车成本不断增加，也会给汽车制造企业和政府管制带来压力，迫使其从产业和市场的持续发展出发，做出一些思考与行动。

因此在法规和客户需求的双推动下，各个车企也在大力发展动力总成的节能技术。以下列举了现阶段国内外比较主流的几种技术。

1. 发动机 downsizing:

小排量大功率已经成为现在发展的趋势，福特 1.0L 三缸发动机曾获年度10佳最佳发动机，而宝马和 PSA 也相继推出 1.5L 三缸发动机和 1.2L 三缸发动机。

2. 缸内直喷技术:

缸内直喷技术包括缸内直喷分层充气稀薄燃烧技术和当量混合比缸内直喷技术。缸内直喷分层充气稀薄燃烧的主要思想是在火花塞附近提供浓的混合气（12：1），以稳定可靠着火，而在大部分燃烧室空间分布的是非常稀的混合气（25：1）。这就意味着在部分负荷就可以用较大的节气门开度，能明显

减少泵气损失，而且膨胀过程平均多变指数较高，热效率提高，油耗改善，一般可节油 17-28%。由于稀燃抑制了爆燃的产生，因此可以采用较高的压缩比。

3. 进排气气门连续可变正时技术:

DVVT 技术可降低油耗 5%，同时动力提高 10%，可达 2.0 排量的动力指标，废气排放达到国家 IV 级标准；通过控制发动机燃烧室之中的汽油与空气混合气体达到最合适的空燃比，还可明显改善怠速稳定性从而获得较好的舒适性。

4. 无级变速箱:

CVT 的传动系统理论上挡位可以无限多，挡位设定更为自由，传统传动系统中的齿轮比、速比以及性能、耗油、废气排放的平衡，都更容易达到

5. 双离合变速器:

双离合变速器因为消除了扭矩的中断，也就是让发动机的动力一直在利用，而且始终在最佳的工作所以能够大量节省燃油。相比传统行星齿轮式自动变速箱更利于提升燃油经济性，油耗大约能够降低 15%。

6. 发动机自动启停:

这项技术早在上世纪七十年代中就已经出现。当时丰田在皇冠轿车上对这一技术进行过实用性测试，只要车辆停稳后 1.5 秒，发动机就会自动断油熄火，而这也成为日后自动启停发展的理论及设计雏形。这台皇冠在东京的城市交通中进行了长时间的测试，证明这一技术能带来 10% 左右的节油效果。而在此之后，大众、菲亚特、雪铁龙等众多品牌都开始涉足这一技术，但直到 2006 年自动启停功能才开始了普及之路，究其原因还是欧盟日益严苛法规限制，让众多汽车企业不得不想办法节能减排。

7. 均质充量压燃:

汽油机 HCCI 燃烧可以被描述为燃料、空气及缸内再循环燃烧产物所形成的均质混合气在压缩上止点附近达到着火条件而多点自燃着火、低温燃烧放热做功的过程。压缩比比普通的汽油机高，对应的油耗自然就低。

8. 弱混技术:

给传统汽油机配备一个电机，实现自动起停和发动机辅助和制动能量回收技术，从而降低油耗。

以下为在研究过程中拟学习、参考的部分文献:

[1] 胡晓春, 张宝吉, 蒋福康, 汪燮卿. 汽车节油迫在眉睫. 中国工程科学, 2013 年 10 期

[2] 范群林, 吴花平, 邵云飞. 中国汽车产业燃油经济性标准与诱导性技术创新研究. 工业技术经济, 2014 年 9 期

- [3] 杜传进;余柳燕. 国内外汽车燃油经济性的评价方法. 北京汽车, 2007(06)
- [4] 李天景, 薛明才. 浅谈汽车燃油经济性的影响因素. 河北农机, 2015 年 6 期
- [5] 焦永红. 浅谈如何提高汽车的燃油经济性. 价值工程, 2014 年 8 期
- [6] 陈春梅, 姚占辉, 纪世才, 贾小龙. 美日汽车燃油经济性标准及对我国的启示. 公路与汽运, 2008 年 5 期
- [7] 王国栋, 袁观练, 黄荣辉, 周洋, 侯献军. 低速中低负荷下 VVT 对汽油机燃油经济性的影响. 武汉理工大学学报(信息与管理工程版), 2013 年 2 期
- [8] 罗勇, 孙冬野, 秦大同, 陈然, 胡丰宾. 考虑 CVT 效率的无级变速车辆最佳经济性控制. 机械工程学报, 2010 年 4 期
- [9] 王熙. 基于传动系统效率的汽车燃油经济性研究[D]. 硕士学位论文, 重庆大学, 2010
- [10] 庞久生. DA 系列发动机及整车燃油经济性分析[D]. 硕士学位论文, 哈尔滨工程大学, 2006
- [11] 班智博. 基于全可变气门机构的高效汽油机能耗研究[D]. 博士学位论文, 天津大学, 2011
- [12] 阳焱屏, 刘敬平, 王树青, 付建勤, 朱国辉. 小排量汽油机增压升级节油潜力的研究与分析. 汽车工程, 2014 年 4 期
- [13] 张登攀, 袁银南, 崔勇. 车用汽油机的停缸节油技术. 小型内燃机与摩托车, 2007 年 6 期
- [14] 李春梅, 许继亮. 汽车节油途径及节油技术的探讨. 科技资讯, 2013 年 22 期
- [15] 徐光辉. 浅谈汽车节油驾驶技术. 科技致富向导, 2013 年 17 期
- [16] 朱千明. 关于汽车驾驶节油技术的研究探讨. 中国机械, 2014 年 4 期
- [17] 胡亚楠. 发动机燃油经济性影响因素分析. 沈阳理工大学学报, 2011 年 1 期
- [18] 魏天伟, 李宗, 余振成. 发动机排量和车重对汽油乘用车燃油经济性的影响. 大众汽车, 2015 年 4 期
- [19] 孙玉亮. 可变配气系统对汽油机动力性及燃油经济性能影响的研究[D]. 硕士论文, 天津大学, 2008
- [20] M. Mohammadnejad, M. Ghazvini, T.M.I. Mahlia. Fuel economy standards for light duty vehicles and their potential to aid Iran toward achieving fuel saving and emissions reduction[J]. Clean technologies and environmental policy. 2014, 16(3)
- [21] T.M.I. Mahlia, S. Tohno, T. Tezuka. International experience on incentive program in support of fuel economy standards and labelling for motor vehicle: A comprehensive review[J]. Renewable & sustainable energy reviews. 2013, 25

- [22]Baha M.Al-Alawi, Thomas H.Bradley. Analysis of corporate average fuel economy regulation compliance scenarios inclusive of plug in hybrid vehicles[J]. Applied energy. 2014, 113
- [23]A.B.Aizura, T.M.I.Mahlia, H.H.Masjuki. Potential fuel savings and emissions reduction from fuel economy standards implementation for motor-vehicles. Clean technologies and environmental policy. 2010, 12(3)
- [24]R.Ahlawat, H.K.Fathy, B.Leea, J.L.Stein, D.Jung. Modelling and simulation of a dual-clutch transmission vehicle to analyse the effect of pump selection on fuel economy[J]. Vehicle System Dynamics: International Journal of Vehicle Mechanics and Mobility. 2010, 48(7)
- [25] A.E.Atabani, Irfan Anjum Badruddin, S.Mekhilef, A.S.Silitonga. A review on global fuel economy standards, labels and technologies in the transportation sector. Renewable & sustainable energy reviews. 2011, 15(9)
- [26] Y.K.LEE, J.I.PARK, J.H.LEE. Analysis of the effect of cold start on fuel economy of gasoline automatic transmission vehicle. International Journal of Automotive Technology. 2014, 15(5)
- [27]Hong Huo, Kebin He, Michael Wang, Zhiliang Yao. Vehicle technologies, fuel-economy policies, and fuel-consumption rates of Chinese vehicles[J]. Energy policy. 2012, 43
- [28]David L.Greene, David H. Evans, John Hiestand. Survey evidence on the willingness of U.S. consumers to pay for automotive fuel economy. Energy policy. 2013, 61
- [29] Elliot Ortiz-Soto, Dennis Assanis, Aristotelis Babajimopoulos. A comprehensive engine to drive-cycle modelling framework for the fuel economy assessment of advanced engine and combustion technologies. International journal of engine research. 2012, 13(3)
- [30] Randy Chugh, Maureen Cropper, Urvashi Narain. The cost of fuel economy in the Indian passenger vehicle market. Energy policy. 2011, 39(11)
- [31] Chang-Ming Gong, Kuo Huang, Jing-Long Jia, Yan Su, Qing Gao, Xun-Jun Liu. Improvement of fuel economy of a direct-injection spark-ignition engine under light loads. Fuel. 2011,5
- [32] 赵梦, 汽车企业节油技术选择经济性评价研究[D]. 硕士学位论文, 吉林大学, 2012

三、研究内容

1. 主要研究内容及拟关键技术

本文拟对如下几方面的内容进行研究和讨论：

- 1) 国内汽车节能技术发展现状及趋势
- 2) 企业平均油耗的现状
- 3) 动力总成的相关概念和理论
- 4) A 企业的主要节能技术的功效和成本数据分析。
- 5) 研究目标客户群体的需求和分析方法，构建模型和设计问卷。
- 6) 基于科学的计算方法和体系进行统计数据的透视和分析
- 7) 通过对模型和统计数据进行分析，得出结论，为优化汽车动力总成配置策略提出建议和方案。

拟关键技术：

- 1) 需选取合适的企业产品配置模型和数据支持，并定义评价指标
- 2) 选取典型的变量设计问卷（市场区隔变量、A 级车市场细分车型样本等等）
- 3) 利用科学的计算方法分析配置模型和调研数据（如层级分析法，聚类分析法、联合分析法等）

2. 拟采取的研究方法、技术路线、实施方案及可行性分析

本课题在文献研究的基础上，通过定性和定量的方法研究论题，具体如下：

文献研究法：文献法是理论研究的一个基本方法。在进行问题研究之前，都要采用此种方法搜集相关的资料和研究成果，了解该问题的发展历史和研究动态、研究方法，区分已完成和未完成的研究。

访谈法：对业内专家、专业人士和消费者的访谈，可以获得较文献法更具针对性和实际性的信息与观点，是文献法的良好补充。

问卷法：定量调研是实证分析的重要手段。结合所需要的研究思路和假设，设计调查问卷、执行定量调研，收集所需数据，进行数据分析，为研究提供帮助。

建模分析法：通过制定综合的评估体系来对候选配置方案进行评估和筛选，最后选择出最优方案。

建模步骤

（1）定义指标，并通过数据收集和分析（客观），问卷调查，专家访谈（主观）评价权重。

指标	权重
节能性	
企业经济性（成本，平台/零件通用性）	
节能技术对动力性的影响（节能的同时会不会对动力性有牺牲）	
节能技术对舒适性的影响(NVH...)	
客户偏爱	
节能技术对排放性的影响	

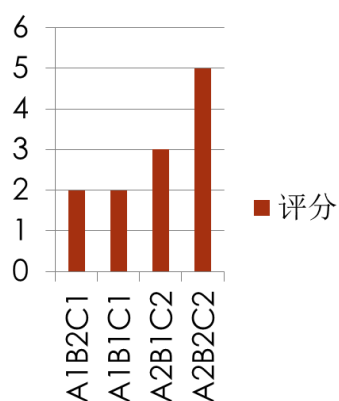
(2) 以 A 企业运用的节能技术为例，进行分类和编号。

类别	配置	标号
发动机	1.0 Fox GTDI	A1
	1.5 Sigma PFI	A2
	1.5 Dragon GTDI	A3
	1.5 Dragon TiVCT	A4

变速器	CVT	B1
	AMT	B2
	DCT	B3
	A8F24	B4
	A9F35	B5

其他节能技术	自动起停	C1
	Mild-HEV	C2

(3) 对各种配置进行组合，根据数据进行不同指标评估，再把每个指标得分乘以权重（系数），最后得到一个综合得分。



3. 预期目标

通过模型的建立，数据分析，帮企业找到针对 A 级车市场的具备节能效益的最优动力总成配置。此配置要从多维度考量，既考虑客户和市场需求，又能考核实际节能效果，加上企业成本压力和通用型评估。

四、研究基础

1. 所需工程技术、研究条件

本课题所进行的实验包括文献研究，消费者调研和建模分析

前期拟以文献法为主，充分利用学校的电子图书资源进行学习，了解汽车节能技术的发展现状及未来趋势，以及产品配置的概念和理论；

在中期需要研究消费者需求时，访谈和问卷调研拟针对 A 级车市场进行设计问卷进行调研或对典型消费者进行深访，以期获得第一手反馈信息，需要一定的资金支持。

在项目后期通过之前获得的信息和数据，进行数学建模并使用科学方法进行数据透视和分析。

2. 所需经费，包含经费来源、开支预算（工程设备、材料须填写名称、规格、数量）

初步估算本课题的开展研究需要经费共计人民币 10000 元，具体如下：

书籍资料购置	1000 元
专家访谈经费	3000 元
调研	5000 元
其他	1000 元

五、工作计划

序号	阶段及内容	工作量估计 (时数)	起讫日期	阶段成果形式
1	梳理本文研究的理论和实践背景	300	2015.11 至 2016.1	资料整理
2	全面阅读文献，学习相关理论	350	2016.2 至 2016.6	
3	研究方案制定	120	2016.7	
4	访谈与调研执行	400	2016.8 至 2016.12	反馈问卷
5	分析调研数据，验证假设	120	2017.1	模式方案
6	配置模型及综合分析，策略方案	300	2017.2 至 2017.4	
7	完成论文初稿	600	2017.5 至 2017.8	论文
8	论文定稿，准备答辩	150	2017.9	答辩
		合计	2340	

同济大学工程硕士学位论文选题报告评分表

评审项目	权重	评分标准		得分 (百分制)
一、选题依据 (A)	30%	80-100分	直接来源于生产实际或具有明确具体的工程背景，研究内容有较好的实际应用价值	
		60-80分	一定程度上来源于生产实际或具有一定的工程背景，研究内容有一定的实际应用价值	
		60分以下	脱离生产实际，无实际应用价值	
二、理论基础和专门知识 (B)	20%	80-100分	较好的掌握本专业的基础理论和系统的专门知识	
		60-80分	基本掌握基础理论和专门知识	
		60分以下	未能掌握基础理论和专门知识	
三、选题难度及先进性 (C)	30%	80-100分	研究课题具有较高的技术难度、先进性和工作量，充分体现出综合运用科学理论、技术、方法和手段解决工程实际问题的能力	
		60-80分	研究课题具有一定的技术难度、先进性和工作量	
		60分以下	研究课题不符合本领域的发展方向，先进性不明显，难度不大	
四、文字表达 (D)	10%	80-100分	条理清晰，分析严谨，文笔流畅	
		60-80分	条理较好，层次分明，文笔较流畅	
		60分以下	写作能力较差	
五、口头报告 (E)	10%	80-100分	思路清晰、逻辑性强、表述清楚	
		60-80分	基本概念清晰、层次分明、表述较清楚	
		60分以下	表述较差	
总分	总分=0.3A+0.2B+0.3C+0.1D+0.1E			

备注：评审专家只对五项指标每一项的最后一栏内打分（百分制），不必计算总分。

评审小组组成：

组成	姓名	职称	单位	签字
导师				
成员				

注：此评分表作为工程硕士研究生课程成绩单必备的材料之一

年 月 日

六、评审意见

导师（或导师组）对本课题的评价

导师签名_____

年 月 日

评审小组的审查结论

组长_____组员_____

年 月 日

工程领域领导小组意见

负责人签名_____

年 月 日