

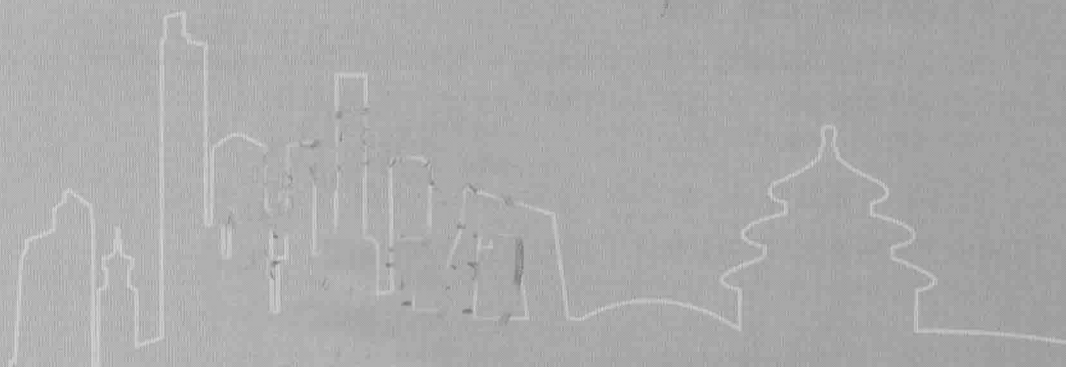


2013 中国汽车工程学会年会 SAE-China Congress

论文集精选 Selected Papers

中国汽车工程学会
Society of Automotive Engineers of China

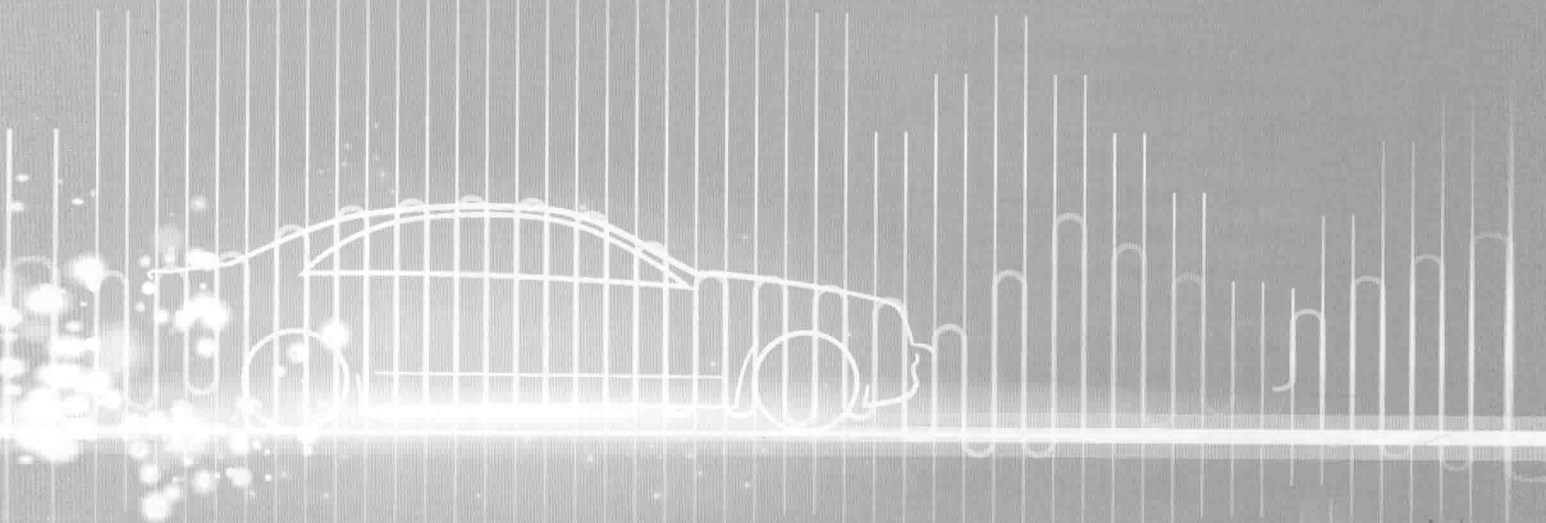




2013 中国汽车工程学会年会 SAE-China Congress

论文集精选 Selected Papers

中国汽车工程学会
Society of Automotive Engineers of China



版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

2013 中国汽车工程学会年会论文集精选 = 2013 SAE-China congress selected papers /
中国汽车工程学会编. —北京: 北京理工大学出版社, 2013. 11
ISBN 978 - 7 - 5640 - 8483 - 7

I. ①2… II. ①中… III. ①汽车工程 - 中国 - 文集 IV. ①U46 - 53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 260607 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)
82562903 (教材售后服务热线)
68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京地大天成印务有限公司

开 本 / 889 毫米 × 1194 毫米 1/16

印 张 / 23.75

字 数 / 970 千字

版 次 / 2013 年 11 月第 1 版 2013 年 11 月第 1 次印刷

定 价 / 600.00 元

责任编辑 / 李炳泉

王佳蕾

文案编辑 / 李炳泉

王佳蕾

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

2013 中国汽车工程学会年会论文评审委员会

主任委员：葛松林

委 员（按姓氏笔画排序）：

丁渭平	上官文斌	于秀敏	于彦颖	马 季	方茂东	王 红
王 芳	王建强	王登峰	邓伟文	冯 屹	冯能莲	帅石金
田光宇	乔信起	刘国山	刘昌雄	刘献栋	孙 力	孙万臣
孙凤池	孙立清	孙国晖	孙泽昌	尧命发	成 波	朱 元
朱 平	朱正德	朱家琰	汤林生	许 敏	许瑞麟	何 仁
何宝杰	何照丹	余经洪	吴志军	吴泽民	宋宝阳	张凡武
张 明	张 欣	张金换	张炳力	张 浩	张 涌	张益智
李二铁	李三红	李华峰	李 君	李宏光	李志军	李孟良
李金成	李洪亮	李 康	李理光	杨雨民	杨瑞峰	杨 靖
沈 勇	苏家竹	连小珉	邱少波	邹恒琪	陈力华	陈小江
陈全世	陈 欣	陈喜忠	陈超卓	陈潇凯	陈 慧	陈露屏
麦瑞礼	周时莹	周 青	庞 剑	林 海	罗玉涛	罗禹贡
罗 峰	郑祖丹	侯 杰	姚春德	施树明	柯思洁	洪 丹
胡少峰	胡昌华	赵东风	赵弘志	赵海燕	倪进成	徐成林
袁仲荣	袁兆成	高东敏	崔茂源	崔厚学	常绪方	曹立波
梁元聪	矫雪明	黄大巍	黄向东	黄勇成	黄朝胜	喻 凡
富 壮	葛怀林	葛维晶	董仕节	董 伟	董学锋	蒋治成
蒋祖华	谢 明	詹文章	雷虎印	熊云奇	樊 勇	颜伏伍
薛庆峰	霍福祥	魏民祥	魏晓川	魏晓岗	魏海智	瞿 良

前 言

PREFACE

近年来，中国汽车工程学会年会作为促进汽车技术进步，展示科技成果，加强行业内学术交流与合作的开放式平台，已逐步得到国内外主流整车企业、科研机构和重点院校的广泛认可。2013 中国汽车工程学会年会进一步借鉴 FISITA 2012 世界汽车工程年会的成功经验，在提升国际化、学术性、专业化、互动性、学术与实用的结合等方面都做了巨大的努力，希望能更好地服务于全行业对技术交流的需求。

本届年会主题为“面向未来的汽车与交通”，充分考虑当前汽车产业所面临的机遇与挑战，着眼于汽车技术的未来发展。汽车产业的快速发展，带来了能源、环境、交通等一系列问题，困扰社会的同时，也反过来制约汽车业的发展。通过技术进步，使汽车与社会和谐共处，成为汽车产业进一步发展的重要驱动力。面向未来，实现更安全、更绿色、更高效的汽车与交通，是国内广大汽车工程师的中国梦，也是全球汽车从业人员的汽车梦。

每年一届的中国汽车工程学会年会都是汽车行业新老朋友相聚的一次盛会。在广大汽车科技工作者的大力支持下，本届年会共收到论文投稿共 596 篇，录取 404 篇。其中，16 篇论文入选《汽车工程》、7 篇入选《汽车技术》、5 篇入选《汽车工艺与材料》等核心期刊；91 篇入选《2013 中国汽车工程学会年会论文集精选》，积极争取进入 EI 检索；其他入选《2013 中国汽车工程学会年会论文集》。这些论文内容涉及先进内燃机、先进电动车、汽车安全、汽车电子、智能交通、汽车制造、振动噪声等技术领域，凝聚了广大汽车科技工作者近年来的科技成果，反映了国内外汽车企业和科研院所所在诸多科技领域内的学术和科研水平，展示了汽车技术所取得的各项进步。

在此，中国汽车工程学会感谢所有论文作者对本届年会的大力支持，感谢中国汽车工程学会各专业分会的积极参与和支持，感谢行业内技术专家的鼎力支持。中国汽车工程学会将继续努力，携手广大科技工作者，团结奋进，坚持自主创新，继续走可持续发展之路，共同创造中国汽车工业更美好的明天。

中国汽车工程学会
二〇一三年十一月

目 录

CONTENTS

一、汽车动力总成技术

Automotive Powertrain

2013CN – EN010	汽油发动机气缸垫密封性能预测研究 The Sealing Performance Prediction Study of Gasket in Gasoline Engine 黄凤琴 李双清 黄 平 张志明 任小川 王伟民 蔡志强/3
2013CN – EN021	发动机活塞组及配气机构低摩擦设计与试验研究 Experimental Study and Low Friction Design of Engine Piston Group and Valvetrain Components 孔晓丽 李 鹏 王吉校 周 波 李 军 王永军/8
2013CN – EN035	汽油机进气道参数化设计与研究 Parametric Design and Analysis of Intake Port for SI Engine 张彧宁 李 伟/11
2013CN – EN036	高爆发压力下中重型柴油机气缸密封性能研究 Study of Medium-duty Diesel Engine Cylinder Sealing Performance under High Explosion Pressure 孟庆宇 孟繁臣 刘东航 易仁涛 柴之龙/18
2013CN – EN041	重型混合动力车能耗排放测试结果修正探讨 Discussion on Correction Methods of Energy Consumption and Emission Test Results of HD-HEV 李腾腾 关 敏 秦孔建 高俊华 景晓军/24
2013CN – EN043	燃料含硫量及运转条件对高压共轨柴油机微粒排放粒度分布的影响 Effects of Fuel Sulfur Content and Operation Conditions on Particle Size Distribution for High-pressure Common rail Diesel Engine 王晓丹 孙万臣 李国良 杜家坤 赖春杰 谭满志/29
2013CN – EN045	空燃比对直喷汽油机微粒排放特性的影响 Effect of Air-fuel Ratio on Particle Emission Performance of GDI Engine 董 伟 于秀敏 杨 松 孙万臣 张春贤/30
2013CN – EN046	不同燃料多液滴流流动特性的试验研究 Experimental Studies on Flow Behavior of Poly-disperse Droplet Streams of Different Fuels 王 幸 胡宗杰 龚慧峰 谢 亮 陈 焕 吴志军/31
2013CN – EN081	变凸筋结构多层金属气缸垫有限元分析 Finite Element Analysis of Multi-Layer-Steel Cylinder Head Gaskets with Varied Bead Structure 卢学文 石秀勇 倪计民 奚鸣杰 赵小虎/36
2013CN – EN082	加工因素对喷油嘴喷孔几何特征的影响研究 A Study on the Influence of Processing Factors on Nozzle Orifice Geometry 田大洋 黄魏迪 李治龙 龚慧峰 吴志军 李理光/41
2013CN – EV008	某乘用车地板结构的多目标优化分析 Multi-objective Optimization Analysis for a Passenger Vehicle Floor 邓道林 张 雨 王忠校 裴咏红/42

- 2013CN - EV019 纯电动汽车电机控制器传导性电磁干扰的抑制
The Suppression of Conducted EMI for the Motor Controller in a Battery Electric Vehicle
..... 宋保林 陶银鹏/46
- 2013CN - EV025 燃料电池增程式微型电动车制动能量回收研究
Research of Braking Energy Recovery Based on Fuel Cell Range-extended Mini-Electric Vehicle
..... 周 苏 何 璐 牛继高/47
- 2013CN - EV033 车用锂电池硅碳负极材料的静电纺丝制备技术
Silicon-Carbon Anode Material for Lithium-ion Battery Prepared by Electrostatic Spinning Technology
..... 姜 涛 陈慧明 张 斌 张克金 潘艳春/53
- 2013CN - EV037 锂离子动力电池用 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{PVDF} - \text{HFP}$ 隔膜的制备和性能研究
Preparation and Properties of $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{PVDF} - \text{HFP}$ Separators for Power Lithium ion Battery
..... 于力娜 王 丹 张克金 赵中令 陈 雷 刁洪军/58
- 2013CN - EV038 纯电动汽车电动机冷却系统开发
The Development of Motor Cooling System in Electric Vehicle
..... 石侠红 殷生岱 蔡文新/59
- 2013CN - EV044 电动车换电电池箱锁体振动疲劳寿命计算
Vibration Fatigue Life Calculation of Pack's Lock in Electric Car
..... 程志刚 李 吉 牟正明 李 鑫/63
- 2013CN - EV047 插电式混合动力汽车工况能耗及排放特性研究
Plugin HEV Energy Consumption and Emissions Characteristic Research Based on Driving Cycles
..... 聂彦鑫 张永生 康 征 Mike Duoba/67
- 2013CN - EV101 气压 ABS 在电动客车上的功能扩展
Expansion of the Pneumatic ABS Function on the Electric Bus
..... 刘雅荣 任立鹏/68
- 2013CN - EV109 带 2 挡 I - AMT 纯电动汽车的换挡控制
Gear Shifting Control of Battery Electric Vehicle with 2 - Speed I - AMT
..... 梁 琼 任丽娜 赵海艳 高炳钊 陈 虹/73
- 2013CN - EV110 泡沫铝复合板材料高刚度车身结构的基础研究
The Basic Research of the High-stiffness Body Structure Based on Aluminium Foam Sandwich
..... 兰凤崇 赖番结 陈吉清 马聪承/74
- 2013CN - EV111 燃料电池公共汽车在北京和上海载客示范评价
Evaluation on Fuel Cell Bus Demonstration in Beijing and Shanghai
..... 王 菊 尤可为 于 丹/80
- 2013CN - AT004 一款天然气矿车配自动变速箱的冷却系统开发
CNG Engine Mining Dump Truck Cooling System Development
..... 王宏志 窦慧莉 张久旭 于小峰 邱鹏程/81
- 2013CN - EM002 针刺地毯 VOC 性能改进研究
Research of VOC Performance Optimization for Needle-punched Carpet
..... 金玉明 许双英 任小云 李 莉 刘 强 顾鹏云 冯擎峰/88
- 2013CN - EM006 适用于 SCR 的固体储氨材料开发研究
Research and Development of Solid Materials as Ammonia Sources for DeNO_x SCR System
..... 张克金 崔 龙 王 丹 张 喆 张苡铭/92
- 2013CN - EM007 基于 Kriging 模型的车门刚度和模态优化
Stiffness and Modal Optimization of Car Door Based on Kriging Model
..... 朱茂桃 钱 洋 顾娅欣 周泽磊 刘雪莱/97

二、汽车电子技术

Automotive Electronics

- 2013CN - ET005 商用车 AMT 变速器中间轴制动器的优化设计
Intermediate Shaft Brake Optimization Design of Commercial Vehicles AMT Transmission
..... 王巍巍 郭彦颖 杨俊英 高炳钊 任丽娜/101
- 2013CN - ET008 基于 FPGA 的车道偏离报警系统关键技术研究
A Research on Key Technologies for Lane Departure Warning System Based on FPGA
..... 陈效华 孙 锐 陈 军/105
- 2013CN - ET019 压力波动对喷油量精确控制的影响研究
The study of pressure fluctuation effect on precise control of injection quantity
..... 赵 阳 韩本忠 孙 琦 黎新懿/106
- 2013CN - ET041 EPS 用永磁同步电机无位置传感器混合控制
Hybrid Sensorless Control of Permanent Magnet Synchronous Motor for Electric Power Steering System
..... 孙 可 陈 慧/111
- 2013CN - ET042 全电式 AMT 选换挡位置自识别方法和换挡策略研究
A Study on Self-Identifying Method of Shift Position and Shift Strategy for a Full-Electric AMT
..... 徐秀华 陈 勇 罗大国 刘文忠 张俊祥/112
- 2013CN - ET044 集成式汽车电子防盗系统设计
Design of Vehicle Integrated Electronic Anti-Theft System
..... 石 刚 胡留成 刘 洋 韩 超/113
- 2013CN - ET050 可恢复型 PTC 保护器在汽车电子风扇上的应用
Recoverable PTC Protector Applied In Automobile Electronic Fan
..... 殷生岱 覃柳金 蔡文新/120
- 2013CN - ET053 Advanced Real-Time Models for HiL Simulation of a 6AT Gearbox Powertrain
..... Lionel Belmon Geng Yujung Ding Lin Xin Haixia Fang Lihui/125
- 2013CN - ET056 基于 CAE 仿真的量产双离合自动变速器开发实践
The Development Practices of Mass Produced Dual Clutch Automatic Transmission Based on CAE Simulation
..... 陈 勇 罗大国 付 军 陈 华 贾 院/132
- 2013CN - ET058 发动机怠速进气量计算控制策略的实现
Implementation of the Control Strategy for Calculating Intake Air Mass at Engine Idling
..... 朱 敏 郑建波 徐 凤 王 恺 张春娇 张凡武 田丰民/133
- 2013CN - ET066 新型车载 LED 光无线通信系统
A Novel On-board Optical Wireless Communication System Using LED Light
..... 曾鹿滨 裴瑞琳 王晨东 朱永清/134
- 2013CN - ET068 汽油机 ECU 大气压力预估算法的开发与应用
Development and Application of Barometric Pressure Estimation Algorithm for Gasoline Engine ECU
..... 徐 凤 郑建波 王 恺 张春娇 张凡武 田丰民/135
- 2013CN - ET069 ISO 26262 实施的挑战与方法
Challenges and Approaches for the ISO 26262 Implementation
..... 景艳锋/136

2013CN - ET072	直喷汽油机喷油器驱动系统的设计和喷雾试验 Design of Fuel Injector Drive System and Spray Characteristics Test of Gasoline Direct Injection Engine 于秀敏 杨 松 赵立峰 董 伟 张文超 孙 平 何 玲/143
2013CN - ET084	乘用车电子装备功能趋势分析及预测方法研究 Research on the Electronic Equipment Function Trends and Prediction Methods of Passenger Cars 李瑾南 陈 勇 赵小平 李 凯/144
2013CN - ST014	Reconstruction of Road Traffic Accident Based on Pedestrian Protection Yang Bin Yang Huimin Zheng Qingqian Hu min/152
2013CN - ST024	面向 2012 版 C - NCAP 前结构碰撞加速度波形调整及优化策略研究 Research on Method of Front Structure Crash Acceleration Curve Control and Optimization to 2012 C-NCAP 杨 帅 张亚军 侯延军 谢书港/158
2013CN - ST046	某车型安全带固定点强度分析及优化 The Strength Analysis and Optimization for Belt Anchorage on Automobile 荣 兵 门永新 赵鹏程 陈 勇/163
2013CN - ST048	考虑乘员损伤的客车车身侧翻安全性研究 A Study on the Rollover Safety of Bus Body with Consideration of Occupant Injury 陈吉清 黄成杰 师唯佳 兰凤崇 马聪承/168
2013CN - IT007	针对北京市“共享型汽车”的设计探讨 Design of “Car for Sharing” in Beijing 王 芊 钟奇崑/169
2013CN - IT017	基于公共网络资源的 Telematics 车联网方案 Based on Public Network Resources Telematics Scheme 冯 硕 程新化 陈 新 张永刚/178
2013CN - IT018	基于驾驶员操纵及车辆运动轨迹信息的驾驶分心辨识方法 Recognition of Distracted Driving Based on Driver Operation Signals and Vehicle Trajectory 王 加 陈 慧/183
2013CN - IT020	全自动泊车系统的路径跟随 Path Following of A Fully-automatic Parking Assist System 程昆朋 陈 慧/184

三、汽车制造工艺与测试技术

Automotive Manufacturing and Testing

2013CN - MT019	仿真技术在汽车造型与冲压工艺性上的应用 The Application of Simulation Technology in Car Styling and Stamping Manufacturability 肖怡铨 崔 鹏/187
2013CN - MT020	零部件定位基准的 CAE 仿真优化 The CAE Simulation Optimization of Parts' Locating Datum 王 伟 刘海波 周智汉/191
2013CN - MT026	重型车装配线均衡化设计 Heavy Duty Vehicle Assembly Line Balancing Design 宋清林 王 祺 戴文海/196
2013CN - MT039	汽车造型的焊装工艺可行性分析 Analysis of Welding in the Model of Automobile 杨旭乐/200

- 2013CN – MT043 热成形技术及其在车身上的应用
Hot Forming Technology and Its Application in Vehicle Body
..... 王 平 崔礼春 马国礼 况 亚/204
- 2013CN – MT044 冲压件快速成型技术在新车试制领域的应用
Pressing Rapid Prototyping Application on the New Automobile Trial-manufacture
..... 张结实 /207
- 2013CN – MT049 镀锌钢/冷轧钢异种板材激光焊接温度场有限元模拟
Finite Element Simulation of Temperature Distribution on Laser Welding Dissimilar Materials
between Galvanized Steel and Carbon Steel Plates
..... 董其峰 胡斯博 乔军平 丁 玮/211
- 2013CN – MT052 一种新型工艺在白车身窄边焊上的应用
A New Process of Body in White Welding in Narrow Side Application
..... 陈开芳 姜斌斌 丁晨民 唱志强 丁贤芳/217
- 2013CN – MT053 关于车身自动焊漏焊、板件击穿现象的探讨
A Brief Analysis about the Quality of Automatic Welding
..... 胡志兵 包建东 罗 玉 李小荣 孙宏旭 金 鹏/221
- 2013CN – MT054 浅谈天窗版车型顶盖总成结构与工序拆分方法
The Skylight Version Roof Assembly Structure and Process Splitting Method
..... 孙宏旭 王建淞/227
- 2013CN – MT061 浅析影响汽车钣金件拉延问题的因素及解决方法
Simple Analysis Effects Of Automobile Stamping Parts Drawing Problem And Solution
..... 徐 鹏/231
- 2013CN – MT063 驾驶室内饰线改进设计
Improving Design of Automotive Trim in Driver's Cab
..... 王大明 钱收云/236
- 2013CN – MT067 快换冲头加工工艺规程编制剖析
Quick Changing Punch Processing Craft Discipline Establishment
..... 盛 勇 黎 凡 隋志刚/242
- 2013CN – MT068 轻型载货车中体驾驶室后围冲孔焊夹具设计
Punching Fixture Design for Light Truck Cab Back Wall
..... 马启涛 朱元友/246
- 2013CN – MT070 基于汽车安全的热冲压成形技术优化
The Optimum Study of Hot Press Forming Technology based on Automotive Safety
..... 路洪洲 Bian Jian 王文军 郭爱民/247
- 2013CN – MT089 驾驶室水洗锈蚀问题的浅析
Preliminary Analysis of Corrosion Washing Problem of Cab
..... 王 伟 姜云中/248
- 2013CN – MT097 某公司车型热成形技术的应用
Application Of Hot-Forming Technology For A Company Automotive
..... 杨 宏 熊本胜 高 强 杨 伟 赫立远/251
- 2013CN – MT099 全位置焊外加电磁场及电磁力的仿真分析
Numerical Simulation of All Position Welding Impressed a New Kind of Electromagnetic Field
and Electromagnetic Force
..... 姜旭东 安 鹏 王风江/255
- 2013CN – MT107 快速凝固技术在汽车冲压拉延件生产上的应用
The Application of Rapid Solidification Technology in Automotive Pressing Drawing Production
..... 姜 珂 黎阿男 曲迎东 高民强/258

2013CN - MT110	基于尺寸链和正态分布的公差设计与评判 The Design of Tolerance Based Dimension Chain and Normal Distribution 金云光 杨邦安 班正逸 吴 斌/261
2013CN - MT120	制动盘终检机测量优化 Optimization of Measuring Machine for Brake Disk 吴 烨 夏 维 王 延 宋郅艳/265
2013CN - MT130	在中国汽车及其零部件企业推行 SPC 的问题探讨 Implement the Practice and Exploration of SPC in Chinese Auto and Parts enterprises 陈建民/269
2013CN - MT140	主动测量技术在机体油泵孔加工中的应用 Post-process Applications on Machine Tools For Cylinder Block's Oil Pump Hole 杨 琦/275
2013CN - MT149	浅谈新几何标准规范体系对测量的规范作用及应用 Discussion for Effect of Geometrical Product Specifications and Verification (GPS) on the Measurement 李 明/279
2013CN - TT002	基于虚拟试车场的轿车强化试验仿真研究 Research on a Passenger Car Enhancement Test Using Virtual Proving Ground 曹正林/283
2013CN - TT003	基于多元线性回归分析的特征值定标提升磁弹法检测磨削烧伤的应用水平 Upgrading of Application Level of Magnetoelastic Method in Grinding Burn Detection with Characteristic Value Calibration Based on Multiple Linear Regression Analysis 朱正德/289
2013CN - TT015	应用 Pro/E 敏感度分析校核传动轴长度 Checking the Shaft Length with Pro/E Sensitivity Analysis 闫晓东 朱 宏 于洪亮/290
2013CN - TT031	一种动力总成悬置载荷测量和疲劳试验方法 Approach of Measuring Powertrain Mount Loads and Fatigue Test 王 珏 李国锋 于 翠 李 钊/294

四、汽车零部件产品技术

Automotive Components and Products

2013CN - NV022	摩擦衬片开槽方式对盘式制动器摩擦尖叫的影响 Impact of Various Grooves in Brake Pads on Disc Brake Squeal 张立军 陈前银 刁 坤 孟德建 余卓平/303
2013CN - NV026	基于多级减振的双离合变速器敲击分析 Gear Rattle Analysis of Dual-Clutch Transmission Based on Multi-Stiffness Damper 张志军 李宏成 杨宪武 王兰军 李 瑶/314
2013CN - NV028	汽车涡轮增压器轻度喘振识别及噪声控制 Mild Surge Detection and Control of Automotive Turbocharger 匡小红 杨 亮 刘阔翔 张海燕 张 硕/319
2013CN - NV031	轮胎/路面噪声的结构传递路径分析 Structural Transfer Path Analysis of Tire/Road Noise 余雄鹰 闵福江 文 伟 赵立峰 刘 勇/324

- 2013CN – NV049 基于整车振动与噪声控制要求的动力总成悬置系统计算分析方法
Design of a Powertrain Mounting System Based on the Requirement of Noise and Vibration of a Vehicle
..... 刘晓昂 上官文斌 叶必军/325
- 2013CN – SU002 基于 DFMA 的商用车平衡悬架支架的轻量化设计
Lightweight Design of Balancing Suspension Bracket Based on DFMA Model
..... 张建振 吴晓涛 刘兆英 王 莉 李跃伟 马文松/335
- 2013CN – SU010 重型牵引车复合材料板簧的设计及应用
Design and Application of Composite Leaf Spring for the Heavy-duty Tractor
..... 王 莉 郭立群 吴晓涛 江 梅 宋恩章/340
- 2013CN – SU016 高强度钢纵梁成形开裂问题的分析及解决
Analysis and Solution of High Strength Longitudinal Beam Crack in Stamping Forming
..... 张克柱 郑心荣 韦 娜 周 年 熊克友 童世伟/341
- 2013CN – SU019 非平稳行驶条件下汽车半主动悬架复合控制方法研究
Research on Compound Control Strategies of Semi-active Suspension System under Non-stationary Running Condition
..... 郑 玲 高轶男 周忠永/342
- 2013CN – SU021 发动机磁流变半主动悬置变论域模糊控制的研究
A Study on the Variable Universe Fuzzy Control of Engine Magneto rheological Semi active Mount
..... 邓召学 郑 玲 李以农 张自伟/343
- 2013CN – SU022 悬架非线性对汽车平顺性影响的仿真分析
Impact of Nonlinear Suspension System on Ride Comfort based on 2-DOF-Suspension-Model
..... 周 妍 张立军/344
- 2013CN – SU024 减振器调校在底盘动态性能集成中的应用
Damper Tuning In Vehicle Dynamics Development
..... 王海东/353
- 2013CN – MM020 新能源汽车关键技术专利资源开发与应用
The Patent Resource Development and Application in Key Technology of New Energy Vehicle
..... 兰凤崇 陈吉清 杨越东/357
- 2013CN – OT019 拧紧机在汽车发动机制造中的应用
Tightening Machine Application In Manufacture Area of Automotive Engines
..... 冯德富 黄跃进/362

一、汽车动力总成技术

Automotive Powertrain

汽油发动机气缸垫密封性能预测研究

黄凤琴 李双清 黄 平 张志明 任小川 王伟民 蔡志强
东风汽车公司技术中心 武汉 430058

【摘要】 本文通过建立四缸汽油机缸体、缸盖、气缸垫三维实体模型,根据发动机冷热冲击试验定义装配、受热、受冷三种分析工况以及螺栓轴力松弛工况,得到了各工况下螺栓的轴向力变化、缸垫面压及线压分布、缸盖变形、缸垫 head lift 的变化等。分析结果表明:模拟分析可以较好地预测缸垫各工况下的密封能力,气缸垫的密封性能主要取决于缸垫的结构设计(波纹结构、stopper 结构和位置)、螺栓预紧力及缸体和缸盖的刚度分布,为缸垫的设计和优化方向提供了充分的理论依据。

【关键词】 汽油发动机 缸垫 密封性能 有限元分析

The Sealing Performance Prediction Study of Gasket in Gasoline Engine

Huang Fengqin Li Shuangqing Huang Ping Zhang Zhiming

Ren Xiaochuan Wang Weimin Cai Zhiqiang

Dongfeng Motor Corporation Technologic Center, Wuhan, 430058

Abstract: Finite element analysis of cylinder gasket sealing was performed on a four cylinder gasoline engine. This paper studied the gasket sealing performance under cold assembly, hot assembly, cold firing, and bolt force relaxation conditions. The variation of axial force of bolt, surface pressure and head deformation, gasket head lift were evaluated. The analysis results show that the simulation can give good prediction of the gasket sealing capability. The cylinder gasket sealing performance mainly depends on the gasket design (bead and stopper layout), the preload of the bolt, and the stiffness distribution of cylinder block and cylinder head.

Key words: Gasoline engine Gasket Sealing performance FEM

引 言

发动机密封性是评价发动机品质的重要指标之一,良好的密封和足够的强度一直是发动机整机可靠性的重要保障。气缸盖是发动机中结构最复杂、机械载荷和热负荷最高的零件之一。在发动机运行过程中经常暴露出由于其刚度或强度不足而引起的种种问题。发动机气缸垫的主要作用是使高温高压燃气、冷却水和润滑油不泄漏,起密封的作用;与气缸盖、气缸套、活塞一起构成气缸容积和燃烧室。气缸垫在高温高压和受热不均的条件下工作,其强度、密封性能的好坏,直接影响到发动机工作的安全性和可靠性,是发动机的重要密封部件^[1]。在某发动机冷热冲击试验中,出现缸体排气侧漏水、回油孔漏油等故障,急需对缸垫密封性能进行预测研究。

目前国内对金属气缸垫密封的研究较少,国外通过 CAE 手段对金属气缸垫密封性能研究较多,但是大多为单缸简化建模^[2],且无缸垫结构对密封性能影响分析^[3]。本文利用有限元分析软件,对某汽油发动机采用的完整缸盖、缸体和气缸密封垫进行了建模和计算,分析了气缸垫上的压力分布,关键部位的变形,以及结构对缸垫密封性能的影响,然后根据分析结果对现有缸垫进行了改进,对比分析结果发现有明显改善,最终改进了缸垫并通过了发动机冷热冲击试验。

1 缸垫几何结构介绍

气缸密封垫安装在机体与缸盖之间,其结构复杂,工作

环境恶劣。气缸垫除了密封燃烧室、冷却液机润滑油通道,防止漏气、漏油、漏水之外,还用于传递机体与缸盖之间的作用力,密封垫上冷却液和润滑油孔道的布置对整机的冷却与润滑性能有很大影响,所以在设计过程中要充分考虑气缸密封垫与整机的匹配^[4]。

在本分析中,采用的是金属垫片,根据结构和作用来区分,主要分为缸垫本体、缸口密封圈、水套密封圈、高压油孔密封圈、回油孔密封圈五个部分,它们的主要作用是构造缸垫主体、防止燃烧室漏气、防止水套漏水和防止高压油孔及回油孔漏油^[5]。缸垫结构示意图如图 1 所示。

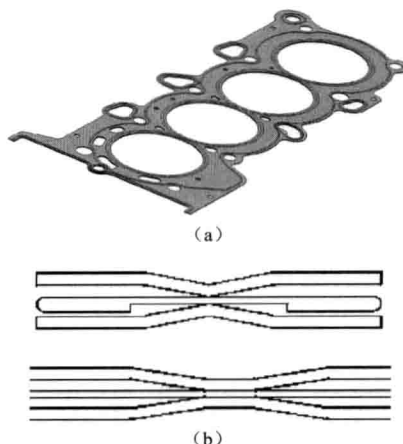


图 1 缸垫结构

(a) 缸垫 3D 示意图; (b) 缸垫截面示意图

2 模型建立

2.1 有限元分析模型

有限元模型包括缸体、缸盖、缸垫、缸盖螺栓、气门阀座和火花塞。缸体、缸盖接触及重要部位采用六面体单元，其余采用四面体单元。缸垫、气门阀座、火花塞采用六面体单元，缸盖螺栓采用 beam 单元模拟。有限元分析模型见图2。

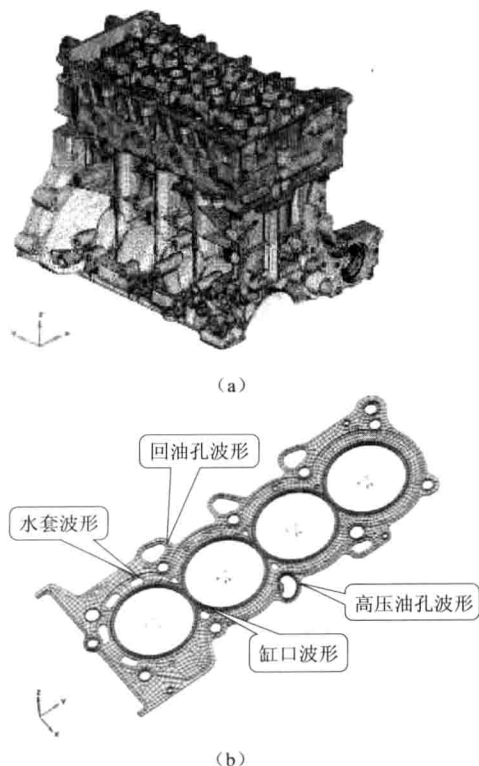


图2 有限元分析模型

(a) 有限元模型3D示意图；(b) 缸垫3D示意图

2.2 缸垫的力学特性

为准确计算其压力分布，测得缸垫缸口密封波纹、水套密封波纹、高压油孔密封波纹、回油孔密封波纹加载和卸载特性曲线，如图3所示。在分析中，将这些曲线通过编辑 Abaqus\GASKET 单元属性，赋给缸垫波纹单元。

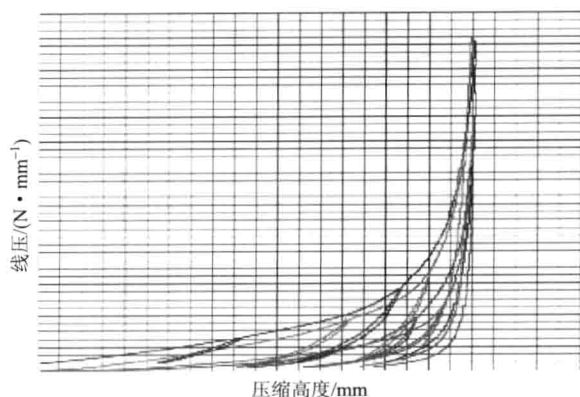


图3 缸垫波纹压缩特性曲线

2.3 计算工况

考虑到缸垫在整个冷热冲击试验过程中的工况，即装配工况、热机工况和冷机工况，热机工况和冷机工况重复一个循环。

2.4 边界条件

约束缸体主轴承座处部分节点 x , y , z 的位移自由度。

3 模型验证

为验证模型的有效性，特对有缸垫模型和无缸垫模型进行了压印试验验证，图4为无缸垫缸体侧面压印试验结果和仿真装配工况结果对比，图5为缸垫缸盖侧面压印试验结果和仿真装配工况结果对比。

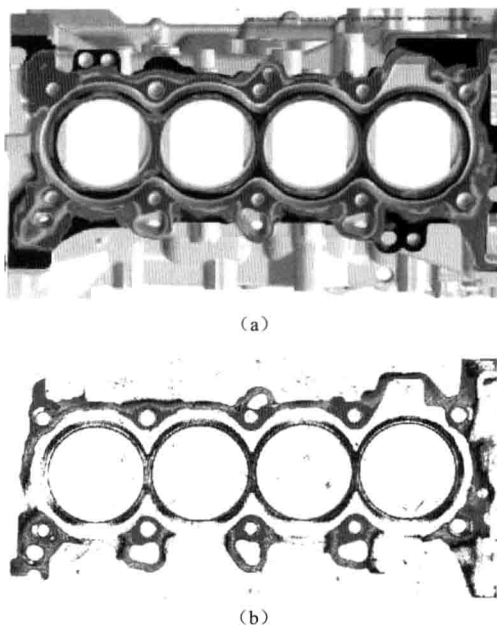


图4 无缸垫缸体侧面压对比

(a) 仿真分析装配工况结果；(b) 压印试验结果

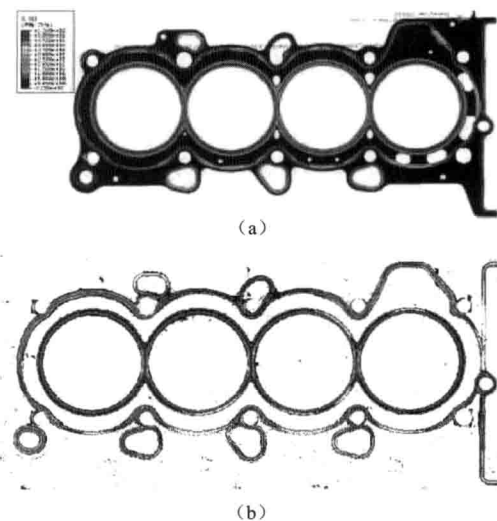


图5 缸垫面压（缸盖侧）对比

(a) 仿真分析装配工况结果；(b) 压印试验结果

由图4和图5可知,仿真结果和压印试验结果趋势基本一致,因此认为有限元分析模型是有效的,可以进行缸垫的密封性能预测分析。

4 结果分析

4.1 缸垫螺栓轴向力变化

由图6可见,螺栓轴力的变化对缸垫的密封性能会产生影响,同时考虑到螺栓的强度要求,必须采用允许拉伸轴向力大于螺栓在受热工况中的最大轴向力,才可满足设计要求。

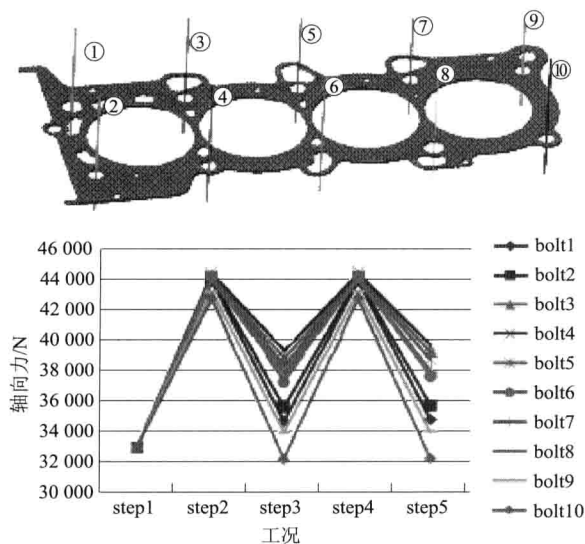


图6 螺栓轴向力变化

4.2 缸垫面压分布

方案一为最初缸垫设计,方案二在方案一上对水波压缩高度和宽度进行了调整,同时在缸垫中间层增加了6个stopper^[6]。图7为方案一与方案二装配工况面压对比结果。由图7中可以看出,水波排气侧均出现压力不足的情况。方

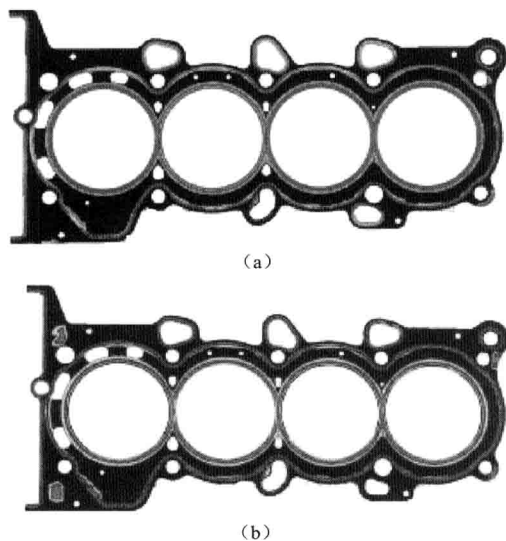


图7 step1 面压对比
(a) 方案一; (b) 方案二

案二在水腔波纹和回油孔波纹处面压较方案一有明显增加,满足设计要求。

在水温为110℃热负荷工况,缸体缸盖温度升高,螺栓轴向力增加,缸垫面压也会随之增加;而当水温下降到25℃时,水套周围壁温迅速下降,缸体、缸盖温度场发生变化,螺栓轴向力降低,缸垫密封压力下降。由图8可以看出,方案一排气侧水腔和回油孔波纹压力下降较大,而方案二在冷却工况仍能保证密封压力。

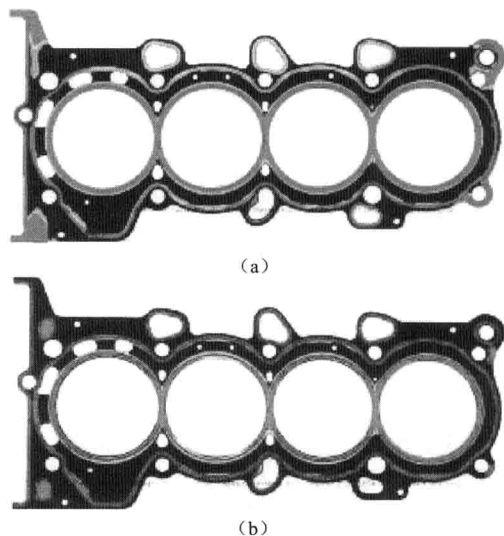


图8 step3 面压对比
(a) 方案一; (b) 方案二

为了研究 stopper 对缸垫密封性能的影响,特将有 stopper 和无 stopper 缸垫(缸垫其他结构均一致)有限元分析结果进行了对比。方案一与方案二 step3 缸盖变形对比如图9所示,方案二缸盖整体弯曲变形较方案一小。

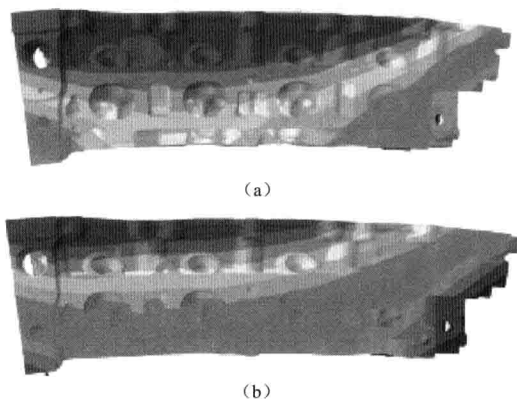


图9 step3 缸盖变形对比
(a) 方案一; (b) 方案二

图10为装配工况对比结果,由图10可知无 stopper 较有 stopper,水腔波纹和回油孔波纹面压均有不同程度的下降,而在水温为25℃的工况中下降更为明显,如图11所示。由此可见,有 stopper 结构缸垫对其密封性能有很大的影响。