

汽车振动噪声与安全控制综合技术国家重点实验室 2013 年年度报告

第一部分 实验室基本情况

实 验 室	实验室名称	汽车振动噪声与安全控制综合技术国家重点实验室			实验室英文名称	State Key Laboratory of Comprehensive Technology on Automobile Vibration and Noise & Safety Control
	实验室主任	李骏	学术委员会主任	郭孔辉	代码	2010DQ660242
	联系人	范家政	固定电话	0431-85788225	传真	0431-85788100
	邮 箱	fanjiazheng@rdc.faw.com.cn		实验室网址	http://www.rdc.faw.com.cn/gjzdsys/index.jsp	
	建设年份	2010	验收年份	2013	评估次数	0
	上次评估日期		上次评估成绩		评估学科	
	所在地区	吉林	邮政编码	130011	详细地址	吉林省长春市创业大街 1063#
	研究方向		主要研究内容			
	振动噪声	<p>新能源汽车振动噪声机理研究与控制：面向新能源汽车整车振动噪声控制技术开发需求，开展电动轿车车内振动噪声混合建模技术研究、车外噪声 SPC 测试分析技术研究以及整车振动噪声品质控制技术研究，同时结合混合动力轿车产品开发技术需求，进行整车振动噪声性能控制技术研究、各总成泵系振动噪声性能控制技术研究，搭建自主新能源汽车振动噪声性能控制技术平台。</p> <p>汽车振动噪声先进开发技术：基于载重商用车驾驶室振动噪声性能正向控制技术需求，进行了驾驶室结构对标技术研究、声学包对标技术研究、结构振动噪声性能 CAE 分析技术研究、声学包 CAE 分析技术研究、漏声控制技术研究，构建了商用车驾驶室全频段振动噪声性能正向控制技术平台；</p>				
	可靠耐久	<p>以汽车产品高可靠耐久、轻量化为目标，开展先进载荷谱测试与分析、数字化仿真分析、整车与总成试验评价、可靠性设计、结构优化等关键技术研究，并应用新材料新工艺，实现汽车产品可靠耐久优化设计，建立整车可靠耐久、轻量化技术平台。</p>				
	安全舒适	<p>针对新能源汽车和传统汽车的安全问题，开展整车耐撞、先进乘员约束系统等被动安全，与智能辅助驾驶、智能避撞、车路协同、自动驾驶等主动安全关键技术研究，提高满足 NCAP 五星性能正向开发与控制能力，建立自主乘用车与商用车安全技术平台。</p>				
	系统集成	<p>先进整车综合性能控制技术：面向车辆动力学性能开发与控制，建立整车性能正向开发技术平台。建立整车、总成和部件性能评价体系，完善支撑整车性能开发的试验与计算数据库，应用混合建模技术和多目标设计优化方法，实现整车级舒适和安全性能统一平衡匹配，提升自主汽车整车性能开发能力。</p> <p>汽车动力系统 NVH 电子控制技术：研究通过电子控制技术降低发动机和变速器的工作振动和噪声。</p>				
	博士点学科	车辆工程				
	硕士点数	1	博士后站数	1		

	开户行户名	中国第一汽车集团公司	开户银行	吉林省长春市工行驻一汽支行
	银行帐号	42200222409000000404		
依托单位	名称	企业性质		企业类型
	中国第一汽车集团公司	企业		国有企业
上级企业集团	中国第一汽车集团公司			
主管部门	吉林省科技厅			

第二部分 年度报告

一. 承担的任务和研究水平

实验室 2013 年度共承担项 46 项，其中国家级项目 9 项，一汽集团委托项目 37 项，年底结束 26 项，年度科研投入 5305 万元。发表论文 10 余篇，申报专利及软件著作权 3 项，形成企业技术标准和规范 13 项。主要项目完成情况如下：

1、“车路协同汽车安全关键基础技术研究”：国家 973 项目“交通系统安全技术基础”子课题。（1）通过研究城市复杂地形下的道路全域修正定位（WADGPS）原理，搭建汽车精准定位模型，在局部范围内绘制厘米级精度的道路边缘、车道分离线、停车信号、限速标志等精准信息，并利用车载惯性导航系统（INS）来补偿 GPS 的盲区和误差；（2）通过研究分米级汽车避撞控制机理，搭建具备感知、控制和执行模块的完整汽车避撞模型，进行多传感信息融合和车辆精准控制参数优化，实现对车辆避撞的分米级精度控制；（3）通过研究车路协同汽车安全综合控制理论，建立完整的车辆—环境仿真模型，并利用驾驶仿真器进行模拟测试，优化车路协同信息融合和避撞控制策略，搭建基于厘米级汽车精准定位和分米级汽车避撞控制模型基础上的车路协同汽车安全综合控制模型。

2、“新一代卡车先进安全技术平台预研”课题：进行卡车多工况碰撞仿真分析和卡车整车碰撞试验（国内首次），探索卡车碰撞车体变形特征和加速度波形特征，并尝试将平头卡车的碰撞波形优化为类似于乘用车的前低后高的双梯形波，属国内领先水平；参考乘用车开发流程，加固卡车台车，通过台车匹配卡车约束系统，考察假人伤害情况，并验证约束系统对假人保护效果，并开发卡车专用的分体式驾驶员膝部气囊属国际首创；形成了重卡从整车碰撞仿真、约束系统仿真，到整车碰撞试验、约束系统台车试验，最后到气囊 ACU 算法、误作用试验的全过程性能开发能力，建立卡车约束系统开发流程，并支撑 J7P 项目，属国内领先水平；开发感载式避撞系统，并以 J6P 车型为基础搭建系统的仿真模型，形成卡车安全技术 R 货架，属国际先进水平；

3、“A 级乘用车 NVH 性能正向控制技术研究”课题：开展基于乘用车正向开发理念的 A 级

车整车 NVH 性能定义方法研究、A 级车整车 NVH 性能目标分解及协调方法研究、底盘隔振性能分析研究、全内饰车身有限元快速建模方法研究、声学包性能控制方法研究、风噪声模拟方法研究音响系统声学性能评价方法研究、A 级车 NVH 性能开发流程及方法研究，实现了整车 NVH 目标定义及其向子系统和零部件的分解、动力总成模态 NVH 控制、悬置参数测量及匹配、全内饰车身 NVH 性能控制、整车隔吸声性能控制，以 CAE 技术进行了车身及底盘的 NVH 性能预测和优化，性能分析流程与方法。

4、“乘用车悬架总成道路模拟试验技术”课题：制定了乘用车悬架总成 12 通道道路模拟试验方法，该方法应用试车场耐久道路载荷谱进行乘用车悬架系统模拟迭代，再现实际路面振动情况，真实考核乘用车悬架系统耐久性，拓宽了乘用车悬架系统台架试验认证手段，并与国际知名汽车制造商产品开发试验认证方法接轨；应用疲劳损伤理论研究，综合考虑车轮及各零部件载荷，确定进一步加速试验的载荷谱，缩短台架试验周期；完善了液压制动辅助加载装置在道路模拟试验中的应用，并总结了安装、调试方法，为今后相同制动模拟试验提供作业指导；新设计的轮轴固定支架系统具有通用性、可换性、拆装方便的特点，局部夹具变换，可以满足 H 平台、A 级车、奔腾系列等不同新产品开发需求，为今后相同试验项目节省了试验周期及开发成本；利用乘用车悬架总成 12 通道道路模拟试验方法可以保证相同加载条件的台架模拟试验载荷与仿真计算结果分析对比，有效检验了仿真分析的准确性，增加了台架试验与载荷仿真分析专业的联系，提高了试验与计算分析的可靠性。

5、“城市客车空气悬架系统及车架结构疲劳分析”课题：针对半承载式空气悬架城市客车，通过模拟空气弹簧进排气过程的刚度特性，建立了空气悬架结构 CAE 分析系统；考虑半承载式车身的影响，建立了客车整车系统下的车架分析方法；考虑客车车架结构的焊接形式，建立整车状态下车架焊接部位的疲劳强度分析方法。形成了“客车空气悬架系统分析方法规范”，“空气悬架半承载式客车车架结构疲劳分析方法规范”。

6、“越野车辆综合控制系统技术研究”：本项目的目标为通过越野车整车控制器、发动机控制器等 7 各控制器的综合控制实现工程样机机动性最优控制，平均越野机动速度提高 5km/h。按照 2012 年完成的总体设计方案，2013 年度完成了整车控制器控制下发动机扭矩、转速连续控制、完成 AT 系统控制策略和控制软件开发及实车试验验证、电控可调悬架系统高度调整、载荷识别、路面不平度识别算法开发及整车验证、基于 ABS 的高精度轮速及车速识别算法开发及实车验证、基于载荷和速度同步要求的智能中央充放气系统算法开发及硬件在环验证、用于差速锁自动锁止控制策略分析的整车模型搭建、完成装备综合控制系统的整车设计及功能样车试制。目前已具备检验全时、深度综合控制的样机基础。本项目是整车综合控制的大尺度研究尝试，对军用、民用车辆的综合控制具有引领和示范作用。

7、“整车操纵性能对 EPS 系统特性设定的研究”课题：建立 EPS 性能的整车转向性能主、客观评价体系；建立包含自主研发高精度转向系统模型及 EPS 供应商提供的控制逻辑模型及整车模型的 EPS 模型在环的联合仿真平台，基于该平台实现对 EPS 控制功能参数进行虚拟标定；通过对无转角传感器的 EPS 系统回正控制策略进行研究，利用该控制策略在不附加转角传感器增加成本的前提下可达到有转角传感器 EPS 系统低速回正性能的 80%。提出基于整车操纵性能控制的 EPS 总成特性匹配流程和方法，提升整车转向操纵性能控制能力。

8、“乘用车减振器调校技术研究”课题：通过对减振器的实物拆解和测试，了解了各不同厂商生产的减振器的结构特点及其持有的性能优缺点，掌握了主流减振器的结构组成及其内部阀系的调整方法。使用 ADAMS、MATLAB、CarSim 软件建立 A 级车整车模型，分析减振器外特性的改变对整车操控、平顺性能的影响水平，能够为底盘调校专家选取减振器调校过程方案提供技术支持。开发了减振器调校车，并制定了减振器调校车的使用操作规范。目前，减振器调校车已经在 A 级车、V501、R020、红旗 H7 等多个项目上进行了应用，成功地进行多批次的减振器调校。

9、“H 平台整车 HIL 系统测试自动化技术研究”课题：在 2013 年已完成课题“H 平台整车 HIL 系统测试与应用技术研究”的基础上，依托 C131 产品开发项目，进行整车 HIL 系统测试自动化技术研究。制定出整车电子电气自动化测试流程，为整车电子电气全方面、自动化进行功能验证和性能分析提供平台基础和技术依据。有利地规避在产品开发过程中出现的技术问题，减少整车电子电气总体设计方案的改动。项目过程中所积累的开发经验和平台化测试用例库，将移植应用于乘用车其他车型的开发测试和产品验证中。

10、“纯电动车电磁兼容技术研究”课题：编制《纯电动车动力系统及整车电磁兼容性影响分析报告》等课题节点提交物文档 9 个。同时针对 B50 PHEV 整车动力 CAN 错误帧问题，进行了大量的 debug 测试及数据分析，并最终分别针对已试制及未试制样车制定了整改方案，保证了试制装车的顺利实施。

11、“变速器总成 NVH 性能正向设计技术研究”课题：开展了基于仿真和试验的变速器总成 NVH 性能正向设计研究，突破了齿轮传动系统传递误差精确模拟、变速器内部动态载荷 CAE 预测、变速器总成振动噪声宏观优化、变速器振动噪声主要敏感参数稳健性设计、变速器总成多体动力学模拟、变速器总成辐射噪声快速模拟、横置变速器总成噪声试验台架开发、变速器总成传递误差测量等技术难题，实现了变速器壳体轴承处动刚度、辐射声功率级计算分析，变速器总成“啸叫”振动特性计算分析，变速器总成多体动力学计算分析，变速器总成辐射噪声计算分析，横置变速器总成噪声试验台架状态下“啸叫”噪声试验，变速器总成的传递误差测量等变速器总成 NVH 性能仿真、试验分析并建立相关流程与方法。

二. 队伍建设和人才培养

1、队伍建设:

实验室已拥有一支老中青相结合、知识结构和年龄结构合理、学术水平高的专职可靠耐久、安全舒适研发队伍。实验室固定人员 122 人，其中振动噪声方向 24 人，可靠耐久方向 35 人，安全舒适方向 36 人，整车系统集成方向 27 人。其中正高级职称人员 17 人，副高级职称以上人员 65 人，占总体研究人员比例为 53%；硕士研究生以上学历 84 人，占总体研究人员比例为 68%。现正培养博士和硕士研究生 3 人，培养专业技术人才 21 人。

2、人才培养和引进

陈嘉全毕业于吉林工业大学，曾就职于美国福特汽车公司产品开发中心，任职高级工程师。曾负责轿车平台开发技术及开发流程控制，汽车整车、底盘、车身、子系统及零部件的综合集成，性能控制及研发等工作。2013 年入职以来，负责建立一汽自主品牌乘用车从产品策划、目标设立、产品开发到性能认证的整车性能正向开发体系工作。

侯杭生毕业于美国麻省理工学院，学历:美国麻省理工学院机械系博士。曾就职于美国福特汽车公司产品开发中心，任职高级工程师。曾负责管理和领导新技术开发项目，拟定技术方向和深度，人员配置和项目经费。开发 NVH 实验方法和计算仿真设计能力，建立规范和流程，培训工程师。从立项到汽车下线，解决车辆开发中各阶段遇到的 NVH 问题。2013 年入职以来，为乘用车开发过程中风声目标及相应的控制方法做了一些开拓性的工作,带动了企业自主研发能力的提升。

三. 开放合作与运行管理

1、 日常运行管理

实验室遵照《依托企业建设国家重点实验室管理暂行办法》，实行学术委员会指导下的主任负责制，贯彻“开放、流动、联合和竞争”的方针，进行队伍建设与人才培养、开放交流与运行管理，促进实验室建设与发展。根据重点实验室运行管理条例，从期、质、量、技、费、服务六个方面强化科研课题管理，充分发挥学术带头人的作用，确保每一个课题都能高质高效的完成。

2、开放课题

2013 年度围绕发动机齿轮链噪声、商用车轮胎纵滑特性建模以及自主高档轿车减震器方面设置了三个开放课题，主要与国内重点大学合作，取长补短。课题年度总经费 445 万元。

(1) 现代汽油发动机正时齿形链系统开发关键技术研究：主要进行齿形链系统设计方法及强度校核、齿形链系统磨损试验方案、噪声试验方案确定、整机反拖与点火时，样链系统与原

系统的噪声对比试验研究等。

(2) 轮胎滚动阻力分析技术研究，主要对轮胎进行性能匹配分析，综合考虑整车的经济性及驱动制动特性，对轮胎的滚动阻力及纵滑特性提出性能要求，形成轮胎滚动阻力及纵滑特性的有限元建模能力、轮胎滚动阻力分析的专用数据处理方法。

(3) 新型磁流变减振器技术预研，完成两项新型磁流变减振器专利开发。通过本项目掌握磁流变半主动减振器开发设计与整车性能匹配的流程和关键技术，并以 H 平台 C131 车辆为对象进行两款磁流变半主动减振器的匹配，使得整车平顺性得到提高。在国标脉冲平顺工况中，整车平顺性提高 10%。

3、对外合作和产学研合作情况

(1) 实验室已经与清华大学、吉林大学、北京航空航天大学等知名高校、其它企业国家重点实验室等建立了高层次的技术合作关系。

(2) Bosch 中国主动提出要与 H 平台整车 HIL 试验室进行合作，共同完成 ESP 功能开发验证、预标定、技术预研，目前工作分工正在讨论中。

4、实验室开放共享情况

面向行业、高校等开放实验室试验资源，承担整车性能开发、总成性能测试、系统模拟分析等技术咨询服务。例如在整车安全领域，全年累计完成实车碰撞试验 250 余次，为国际、国内各大主机厂提供了强有力的技术支持。

四. 实验室公众开放活动

1、先后对吉林大学、清华大学等院校 30 人次的高校学生进行开放参观和科学体验活动，使大学生更加了解一汽、了解国家重点实验室。

2、接待国家发改委、工信部、中央电视台、红旗院士团、吉林省科技厅等 20 批次专家及领导的参观和考察。

五. 实验室大事记

2013 年 5 月 23-25 日，中国科学技术部组织技术专家对实验室承担的首个由企业牵头的 973 项目进行验收“交通系统节能与优化控制技术基础”（编号 2010CB736100），对项目成果给予肯定，通过验收。

2013 年 7 月，实验室购买气囊静态起爆系统（560 万元），可以进行安全气囊模块和子系统的高低温、常温静态起爆试验，用于安全气囊开发试验和认证试验。

2013 年 11 月，实验室购买整车振动噪声测试系统（100 万元），提高新能源汽车的振动噪声性能测试分析能力，为新能源汽车 NVH 性能技术开发提供强有力的支撑。

2013年12月，实验室主任李骏于当选中国工程院院士。

六. 实验室存在的问题及下一年发展的思路

1、存在问题

作为依托汽车企业的重点实验室，汽车行业的竞争空前激烈，车企是以经济效益为考核的，共性技术研发见效慢，而且很难直接有经济效益，因此基础理论研究有待加强。

2、下一年发展思路

(1) 实验室将继续加强振动噪声技术、可靠耐久技术、整车安全、舒适系统集成、安全舒适技术四个研究方向的研发力度，拓展多性能目标的耦合基础技术、自动驾驶技术研究与智能车搭建两个方向，实现安全技术在产品上的应用。

(2) 完善科研平台，进一步加强科技成果的转化，争取尽早建成在国内外有一定影响的一流实验室。

(3) 对重点实验进行建设验收。

七. 依托单位、上级企业集团和主管部门的支持

中国第一汽车集团公司作为依托单位和上级企业集团，对实验室给予全面支持，保证了实验室研究工作所需要资源条件，在人才引进方面给予政策扶持，支持参加国内外合作与交流。

2013年共计投入科研经费5305万元，其他运行经费1800万元。

吉林省科技厅作为主管部门，对实验室给予大力支持，通过与一汽集团公司签订的“现代汽油发动机正时齿形链系统开发关键技术研究”给予项目的支持，共签订1个项目，共计费用支持25万元。并严格按照国家科技部有关重点实验室工作的要求和规定，定期对实验室进行指导和监督，充分调动吉林省内各项研发资源，全力支持实验室完成建设目标。

八. 学术委员会会议纪要

汽车振动噪声与安全控制综合技术国家重点实验室第一届学术委员会 2012 年度 会议纪要

汽车振动噪声与安全控制综合技术国家重点实验室第一届学术委员会会议于2012年5月19日在长春召开，学术委员会共12人，出席10人。会议邀请了科技部基础司基地建设处周文能处长和吉林省科技厅基础研究处张危宁处长到会指导。

会议首先进行了实验室第一届学术委员会成立仪式。中国第一汽车集团公司孙国武副书记代表中国第一汽车集团公司致辞并向各位学术委员会委员颁发了聘书。吉林省科技厅基础处张

危宁处长向与会的各位委员介绍了国家重点实验室的建设意义、研究定位及发展现状。

学术委员会主任郭孔辉院士主持召开了实验室学术委员会 2012 年度会议。各位委员听取了实验室主任李骏博士所做的实验室工作报告，现场考察了实验室能力，经过充分讨论，形成如下意见：

1、实验室定位于汽车振动噪声、安全舒适、可靠耐久、系统集成四个领域开展基础技术研究和共性关键技术研究，设置八个重点研究方向，明确了要建立行业共性技术研究与服务平台，形成国际交流合作、人才汇聚与培养基地，成为自主创新能力提升的动力源头。实验室定位准确，研究方向具有前瞻性和实用性，符合国家对重点实验室建设要求。

2、在四个研究领域与八个重点研究方向上，按照基础研究与共性关键技术研究分类，制定了未来五年中期发展规划，确定了 2012 年研究课题与项目，同时明确了人才队伍、设备投资、管理制度和行业贡献规划。课题设置符合实验室研究方向及定位要求，课题目标具体明确。

3、实验室自筹建以来，共承担科研课题项目 41 项，开展了卓有成效的研究工作：1) 在振动噪声方面，研究了驱动电机电磁激励振动噪声分析方法，开展新能源汽车振动噪声试验评价方法研究，搭建载重车整车振动噪声性能分析技术平台；2) 在安全舒适方面，初步掌握新能源汽车碰撞安全技术，研究出吸气式气囊、智能约束系统、多传感信息融合等技术；3) 在可靠耐久方面，建立了高级轿车整车虚拟试验场，用于承载系统耐久性分析，研究了驱动电机多物理场耦合分析流程与方法；4) 在系统集成方面，初步建立商/乘整车开发性能目标设定方法及性能评价体系。实验室在驱动电机电磁激励振动噪声分析、主动安全技术集成、整车虚拟试验场、动力总成电子控制等方面形成了特色和优势。

4、在 2011 年课题研究项目基础上，2012 年实验室进一步在声全息正则化新方法研究、传统汽车整车振动噪声性能控制与开发技术、新能源汽车避撞技术、车辆智能驾驶、安全控制器集成技术、零事故安全架构、越野车辆综合控制系统技术研究、发动机低噪声电控策略等方面设置了 48 项课题与技术开发项目。所设置课题的研究内容具体、目标明确，技术路线可行，符合实验室定位和行业技术发展趋势。

5、对实验室未来工作的改进建议：1) 进一步加强人才交流和国内外技术合作；2) 希望实验室围绕发展目标，认真总结经验，凝练代表性成果，充分做好实验室建设验收准备工作。

第三部分 人员基本情况

1、固定人员一览表

序号	姓名	性别	出生年月	实验室职务	工作性质	职称等级	研究方向	所学专业	最后学位	授予单位	荣誉
1	于佰杰	女	1983-04-07	其它	研究	中级	安全舒适	硕士	硕士	大连理工大学	
2	于萌	男	1978-01-14	其它	研究	中级	安全舒适	机械电子工程	本科	哈尔滨理工大学	
3	曾金玲	女	1975-05-29	其它	研究	中级	可靠耐久	车辆工程	博士	同济大学	
4	张东波	男	1981-10-27	其它	研究	中级	系统集成	控制理论与控制工程	硕士	吉林大学	
5	张惠	女	1974-04-15	其它	研究	中级	安全舒适	人机工程	博士	日本电气通信大学	
6	张建国	男	1980-05-16	其它	研究	中级	安全舒适	交通环境与安全技术	博士	吉林大学	
7	张健	男	1976-03-27	其它	研究	中级	安全舒适	车辆工程	硕士	吉林大学	
8	张娜	女	1979-02-25	其它	研究	中级	可靠耐久	工程力学	本科	太原重型机械学院	
9	赵晋	男	1980-10-04	其它	研究	中级	可靠耐久	工程力学	本科	西南交通大学	
10	朱晓磊	男	1979-11-30	其它	研究	中级	安全舒适	车辆工程	硕士	吉林大学	
11	孙瑜	女	1976-11-16	其它	研究	中级	可靠耐久	工程力学	硕士	吉林大学	
12	王长明	男	1979-10-27	其它	研究	中级	可靠耐久	机械制造及其自动化	硕士	吉林大学	
13	魏文广	男	1980-07-13	其它	研究	中级	可靠耐久	车辆工程	本科	长安大学	
14	武斌	男	1978-03-07	其它	研究	中级	可靠耐久	车辆工程	本科	吉林大学	
15	叶绍仲	男	1970-07-19	其它	研究	中级	可靠耐久	固体力学	硕士	北京科技大学	
16	易仁	男	1979-0	其它	研究	中级	可靠耐久	车辆工程	本科	吉林	

	涛		8-06							大学	
17	李素文	女	1976-08-09	其它	技术	副高	系统集成	内燃机工作过程优化	博士	吉林大学	
18	宋双贺	男	1979-03-09	其它	研究	中级	可靠耐久	工程力学	本科	吉林大学	
19	朱学武	男	1979-01-04	其它	研究	中级	安全舒适	理论力学	硕士	吉林大学	
20	邹文斌	男	1973-05-08	其它	研究	中级	系统集成	车辆装配	其他	光机学院	
21	曹蕴涛	男	1985-01-08	其它	研究	初级	振动噪声	车辆工程	硕士	吉林大学	
22	景海娇	女	1986-03-15	其它	研究	初级	系统集成	计算机系统结构	硕士	吉林大学	
23	李晴宇	男	1986-06-07	其它	研究	初级	系统集成	无线电物理	硕士	吉林大学	
24	林杰	女	1987-11-05	其它	研究	初级	系统集成	控制工程	硕士	东北大学	
25	王明月	男	1985-03-23	其它	研究	初级	系统集成	机电	硕士	哈尔滨工业大学	
26	张家旭	男	1985-05-05	其它	研究	初级	系统集成	控制科学与工程	硕士	哈尔滨工业大学	
27	刘再生	男	1953-06-19	其它	研究	副高	可靠耐久	冶金机械	其他	吉林大学	
28	潘淑华	女	1963-06-28	其它	研究	副高	可靠耐久	工程力学	本科	吉林工业大学	
29	朴英子	女	1965-02-05	其它	研究	副高	振动噪声	计算数学与应用软件	本科	吉林大学	
30	秦民	男	1974-05-12	其它	研究	副高	系统集成	车辆工程	博士	吉林大学	
31	邱晨	男	1965-05-04	其它	研究	副高	安全舒适	机电一体化	本科	吉林工业大学	
32	沈铁军	男	1976-09-16	其它	研究	副高	系统集成	机电	硕士	上海交通大学	
33	石亚雄	男	1957-09-21	其它	研究	副高	可靠耐久	应用电子技术	本科	吉林广播电视大学	
34	汤乐	男	1975-1	其它	研究	副高	振动噪声	机械设计及自	博士	吉林	

	超		1-25					动化		大学	
35	唐洪斌	男	1973-09-17	其它	研究	副高	安全舒适	车辆工程	博士	吉林大学	
36	田晶	女	1965-07-27	其它	研究	副高	可靠耐久	热能工程与动力机械	硕士	吉林大学	
37	王文阁	男	1967-01-28	其它	研究	副高	可靠耐久	车辆工程	博士	吉林工业大学	
38	王宣锋	男	1972-12-22	其它	研究	副高	系统集成	车辆工程	硕士	哈尔滨工业大学	
39	魏德永	男	1963-04-07	其它	研究	副高	可靠耐久	车辆工程	硕士	吉林工业大学	
40	吴振昕	男	1973-06-21	其它	研究	副高	系统集成	车辆工程	博士	吉林大学	
41	谢军	男	1967-05-01	其它	研究	副高	系统集成	测试与试验	硕士	吉林大学	
42	杨立峰	男	1964-10-24	其它	研究	副高	可靠耐久	车辆工程	硕士	吉林大学	
43	杨树凯	男	1972-10-17	其它	研究	副高	振动噪声	车辆工程	博士	吉林大学	
44	姚鹏	男	1964-01-08	其它	研究	副高	安全舒适	汽车工程	本科	吉林工业大学	
45	于长清	男	1973-10-11	其它	研究	副高	可靠耐久	车辆工程	硕士	吉林大学	
46	岳贵平	男	1975-07-20	其它	研究	副高	振动噪声	机械设计及理论	博士	东北大学	
47	轧浩	男	1968-10-12	其它	研究	副高	振动噪声	汽车工程	博士	吉林大学	
48	张保军	男	1970-01-20	其它	研究	副高	系统集成	车辆工程	博士	吉林工业大学	
49	张丽波	女	1968-05-13	其它	研究	副高	安全舒适	计算机应用	硕士	长春理工大学	
50	赵凤君	男	1972-08-15	其它	研究	副高	振动噪声	汽车设计与制造	本科	哈尔滨工业大学	
51	赵彤航	男	1979-04-22	其它	研究	副高	振动噪声	车辆工程	博士	吉林大学	
52	赵伟	男	1974-0	其它	研究	副高	振动噪声	工程力学	硕士	哈尔	

			4-16							滨工业大学	
53	赵云达	男	1974-01-02	其它	研究	副高	安全舒适	动力工程	硕士	吉林大学	
54	郑德双	男	1973-09-27	其它	研究	副高	系统集成	车辆工程	本科	吉林工业大学	
55	郑磊	男	1976-12-19	其它	研究	副高	系统集成	车辆工程	博士	吉林大学	
56	周曼宁	女	1965-10-01	其它	研究	副高	可靠耐久	计算机科学与技术	本科	吉林大学	
57	周时莹	女	1981-04-13	其它	研究	副高	系统集成	实时嵌入式系统	博士	吉林大学	
58	曹征栋	男	1982-10-23	其它	研究	中级	可靠耐久	工程力学	本科	西南交通大学	
59	陈静	女	1979-05-06	其它	研究	中级	可靠耐久	车辆工程	博士	吉林大学	
60	程稳正	男	1979-06-08	其它	研究	中级	可靠耐久	工程力学	硕士	哈尔滨工业大学	
61	单勇	男	1982-09-26	其它	研究	中级	安全舒适	车身工程	硕士	吉林大学	
62	邓建交	男	1978-11-05	其它	研究	中级	振动噪声	车辆工程	硕士	河北工业大学	
63	董若雷	男	1980-04-07	其它	研究	中级	可靠耐久	车辆工程	本科	吉林大学	
64	冯勇	男	1977-09-25	其它	研究	中级	系统集成	车辆工程	硕士	吉林大学	
65	高波	女	1980-10-28	其它	研究	中级	可靠耐久	工程力学	本科	太原理工大学	
66	郝玉敏	男	1979-02-16	其它	研究	中级	安全舒适	车辆工程	本科	吉林大学	
67	康一坡	男	1979-09-02	其它	研究	中级	可靠耐久	机械设计及理论	硕士	吉林大学	
68	李守魁	男	1981-01-12	其它	研究	中级	振动噪声	固体力学	硕士	吉林大学	
69	李侠	女	1980-07-19	其它	研究	中级	可靠耐久	车辆工程	本科	吉林大学	
70	李响	男	1978-05-14	其它	研究	中级	可靠耐久	电气工程及其自动化	本科	燕山大学	

71	李鑫	男	1983-12-20	其它	研究	中级	系统集成	车辆工程	硕士	哈尔滨工业大学	
72	李亦文	男	1983-02-06	其它	研究	中级	安全舒适	固体力学	博士	吉林大学	
73	李有恩	男	1984-08-10	其它	研究	中级	安全舒适	电气工程及其自动化	本科	北京交通大学	
74	刘斌	男	1980-10-07	其它	研究	中级	安全舒适	车身工程	硕士	吉林大学	
75	刘莉	女	1978-02-28	其它	研究	中级	安全舒适	车辆工程	硕士	吉林大学	
76	刘维海	男	1977-04-12	其它	研究	中级	安全舒适	车辆工程	硕士	吉林大学	
77	刘晔	男	1979-09-19	其它	研究	中级	安全舒适	硕士	硕士	吉林大学	
78	刘中华	男	1977-10-03	其它	研究	中级	安全舒适	车辆工程	硕士	吉林大学	
79	刘祖斌	男	1977-05-10	其它	研究	中级	振动噪声	机械	硕士	吉林大学	
80	马志良	男	1979-12-26	其它	研究	中级	安全舒适	车辆工程	硕士	吉林大学	
81	穆晓平	女	1977-10-05	其它	研究	中级	可靠耐久	固体力学	硕士	吉林大学	
82	潘作峰	男	1976-11-26	其它	研究	中级	安全舒适	生物医学工程	硕士	吉林大学	
83	赵德银	男	1982-04-12	其它	研究	初级	系统集成	实时嵌入式系统	硕士	吉林大学	
84	赵强	男	1984-02-09	其它	研究	初级	可靠耐久	车辆工程	硕士	吉林大学	
85	路平	男	1957-02-22	其它	技术	副高	可靠耐久	机电维修	其他	长春市五十中学	
86	孟灵国	男	1973-08-22	其它	技术	其他	振动噪声	修理钳工	其他	长春职工大学	
87	李骏	男	1958-03-24	主任	研究	正高	安全舒适	内燃机	博士	吉林工业大学	院士 2013
88	孔祥瑞	男	1968-04-14	其它	研究	副高	振动噪声	工程力学	本科	吉林工业大学	
89	李建	男	1961-1	副主任	管理	正高	振动噪声	内燃机	本科	吉林	

	群		1-17							工业 大学	
90	刘蕴博	男	1963-03-25	副主任	研究	正高	系统集成	车辆工程	本科	华南理工大学	
91	朱启昕	男	1964-10-29	副主任	研究	正高	可靠耐久	车辆工程	硕士	吉林工业大学	
92	范家政	男	1987-12-01	秘书	管理	中级	振动噪声	热能与动力工程	本科	吉林大学	
93	王西园	女	1960-08-25	其它	管理	其他	振动噪声	技术管理	其他	长春汽车职业学校	
94	陈燕春	女	1959-01-13	其它	研究	正高	安全舒适	汽车电子	其他	吉林机械工业学校	
95	侯航生	男	1957-12-27	其它	研究	正高	振动噪声	机械工程	博士	美国麻省理工学院	
96	霍福祥	男	1972-10-15	其它	研究	正高	可靠耐久	金属材料与热处理	硕士	吉林工学院	
97	姜兆庆	男	1963-10-28	其它	研究	正高	安全舒适	机械工程	硕士	长春理工大学	
98	李红建	男	1972-11-15	其它	研究	正高	安全舒适	车辆工程	博士	吉林大学	
99	李康	男	1955-03-16	其它	研究	正高	可靠耐久	力学	本科	吉林大学	
100	林艳萍	女	1962-11-05	其它	研究	正高	安全舒适	汽车工程	硕士	哈尔滨工业大学	
101	刘明辉	男	1967-10-02	其它	研究	正高	系统集成	车辆工程	博士	吉林大学	
102	卢炳武	男	1962-04-17	其它	研究	正高	振动噪声	车辆工程	硕士	吉林工业大学	
103	邱少波	男	1961-04-18	其它	研究	正高	安全舒适	机械工程	硕士	吉林工业大学	
104	王新	男	1967-1	其它	研究	正高	安全舒适	工业造型设计	硕士	吉林	

	宇		1-10							大学	
105	杨海庆	男	1963-01-10	其它	研究	正高	安全舒适	热能工程	硕士	吉林工业大学	
106	易勇	男	1963-07-30	其它	研究	正高	安全舒适	车辆工程	硕士	吉林大学	
107	曹正林	男	1980-04-06	其它	研究	副高	可靠耐久	结构工程	博士	武汉理工大学	
108	常向阳	女	1964-08-29	其它	研究	副高	可靠耐久	机械制造工艺与设备	本科	长春工业大学	
109	陈晓梅	女	1965-07-19	其它	研究	副高	振动噪声	动力工程	硕士	吉林大学	
110	程超	男	1971-12-27	其它	研究	副高	系统集成	车辆工程	博士	吉林大学	
111	程悦	男	1971-05-06	其它	研究	副高	系统集成	车辆工程	硕士	吉林大学	
112	崔茂源	男	1974-04-02	其它	研究	副高	安全舒适	控制理论与控制工程	博士	吉林大学	
113	丁晓东	女	1973-11-11	其它	研究	副高	安全舒适	车辆工程	本科	吉林大学	
114	黄朝胜	男	1964-02-15	其它	研究	副高	系统集成	车辆工程	博士	吉林工业大学	
115	姜文君	男	1962-06-23	其它	研究	副高	振动噪声	物理	本科	吉林大学	
116	李凌志	男	1978-05-26	其它	研究	副高	振动噪声	声学	博士	中科院声学所	
117	李强	男	1966-04-07	其它	研究	副高	安全舒适	汽车工程	本科	吉林大学	
118	李永军	男	1971-08-15	其它	研究	副高	安全舒适	车辆工程	博士	吉林工业大学	
119	李元宝	男	1962-10-08	其它	研究	副高	振动噪声	工程力学	本科	兰州大学	
120	刘英杰	男	1972-08-18	其它	研究	副高	振动噪声	车辆工程	硕士	吉林大学	
121	蒋永峰	男	1978-11-08	其它	技术	中级	系统集成	车辆工程	硕士	吉林大学	
122	金陵鹤	男	1981-10-05	其它	技术	中级	系统集成	车辆工程	博士	吉林大学	

2、流动人员一览表

序号	姓名	性别	出生年月	职称等级	所学专业	最后学位、授予单位	工作单位	在实验室承担的课题	成果
1	侯健	男	1983-04-19	中级	声学	硕士、吉林大学	中国第一汽车股份有限公司		
2	石光	男	1982-07-07	中级	车辆工程	硕士、吉林大学	中国第一汽车集团公司		
3	姚宙	男	1985-04-04	中级	车辆工程	硕士、湖南大学	中国第一汽车股份有限公司		
4	徐涛	女	1955-10-02	正高	固体力学	博士、吉林大学	吉林大学		
5	赵子亮	男	1971-11-03	正高	车辆工程	博士、吉林大学	中国第一汽车集团公司		
6	矫雪明	女	1961-07-18	副高	机械工程	本科、东北重型机械学院	中国第一汽车集团公司		
7	梁杰	男	1965-11-20	副高	车辆工程	博士、吉林大学	吉林大学		
8	张少军	男	1971-01-08	初级	机械设计制造及其自动化	本科、长春工业大学	长春中科启程汽车有限公司		
9	李同柱	男	1987-03-10	初级	车辆工程	本科、哈尔滨工业大学	中国第一汽车集团公司		

3、研究单元一览表

序号	研究方向	学术带头人	其他固定人员	在研重要课题
1	振动噪声	卢炳武, 刘英杰, 侯航生	陈晓梅, 姜文君, 孔祥瑞, 朴英子, 汤乐超, 岳贵平, 轧浩, 赵凤君, 赵彤航, 邓建交, 李凌志, 赵伟, 李守魁, 刘祖斌, 曹蕴涛, 孟灵国	电动轿车节能与优化控制关键基础技术研究, 车内声品质的智能化评价模型建立与控制技术研究
2	可靠耐久	霍福祥, 李康, 刘再生, 魏德永, 朱启昕	曹正林, 潘淑华, 王文阁, 杨立峰, 于长清, 周曼宁, 曹征栋, 陈静, 程稳正, 董若雷, 高波, 康一坡, 李侠, 李响, 穆晓平, 宋双贺, 孙瑜, 武斌, 叶绍仲, 易仁涛, 曾金玲, 张娜, 赵晋, 赵强, 路平, 常向阳, 王长明, 魏文广	电动轿车节能与优化控制关键基础技术研究, 整车环境下重型商用车主要部件的动态特性优化与轻量化研究
3	安全舒适	陈燕春, 李红建, 邱少波, 王新宇, 杨海庆, 李骏	邱晨, 唐洪斌, 姚鹏, 张丽波, 赵云达, 单勇, 郝玉敏, 李亦文, 李有恩, 刘斌, 刘莉, 刘晔, 刘中华, 潘作峰, 于佰杰, 于萌, 张惠, 张建国, 张健, 朱晓磊, 朱学武, 马志良	车路协同汽车安全关键基础技术研究, 电动轿车节能与优化控制关键基础技术研究
4	系统集成	黄朝胜, 秦民, 刘蕴博	程超, 程悦, 沈铁军, 王宣锋,	电动轿车节能与优化控制关键

			吴振昕, 张保军, 郑德双, 冯勇, 李鑫, 王明月, 邹文斌, 周时莹, 郑磊, 张东波, 赵德银, 景海娇, 林杰, 李晴宇, 张家旭, 蒋鑫, 王宇	基础技术研究, 乘用车振动舒适性关节技术研究
--	--	--	---	------------------------

4、学术委员会组成一览表

序号	姓名	性别	出生年月	职称等级	学委会职务	专业	工作单位	备注
1	李骏	男	1958-03-24	正高	学委会副主任	内燃机	汽车振动噪声与安全控制综合技术国家重点实验室	其它
2	朱启昕	男	1964-10-29	正高	学委会委员	车辆工程	汽车振动噪声与安全控制综合技术国家重点实验室	其它
3	刘蕴博	男	1963-03-25	正高	学委会委员	车辆工程	汽车振动噪声与安全控制综合技术国家重点实验室	其它
4	钟志华	男	1962-07-16	正高	学委会副主任	车辆工程	重庆市	中国工程院院士
5	刘友梅	男	1938-02-16	正高	学委会副主任	电力机车	中国南车股份有限公司	中国工程院院士
6	林逸	男	1953-02-18	正高	学委会委员	车辆工程	北京汽车工业控股有限责任公司	其它
7	赵航	男	1955-07-20	正高	学委会委员	汽车工程	中国汽车技术研究中心	其它
8	高卫民	男	1958-05-14	正高	学委会委员	车辆工程	泛亚汽车技术中心有限公司	其它
9	吕振华	男	1961-07-28	正高	学委会委员	车辆工程	清华大学	其它
10	管欣	男	1961-09-09	正高	学委会委员	车辆工程	吉林大学	其它
11	余卓平	男	1960-01-14	正高	学委会委员	汽车设计与制造	同济大学	其它
12	郭孔辉	男	1935-07-18	正高	学委会主任	车辆工程	吉林大学	中国工程院院士

5、研究生培养统计表

名称	毕业或出站人数	在读或进站人数
硕士点	0	2
博士点	0	1
博士后流动站（工作站）	0	0

第四部分 承担任务及经费

1、承担省部级以上项目（课题）一览表

序号	编号	项目（课题名称）	负责人及单位	实验室参加人员	起止时间	本年度经费（万元）	项目（课题）类型	项目（课题）类别
1	2012CB723801	车路协同汽车安全关键基础技术研究	李红建:中国第一汽车集团公司	杨树凯,刘中华,马志良,张娜	2011-12:2013-12	221	973计划(含前期专项)	主要负责
2	40407030301	战术车辆综合控制系统技术	李骏:中国第一汽车集团公司	崔茂源,李凌志,刘维海,马志良	2011-08:2015-10	447	国家重大工程项目	主要负责
3	2012AA110903	电动汽车分布式整车控制系统开发	李丰军:中国第一汽车集团公司	邱晨	2012-3:2014-12	172	863计划	主要负责
4	2011AA11A224	奔腾插电式混合动力轿车产业化技术攻关	刘东秦:中国第一汽车集团公司	卢炳武,姚鹏,刘中华,宋双贺,张惠	2011-12:2013-12	800	863计划	主要负责
5	2011AA11A205	解放牌中度混合动力客车产业化技术攻关	付盈:中国第一汽车集团公司	崔茂源	2011-12:2013-12	800	863计划	主要负责
6	2011AA11A217	一汽增程式纯电动轿车研发与产业化技术攻关	李骏:中国第一汽车集团公司	刘英杰,沈铁军,程稳正,唐洪斌	2011-12:2013-12	129	863计划	主要负责
7	2011AA11A210	解放牌深度混合动力客车产业化技术攻关	赵子亮:中国第一汽车集团公司	卢炳武	2011-12:2013-12	610	863计划	主要负责
8	2011AA11A208	奔腾系列深度混合动力轿车产业化技术攻关	朱彦文:中国第一汽车集团公司	卢炳武,姚鹏,刘中华,宋双贺,张惠	2011-12:2013-12	660	863计划	主要负责
9	2011AA11A219	一汽全新结构小型纯电动轿车设计与技术开发	刘明辉:中国第一汽车集团公司	侯航生,黄朝胜,曹征栋,易仁涛	2011-12:2013-12	470	863计划	主要负责

2、国际合作项目（课题）一览表

序号	项目（课题）名称	负责人	实验室参加人员	合作国别及单位	起止时间	经费来源	本年度经费（万）
1	乘用车车身轻量化设计系统技术研究	邱少波	李红建,唐洪斌,郝玉敏,李亦文	美国:美国密歇根大学	2013-06:2014-06	集团课题(1309J)	73
2	基于车辆互联的先进安全技术研究	邱少波	李红建,刘斌,张建国	美国:美国密歇根大学	2013-06:2014-05	集团课题(1226)	45
3	新一代商用车开发-国外样车对标分析	吴振昕	卢炳武,黄朝胜,吴振昕,轧浩	西班牙:IDIADA	2012-12:2013-6	J7 重型车开发	754

				公司			
4	数字化汽车 CAE 集成关键技术研究	秦民	李红建, 潘作峰	美国:密歇根大学	2013-09:2014-11	数字化汽车 CAE 集成关键技术研究	0
5	乘用车底盘系统性能评价技术研究	秦民	吴振昕	美国:密歇根大学	2013-11:2014-11	整车操纵性能对 EPS 系统特性设定的研究	0

3、横向协作项目一览表

序号	合同号	项目名称	负责人	委托单位	起止时间	本年度经费 (万)
1	kg12064	CA6120URD2 城市客车空气悬架系统及车架结构疲劳分析	潘淑华	中国第一汽车股份有限公司	2012-01:2013-12	2
2	kg12075	全驱越野载重车振动特性研究	轧浩	中国第一汽车股份有限公司	2012-01:2013-12	35
3	kg12065	GDIT 汽油机 NVH 控制技术研究	赵凤君	中国第一汽车股份有限公司	2012-01:2013-12	10
4	kg12066	变速器总成 NVH 性能正向设计技术研究	岳贵平	中国第一汽车股份有限公司	2012-01:2013-12	3
5	kg12072	A 级乘用车 NVH 性能正向控制技术研究	刘英杰	中国第一汽车股份有限公司	2012-01:2013-12	55
6	kg12073	乘用车制动噪声分析与控制研究	杨树凯	中国第一汽车股份有限公司	2012-01:2013-12	5
7	kg12085	H 平台整车 HIL 系统测试自动化开发	周时莹	中国第一汽车股份有限公司	2012-01:2013-12	58

第五部分 研究成果

1、重大科研成果（实验室重大研究成果详细介绍、原文等）

成果一：车路协同汽车安全关键基础技术研究

一、项目情况说明

本项目是国家 973 重大科研项目，着力找出提高交通运输安全性，降低交通事故率和死亡率的新理论、新方法。本项目基本假设是：如果每个汽车的控制系统以厘米为单位精确测量本车位置、所行驶道路的精确位置和其他危险物体（车辆、行人、障碍物等）的精确位置，就不会有任何道路交通事故发生。例如，如果一辆汽车知道本车位置和所处道路边缘的精确位置，当驾驶员打瞌睡趋于偏离道路时，车载系统及时提醒或进行主动

控制将避免车辆“驶离车道”的事故；如果车辆知道该段道路划有黄线而司机企图越过黄线，车辆也可以发出警告或强行制止该行为；如果一个车辆知道交通灯的位置，车辆会制止闯红灯行为（美国每年有一百万的交通事故是由闯红灯引起）；如果车辆探测出路上有行人，车辆会避开行人；载有相同控制系统的车辆之间可以更有效地防止正面或追尾碰撞。为实现上述目标，本课题将进行车路协同汽车安全关键基础技术研究，并归纳出以下三个科学问题。

科学问题之一：厘米级汽车精准定位原理

科学问题之二：分米级汽车主动避撞控制机理

科学问题之三：车路协同汽车安全综合控制理论

二、项目采用的技术路线及原理

1) 借助 WADGPS 技术，适当架设基站，提高城市复杂环境下的绝对定位精度；

2) 借助 GIS 系统构建涵盖多层图元的精准数字地图 (VBGS)，为车辆提供实时的绝对位置和相对位置查询；

3) 通过 ADAS (先进驾驶辅助系统) 仿真平台，搭建分米级控制用车辆模型、传感器模型、控制器模型和执行器模型，并使用实测结果对模型进行校验，提高模型精度；

4) 采用 VANET (汽车自组织网络) 技术，实现“2 车 1 路”多点互联，并使用精准定位技术，共享各节点的物理信息 (速度、加速度、经纬度、转向灯信息、制动踏板信号、横摆角速度信息、交通灯信息)；

5) 针对来自摄像头和雷达的数据，使用卡尔曼滤波法和贝叶斯理论进行信息提取综合分析，提高感知信息准确性。

三、项目研究内容及各创新点

3.1 厘米级汽车精准定位技术

采用高精度测量设备测量并绘制指定路段 (春城大街 ↔ 越野路 ↔ 东风大街 ↔ 春城大街 17 公里范围) 厘米级精度的道路精准信息。为搭建车路协同汽车安全综合控制模型提供数据基础。

3.1.1 数据采集

由于实际路段的实际测量环境比较复杂因此在测试过程中所采用的是通过采集基准点的形式来获得道路的实际信息。道路外边界的测量主要分为两个主要部分，一是直线段部分，二是道路路口弧线部分，均通过采集基准点完成信息收集。花坛的测量与道路外边界的测量相类似分为直线段部分与弧线部分。其他道路信息的信息采集均已固定标志点的采集为基准。

每种数据最终以文件包的形式提交，一段直线或者道口下所属的文件的序号是有序排列的，按照实际物理位置顺序，由东向西，或者由南向北，可以为顺时针，例如 1、2、3、4、5、6 是按实际位置顺时针排列的，而不能是乱序，所有的测试点从 001 排序。

3.1.2 数据处理及地图搭建

精准道路信息系统 VBGS 系统的电子地图结构采用了最常用的三层次结构，即地图项目、图层和图元。每一个电子地图项目可包含多个图层，每一个图层可以包含多个图元。对于通常情况来说，每个图层所包含的图元可以是不同的。而 VBGS 系统因本身的特殊性，目前系统所生成的地图中每一图层仅包含一种图元对象，不同的图层所包含的图元对象不同。

目前 VBGS 系统总共支持 8 种地图元素，共 9 种图元对象，即 VBGS 系统中一个地图项目最多包含 9 个图层。具体如下：

系统中每种地图元素对应一个存储测量数据的数据表，系统读取这些数据表来构造地图。因为有地图构建信息，所以对数据表名没有要求，只要该数据表结构满足要求即可。

目前，本课题已经完成一汽厂区周边 17km 范围内精准定位模型搭建，可实时查询包括路边界、花坛、公交站、交通灯、路灯、摄像头、交通标志、道路标志等厘米级位置信息；局部范围内可提供 2cm 高精度位置信息和相对位置信息。

3.2 分米级汽车主动避撞控制

3.2.1 分米级主动避撞控制架构

本仿真主要包括传感器、控制层、执行层三部分。其中传感层中雷达目标识别部分利用快速原型策略将实车雷达数据导入，在已经具备初步处理的雷达数据为基础，设计了基于分层控制的雷达目标提取算法；图像识别与分类部分在已经取得大量图片与视频库的基础上，利用 **OPENCV** 开源库进行目标的识别与分类；最后在稳定的识别目标状态的前提下基于模板匹配技术进行数据融合，提高目标状态数据的准确性，最终将 **CIP** 目标提供给控制层。控制层中将纵向控制与横向控制以纵向预瞄距离和横向预瞄距离为协调手段，以安全性、舒适性、燃油经济性为约束条件实现车辆的矢量控制输出，控制车辆的驱动、制动以及转向系统。执行层中基于车辆动力学仿真软件建立包括动力传递系统、制动系统、转向系统为主的车辆动力学模型，车辆模型的状态以反馈形式输出给控制层，实现车辆的前馈和反馈控制的结合。

3.2.2 传感器模型搭建

传感层主要工作是搜集目标运动状态信息，然后由雷达数据处理模块和图形处理程序并行运算，在雷达输出有效目标以及图像经过识别及分类输出目标信息的基础上实现融合运算，综合输出 **CIP** 目标的状态信息。

3.2.3 控制模型搭建

控制层主要包括轨迹规划以及车辆动力学控制两部分，其中轨迹规划模块输出规划状态、期望路径、期望速度等信息给控制模型，控制模型根据车辆状态与规划信息综合输出控制指令，彼此之间的关系如下图所示：

轨迹跟随控制模块包含四个输入变量及三个输出变量。四个输入变量分别为轨迹规划的规划状态（轨迹未更新则为 0，轨迹更新则为非 0 正整数，该整数为所更新轨迹的点数）、规划的路径、规划的纵向速度及车辆状态参数。三个输出变量分别为方向盘转角、加速踏板开度、制动踏板开度。系统需要以下两个参数：车辆参数及控制器参数。其组成如下表所示：

轨迹跟随控制的功能是：通过方向盘、加速踏板、制动踏板对车辆运动状态进行控制，使得车辆按照轨迹规划所计算出的路径与速度运动。在实现过程中，使用 C 编写纵向路径跟随控制算法，并以 **S-Function** 的形式嵌入 **Simulink** 环境。

3.2.4 执行器模型搭建

车辆动力学模型以 **Carmaker** 软件为基础，采用模块化系统建模，主要包括发动机系统、变速箱系统、制动系统、转向系统、以及轮胎系统等。**Carmaker** 软件平台如下图所示。为提高模型精度，建模过程中使用了实测的发动机万有特性曲线、变速箱换挡曲线和制动系统响应延迟等参数。

3.2.5 模型验证

(1) 前车静止

仿真条件：本车静止起动，两车初始相对距离 75m。

仿真结果：前车静止，当车辆加速到 **TTC** 小于安全距离时，制动停车。

由下图看出，本车速度 42km/h，相对距离 9.8m 时，系统发出制动指令，整个制动过程持续 1.75s，其中 **low_brake** 持续时间 0.6s，**high_brake** 持续时间 1.15s，车辆停止后与前车相距 0.8m。

(2) 前车匀速

仿真条件：本车静止起动，两车初始相对距离 75m，前车匀速 20km/h。

仿真结果：当车辆加速到 **TTC** 小于安全距离时，车辆制动到速度小于前车速度后制动解除。

由下图看出，本车速度 57km/h，相对距离 13.2m 时，系统发出制动指令，整个制动过程持续 1.6s，其中 **low_brake** 持续时间 0.6s，**high_brake** 持续时间 1.0s，车辆在速度小于前车后停止发送制动请求。

(3) 前车减速

仿真条件：本车静止起动，两车初始相对距离 10m，前车匀速 40km/h；

仿真结果：当两车距离为 45m 时，前车以 -2m/s^2 的减速度减速。

由下图看出，本车速度 55km/h，相对距离 18m 时，系统发出制动指令，整个制动过程持续 2.1s，其中 **low_brake**

持续时间 0.6s, high_brake 持续时间 1.5s, 车辆停止后两车相距 2.1m。

目前, 本课题已搭建了具备感知、控制和执行模块的完整汽车避撞模型搭建, 并对车辆精准控制参数进行了优化, 实现对车辆避撞的分米级精度控制。

3.3 车路协同汽车安全综合控制

车车/车路协同采用 VANET 网络通信技术, VANET (汽车自组织网络) 是专门为车辆通信而设计的网络, 将自组网技术应用于车辆间通信, 使司机能够在超视距的范围内获得其他车辆的状况信息(如车速、方向、位置、刹车板压力等)和实时路况信息, 从而采取及时的措施避免可能的危险。

通过车与车的通信和车与路边模块的通信, 开发车辆主动安全无线智能模块, 实现避撞预警应用。任意两个节点的距离只要足够近(例如 <300 米)就自动组网, 实现互相通信, 一旦距离超过一定值, 就停止通信。本系统由 2 辆车和 1 个路边模块, 一共 3 个节点组成的网络, 每个节点都装配有车际无线通信硬件模块。

3.3.1 车路协同控制机理及设计

车路协同控制系统开发严格遵循 V 字流程, 在 VANET 研究成果基础上, 进行协同控制系统软硬件开发, 并最终通过实车测试进行验证。

(1) 车路协同控制机理。

本课题考虑了 2 辆车存在情况, 根据交通规则确定告警车辆, 且同一时刻 2 辆车只有 1 辆车告警。

当两车运动状态达到某一告警阈值时进行告警, 具体告警规则如下:

- a) 两车对向行驶时, 不告警;
- b) 两车同向行驶, 后方车辆避让前方车辆, 后方车辆告警;
- c) 两车交叉行驶, 当状态一致时(同时转向或直行), 左侧车辆避让右侧车辆, 左侧车辆告警;
- d) 车辆左转时, 角速度为正; 车辆右转, 角速度为负;
- e) 转弯车辆避让直行车辆, 转弯车辆告警;
- f) 未开启转向灯时, 当车辆横摆角速度 ω 大于等于 $\Delta\omega$ 时, 认为车辆转向;
- g) 车辆开启转向灯且横摆角速度 ω 小于 $\Delta\omega$ 时, 横摆角速度取 $\Delta\omega$ 。
- h) 两车航向夹角小于 ΔH 时, 认为同向行驶;
- j) 两车航向夹角大于 $\pi - \Delta H$ 时, 认为对向行驶。

(2) 车路协同控制仿真。

a) 场景一(转弯避让直行)

车辆 1 左转, 车辆 2 直行, $t=0$ 时刻为车辆 1 转弯时刻。转弯车辆与直行车辆发生碰撞危险, 车辆 1 给予告警, 车辆 2 不予告警, 符合告警规则。

b) 场景二(交叉路口左转)

车辆 1 在交叉路口左转, 车辆 2 在交叉路口左转, 车辆 1 在车辆 2 右侧。初试时刻为车辆 1、2 同时转弯时刻。两转弯车辆发生碰撞危险, 右侧车辆优先通行, 车辆 2 给予告警, 车辆 1 不予告警, 符合告警规则。

c) 场景三(交叉路口直行)

车辆 1 为交叉路口直行车辆, 车辆 2 为交叉路口直行车辆, 车辆 2 在车辆 1 右侧。两直行车辆发生碰撞危险, 右侧车辆优先通行, 车辆 2 给予告警, 车辆 1 不予告警, 符合告警规则。

目前, 本课题已完成车路协同决策机制设计、车辆一环境仿真模型搭建和车路协同汽车安全综合控制模型搭建, 并完成了真实应用场景“2 车 1 路”的搭建和测试。

成果二: 新一代卡车先进安全技术平台预研

1、研究内容及技术路线

本项目研究内容包括：重卡约束系统匹配、感载式避撞系统开发、台车试验技术研究三方面内容。

1.1 进行卡车约束系统匹配研究

1.1.1 通过卡车整车碰撞仿真和约束系统仿真探索卡车碰撞过程中车体变形、加速度波形特征及假人伤害情况

本项工作由技术中心安全研究室独立完成，以 J6P 和 JH06 车型为研究对象，分别进行了不同速度（15km/h 到 40km/h）、不同碰撞类型（100%刚性墙碰撞、乘员侧 35%刚性墙偏置碰、乘员侧 30°角碰）的整车碰撞仿真，考察卡车碰撞过程中车体变形及加速度特征。同时，提取车体不同部位的加速度波形，作为气囊控制器（ACU）算法标定的输入条件。以仿真得到的加速度波形为输入条件，建立卡车约束系统仿真模型，考察假人伤害情况。

1.1.2 卡车约束系统实物匹配

卡车约束系统匹配由一汽技术中心和上海东方久乐合作完成，双方合作试制了 J6 卡车碰撞台车。同时，在约束系统仿真分析的基础上，选择合适的约束系统参数在 J6P 卡车上进行匹配，试制了卡车专用膝部气囊，通过台车试验验证约束系统对卡车驾驶员的保护效果。进行卡车台车试验属国内首次。

1.1.3 卡车整车碰撞试验

与北京中公高远（交通部试验场）合作，进行 J6P 重卡整车碰撞试验。将前期台车试验匹配的安全装备匹配在 J6P 整车上，进行卡车整车碰撞试验，以验证整车碰撞仿真及台车试验结果。

1.2 卡车感载式避撞系统开发

此项工作由技术中心独立完成，利用 TruckSim 建立 J6P 车辆模型和避撞控制模型，并将载荷作为输入条件重新设计 TTC 查找表，通过仿真实现各种载荷情况下的典型工况避撞系统开发。

1.3 侧面台车试验技术研究

侧面台车试验技术研究由一汽技术中心和天合汽车研发（上海）有限公司（TRW）合作完成。侧面台车试验目的是为了研发、评价汽车侧面安全保护措施（SAB/CAB、车门内饰和 EA 泡沫等），是侧面约束系统开发的关键技术之一。国际上侧面台车试验方法不尽相同，并且一直是侧面约束系统开发的核心技术，国内能够成功应用侧面台车试验技术进行约束系统开发的案例很少。一汽技术中心具备台车试验设备，但不具备侧面台车试验能力。通过与 TRW 合作，共同对一汽技术中心现有设备进行改造，形成一汽技术中心特有的侧面台车试验方法（易实现、重复性好、精度高）。

2 开发成果

2.1 提出卡车约束系统相关模块控制参数（E 货架），同时开发卡车专用气囊（A 货架）。

以 J6P 为平台考察转向柱、转向盘、驾驶员安全气囊、安全带、座椅等各模块性能表现，提出其性能控制参数，并成功应用到 J7 产品项目开发中；借鉴乘用车成熟模块开发卡车驾驶员气囊，创造性的开发卡车驾驶员侧分体式膝部气囊，成功试制样件并建立仿真标定模型，可直接应用于后续车型。

2.2 建立卡车约束系统开发流程，系统匹配后假人伤害满足 GB11551-2003 要求

参考乘用车开发流程，加固卡车台车，通过台车匹配卡车约束系统，考察假人伤害情况，并验证约束系统对假人保护效果，假人伤害指标满足乘用车标准 GB11551 要求。形成了重卡从整车碰撞仿真、约束系统仿真，到整车碰撞试验、约束系统台车试验，最后到气囊 ACU 算法、误作用试验的全过程性能开发能力，建立卡车约束系统开发流程，并支撑 J7P 项目，属国内领先水平。

2.3 开发感载式避撞系统并搭建仿真模型，形成卡车安全技术 R 货架，属国际先进水平；

成果三：A 级乘用车 NVH 性能正向控制技术研究

1 项目的预期目标

项目总体目标描述：依托 A 级车整车开发项目，进行 A 级车整车 NVH 性能正向控制技术、底盘 NVH 性能分析技术、车身快速建模及声学包设计技术、风噪声模拟控制技术的研究。

2.项目采用的技术路线及原理

课题以正在开发的 A 级车为研究对象，开展相关技术研究及性能控制工作。

2.1A 级车 NVH 性能正向控制技术研究

在 A 级车正向控制技术方面，合理定义整车 NVH 性能目标，同时应用 ASQ、TPA、VCS 等技术进行面向总成及关键零部件的 NVH 性能目标分解，并通过主观评价技术，结合 A 级车市场定位，进行总成 NVH 性能特

征研究，保证 A 级车正向控制技术研究工作地开展。

2.2 底盘隔振性能分析

根据课题的研究目标及内容确定技术路线是：组件级别的建模与模拟分析---系统级别的建模与模拟分析---整车级别的建模与模拟分析---整车操稳底盘方案的确定---操稳舒适性等不同底盘方案对道路噪声的影响分析与预测。

2.3 车身有限元快速模拟分析

全内饰车身 NVH 性能控制方面，利用已有技术基础，重点进行全内饰车身快速 CAE 模型建立及验证研究。目前可以对全饰车身进行建模分析，但是建模过程复杂，一些总成/部件在设计过程中的数据很难得到，这对于工程应用受到极大的限制，如何简化模型，快速建模是工程需解决的问题。声学包研究主要是通过对标方式研究声学材料的布置，分为发动机舱、乘客舱、行李舱、轮罩外等部位，运用试验方法来研究整车车内空气传播噪声性能。

2.4 A 级车声学包对标设计及模拟分析

应用气密性分析、声学包系统对标、风洞试验分析、混响试验分析、吸隔声传函分析和 CAE 分析技术对 A 级车声学包进行设计，以达到有效的控制动力总成、路面以及车外气流引起的驾驶室内 200Hz 以上中高频噪声。

2.5 风噪声模拟分析

在风噪声控制技术方面，利用车身 CFD 结果、运用 ACTRAN 等工具进行车内风噪声模拟技术研究，在开发过程中，利用不同阶段的模型风阻结果及车外流程分布，进行风噪声目标定义及控制研究。

3.实现预期目标所采取的技术措施：

基于技术中心 A 级车开发项目，以 A1、A2 为研究对象，以 Bora 为对标样车，对 A 级车 NVH 性能的正向控制技术进行研究。强化在概念设计阶段与详细设计阶段的 NVH 性能的正向控制技术研究，突出不同专业性能相关性研究，尽可能减少样车试制后的振动噪声问题。

拟从样车对标、确定整车 NVH 性能目标定义并采用 ASQ、TPA、VCS 等技术进行整车 NVH 性能目标到子系统和零部件的分解、采用车身结构快速建模技术、声学包性能控制技术、底盘道路噪声控制技术、风噪声控制技术和音响系统评价技术对 A 级车整车 NVH 性能进行控制，以达到预期目标。

4.项目研究内容及各创新点

4.1 A 级车 NVH 性能目标定义

样车对标、A 级车 NVH 性能目标定义与目标分解是乘用车正向设计的重要步骤。基于已有对标、目标定义技术，针对 A 级车把样车对标与目标分解做细化研究。研究的重点是 A 级车对标项目与如何把目标分解到可控程度。

表 1 整车对标与目标定义

工况

对标项目

整车

通过噪声

气密性

怠速/无负荷

车内噪声

方向盘振动

司机座椅导轨振动

怠速/带负荷
车内噪声

方向盘振动

司机座椅导轨振动

匀速
80km/h 车内噪声

100km/h 车内噪声

120km/h 车内噪声

二挡急加速
车内噪声

方向盘振动

座椅导轨振动

三挡急加速

车内噪声

方向盘振动

座椅导轨振动

Tip in/Tip out

方向盘振动

座椅导轨振动

表 2 总成、零部件对标与目标定义

部位

对标项目

总成与零部件

转向系

横向一弯模态

纵向一弯模态

进气系统

二挡急加速进气噪声

二挡急加速辐射噪声

排气系统

二挡急加速辐射噪声

排气系模态

排气系挂钩传递力

排气悬置刚度

动力总成悬置
刚体模态

悬置隔振率

悬置刚度

白车身
整体模态
一弯、一扭

局部模态
地板、顶盖、后轮罩外板

底盘连接点动刚度

局部弱点法向动刚度

车门
模态

局部弱点法向动刚度

行李箱盖
模态

局部弱点法向动刚度

发动机罩盖
模态

局部弱点法向动刚度

全饰车身
NTF

结构振动 FRF

隔声量

动力总成
动力总成一弯模态

悬置支架一阶模态

悬置支架总振动级

底盘
副车架模态与动刚度

控制臂模态

衬套刚度

声学包
结构

吸声系数

隔声量

4.2 底盘隔振性能分析

本课题结合技术中心 A 级车产品的开发，对 A 级乘用车道路噪声及其与操纵稳定性能系统开发问题展开研究。主要内容如下：

- (1) A 级车底盘结构件建模与模态分析和动刚度分析
- (2) A 级车及 Bora 车底盘前后悬架系统高频力传递特性的分析
- (3) A 级车与 Bora 整车声振传递函数对比
- (4) A 级车与 Bora 车身连接点对车内噪声的贡献量分析
- (5) 基于整车操稳及悬架 K&C 特性分析的底盘衬套主刚度的确定
- (6) 操纵性和舒适性底盘衬套方案的道路噪声对比
- (7) 操纵性和舒适性衬套方案的车身连接点力载荷对比

4.3 车身有限元快速模拟分析

车身结构 NVH 性能对于整车低频振动噪声有重要影响，汽车行业将车内噪声分为结构传播噪声与空气传播噪声，通常将 200Hz 以下界定为低频，在该频率段内振动噪声由结构引起，不能通过增加声学材料的方法加以有效的解决，因此在结构设计中，应避免产生低频振动噪声的因素。

对 A 级车平台车身结构振动噪声性能分析与结构设计同步，数据实时交换，根据分析结果与设计部门共同对地板局部、发动机罩盖、行李箱盖、包裹架、后轮罩外板、顶盖天窗部位等进行了修改，并对地板中央通道、包裹架部位进行了优化加筋。通过这些部位的改动，使得底盘连接点动刚度、覆盖件法向动刚度有所提高，基本达到新宝来水平，覆盖件局部模态频率提高，达到或接近新宝来水平。

4.4 A 级车声学包对标设计及模拟分析

声学包能够有效的控制来自动力总成、路面以及车外气流引起的驾驶室内 200Hz 以上中高频噪声。因此声学包的合理设计是控制驾驶室内噪声水平的核心技术之一。

在汽车开发过程的前期阶段，由于成本、重量、声学目标和包装部位等众多竞争要素的影响，汽车的声学包装的设计会非常复杂。通常在这个阶段，需给出整体声学包的设计规划，要根据整车性能的要求对声学目标进行定义，进一步分解对车辆上吸声材料、隔声材料、阻尼材料以及复合材料的几何尺寸、物理参数和声学指

标进行定义，为整车声学包装预留空间。对于声学包开发控制方面，国内主要汽车产品研发单位上海通用泛亚、北汽福田、广汽研究院、上汽技术中心、上海大众、江淮、东风汽车、重庆长安、奇瑞汽车、以及佩尔哲、立达、汉高、吉兴等内饰供应商均开始了声学包中高频噪声模拟技术的研究；国外汽车公司已经可以应用整车目标定义，面向声学包的目标分解、子系统性能控制的正向流程来进行产品开发，整车厂有能力通过控制声学包的性能参数，约束供应商开发周期及成本，具备声学材料及阻尼材料的性能测试分析能力，统计能量分析技术广泛应用，福特公司为了对汽车应用新材料实现轻量化，同时不影响汽车内部噪声水平，建立了整车声振系统的 SEA 模型，通过仿真分析获得了多种设计方案。

A 级车声学包 NVH 性能主要从以下几方面方法和手段来控制：气密性分析、声学包系统对标、风洞试验分析、混响试验分析、吸隔声传函分析和 CAE 分析技术。

4.5 风噪声模拟分析

计算对象：整车车身由于风噪引起的车内噪声。计算气动噪声的基本流程：

- 1、瞬态 CFD 计算
- 2、输出压力脉动或速度脉动数据
- 3、导入 CFD 结果、在声学软件中转化为等效声源
- 4、声学计算及后处理

5. 课题研究成果及分析

课题结合中心 A 级车产品开发项目对 A 级车整车 NVH 性能控制技术展开了研究，课题主要成果如下：

掌握了 A 级乘用车道路噪声模拟分析混合模型的建模方法，掌握了道路噪声响应、底盘前后悬架隔振特性、整车传递特性、底盘动态力及其对道路噪声的贡献进行分析的方法；对乘用车道路噪声与操稳性能两大性能的矛盾协同问题展开了研究，形成了在前期开发中对影响整车操纵稳定性与道路噪声性能的底盘隔振特性进行协同分析的方法；建立了用于道路噪声模拟分析的 A 级车整车混合模型、Bora 对标车整车混合模型、A 级车操稳方案整车混合模型及 A 级车舒适性方案整车混合模型。这些模型为产品后续结构及道路噪声的分析奠定了模型基础。

形成了车身结构振动噪声系统分析能力，建立了相应的模型数据库，分析能力达到了国际同步，实现了车身结构正向设计。

开展了 A 级车声学包性能分析技术研究工作，主要工作内容包括：气密性分析、声学包系统对标、风洞试验分析、混响试验分析、吸隔声传函分析和 CAE 分析技术。为 A 级车声学包 NVH 性能开发与控制提供了技术支持。

6. 结论

课题定义了 A 级车整车 NVH 性能目标，应用整车混合模型的建模与道路噪声模拟分析技术、车身有限元快速模拟分析、声学包性能分析技术和风噪声模拟技术，在 A 级车开发前期阶段对其 NVH 性能进行了优化设计，提出了改进方案。并在 1 轮样车上检验了 A 级车整车 NVH 性能的达标情况。

课题的整体目标是“A 级车按 ECE R51 标准测试：车外噪声不大于 73dBA；80km/h 匀速行驶车内噪声司机右耳 68dBA”。通过课题的工作实现了 1 轮样车通过噪声 72.7dB(A)；80km/h 匀速车内前排噪声 67.5dB(A)、后排噪声 67.6dB(A)。

课题已经达到既定目标。

成果四：乘用车悬架总成道路模拟试验技术

该课题结合自主红旗轿车 C131 后悬架总成，利用 MTS329 整车轴耦合道路模拟系统，制定了乘用车悬架总成 12 通道道路模拟试验方法，该方法应用试车场耐久道路载荷谱进行乘用车悬架系统模拟迭代，再现实际路面振动情况，真实考核乘用车悬架系统耐久性，拓宽了乘用车悬架系统台架试验认证手段，并与国际知名汽车制造商产品开发试验认证方法接轨；完善了液压制动辅助加载装置在道路模拟试验中的应用，并总结了安装、调试方法，为今后相同制动模拟试验提供作业指导；新设计的轮轴固定支架系统具有通用性、可换性、拆装方便的特点，局部夹具变换，可以满足 H 平台、A 级车、奔腾系列等不同新产品开发需求，为今后相同试验项目节省了试验周期及开发成本。

图 1 后悬架道路模拟试验

图 2 悬架台架与道路工况疲劳损伤比

应用疲劳损伤理论研究，综合考虑车轮及各零部件载荷、试车场可靠性试验规范各种工况，在常规保留典型路面工况加速基础上研究进一步加速载荷谱，加速后频率成分不变、保留原始信号 90%以上疲劳损伤。可以减少数据采集、处理时间，减少台架模拟迭代工况及试验验证台时，即节约成本又减少产品的研发周期。

图 3 加速载荷谱损伤比

工况
循环数
加速台时
目标台时
台时比

Case3
1367
241.5
276.8
87%

Case4
1980

利用乘用车悬架总成 12 通道道路模拟试验方法可以保证相同加载条件的台架模拟试验载荷与仿真计算结果分析对比，有效检验了仿真分析的准确性，增加了台架试验与载荷仿真分析专业的联系，提高了试验与计算分析的可靠性。

图 4 模拟台架试验仿真分析

图 5 模拟台架试验 CAE 分析

成果五：城市客车空气悬架系统及车架结构疲劳分析

1、空气弹簧非线性刚度模拟方法的建立

1.1 空气弹簧台架试验

由技术中心底盘试验室进行 CA6120URD2 客车前、后空气弹簧总成测试。试验参照 Q/CACBD-17.34101-2010《汽车悬架用空气弹簧总成台架试验方法》，通过台架试验，获得前、后空气弹簧特性曲线。

图 1、前悬架空气弹簧等压曲线

图 2、后悬架空气弹簧等压曲线

图 3、前悬架空气弹簧变压曲线

图 4、后悬架空气弹簧变压曲线

1.2 空气弹簧 AMESim 仿真模型的建立及非线性刚度的获取

充分考虑空气弹簧结构特点、内部气体间的相互作用、阻尼、温度及高度控制阀的开启与关闭等因素，建立了空气弹簧 AMESim 仿真模型，台架试验验证模型有效性的同时，进一步得到了空气弹簧工作状态下的载荷位移关系，为悬架分析提供输入条件。

通过前悬架空气弹簧等压曲线建立了其等压曲线响应面

通过后悬架空气弹簧等压曲线建立了其等压曲线响应面

通过前悬架空气弹簧变压曲线建立了其变压曲线响应面

通过后悬架空气弹簧变压曲线建立了其变压曲线响应面

图 15、空气弹簧 AMESim 模型与台架试验模拟结果对比图

2、整车状态下前、后悬架系统建模评价方法的建立

2.1 前、后悬架及车架静、动态载荷测试

以城市客车 CA6120URD2 为研究对象，进行扭转、正常行驶、转向、制动试验，测试前、后悬架各部件及车架应变、空气弹簧的位移及前后地板加速度，测试结果为整车状态下 CAE 仿真计算提供依据，通过调试有限元模型，最终确定前、后悬架系统模拟方法。

2.2 整车状态下前、后悬架系统建模

以空气弹簧 AMESim 仿真模型输出的空气弹簧非线性刚度曲线作为悬架系统的输入，考虑悬架系统各结构件之间的运动学关系，采用连接器单元模拟部件间的相互作用、梁单元模拟车身骨架、板壳单元模拟车架结构，建立了整车状态下前、后悬架系统分析模型：

2.3 计算结果与试验结果的对比分析

将整车试验中实测的典型工况动荷系数，加载在整车有限元模型中，通过计算结果与试验结果各典型工况的对比分析，调试有限元模型，使计算结果与试验结果在各使用工况中的对比趋势吻合。最终确定整车状态下前、后悬架系统建模计算分析方法。

(1) 平整水泥路工况

有限元计算中用垂直工况(根据地板实测垂向加速度加载,地板前部垂向加速度 0.4g,后部 0.3g,中部采用前后平均值 0.35g)来模拟农安试验场平整水泥路路段。

(2) 紧急制动工况

有限元计算中根据实测纵向加速度(实测地板纵向加速度 0.7g),加载水平纵向力的方法模拟农安试验场制动工况。

(3) 扭转工况

有限元计算中在整车右前轮处施加强制位移 100mm 模拟试验中的静态扭转工况

扭转工况应力计算结果与试验结果对比图

(4) 36m 定圆行驶工况

有限元计算中根据实测侧向加速度(实测地板侧向加速度 0.5g),加载水平侧向力的方法模拟农安试验场 36m 定圆行驶工况。

转向工况应力计算结果与试验结果对比图

采用整车试验与整车 CAE 仿真等技术手段,分析有限元仿真结果与试验结果在各典型工况中的对比趋势,

通过调试有限元模型的方法，最终确定整车状态下前后悬架系统建模分析方法。形成了空气悬架系统分析方法规范。

3、客车车架焊接结构疲劳分析方法的建立

焊接结构的有限元分析一直是一个研究方向，目前焊缝的评估方法标准也较多，如：

- 1、基于标准的焊缝疲劳分析（EUROCODE3,BS 7608,DS1612）
- 2、基于德国的 FKM 标准的焊缝疲劳评估
- 3、基于来自有限元分析的结构应力的焊缝疲劳评估
- 4、基于来自有限元的凹槽应力的焊缝疲劳评估
- 5、基于来自于有限元分析的节点受力的焊缝疲劳评估

大量的标准及文献对循环载荷提供了不同的评估方法，一些方法是基于名义应力的，另一些方法应用结构应力或是凹槽应力以及最新的应用节点受力。各种分析方法针对同一问题的结果不尽相同。

FEMFAT 程序中集成了几种焊缝分析方法，考虑如下影响焊缝疲劳强度的因素：

- 1、 缺口系数
- 2、 缺口 S-N 曲线
- 3、 缺口疲劳强度
- 4、 板厚的影响
- 5、 焊缝 Haigh diagram
- 6、 自动应力修正

焊缝疲劳分析中考虑的影响因素

焊缝疲劳分析中考虑的影响因素

焊缝疲劳分析中考虑的影响因素

利用 FEMFAT WELD 疲劳分析模块,考虑诸多影响焊缝疲劳强度的因素,建立了客车车架焊接疲劳强度分析方法,形成了空气悬架客车车架焊接疲劳强度分析规范。

成果六：越野车辆综合控制系统技术研究

完成综合控制系统架构设计

着眼于机动能力提高，车辆综合控制系统将在悬架、差速锁的机械结构及电控系统、变速器的型式及电控系统、发动机电控系统、行车制动控制系统、中央充放气控制系统等方面开展研究，进一步提高系统性能，并在整车电控系统中增加整车控制单元(VCU)，识别整车关键状态信息，协调各子系统进一步提高越野车机动性。

综合控制系统架构设计包括控制模式设计和各控制系统功能分配：

控制模式设计

VCU 通过两种模式实现对影响整车行驶状态的其他电控系统的综合控制：

独立模式

VCU 发布车辆信息(车速、整车质量等)、道路信息(坡度、不平度、摩擦系数)、环境信息(环境温度、交通状况、导航信息)，发动机管理系统、变速器控制系统、自动驱动管理系统、中央充放气系统、电控悬架系统等各子系统根据上述信息调整工作状态以实现整车性能最优、车辆的机动性最优。

强制模式

VCU 针对特殊状况协调多个子系统共同工作的控制模式。每一个参与的子系统都应根据特殊运行工况制定系列执行预案，并为每一执行预案进行编码，VCU 根据具体行驶工况为每一个子系统下达具体预案执行编码指令并强制子系统执行。

整车控制单元功能设计

车辆/道路/环境状态识别

驾驶员意图识别

VCU 感知影响整车运行状态的驾驶员指令，分析判断驾驶员意

动力系统管理

发动机最大扭矩管理

发动机最高转速管理

发动机动力输出对加速踏板的响应管理

电控可调悬架系统 (EHS) 功能设计

全新开发电控可调悬架，使其具备如下技术特征：

以金属弹簧与油气弹簧混合弹性元件获取最优弹性特性

具备感载功能

具备路面不平度识别功能

具备高度调节功能

具备阻尼调节功能

悬架控制单元与整车控制单元通讯功能

智能中央充放气系统(CTIS) 功能设计

以四个方面的功能开发提高中央充放气系统对于机动性的贡献度：

按照轴荷进行轮胎充放气压力变更

前后轴轮胎等速度极限充放气

最高车速控制

中央充放气控制单元与整车控制单元通讯功能

液力自动变速器 (AT) 功能设计

选换挡执行控制

基于行驶阻力的换挡策略

变速器控制单元与整车控制单元通讯功能

自动驱动管理系统(ADM) 功能设计

啮合齿的设计及制造

差速锁电子控制系统开发

防抱死制动系统(ABS) 功能设计

强化速度识别功能

自动制动/自动解除制动功能

针对主要技术难点的研究论证

路况识别研究

路面不平度识别

路面不平度识别的基本原理为通过悬架跳动行程识别车辆的不平度。理论公式下式。

上式中

—悬架的动行程均方根值；

、—车辆参数；

A—路面不同度系数

MV3 4×4 车型三种路面上试验结果见图 1。由图可知此识别原理可对路面不平度进行有效识别。

图 1 路面不平度识别原理检验数据

滚动阻力、路面坡度识别

本项目中要依靠滚动阻力判别车辆是否行驶在软路面，图 1 为识别原理及识别结果，图 2 给出了几种典型软路面的滚动阻力系数。由图可知，在滚动阻力系数>0.2 时可判定为软路面。

图 2 道路坡度及滚动阻力系数识别

坡路自动起步控制研究

坡路自动起步控制逻辑

本项目中，将进行坡路自动起步控制研究，该功能的实现需要发动机、变速器、差速锁管理系统、制动系统联合工作方能实现，是综合控制系统强制模式下功能之一。坡路自动起步控制策略见图 3。针对 MV3 4×4 车型，进行计算分析。车辆坡度起步过程见图 4。由分析结果可知，在 30% 坡度上，自自动起步指令下达时刻起，1.2s 可实现车辆起步。

图 3 坡路自动起步控制逻辑

图 4 起步过程模拟

快速中央充放气控制研究

为提高车辆的平均机动速度，本项目中以车辆行驶过程中进行充放气操作为前提。轮胎压力调整是耗时较长的过程，根据轮胎垂直负荷及路况以最快速度调整轮胎压力至合理值、保障车辆的通过能力和机动速度是中央充放气系统控制的最终目标。

根据道路情况 MV3 轮胎充气压力设定三种状态：公路、越野、软路面。轮胎充气压力转换模式共有 6 种，在控制系统开发中需根据轮胎特性分别制定控制目标和实施策略。根据使用需求，进行轮胎压力转换的原理图见图 5(图中数据均为真实数据)。

图 5 轮胎充放气压力控制

AT 控制系统开发

在 AT 变速器、离合器、阀类试验的基础上，目前完成各控制器、离合器基础控制软件开发，能够在试验台上完成增挡、减挡等动作，下一步将在试验台上完成 ALLISON 控制器对离合器、控制阀控制效果与本项目开发的控制系统控制效果对比，进一步优化控制策略。控制系统软件架构及开发状态见图 7，试验台上实测本项目开发控制软件控制效果见图 8。

图 7 AT 控制系统软件架构

图 8 AT 控制软件控制效果

成果七：整车操纵性能对 EPS 系统特性设定的研究

本项目围绕整车操纵性能对 EPS 系统特性设定技术展开研究工作，包括考察 EPS 性能的整车转向操纵性能主、客观评价体系研究、EPS 总成特性评价研究、EPS 控制策略研究及基于整车转向操纵性能的 EPS 总成特性匹配方法研究，具体技术路线如下：

首先，通过总结大量国、内外主机厂及 EPS 供应商的整车操稳转向性能主、客观评价试验规范，对规范中的评价工况进行分类总结。与现有的整车操稳转向主、客观评价标准进行对比，并考虑 EPS 控制策略的特点，增加涵盖目前市场上 EPS 系统所包含的主要控制功能的评价工况，增加针对转向力反馈特性的评价指标，形成完善的考察 EPS 性能的整车转向性能评价体系。

基于 Matlab/Simulink 搭建精确的转向系统机械部分模型及 EPS 执行器模型，并连同 EPS 控制策略功能模型及整车模型搭建 EPS 联合仿真平台。整车模型建模参数及转向系统机械模型参数由悬架 K&C 试验及 EPS 总成特性试验获取，轮胎数据由试验获得，并进行整车转向性能仿真与实车试验数据进行模型一致性验证，保证联合仿真平台的精度，以便进行后续研究。

EPS 总成特性试验方案主要是针对 EPS 系统机械部分特性参数的测试，所需试验主要包含 EPS 系统机械部

分模型所需参数（摩擦、刚度及阻尼特性等）的测试及模型验证工况，通过获得的试验结果保证 EPS 系统机械部分模型的精度。

基于 Isight 多学科仿真平台进行 EPS 控制功能参数与整车转向性能指标的灵敏度分析，并进行控制功能参数的虚拟标定，采用 Isight 平台实现灵敏度分析及虚拟标定工作的自动化运行。

针对 EPS 基本助力控制、补偿控制策略及无转角传感器的回正控制策略的研究，首先进行控制策略的原理研究，制定控制方案及控制框图，编写控制策略模型并对控制功能基于仿真平台进行验证，针对无转角传感器的回正控制策略进行实车验证，验证其有效性。

1.2 总成特性试验技术规范

EPS 总成特性包括机械特性、控制算法特性。其中，机械特性包括转向系统的传动比、刚度、摩擦、转动惯量、阻尼系数、传动效率等；控制算法特性包括随速助力特性、随速转向力特性等。

建立 EPS 总成特性试验技术规范，通过台架测试手段，提取 EPS 总成级特性指标，可应用于整车转向性能目标分解、转向系统性能对标并以此输入给供应商作为系统设计目标。

测试规范制订过程中，认真思考测试目标，基于目标制订试验方法。反复测试调整测试方法与测试步骤，最终形成技术规范。

EPS 系统虚拟标定流程的搭建

本项目基于现有的整车转向性能评价体系并考虑 EPS 系统特点建立 EPS 性能的整车转向性能评价体系；自主研发建立高精度转向系统模型，将 EPS 供应商提供的 EPS 控制逻辑模型嵌入整车仿真软件中，建立了模型在环的联合仿真平台。图 1 为虚拟仿真标定流程示意图。基于该平台，可以实现以下功能：

在样车试制之前实现对 EPS 功能的验证；

对控制模型中的控制参数进行虚拟标定，在试制样车之前完成 EPS 系统控制参数的部分释放；

对其他电控系统的标定，具有一定的借鉴意义。

图 1 基于联合仿真平台的 EPS 控制参数虚拟标定

转向系统模型

转向系统模型是本模型平台的重要环节，主要用于开发 EPS 控制策略并分析 EPS 总成特性对车辆性能的影响。转向系统机械部分模型以扭杆为分界点，包含力矩传感器上、下两部分的 2 个转动自由度。转向系统结构及其主要参数如图 2 所示。

图 2 EPS 系统转向系统模型架构

基于 Matlab/Simulink 搭建了 2 个转动自由模型，其中转向系统摩擦、刚度等参数由转向系统特性试验获取。

EPS 控制模型

EPS 转向系统控制模型主要包括电机模型，控制器助力特性，补偿特性等。

假定电机的转速由驾驶员决定。所以 EPS 控制模型的输入是驾驶员的转速输入和控制器的电压输入，输出为电流，或者直接输出转矩。电流的目标值通过助力特性曲线给出。经过一个理想的控制回路，采用 PID 控制器实现电压的决策。

图 3 EPS 控制器结构简图

EPS 模型与 CarSim 联合仿真平台

转向系统机械模型与 EPS 控制模型，搭建 Matlab/Simulink 模型，形成 Sfunction 函数，嵌入到 Carsim 软件中，建立联合仿真平台。

图 4 EPS 模型与 CarSim 联合仿真平台

EPS 控制参数敏感度分析

EPS 控制参数与汽车转向性能之间，存在多参数和多性能的相互影响，由于 EPS 控制参数和车辆性能指标均较多，实车匹配过程中在一个工况匹配好的控制参数，在另一个工况可能不适用，这减慢了 EPS 控制参数的匹配进度，加长了 EPS 系统的开发周期。为解决此问题，对 EPS 控制参数与转向性能进行灵敏度分析，确定转

向性能评价指标与 EPS 控制参数的影响关系，从而为 EPS 控制参数的实车调试和标定提供理论指导。本部分基于 Isight 软件对已经建立的 EPS 系统与车辆模型联合仿真模型进行 EPS 控制参数与转向性能的灵敏度分析，确定转向性能评价指标与 EPS 控制参数的敏感性关系，指导 EPS 控制参数实车调试和标定。同时，针对多点折线拟合曲线助力特性多个助力特征点设计难的问题，对多点折线拟合曲线助力特性进行转矩区域划分，确定转向性能与 EPS 助力特性具体转矩区域的灵敏度关系，指导 EPS 助力特性曲线的设计。

EPS 控制参数与转向性能灵敏度分析时，首先确定汽车转向性能及评价指标。经研究分析，确定从转向轻便性、转向操纵性、转向回正性能和转向力感特性四个方面对转向性能进行考察。随后通过仿真调试和转矩区域划分，确定灵敏度分析的 EPS 助力特性参数与电机补偿控制参数的基准水平值和变化水平值。最后，基于 Isight 软件，运用正交实验设计，并通过 MATLAB/CarSim 联合仿真平台进行仿真试验，进行 EPS 控制参数与转向性能的灵敏度分析，确定 EPS 电机补偿控制参数和助力特性具体转矩区域与转向性能的灵敏度关系。

经过分析，EPS 各个控制参数与汽车各种转向性能之间的灵敏度关系整理如下图：

图 5 EPS 控制参数与汽车转向性能的影响关系

EPS 控制系统参数优化

在 EPS 控制参数与转向性能灵敏度分析研究结果基础上，可以筛选出对转向性能敏感性较高的 EPS 控制参数，并对其进行优化。本部分基于 Isight 软件，使用粒子群算法对已经建立的 EPS 系统与车辆模型联合仿真模型进行 EPS 控制参数与转向性能的多目标优化，确定满足特定转向性能要求的 EPS 控制参数，为 EPS 控制参数的实车调试和标定提供依据。

要确定基于转向性能来优化 EPS 控制参数的整体方案，首先要确定考察的转向性能及优化目标。根据 EPS 控制参数与转向性能灵敏度分析结果，EPS 控制参数与汽车转向操纵性能的影响关系不大，优化时主要基于汽车转向轻便性、转向回正性能和转向力感特性优化 EPS 控制参数。在确定汽车转向性能优化目标时，考虑到国内外对转向性能评价主要以主观评价为主，对评价指标的理想值没有明确的定义。因此，转向性能优化目标确定时，选取国内某合资整车厂生产的一款装配有 EPS 产品的 A 级轿车作为对标车，并进行转向性能客观评价试验，将获得的客观试验指标值作为优化目标。随后，要确定优化的 EPS 控制参数及约束条件。优化的 EPS 控制参数确定时，依照 EPS 控制参数与转向性能灵敏度分析研究结果，选取与转向性能敏感性较高的 EPS 控制参数作为优化变量，并根据 EPS 控制参数的合理变化范围，确定约束条件。最后，通过优化确定达到目标性能时的 EPS 控制参数。优化时，将优化变量初始值导入联合仿真模型，按照设定试验工况进行仿真试验，通过转向性能指标处理程序，提取转向性能指标值。将仿真试验获得的转向性能指标值，与确定的优化目标进行对比，并结合控制参数约束条件，确定新的优化解，再次导入联合仿真模型循环进行试验，在规定迭代次数范围内确定满足转向性能要求的最优控制参数值。

某车中心区和高速回正性能在优化前后的转向性能评价指标如表 1 所示：

表 1 优化前后的转向性能评价指标

转向性能评价指标

优化前

优化后

优化目标

横摆角速度超调量 (%)

50.4

16.52

14.86

0Nm 侧向加速度(m/s²)

0.85

0.58

0.525

转向盘转角迟滞(°)

8.5

6.32

5.48

0m/s² 转向盘力矩梯度 Nm/(m/s²)

1.45

1.93

1.97

1m/s² 的转向盘转矩(Nm)

1.62

2.02

2.04

成果八：乘用车减振器调校技术研究

乘用车整车操控性、行驶平顺性很大程度上受减振器匹配性能的影响，本项目通过研究减振器内部阀系组成及设置规律，来分析获得理想减振器外特性的优化方案。通过研究整车在运动条件下，对于不同等级的路面输入、转向系统的输入、制动系统动作输入减振器运动特点的统计，来获得用户实际使用条件下的减振器工作行程及速度规律。参考国内外试验标准，制定整车操控、平顺性能主观评价规范，并从中提取针对减振器匹配的评价指标，制定减振器调校匹配流程规范。从而提升产品开发整车动力学性能的设计水平。

课题通过选取典型路面，对减振器在平顺性输入和操纵稳定性输入条件下的工作行程和速度进行统计分析。获得了减振器在各种不同工况下的运动规律。为乘用车主观评价及底盘调校典型路面及工况的选取提供了客观依据。图 1 为项目采用的技术路线及原理。

图 1 项目采用的技术路线及原理

此外，课题还使用 AMESim 软件建立了减振器液-固耦合流体模型，能够将减振器油液粘度、油液密度、活塞孔径、阀片刚度、弹簧预紧力、充气压力等减振器参数进行 CAE 虚拟实现和改变，进而分析各参数改变对减振器外特性的影响水平。提高了减振器实体调校的工作效率。

通过对大量减振器的实物拆解和性能测试，了解了各不同厂商生产的减振器的结构特点及其持有的性能优缺点，掌握了主流减振器的结构组成及其内部阀系的调整方法，能够通过调整对阀系零件参数的调整，获得理想的减振器外特性曲线。实现了技术中心减振器调校技术从无到有的转变。

本项目的研究成果在 A 级车、V501 两个项目中得到了充分的应用，并在此基础上，建立了完整的减振器本体调校和减振器整车匹配 CAE 分析方法和实车应用技术体系，形成了标准和规范，提升了技术中心乘用车底盘调校技术水平。

课题主要研究内容点：

(1) 典型公路上 A 级车悬架运动特性统计

减振器阻尼特性影响了汽车的操稳性能、转向性能及乘坐舒适性能，而减振器阻尼特性又是通过模型车及样车的底盘调校，利用主观评价手段，在不同的操稳、转向、舒适及其它的性能评价项目操作中调整其阀系组合，找到理想的阻尼性能曲线。

本课题立足 A 级车，着眼于解决减振器调校对车辆乘坐舒适性的影响，通过课题研究对于 A 级车常用公路状况的统计分析，摘选出具备典型特点的公路路段，重点研究 A 级车减振器在此典型路段上的运动特性，从而指导减振器的调校，提高 A 级车乘坐舒适性能。

我国公路行业根据道路的使用功能、行车速度、服务水平等指标将道路分为：高速公路（一级公路）、二级

公路、三级公路、四级公路、等外路。高速公路平均 IRI 值为 1.44m/km，二级公路平均 IRI 值为 1.88m/km。高速路的 IRI 值最小，路面平整度最好，一级公路次之，而二、四级公路的 IRI 均值差距不大，这说明该地区这两种等级公路的平整度状况相当，差异非常微小，三级公路和等外公路的 IRI 值较前几类公路要大。

根据东北地区道路的分布状况，采用物元分析方法，建立物元可拓评价模型，选取长春为主枢纽的典型地区，并以此为中心向周边地区展开，利用层次划分和模糊聚类方法从道路数据库中进行抽样，选取出东北地区规划的典型路段。典型路段的选取结果见表 1。

表 1 东北地区选取的典型路段

路段名字
技术等级
IRI
m/km
标准差
ClassA (%)
ClassB (%)
ClassC (%)
ClassD (%)
平均车速(km/h)
PSD
斜率
PSD
截距
采集长度

吉林_G12 长吉高速_1

高速公路

1.467

2.093

83.71

13.85

2.40

0.04

97.410

-1.163

1.914

29522.056

吉林_G010 扶余至长春_3

高速公路

1.490

1.595

82.47

16.00

1.38

0.15

99.823

-1.125

1.690

32486.946

吉林_S206 九台至万昌_1

一级公路

1.817

1.804
84.81
13.30
1.77
0.11
65.173
-1.388
3.861
4267.000

吉林_G303 通化至梅河口_7

一级公路

1.405
2.054
83.79
14.04
2.13
0.04
94.450
-1.071
0.986
31470.705

吉林_G201 通化至白山_1

二级公路

1.620
1.546
83.10
15.23
1.52
0.13
77.205
-1.175
2.806
16980.359

吉林_S101 长春至吉林市_1

二级公路

2.570
2.234
81.07
13.67
3.58
1.50
55.836
-1.650

21.163

16888.937

吉林_S201 集丹线太平_1

二级公路

2.283

2.959

81.03

16.16

2.68

0.13

59.372

-1.887

14.427

15970.790

吉林_G302 吉林至长春_1

三级公路

1.780

2.235

78.65

19.34

1.91

0.11

73.693

-1.320

3.335

22567.174

吉林_G302 劝农山至长春_5

三级公路

2.004

1.563

77.78

18.91

3.14

0.17

67.322

-1.335

4.348

21822.220

黑龙江_S202 绥化至北安_5

四级公路

1.427

1.844

81.56
17.41
1.03
0.00
81.896
-1.221
2.074
2700.000

辽宁_S105 调兵山_6

四级公路

2.154
1.730
73.46
23.70
2.72
0.12
55.342
-1.377
4.963
7300.000

黑龙江_S303 北安五大连池

四级公路

2.684
2.462
63.92
23.32
10.10
2.52
80.263
-1.540
13.448
4999.050

(2) 操稳、平顺性典型工况下 A 级车减振器运动特性分析

减振器的阻尼特性取决于减振器的运动特性。减振器的运动特性包括：减振器的速度特性和减振器的位移特性。在不同的行驶工况下，减振器的运动特性呈现出不同的特点。

乘用车减振器调校技术研究课题，通过研究 A 级车制动、中心区转向、常速行驶以及高速行驶四种工况下的减振器运动特性，重点分析 A 级车减振器在整车中的运动特点，从而指导减振器调校，提高减振器调校的效率。

通过对减振器位移特性进行统计分析，研究 A 级车减振器在整车中的运动特点，具体统计结果参加图 2。

图 2 减振器工作范围分析图

对比说明，把速度特性当做影响阻尼特性的唯一因素有一定的局限性，从图 2 中减振器速度的工作范围图可以看出，在常速行驶工况下需要低阻尼，而实际得到的是高阻尼；在制动工况下需要高阻尼，但实际给出的

是低阻尼。减振器位移的工作范围图则表明，以行程对需求进行分类是相对成功的。

(3) 减振器液-固耦合建模及技术参数灵敏度分析

通过对 A 级车前减振器进行拆分，掌握其结构组成，主要包括以下几个部分：活塞、活塞杆、油封、工作缸、底阀、储液缸等。其中活塞上下分别有复原阀片和流通阀片，底阀上下分别有补偿阀片和压缩阀片，工作缸内部充满减振器油液，储液缸下部是油液，上部充满了低压氮气。

减振器特性包括其内特性与外特性。内特性指的是在减振器运动过程中，内部油液的压强与其流量之间的关系，可以较好的反映减振器内部油液的流动状态。外特性指的是减振器运动过程中所产生的阻尼力与其位移、速度等运动状态量之间的关系，可以从外部较好的反映其阻尼特性。其中阻尼力与位移之间的关系曲线称为示功图，阻尼力速度特性之间的关系曲线称为速度特性曲线。

目前，国内外对于减振器的特性仿真的研究建立了以下三种模型：物理参数模型、等效参数模型与非参数化模型。本研究采用的是利用 AMESim 软件建立的物理参数模型，并在 MTS 试验台上对减振器进行正弦测试，得出该减振器的示功图与速度特性图试验曲线。通过对减振器内部油液流动状态的分析，可得出其液力系统总图如图 3。

图 3 减振器液力系统简图

在上图中包括了减振器的上腔、下腔、补偿腔、复原阀总成、压缩阀总成等，同时该图也包括了复原阀总成和压缩阀总成内部结构的细节信息（各种孔口、缝隙、单向阀），此外也分析了减振器上下腔以及补偿腔内的压力、体积、充气压力、充气体积、油液密度和各种尺寸信息。

(4) 基于 AMESim-Isight 减振器阀系参数优化分析

在进行减振器结构参数 DOE 试验与优化之前，将减振器 AMESim 模型参数导出是必要的一步。AMEPilot 提供给 AMESim 用户一个非常容易在 AMESim 环境之外运行 AMESim 模型的方法。使用该工具可以非常容易的更改模型参数，并对仿真结果进行后处理。Export 模块工具用于以一种适合 AMEPilot 使用的格式来设置参数。当使用 AMESim 和 isight 进行 DOE 试验和优化研究时，首先要使用输出模块，然后再使用设计探索/优化模块用 AMEPilot 来控制仿真过程。图 4 为我们建立的减振器的 AMESim 模型。

图 4 减振器 AMESim 模型

基于 AMESim，我们主要做了以下几方面工作：

- (1) 探索了 AMESim 与 Isight 两个软件的联合仿真方法，充分利用两个软件各自的优势解决工程实际问题。
- (2) 在原有减振器模型基础上加入适当的控制部分，建立了适用于优化探索的减振器仿真模型。
- (3) 对减振器结构参数进行了 DOE 试验，提取出 10 个影响减振器性能的关键参数，并将其作为优化过程的设计变量来进行优化。

- (4) 利用 Isight 建立了稳定的集成流程，给定一条减振器阻尼特性曲线，通过该模型即可优化出一组减振器关键参数，实现逆向设计，大大缩短开发时间。

- (5) 所获得的优化结果将应用于指导减振器预期特性的阀系设置和产品研发，对 A 级车减振器匹配和乘用车减振器调校技术提供理论帮助。

(5) 减振器热-液-固耦合建模与温度特性仿真研究

通过拆装减振器、理解减振器热量的传递过程，在此基础上利用 AMESim 软件建立减振器热-液-固耦合模型，通过选取子模型、调试参数，获得热平衡过程，得到温度特性的仿真结果，与试验数据相比较，以此来验证所建模型的正确性。利用精确的模型来分析温度对减振器外特性（示功图、速度特性图）的影响。

利用 AMESim 建立的减振器的热-液-固耦合模型，对阻尼孔摩擦生热、系统热传导与热对流等热力学现象进行仿真，成功模拟出系统达到热平衡状态的过程，仿真计算了随着温度的改变减振器性能的变化情况，画出了减振器示功图、速度特性曲线随温度变化的趋势，通过与实验结果对比对仿真结果进行验证，并得到以下结论：

- (1) 利用 AMESim 建立的热-液-固耦合模型能够正确地模拟减振器热力学特性，与实验结果吻合良好。
- (2) 在建模过程中对减振器系统热力学机理的探讨与简化是正确的，为今后其他系统的热力学建模提供了依据和经验。

(3) 模型将应用于指导减振器热特性预测和产品研发以及 A 级车减振器的匹配工作，为乘用车减振器调校技术提供技术支持。

图 5 温度特性图（试验数据）

图 6 温度特性图（仿真数据）

(6) 乘用车减振器结构与阻尼特性调校研究

以某款双筒式减振器为例，剖析减振器的结构及减振器调校的实现原理。减振器内部阀片结构为减振器提供阻尼力的核心，减振器通过不同的内部阀片组合以获取的不同的减振器特性，满足车辆性能要求。不同的减振器厂商的阀片体系各有不同，在拉伸和压缩的控制上，也有或大或小的差异，但现在主流的减振器原理均相似，通过不同的阀片组合得到需要的结果。同时，不同的阀片体系对应有不同的优缺点，对阻尼力的控制精度也各有不同。对于主机厂，研究减振器结构能够大大提高产品选用时对性能的控制，以最大化获取预期的目标性能。

图 7 双筒式减振器的典型构成

减振器内部阀片结构为减振器提供阻尼力的核心，减振器通过不同的内部阀片组合以获取的不同的减振器特性，满足车辆性能要求。除了上面举例的这种组合形式，不同的减振器厂商的阀片体系各有不同，在拉伸和压缩的控制上，也有或大或小的差异，但现在主流的减振器原理均相似，通过不同的阀片组合得到需要的结果。同时，不同的阀片体系对应有不同的优缺点，对阻尼力的控制精度也各有不同。对于主机厂，研究减振器结构能够大大提高产品选用时对性能的控制，以最大化获取预期的目标性能，作为一道必须的屏障，保证车辆的性能开发的正常有序进行。

成果九：H 平台整车 HIL 系统测试自动化技术研究

H 平台整车 HIL 试验室结合 H 平台车型，完成如下技术开发内容，实现从单纯设备投资到自身技术和能力提升，通过自主自动化测试开发，高效的将投资设备应用于现生产车型，服务于设计、服务于生产。

1. 实现国内首套高级乘用车整车级自动化测试及结果分析技术

完成车辆主动安全系统测试（如 ACC、ESP、EMS 联合控制性能测试）工况设计、自动化测试实施及结果分析；完成故障模式下各个总成协调控制性能测试及结果分析；完成多个控制系统之间协调控制性能的分析；完成测试辅助场景设计，如整车模型、交通环境模型、驾驶员模型等。

2. 制定乘用车整车电子电气自动化测试流程

通过完成 H 平台动力总成、底盘安全、主动安全电控系统自动化测试程序设计、序列离线搭建、在线调试、测试实施、测试结果分析及跟踪等工作过程，以及积累的项目经验，制定一汽自主的乘用车整车电子电气自动化测试开发流程。

3. 建立国内首个平台化乘用车电控系统自动化测试用例库

为了提高自动化测试程序的通用性，方便测试脚本的平台移植，通过制定整车电子电气测试术语词典、统一测试规范描述、完善测试序列 BaseLib 库，以实现电控系统自动化测试用例库的平台化要求。

成果十：纯电动车电磁兼容技术研究

通过纯电动车整车及车载状态下关键电气总成电磁兼容（EMC）测试，从测试方法和标准、关键电气部件 EMC 指标设计及验证、控制管理流程等几个方面，针对电动车关键电子电气零部件、整车提出从设计到认证的系统化方法，包括完整的 EMC 测试标准与设计规范，以及全开发周期 EMC 指标管控流程，主要成绩如下：

1、掌握了纯电动车整车和关键动力系统的 EMC 试验方案、测试技术和评价方法；

2、通过对电动车关键类电气零部件的发射、抗扰测试方法、设备及评估准则的研究，掌握了纯电动车高压部分 EMC 设计的关键技术，改变了现有的遇到问题解决问题的方式，得到了高压部分 EMC 设计的关键点，缩小了与发达国家的差距，有效的实现了电动车整车成本的合理控制；

3、集团内部首次制定了纯电动车关键电气零部件（电机控制器、电池控制器、电动空调）及整车 EMC 测试规范、测试负载搭建及失效评估准则；

4、研究纯电动车系统级控制管理流程及各阶段需达到的技术指标。结合实车开发，将设计指标自顶向下分解到部件，建立了纯电动车零部件和整车研发过程中的系统级 EMC 指标管控流程；

电动车整车 EMC 特性分析

目前，国内针对电动车纯电动模式 EMI 测试工况定义比较模糊（GBT 18387），仅描述出实际平路路况模拟的要求。而通过实际测试发现对于电动车整车低频电场/磁场辐射发射测试发现：

不同路面阻尼对整车发射影响很大；

在暗室中测试屏蔽转鼓输出扭矩与实车驱动电机（TM）电机输出扭矩存在误差导致辐射发射测试重复性差；

通过共五轮整车电场辐射抗扰、CISPR 12 整车对外电场辐射发射、低频电场/磁场辐射发射测试（不同载荷）测试发现：

对于整车辐射抗扰测试（EMS），电动车较传统车 EMC 测试无区别；

低频电场/磁场辐射发射测试，发射强度随着驱动电机输出扭矩的增加而变大，但是超过一定阈值后区域平稳，总体发射特性呈现均值平稳及峰值杂乱无章的宽带信号发现特性；

电动车关键电子电气总成 EMC 特性分析

组成电动汽车动力系统的主要器件（电机控制器、DC/DC 和电池管理系统等）组成结构和控制策略等都非常复杂，对动力系统电磁干扰形成机理及耦合途径等的分析非常困难，特别是研究如何降低车内电磁干扰强度的问题，及优化整车电磁环境的有效工程化方案，具有较高技术难度。电动汽车整车和主要动力器件电磁兼容过程中，整车和动力器件工作状态的选择、特定工作状态的模拟和实现，对 EMC 测试结果具有重要影响，而测试过程中关键评价指标和评价变量的选取和监测等，目前尚无完全参考和借鉴的标准和规范；

在零部件 EMC 测试中，可能会用到模拟负载来代替电机，可能会对 EMC 测试结果有影响。主要可能的影响是辐射发射，故仿真集中在辐射发射方面。

使用 EMC Studio 建模仿真，分别建立同样的驱动电路下，使用真实电机和模拟负载的 EMC 测试环境的模型，对比其 EMC 特性的差异。

电机 EMI 特性 CAE 分析模型

电机 EMI 特性 CAE 分析结果

通过 CAE 分析结果，基于与相关设计人员的技术交流，制定了一套纯机械阻尼负载的电动车关键电子电气总成零部件级 EMC 测试方案。测试方案布置如下图：

电机 MCU EMC 测试方案

其中针对电源系统、负载模拟系统及通信系统分别进行了具有针对性的布置方案。

电动车 EMC 指标管控流程

建立了电动汽车系统级 EMC 控制管理流程及各阶段需达到的技术指标，量化电动汽车的电磁兼容需求并分解到关键子系统，以规范化的方法进行设计，可提高整车 EMC 的一次性通过率，缩短研发周期和降低成本，并突破国外整车厂在电动车 EMC 控制管理流程、测试评估分析、关键系统设计技术等方面严格保密的技术壁垒。

这种全开发周期的电磁兼容技术，将填补国内目前这一领域的空白，实现测试标准化、设计规范化、管理过程化，大大降低开发成本和周期。其中的关键技术和主要创新点在于，采用自顶向下的设计原则，量化电动汽车的电磁兼容需求并分解到关键子系统，采用规范化的方法进行设计，在设计阶段扼杀电动汽车的整车电磁兼容性问题。

对比分析电动车同行整体电磁兼容控制管理经验，结合国内整车产品开发流程的特殊性，在电气零部件、整车的研发阶段，融入电磁兼容设计思想的研发流程即系统级电磁兼容管理，如下图所示为整车电动汽车电磁兼容性控制管理流程：

电动车整车 EMC 指标管控流程

整车 EMC 开发流程主要分为整车级、零部件级及数值仿真分析（CAE）三大部分，是涵盖从设计阶段直至量产（SOP）阶段的工作内容。其中整车/零部件级 EMC 测试在部分阶段是可以并行工作，而 CAE 分析是伴随整车电气系统整个开发过程而进行的。

零部件级总的 EMC 流程如下图所示：

电动车电子电气零部件 EMC 测试流程

其中在前期设计输入信息后，定义零部件级 EMC 测试规范、测试计划模板、要求进行零部件级 EMC 测试的电气零部件列表及初步整体 EMC 风险分析，而后供应商基于此规范及模板编制测试计划，FAW 对计划进行评审。测试计划中需详细规定：屏蔽负载的搭接方式、EMI 频段/限值、EMS 频段/场强、测试工况及失效评估准则等。

在零部件装车前共需进行两轮零部件级 EMC 测试，包括 DV 阶段的 B 样品和 PV 阶段的 C 样品都需要进行零部件级 EMC 测试。

整车级 EMC 测试主要包括：定义 EMC 指标、制定 EMC 测试计划、准备测试、实际测试分析及整改。

电动车整车 EMC 测试流程

其中实际整车测试分两部分：车载状态下的零部件级及整车全功能的整车级 EMC 测试。

车载状态下零部件级测试是评估零部件在零部件级 EMC 时存在未通过项时考核其装车后对整车 EMC 指标的影响。由欧洲同类 OEM 早期的研发经验可知：影响整车 EMC 指标主要由车载电气零部件自身 EMC 指标和整车电气系统集成（部件、接地、搭铁及线束布置）决定。所以在此接地进行 debug 测试及整改需整车厂及供应商对应的电气工程师、EMC 工程师负责。

另外一项整车 EMC 测试为测试评估整车电气系统 EMC 指标，整车电气系统设计开发从设计图纸直至 SOP 阶段共需进行五轮整车级 EMC 测试，每轮测试时间最少进行 4 周时间，不大于 10 周时间（不影响整车总体开发进行）。

整车级首次 EMC 测试开始时间点是随着整车总体电气系统开发进度而伴随实施的，首次进行整车级测试的样件状态至少为 100% 基本功能（动力、网络系统）70% 舒适娱乐功能。测试总轮数可根据每轮测试结果进行调整，其中每轮测试间需要预留大约 10 周时间以便 OEM 或相应供应商进行整改。

电动车整车 EMC 测试及整改分析总体时间计划

成果十一：变速器总成 NVH 性能正向设计技术研究

在变速器总成 NVH 性能正向控制方面，主要研究内容包括变速器关键零部件的模态分布表设计、齿轮传动系统低传递误差设计、变速器动态载荷预测、变速器总成振动噪声宏观优化、变速器振动噪声主要敏感参数稳健性设计、齿轮噪声检测技术研究和变速器振动噪声故障诊断技术研究等。通过实现汽车变速器总成 NVH 性能正向设计，建立变速器 NVH 性能“V 型”正向设计流程和相应的技术规范，建立变速器 NVH 性能与结构设计、可靠性设计、材料工艺和传递效率等相关专业的沟通机制，从而完善汽车变速器开发体系。

1.1 齿轮传动系统传递误差精确模拟技术研究

建立齿轮传动系统传递误差精确模拟模型，包括齿轮副参数模型、变速器壳体模型和齿轮传动系统模型，通过传递误差峰-峰值进行齿轮副静态评价，并为变速器总成内部激励模拟提供基础模型。

齿轮传动系统传递误差模型

齿轮传递误差优化结果

1.2 变速器内部动态载荷 CAE 预测技术研究

利用 MASTA 软件进行多工况变速器总成内部载荷的 CAE 预测，能够进行齿轮啮合刚度、齿轮轴系模态、齿轮错位量、轴承载荷和齿轮单位啮合力等分析，建立了变速器“啸叫”噪声“产生—传递—辐射”中前两个环节的预测评价体系。

30%负荷下 6 档齿轮啮合刚度 30%负荷下 6 档齿轮错位量（蓝线）

1.3 变速器总成振动噪声宏观优化技术研究

首次提出了变速器轴承动刚度模拟方法和单位激励下变速器壳体辐射噪声模拟方法，掌握了壳体加筋、壳体鼓包、轴承动刚度优化和尺寸优化等优化方式，并完成了 6MT270 变速器壳体结构声学优化。

壳体鼓包优化 壳体加筋优化

1.4 变速器振动噪声主要敏感参数稳健性设计技术研究

探索了齿向修形参数优化、齿形修形参数优化、对角修形参数优化和错位量影响因素分析等分析计算，基于传递误差进行了齿轮齿面微观设计参数影响研究和轴承安装误差错位量影响因素分析，掌握了变速器“啸叫”噪声控制策略和措施。

档齿轮齿向修形 档齿轮齿形修形

1.5 变速器总成多体动力学模拟技术研究

首次提出了变速器总成多体动力学模拟方法，缩短了变速器有限元模型矩阵缩减和变速器表面速度级结果矩阵恢复计算时间，能够进行变速器表面速度级评价，并为变速器辐射噪声模拟奠定了基础。

1.6 横置变速器总成噪声试验台架开发

完成了试验台架总布置设计，通过专用卡具设计和专用卡具试制，开发了横置变速器噪声试验台架，实现了高转速横置变速器总成噪声台架试验，并完成了 6MT270 变速器总成“啸叫”噪声试验。

2、获奖成果简介

序号	奖励证书编号	成果名称	获奖类别	获奖等级	获奖类型	完成人员（固定人员排序）	完成情况
----	--------	------	------	------	------	--------------	------

成果简介：

3、发表论文一览表

序号	论文名称	作者	刊物名称	卷、期、页	刊物类别	收录类别	完成情况
1	轿车后副车架多轴疲劳分析	程稳正\曹征栋\ 于长清\霍福祥	汽车技术	2013 年第 6 期 p6—9	国内重要刊物	其他	第一完成人 （非独立完成）
2	汽车发动机排气系统动力减振器研究与应用	陈晓梅, 朱光贞, 牛文博, 孔祥瑞, 张紫广	汽车技术	2013 年 11 月 p19-23	国内重要刊物	其他	独立完成
3	基于弹簧-质量模型的碰撞概念建模及分析方法	李亦文、郝玉敏、 李红建、姚宙、 李行	2013 中国汽车工程学会年会论文集	ST004p625-6 28	国内重要刊物	其他	第一完成人 （非独立完成）
4	基于简化模型的汽车前端结	姚宙、郝玉敏、	2013 中国汽车	ST004p636-6	国内重	其他	第一完成人

	构优化改进	刘莉、李红建、朱学武	工程学会年会论文集	40	要刊物		(非独立完成)
5	A Precise Positioning System Based on DGPS and GIS for Automatic Driving Vehicle	张建国 李红建 刘斌	Applied Mechanics and Materials	Vols. 416-417 (2013)p776-780	国外刊物	EI 收录	第一完成人 (非独立完成)
6	商用车动力学计算中的车架建模	程超、卢炳武、秦民、张延平、刘春燕、郝文权	计算机辅助工程	第 22 卷 Z1 期 p111-114	国内重要刊物	其他	独立完成
7	Affect of Power Consumption Decline of Air Compressor on Oil Saving of Heavy-duty Vehicle	Wang Xuan-feng, Shi Guang, Huang Chao-sheng, Wang Ming-yue, Wang Zhe	The 9th IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC 2013)	论文集 p221-225	国外刊物	EI 收录	独立完成

4、发表专著一览表

序号	专著名称	作者	出版社名称	专著类别	完成情况
----	------	----	-------	------	------

5、获发明专利一览表

序号	专利授权号	专利名称	获准国别	国家	完成人员(固定人员)	完成情况
1	ZL201020600298.7	悬架性能试验辅助装置	国内	中国	程超, 秦民, 蒋永峰	独立完成
2	ZL201320127992.5	一种与缸体集成的增程式发电机结构	国内		李骏	独立完成
3	ZL201320093247.3	一种使用复合电源动力系统的混合动力汽车	国内		李骏	独立完成

6、新药证书、生产批件或软件登记一览表

序号	编号	名称	国别	国家	类型	完成人员(固定人员)	完成情况
1	2013SR071956	车辆悬架 K&C 仿真分数数据处理软件	国内		软件登记	秦民, 蒋永峰, 金陵鸽	独立完成
2	2013SR028594	汽车客观评价-中心区转向试验数据处理软	国内		软件登记	秦民, 蒋永峰	独立完成

		件					
--	--	---	--	--	--	--	--

7、新产品、新工艺、新技术一览表

序号	名称	认定部门	类型	完成人员(固定人员)	完成情况
----	----	------	----	------------	------

8、标准与规范一览表

序号	编号	名称	发布部门	类型	完成人员(固定人员)	完成情况
1	Q/CACDC—56—2013	N类车方向盘怠速振动测量方法	中国第一汽车股份有限公司	标准	轧浩	独立完成
2	Q/CACDP—3—2013	N类车发动机悬置系统振动测量方法	中国第一汽车股份有限公司	标准	轧浩	独立完成

9、科技成果鉴定一览表

序号	编号	名称	鉴定部门	完成人员(固定人员)	完成情况
----	----	----	------	------------	------

10、技术成果转化经济效益一览表

序号	成果编号	成果名称	完成人员(固定人员)	完成情况	转化企业	经济效益(万)
1	01	H平台整车HIL系统测试自动化技术研究	周时莹	非第一完成人(非独立完成)	中国第一汽车集团公司	300
2	02	汽车载荷谱技术	李建群,姚鹏,轧浩	第一完成人(非独立完成)	中国第一汽车集团公司	300
3	03	全驱越野载重车振动性能研究	卢炳武,轧浩,赵凤君	第一完成人(非独立完成)	中国第一汽车集团公司	1000
4	04	A级乘用车NVH性能正向控制技术研究	刘英杰,赵伟,邓建交	第一完成人(非独立完成)	中国第一汽车集团公司	500

11、仪器设备的研制和改装一览表

序号	仪器设备名称	自制或改装	开发的功能和用途(限100字以内)	研究成果(限100字以内)
1	整车车外风噪声源定位阵列	自制	该阵列基于Beamforming技术,采用64通道半圆形阵列,在车辆侧面远场进行声压测量,可以定位出整车车外的噪声源分布,目前已应用于HS7、H7的风噪声对标测量试验。	填补了中心在整车车外风噪声源识别技术方向的空白,掌握了风噪声源识别测量距离远时动态范围降低、风速对声源漂移误差的修正关键技术。在几乎不增加风洞使用费用的前提下完成整车车外风噪声源的识别工作。
2	车内噪声源识别的手持单层阵列	自制	该设备由阵列主框架、吸声材料、手柄、支柱底座、及支柱组成,在阵列反面,可将吸声	填补中心在车内噪声源识别技术方向的空白,在频率100Hz以上,信噪比大于0dB的环境,即背景

			材料安装在支柱上并用配套垫圈固定，直接吸收来自传声器阵列后方的入射声，在阵列的正面，即传声器一侧，支柱末端安装橡胶垫形成4个支撑脚，可保证测量过程中阵列与测量表面距离的一致性；可满足车内如仪表盘下方、制动踏板附近等车内大部分测量区域的噪声源识别测量试验。	噪声和所测量噪声源信号同样大小的环境下可以达到和自由场环境中非常接近的噪声源识别结果，相对双层阵列，成倍减少了传声器和前端数采通道数量。
--	--	--	---	--

第六部分 开放交流与运行管理

1、承办大型学术会议一览表

序号	会议名称	主办单位名称	承办单位名称	会议主席	参加人数	时间	地点	类别
----	------	--------	--------	------	------	----	----	----

2、大型学术会议特邀报告一览表

序号	大会报告名称	报告人	会议名称	时间	地点
1	FEMFAT Lab 2013 年会	宋双贺	虚拟迭代技术应用--扭曲路的仿真计算	2013-10	上海
2	2013 中国汽车工程学会年会	曹正林	基于虚拟试车场的轿车强化试验仿真研究	2013-11	长春
3	Determination and Design Control of Optimized Ride-Down Rate in Frontal Impact	邱少波	SAE 2013 年会	2013-04	美国底特律
4	卡车安全设计对事故调查的需求	邱少波	2013 中国汽车工程学会年会	2013-11	北京

3、批准开放课题一览表

序号	课题名称	负责人	职称等级	工作单位	起止时间	总经费(万元)
1	新型磁流变减振器技术预研	郭孔辉	正高	吉林大学	2013-06:2014-01	99
2	乘用车半主动空气悬架系统匹配预研	郭孔辉	正高	吉林大学	2012-01:2013-05	200
3	组合式高精度车用综合测试技术开发	冯培德	正高	北京航空航天大学	2012-05:2013-06	60
4	现代汽油发动机正时齿形链系统开发关键技术研究	冯增铭	副高	吉林大学	2013-01:2014-12	50
5	纯电动汽车声品质分析评价与控制技术研究	陈燕虹	正高	吉林大学	2012-12:2013-12	25
6	轮胎滚动阻力分析技术	危银涛	正高	清华大学	2012-05:2013-04	11
7	乘用车碰撞概念模型建立与优化	徐涛	副高	吉林大学	2013-02:2014-09	28

	分析					
8	一汽自适应电控悬架研究开发	郭孔辉	正高	吉林大学	2012-07:2014-11	25
9	商用车液压转向系统动态响应及热特性模拟技术开发	马天飞	副高	吉林大学	2013-06:2014-12	9
10	商用车转向系统非线性特性建模方法研究	陈静	副高	吉林大学	2013-06:2014-12	9

4、30万元以上大型仪器设备使用情况一览表

序号	设备名称	价格(万元)	型号	研究工作总机时 D(小时)	服务工作总机时 E(小时)	添置时间	目前状况	机时率 (%) (D+E)/K	性能(限100字以内)	用途(限100字以内)	是否开放	共享率(%)
1	动力总成测功机	1360	AVL	2120	200	2003-03	优	129	良好	给消声室内的发动机与动力总成施加载荷	否	9
2	低噪声底盘测功机	1280	imtect	2120	320	2003-03	优	136	良好	加速行驶车外噪声模拟与车内外噪声测试施加道路载荷	否	13
3	整车及动力总成噪声试验环境控制装置	1200	imtect	1800	320	2003-03	优	118	良好	给整车消声室与总成消声室提供试验环境温度控制	否	15
4	大型模态测试系统	481	SCL20-STR	750	70	2012-08	优	46	良好	用于整车和大型零部件模态试验	是	9
5	64通道模态分析系统	300	SCADASII I TEST-LAB	2200	200	2003-03	优	133	良好	结构部件模态试验	是	8
6	传递路	288	ARTEMIS	2120	150	2003-0	优	126	良好	传递路	是	7

	径及噪声模拟测量					3				径分析、双耳声信号测量、分析处理与声品质评价		
7	车外噪声室内测量系统	280	SCADAS III TEST-LAB	1000	80	2003-03	优	60	良好	加速行驶车外噪声测量	是	7
8	整车道路噪声测试系统	265	SCM09	750	70	2012-08	优	46	良好	用于道路噪声目标定义及主成份分析、载荷识别等测试、分析	是	9
9	橡胶弹性元件性能测试系统	208	MTS 831	2090	220	2003-03	优	128	良好	汽车各种橡胶弹性元件静动态刚度测试	是	10
10	振动加速度校准系统	120	WIN475	1600	200	2007-10	优	100	良好	振动传感器校准	否	11
11	40通道振动噪声数据采集系统	110	SCR 05 TEST-LAB	1980	360	2009-08	优	130	良好	振动噪声信号采集与分析处理	是	15
12	扫描式激光测振系统	104	Polytec	1600	120	2001-05	优	96	良好	用于零部件的速度、加速度、位移测量	是	7
13	电磁式激振器及功率放大器	97	500N	2200	200	2011-10	优	133	良好	模态试验的激励源	是	8
14	α仓	91	ABS-Cabin	2090	220	2011-03	优	128	良好	用于声学材料吸声系	是	10

										数和混响时间测试		
15	通过噪声全自动测试系统	81	B&K3051	1000	80	2011-12	优	60	良好	汽车通过噪声试验	是	7
16	驻波管测试系统	69	频响范围：50—6300Hz	2090	220	2011-11	优	128	良好	传递损失与材料吸声系数测量	是	10
17	声源识别测试分析系统	62	——	1000	80	2011-10	优	60	良好	用于整车及发动机等总成噪声源识别与故障诊断	是	7
18	整车振动噪声测试系统	100	B&K3660—D	750	70	2013-11	优	46	良好	用于整车振动噪声数据采集和分析	是	9
19	6自由度24通道道路模拟试验系统	2400	329	2100	120	2009-03	优	123	良好	整车及总成可靠性道路模拟试验	否	5
20	MTS六通道道路模拟试验系统	890	TEST LINE	2040	230	2007-05	优	126	良好	整车道路模拟试验	是	10
21	七通道总成道路模拟试验系统	580	CVH146	610	1	2011-12	优	34	良好	商用车驾驶室总成道路模拟试验	否	0
22	车轮定位仪	40	DSP600	150	450	2010-11	优	33	良好	轿车车轮定位测量	否	75
23	转向机器人	220	SR60-0mni	180	240	2011-09	优	23	良好	操纵稳定性测试	否	57

24	力矩方向盘	30	SFA-E-20 ONM	150	120	2009-0 8	优	15	良好	转向盘 力矩与 转角测 试	否	44
25	车身侧 倾测量 系统	41	HF500C	280	260	2010-1 0	优	30	良好	车身侧 倾角度 测试	否	48
26	轿车 K&C 悬 架特性 试验台	1896	SPMM4000	550	1980	2009-1 0	优	141	良好	轿车 K&C 特性试 验	否	78
27	轮胎静 特性试 验台	300	TFT-10	1100	980	2011-0 7	优	116	良好	轮胎静 特性试 验	否	47
28	汽车操 作稳定 性测量 系统	84	3010	1100	620	2009-0 7	优	96	良好	操纵稳 定性测 试	否	36
29	汽车制 动性能 测量系 统	53	VBOX3	300	280	2010-0 8	优	32	良好	制动性 能测试	否	48
30	汽车平 顺性测 量系统	38	DEWE DS-NET	1100	780	2010-0 8	优	104	良好	平顺性 测量	否	41
31	数据采 集系统	38	DEWE DS-NET	1650	900	2010-0 8	优	142	良好	数据采 集处理	是	35
32	减振器 试验台	150	Roehrig EMA-4K	450	450	2012-1 1	优	50	良好	底盘调 校	否	50
33	滚筒制 动悬架 检测试 验台	70	MSD3000	170	210	2012-1 1	优	21	良好	制动系 统性能 及底盘 减振率 测试	否	55