

附件 5

湖南省大学生研究性学习和创新性实验计划 项目 申 报 表

项目名称：基于 FSAE 悬架几何参数优化设计				
学校名称	长沙理工大学			
学生姓名	学 号	专 业	性 别	入 学 年 份
詹兆宇	201469030236	车辆工程	男	2014
郝杰	201569030229	车辆工程	男	2015
刘露	201469030219	车辆工程	男	2014
陈帮杰	201432020124	车辆工程	男	2014
指导教师	吴茵	职称	副教授	
项目所属一级学科	交通运输工程	项目科类(理科/文科)	理科	
学生曾经参与科研的情况 詹兆宇：参加过两届中国大学生方程式汽车大赛 2015 年度科技立项：《基于 FSAE 赛车车架扭转实验与有限元对比分析的对比研究》 主持《FSAE 方程式赛车双横臂机构优化设计》 刘露：参加过两届中国大学生方程式汽车大赛 2015 年度科技立项《FSAE 制动总成的设计》 陈帮杰：参加过一届中国大学生方程式汽车大赛 郝杰：参加过一届中国大学生方程式汽车大赛				

指导教师承担科研课题情况

主持湖南省教育厅一般项目：天然纤维增强聚醚型聚合物基生态刹车材料的研制，已结题。

参与湖南省自然科学省市联合基金重点项目：基于拓扑优化的以塑代钢 PVC 公路护栏设计新方法，已结题。

参与高等学校博士学科点专项科研基金课题：面向纯电动汽车车身概念设计的碰撞相容性与 NVH 多目标拓扑优化方法及应用研究，已结题。

参与湖南省科技厅项目：天然麻类纤维增强淀粉基生态材料的研究，已结题。

参与湖南省自然科学基金项目：聚醚醚酮自润滑复合材料的摩擦学研究，已结题。

参与湖南省教育厅优秀青年基金项目：聚苯酯改性聚醚醚酮耐磨复合材料的研究，已结题。

参与教研教改项目：现代信息技术在机械设计课程中的应用研究与实践，已结题。

项目研究和实验的目的、内容和要解决的主要问题

1、研究和试验目的：

本项目研究和实验最主要的目的是为满足 FSAE 的比赛要求设计出一套具有良好性能的悬架几何参数，具体包括：

1) 在悬架设计的时候，要考虑整个底盘系统之间的联系，让悬架系统的设计能够考虑到转向和制动对其的影响，让赛车底盘系统达到较佳的状态。

2) 在整车性能上，提高赛车的操纵稳定性、平顺性。

2、研究内容：

1) 根据整车的布置对 FSAE 赛车悬架的结构形式进行选择，前后悬架均采用不等长双横臂独立悬架，对前后悬架的主要参数和导向结构进行初步设计。

2) 利用 Adams/Car 模块分别对赛车的前后悬架建立仿真模型，对建立的前后悬架模型进行双轮上下平行跳动仿真运动，得到悬架主要参数的曲线变化，并且利用 Adams/Insight 对前后悬架进行优化，以横臂的定位参数为主要优化目标，以上、下横臂与车架的铰接点为设计变量，以转向轮定位参数为次优化目标，外倾角、前束角等为设计变量，优化分析，使赛车的前后悬架满足设计要求，悬架的性能达到理想的变化范围。

3、解决的主要问题：

1) 针对两届赛事中出现赛车高速过弯时车轮离地，下横臂受冲击力压弯的情况，解决在悬架几何参数设计上存在的问题。

2) 解决悬架系统理论分析和试验验证难以结合在一起的问题。

国内外研究现状和发展动态

悬架系统的结构和性能的好坏会直接影响汽车的操纵稳定性和汽车的行驶平顺性等整车的性能，换句话说，一个好的整车必须要有一个良好的悬架系统。

对于 FSAE 赛车来说，悬架的设计是否成功也决定了整个赛车性能的水平，其中悬架的设计要包括合理选择悬架系统的形式，对悬架的各个元件进行合理的设计和选择，进行悬架的运动学和静力学的分析，最终使悬架满足参赛要求，并且使悬架的性能参数尽可能达到最优。

吉林大学于 1997 年建立了汽车动态模拟国家重点实验室，展开了对汽车系统动力学与控制的研究，包括对汽车的整车、总成及关键零部件进行动力学建模、分析和研究。合肥工业大学的阮五洲利用 Adams 软件创建了双横臂独立悬架的模型，详细地分析了悬架的性能曲线，并且利用遗传算法对悬架进行优化。广汽本田汽车有限公司的邹海峰工程师利用 Adams/car 软件对即将开发的车型的悬架进行分析，对悬架和整车的主要性能事先预测，为悬架的优化提供了可靠的数据，缩短了产品的开发周期，提高了汽车产品的设计质量。湖南大学刘美燕以系统动力学理论为基础，利用仿真软件 Adams 建立 FSAE 赛车悬架模型，对前悬架进行了优化和分析；对所建立的整车模型进行了典型的操纵稳定性仿真实验，并且对比了前后赛车的操纵稳定性能。虽然在国内对悬架动力学的研究比较多，但是由于悬架系统结构的复杂性，对于悬架的有限元研究还是并不很多，从国内外的研究现状可以看出对悬架的研究主要是针对普通汽车悬架的研究，而对 FSAE 赛车悬架系统的研究很少。

自 2010 年中国举办第一届 FSAE 大赛以来，赛事在国内发展的很快，到 2013 年更是增加了 FSEC 比赛。到如今，对于 FSAE 赛车悬架设计与仿真及优化的研究也有了很大的进展，像湖南大学采用碳纤维的推拉杆，吉林大学悬架的推拉杆、横臂都是碳纤维的，这都是建立在悬架几何参数的仿真及优化的基础之上，悬架几何参数的优化设计显得尤为重要。

本项目学生有关的研究积累和已取得的成绩

基于长沙理工大学方程式赛车队五年以来在赛车悬架设计研究的经验基础之上，本项目成员曾经设计过 FSAE 赛车的悬架、车架、制动系统。参与过长沙理工大学 2015、2016 年赛车的悬架、车架、制动系统的设计，能熟悉运用 CAD、UG 绘图及 ANSYS、Adams 分析软件，对材料的基本性能较为了解。

实践能力:

本项目组成员参与了两届 FSAE 赛车的加工环节，参与过很多的零件的设计加工和测试，具有较强的实践能力。詹兆宇作为车手，参加 2016 年全国大学生方程式汽车大赛，对赛车的驾驶方式及操控性有一定的熟知度。

获得成绩:

本项目组成员参加过的 2015 年中国大学生方程式汽车大赛，获得全国第 25 名，三等奖，其中 ANSYS 仿真分析答辩进入了全国前十，具有独立进行静力学分析的能力。2016 年中国大学生方程式汽车大赛，获得直线加速十一名，8 字绕环第七名。

项目的创新点和特色

1、使用 CAD 软件并依据经验先对前后的悬架的硬点位置进行初步的选取，同时对阻尼和弹簧的参数进行选择。

2、利用 ADAMS/CAR 模块对赛车的前后悬架建立仿真模型，对影响操纵稳定性的前悬架性能参数进行优化，以四轮定位的参数和侧倾中心为优化目标，以上下横臂的铰接点为设计变量，进行试验设计和多目标优化设计，最终得到较优的硬点坐标，通过软件的仿真得到一套良好性能的悬架参数，减少悬架的研发时间，降低赛车的设计研究制造成本。

3、在阻尼上装有阻尼位置传感器，并装有行车记录仪，记录极限操控下悬架各个部件运动情况，与仿真结果对比分析，验证仿真结果的真实性、可靠性。

项目的技术路线及预期成果

1、技术路线

- 1) 首先对去年设计的悬架几何进行总结分析，找出设计缺陷所在，避免这些问题在新的设计中出现。
- 2) 利用 CAD 软件对前后悬架进行初始的硬点选取和零部件选型。
- 3) 使用 ADAMS 软件建立悬架的虚拟样机模型并对硬点进行优化处理。
- 4) 使用 UG 软件建立整车的三维模型，利用 ANSYS 软件对模型进行结构拓扑优化；并进行加工图纸的绘制。
- 5) 加工悬架零部件并装配。

6) 进行测试并对测试结果和理论研究做对比。

2、预期成果:

1) 得到一套最适合比赛的悬架几何参数,完成长沙理工 2017 方程式赛车悬架的设计优化方案。在保证悬架强度可靠性的前提下,实现轻量化,同时解决往届赛季悬架横臂受冲击力,弯曲变形的问题,提升赛车性能。

年度目标和工作内容(分年度写)

2017 年 1 月前: 完成对 16 赛季悬架运动数据总结,分析。

2017 年 2 月前: 完成对 17 赛季悬架设计大纲及预算的设想。

2017 年 5 月前: 对 17 赛季悬架参数进行计算设计仿真分析。

2017 年 6 月前: 通过计算得到的悬架几何参数,设计优化悬架结构。

2017 年 9 月前: 加工 17 赛季悬架部件,装于 17 赛车,进行实验测试;通过实验得到的结果,进行悬架前期调教,对机构、转向轮定位参数等进行再优化。

2017 年 11 月前: 悬架后期调校,参加 2017 年全国大学生方程式汽车大赛。

2017 年 12 月前: 完成数据采集和对比分析。

2018 年 4 月前: 完善好相关的研究材料。

指导教师意见

签字:

日期:

注: 本表栏空不够可另附纸张

