

附件：“2012 中国 CAE 应用最佳实践案例” 评选申报表

一、 参评企业基本情况			
企业名称	奇瑞汽车股份有限公司	邮 编	241009
企业地址	安徽芜湖经济技术开发区长春路8号	公司网址	www.chery.cn
联系人姓名	陈傲东	职务/职称	分析师
联系电话	0553-7535550	E-mail	chenaodong@mychery.com
手机	13866352376	传真	0553-7533769
企业简介: (字数 500 字以内, 应说明企业的年营业额、员工总数, 每年推出新产品的个数等, 并请提供企业照片二张) 奇瑞汽车股份有限公司成立于1997年1月8日, 注册资本38.8亿元。经过十四年的发展, 现已成为国内最大的集汽车整车、动力总成和关键零部件的研发、试制、生产和销售为一体的自主品牌汽车制造企业, 以及中国最大的乘用车出口企业。 公司建立了A00、A0、A、B、SUV五大乘用车产品平台以及微车、客车和重卡等产品平台; 上市产品覆盖乘用车、商用车和微车等十三大系列, 共二十六款车型。具备年产90万辆整车、90万台套发动机及变速箱的生产能力。2011年, 奇瑞累计销量突破300万辆, 连续11年蝉联中国自主品牌乘用车年度销量第一位; 产品远销80余个国家和地区, 累计出口已超过60万辆, 并连续九年成为中国最大的乘用车出口企业。2011年营业总收入达到427.53亿元。 公司现有员工约3万人, 其中研发人员6000余人。形成了从整车、动力总成、关键零部件开发到试制、试验较为完整的产品研发体系。2011年共计新上市车型5款。 2006年, “奇瑞”被认定为“中国驰名商标”, 入选“中国最有价值商标 100 强”; 2010年, 奇瑞公司连续第 5 次被《财富》杂志评为“最受赞赏的中国公司”, 并再次入围罗兰贝格公司发布的“全球最具竞争力的中国公司 TOP10”; 2011年, 奇瑞汽车首次跻身胡润中国品牌榜 100 强。			

二、 2012 中国 CAE 应用最佳实践参评项目情况

项目名称	行人头部保护 CAE 分析的前后处理自动化研究		
项目启动时间	2011 年 6 月	项目完成时间	2012 年 5 月
项目研发负责人	吴沈荣	职位	汽车工程研究总院方向性总工程师
通过工程分析的产品名称	公司所有预研车型和多个在研车型 (这些产品的行人头部保护分析任务已完成或已完成整车研发目前阶段的任务) (包括适用行业和应用范围、功能、特点、优点等)		
通过产品创新项目开发的新产品简介	<p>采用计算机仿真技术 (CAE) 来模拟行人与车辆的碰撞, 已经成为行人保护结构设计的重要手段。但是在 CAE 分析的前后处理中, 一些重复性的工作往往耗费了工程师很多的时间和精力, 稍不留神还容易出错。例如行人头部保护 CAE 分析的前处理中划基准线就是很大的工作量。传统的做法是用 CATIA 或 HyperMesh 软件手工操作逐个划线, 非常繁琐费时。同时, 新的 Euro NCAP 规程对头部碰撞测试做了全新的规定, 根据新的规定头部碰撞需要分析上百个点。前处理中调节撞击点的位置以及后处理中提取头部伤害指标值也是个巨大的工作量。</p> <p>本项目主要是通过设计编写划线工具、头部模型位置调节和 HIC 值计算这三个基于 MATLAB 的程序, 来自动处理划线、批量计算撞击点调节和 HIC 值计算, 提高行人保护 CAE 分析中的前处理和后处理的效率。也可以有效地避免人工误差。这三个程序的应用, 可以大量减轻工程师的工作量。对一个整车项目一次行人保护计算可以节省近 15 天的时间。项目进展过程中因造型修改等, 这样的工作往往会重复几次, 如果以三轮分析计算 (有的多达四轮), 可以节省人工 45 天。而且有了自动处理的能力, 可以避免人工操作带来的偏差甚至错误, 计算分析的一致性也有了保障。即使对于造型已冻结 (前两步划线和调节撞击点的工作不必重复) 为了结构优化设计, 关于后处理自动化的工具也可以为每次分析节省一两天的功夫。而这个优化过程可能要经过多次的迭代。</p> <p>目前, 这三个程序已经应用到奇瑞公司的所有预研车型和多个在研项目的行人头部保护分析, 大大加快了 CAE 评估的速度和可靠性。快速提供一致性好的分析结果大大推进了对造型的校核工作, 并对整车项目研发工作的顺利进展提供了有力的支持。</p> <p>本方法所含的三个 CAE 工具可以单独使用, 更能整体联合使用。可以应用到所有汽车产品开发项目。其中两个已提出专利申请。</p>		

新产品的创新点

本项目的的主要内容是划线工具、头部模型位置调节和 HIC 值计算这三个基于 MATLAB 的程序开发。创新点有：

(一) 划线工具程序开发

为了确定试验区域，需要先在车辆前舱表面划分基准线。根据法规的规定将基准线分为三种类型：(1) 用杆贴合车辆表面并移动所形成的轨迹。这种类型的基准线有：发动机罩前缘基准线、保险杠上部基准线、保险杠下部基准线、侧面基准线；(2) 用一定长度的柔性卷尺贴合车辆前部结构并横向移动，柔性卷尺的一端在车辆表面所形成的包络线；(3) 用直径为 165mm 的球与风挡玻璃保持接触，在车辆前部结构上横向滚动，球与车辆前部结构的最后接触点所形成的轨迹。所划出来就是发动机罩后面基准线。

对于第一种类型划线的程序算法：先定义一条参考线，再计算整车模型上所有的点到这个参考线的距离，距离最短的点就是切点，记录切点坐标，将一系列切点的坐标连接起来就是所要的基准线，如图 1 所示。

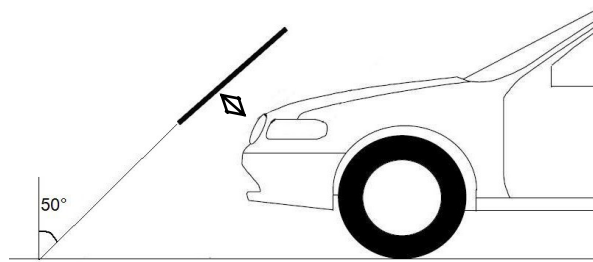


图 1 计算发动机罩前缘基准线切点

第二种类型划线的程序算法：设置一条长是 1000mm 的垂直参考线，参考线下面的端点保持与地面线相接触，划线步骤如下：①计算整车模型距离参考线最近的点（记为 P1），平移参考线使其与该点重合；②在该点处将直线打断，直线的上面部分（记为 L1）以 P1 为圆心，向车的表面旋转，直到与车相切，切点记为 P2；③重复步骤 2，直到直线的上面端点与车的表面接触为止。最后的接触点就是包络线的端点。如图 2 所示，其他长度的包络线的实现方法与此相同。

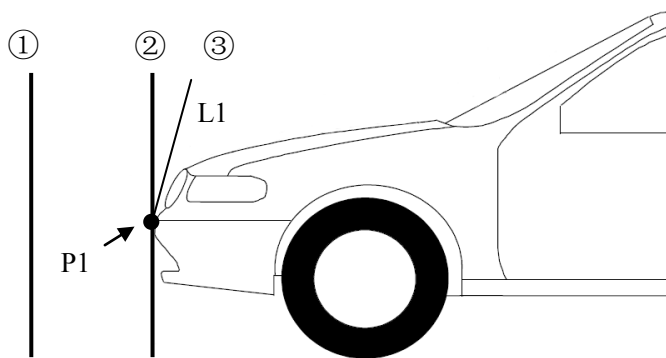


图 2 第二种类型划线的实现方法

第三种类型划线的程序算法：直径为 165mm 的球与风挡玻璃接触，设定矢量方向，在这个矢量方向上，离球面最近的点就是切点，将一系列的切点用光滑的曲线连接起来，就是发动机罩后面基准线，如图 3。

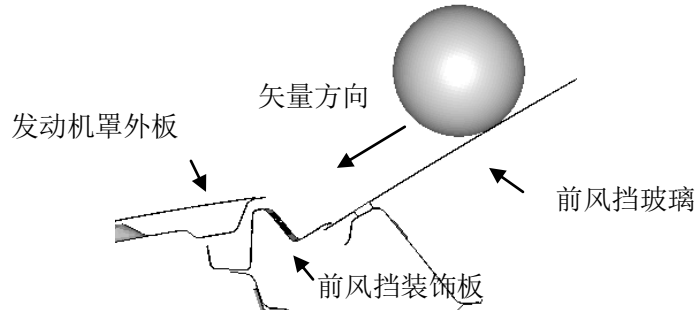


图 3 第三种类型划线的实现方法

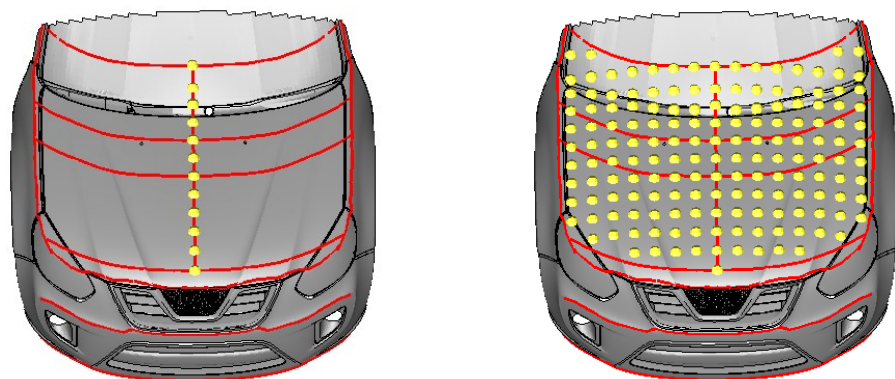
以上是程序的算法，而如果是手工划线，通常是在 CATIA 或 HyperMesh 软件里操作，比如划侧面基准线，首先是移动参考线贴合车辆的表面来确定切点，找到一系列的切点后，用直线将这些切点连接起来。这个过程用手工来操作非常的繁琐费时。对一辆车进行手工划线大概需要 1 天时间，而使用项目开发的划线程序能快速的输出结果，只需计算 2 分钟就能完成，同时在车辆的预研阶段，能帮助行人保护造型校核快速进行，为项目进展赢得时间。

(二) 头部模型位置调节程序开发

行人头部碰撞试验，是将头部模型撞击车辆的车头部位一些规定的点。CAE 仿真分析要确定车身上这些撞击点位置，再将头部模型移动到合适的位置使其正好撞击到撞击点。程序算法中，头部模型的调节流程如下（根据测试标准）：

(1) 在车辆模型表面的中心线上生成包络线的点

从 WAD1000 到 WAD2100，包络线每隔 100mm 生成一个点，如图 4 (a) 所示。生成的方法见上文中第二类划线方法的描述。



(a) 中心线上生成包络线的点

(b) 将生成的点向 Y 向延伸

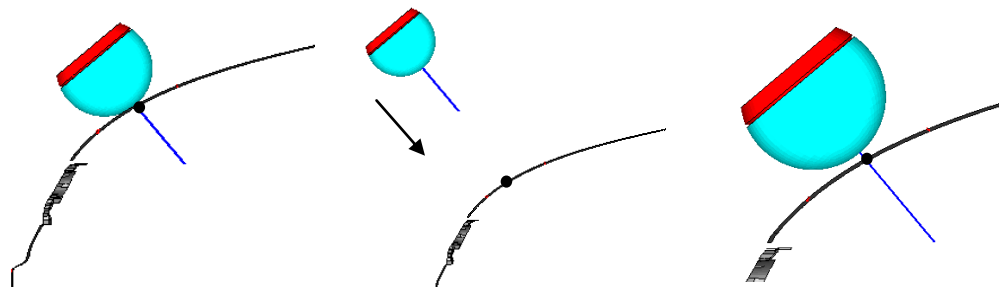
图 4 生成撞击点

(2) 将生成的点向 Y 向延伸 (以 100mm 间距)
改变中间点的 Y 坐标, 每隔 100mm 生成一个点。然后去除超出 WAD1000 的点和增加风挡玻璃上 WAD2100 以上的点。如图 4 (b) 所示。

(3) 将所有生成点向车身表面投影
因为这些点的生成是通过改变中间点的 Y 坐标值来实现的, 又由于发动机罩和风挡玻璃的曲面弧形, 所以除了中间点外, 其他的点都不在车辆模型的表面。

(4) 调节头部模型位置

调节头部模型的位置, 使其与车辆模型的距离保持合适, 如图 5 所示。



(a) 最前端的点与投影点重合

(b) 向外移动一定距离

(c) 向内移动

图 5 调节头部模型

(5) 记录头部模型的相对坐标并将相对坐标写入控制卡片

头部模型最前端的点在初始位置时坐标是 (0,0,0), 所以调整之后的坐标就是相对坐标, 将该坐标值写入控制卡片中的*DEFINE_TRANSFORMATION 命令中。

(6) 输出所需文件

输出所有的计算文件, 便于后处理软件直接计算。

新的 Euro NCAP 规程要求测试超过 150 个撞击点, 常规的调节头部模型位置的方法是在 HyperMesh 软件里操作的, 首先按照 Euro NCAP 规程的规定在车辆表面生成所有的撞击点, 这些点的生成和投影都非常繁琐。其次, 再调节头部模型的位置, 位置调好后, 测量相对坐标, 将坐标值写入控制卡片。最后, 要建立 150 多个文件夹, 将计算文件放入对应的文件夹中计算。用这种常规方法调节模型需要 13 天左右, 非常费时, 而且容易出错, 不容易保持多次运作的一致性。而用项目开发的程序计算, 以四核 HP Z400 工作站为例, 一般情况下调节 150 多个撞击点, 只需要计算 5 分钟左右。这段调节位置的程序极大地提高了前处理的效率。

(三) HIC 值计算程序开发

头部伤害指标 (Head Injury Criterion, HIC) 是用于衡量在一次碰撞中头部可能造成的伤害。程序算法的步骤如下:

(1) 从输出文件中取出 X, Y, Z 三个方向的速度值和对应的时间点

	<p>(2) 对速度曲线求微分并合成作为加速度:</p> <p>由于应用软件直接计算输出的合成加速度曲线的精确度不是很好, 所以用三个方向的速度曲线求微分后再合成加速度曲线的方法来得到所需的加速度曲线。本程序中使用中点公式来求离散曲线的微分。</p> <p>(3) 对合成加速度进行滤波</p> <p>一般, 一个二阶或三阶的 Butter-Worth 滤波器可以满足头部碰撞试验中数据处理的要求。</p> <p>(4) 计算 HIC 值</p> <p>经过上一步处理, 得到滤波后的合成加速度曲线, 这样就可以直接用于计算 HIC 值了。</p> <p>如果用 HyperView 软件逐个求解 HIC 值, 每一次都要选择文件夹, 找到文件夹里面的有关输出文件后点击计算, 效率非常低, 计算 150 个 HIC 值大约需要 1 天时间。而用项目所开发的程序计算, 能一次性批量计算出所有的 HIC 值, 程序的计算效率非常高, 只需 3 分钟时间就能计算完 150 个 HIC 值, 而且可以极大程度地排除人为因素的错误使得计算结果更为可靠。</p>
<p>使用的主要 CAE 软件</p>	<p>主要应用软件为 MATLAB、HyperMesh</p>
<p>这些软件在实现该产品的创新方面发挥了哪些重要作用</p>	<p>1、MATLAB</p> <p>MATLAB 是 MathWorks 公司发布的主要面对科学计算、可视化以及交互式程序设计的高科技计算环境。它将数值分析、矩阵计算、科学数据可视化以及非线性动态系统的建模和仿真等诸多强大功能集成在一个易于使用的视窗环境中, 为科学研究、工程设计以及必须进行有效数值计算的众多科学领域提供了一种全面的解决方案。</p> <p>利用 MATLAB 在数值分析上的优势, 本项目的 3 个程序使用 MATLAB 来编写。从数据的导入, 到数值计算和最后结果的输出, 使用 MATLAB 编写程序来实现, 都非常方便。</p> <p>2、HyperMesh</p> <p>HyperMesh 具有很高的有限元网格划分和处理效率, 应用 HyperMesh 可以大大提高 CAE 分析前处理的效率。在行人保护 CAE 分析中, 将各种参考线导入到整车模型中以确定测试区域, 并选取撞击点; 头部模型位置调节后进行验证, 也是在 HyperMesh 中完成。</p>

三、项目证明材料

请提供图片两张以上。并提供可以反映项目权威的辅助材料，如项目获奖证书、媒体报道的文章等材料。

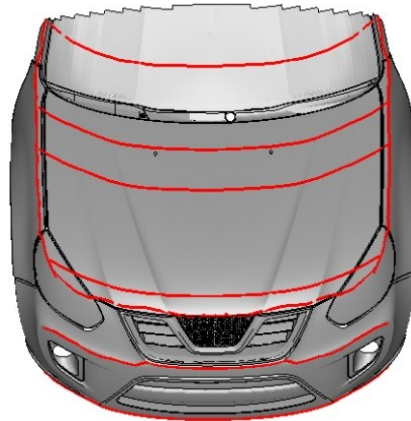


图 6(a) 利用划线程序在某车型上实现划线

发明人联系方式 (留一个即行)	0553-5925550
检索时的关键词	行人保护、划线
相关专利检索记录(请写出检索出的相关专利的专利号、专利名称)	无相关记录
背景技术即同类技术现状(相关资料请附于后面): 当前,行人保护在汽车安全领域的重要性与日俱增。在进行行人保护的有限元分析时,需先做划线工作以确定碰撞区域。传统的划线方法是把整车模型导入到 CATIA 软件中,根据相关的标准和法规中对划线的规定,在该软件中进行手工划线,传统的方法繁琐且费时,效率低下。	
本发明所要解决的技术问题(发明目的): 本发明根据所有划线的特点,将划线分为三种类型,每种类型对应相应的方法,再将技术方案编成软件,使用时将整车模型输入到该软件中计算,几秒钟后就以 X 文件的形式输出划线文件,十分方便。	
本发明创造的创新点、优点: 1、根据 Euro NCAP 标准和 GB/T24550 法规中对划线的规定,将划线分成三种类型,提出每种类型对应的方法,用来分别实现相应的划线; 2、将该技术方案编成划线软件,用该软件能够快速输出行人保护划线。 简介本发明创造的技术方案(如何达到其技术目的): 将划线分成三种类型,第一种类型是贴合车辆表面并移动所形成的轨迹,这类划线用计算最近距离的方法来判定切点;第二种类型是用一定长度的柔性卷尺贴合车辆表面所形成的包围线,用打断直线并沿切点旋转的方法来实现;第三种类型是发动引擎后面基准线,用半径为 82.5mm 的球与风挡玻璃保持接触,设定矢量方向,求这个矢量方向上的切点的方法来实现。	
申请部门专利工程师意见:	申请部门领导意见:
项目经理意见:	
专利申请国家:	<input type="checkbox"/> 中国 <input type="checkbox"/> 其它国家()
法律和知识产权部意见:	
说明:上述申请部门领导签字,视为本部门已作解密或降密处理,本申请解密阶段将持续到国家知识产权局公开或公告为止。	

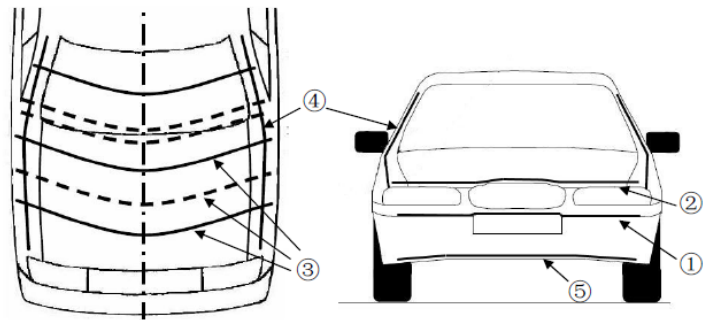


图 1、Euro NCAP 标准中规定的划线

①侧面基准线;②包围线;③发罩前缘基准线;④保险杠上部基准线;⑤保险杠下部基准线。

图 6(b) 专利申请(内容摘录) —— 一种行人保护划线方法

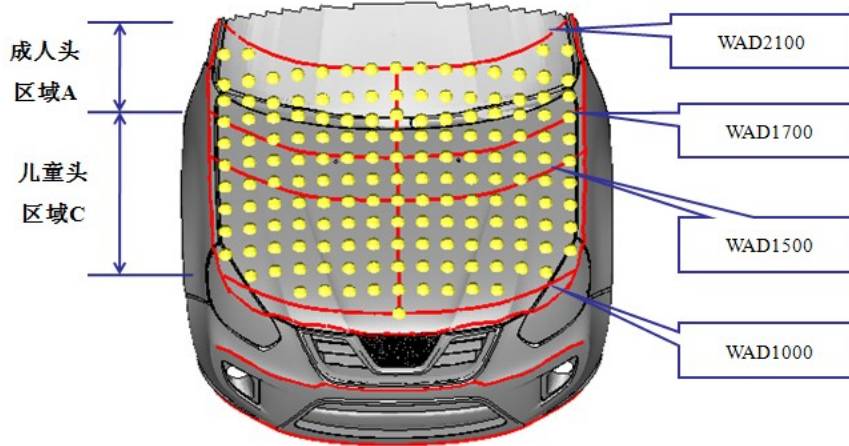


图 7(a) 头部模型位置调节

发明及实用新型专利申请申请表			
专利类型	发明	实用新型	
专利名称	一种行人保护头部模型撞击位置的调节方法	所属项目	汽车
所属技术领域	本发明属于汽车领域		
(狭义)发明人	陈傲东, 王亚军, 迟荣海	申报部门	安全设计仿真部
第一发明人联系方式(手机号码和办公电话)	0553-0925550	邮箱	chiraosong@mycltery.com
第一发明人国籍和身份证号码	350724198306025535		
检索时的关键词	行人保护、头部模型、撞击位置		
相关专利检索记录(请写出检索出的相关专利的专利号、专利名称)	无相关记录		
背景技术即同类技术现状(相关资料请附于后面):	在进行行人保护的 CAE 分析过程中, 前处理往往要花费很多的时间。当前, 都是用于手动调节头部模型的位置, 非常繁琐费时, 尤其是新的 Euro-NCAP 规程对头部测试做了全新的规定, 要求测试上百个点, 工作量非常大。如果找到一种合适和调节方法, 并编写计算机程序来做这部分调节头部位置的工作, 将极大的提高前处理效率。		
本发明创造所要解决的技术问题(发明目的):	发明一种调节头部模型位置的方法, 提高行人保护 CAE 分析中的前处理效率。		
本发明创造的创新点、优点:	1. 本发明介绍一种全新的头部调节方法: 先在车辆模型中心线上生成包络线的点, 再将生成的点向车辆表面垂直投影, 最后调节头部模型的位置, 使其中心线通过撞击点且与车辆模型保持合适的距离; 2. 编写技术方案编写成软件, 用该软件能够快速准确的输出所需的计算文件, 完成前处理工作。		
简介本发明创造的技术方案(如何达到其技术目的):	共六个步骤: (1) 在车辆模型中心线上生成包络线的点; (2) 将生成的点向 Y 向延伸; (3) 将所有生成点向车身表面投影; (4) 调节头部模型位置到合适距离; (5) 记录头部模型的相对坐标并将相对坐标写入控制卡片; (6) 输出所需文件。		

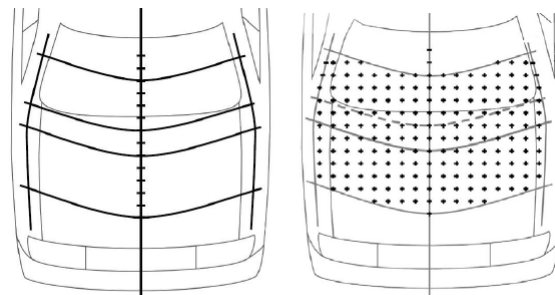


图 1、中心线上生成包络线的点

图 2、将中心线上生成的点向两边延伸

图 7(b) 专利申请(内容摘录) —— 头部模型位置调节

推荐单位:

(单位公章)

(请将申报材料的电子文档 e-mail 给会务组, 所有照片请提供电子文档)