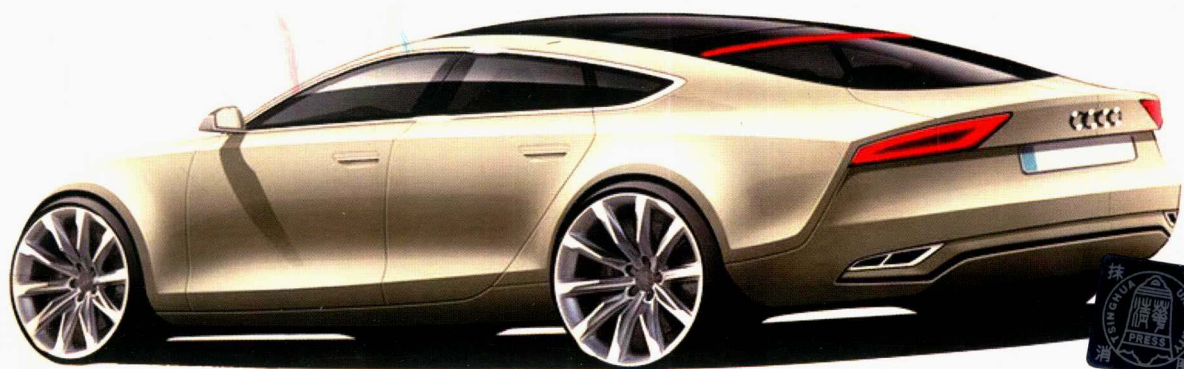


汽车座椅设计与CAE分析



蒋成约 主 编
胡远志 李牧阳 副主编



清华大学出版社

汽车座椅设计与 CAE 分析

蒋成约 主 编
胡远志 李牧阳 副主编



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书基于国内汽车行业人才需求与技术研发背景,围绕汽车座椅设计与研发这一主线,结合座椅研发流程与CAE分析规范,较为系统地介绍了汽车座椅造型设计、CAD软件在座椅设计上的应用及不同工况下的CAE分析。本书基于工程开发案例,引导读者了解座椅设计及其试验验证的关键事项,并掌握座椅CAD设计与CAE分析的核心技能,以适应行业高素质应用型人才的需求。

本书内容注重理论与实际案例的结合,具有较强的实用性,可作为理工科院校相关专业本科生及研究生的选修课教材和参考书,也可供汽车及相关零部件企业技术人员与CAE工程师学习参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。
版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

汽车座椅设计与CAE分析/蒋成约主编. —北京:清华大学出版社,2017
ISBN 978-7-302-47939-0

I. ①汽… II. ①蒋… III. ①汽车—座椅—设计 ②汽车—座椅—有限元分析—应用软件
IV. ①U463.83

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第207208号

责任编辑:吴艳华 杨作梅
封面设计:李 坤
责任校对:吴春华
责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:三河市铭诚印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:8.25 插 页:6 字 数:203千字

版 次:2017年9月第1版 印 次:2017年9月第1次印刷

印 数:1~1500

定 价:29.00元

产品编号:073166-01



图 1.1 前排座椅构造及相关零部件

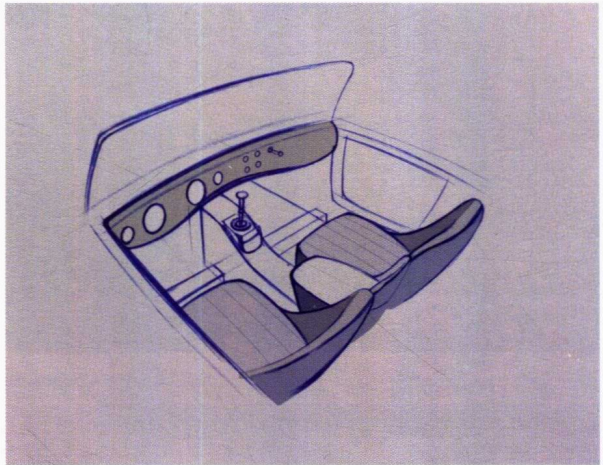


图 2.11 20 世纪中叶的汽车座舱特征

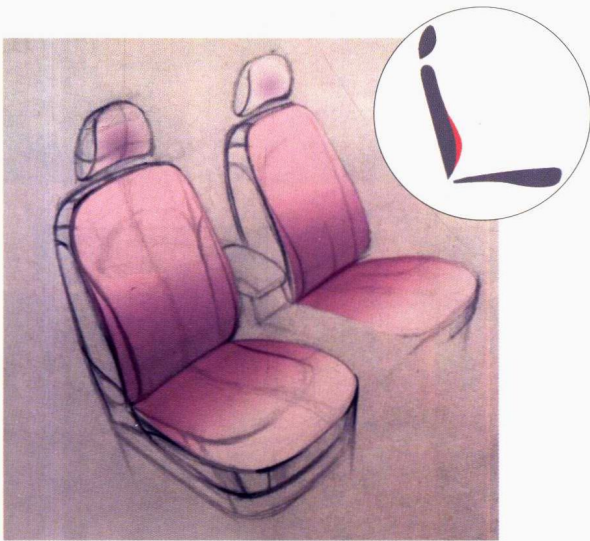


图 2.15 V W Golf 座椅 A 面形态



图 2.16 V W Golf 座椅靠背侧翼

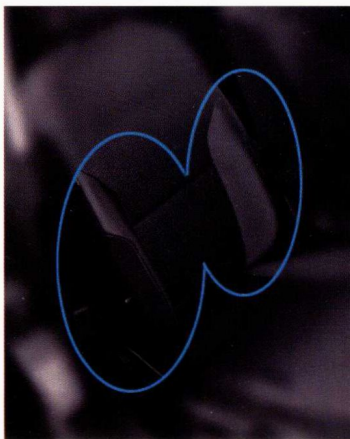


图 2.19 V W Golf 前排座椅侧翼



图 2.20 VW Golf 前排座椅侧翼造型分析

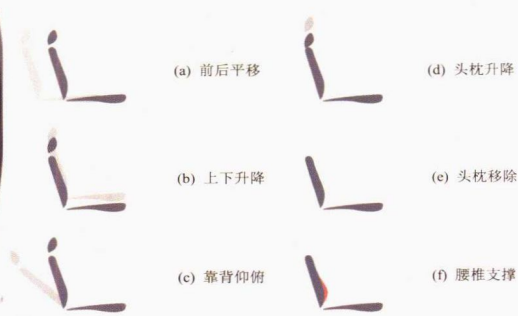


图 2.27 VW Golf 驾驶员座椅多向调节

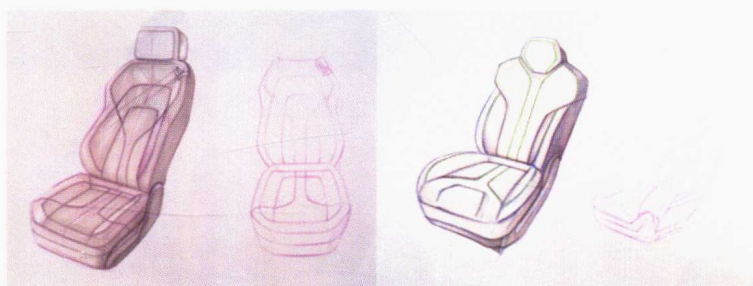


图 2.42 座椅造型设计方案逐步深化(作者: 阳耀宇)

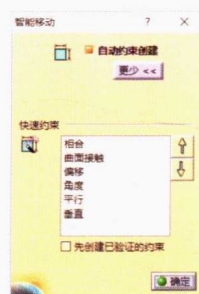


图 3.21 【智能移动】对话框

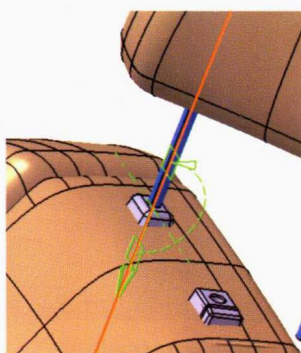


图 3.22 生成相合约束

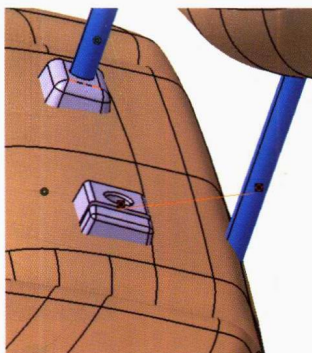


图 3.23 相合约束

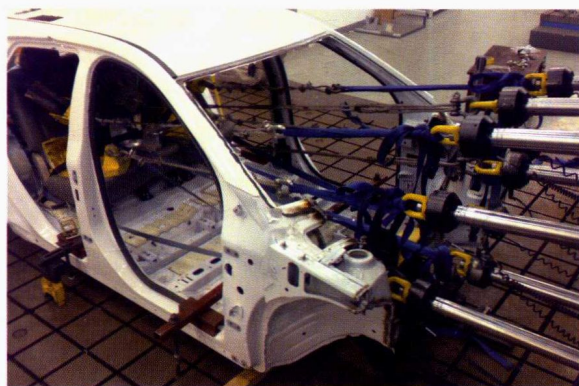


图 4.1 座椅安全带固定点强度试验



图 4.5 三工位靠背及头枕静强度试验台



图 4.7 座椅头枕强度试验



图 4.12 试验测试实例



图 4.13 座椅 NVH 试验实例

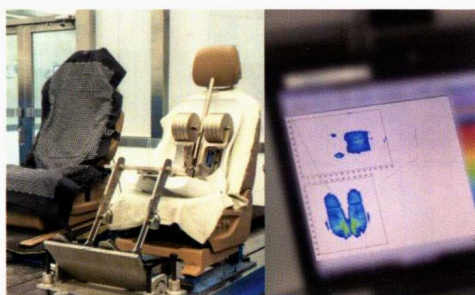


图 4.14 体压分布试验测试设备与结果



图 4.15 座椅进出耐久测试



图 4.16 座椅颠簸和蠕动试验



图 4.17 座椅滑轨耐久性试验实例



图 4.18 座椅调角器耐久试验

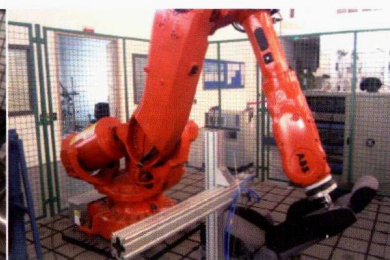


图 4.19 座椅头枕耐久性试验

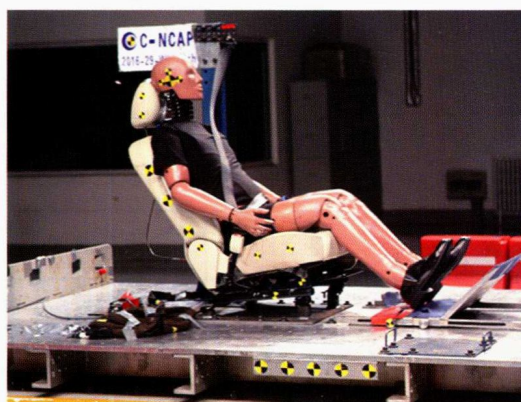


图 4.20 C-NCAP 鞭打试验

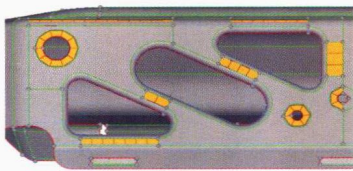


图 5.12 规整区域网格划分

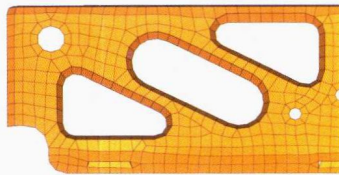


图 5.13 区域网格



图 5.14 reflect 子面板



图 5.17 check elements 子面板

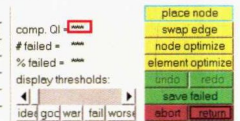
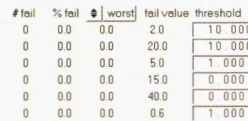
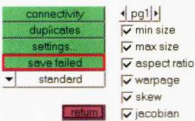
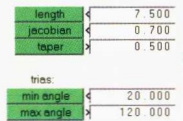


图 5.18 quality index 子面板

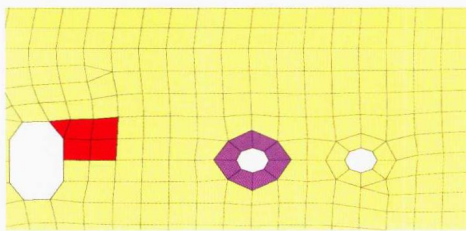


图 5.19 网格质量云图

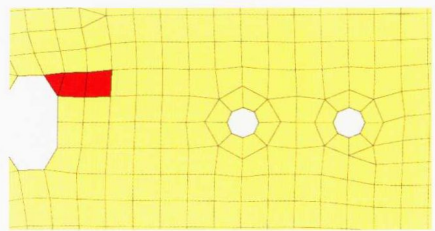


图 5.20 初步修改后的网格质量云图

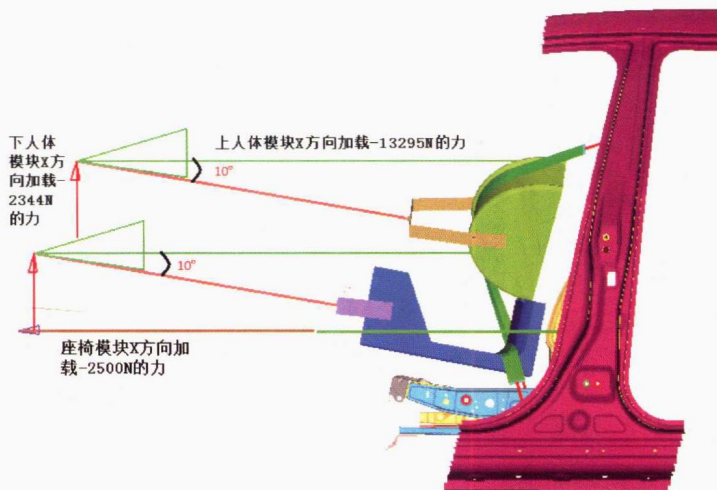


图 5.44 驾驶员及乘员侧座椅加载

表 5.3 驾驶员及乘员侧座椅安全带固定点强度分析

位置	应变云图	应力云图	取 20% 的安全系数的抗拉伸强度 MPa	最大应力 MPa	备注
前安装脚			366	360.6	接近抗拉伸强度存在拉断的风险

续表


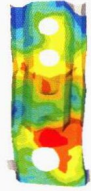
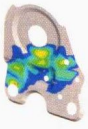
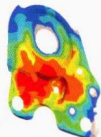

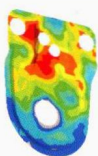



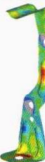



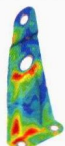

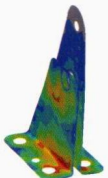
位置	应变云图	应力云图	取 20% 的安全系数的抗拉伸强度 MPa	最大应力 MPa	备注
后安装脚			366	432	超过材料的抗拉伸强度安全系数, 可能存在拉断的风险
座椅骨架支撑 1			366	331.3	合格
座椅骨架支撑 2			366	341	合格
座椅骨架支撑 3			491.6	351.6	合格

表 5.4 后排左侧座椅安全带固定点强度分析

位置	应变云图	应力云图	抗拉伸强度取 1.2 的安全系数	最大应力	备注
四分座前安装支架			366	248.1	合格
六分座前安装支架			366	303.1	合格
四分座后安装支架			366	318.9	合格
六分座后安装支架			366	296.2	合格

续表

位置	应变云图	应力云图	抗拉伸强度取1.2的安全系数	最大应力	备注
座椅支撑架			312.5	277.8	合格

表 5.6 行李箱冲击仿真分析结果

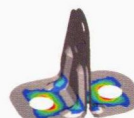
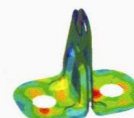










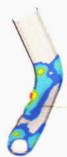
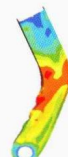

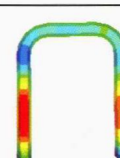


位置	应变云图	应力云图	取 20% 的安全系数的抗拉伸强度 /MPa	最大应力 /MPa	备注
1			366	306.1	合格
2			312	296.2	合格
3			312	300.1	合格
4			312	256	合格
5			312	245	合格
6			366	418.3	超过材料的抗拉伸强度安全系数，可能存在拉断的风险
7			366	542	超过材料的抗拉伸强度安全系数，可能存在拉断的风险

表 5.10 分析结果（工况一）

位置	应变云图	应力云图	抗拉伸强度不低于 270MPa	最大应力	备注
六分座椅儿童座椅左卡扣			270	320	超过材料的抗拉伸强度，可能存在拉断的风险
六分座椅儿童座椅右卡扣			270	288	超过材料的抗拉伸强度，可能存在拉断的风险

续表










位 置	应变云图	应力云图	抗拉伸强度不低 于 270MPa	最大应力	备 注
四分座椅儿童 座椅左卡扣			270	365	超过材料的抗拉 伸强度，可能存在 拉断的风险
四分座椅儿童 座椅右卡扣			270	296	超过材料的抗拉 伸强度，可能存在 拉断的风险
六分座椅儿童 座椅上卡扣			270	48	合格
四分座椅儿童 座椅上卡扣			270	36	合格

表 5.11 分析结果（工况二）

位 置	应变云图	应力云图	抗拉伸强度不低 于 270MPa	最大应力 /MPa	备 注
六分座椅 儿童座椅 左卡扣			270	384	超过材料的抗拉 伸强度，可能存 在拉断的风险
六分座椅 儿童座椅 右卡扣			270	124	超过材料的抗拉 伸强度，可能存 在拉断的风险
四分座椅 儿童座椅 左卡扣			270	45	超过材料的抗拉 伸强度，可能存 在拉断的风险
四分座椅 儿童座椅 右卡扣			270	384	超过材料的抗拉 伸强度，可能存 在拉断的风险

续表

位置	应变云图	应力云图	抗拉伸强度不低于 270MPa	最大应力/ MPa	备注
六分座椅 儿童座椅 上卡扣			270	124	合格
四分座椅 儿童座椅 上卡扣			270	45	合格

表 5.12 分析结果(工况三)

位置	应变云图	应力云图	抗拉伸强度不低于 270MPa	最大应力/ MPa	备注
六分座椅 儿童座椅 左卡扣			270	320	超过材料的抗拉伸强度, 可能存在拉断的风险
六分座椅 儿童座椅 右卡扣			270	288	超过材料的抗拉伸强度, 可能存在拉断的风险
四分座椅 儿童座椅 左卡扣			270	365	超过材料的抗拉伸强度, 可能存在拉断的风险
四分座椅 儿童座椅 右卡扣			270	296	超过材料的抗拉伸强度, 可能存在拉断的风险
六分座椅 儿童座椅 上卡扣			270	48	合格

续表


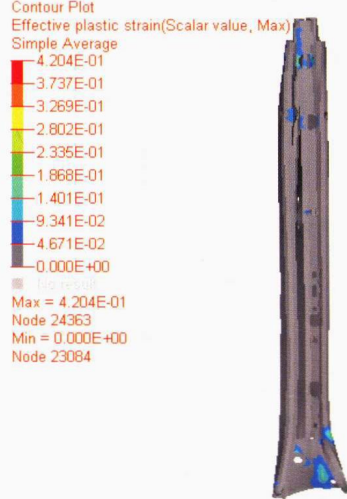

位置	应变云图	应力云图	抗拉伸强度不低于 270MPa	最大应力 / MPa	备注
四分座椅 儿童座椅 上卡扣			270	36	合格

表 5.15 前排副驾座椅导轨塑性应变

位置	塑性应变云图	最大塑性应变值	备注
座椅左侧 导轨	<p>Contour Plot Effective plastic strain(Scalar value, Max) Simple Average</p>  <p>4.204E-01 3.737E-01 3.269E-01 2.802E-01 2.335E-01 1.868E-01 1.401E-01 9.341E-02 4.671E-02 0.000E+00</p> <p>Max = 4.204E-01 Node 24363 Min = 0.000E+00 Node 23084</p>	42%	塑性应变集中存在拉断的风险
座椅右侧 导轨	<p>Contour Plot Effective plastic strain(Scalar value, Max) Simple Average</p>  <p>9.009E-02 8.008E-02 7.007E-02 6.006E-02 5.005E-02 4.004E-02 3.003E-02 2.002E-02 1.001E-02 0.000E+00</p> <p>Max = 9.009E-02 Node 51251 Min = 0.000E+00 Node 51272</p>	9%	合格
座椅前脚架	 	4%	合格

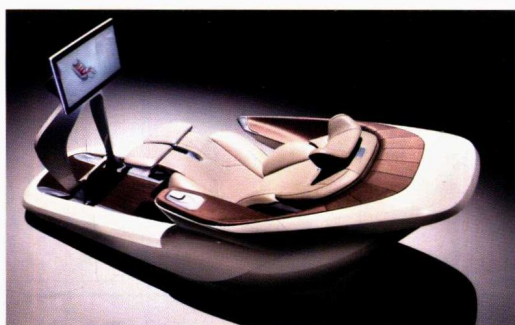
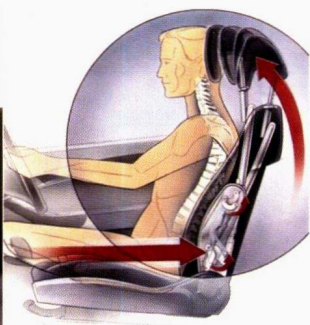
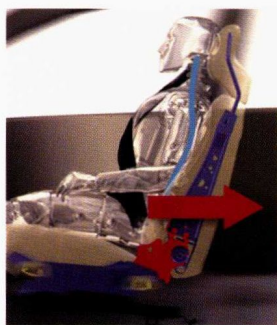


图 6.1 沃尔沃 WHIPS 座椅(左)与奔驰 NECK-PRO 座椅(右)

图 6.2 佛吉亚开发的 OASIS 座椅



图 6.6 For civic 2020 的概念座椅

前 言

汽车座椅是乘用车上仅次于发动机和底盘的第三大系统，也是整车上的主要功能件之一。优秀的座椅设计可以为车内驾乘人员提供安全、舒适和便捷的驾乘感受。

汽车座椅的设计与研发是一项复杂的系统工程，涉及机械、力学、人机工程学和工业设计等多种学科。随着汽车技术的快速发展及消费者对汽车性能要求的提高，针对座椅本体性能及研发人员素质的要求也在不断提高。目前，国内鲜有专业的书籍专门介绍汽车座椅的设计与 CAE 分析，导致高校毕业生缺乏与座椅系统研发相关的技能储备。

本书内容是由多位编者结合整车研发经验与教学工作经历组织编写的，在引用实际开发案例的同时参考了相关的技术资料与学术论文，较系统地介绍了汽车座椅的结构、座椅造型设计、CAD 软件应用和座椅典型工况的 CAE 分析。本书内容立足行业需求，术语规范，注重实践操作，有助于在校学生或年轻技术人员较好地掌握座椅设计的基本要求及 CAD/CAE 软件的初步运用。

此外，本书利用二维码技术弥补了传统纸质图书表达形式上的不足，提供了不同视角、不同载体的内容，以期为读者带来生动、立体的阅读体验。

本书可作为理工科院校相关专业的本科生、研究生选修课教材和参考书，也可作为汽车及相关座椅企业研发工程师的参考书籍。

本书的第 1、3 章由蒋成约编写，第 4、5 章由胡远志编写，第 2、6 章及相关设计图由李牧阳编写。本书在编辑过程中，得到了廖高健等多位同行的帮助，此外，刘博勋、张伟、胡晓燕和陈坤等硕士生亦参与了部分资料的整理工作，在此编者一并表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，书中难免有错误之处，恳请广大读者不吝赐教。

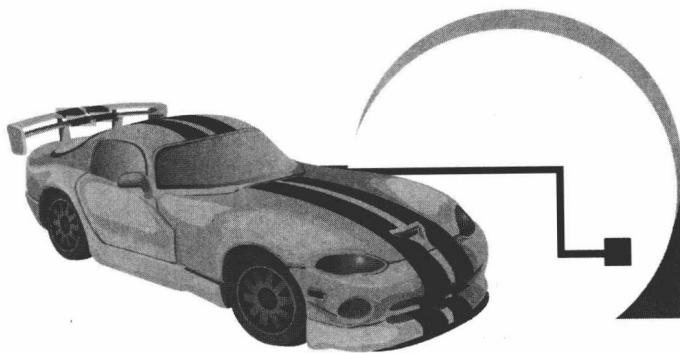
编 者

目 录

第 1 章 汽车座椅概述	1	3.2 曲面生成	45
1.1 汽车座椅介绍	2	3.3 造型修改	47
1.1.1 现代汽车座椅的构造	2	3.4 装配设计	50
1.1.2 汽车座椅的典型零部件	4	第 4 章 汽车座椅测试试验	53
1.2 汽车座椅的性能要求	5	4.1 汽车座椅强度试验	54
1.2.1 座椅安全性要求	5	4.1.1 汽车安全带安装固定点试验 ...	55
1.2.2 座椅舒适性要求	5	4.1.2 汽车座椅靠背及其调节装置的强 度试验	57
1.2.3 操作便利性要求	6	4.1.3 汽车座椅头枕强度试验	58
1.2.4 座椅轻量化要求	7	4.1.4 座椅滑轨锁止性能试验	60
1.3 汽车座椅的研发流程	7	4.1.5 座椅调角器试验	60
1.3.1 目标定义	8	4.2 汽车座椅舒适性试验	61
1.3.2 造型设计	8	4.2.1 QC/T 55—1993 座椅舒适性的试 验方法	61
1.3.3 零部件设计	8	4.2.2 座椅 NVH 试验	63
1.3.4 原型装配	8	4.2.3 座椅压力分布试验	63
1.3.5 试验验证	8	4.3 汽车座椅功能耐久性试验	64
1.4 汽车座椅布置与设计的要求	9	4.3.1 座椅进出耐久性测试	65
1.4.1 整车坐标系	9	4.3.2 座椅颠簸蠕动耐久测试	66
1.4.2 人体尺寸参考	9	4.3.3 座椅滑轨耐久性测试	67
1.4.3 座椅 H 点与 R 点	11	4.3.4 座椅调角器耐久测试	68
1.4.4 汽车座椅尺寸设计建议	13	4.3.5 座椅头枕耐久测试	69
1.5 汽车座椅术语与定义	15	4.4 C-NCAP 座椅鞭打试验	70
第 2 章 汽车座椅造型设计	19	第 5 章 汽车座椅 CAE 分析	73
2.1 近现代汽车座椅造型回顾与概览	20	5.1 CAE 建模与前处理	74
2.2 当代座椅造型设计分析	26	5.1.1 CAD 模型导入清理及关键参数 设定	74
2.2.1 大众 Golf 座椅造型设计 解析	26	5.1.2 座椅有限元模型搭建	78
2.2.1 其他量产乘用车座椅造型 设计	33	5.2 汽车座椅安全带固定点强度分析	87
2.3 座椅造型设计案例	37	5.2.1 安全带固定点强度分析说明及模 型搭建	87
第 3 章 CAD 软件在汽车座椅设计上的 应用	41	5.2.2 仿真分析结果	96
3.1 基本线框的建立	42	5.3 汽车后排座椅行李箱冲击 CAE	



分析.....	98	5.6.2 汽车前排副驾座椅下潜 CAE 分 析结果.....	116
5.3.1 行李箱冲击 CAE 分析说明及模 型搭建.....	98	5.7 C-NCAP 座椅鞭打试验 CAE 分析 ...	119
5.3.2 行李箱冲击 CAE 分析结果....	101	5.7.1 C-NCAP 座椅鞭打试验 CAE 分 析说明及模型搭建.....	119
5.4 汽车驾驶员座椅靠背强度分析.....	103	5.7.2 C-NCAP 座椅鞭打试验 CAE 分 析结果.....	121
5.4.1 驾驶员座椅靠背强度 CAE 分析 说明及模型搭建.....	103	第 6 章 汽车座椅新技术与发展.....	123
5.4.2 驾驶员座椅靠背强度 CAE 分析 结果.....	105	6.1 汽车座椅新技术.....	124
5.5 汽车后排儿童座椅安装点强度 分析.....	106	6.1.1 汽车座椅安全性新技术.....	124
5.5.1 汽车后排儿童座椅安装点 CAE 分析说明及模型搭建.....	106	6.1.2 汽车座椅舒适性新技术.....	124
5.5.2 汽车后排儿童座椅安装点 CAE 分析结果.....	110	6.1.3 汽车座椅智能化新技术.....	125
5.6 汽车前排副驾座椅下潜 CAE 分析....	113	6.2 面向未来的汽车座椅设计.....	125
5.6.1 汽车前排副驾座椅下潜 CAE 分 析说明及模型搭建.....	113	参考文献.....	128



汽车座椅概述