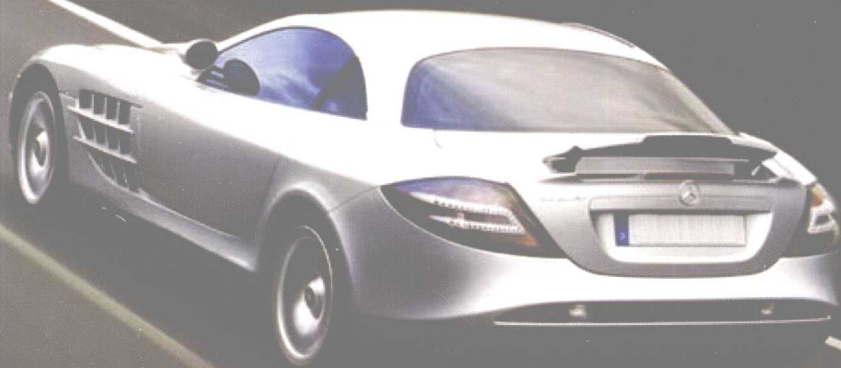
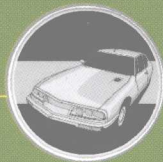


21世纪应用型人才汽车类专业规划教材

——实验教程系列



汽车设计

课程设计指导书

主编 王丰元 马明星 / 副主编 邹旭东

- ★ 紧密结合专业教材，以专项能力的培养为单元，实验项目可独立开设或综合进行。
- ★ 注重对学生技能操作能力和操作规范化的培养，突出实践教学的特点。
- ★ 紧密联系汽车行业发展现状，反映新知识、新工艺、新方法、新技术。



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

21 世纪应用型人才汽车类专业规划教材
—— 实验教程系列

汽车设计

课程设计指导书

主 编 王丰元 马明星
副主编 邹旭东



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内容提要

本书在汽车设计课程理论教学的基础上,介绍了汽车总体设计,按照动力传动的基本路线分别介绍了离合器设计、机械式变速器设计、万向传动轴设计、整体式单级主减速驱动桥设计、悬架设计、转向系设计和制动系统设计,在每个总成的设计中提出设计题目及要求,按照设计的步骤进行理论计算和参数选择。介绍了零件的三维造型及二维装配图的基本绘制方法和过程。

本书是针对车辆工程、汽车工程、汽车服务工程、机械工程、交通运输等专业的本科生编写的汽车类课程设计教学指导教材,也可供希望系统学习汽车知识的行业技术人员及其他相关专业的大专院校师生和汽车爱好者参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车设计课程设计指导书/王丰元,马明星主编. —北京:中国电力出版社,2009

21世纪应用型人才培养汽车类专业规划教材. 实验教程系列

ISBN 978-7-5083-8125-1

I. 汽… II. ①王…②马… III. 汽车-设计-课程设计-高等学校-教学参考资料 IV. U462-41

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第214107号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2009年3月第一版 2009年3月北京第一次印刷
787毫米×1092毫米 16开本 19.25印张 496千字
印数0001—3000册 定价35.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

《21 世纪应用型人才汽车类专业规划教材——实验教程系列》

编 委 会

主 任：淮 阴 工 学 院 吴建华

副主任：青岛理工大学 王丰元

河南科技大学 周志立

扬 州 大 学 陈靖芯

淮 阴 工 学 院 陆昌龙

主 编：淮 阴 工 学 院 司传胜

编 委：青岛理工大学 王丰元 王吉忠 阎 岩 邹旭东 于 波

河南科技大学 张 毅 周建立 张孝友 李金辉

扬 州 大 学 陈靖芯 沈 辉 马明星

淮 阴 工 学 院 范钦满 司传胜 王庆安 余文明 郁大同

徐礼超 徐红光 王建胜

淮安信息职业技术学院 汪东明

金 陵 科 技 学 院 凌秀军 诸鑫瑞

连云港交通职业技术学校 徐同华

为解决全国各高校及高职高专汽车类专业实验指导书短缺、不规范等问题,为更好的满足这些院校教育改革与发展的需要,为教学和培训提供更加实用、丰富的实验指导书,按照高校及高职高专汽车类专业教材的教学要求,特编写《21 世纪应用型人才汽车类专业规划教材——实验教程系列》教材。

本实验教材根据高等院校及高职高专院校培养 21 世纪应用型人才的指导思想编写,取材来源于各编写院校先进的教学方法和实践教学经验的总结,以最大限度的满足教学要求和充分激发学生的兴趣为出发点设置实验内容,使本教材更适合各院校的实践教学。

本实验教材在编写上,具有如下特点:

(1) 紧密结合高等院校及高职高专汽车类专业的教材,以专项能力的培养为单元,即实验项目可根据具体教学及教材要求,独立开设或综合起来进行,形式灵活,适用面广。

(2) 注重对学生技能操作能力和操作规范化的培养,突出实践教学的特点。

(3) 紧密联系我国现代汽车业的发展现状,反映新知识、新工艺、新方法、新技术。

(4) 编写人员来自本科与高职高专院校从事一线实践教学工作的老师,综合了这几类院校实验课的优势,避免了不足,使本教材具有更好的可操作性和广泛的适用性。

本系列书包括:《汽车电器与电控系统实验教程》、《汽车理论与运用实验教程》、《汽车构造与拆装实验教程》、《汽车服务工程实训指导》、《汽车故障诊断与维修实验教程》、《车用单片机系统实验教程》、《汽车检测技术实验教程》、《发动机原理实验教程》、《汽车设计课程设计指导书》。

《汽车设计课程设计指导书》是本系列书之一。

长期以来,我国车辆工程专业的本科生一直缺乏一本系统的专业课程设计指导教材,课程设计教学与课堂理论教学步调不一致。为满足我国车辆工程专业和汽车专业等本科生课程设计的需要,编者在车辆工程专业教学改革和精品课程建设的基础上,总结多年各学校的车辆工程专业教学经验,配合《汽车设计》课程理论教学,组织编写此指导书。

本书首先介绍了汽车的总体设计,包括结构布置和发动机的选择,然后按照动力传动的基本路线分别介绍了离合器设计、机械式变速器设计、万向传动轴设计、整体式主减速驱动桥设计、悬架设计、转向系统设计和制动系统设计,在每个总成的设计介绍中首先提出设计题目及要求,然后,按照设计的步骤进行理论计算和参数选择,最后,较详细地介绍了零件的三维造型及二维装配图的绘制方法和过程。在有些章节中也将题目设计过程融合在计算过程中,并给出了实用的计算机程序,便于学生设计参考。

本书在教材整体结构和内容的组织方面,既介绍了汽车主要总成的设计方法和相关的理论基础,也在实验教材的开始介绍了开展课程设计的基本要求和基本步骤,同时在教材最后给出了一个设计范例,便于同学参考;通过本教材既可以学习有关专业设计知识,又可了解汽车设计的相关标准和法规。

本书是针对车辆工程、汽车服务工程、交通运输、机械工程等专业的本科生编写的汽车类

课程设计的教学指导教材,也可供希望系统学习汽车知识的行业技术、管理人员及其他相关专业的大专院校师生和汽车爱好者参考。

本教材由王丰元教授和马明星博士任主编,邹旭东任副主编。编写主要分工为:河南科技大学李水良编写第三章,河南科技大学曹青梅编写第九章,扬州大学马明星编写第五章、第七章和第八章,青岛理工大学邹旭东编写第一章、第四章和第十章,青岛理工大学王丰元编写第二章和第六章。中国一汽解放青岛汽车厂王学红高级工程师等参加了本书部分内容的编校。

本书的编写得到了青岛理工大学汽车与交通学院、教务处等有关部门和老师的支持,在本书编写过程中参阅了大量国内外文献,在此对给予支持和帮助的领导、教师、朋友和作者一并表示感谢。

因时间仓促,本书难免会有一些不足之处,敬请读者批评指正。

编者

2009年1月

Contents

目 录

前言	
第一章 概述	1
第一节 课程设计的目的和要求	1
第二节 课程设计的内容	1
第三节 课程设计中应注意的问题	3
第二章 汽车总体设计	5
第一节 汽车造型基础	5
第二节 虚拟开发技术简介	7
第三节 乘用车总体设计	11
第四节 商用车(货车)总体设计	26
第三章 离合器设计	39
第一节 题目及要求	39
第二节 膜片弹簧离合器的设计	42
第三节 双盘周布弹簧离合器的设计	83
第四章 机械式变速器设计	95
第一节 题目及要求	95
第二节 中间轴式变速器设计	96
第三节 主要零部件的设计与计算	105
第五章 万向传动轴设计	111
第一节 万向传动设计基础	111
第二节 十字轴式万向传动设计	114
第三节 球笼式万向节设计	117
第四节 传动轴的设计与计算	130
第六章 整体式单级主减速驱动桥设计	132
第一节 题目及要求	132
第二节 整体式单级主减速器设计	132
第三节 对称锥齿轮式差速器设计	172
第四节 半轴设计计算	180
第五节 驱动桥壳计算	184

第六节 三维造型设计及二维装配图	187
第七章 悬架设计	189
第一节 悬架设计基础	190
第二节 纵置钢板弹簧非独立悬架设计	196
第三节 麦弗逊式独立悬架设计	204
第八章 转向系设计	212
第一节 转向系设计基础	213
第二节 齿轮齿条式转向系设计	226
第三节 循环球式转向系设计	241
第九章 制动系设计	253
第一节 制动系设计基础	253
第二节 领从蹄式制动器设计	256
第三节 钳盘式制动器设计	275
第四节 液压制动驱动机构的设计计算	280
第五节 制动器设计任务	284
第十章 课程设计参考范例	286
第一节 变速器设计	286
第二节 驱动桥设计	295
参考文献	300

第一章 概 述

第一节 课程设计的目的和要求

一、课程设计的目的

经过若干学期的车辆工程专业的理论学习,车辆工程专业的本科生亟待进行一次综合性较强的实践环节来检验学习效果,深入掌握所学内容,为日后做好毕业设计,走上工作岗位和生产应用进行一次综合训练和准备。具体如下。

(1) 培养学生专业思想。使学生了解以前所学理论知识和参加过的金工实习、工艺实习以及专业生产实习等环节,都是为今后的专业设计、生产做准备,每一个环节都是为了培养一名合格的车辆工程专业人才而设置,车辆工程专业需要有扎实的专业基础知识和实践能力。

(2) 提高结构设计能力。通过课程设计,使学生学习和掌握汽车底盘总成及零部件设计的程序和方法,树立正确的工程设计思想,培养独立的、全面的、科学的工程设计能力。

(3) 在课程设计实践中学会查找、翻阅和使用标准、规范、手册、图册和相关技术资料等。熟悉和掌握汽车设计的基本技能。

二、课程设计要求

进行此课程设计之前,学生应该修完《汽车构造》、《汽车理论》、《汽车制造工艺学》、《汽车电子控制技术》、《汽车设计》以及与机械专业相关的基础课程,参与部分实践环节。由于现在的车辆工程专业毕业设计内容灵活多样,不一定体现出对前述课程内容的考察和融合,因此,车辆工程专业课程设计体现出典型的专业性和系统性,同时也可以对以后设计相近机构起到参考作用。课程设计要求结合学生的认知能力和素质基础,从课程设计的实用角度出发,按课程设计的总体思路和顺序讲解,循序渐进、由浅入深,以典型总成设计为例,详细讲解课程设计中的各个设计环节。

第二节 课程设计的内容

一、设计题目设置

在此给出车型设计的总体要求,后面各章节对各总成给出详细设计数据。每班同学划分成若干小组,每组 7 人左右,原则上同一设计小组尽量按照一种车型的匹配要求进行各总成的设计。

分别为给定基本设计参数的汽车进行总体设计,计算并匹配合适功率的发动机,初步确定汽车的总质量,轴荷分配和轴数,选择并匹配各总成部件的结构型式,计算确定各总成部件的主要参数,绘出指定的总成的装配图和部分零件图。其余参数如表 1-1 所示。

Note

表 1-1 设计参数

额定装载质量 (kg)	最大总质量 (kg)	最大车速 (km/h)	比功率 (kW/t)	比转矩 (N·m/t)
500	1120	80	16	30
	1020	100	22	37
	950	135	28	44
750	1680	80	16	30
	1540	100	22	37
	1430	135	28	44
1000	2250	80	16	34
	2100	100	21	39
	2000	135	26	44
1500	3370	80	16	30
	3160	100	22	37
	3000	135	28	44
2000	4500	80	16	30
	4220	100	22	37
	4000	135	28	44
3000	6750	75	10	33
	6330	100	15	40
	6000	120	20	47
4000	7330	75	10	33
	7140	100	15	40
	6960	120	20	47
5000	9160	75	10	33
	8930	100	15	40
	8700	120	20	47
6000	11 000	75	10	33
	10 720	100	15	40
	10 440	120	20	47

二、学生应完成的工作量

- (1) 总成总装配图 1 张 (0 号或 1 号图)。
- (2) 二维零件图 1 张 (3 号图) 或三维零件建模一个 (可以是电子版)。
- (3) 设计计算说明书 1 份。

三、课程设计的步骤

- (1) 明确设计任务或要求。

认真阅读设计任务书, 查阅参考资料, 补充相关知识, 了解总体设计要求和车型工作条件。通过查阅有关资料和图纸, 参观模型或实物, 观看电视教学片、挂图, 有条件的还可以到实验室进行拆装、测绘实验。

- (2) 总体方案设计或选型设计。

首先根据设计要求, 同时比较其他设计方案, 最终选择确定总成的总体结构和布置方案, 确定主要参数或总体尺寸。

- (3) 主要零部件的设计与计算。

设计主要零部件的参数和主要尺寸, 包括必要的设计计算或校核计算。

(4) 相关重要零部件结构的设计。

(5) 总成装配图。

首先进行装配草图设计; 选择标准件, 对某些零件(例如轴承)进行寿命校核; 进行箱体或外壳以及附件的设计; 最后完成装配图的其他要求(标准尺寸、说明技术特性、提出技术要求, 对零件进行编号, 填写零件明细表和标题栏等)。完成装配草图的基础上, 最终完成正式的装配图。

(6) 二维或三维零件图绘制。

1) 利用手绘或计算机绘制二维零件图, 按照生产要求标注尺寸、公差、重要参数以及技术要求。

2) 严格按照所设计的结构和尺寸, 利用三维绘图软件绘制三维零件模型。

(7) 编写和整理说明书。

学生在完成上述工作之后, 应将前述工作依先后顺序编写设计说明书一份。

说明书是课程设计的总结性文件。通过编写说明书, 进一步培养学生分析、总结和表达的能力, 巩固、深化在设计过程中所获得的知识, 是本次设计工作的一个重要组成部分。

说明书应概括地介绍设计全貌, 对设计中的各部分内容应作重点说明、分析论证及提供必要的计算过程。要求系统性好, 条理清楚, 图文并茂, 并充分表达自己的见解, 力求避免抄书。文内公式、图表、数据等出处, 应注明参考文献的序号。

学生从一开始设计就应该逐项记录设计内容、计算结果、分析意见和资料来源, 以及教师的合理意见、自己的见解与结论等。每一设计阶段后, 随即可整理、编写有关部分的说明书, 待全部设计结束后, 稍加整理就可成为说明书。

说明书内容应该包括以下内容。

- 1) 目录。
- 2) 设计任务书。
- 3) 序言。
- 4) 总体方案设计或选型设计。
- 5) 主要零部件的设计与计算。
- 6) 设计心得与体会。
- 7) 参考文献列表。
- (8) 设计总结和答辩。

CHAPTER 1

第三节 课程设计中应注意的问题

专业课程设计是对前面所学专业知识的一次综合运用训练, 提倡学生在老师的指导下独立完成, 在设计时应注意以下问题。

1. 全新设计与继承的关系

汽车总成设计是一项复杂、细致的创造性劳动。在设计中, 既不能盲目抄袭, 又不能闭门

Note

造车。在科技飞速发展的今天,设计过程中必须借鉴前人成功的经验,改进其缺点。从具体的设计任务出发,充分运用已有的知识和资料,进行科学、先进的设计。

2. 正确使用有关标准和规范

为提高所设计对象的质量同时降低成本,必须采用多种标准和规范。设计中采用标准的程度也往往是评价设计质量的一项重要指标,它能提高设计质量,因为标准是经过专业部门研究制定的,并且经过了大量的生产实践的考验,是比较切实可行的。采用标准还可以保证零件的互换性,减少了设计工作量,缩短了设计周期,降低生产成本。因此在设计中应尽量采用标准件、外购件,尽量减少自制件。

3. 正确处理强度、刚度、结构和工艺间的关系

在设计中任何零件的尺寸不可能全部由理论计算来确定,而每个零件的尺寸都应该由强度、刚度、结构、加工工艺、装配是否方便、成本高低等各方面的要求来综合确定的。强度和刚度问题是零件设计中首先必须满足的基本要求,在此基础上,还必须考虑零件结构的合理性、工艺上的可能性和经济上的可行性。可见零件的强度、刚度、结构和工艺上的关系是相互依存、互为制约的关系,而不是相互独立的关系。

4. 计算与画图的关系

进行装配图设计时,并不仅仅是单纯的画图,常常是画图与设计计算交叉进行的。有些零件可以先由计算确定零件的基本尺寸,然后再经过草图设计,确定其具体结构尺寸;而有些零件则需要先画图,取得计算所需的条件之后,再进行必要的计算。如在计算中发现有问题,则需要修改相应的结构。因此,结构设计的过程是边计算、边画图、边修改、边完善的过程。

5. 同组同学设计题目之间的关系

同组同学的题目不同,一般情况是每名同学负责一个总成的设计。在设计过程中,必须在总体设计确定的情况下才能进行其他总成的设计,因此每名同学都应该参与总体设计,必须保证每一个总成的设计都符合总体设计确定的主要参数和结构形式要求。其次,总成和总成之间往往有匹配关系,设计时必须注意沟通与协调,以便共同完成一辆汽车的底盘设计。

第二章 汽车总体设计

第一节 汽车造型基础

汽车造型设计的目的是以其美来吸引和打动观众,根据汽车整体设计的多方面要求来塑造最理想的车身形状,对汽车外部和车厢内部进行造型设计。汽车造型设计主要涉及科学和艺术两大方面。设计师在具备车身结构、制造工艺要求、空气动力学、人机工程学、工程材料学、机械制图学、声学 and 光学知识的同时还需要有高雅的艺术品味和丰富的艺术知识,如造型的视觉规律原理、绘画、雕塑、图案学、色彩学等等。设计师在精通这些知识的基础上,不断推陈出新,兼顾成本控制和满足顾客的心理需求,创作出更富魅力的汽车造型。汽车造型应考虑下列因素。

- (1) 合理的形状,简单的结构,美观的整体外形。
- (2) 制造工艺简单,易装配,满足大批量生产。
- (3) 汽车外形具有良好的空气动力性能。
- (4) 汽车表面零件应具有足够的刚度和连接强度。
- (5) 汽车外形应保证良好的视野。

通常现代汽车造型设计可以分以下几个步骤。

1. 市场调查

汽车与其他批量生产的工业产品一样是商品,作为商品就要追求经济效益,就要与其他同类厂商的产品竞争,所以在开发前期的市场调查尤为重要。通过市场调查要了解国内外竞争企业同级别产品的造型特点、设计趋势、工艺水平及新材料新技术的应用情况。其他产品对汽车设计的影响也不容忽视,如照相机、MP3 播放器、计算机、服装及提包的流行款式和颜色。不要以为这些产品与汽车设计无关,通过调查一些日常消费品可折射出特定消费人群的消费趋势及消费特点,从而有针对性的对目标消费人群展开汽车造型设计。在市场调查期间设计者要调动一切敏感的神经来寻找蛛丝马迹来感受市场的微弱变化。此阶段的工作之所以重要,就是为产品设计的可行性找依据,充分考虑各个方面的因素,避免在设计过程中的反复及投产以后所造成的定位失误。

2. 创意阶段

经过大量的市场调查和分析后,接下来是创意阶段,是设计师天马行空发挥想象力,思维发散的阶段。第 1 阶段主要任务是设计者将自己的构思和灵感用手绘的形式快速表现出来,是一个记录的过程,所形成的结果被称作构思草图,这些草图只是对汽车整体造型的感觉和方向的概括,无需向他人展示传达,如图 2-1 所示。因为构思草图不必描绘过多的细节,所以要求的数量很大,一般情况下 1 个设计者 1 天之内要画 60 张左右。草图画得越多设计师的思路越开阔,对设计任务理解的程度越深刻。当构思草图达到一定数量时,需要对一些可行性概念进行整理和深化发展,进入创意的第 2 个阶段即概念效果图阶段。此阶段的方案用于内部交流,必须画出较为清晰和完整的概念效果图,它要求描绘出汽车的整体形态、尺度比例、材质及色彩。概念效果图是构思草图的完善与深入,但不是最终效果图,须求质又求量,并要求具有一

Note

定的绘制速度,一些细节可以忽略。概念效果图适用于深入分析、评价推敲方案及与他人沟通交流时使用,同时也作为绘制精细效果图的前期准备。渲染效果图是对确定了的方案在形态、色彩及材质肌理上进行正确和精密的描述,使任何人看了都能一目了然。效果逼真的渲染效果图可吸引更多评审者的眼球,也可使决策者下决心肯定设计方案。

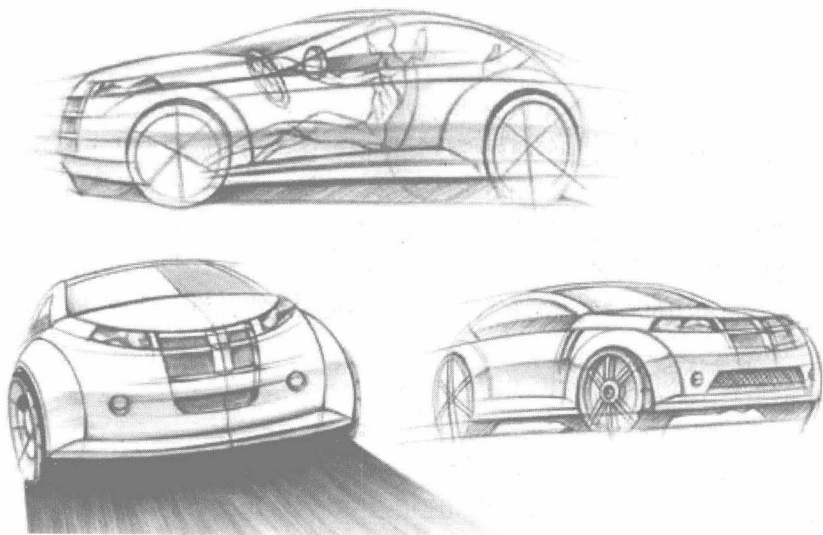


图 2-1 设计草图

3. 比例模型制作

渲染效果图通过评审后,就要选择优秀的设计方案进行比例模型制作。比例模型是设计师将二维图形转化成三维实体造型的过程,是再设计的过程,在比例模型上设计师可以反复的推敲汽车造型的型面和一些细节,更真实地表达自己的设计意图。按尺寸分,缩小比例模型有 3 种: 1:5、1:4、1:2,对于乘用车 1:5 和 1:4 是比较合适的尺寸比例,一般乘用车长度为 4m 左右,比例模型的尺寸为 800~1000mm,制作工作量不大,便于修改,曲线和曲面不用花费很大的力气就能达到光滑顺畅的效果。而 1:2 的尺寸比例就相对大一些,线面的表现更直观,但尺寸较大,手工制作起来费时费力,是非主流的比例。按材料分,可分为油泥模型、石膏模型和仿真模型 3 种。油泥是油脂、填料、改性添加剂和颜料等的混合物,便于反复修改,不易风化干燥和变形龟裂,因而模型尺寸较稳定,是目前汽车造型应用最广泛的材料。石膏较便宜,但强度低且不易于反复修改。仿真模型具有逼真的材质和效果,不能用于推敲造型,常作为车型档案保存之用。为了评审的需要,模型完成后要进行仿真处理,表面进行喷涂油漆或敷上具有真车表面效果的薄膜,车窗、散热器罩及前后灯等真车上具有的细节部分一样都不能少,可谓麻雀虽小,五脏俱全。

胶带图是将效果图转化成模型的桥梁纽带,比例模型也是依据比例胶带图展开加工制作的。它是设计师根据汽车总布置图,在带有坐标网格线的薄膜上利用专用的不干胶带贴出设计方案的造型线图,它由多个视图组成(侧视图、俯视图、前视图、后视图)。各个视图的线条都能够一一对应且误差要求很小,这个环节要求设计师要具备良好的三维空间想象能力及扎实的机械制图功底。胶带图的另一个重要作用是,它可以作为造型可行性分析的依据,1:1 胶带图能够真实的反映出实车的尺寸比例和造型特点。因此在贴制的过程中需要与相关的工程技术

人员进行配合,来检验胶带图所表达的线面是否与内部结构干涉,如果发现问题,设计师要和工程技术人员进行协商,确定是修改内部结构还是修改胶带图。

4. 1:1 仿真模型制作

胶带图完成后,在设计师的指导下,油泥模型师或数字建模工程师就要开展 1:1 油泥模型或数字模型的制作。下面将分别对这 2 种不同的造型工作分别加以说明。

(1) 1:1 模型。

比例模型是 1:1 全尺寸模型的试验及准备阶段,是确定 1:1 模型造型方向的前提,不能代替全尺寸模型,因为比例模型的直观性不如全尺寸模型。例如在缩小比例模型,一条看起来比较舒展的腰线,等比缩放成实际尺寸后,会显得弧度过大或拘谨。但比例模型这个环节是不能省略的,如果把效果图直接制作成全比例模型,中间就缺少了推敲的过程,在 1:1 模型上反复推敲方案将费时费力。因为全尺寸模型的制作工作量很大,首先要根据总布置图的要求精确的制作模型骨架,留足所需的油泥加工量及修改量。将近 1.5t 的油泥需要用手将其碾压在模型骨架上,然后由经验丰富的油泥模型师以手工的形式把模型雕塑得光顺,整个过程的尺寸控制是非常严格的,要精确到毫米或零点几毫米。1:1 模型不适合整体造型的反复大幅度修改,整体造型的大改动只能在比例模型上进行,如图 2-2 所示。

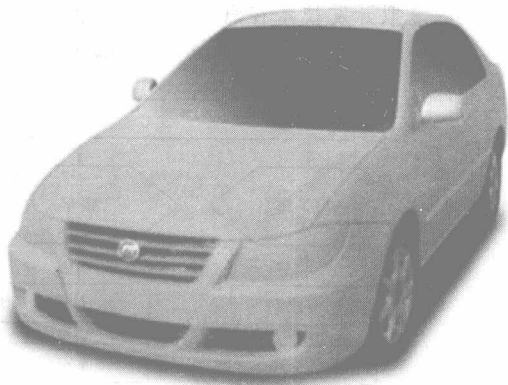


图 2-2 1:1 油泥模型

(2) 数字模型。

随着目前计算机三维软件的发展,将设计师和模型师从繁重的模型制作中解脱出来,设计师把依据汽车总布置画好的三视图交与计算机三维造型人员并指导其建模,熟练的计算机三维造型人员只需要 15 天就可以构建一个完整的汽车外表面数模。这个初步的三维数字化模型,可以在计算机屏幕上按任意角度旋转,造型师可以随时对它进行修改雕琢,直到满意为止。有了三维数字化模型利用投影技术可将图形方便的投射到大屏幕上,从而得到 1:1 的接近于真车的照片级效果图。

CHAPTER 2

第二节 虚拟开发技术简介

虚拟开发技术使计算机辅助技术成为人机一体化的融入型智能开发系统,它通过动态仿真和模拟实际环境的建立使参与者对虚拟样机或生产线进行直感交互、实现优化,对提高产品开发质量和缩短开发周期起着重要的作用。虚拟样机技术以及虚拟现实技术的出现,在汽车行业中引起了一场革命,改进了传统汽车设计以及试验的方法。利用虚拟样机技术设计的数字化汽车同复杂多变的虚拟试验环境结合起来,用真实驾驶员进行仿真驾驶,以视、听、触觉等作用于用户,使之产生身临其境的沉浸、交互感,人一车一环境融为一体,可直接感受汽车的振动、

Note

倾斜、噪声等效果,无危险和损坏进行碰撞、翻倾等极限试验,改进了抽象的数值曲线仿真,突破了难以用数学模型来表达的错综复杂的驾驶员感受与反应等问题,在设计早期及时发现潜在的问题,进行调整修正、实现优化,具有节省资金、可重复、无风险等优点。典型的例子如下,克莱斯勒新型汽车开发周期由 36 个月缩短至 24 个月,福特公司也在 1999 年底宣布开发出了全数字化乘用车。奔驰汽车公司 1998 年之前已经完成了数字化乘用车样机,并实现了较强的虚拟现实技术,可在设计阶段对乘用车的总体性能匹配和车身系统布置设计等进行直观、全面的仿真分析、评价和改进。

虚拟开发技术定义:在乘用车开发的整个过程中,全面采用计算机辅助技术,将乘用车开发的造型、设计、计算、试验直至制模、冲压、焊装、总装等各个环节中的计算机模拟技术连为一体的综合技术。其优点是提高产品质量,缩短产品周期,降低生产成本。

1. 虚拟开发技术在汽车开发中的应用

虚拟开发技术在汽车开发中的应用如图 2-3 所示。

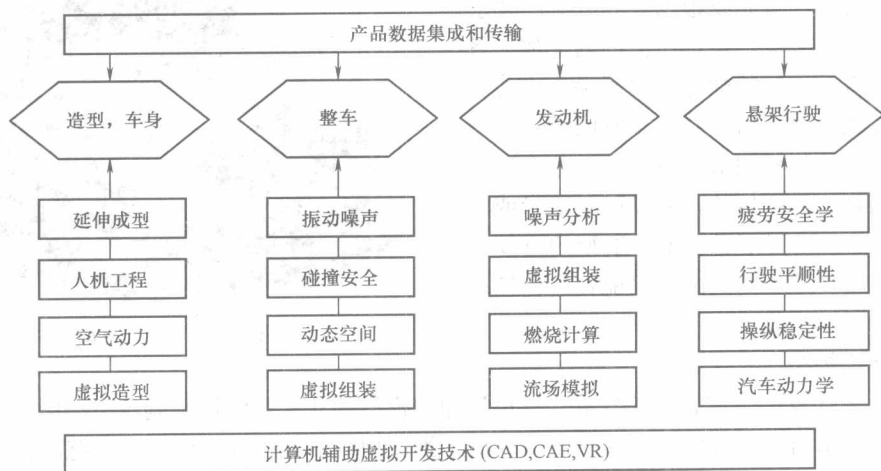


图 2-3 虚拟开发技术在整车和部件开发过程中的应用

图 2-3 显示了现代计算机技术在乘用车开发过程中的应用。计算机辅助技术如 CAD、CAE、CAT 和 VR 技术,已被系统地应用于整个开发过程并成为开发工程师的常用工具。在造型和车身开发中,着重采用了虚拟造型、空气动力学计算、人机工程技术和延伸成型技术。在整车开发过程中,振动、噪声计算软件、碰撞安全模拟、虚拟组装技术和疲劳安全性计算得到重点应用。在发动机开发过程中,燃烧计算、流场模拟、发动机噪声分析和虚拟组装技术得到重点应用。在悬架和行驶机构的开发过程中,在动态空间计算、行驶平顺性、操纵稳定性等汽车动力学设计和计算方面,大量采用计算机辅助和模拟技术。

2. 乘用车造型中的虚拟开发技术

造型前期过程是一个逐步筛选的过程。

传统过程从草图到造型数据模型冻结,需 14~20 个月,8~10 个油泥模型。

油泥模型的三维坐标必须转化为三维数字车型,以供 CAD 设计计算。实体模型向数字模型的转换工作由车型放样室(Strak)负责,转换后的数字曲面必须忠于造型设计师的原设计意图和满足组装和工艺的基本要求,最后按照放样室制成的 CAD 数学曲面制作 1:1 硬体模型,供最终检验和车型决策,其过程如图 2-4 所示。

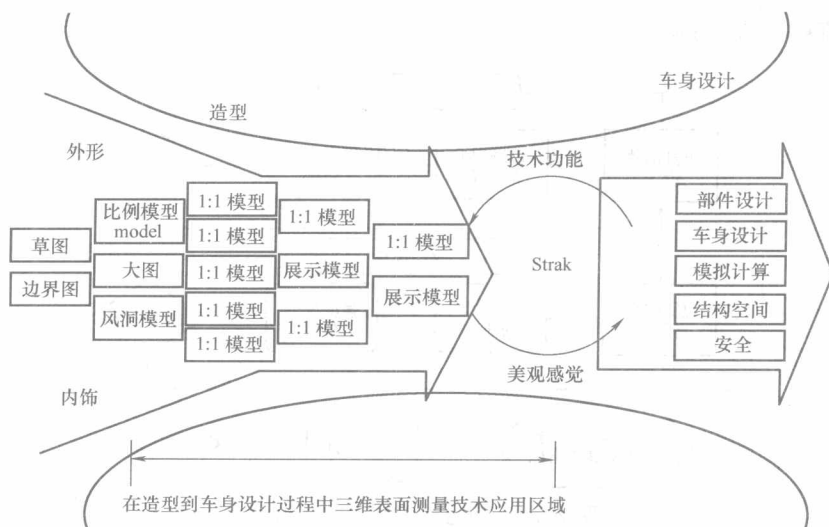


图 2-4 从乘用车造型到车身设计的工业进程

乘用车造型中的虚拟开发技术可以缩短开发时间 50%，减少油泥模型数量 60%，降低造型成本。

具体采用的技术如下。

草图阶段：数字图像处理软件，省略 1:1 黑线图，三维造型软件，取消 1:4 油泥模型，保留 1:1 模型。

模型阶段：数字图像测量技术、虚拟现实造型技术。

组装阶段：虚拟组装技术。

3. 人机工程虚拟技术

人机工程虚拟技术模拟乘员或驾驶员乘坐情况。

在设计阶段对乘员的舒适程度进行客观评价，避免样车完成后改进所引起的时间损失和附加成本，大大节省样车阶段的实车试验时间和减少资金投入，同时提高设计质量。

4. 汽车安全性及碰撞分析

汽车安全性及碰撞分析的基本原理就是在汽车有限的可利用的变形空间内保证乘员的安全性，包括汽车各部件的变形、位移，汽车部件和人体的接触，人体各部位在碰撞过程中的减速度。

碰撞方式主要为：前碰撞（正面全覆盖，斜面，正面部分覆盖）、侧碰撞（正侧面，斜侧面）、后碰撞和整车翻滚。

建立整车结构的有限元模型，详细分析碰撞过程中的车体、车门结构的刚度、变形、位移以及乘员所受的冲击程度。

5. 汽车强度和疲劳寿命分析

在确定车身负荷的前提下，进行分析，如图 2-5 所示。

强度和疲劳寿命分析要遵循一套

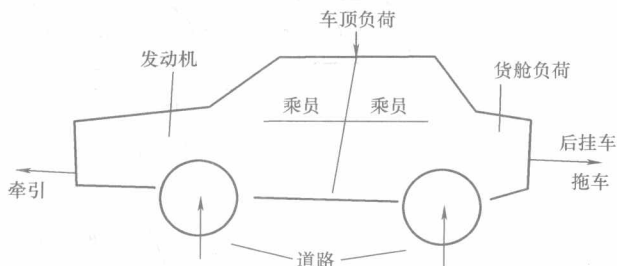


图 2-5 计算轿车车身强度的车身负荷图