



“十二五”普通高等教育车辆工程专业规划教材

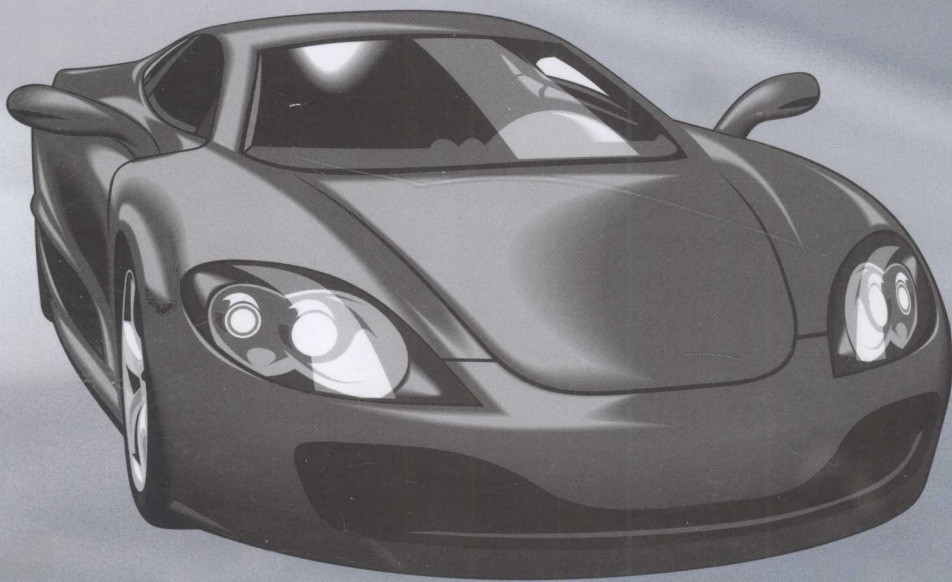
汽车设计

QICHE SHEJI

(第二版)

过学迅 主编

邓亚东 黄妙华 副主编



人民交通出版社
China Communications Press

U462
1010.1-3



“十二五”普通高等教育车辆工程专业规划教材



NUAA2013069435

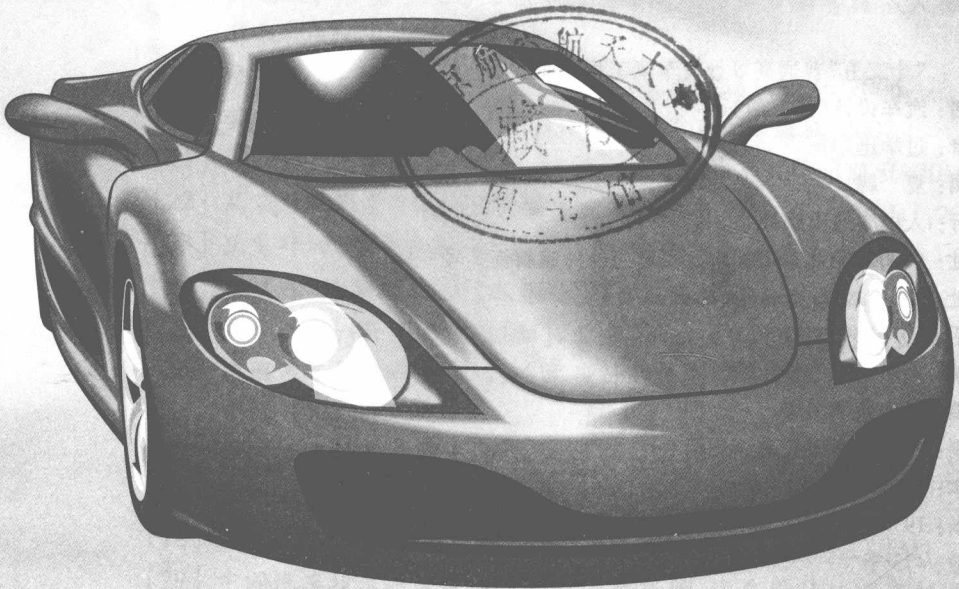
汽车设计

QICHE SHEJI

(第二版)

过学迅 主编

邓亚东 黄妙华 副主编



2013069435



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

本书主要内容包括:汽车总体设计、底盘主要总成设计、车身设计的基本知识,以及汽车现代设计方法的基础知识。全书共10章,分别介绍了汽车产品开发的一般过程、汽车总体设计的基本内容;讲述了汽车传动系统、行驶系统、转向系统和制动系统中各总成设计的要求、结构方案的选择、主要参数的确定、主要零部件的强度计算等;概略介绍了汽车造型、车身布置与结构设计;对近年来汽车设计中应用的新技术,如汽车现代设计方法,用专门章节进行了概述。

本书可供高等院校车辆工程及相关专业学生作为“汽车设计”课程的教材,也可供汽车相关企业的工程技术人员参考之用。

图书在版编目(CIP)数据

汽车设计 / 过学迅主编. —2版. —北京:人民
交通出版社, 2013.8

普通高等教育车辆工程专业规划教材

ISBN 978-7-114-10652-1

I. ①汽… II. ①过… III. ①汽车-设计-高等学校
-教材 IV. ①U462

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 112458 号

“十二五”普通高等教育车辆工程专业规划教材

书 名: 汽车设计(第二版)

著 者: 过学迅

责任编辑: 夏 韡

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京交通印务实业公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 19

字 数: 473 千

版 次: 2005年8月 第1版

2013年8月 第2版

印 次: 2013年8月 第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-10652-1

定 价: 38.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

3013082432

“十二五”普通高等教育车辆工程专业规划教材

编委会名单

编委会主任

龚金科(湖南大学)

编委会副主任(按姓名拼音顺序)

陈 南(东南大学) 方锡邦(合肥工业大学) 过学迅(武汉理工大学)

刘晶郁(长安大学) 吴光强(同济大学) 于多年(吉林大学)

编委会委员(按姓名拼音顺序)

蔡红民(长安大学) 陈全世(清华大学) 陈 鑫(吉林大学)

杜爱民(同济大学) 冯崇毅(东南大学) 冯晋祥(山东交通学院)

郭应时(长安大学) 韩英淳(吉林大学) 何耀华(武汉理工大学)

胡 骅(武汉理工大学) 胡兴军(吉林大学) 黄韶炯(中国农业大学)

兰 巍(吉林大学) 宋 慧(武汉科技大学) 谭继锦(合肥工业大学)

王增才(山东大学) 阎 岩(青岛理工大学) 张德鹏(长安大学)

张志沛(长沙理工大学) 钟诗清(武汉理工大学) 周淑渊(泛亚汽车技术中心)

第二版前言

我国汽车工业的迅猛发展对汽车设计人才的培养提出了更高要求。为此,根据2003年12月由人民交通出版社组织的“高等学校车辆工程专业教材编写会”的精神,我们组织编写了《汽车设计》(第一版),于2005年8月出版,并被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。由于汽车设计方法的不断进步,教材的内容也需与时俱进。在人民交通出版社2011年教材编写会的布置下,我们对教材进行修订再版。

全书共分10章。第1章为汽车总体设计,第2章至第8章分别介绍汽车传动系统的离合器、变速器、万向节与传动轴、车桥,以及行驶系统、转向系统和制动系统设计,第9章讲述汽车车身设计,第10章简述常用的汽车现代设计方法。汽车各主要总成的写作程序大体上是:总成设计的基本要求、结构方案的选择、主要参数的确定、主要零部件的强度计算等内容。

本书在体系和内容上,充分参考了国内现有的“汽车设计”类教材,并顾及到“汽车构造”体系和已讲述过的内容,结合教学实践经验和目前车辆工程专业学生的学时数安排,进行了精心编排和取舍,力求使读者在掌握传统的汽车设计方法的同时,了解新的汽车设计方法。全书按汽车底盘四大系统及其大总成、车身划分章节,如传动系统按离合器设计、变速器设计等大总成划分章节,行驶系统、转向系统、制动系统则按系统分章,车身设计单独成章。汽车现代设计方法一章中则阐述了汽车计算机辅助设计、汽车优化设计、汽车仿真技术等内容。本书具有良好的系统性和实用性。

本书由武汉理工大学过学迅主编,邓亚东和黄妙华副主编。邓亚东编写第1章,过学迅编写第2章和第3章,朱祝英编写第4章和第8章,余晨光编写第5章和第7章,何天明编写第6章,黄妙华编写第9章和第10章。

本书可作为高等院校车辆工程专业“汽车设计”课程教材,也可供从事汽车及其零部件设计的工程技术人员参考。

本书在编写过程中,得到了一些相关企业提供的珍贵资料,并参考了汽车界同仁的一些著作,在此表示感谢。

由于设计理论发展迅速,加之编者水平所限,错漏之处难免,恳请使用本书的广大师生和读者批评指正。

编者

第一版前言

我国汽车工业的迅猛发展对汽车设计人才的培养提出了更高要求。为此,根据 2003 年 12 月由人民交通出版社组织的“高等学校车辆工程专业教材编写会议”的精神,我们组织编写了本书。

全书共分 8 章。第 1、2 章为汽车设计的概述和概念设计;第 3~6 章分别介绍汽车传动系、行驶系、转向系和制动系设计;第 7 章讲述数字汽车车身设计;第 8 章阐述汽车现代设计方法。汽车各主要总成的写作程序大体上是:该总成设计的基本要求、结构方案的选择、主要参数的确定、主要零部件的强度计算等内容。

本书在体系和内容上,参考了国内现有的“汽车设计”类教材,结合教学实践经验和目前车辆工程专业学生的学时数安排,进行了精心编排和取舍,力求使读者在掌握传统的汽车设计方法的同时,了解新的汽车设计方法。全书按汽车各大总成和近年来汽车工业发展所使用的新技术划分章节,如传动系一章中包括了离合器设计、变速器设计、万向节与传动轴设计、主减速器设计以及差速器设计等,浓缩了传统的机械设计的内容。汽车现代设计方法一章中则阐述了汽车计算机辅助设计、汽车优化设计、汽车可靠性设计、有限元分析法和逆向工程等内容。本书有良好的系统性和实用性。

本书由武汉理工大学过学迅和邓亚东主编。过学迅编写第 1 章和第 3 章的 1~3 节;邓亚东编写第 2 章;田哲文编写第 3 章的 4~9 节;何天明编写第 4 章;余宸光编写第 5 章;朱祝英编写第 6 章;熊欣编写第 7 章;袁晓红编写第 8 章。全书由同济大学张洪欣教授审阅。武汉理工大学钟诗清教授为本书的编写做了大量的前期工作,并提出许多修改意见。

本书可作为高等院校车辆工程专业“汽车设计”课程教材,也可供从事汽车及其零部件设计的工程技术人员参考。

本书在编写过程中,得到了一些相关企业提供的珍贵资料,并参考了汽车界同仁的一些著作,在此一并表示感谢。

由于设计理论发展迅速,加之编者水平有限,编写时间仓促,错漏之处在所难免,恳请广大师生和读者批评指正。

编者

目 录

第1章 总体设计	1
1.1 汽车设计的特点	1
1.2 汽车的产品开发过程及要求	2
1.3 汽车总体设计的内容	9
第2章 离合器设计	36
2.1 概述	36
2.2 离合器结构方案的确定	37
2.3 离合器基本参数的设计计算	43
2.4 压紧弹簧的设计	45
2.5 扭转减振器的设计	50
2.6 离合器操纵机构的设计	53
习题	55
第3章 变速器设计	56
3.1 概述	56
3.2 变速器结构方案的确定	57
3.3 变速器总体尺寸和参数的确定	61
3.4 变速器齿轮零件的设计计算	64
3.5 变速器轴、轴承等零件的设计计算	69
3.6 同步器设计	72
3.7 操纵机构设计	77
习题	80
第4章 万向节与传动轴设计	81
4.1 概述	81
4.2 万向节的结构型式	82
4.3 万向节传动的运动分析和受力分析	85
4.4 万向节的设计计算	88
4.5 传动轴的设计	89
4.6 中间支撑设计	90
习题	91
第5章 车桥设计	92
5.1 概述	92
5.2 驱动桥结构方案分析	93
5.3 主减速器设计	94
5.4 差速器设计	112

5.5	车轮传动装置设计	118
5.6	驱动桥壳设计	121
5.7	从动桥设计	124
	习题	131
第6章	行驶系统设计	133
6.1	行驶系统概述与行驶系统载荷	133
6.2	车架设计	135
6.3	悬架设计	143
	习题	164
第7章	转向系统设计	165
7.1	概述	165
7.2	转向系统主要性能参数	166
7.3	机械式转向器方案设计	172
7.4	机械式转向器设计	176
7.5	动力转向系统设计	182
7.6	转向传动机构设计	192
7.7	转向操纵机构设计	196
7.8	转向减振器与转向系统结构元件设计	198
7.9	四轮转向与线控转向	199
	习题	202
第8章	制动系统设计	203
8.1	制动系统的设计要求	203
8.2	制动系统的性能计算	204
8.3	制动器的结构设计	208
8.4	制动驱动机构及其设计计算	218
8.5	制动力分配的调节机构	222
	习题	225
第9章	车身设计	226
9.1	概述	226
9.2	汽车造型设计	228
9.3	汽车车身布置设计	235
9.4	汽车车身结构分析	247
	习题	256
第10章	汽车现代设计方法	257
10.1	概述	257
10.2	汽车计算机辅助设计	261
10.3	汽车优化设计	271
10.4	汽车仿真技术	278
	习题	292
	参考文献	293

第1章 总体设计

[主要内容] 本章首先介绍汽车设计的特点,汽车产品的开发过程。然后介绍在汽车整车总体设计时,总成类型的选择、主要参数及性能参数的确定和汽车总布置设计等内容。

1.1 汽车设计的特点

汽车自1886年诞生以来,已经历了120多年的发展历程。据统计,2010年世界汽车保有量接近10亿辆。汽车促进了世界经济与社会的发展,同时消耗了大量的石油资源,造成了城市大气污染和交通堵塞,也产生了许多道路交通事故。随着科学技术的进步,新材料、新能源、新工艺不断涌现,针对节能、环保和安全的总体要求,汽车的结构和使用性能日臻完善,设计方法和设计手段不断创新。

汽车作为一种道路车辆,与其他机械产品相比较,其特殊性在于汽车的使用环境复杂、工况多变;产品功能和使用性能要求多特别是可靠性与耐久性要求高;产品品种多、零部件数量多、生产批量大,设计与制造过程涉及材料科学、能源动力、机械工程、电子科学与计算机技术等多学科;产品的社会性特征明显,与能源、环境、交通、安全等方面的问题密切相关。因此,在进行汽车设计时必须考虑以下多方面的因素。

(1) 汽车运行的工作环境和条件多变,要求汽车有良好的适应性,并能保证可靠地工作。

以我国为例。我国疆土辽阔,南北之间跨越纬度很大,南部进入热带,北部接近寒带,因此形成了南北悬殊的温差,气温的变化在 $\pm 40^{\circ}\text{C}$ 以上。我国各地的地形也十分复杂,如东部为广阔的平原和起伏的丘陵,西部有雄伟的高原,西南多山地,各种地形互相交错。每一辆汽车都有可能要面临不同的气候、地理等复杂的使用条件。还有各地区的道路、维修能力以及燃料供应等诸方面的差异,这就对汽车的结构、材料和汽车设计提出了许多特殊的要求。例如:高原地区要求发动机增压以改善发动机的进气,不致使功率下降;寒冷地区要考虑冷启动措施;热带地区希望驾驶室有良好的通风和空调设备等;海岛及沿海地区还要求车用材料具有良好的抗盐雾腐蚀性能。因此,汽车设计人员一定要通过调查研究汽车的各种使用条件,找出合理的方案,精心设计,才能使汽车对复杂的使用条件有良好的适应性,并且要保证汽车可靠地工作和一定的使用寿命。

(2) 汽车品种多、产量大且零部件数量多,要求采用零部件专业化生产和实行“三化”,即产品系列化、零部件通用化、零件设计标准化,以达到提高设计效率、便于组织生产、提高生产率和产品质量、降低成本的目的。

采用产品系列化生产通常是先由各专业化工厂生产各种零部件,然后由汽车厂加以选用和进行总装。各专业厂为了供应各种型号汽车所需的零部件,又能进行大量生产,常把产品合理分档,组成系列,并考虑各种变型,如发动机可按燃油类型、缸数或排气量、汽缸排列形式等分为几个品种,这样就能以较少的基本型满足广泛的需要。

产品的系列化又给部件通用化创造了条件,通用化就是在整车质量相近或同一系列的一些车型上,合理采用同样结构和尺寸的部件,例如:在原来双轴汽车的基础上加一根轴变成三轴。由于部件通用化的结果,不同车型上的部件类型大为减少,可降低制造成本,提高工效,简化维修。如果装载质量相差较大,生产批量又大时,片面强调通用,则容易造成产品性能达不到要求,且经济上也不合理,就应该另行设计。

零件的标准化对汽车大量生产也非常重要。在产品设计中广泛采用标准件,有利于通用化和系列化,便于组织生产、提高质量、降低成本和方便维修。

(3)汽车使用过程中要消耗大量的物质,并排出大量污染物,汽车应该具有良好的燃油经济性和低的排放。

汽车主要以内燃机作为动力源,以石油作为燃料。现阶段内燃机的热效率并不高,一般柴油机的热效率大约是40%,而汽油机还要低于这个水平。汽车经常处在低负荷率状态下工作,使得燃油经济性进一步下降,同时有大量的燃烧不充分和高温下生成的有害化合物、烟雾等排出。这就要求汽车发动机必须具有良好的燃油经济性,且具有满足日益严格法定标准的排放性能。改进汽车动力系统的结构优化与匹配技术、发动机燃烧系统的优化与控制技术、尾气排放物的检测与控制技术是提高汽车燃油经济性和减少排放的主要技术途径。

(4)作为道路运输工具,汽车必须具有更好的安全性。

汽车在高速公路,或在人口密集的城市街道上行驶,一旦发生交通事故,就很可能对人民的生命造成威胁、对财产造成重大损失。统计表明,全世界因道路交通事故造成的人员伤亡数远超出各种战争所致。汽车安全性分为主动安全和被动安全两大类,所谓主动安全是指预防事故的安全措施和能力,包括减轻驾驶人的操纵力、提高操作方便性和工作效率,在紧急状况时能自动减速、制动、回避障碍等;主要体现在车辆的人机工程、信号、制动性和操纵稳定性等方面。所谓被动安全是指发生事故时对乘员和行人保护的安全措施和能力,包括对乘员的约束以防止出现二次碰撞,车身的吸收冲击和乘员的生存空间,防止行人被卷入,防止火灾和火灾后乘员的逃逸等;主要体现在乘员约束系统、系统布置与车身结构等方面。

(5)汽车与人类社会及人民生活的密切联系性要求汽车外部造型美观、色彩协调。

数以万计的汽车每天在城市街道上流动,车身总体结构、外形和色彩对市容、人的感官有很大的影响,所以要求车身外形和色彩设计能与城市的面貌、个人的喜好相协调。

汽车设计还要从政府法规、人体工程、工艺美术、个性审美观等方面加以仔细的考虑。汽车外形也会体现不同民族和企业的精神和文化特质,反映社会发展的不同时期经济与科技水平、不同层次人们的思想和情感。

由以上分析可知,汽车设计涉及多种影响因素和不同的专业学科,是一项重要而复杂的工作。设计中如果考虑不周到,就会造成制造上的困难和功能上的缺陷,带来巨大的经济损失。所以,汽车设计过程中必须十分注重设计程序和方法,讲究多学科协作,技术上精益求精且不断完善。

1.2 汽车的产品开发过程及要求

汽车的产品开发是根据企业产品发展规划而确定的。这一规划的制定,考虑了市场需求、技术发展趋势和企业自身的发展战略等。只有制定出与社会环境、市场需求、企业实际条件相协调的产品发展规划,企业才能不断进行产品开发和生产,拓展市场,保证其生存和发展空间。

通常汽车产品包括整车或零部件,其开发过程可分为五个阶段:决策阶段、设计阶段、试制阶段、定型投产阶段和持续改进阶段。五个阶段的主要工作内容与要求如下。

1.2.1 决策阶段

产品开发决策阶段是通过对所开发产品的市场需求、技术发展等情况的调研,结合本企业的人力资源、设备和工艺水平、生产能力、资金能力的具体情况,进行技术经济分析,提出可行性研究报告。通过可行性报告评审,作出开发与不开发的决策。如果决定开发,则需要编制《产品设计任务书》或《产品开发项目建议书》作为产品开发的基本依据。

决策阶段的工作程序及内容包括以下方面。

1. 进行市场调研,提出市场预测报告和技术调研报告

1) 市场调研

- (1) 确定所开发产品的应用领域以及本企业产品可能进入的细分市场占有率;
- (2) 该市场的细分对该产品的功能、性能、安全、寿命、外观等的质量要求;
- (3) 各档次产品的市场价格、交货期和服务状况;
- (4) 本企业前三年有可能达到的销售量、销售额。

根据以上问题的分析结果,编制市场预测报告,为决策立项提供市场信息。

2) 技术调研

(1) 市场上现有同类产品的技术水平,本企业预计能达到什么技术水平(功能、性能指标);

(2) 国内外该类产品的技术发展趋势分析,是否有新原理、新工艺、新材料等新技术出现,并预测拟开发产品的寿命周期;

(3) 国家重点项目、科技发展信息及产业结构调整信息对技术提出的新要求;

(4) 相关技术法规和适用标准的要求;

(5) 本企业开发该类产品的技术来源(自行开发、引进、合作等)以及企业的技术优势(包括人才、核心技术、设备、工艺等方面);

(6) 预计产品的开发周期能否满足市场的要求;

(7) 预计产品的开发费用。

通过对以上问题的调查、分析,提出技术调研报告。

3) 可行性分析报告

可行性分析报告是根据市场预测报告和技术调研报告,从企业生产经营的角度,对产品开发在经济和技术上是否可行作出分析。

(1) 市场调研报告中预计的产量和销售额,是否符合本企业总体经营战略的要求;

(2) 技术调研报告提出的预计达到的产品功能、性能指标,是否达到相关的技术法规和适宜的标准,以及企业计划进入市场细分的要求;

(3) 对产品开发投资额和最长开发周期进行预测;

(4) 对企业实施批量生产(包括生产能力和质量保证能力)所需的投资进行预测;

(5) 对开发和生产所需的资金能力的分析;

(6) 根据产品利润率对投资回收期的分析;

(7) 根据分析的结果做出产品是否有必要和有可能开发的结论。

由以上问题的分析结果,提出可行性分析报告。

4)对可行性分析报告进行评审

对可行性分析报告的全面性、可信性以及准确性进行审议,并提出该产品是否应该开发的结论意见,供决策管理层参考。

以上四项工作内容,是开发决策的前期准备工作,也是开发决策的依据。

2. 开发决策

根据市场预测报告、技术调研报告、可行性分析报告和评审的结论,进行高层决策。决策通过,批准立项,制定企业产品开发计划。

根据批准的产品开发计划,组织有关部门编制产品“设计任务书”或“产品开发项目建议书”。

产品设计是产品开发的关键技术性工作。产品设计任务书或产品开发项目建议书是产品设计和开发项目的全部要求,是产品总体方案的设计依据,是技术设计非常关键和重要的信息。

产品设计任务书的内容一般包括:

- (1)产品设计和开发立项依据;
- (2)产品用途及使用范围;
- (3)产品总体方案的概述;
- (4)关键技术解决的方案;
- (5)总布局及主要结构概述;
- (6)基本参数及主要技术性能指标及要求;
- (7)国内外同类产品水平分析比较;
- (8)标准化综合要求;
- (9)对产品性能、寿命与成本方面分析比较;
- (10)满足市场、顾客需求的内容要求说明;
- (11)确定产品设计和开发的阶段;
- (12)对产品设计、试验、试制周期的估算。

以上内容可结合产品的实际情况进行适当增减。

产品设计任务书或产品开发项目建议书在下达前,应进行评审,并通过一定的管理程序确认其有效,才能成为设计阶段的依据。对设计任务书的评审是确保产品设计质量的关键环节。

1.2.2 设计阶段

设计阶段的内容主要指通过设计和确定总体技术方案、设计计算、必要的试验和设计评审,完成全部图样及设计文件。一般可分概念设计和技术设计两大步骤。

概念设计:一般是指总体方案设计和计算机辅助造型设计。其内容是根据产品设计任务书或产品开发项目建议书的要求,对产品开发的技术路线、结构布局、关键技术的解决途径及满足标准化综合要求的措施等提出完整的技术方案(包括必备的各种总布置图造型方案图)。总体设计方案完成后,应对其进行评审,确认该方案是否能够满足产品设计任务书或产品开发建议书所提出的全部要求。必要时,也可对产品设计任务书中的一些内容进行调整。经评审确认后,该方案将成为技术设计的依据。

技术设计:是根据总体技术方案和计算机辅助造型方案,对整车、各大系统和具体的零部件进行设计计算、制图、计算机仿真并进行必要的试验,以验证其功能、性能是否满足总体方案

的要求。在此基础上,编制技术设计说明书。对设计中采用的特殊材料、外购件,应提出采购的技术要求。技术设计说明书以及技术设计过程中编制的其他技术文件和图样,经过评审确认后,作为产品设计技术文件的依据。

这一阶段要求绘制车辆和系统的尺寸控制图,尺寸控制图是在总布置草图的基础上绘制的。绘制尺寸控制图的目的是:

- (1) 准确地确定各部件总成的所在位置和支撑连接方式;
- (2) 确定各部件总成的控制尺寸和控制质量;
- (3) 确定各操纵机构的位置及其活动范围;
- (4) 对各相对运动的零部件进行运动校核,确定运动空间,以防止运动干涉;
- (5) 确定驾驶室内部的布置;
- (6) 确定各部件的质心位置,计算汽车空载和满载时的轴荷分配和质心高度;
- (7) 确定汽车外形尺寸和汽车总布置的各项参数;
- (8) 在尺寸控制图和总布置计算的基础上,对各部件总成提出具体的设计要求(包括型式、特性参数、控制尺寸、控制质量、承受的负荷、支撑方式和连接方式等)。

在确定各部件总成的空间位置时,应当从整车布置的技术合理性出发,充分考虑到该总成或其上的附件的拆装可能性,维修时的接近性,并保证部件和部件之间或零件与零件之间具有足够的静止间隙和运动间隙。此外,还应考虑到驾驶人的视野、操作空间、操纵轻便性以及仪表、照明、暖气、通风等的布置。

在各总成设计过程中,总布置设计人员应与总成设计人员一起在尺寸控制图上对各总成的设计方案进行研究,共同确定有关参数。总布置工作从保证整车的技术合理性出发,考虑主要零部件结构的继承性、经济性、工艺性,协调整车与总成、总成与总成之间的关系。

在各总成总图初步设计完成后,总布置设计人员要及时将这些总成图画到尺寸控制图上,作准确的布置和运动校核,使之符合总体设计要求。

汽车总装配图的绘制是在各总成的设计工作全部完成后,并经过设计和工艺审查后进行的。其目的是进行图面装配,对各个部件的特性参数、特性尺寸以及尺寸链进行全面仔细的校核,最后核准各项参数。

设计技术文件是指在产品技术设计过程中生成的供试制或生产过程中加工、装配、供销、生产管理以及随车出厂使用的全部图样和技术文件。产品图样设计过程必须贯彻相关国家标准、行业标准和企业标准的规定。成套的产品图样由总图、简图、主要零部件图、部件装配图、总装配图、安装图、图样目录、文件目录、明细表、汇总表等组成。现代汽车技术设计的主要途径和手段是广泛运用计算机辅助设计、分析与制造技术,相关 CAD/CAE/CAM 技术贯穿在整个技术设计过程中。

1.2.3 试制阶段

试制阶段的内容是经样机试制和小批试制,通过型式试验和用户试用,验证产品结构与性能设计、产品图样、设计文件和工艺文件、工装图样的正确性,产品的适用性、可靠性,并实现产品技术设计的完善、产品鉴定和定型。

试制阶段的工作过程包括两方面:样机试制和小批试制。

1. 样机试制

样机试制是指根据产品图样、工艺文件和必要的工装,试制样机,其数量应根据产品的类

型确定,然后按要求(如产品标准)进行型式试验,主要考核产品结构、性能和设计的工艺性,同时考核产品图样和设计文件的质量。

样机试制阶段的工作内容一般包括:

(1)样机试制工艺方案设计(必要时,根据试制部门的设备、工艺装备和测试条件进行设计);

(2)产品工作图的工艺性审查;

(3)编制试制工艺、设计必要的工装;

(4)样机制造(加工、装配、调试、编写样机试制总结等);

(5)根据产品标准进行型式试验,并出具样机型式试验报告(对设计和产品标准进行验证);

(6)现场运行或用户试用并提出试用报告;

(7)样机试制鉴定;

(8)设计改进,消除和解决所暴露的问题与缺陷。经最终设计评审确认后,设计定型。

样机试制完毕后,提交经过改进及最终设计评审确认的全部图样和技术资料。

2. 小批试制

小批试制是在样机试制的基础上进行的,它的主要目的是考核产品工艺性,验证正式生产全部工艺文件及工艺装备质量,并进一步验证产品的性能、结构和经设计改进修改后的产品设计文件及图样正确性、合理性。

小批试制在工艺上为批量生产作准备,因此应符合工艺管理的有关规定。小批试制依据样机试制阶段经确认的全部技术文件及图样,工作内容一般包括:

(1)设计和制定小批试制的工艺方案。

①对样机试制阶段工艺工作进行总结;

②提出应设计的成套工艺文件要求;

③自制件工艺路线调整意见;

④对自制件、外购件的调整意见;

⑤提出主要铸、锻件毛坯的工艺方法;

⑥对特殊毛坯或原材料的要求;

⑦专用工艺装备的设计或购置要求;

⑧对工艺工装验证的验证要求;

⑨对有关工艺关键件的制造周期或生产节拍的安排意见等。

(2)修订样机试制工艺规程、工艺定额及设计全部所需的工装。

(3)进行工艺评审,内容一般包括:

①工艺方案、工艺路线的合理性;

②工装设计、试验设备、检测设备选型的正确性、合理性及专用工艺装备系数的确定;

③检验方法的合理性、检验手段的适应性;

④工序质量控制的正确性;

⑤关键工序确定的正确性及关键工序目录的完整性;

⑥关键工序的工艺方法、检验要求的合理性和可行性;

⑦采用新工艺、新技术的必要性和可行性,应用新材料的工艺性,选用设备的适宜性;

⑧批量生产的工序能力分析等。

(4)生产准备(包括原材料、外购件、外协件、检测工具、仪器、设备,设置工序质量控制点等)。

(5)工装制造和验证。

(6)小批量产品制造(验证工艺规程、工序能力及工装)。

(7)型式试验(验证工艺和工装,进一步验证产品性能、结构设计、产品标准)。

(8)批量试制鉴定(确认工艺和工装设计)。

(9)产品试销(确认产品的适应性)。

(10)完善设计、工艺和工装的改进,更改和修改设计和工艺技术文件及图样,并经最终评审确认。

小批试制完成后,提交经过修改、改进并经过最终评审确认的设计和工艺的全部图样和技术文件。

1.2.4 定型投产阶段

定型投产阶段是完成正式投产的准备工作,定型投产是在小批试制的基础上进行的。它的主要目的是进一步完善产品工艺文件,改进、完善并定型工艺装备,配置必要的生产和试验设备,确保达到正式生产的条件和具备持续稳定批量生产合格产品的生产能力。该阶段的主要工作内容有以下六个方面。

(1)编制批量生产工艺方案。

①对小批试制阶段工艺、工装验证情况的总结;

②工艺关键件的质量攻关措施意见和关键工序质量控制点设置意见;

③工艺文件和工艺装备的修改完善意见;

④专用设备或生产自动线的设计制造意见;

⑤有关新材料、新工艺的采纳意见;

⑥对生产节拍的安排和投产方式的建议;

⑦装配方案和作业现场平面布置的调整意见等。

(2)确定工艺文件。

①改进并确定工艺文件(如工艺方案、工艺规程等);

②确定材料定额和工时定额;

③工序质量控制点文件完善并确定。

(3)工艺装备定型。工艺装备定型是指对刀具、夹具、模具、检具、辅具、钳工工具、工位器具的必要改进并定型。

(4)设备的配置与调试。设备的配置与调试主要是针对生产设备,如机床或安装流水线。

(5)测量仪器的配置与标定。其是指针对产品主要的检验和测量仪器与设备的配置与标定。

(6)外协单位的选定与控制。

1.2.5 持续改进阶段

持续改进阶段是指在产品生命周期内对产品、过程或体系的不断改进。

企业提供的产品、服务的质量好坏,决定了用户的满意程度,要提高用户的满意程度,就必须不断地进行质量的改进,通过改进过程中各环节的工作,一方面,对出现的问题及时采取纠

正措施,另一方面,通过寻求改进机会,也可预防问题的出现。通过采取改进措施,不断满足用户需求和期望并争取超越用户的期望,以创造产品的竞争优势。因此,持续改进也是体现了汽车产品“以用户为关注焦点”的管理理念。还有,在产品生命周期内,科学技术的不断进步,新材料、新技术和新工艺的逐步出现,产品零部件配套水平的提升,用户对高性价比产品的需求也是产品持续改进的动力。所以,持续改进是产品设计和开发十分关键的环节,该阶段的主要工作内容有以下五个方面。

(1) 收集各种有关产品质量的反馈信息。

- ① 产品采购物资的质量信息(包括材料、零部件等);
- ② 产品生产过程中的质量信息(包括加工、装配、搬运、储存);
- ③ 用户使用产品或接受过程中对产品性能或过程质量的意见和建议,或用户对产品提出的新要求;

④ 用户满意度的评价(如成本、价格、交货期等)等。

(2) 综合分析产品的质量信息,提出改进方案。

- ① 产品性能、功能及规范;
- ② 产品相关资源的配置或利用;
- ③ 服务过程规范(如服务方式、服务内容、与用户的沟通等);
- ④ 降低成本的措施;
- ⑤ 企业的管理体系,如质量管理体系等。

(3) 评审改进方案并进行必要的验证。

(4) 实施改进设计。

(5) 评价改进效果,提高改进的有效性和效率。

从上述的汽车产品设计的不同阶段和工作内容可以看出,汽车设计是一个讲究程序,内容十分丰富的技术工程。上述内容是针对全新设计的产品而言。而企业一般产品开发的技术内容很多都是有继承性的,都会选择作为设计参考的样车(对标车)或系统,上述内容或有不同取舍。对于整车设计来说,按照上面的开发过程和內容可以归纳出汽车设计程序,如图 1-1 所示。



图 1-1 汽车设计程序图

1.3 汽车总体设计的内容

汽车总体设计是基于产品的前期市场调研、开发项目的可行性研究、设计任务书的要求,实现车辆功能和性能的总体结构参数和性能参数的选取和确定,主要包括:由车辆类型决定的驱动形式的总布置,车辆尺寸参数、质量参数、工作参数和性能参数的确定与评估,车辆(底盘和车身)总布置设计与校核等。总体设计统领汽车设计的全过程,反应产品的概念设计和工程设计的总体要求,其设计成果有些已提前进入到产品设计任务书,更多的是对产品工程设计的后续部分起到引导、甚至是约束的作用。

1.3.1 汽车的类型与结构选择

1. 汽车的分类

经国家质量监督检验检疫总局批准,汽车分类的两个新国家标准 GB/T 3730.1—2001《汽车和挂车类型的术语和定义》和 GB/T 15089—2001《机动车辆及挂车分类》于 2001 年 7 月 3 日对外发布,2002 年 3 月 1 日正式实施,分别代替之前使用的 GB/T 3730.1—1988 和 GB/T 15089—1994。新的国家标准在按用途划分的基础上,建立了乘用车和商用车概念,尤其是在轿车的划分上改革较大,解决了管理和分类的矛盾,与国际标准接轨,见表 1-1 ~ 表 1-3。

新旧标准对比

表 1-1

项目	机动车辆及挂车分类标准		汽车和挂车类型的术语和定义标准	
	GB/T 15089—2001	GB/T 15089—1994	GB/T 3730.1—2001	GB/T 3730.1—1988
名称	GB/T 15089—2001	GB/T 15089—1994	GB/T 3730.1—2001	GB/T 3730.1—1988
实施时间	2001 年 7 月 3 日发布 2002 年 3 月 1 日实施	1994 年 5 月 31 日发布 1995 年 1 月 1 日实施	2001 年 7 月 3 日发布 2002 年 3 月 1 日实施	1988 年 6 月 25 日发布 1989 年 1 月 1 日实施
批准部门	国家质量监督检验检疫总局	国家技术监督局	国家质量监督检验检疫总局	中国汽车工业联合会
主要内容及适用范围	规定机动车和挂车分为 L 类、M 类、N 类、O 类和 G 类;适用于道路上使用的汽车、挂车及摩托车	规定机动车辆分为 M 类、N 类、O 类和 L 类;适用于汽车、挂车及摩托车,不适用于拖拉机和工程车辆	对汽车、挂车和汽车列车的类型给出术语和定义;适用于为道路上运行而设计的汽车、挂车和汽车列车	规定了公路、城市道路和非公路上行驶的国产汽车和半挂车分类
异同点	新标准增加了 G 类车辆;M ₁ 类不再细分;M ₂ 、M ₃ 细分 A 级、B 级、I 级、II 级、III 级;修改了 L 类文字表示	新标准不再对车辆进行分类和分级,只给出各种车型的具体术语和定义;旧标准将汽车分为 8 类		

GB/T 15089—2001 主要用于型式认证,是型式认证各技术法规适用范围的依据;GB/T 3730.1—2001 是通用性分类,适用于一般概念、统计、牌照、保险、政府政策和管理的依据。