

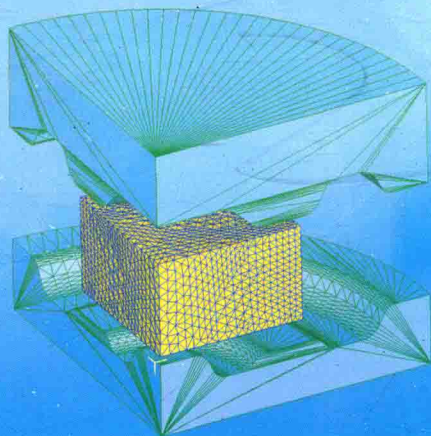


卓越工程师
教育培养计划配套教材

■ 宋仁伯 编著

材料成型工艺设计 实例教程

CAILIAO CHENGXING GONGYI SHEJI
SHILI JIAOCHENG



冶金工业出版社
www.cnmp.com.cn



卓越工
教育培养计划

材料成型工艺设计 实例教程

宋仁伯 编著



北 京

冶金工业出版社

2017

内 容 提 要

本书根据“卓越工程师教育培养计划”的教学要求和专业特点,建立了材料成型工艺设计案例库,体现了材料成型理论及工艺的实际应用。全书共8章,主要内容包括材料成型工艺设计概述、铸造工艺设计、模锻工艺设计、冲压工艺设计、拉拔工艺设计、轧制工艺设计、焊接工艺设计、材料成型工艺的计算机模拟与设计;侧重于典型产品成型工艺参数设计及控制的原则和方法的讲解;同时介绍材料成型工艺、技术及设备的种类、手段和构成。

本书可作为“卓越工程师教育培养计划”中材料科学与工程专业(材料成型及控制工程方向)或相关专业的教材,也可供从事金属材料研究、生产和使用的科研人员和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

材料成型工艺设计实例教程/宋仁伯编著. —北京:
冶金工业出版社, 2017. 7

卓越工程师教育培养计划配套教材

ISBN 978-7-5024-7508-6

I. ①材… II. ①宋… III. ①工程材料—成型—工艺—教材 IV. ①TB3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 101837 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷 39 号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmip.com.cn 电子信箱 yjcbcs@cnmip.com.cn

责任编辑 曾 媛 谢冠伦 美术编辑 吕欣童 版式设计 孙跃红

责任校对 王永欣 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-7508-6

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;固安华明印业有限公司印刷

2017 年 7 月第 1 版, 2017 年 7 月第 1 次印刷

169mm×239mm; 20.5 印张; 448 千字; 318 页

49.00 元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmip.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金书店 地址 北京市东四西大街 46 号(100010) 电话 (010)65289081(兼传真)

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgcbcs.tmall.com

(本书如有印装质量问题,本社营销中心负责退换)

前 言

“卓越工程师教育培养计划”的本科教学要求是：“厚学科基础、宽专业领域、重创新实践、强工程训练、懂经营管理”，有别于普通本科的要求。其中材料科学与工程专业（材料成型及控制工程方向）本科学生的培养，更强调专业知识的实践性、应用性和技术性，对于实际的工程技术和应用能力的要求更加迫切。与此相应，就需要编写符合材料科学与工程专业“卓越工程师”人才特点，符合“卓越工程师教育培养计划”课程设置，突出高级应用技术型人才培养特色，具有灵活性、实践性和前瞻性的特色教材。

《材料成型工艺设计》是材料成型及控制工程专业方向的实践教学类必修的专业课程之一，这一实践教学环节是为提高应用型人才的专业学生应具备的工程设计能力（即动手能力、计算能力、画图能力、计算机应用能力、分析及解决问题能力）而设置的，在本科教学培养体系中具有举足轻重的作用。本教材针对现有专业教材内容陈旧和偏少，与材料成型工艺实践结合不足的现状，结合材料科学与工程专业“卓越工程师教育培养计划”的教学要求和专业特点，突出应用性和针对性，以培养学生在材料成型工艺领域分析和解决问题能力及工程实践和设计能力。

本教材以“必需、够用”为度，以培养和提升学生的工程设计能力为主旨，将作者十几年的材料成型工艺设计经验总结而成，系统、全面地介绍了典型产品成型工艺设计的基本知识及设计全过程。其中，材料成型工艺设计案例库可以为授课教师提供关于材料成型工艺及技术应用等丰富的教学内容，同时又可以为学生进行设计时提供充足的资源，扩展和补充学生的课外知识。

本教材有利于培养学生自主学习兴趣，开拓学生个性潜力，激

励学生实践创新。在编写过程中,本教材引入一些材料成型工艺研究成果,注重产品组织结构—尺寸形状—工艺—性能—应用一体化案例式内容,让学生了解和熟悉材料成型工艺过程、设备构成、各工序工艺参数制订的原则和依据、力能参数的计算与设备能力的校核,以及经济技术指标评估等,使学生能够运用材料成型的基本理论、组织性能控制技术 & 材料成型的新工艺、新技术等。

本教材由北京科技大学宋仁伯教授主编。其中,宋仁伯编写了第1章、第5章和第6章,张鸿编写了第2章,张永军编写了第3章和第4章,赵兴科编写了第7章,朱国明编写了第8章。全书由北京科技大学刘雅政教授、孙建林教授、赵志毅教授和辽宁科技大学李胜利教授审定。

本教材的编写与出版得到了北京科技大学教材建设经费资助和冶金工业出版社的大力支持,在此一并深表谢意。

由于作者水平所限,书中不妥之处,诚请广大读者批评指正。

编者

2016年12月

目 录

1 材料成型工艺设计概述	1
1.1 材料成型工艺设计基本问题	2
1.1.1 材料成型工艺设计的任务	2
1.1.2 材料成型工艺设计的原则	2
1.1.3 材料成型工艺设计的要求	3
1.2 材料成型工艺设计的主要方法	3
1.2.1 经验设计	4
1.2.2 半理论半经验设计	4
1.2.3 现代设计法	5
1.3 材料成型工艺设计的进展	6
参考文献	8
2 铸造工艺设计	9
2.1 铸造工艺设计内容和步骤	9
2.2 铸造工艺方案的制定	11
2.2.1 浇注位置的选择	11
2.2.2 分型面的选择	11
2.3 铸造工艺图的绘制	13
2.4 铸造工艺参数的确定	14
2.4.1 浇注系统设计	14
2.4.2 冒口、冷铁的设计	18
2.4.3 收缩率的确定	20
2.4.4 机械加工余量的确定	21
2.4.5 起模斜度的确定	23
2.4.6 铸造圆角的确定	24
2.4.7 砂芯的确定	24
2.4.8 浇注温度的确定	28
2.5 铸造工艺装备的设计	28

2.5.1 模样	29
2.5.2 砂箱	29
2.5.3 芯盒	32
参考文献	33
3 模锻工艺设计	34
3.1 模锻工艺设计内容和步骤	34
3.2 模锻件图绘制	38
3.2.1 模锻件分模面选择	38
3.2.2 加工余量和公差确定	38
3.2.3 模锻斜度确定	39
3.2.4 模锻圆角半径确定	39
3.2.5 技术条件	39
3.2.6 锻件的主要参数	40
3.3 模锻工序确定	40
3.4 模锻设备的选择	41
3.5 模膛结构设计	41
3.5.1 终锻模膛	41
3.5.2 预锻模膛	42
3.5.3 钳口	43
3.6 绘制计算毛坯图	43
3.7 制坯工步选择	45
3.8 确定坯料尺寸	45
3.9 制坯模膛设计	46
3.9.1 滚挤模膛设计	46
3.9.2 拔长模膛设计	47
3.10 锻模结构	48
3.11 连杆模锻工艺流程	49
参考文献	49
4 冲压工艺设计	50
4.1 冲压工艺设计内容和步骤	50
4.2 冲压件的工艺分析	51
4.2.1 冲压件形状和尺寸	52
4.2.2 冲压件精度	52
4.2.3 冲压件的尺寸标注	52

4.2.4 生产批量	52
4.2.5 材料分析	53
4.3 冲压工艺方案	53
4.3.1 冲压性质	53
4.3.2 冲压次数和冲压顺序	53
4.3.3 冲压工艺方案确定	54
4.4 冲压模具结构类型的确定	55
4.5 冲压工艺计算	56
4.5.1 排样设计	56
4.5.2 确定各工序件尺寸	57
4.5.3 工作零件工作尺寸设计	57
4.6 工艺力计算及冲压设备选择	59
4.6.1 工序1——落料拉深与整形复合工序	59
4.6.2 工序2——冲孔	60
4.6.3 工序3——圆孔翻边	60
4.6.4 工序4——冲凸缘上的三个圆孔	60
4.6.5 工序5——切边	61
4.7 冲压工艺文件	61
参考文献	62
5 拉拔工艺设计	63
5.1 拉拔工艺设计内容和步骤	63
5.2 拉拔工艺方案的制定	64
5.2.1 酸洗	65
5.2.2 涂层处理	65
5.2.3 热处理	66
5.3 拉拔工艺参数的确定	66
5.3.1 拉模路线的确定与计算	66
5.3.2 钢丝拉拔的力能参数计算	67
5.3.3 退火工艺参数确定	70
5.4 拉拔工具的设计	83
5.4.1 拉拔设备的确定	83
5.4.2 拉拔润滑剂的选择	87
5.4.3 拉拔模的设计	90
参考文献	97



6 轧制工艺设计	98
6.1 型钢轧制工艺设计	98
6.1.1 工艺设计的主要内容和步骤	98
6.1.2 产品大纲及金属平衡表的制定	99
6.1.3 工艺参数的制定及设备选择	101
6.1.4 孔型设计	109
6.1.5 轧制力计算及轧机能力校核	124
6.1.6 各项技术经济指标	140
6.1.7 型钢轧制工艺设计车间布置	142
6.2 热连轧带钢轧制工艺设计	145
6.2.1 工艺设计的主要内容和步骤	145
6.2.2 产品方案的编制	145
6.2.3 工艺制度的制定	148
6.2.4 设备选择及能力的校核	157
6.2.5 辊型设计	170
6.2.6 各项技术经济指标	173
6.2.7 车间平面图	176
6.3 冷轧带钢轧制工艺设计	178
6.3.1 工艺设计的主要内容和步骤	178
6.3.2 产品方案的编制	179
6.3.3 工艺制度的制定	181
6.3.4 设备选择及能力的校核	192
6.3.5 各项技术经济指标	200
6.3.6 车间平面图	201
6.4 钢管轧制工艺设计	203
6.4.1 工艺设计的主要内容和步骤	203
6.4.2 产品方案的编制	203
6.4.3 轧制工艺流程的确定	206
6.4.4 轧制表的编制	207
6.4.5 工具设计与设备能力的校核	214
6.4.6 主要经济技术指标	236
6.4.7 车间平面图	237
参考文献	239
7 焊接工艺设计	241
7.1 焊接工艺设计基本原理	241

7.1.1 焊接的物理本质与焊接方法分类	241
7.1.2 几种常见焊接方法简介	244
7.1.3 金属材料焊接性	248
7.1.4 焊接性评价	251
7.2 铝质罐车固定焊接工艺设计	253
7.2.1 焊接方法与焊接材料的确定	254
7.2.2 焊接工艺参数选择	258
7.2.3 罐体固定座与罐体的钎焊	260
7.3 汽轮发电机组汽缸密封焊接工艺设计	261
7.3.1 焊接方法与焊接材料的确定	261
7.3.2 焊接工艺参数选择	264
7.3.3 缸体的密封焊接	267
参考文献	267
8 材料成型工艺的计算机模拟与设计	269
8.1 铸造工艺过程的数值模拟 (ANSYS)	269
8.1.1 数值模拟前的准备工作	269
8.1.2 模拟方法和步骤	270
8.1.3 模拟报告要求	274
8.2 锻造成型过程的数值模拟 (DEFORM3D)	274
8.2.1 盘形件模锻数值模拟的准备工作	274
8.2.2 模拟方法和步骤	275
8.2.3 模拟报告要求	288
8.3 薄板冲压工艺的数值模拟 (DYNAFORM)	290
8.3.1 薄板冲压数值模拟的准备工作	290
8.3.2 模拟方法和步骤	291
8.3.3 模拟报告要求	296
8.4 拉拔工艺的数值模拟 (MSC/Marc)	299
8.4.1 线材拉拔数值模拟的准备工作	299
8.4.2 模拟方法和步骤	300
8.4.3 模拟报告要求	306
8.5 轧制成型过程的数值模拟 (ABAQUS)	306
8.5.1 轧制过程数值模拟准备工作	306
8.5.2 模拟方法及步骤	306
8.5.3 模拟报告要求	312
参考文献	318



1 材料成型工艺设计概述

【本章概要】

本章主要介绍材料成型工艺设计中的基本问题、主要方法和当前进展。在基本问题中重点介绍材料成型工艺设计的任务、原则和要求；主要方法包括经验设计、半理论半经验设计和现代设计等方法；在进展中介绍了传统设计方法与计算机、现代设计理念结合的最新进展。

【关键词】

材料成型，工艺设计，任务，原则，要求，经验法，半理论半经验法，现代设计方法，CAD/CAM，进展

【章节重点】

本章应重点理解材料成型工艺设计的任务、原则和要求；在此基础上掌握材料成型工艺设计的主要方法，并能够在实际工艺设计中灵活应用；最后了解当前设计领域里材料成型工艺设计的最新成果和未来的发展趋势。

金属材料与人们的日常生活息息相关，是现代文明各个领域不可缺少的物质基础。但任何材料在使用前都要经过加工成型，使其具有一定的形状和尺寸，并成为具备一定使用性能的零件、部件及构件，再以特定方式组合、装配而构成各种装置、设备、仪器、设施、器件或用具，从而服务于各行各业。

金属材料成型工艺主要包括液态金属铸造成型工艺、固态金属塑性成型工艺和金属材料连接成型工艺等（简称铸造、塑性成型和焊接），是机械制造的重要组成部分，是现代化工业技术的基础。

众所周知，工艺设计是直接指导现场生产操作的重要技术文件。在产品从原材料投入到加工成成品的整个过程中，工艺设计起着非常重要的作用，可以说，离开了工艺设计产品就无法加工。由此可知，产品在生产过程中没有工艺设计是不行的。工艺设计质量的优劣不仅影响到产品的加工质量、工人的工作效率和企业的经济效益，同时，它也是反映我们工艺设计人员工作能力和技术水平高低的最好凭证。



1.1 材料成型工艺设计基本问题

1.1.1 材料成型工艺设计的任务

在机械制造过程中,由于加工过程十分复杂,加工工序繁多,不仅有金属铸造成型、锻压成型、焊接成型,还有模压成型和挤压成型等工艺过程,其间还要穿插不同的整体强化和改性处理等工序。因此,合理选择成型方法并安排好工艺路线,是保证产品质量并达到技术经济指标要求的重要依据。

通常将设计成品和半成品的制造工艺规程称为毛坯成型工艺设计。例如,锻造毛坯成型工艺设计是根据零件尺寸结构特点、技术要求和生产批量等条件确定锻造成型工艺、制订成型工艺规程、编写工艺卡片等。这些技术文件是指导和组织生产、规定操作规范、控制和检查产品质量的重要依据。

再如,编制铸造工艺方案是进行铸造工艺设计的重要一环,其目的是使整个铸造工艺过程都实行科学的操作,合理地控制铸件的成型,从而获得高质量、低成本的合格铸件。其首要步骤是根据零件的结构特点、技术要求和生产批量等条件确定其铸造工艺,绘制铸造工艺图和铸型图等。

对于大批量生产或特殊重要的铸件还需详细进行工艺设计,并绘出铸件图作为模样设计制造及铸件验收的依据。对于单件或中、小批量生产的砂型铸造零件,铸造工艺设计比较简单,通常只需绘制出铸造工艺图,然后依据绘制的铸造工艺图,结合所选定的造型方法,便可绘制出模样图及铸型图等。

对于冲压件工艺设计同模锻件工艺设计一样,不仅需考虑坯料的变形过程,还要考虑约束坯料变形的各种模具的设计等,因此不仅需拟定其冲压工艺过程,更多的工作还需设计各工序所需的冲压模具。但本教材主要偏重于冲压件变形工艺设计,并根据冲压件形状、尺寸及每道工序中材料所允许的变形程度而确定。

对于各种压力容器和石油液化气瓶的制造工艺,一般采用冲压和焊接的工艺设计,其上、下封头均需先拉深成型,再焊接组装。但因开口端变形大,冷变形强化严重,加上板材纤维组织的影响,在残余应力作用下很容易发生裂纹。通常为防止裂纹产生,拉深后应进行再结晶退火;为减少焊接缺陷,焊件接缝附近必须严格清除铁锈油污。同时为去除焊接残余应力并改善焊接接头的组织与性能,瓶体焊后还应进行整体正火处理,至少要进行去应力退火。

因此,材料成型工艺设计的核心任务就是根据产品要求制订合理的工艺制度,计算正确的工艺参数,从而制造出满足要求的产品。这一过程是繁琐而复杂的,需要设计工作者秉承认真负责的工作态度,利用各类辅助设计工具,准确高效地完成设计任务。

1.1.2 材料成型工艺设计的原则

材料成型工艺设计时要具体问题具体分析,一般是在满足产品使用性能要求的情

况下,同时考虑材料的工艺性及总体的经济性,并要充分重视、保障环境不被污染,符合可持续发展要求,积极采用生态材料和绿色制造工艺。

材料成型工艺设计主要遵循以下原则。

1.1.2.1 使用性原则

材料的使用性是指机械零件或构件在正常工作情况下材料应具备的性能。满足材料的使用要求是保证产品完成规定功能的必要条件,是材料成型工艺设计应主要考虑的问题。

材料的使用要求体现在对其形状、尺寸、加工精度、表面粗糙度等外部质量,以及对其化学成分、组织结构、力学性能、物理性能和化学性能等内部质量的要求上。例如,对小零件,从棒料切削加工而言可能是经济的,而大尺寸零件往往采用热加工成型;反过来,对利用各种方法成型的零件一般也有尺寸的限制,如采用熔模铸造和粉末冶金,一般仅限于几千克、十几千克的零件。

1.1.2.2 工艺性原则

材料的工艺性是指材料适应某种加工的性能。有些材料如果仅从产品的使用性能要求来看是完全合适的,但无法加工制造或加工制造很困难,成本很高,这些都属于工艺性不好。因此工艺性的好坏,对产品成型的难易程度、生产效率、生产成本等方面起着十分重要的作用。

材料的工艺性能要求与产品制造的加工工艺路线密切相关,具体的工艺性能要求是结合制造方法和工艺路线提出来的。材料工艺性能主要包括热处理工艺性、铸造工艺性、锻造工艺性、焊接工艺性、切削加工工艺性和装配工艺性等。

1.1.2.3 经济性原则

经济性原则一般指应使产品的生产和使用的总成本降至最低,经济效益最高。总成本包括材料价格、成品率、加工费用、加工过程中材料的利用率、回收率、寿命以及材料的货源、供应、保管等综合因素。

1.1.3 材料成型工艺设计的要求

在材料成型工艺设计各环节的完成过程中,设计工作者最好具备以下能力:

- (1) 运用所学知识对材料成型工艺技术问题进行综合、分析、归纳和论证的能力;
- (2) 对材料成型工艺技术问题进行设计和计算的能力;
- (3) 编写技术报告和设计说明书,利用工程图纸表达设计思想和绘制工程技术图纸的能力;
- (4) 查找和阅读国内外技术资料的能力;
- (5) 良好的组织管理能力、较强的交流沟通、环境适应和团队合作的能力。

1.2 材料成型工艺设计的主要方法

材料成型工艺设计有很多种方法(图1-1),如算法、经验法、比较法、图解



法等。有时可能用其中的一种方法来确定某个参数,有时可能用其中的两种方法,甚至有时为了确定一个参数,多种方法同时使用。

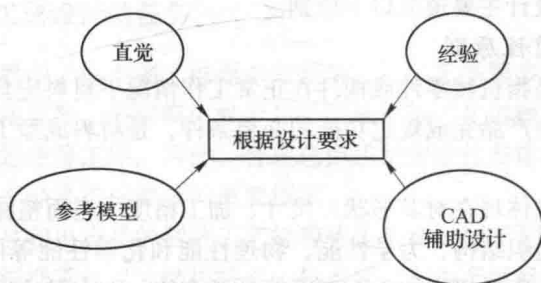


图 1-1 设计方法

1.2.1 经验设计

随着生产的发展,产品逐渐复杂起来,对产品的需求量也开始增大,单个手工艺人的经验或其头脑中自己的构思已难以满足这些要求。到了 17 世纪,数学和力学得到了很大发展并建立了密切联系,人们开始运用经验公式来解决设计中的一些问题,并开始按图纸进行制造,如早在 1670 年就出现了有关大海船的设计图纸。图纸的出现,既可使具有丰富经验的手工艺人通过图纸将其经验或构思记录下来,传于他人,便于用图纸对产品进行分析、改进和提高,推动设计工作向前发展;还可满足更多的人同时参加同一产品的生产活动,满足社会对产品的需求及生产率的要求。因此利用图纸进行设计,使人类设计活动由自发设计阶段发展到经验设计阶段。

工艺设计是一项针对性、经验性非常强的工作,工艺知识本身具有经验性、模糊性、不确定性,工艺设计中的毛坯选择、加工方法选择、机床选择、夹具选择、刀量具选择、确定切削用量等工作都与企业资源、工艺经验和工艺习惯等紧密相关,一个实用的工艺设计必须包含企业前期积累的工艺经验。

但从总体上看,由于实际情况的复杂性,在成型工艺设计计算中所用的数学公式仍是一些经验公式,对一些不确定的因素,只能用依靠经验确定的系数来考虑。这时,设计过程仍是建立在经验与技巧能力的积累之上。人们依赖通过实践积累起来的丰富经验,作为设计计算和类比的主要依据;将现成产品作为参考,经过多次设计试制的反复、循环,再最后定型投入生产。它虽然较自发设计前进了一步,但周期仍长,质量也不易保证。

1.2.2 半理论半经验设计

20 世纪初以来,由于试验技术与测试手段的迅速发展和应用,人们把对产品采用局部试验、模拟试验等作为设计辅助手段。通过中间试验取得较可靠的数据,选择较合适的结构,从而缩短了试制周期,提高了设计可靠性。这个阶段称为半理论半经验设计阶段,又称中间试验辅助设计阶段。

这个阶段的突出进展体现在三个方面：第一，加强设计基础理论和各种专业知识设计机理的研究，如材料应力应变、摩擦磨损理论、零件失效与寿命的研究等，从而为设计提供了大量信息，例如包含大量设计数据的图标（图册）和设计手册等。第二，加强关键零件的设计研究，特别是加强了关键零部件的模拟试验，大大提高了设计速度和成功率。第三，加强“三化”，即零件标准化、部件通用化、产品系列化的研究。

半理论半经验阶段由于加强了设计理论和方法的研究，与经验设计阶段相比，大大减少了设计的盲目性，有效地提高了设计效率，降低了设计成本。至今这种设计方法仍被广泛沿用。

1.2.3 现代设计法

现代设计法（图 1-2）是传统设计活动的延伸和发展，是一门新兴的多元交叉学科，是以设计产品为目标的一个知识群体的总称。目前，现代设计并没有明确的定义，20 世纪 60 年代以后设计领域出现的一系列新兴理论和方法统称为现代设计。目前现代设计所指的新兴理论和方法主要是指设计方法学、优化设计、可靠性设计、有限元法、动态设计、计算机辅助设计、人工神经元计算方法、工程遗传算法、智能工程、价值工程、并行工程、模块化设计、相似形设计、人机工程等。

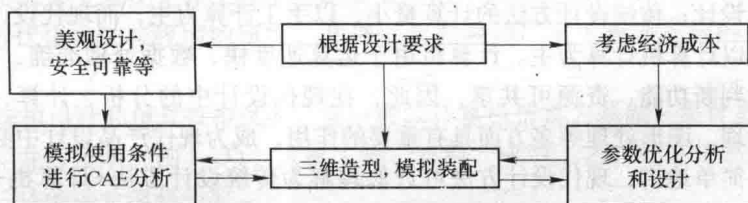


图 1-2 现代设计方法流程

计算机技术的飞速发展和广泛应用，深刻地影响着设计开发过程、制造过程，并改变着产品的结构和功能；现代化的通讯技术改变了企业生产的组织模式。全人类为生存更加强调可持续发展的理念及对生态环境方面的关注，要求生产过程和消费过程中更加注意生态和环境方面的相容性和友善性。所有这些使人们的设计思想、设计方法和设计手段发生了飞跃的变化，先进工艺技术和先进制造系统极大地推动了 CAD（Computer Aided Design，计算机辅助设计）、CAM（Computer Aided Manufacturing，计算机辅助制造）及 CAE（Computer Aided Engineering，计算机辅助工程）技术的发展和运用。例如，在汽车覆盖件模具的设计中采用 CAD/CAE 技术已成为共识，因为模具设计水平决定了汽车覆盖件的质量，并影响着汽车的性能与外观。采用板料成型的 CAD/CAE 集成技术，就是在实际模具制造之前，利用计算机模拟板料的塑性变形过程，预测板料的变形规律，以及是否产生缺陷（CAE 过程）；然后将模拟结果转化成对模具设计的修改意见，优化成型工艺参数（CAD 过程）；两者均在实际模具制造之前完成，这样既可提高模具的设计质量，大大缩短覆盖件成型模具的开发周期，又可



降低模具开发的总成本,最大限度避免生产的制品出现缺陷。

1.3 材料成型工艺设计的进展

传统材料成型工艺设计方法是以理论公式及长期设计实践中形成的经验、公式、图表和设计手册等为基础,通过安全系数设计、经验设计、类比设计、分离设计等半理论半经验的方式,完成方案拟订、设计计算、绘图和编写设计说明书等设计工作。传统材料成型工艺设计方法的对象产品一般具有产量大、寿命长、开发周期长、创新程度不高等特点。但随着全球经济一体化的不断推进,市场竞争的日益激烈,产品越发呈现出个性化、多样化、寿命短、开发周期短、创新空间空前扩大等特点,同时产品开发所涉及的技术与科学领域也越来越宽广,因此,传统材料成型工艺设计方法就显得捉襟见肘、顾此失彼,越发难以满足当今产品的设计要求,凸显出自身的局限性。

现代材料成型工艺设计方法是对传统设计方法的深入、丰富和完善,它是基于现代设计理论发展起来的,融信息技术、计算机技术、知识工程和管理科学等多领域知识于一体的,综合考虑产品特性、环境特性、人文特性和经济特性的一种系统化的设计方法。其目的是减少传统设计中经验设计的盲目性和随意性,在缩短设计周期的同时提高设计的科学性和准确性,从而获得富有创新性和竞争力的优质产品。传统设计方法的特征是静态设计、经验设计与分离设计,而现代设计方法则是动态设计、优化设计与集成设计;传统设计方法的计算量小,以手工计算为主,而现代设计方法的计算量很大,以计算机计算为主。计算机由于运算速度快、数据处理准确、存储量大,且具有逻辑判断功能、资源可共享,因此,在现代设计中的分析、计算、综合、决策、数据处理、图形处理等多方面具有重要的作用,成为现代产品设计中必不可少的重要工具。简单地讲,现代设计方法可近似理解为传统设计方法+计算机+现代设计理念。表 1-1 列出了传统设计与现代设计的比较。

表 1-1 传统设计与现代设计

设计技术类型	传统设计技术	现代设计技术
设计技术	沿袭下来通常使用的	现在这个时代推广应用的
应用情况	常规的方法和工具	中级水平的方法和工具
核心技术	人工设计、强度设计	计算机设计 (CAD)
智能部分	人类专家	设计型专家系统
工业生产的特点	利用大量人力操作简单机器,机器操作者的数量和素质是决定生产率的主要因素	数控技术使得单机实现高度自动化,劳动力只从事调整,维护设备和其他辅助性工作。单机自动化设备的数量和优劣成为决定生产率的主要因素
技术研究的特点	设计和制造有了分工,设计面向产品功能,制造服从于设计的情况较为突出	设计与制造相对独立。设计面向制造,面向装配,制造反作用于设计

续表 1-1

设计技术类型	传统设计技术	现代设计技术
设计技术 具体方法	人工设计、图纸设计、类比设计……	CAD、ICAD、系统化设计、优化设计、可靠性设计、模块化设计、摩擦学设计、相似设计、价值设计、人性设计、造型设计、蠕变设计、有限元法、失效分析、疲劳设计、断裂设计、仿生设计、抗震设计、降噪设计、防腐设计……

未来材料成型工艺设计方法的革新，应具有如下特点：

(1) 设计过程的数字化，不仅要完善工程对象中确定性变量的数学描述和数学建模，而且更要研究非确定性变量，包括随机变量、随机过程、模糊变量（人的智能、经验、创造力、语言及政治、经济、人文等社会科学因素）等的数学描述和数学建模。

(2) 设计过程的自动化和智能化研究。健全、研究、发展各种类型的数据库、方法库和知识库，及自动编程、自学习、自适应等高级商品化软件的研制，如研究设计知识、数据信息的获取与处理技术、智能 CAD 人工神经网络专家系统的模型和应用软件等。

(3) 动态多变量优化和工程不确定模型优化（模糊优化）、不可微模型优化及多目标优化等优化方法与程序的研究，并进一步发展到广义工程大系统的优化设计的研究。

(4) 虚拟设计和仿真模拟试验，是一种以计算机仿真为基础，集计算机图形学、智能技术、并行技术（图 1-3）、人机工程、材料、成型工艺、光电传感技术和多媒体技术为一体的综合学科研究。

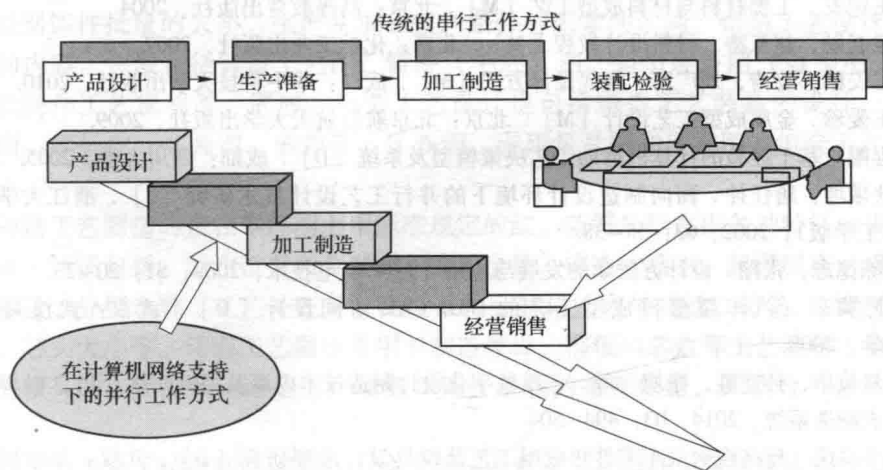


图 1-3 并行与传统串行工作方式的比较