

工程训练系列规划教材

工程训练基础教程

(机械、近机械类)

■主编 冯俊 周郴知

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS



工程训练系列规划教材

工程训练

基础教程

(机械、近机械类)

主编 冯俊 周郴知



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书根据教育部制定并实施的“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的精神,以“学习工艺知识,提高工程素质,培养创新精神”为宗旨,探索现代工程训练的内涵和方式,遵循实践教学的特点而编写的。

本书共四篇 13 章,主要介绍工程训练的基础知识,其内容包括产品开发与制造基础、工程材料基础知识、金属液态、塑性、焊接及非金属材料成形工艺,切削加工基础、车削、铣削、刨削、磨削及其他加工工艺,钳工基础工艺,数控加工、特种加工及其他现代加工方法。每章都附有训练目的及要求 and 复习思考题。

本书可作为高等工科院校机械类和近机械类专业工程训练(或工程实践)的教材,也可供高职高专、成人教育、电大等相关专业选用。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

工程训练基础教程. 机械、近机械类 / 冯俊, 周彬知主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2005. 8

(工程训练系列规划教材)

ISBN 7 - 5640 - 0469 - X

I. 工… II. ①冯… ②周… III. ①工业技术 - 高等学校 - 教材②机械工程 - 高等学校 - 教材 IV. T

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 047929 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(发行部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

电子邮箱 / chiefedit@bitpress.com.cn

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京圣瑞伦印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 960 毫米 1/16

印 张 / 19.25

字 数 / 398 千字

版 次 / 2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月第 1 次印刷

印 数 / 1 - 5000 册

定 价 / 27.00 元

责任校对 / 陈玉梅

责任印制 / 吴皓云

图书出现印装质量问题,本社负责调换



工程训练系列规划教材

编写委员会

主任：孙逢春

副主任：庞思勤 李振键

主编：丁洪生 杨志坚

编委：阎达远 金 军 周郴知 杨志兵 万小利

王一民 樊红亮 唐承统 刘 佳 张 虎

冯 俊 鄂大辛 薛 庆 苏龙江

总 序

北京理工大学工程训练中心始建于1999年世界银行贷款“高等教育发展项目”，同时得到了北京理工大学“985工程”实验教学基地建设、“211工程”公共服务体系建设等项目的支持。中心建设坚持以机械工程学科(含机械制造及自动化、机械设计及理论、机械电子工程、车辆工程及工业工程等五个二级学科)为龙头，依托四大课群(工程材料与机械制造基础课群、机械设计基础课群、机械工程及自动化专业课群以及工业工程专业课群)的知识点，本着“边建设、边运行、边发挥效益”的原则，瞄准高水平、高起点和领先目标，进行规模化、系统化规划和建设。建立了一个面向全校机械类、近机械类以及经、管、文、理等相关专业的本科生工程训练、自主学习和课外科技活动的现代化公共实践教学支撑平台。同时，也为研究生教育以及高等职业教育提供实习实训基地，为科研和学科建设提供服务。在立足本校的基础上，面向地区，发挥了中心示范辐射作用。该公共实践教学支撑平台，加强了资源共享力度，丰富和改善了公共资源环境，为我校的整体办学条件和办学能力的进一步提高奠定了坚实的公共基础。

本套工程训练系列教材根据本科学生在校四年期间“工程训练不断线”的新思想，以工程训练实训为载体，全面提高学生的工程素质为目的，紧紧围绕着工程训练实践教学课程体系、实践教学内容、实践教学方法与手段的改革，充分利用学科建设优势，注重实践教学基地建设与学科建设、课群建设和科研相融合，利用最新科学研究成果，不断更新工程训练实训内容，将前沿的科学技术知识传授给学生，缩短学生与现代技术的距离，扩展工程训练内涵，提升工程训练实训水平，突破以传统“金工实习”为主的实践教学框架，实现“金工实习”向全面工程训练的转变，建立了分阶段、多层次、模块化、开放型、综合性工程训练教学新模式，形成使本科学生进行大工程、大机械以及工程集成全面工程训练的特色。该实践教学体系有利于根据不同专业、不同层次学生的需求；有利于采取灵活的教学方式安排工程实践训练教学内容；有利于培养学生的实践能力、创新意识和工程综合素质；有利于提高实践训练水平。其改革成果已纳入和体现于《北京理工大学2003年教学概览》之中。

本套系列规划教材的建设体现教师参与工程训练中心工程训练实训实践教学成果的固化和再现，有效地利用学科建设的资源，促进实践基地与学科建设、科学研究和课群建设的融合，增大工程训练基地规模，促使工程训练的可持续发展，将进一步推动工程训练中心的建设和发展。

工程训练系列规划教材编委会

前 言

随着现代科学技术的迅猛发展,整个社会对人才的需求发生着深刻的变化,对学生的培养目标也发生着很大转变。为了适应时代的要求,在工程训练的实践教学,逐步实现由传统的金工实习向现代工程训练的教学方向转化;由单一技能训练向网络化、系统化条件下的集成技术训练方向转化;由操作技能训练向技能与管理、技能与创新实践相结合的方向转化。培养学生在现代化的工程训练过程中,提高工程素质和综合能力,建立大机械、大制造、大工程的概念。

本书根据教育部制定并实施的“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的精神,以“学习工艺知识,提高工程素质,培养创新精神”为宗旨,探索现代工程训练的的内涵和方式,遵循实践教学的特点而编写的。本书具有以下特点:

1. 在介绍各种工艺方法和设备的同时注重培养学生逐步建立起市场经济中的产品开发、质量保证、环境保护、经营管理、安全生产以及法律法规等工程全局的意识。
2. 在内容和插图上从工程的系统性和工艺特征进行编排,避免不必要的重复,使内容更合理和简练,力求注重实际、生动易懂、图文并茂,以利于学生自学和实践。
3. 在编写过程中采用国家新标准,力求取材新颖、结合实际,根据工程训练模式的改变,增加了新材料、新工艺和新技术等学习内容。

本书可作为高等工科院校机械类和近机械类专业工程训练(或工程实践)的教材,可以教师授课和学生自学相结合,理论与实践相结合的方式组织教学。本课程总学时为 3~6 周,可采取灵活的教学方式安排工程实践训练课程的教学内容。

本书由北京理工大学冯俊、周郴知担任主编,全书共分为四篇十三章,参加编写的有冯俊、成志芳(第一篇),周郴知、成志芳、赵玉灿(第二篇),马树奇、赵玉灿(第三篇),赵玉灿、王一民、苏龙江、王克强、王春燕、尚妍(第四篇)。全书由吕广庶教授、檀萍副教授、丁洪生教授审稿,并提出了很多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

本书在编写过程中,参考了许多有关的教材和资料,在此一并致以谢意。

由于编者水平所限,时间仓促,书中不当之处在所难免,望读者批评指正。

编 者
2005 年 4 月

目 录

第一篇 工程训练基础知识

第一章 产品开发与制造	3
1.1 产品开发与生产过程	3
1.2 产品的质量与经济性	8
1.3 制造与环境保护	19
复习思考题	22
第二章 工程材料基础知识	24
2.1 金属材料的性能	24
2.2 工程材料分类及应用	28
2.3 材料处理技术	34
复习思考题	38

第二篇 材料成形技术训练

第三章 金属液态成形	41
3.1 砂型铸造	41
3.2 特种铸造	53
3.3 熔炼、浇注与清洗	57
3.4 铸件质量检验与经济性分析	60
3.5 铸造过程的安全与环境保护	62
复习思考题	63
第四章 金属塑性成形	64
4.1 自由锻	65
4.2 模锻	73
4.3 板料冲压	76

4.4 锻压件质量控制与经济性分析	82
4.5 锻压生产中的节能与环境保护	86
复习思考题	88
第五章 金属焊接成形	89
5.1 电弧焊	89
5.2 气焊与气割	95
5.3 其他焊接方法	100
5.4 焊接与切割新工艺	104
5.5 焊接质量控制与经济性分析	106
复习思考题	109
第六章 非金属材料成形简介	110
6.1 塑料成形	110
6.2 橡胶成形	114
6.3 陶瓷成形	115
6.4 复合材料成形	117
复习思考题	118

第三篇 金属切削技术训练

第七章 切削加工基础	121
7.1 切削运动	121
7.2 刀具结构与刀具材料	124
7.3 常用机床	130
7.4 机械传动分析	132
复习思考题	137
第八章 车削加工	138
8.1 普通车床	139
8.2 车刀及常用附件	142
8.3 典型表面车削加工	147
8.4 零件的车削工艺	154
复习思考题	159

第九章 铣、刨、磨削及其他加工	160
9.1 铣削加工	160
9.2 刨削加工	169
9.3 磨削加工	174
9.4 镗削加工	184
9.5 齿形加工	186
复习思考题.....	190
第十章 钳工基本技术	192
10.1 钳工基本操作.....	192
10.2 孔加工.....	205
10.3 攻螺纹和套螺纹.....	211
10.4 装配.....	214
复习思考题.....	220

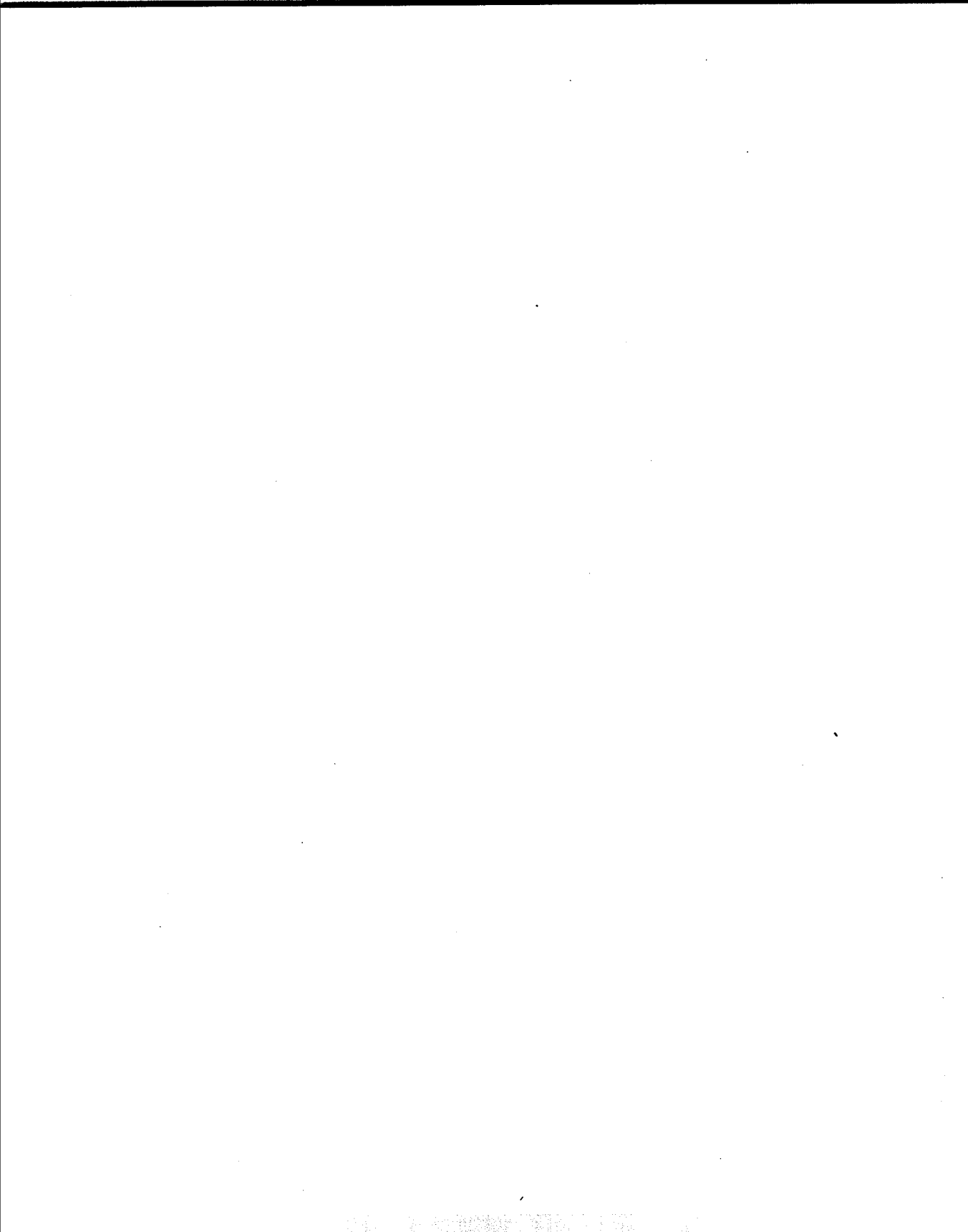
第四篇 现代制造技术训练

第十一章 数控加工	223
11.1 数控机床的基本知识.....	223
11.2 数控编程基础.....	228
11.3 数控车削加工.....	238
11.4 数控铣削加工	246
11.5 加工中心简介.....	260
复习思考题.....	261
第十二章 特种加工	262
12.1 电火花成形加工.....	263
12.2 电火花线切割加工.....	270
12.3 激光加工.....	276
12.4 超声加工.....	278
复习思考题.....	281
第十三章 先进制造技术简介	282
13.1 先进制造技术概述.....	282

13.2 超精密加工.....	283
13.3 超高速加工.....	285
13.4 快速原型制造.....	287
13.5 虚拟制造.....	289
复习思考题.....	291
主要参考文献.....	292

第一篇

工程训练基础知识



第一章 产品开发与制造

学习重点

- 了解产品开发全过程,建立大制造和大工程的概念。
- 了解产品质量的概念,以及在生产过程中对质量的要求。
- 了解零件加工质量的内容和检验方法。
- 掌握零件形状精度、位置精度和表面粗糙度的内容。
- 掌握常用计量器具的使用方法。
- 了解零件生产的类型、质量与经济的关系,建立产品成本的概念。
- 了解产品制造与环境保护的关系,建立产品生产的环保概念和意识。

1.1 产品开发与生产过程

现代制造系统已不仅仅是机械制造,其特点是大制造、全过程和多学科,是一种广义的制造概念,如图 1-1 所示。制造系统涉及到的硬件包括人员、设备、物流、信息基础设施和相关环境等,软件包括理论、技术、程序、标准、规范和管理等,由硬件和软件组成与外界进行物质、能量和信息交换,以满足社会等环境的需求,完成市场分析、产品设计、工艺规划、制造生产、质量检验、销售服务甚至报废回收等各个环节,构成完整的制造系统,如图 1-2 所示。



图 1-1 广义制造系统

1.1.1 产品整体概念

产品是指已完成全部生产过程,经检验符合规定的质量标准,并可供销售的成品。产品一直作为社会生活的重要物质基础,随着社会经济的发展,科学技术的进步,对产品的概念和内涵又有了进一步的发展和延伸。一般认为,现代产品是一个整体的概念,它包含三个层次,即核心产品、有形产品和附加产品,见图 1-3,以满足企业和消费者的需求。

一、核心产品

这是产品最基本的层次,是消费者所需要的核心内容,即消费者追求的实际效用和利益。

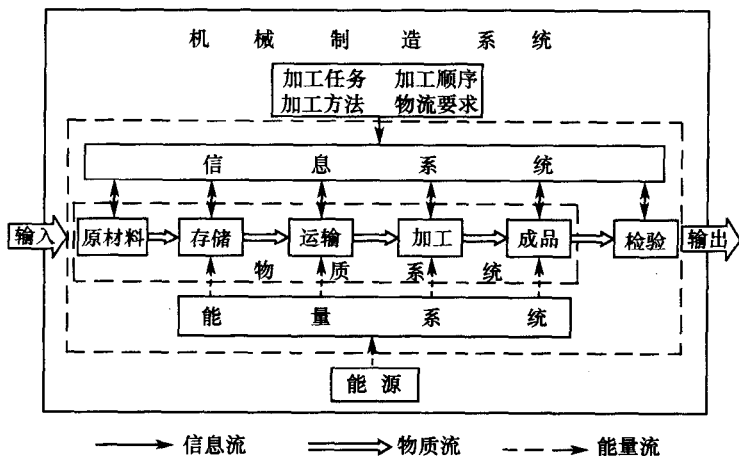


图 1-2 产品生产过程

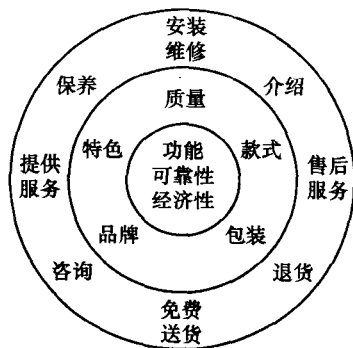


图 1-3 产品整体

其实质内容是产品的功能、可靠性和经济性等。同一种产品可以有不同核心去满足不同的需要。从市场的角度,企业必须根据消费者对产品核心的需求去开发、设计和生产。

二、有形产品

这是整体产品的中间层次,是消费者需要的各种具体产品形式,一般应具有以下几方面的内容:质量、特色、规格、品牌和包装等。企业将核心产品转变为有形产品,以满足消费者对产品的形式和质量的需求。

三、附加产品

这是产品的服务层,是消费者在购买产品时得到的附加服务或利益。其主要内容有产品介绍、提供信贷、免费送货、安装维修和售后服务等。现代市场竞争不仅在于生产和销售什么产品,而且在于提供什么样的附加服务或利益。企业要在市场竞争中取得优势,就要在这个层面上满足消费者更多的需求。

1.1.2 产品开发

随着信息技术的发展,市场对产品的竞争越来越激烈,人们对产品的要求越来越高,同时,要求企业快速提供优质、廉价、具有创新性的产品。产品的开发是一个决策的过程,从人们的需求出发,形成规划和设计,再形成产品进入市场,经过销售、使用,最终报废或回收。产品开发是面向产品全生命周期的,其阶段和内容如图 1-4 所示。

一、市场需求

市场需求是产品开发的基础,可分为物质需求和精神需求。物质需求指市场对技术指标和产品形态的要求,包括功能、质量、结构、重量、体积和规格等;精神需求指用户对产品的心理



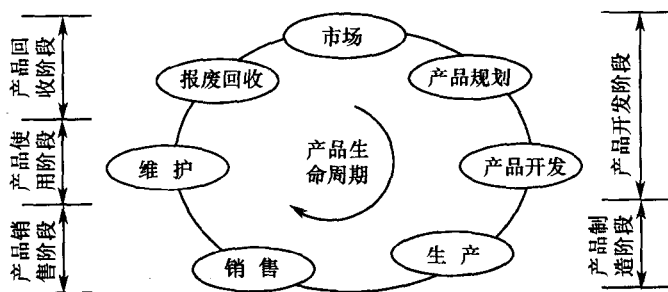


图 1-4 产品生命周期

要求,包括造型、色彩和服务等。市场需求的获取主要靠广泛的市场调查研究、用户信息反馈,调查时可采用询问法、观察法、实验法和抽样调查法等。

二、产品规划

产品规划是根据对市场的分析,包括对竞争对手的分析之后,在概念上进行产品设想,研究产品特性和系统配置,包括市场定位、时间安排,以及按功能、材料、加工方法、质量和成本的要求等对产品进行定义。

三、产品设计

产品设计涉及到技术、经济和艺术等许多领域,随着科学与技术的发展,市场竞争日益激烈,新技术、新工艺的不断涌现,尤其是计算机科学及应用技术的发展,进一步推动了设计方法和手段的现代化。现代产品设计主要有以下特点:

1. 社会性

社会需求是产品设计的出发点和基础,在产品的设计中,应针对需求内容的特点,从发展的、动态的观点进行产品设计,将产品的功能与制造、原材料与加工成本等结合起来考虑,防止片面性。在设计过程中运用市场、经济、价值等分析方法指导新产品的的设计工作,从设计上促进产品的商品化,增强产品的竞争能力,目标是使产品更具吸引力,满足用户对产品物质和精神的双重需求。

2. 系统性

现代产品设计要求从系统的角度出发,将产品作为一个整体,全面分析产品的功能、原理、结构,协调产品内部结构与功能之间的关系。设计过程中的功能分析,原理、结构、造型方案的确定,都要按市场经济规律进行,从整体上把握设计对象,考虑对象与外界(人、环境)的联系,使产品更具竞争力。

3. 创造性

产品设计是一种创造性工作。现代设计建立在先进的设计理论和设计工具基础上,能充分发挥设计者的创造性思维和集体智慧,运用各种创新方法和手段,开发出具有创新性的产品,满足市场和消费者对产品个性化和新颖性的需求。

4. 宜人性

产品设计应注重产品内在质量和外观质量,在保证产品物质功能的前提下,要满足用户对产品的美观性、艺术性和时代性诸方面的要求,做到人-机-环境等的协调,使产品提高精神功能的作用。

5. 最优化

设计过程优化具有深远意义。产品质量和经济性是由设计阶段决定的,通过优化理论和技术,对产品进行方案优选、结构优选和参数优选,力争系统的整体性能最优,以获得功能全、性能好、成本低和价值高的产品。

6. 数字化

数字化技术被广泛地应用到产品设计中,计算机技术已经渗透到产品设计开发的各个环节。许多现代设计技术的实现都依赖于计算机,充分利用计算机快捷的计算功能、巨大的信息存储和处理能力,大大提高了产品设计的正确性和效率,为新产品的快速推向市场赢得时间。

7. 绿色化

绿色设计是将产品全生命周期作为整体,在保证产品功能、质量、成本和寿命等基本性能的同时,依据环境效益和指标,充分考虑资源、能源的合理利用,面向产品可拆卸性设计和可回收性设计,有利于零部件的再利用和材料的循环再生产。产品在使用中尽量避免对环境对人体产生有害的影响。

四、产品开发的方式

产品的开发可以采用以下一些方式:

1. 独立研制

技术和经济实力雄厚的企业往往采用从理论研究到应用研究,进行产品开发,依靠本企业的力量独立完成,使企业拥有自主的知识产权。一般企业借用别人的基础理论研究成果,本企业只进行应用研究和产品开发,开发不太复杂的产品。改进开发产品也较适于这种方法。

2. 协作开发

由于产品开发可能涉及到较广泛的学科领域,需要各类人才、先进的仪器设备和实验手段,集中优势共同开发,企业和科研单位、企业和高校以及企业之间可进行这种协作。

3. 技术引进

在充分掌握国内外技术状况和市场需求的情况下,通过购买专利、引进先进技术等方式进行学习和消化吸收,在此基础上产生自己的产品,也可以采用引进技术与自己的研究成果相结合开发新产品。

1.1.3 产品的制造

产品制造是按照市场需求,运用掌握的知识和技能,借助于手工或可以利用的工具,采用有效的工艺方法和必要的能源,将原材料转换为最终产品并投放市场的全过程。



一、产品制造的工艺过程

生产过程中逐渐改变生产对象的性质、形状、尺寸及相对位置,使其成为成品的过程称为工艺过程。产品总的工艺过程又可具体分为铸造、锻压、焊接、机械加工、热处理和装配等工艺过程。加工工艺过程在产品生产过程中具有重要地位,通过这个过程使原材料逐渐成为产品。生产发展与社会进步使制造方法丰富多彩,除传统方法,如车削、钻削、铣削、刨削和磨削等外,电加工、超声波加工、电子束加工、离子束加工、激光束加工和快速原形制造等均有了很大发展。它奠定了现代制造技术的基础。

1. 工艺规程

零件依次通过的全部加工过程称为工艺路线或工艺流程。全部工艺过程按一定的格式形成的文件称为工艺规程。工艺规程常表现为各种形式的工艺卡片,在其中简明扼要地写明与该零件相关的各种信息,如工艺路线、加工设备、刀具和量具的配备、加工用量和检验方法等。

2. 工艺过程的组成

一般较为复杂的零件往往用不同的设备和方法逐步完成,这个工艺过程又由许多工序、工步和走刀等组成。

(1) 工序:一个(或一组)工人,在一个工作地点,对同一个(或同时几个)工件连续完成的工艺过程。

(2) 工步:在加工表面、加工工具、转速和进给量都不变的情况下,连续完成的工序部分。

(3) 走刀:同一工步中,如果加工余量大,需要用同一刀具在相同转速和进给量下,对同一加工面进行多次切削,则每切削一次称为一次走刀。

二、生产过程的组织与管理

1. 生产过程组织

生产过程的构成分为四部分:生产技术准备,指产品在投入生产前所进行的各种生产技术准备工作;基本生产过程,指工艺加工的过程;辅助生产过程,指为保证基本生产过程的正常进行而从事的各种辅助性生产活动的过程;生产服务过程,指为保证生产活动顺利进行而提供的各种服务工作。生产过程的构成,就是指生产过程的各个部分之间的组成情况和相互联系。

2. 合理组织生产过程

合理地处理生产过程各个部分之间的关系,使其在时间上、空间上密切配合、协调一致,以保证均衡、有节奏的生产。为此企业要遵循如下原则:专业性,在企业内部组织专业化生产;连续性,产品在各个环节上的运动始终处于连续状态,没有或很少有不必要的停顿和等待时间;比例性,能力、效率和计划方面保持比例,避免脱节;节奏性,相同的时间间隔内生产大致相同数量或递增数量的产品;柔性化,能及时满足市场需要,朝着多品种、小批量、能够灵活转向和应急应变性强的方向发展。

