



· 普通高等教育“十二五”规划教材

工程实训

蔡安江 陈隽 编著

G O N G C H E N G S H I X U N



国防工业出版社

National Defense Industry Press

普通高等教育“十二五”规划教材

工 程 实 训

蔡安江 陈隽 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书是为适应高等教育改革的形势,结合科学技术不断发展及教学改革的不
断深入而编写的。

全书分为4篇16章。第1篇为工程实训知识,包括工程实训背景知识、工程材
料及热处理共2章;第2篇为材料成形技术,包括铸造、锻压、焊接共3章;第3篇为
机械制造技术,包括切削加工知识、车削加工、铣削加工、刨削与磨削加工、钳工与装
配共5章;第4篇为现代制造技术,包括数控加工知识、数控车削加工、数控铣削加
工、加工中心、特种加工、机械制造自动化技术共6章。各章均编写了教学要求和复
习思考题,并配有实训报告。本书内容具有基础性、实践性和先进性,强调对学生工
程实践能力、工程素质和创新思维的培养,突出工程应用。

本书可作为高等学校各专业本、专科工程训练教材,也可供相关工程技术人员
参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程实训/蔡安江,陈隽编著. —北京:国防工业出版社,
2013.1

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-118-08466-5

I. ①工... II. ①蔡... ②陈... III. ①工程技术—高等
学校—教材 IV. ①TB

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 235901 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 15 $\frac{3}{4}$ 字数 460 千字

2013 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—5000 册 定价 28.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

前 言

工程训练课程是高等院校学生必修的实践性强的技术基础课,其目标是学习工艺知识,增强工程实践能力,提高综合素质,培养创新精神和创新能力。

现代科技和工业的飞速发展,制造技术日新月异,新材料、新技术、新工艺不断涌现,使工程训练课程的教学内容不断更新和丰富,同时,随着高等教育的改革深入,“卓越工程师培养计划”的实施,传统的工程训练已经开始向现代工程训练转化。为适应课程改革的需要,编者在认真总结各兄弟院校课程教学改革经验的基础上,结合高等院校实际特编写本书。

本书在编写过程中遵循“工程应用,能力培养”的指导原则,突出并融合了工程技术领域应用较多的新材料、新工艺、新设备和新技术,尤其加强了数控加工、特种加工和其他先进制造技术的相关内容,拓宽了学科的技术基础,在加强基础理论的同时,更加注重理论知识在生产中的应用性或可操作性。全书内容采用最新国家标准的计量单位、名词术语、材料牌号等,力求语言简明、重点突出、联系实际、图文并茂、通俗易懂,并在各章都明确了教学基本要求,配有复习思考题和实践报告。书中的重要术语都附有英语注释,以方便双语教学。

本书由蔡安江、陈隽担任主编,阮晓光、赵云龙、李顺江、郭师虹担任副主编。蔡安江负责全书的统编定稿;郭师虹负责书中全部图形的计算机绘制、处理及重要术语的英语注释;阮晓光负责校稿。

参加本书编写的有:西安建筑科技大学蔡安江(第1章、11.1节~11.3节、11.5节、16.1节、16.3节~16.6节)、阮晓光(第15章)、郭师虹(11.4节、12.3节、13.3节、16.2节、附录)、王娟(第2章)、林红(第3章);西安石油大学陈隽(第5章、第8章、第10章);洛阳理工学院吴锐(9.1节)、许元奎(9.2节)、罗扉(第4章);咸阳职业技术学院赵云龙(12.1节、12.2节、12.4节、13.1节、13.2节、13.4节);漯河职业技术学院李顺江(第7章)、张超凡(第6章)、黄占立(第14章)。

本书承蒙西安理工大学张广鹏教授、陕西科技大学董继先教授担任主审。本书的编写参考并选用了近几年来国内出版的有关教材、论著和手册,在此向有关的著作者表示诚挚的谢意。

本书得到西安建筑科技大学教材建设项目的资助,在此表示感谢!

最后,向参加本书编写、审稿和出版工作,以及在编写过程中给予帮助和支持的各位同仁,致以最诚挚的感谢!限于作者水平和经验,书中缺点和疏漏之处在所难免,诚望同行和读者批评指正。

作者

目 录

第 1 篇 工程实训知识

第 1 章 工程实训背景知识	1	2.2 金属材料的性能	13
1.1 制造与制造系统	1	2.3 热处理工艺及设备	14
1.2 产品开发与产品质量	3	2.4 热处理新技术	18
1.3 工程经济与清洁生产	6	复习思考题	20
复习思考题	8		
第 2 章 工程材料及热处理	9		
2.1 工程材料的分类	9		

第 2 篇 材料成形技术

第 3 章 铸造	21	4.4 特种锻压	44
3.1 概述	21	4.5 锻压新技术	46
3.2 砂型铸造工艺	22	复习思考题	47
3.3 铸件生产	29	第 5 章 焊接	48
3.4 铸件质量控制	31	5.1 概述	48
3.5 特种铸造	32	5.2 焊条电弧焊	48
3.6 铸造新技术	34	5.3 气焊与气割	53
复习思考题	36	5.4 焊接质量控制	55
第 4 章 锻压	37	5.5 其他焊接方法	56
4.1 概述	37	5.6 焊接新技术	59
4.2 锻造工艺	37	复习思考题	61
4.3 锻压方法	39		

第 3 篇 机械制造技术

第 6 章 切削加工知识	62	第 7 章 车削加工	68
6.1 概述	62	7.1 概述	68
6.2 刀具	64	7.2 车床	68
6.3 量具	64	7.3 车刀	73
复习思考题	67	7.4 车削方法	76
		复习思考题	83

第 8 章 铣削加工	85	复习思考题	105
8.1 概述	85	第 10 章 钳工与装配	106
8.2 铣床	85	10.1 划线	106
8.3 铣刀	89	10.2 锯削与锉削	109
8.4 铣削方法	90	10.3 钻削	113
复习思考题	93	10.4 攻螺纹与套螺纹	117
第 9 章 刨削与磨削加工	94	10.5 刮削与研磨	119
9.1 刨削加工	94	10.6 装配与拆卸	120
9.2 磨削加工	99	复习思考题	124
第 4 篇 现代制造技术			
第 11 章 数控加工知识	126	14.2 加工中心	164
11.1 概述	126	14.3 加工中心编程	168
11.2 数控加工原理	127	14.4 加工中心实例	170
11.3 数控系统	131	复习思考题	171
11.4 数控编程	132	第 15 章 特种加工	172
11.5 数控加工过程	145	15.1 概述	172
复习思考题	146	15.2 电火花加工	173
第 12 章 数控车削加工	147	15.3 激光加工	179
12.1 概述	147	15.4 快速成形制造	182
12.2 数控车床	147	复习思考题	186
12.3 数控车削编程	149	第 16 章 机械制造自动化技术	188
12.4 数控车削实例	151	16.1 概述	188
复习思考题	154	16.2 计算机辅助设计与制造技术	189
第 13 章 数控铣削加工	156	16.3 工业机器人	193
13.1 概述	156	16.4 自动检测技术	197
13.2 数控铣床	156	16.5 自动生产线	200
13.3 数控铣削编程	158	16.6 柔性制造系统	202
13.4 数控铣削实例	160	复习思考题	206
复习思考题	163	附录 重要术语中英文对照表	207
第 14 章 加工中心	164	参考文献	214
14.1 概述	164		

第 1 篇 工程实训知识

第 1 章 工程实训背景知识

工程实训是对高等学校各专业进行综合性工程实践、实施工程技术教育的重要技术基础课程,是促使学生了解工程技术科学、探知工程技术奥秘的动力。工程实训的目的是学习工艺知识、增强工程实践能力,提高综合素质,培养创新精神和创新能力。

1.1 制造与制造系统

1.1.1 制造

制造(Manufacturing 或 Manufacture)是人类借助于手工或工具,运用所掌握的知识和技能,采用有效的方法,按所需目的将制造资源(物料、能源、设备工具、资金、技术、信息和人力等)转化为可供人们使用或利用的工业品或生活消费品,并投放市场的全过程。制造是人类所有经济活动的基石,是人类历史发展和文明进步的动力。

制造过程(Manufacturing Process)是将制造资源转变为可用产品并保证其正常使用过程。其主要组成如图 1-1 所示。

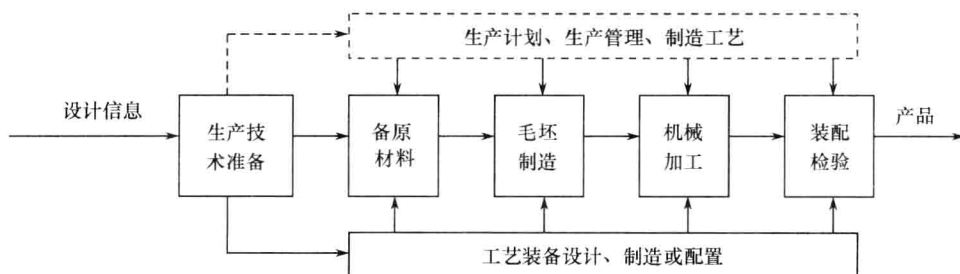


图 1-1 制造过程

制造技术(Manufacturing Technology)是完成制造活动所需一切手段的总和。机械制造技术是实现机械制造过程的最基本环节。在机械加工系统的物料流程中,材料的质量和性能是通过制造技术的实施而发生变化的,因此机械加工的方法可分为材料成形法、材料去除法和材料累积法。

材料成形法是将原材料转化成所需形状、尺寸及要求的加工方法,主要有铸造、锻压、焊接和粉末冶金(Powder Metallurgy)等。材料去除法是用来提高零件的精度和降低表面粗糙度,以达到零件设计要求的加工方法,主要分为切削加工和特种加工。切削加工主要有车削、铣削、刨削、磨削、钻削、镗削、钳工等。特种加工主要有电火花加工、电解加工、超声波加工、电子束加工、离子束加工等。材料累积法是一种先进的制造技术,目前主要有快速成形制造(Rapid Proto-

typing) 技术。

1.1.2 制造系统

1. 制造系统的概念

制造系统(Manufacturing System)的基本定义是由制造过程及其所涉及的硬件(生产设备、工具、材料和能源等)、软件(制造理论、制造工艺和方法及各种制造信息等)和人员组成的具有将制造资源转变为可用产品(含半成品)这一特定功能的有机整体。

制造系统的定义尚在发展和完善之中,至今还没有统一的定义。

2. 制造系统的类型

根据产品性质和生产方式不同,制造系统可分为两大类:

(1) 连续型制造系统。连续型制造系统生产的产品一般是不可数的,通常以质量、容量等单位进行计量,其生产方式是通过各种生产流程将原材料逐步变成产品,如石油天然气产品生产系统、化工产品制造系统、酒类饮料产品生产系统等。

(2) 离散型制造系统。离散型制造系统生产的产品是可数的,通常用件、台等单位进行计量,其生产方式一般是通过零件加工、部件装配、产品总装等离散过程制造出完整的产品,如机床制造系统、汽车制造系统、家电产品制造系统等。离散型制造系统的组成如图 1-2 所示。

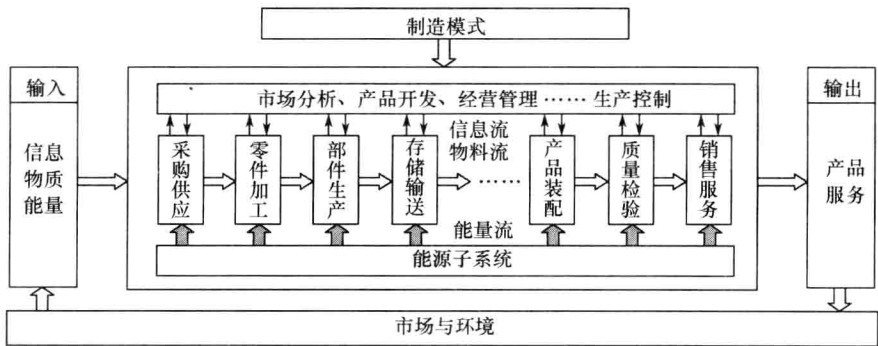


图 1-2 离散型制造系统的组成

3. 制造系统的发展

从旧石器时代开始人类已经懂得利用工具进行狩猎或劳动,经过青铜器和铁器时代后,制造系统以手工作业和手工作坊的形式出现。自 1750 年第一次工业革命以来,制造系统以动力机、纺织机械、船舶与金属切削机床等形式组成工业化要求的多种形式。在蒸汽发动机、内燃机、发电机和电动机的推动下,出现了手工场式的近代制造系统,后来又出现了单件生产系统。

20 世纪 20 年代,亨利·福特利用传送线把机器连接成大量生产的(机械)自动化流水线,开创了大量流水生产方式。从 20 年代至今,制造系统已经出现了机群式制造系统 MS、刚性制造系统(又称专用制造系统)DML/TL 和柔性制造系统 FMS/FMC/FML 三类制造系统,90 年代中期出现了可重构(可重组)制造系统(Reconfigurable manufacturing system, RMS),其发展的市场环境与技术特点如图 1-3 所示。

大多数制造系统的成本随着制造产品的定位、产量、自动化程度、装备成本、劳动力成本等要素变化而变化。

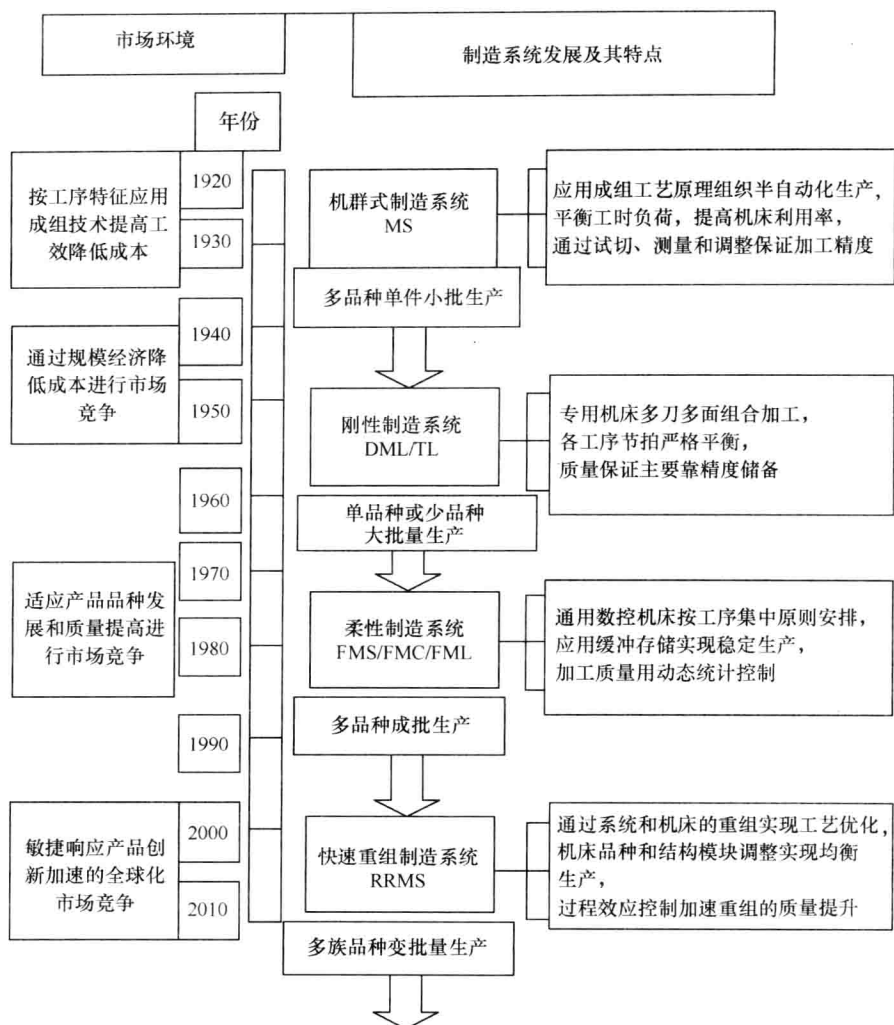


图 1-3 制造系统的市场环境与技术特点

1.2 产品开发与产品质量

现代化工业生产的显著特点是专业化协作的高度社会化大生产。实现社会化大生产的技术措施是产品应具有互换性及广泛的标准化(Standardization)。对机械产品而言,互换性(Interchangeability)和精度(Accuracy)是基本要求。

1.2.1 产品开发

产品开发(Product Development)一般指新产品的研制与开发,是企业求生存图发展、提高综合竞争能力的重要途径。现代企业必须不断地开发设计新产品,谋求高质量、低成本,不断创新和增加科技含量已成为现代市场经济条件下企业竞争、生存发展的基础。

1. 新产品的内涵

新产品是指运用新的原理、新的构思设计,采用新的材料或元器件,具有新的功能、新的用途或开拓新市场的产品。与老产品相比,新产品在技术指标、性能、结构、规格上都有显著的提高或改

善,或者在某些技术参数、规格方面填补了空白。

新产品的内涵十分丰富,可以从不同的角度加以界定。对制造商来说,其从未生产过的产品就是新产品。对消费者而言,整体产品的各个要素,如产品的功能、效用、款式、品牌、包装、花色、服务等任何一项发生了变化都可能视为新产品。从技术角度看,只有采用了新技术、新工艺、新材料,从而使产品的功能、结构、技术特征等发生了显著变化的产品,才算是新产品。

目前,新产品一般分为两类:

(1) 对市场是新产品。主要有全新产品、改进性新产品和市场再定位新产品。全新产品才能称为真正的新产品。

(2) 对企业是新产品。主要有新产品线、填补性新产品和低成本新产品。该类主要指引进外来的技术成果或产品,属于仿制产品。

2. 新产品的开发

新产品开发是包括研究、开发、设计、制造和市场营销在内的企业系统创新活动,是发明的商品化,是把发明引入生产体系并为商品化生产服务的过程。

新产品的开发过程为:产品构思→产品概念→技术经济分析→产品与工艺设计→制订市场营销策略→产品试制→市场试销→商品化生产。

企业开发新产品主要有独立研制、技术引进和联合研制。

1) 独立研制

独立研制是根据市场需要和同类型产品的特点,针对存在的差距,依靠本企业的力量,从根本上探讨新产品的新原理或新结构,开展应用理论的研究和有关新技术、新材料等方面的试验研究,或者进行制造技术的攻关,从而开发设计出具有本企业特点的新产品。特别是在研制换代型新产品或全新产品时,必须进行系统的、创造性的研究。独立研制一般要求企业有较强的科研力量和试验手段,或者引进科技人员形成自己的开发设计能力。

2) 引进技术

引进技术是在新产品开发设计过程中,借鉴国内外已有的成熟产品设计(配方)或制造技术。引进技术可以较快地掌握这类产品的设计原理和制造技术,缩短新产品开发设计周期,使新产品尽快投放市场。同时,还可以减少本企业开发经费和科研力量,争取时间缩小与竞争对手的差距,有利于本企业的产品发展。

引进的技术(产品),必须是本企业所不及的,而且是有发展前途的,或者可以展开应用“一技多能”、带动其他技术提高水平的。

3) 联合研制

联合研制是指一些小型企业自身的技术力量和试验手段比较薄弱,没有独立研制的条件,可以借助外部的科研机构、大专院校等方面的力量采取联合研制的方式。

随着科学技术飞速发展,世界范围内产品更新换代的速度越来越快,高科技含量的产品、高附加值产品、差异化、特色化产品日益成为产品开发的重点。

1.2.2 产品质量

1. 产品质量的内涵

产品质量(Product Quality)是指产品能够满足使用要求所具备的特性。产品质量是由各种要素所组成的,这些要素亦被称为产品所具有的特征和特性。不同的产品具有不同的特征和特性,其总和便构成了产品质量的内涵。产品质量要求反映产品的特性和满足顾客和其他相关方要求的能

力,一般包括性能、寿命、可信性、安全性、经济性以及外观质量等。

1) 性能(Performance)

性能指根据产品使用目的所提出的各项功能要求,包括正常性能、特殊性能、效率等。如锻件的化学成分和力学性能等。

2) 寿命(Life)

寿命指产品能够正常使用的期限,包括使用寿命和储存寿命。使用寿命是产品在规定条件下满足规定功能要求的工作总时间,汽车、机床、工程机械等需要维修保养才能保持其性能的产品,则将两次大修的间隔作为它的使用寿命。储存寿命是指产品在规定条件下功能不失效的储存总时间,医药产品对这方面的规定较为严格。

3) 可信性(Credibility)

可信性包括可用性、可靠性和维修性。可用性为设备的实际生产能力与应有的生产能力之比。可靠性是产品在规定的条件下和规定的时间内,完成规定功能的能力,一般以平均故障率、平均无故障时间等多种特性标志,按产品功能不同选用,如计算机、汽车的平均无故障间隔时间。可靠性是机电产品使用过程中主要的质量指标之一。维修性是指便于维修,含维修保障等性能。

4) 安全性(Security)

安全性指产品在流通和使用过程中保证安全的程度,如家用电器插头的防止触电是产品的关键特性而需绝对保障。

5) 经济性(Economy)

经济性指产品寿命周期的总费用,包括产品的制造成本、利税,以及顾客在使用过程中的维护修理费用、维持费用等使用费用。尽管经济性与使用性能无关,但却是消费者所关心的。如洗衣机在达到同样洁净度的前提下,用水越少,则其经济性越好。

6) 外观质量

产品的美观性是指产品的审美特性与目标顾客期望的符合程度,泛指产品的外形、美学、造型、装潢、款式、色彩、包装等。顾客通常不会对一种产品的审美特性提出具体要求,但当产品的外观、款式、颜色不符合顾客的审美要求时,顾客就会排斥这种产品;当产品的外观、款式、颜色符合顾客的审美要求时,顾客就会被这种产品所吸引。如法拉利跑车的成功在于卓越的性能和对顾客审美需求的准确把握。

产品质量一般往往随时间而变化,与科学技术的不断进步有着密切的关系。

2. 产品质量的重要性

1) 人们生活的保障

产品质量与人们的工作、生活息息相关,一旦产品出了质量问题,轻则造成经济损失,重则会导致人员伤亡等事故。只有质量理念全面更新,质量水平显著提高,质量文化不断普及,才能推进质量工作的全面加强,人类生活只有依托质量才能得以提升。

2) 企业生存和发展的根本

质量是企业的生命,是企业的生存之本。产品质量的高低是企业是否具备核心竞争力的体现,提高产品质量是保证企业占有市场,持续发展的重要手段。企业的生产必须坚持质量第一,“以质量求生存”,只有富有竞争质量的产品才能引导企业驶向成功的彼岸。

3) 国家科技水平和经济水平的综合反映

高质量的产品需要设计、制造等一系列的过程,技术水平不高,是无法保证生产出优质产品的。在竞争激烈的全球经济中,没有高质量的商品,会直接影响国家的经济竞争力。日本工业的发展成就主要在于日本企业界非常重视产品的质量,摸索出了一套高效的质量管理方法。

4) 产品打入国际市场的前提条件

产品质量是进入现代国际市场的“通行证”和“敲门砖”。企业要想使自己的产品打入国际市场,参与国际大循环,就必须要有过硬的产品质量、适宜的价格和约定的交货期。各国企业都在努力寻找提高产品质量的有效途径和方法,采取有效的策略,使产品达到世界一流质量。

1.3 工程经济与清洁生产

1.3.1 工程经济

工程技术(Engineering Technology)是人类利用和改造自然的手段。它不仅包含劳动者的技能,还包括部分取代这些技能的物质手段。因此,工程技术是包括劳动工具、劳动对象等一切劳动的物质手段和体现为工艺、方法、程序、信息、经验、技巧和管理能力的非物质手段。工程技术的使用直接涉及生产经营活动中的投入(包括机器设备、厂房、基础设施、原材料、能源等物质要素和具有各种知识和技能的劳动力)与产出(各种形式的产品或服务)。工程技术属于资源的范畴,但它不同于日益减少的自然资源,是可以重复使用和再生的。

工程经济学(Engineering Economics)研究各种技术在使用过程中如何以最小的投入取得最大的产出,如何用最低的寿命周期成本实现产品、作业或服务的必要功能,它研究的是各种工程技术方案的经济效果。就工业产品来说,寿命周期成本是指从产品的研究、开发、设计开始,经过制造和长期使用,直至被废弃的整个产品寿命周期内所花费的全部费用。对产品的使用者来说,寿命周期成本体现为一次性支付的产品购置费与在整个产品使用期限内支付的经常性费用之和。

在工程经济学中,对工程技术方案评价的原则通常有技术与经济相结合的原则、定量分析与定性分析相结合的原则、财务分析与国民经济分析相结合的原则以及可比性原则,这些原则分别从不同的角度对技术方案进行考评,得到技术方案较全面的评价结果。

工程经济在世界各国得到了广泛的重视与应用,工程经济学理论仍然在不断地发展。目前这些发展主要侧重于用现代数学方法进行风险性、不确定性分析和无形效果分析的新方法研究。

1.3.2 清洁生产

20 世纪中叶,人类开始了环境问题的觉醒认识,环境保护已成为全人类的一致行动。

1. 机械制造的环境污染

机械制造在生产过程中排出大量污染土壤的废水、污染大气的废气和固体废物等,如金属离子、油、漆、酸、碱和有机物,带悬浮物的废水,含铬、汞、铅、氰化物、硫化物、粉尘、有机溶剂的废气,金属屑、熔炼渣、炉渣等固体废物。机械制造的环境污染(Environmental Pollution)主要表现在以下几个方面:

(1) 工程材料切削加工排出的主要污染物。工程材料在车、铣、刨、磨、钻、拉、镗、珩等加工过程中,需用乳化液冷却、润滑和冲走切屑。使用后的乳化液会变质、发臭,往往未经处理就直接排入下水道,甚至倒至地表。乳化液中不仅含有油,而且含有烧碱、油酸皂、乙醇和苯酚等。工程材料在加工过程中还会产生大量的金属屑和粉末等固体废物。

(2) 金属表面处理排出的主要污染物。为去除金属材料表面的氧化物(锈蚀),常用硫酸、硝酸、盐酸等强酸进行清洗,产生的废液都含有酸类和其他杂质。

为改善金属制品的使用性能、外观及不受腐蚀,有的工件表层需镀上一层金属保护膜。电镀液中除含铬、镍、镉、锌、铜和银等各种金属外,还要加入硫酸、氟化钠(钾)等化学药品。某些工件镀好后,还须在铬液中钝化,再用清水漂洗。因此,电镀排出的废液中含有大量的铬、镉、锌、铜、银和

硫酸根等离子。镀铬时,镀槽会产生大量的铬蒸气,氰电镀还会产生氰化氢有毒气体。

在金属表面喷漆、喷塑料、涂沥青时,有部分油漆颗粒、苯、二甲苯、甲酚、未熔塑料残渣及沥青等被排入大气。

(3) 金属热处理和表面处理排出的主要污染物。退火和正火时,加热炉有烟尘和炉渣产生。淬火时,要防止金属氧化,有时在盐浴炉中加入二氧化钛、硅胶和硅钙铁等脱氧剂,而产生废盐渣。

表面渗氮时,用电炉加热并通入氨气,存在氨气泄漏的可能。表面氰化时,将金属放入加热的含有氰化钠的渗氰槽中。氰化钠有剧毒,产生含氰气体和废水。表面氧化(发黑)处理时,碱洗是在氢氧化钠、碳酸钠和磷酸三钠的混合溶液中进行,酸洗是在浓盐酸、水和尿素的混合溶液中进行,它们均排出废酸液、废碱液和氯化氢气体。

电火花加工、电解加工所采用的工作介质在加工过程中也会产生污染环境的废液和废气。

(4) 其他生产工艺排出的污染物。铸造生产的环境条件较为恶劣,表现为高温、噪声大,并伴有高粉尘、高烟尘。如破碎、筛分、落砂、混碾和清理时都有很大的粉尘;铸造合金熔炼过程中会产生多种有毒、有害气体,如冲天炉熔化铁水时排出含有一氧化碳的多种废气。

锻造生产时,金属在加热和锻造过程中有大量的辐射热排放到空气中,伴有振动和噪声污染。锻造后,为了提高锻件的表面质量需对锻件进行表面清理,去除氧化皮和裂纹、折纹、残余毛刺等表面缺陷。常用的清理方法有喷砂清理、喷丸清理、酸洗清理等,它们均会产生粉尘、废酸水。

电焊时,焊条药皮和焊剂在高温下会分解而污染气体,同时还伴有电弧辐射、高频电磁场、射线等。气焊时用电石制取乙炔气体时容易产生大量电渣。熔炼有色金属时,会产生相应的冶炼炉渣和含有重金属的蒸气及粉尘。

热固性树脂生产时,会排出含苯酚和甲醛的废水。煤气发生站会产生含酚废水和煤焦油废物。

2. 清洁生产

清洁生产(Clean Production)是指既可满足人们的需要又可合理使用自然资源和能源并保护环境的实用生产方法和措施,其实质是一种物料和能耗最少的人类生产活动的规划和管理,将废物减量化、资源化和无害化,或消灭于生产过程中。同时,对人体和环境无害的绿色产品生产将随着可持续发展进程的深入而日益成为今后产品生产的主导方向。

清洁生产达到的目标是通过资源的综合利用以及节能、节料、节水,合理利用自然资源,减少资源的耗损;减少废物和污染物的生成和排放,促进工业产品在生产、消费过程中与环境相协调,降低工业活动对人类和环境带来的危害。

实现清洁生产就是实行对工业污染的全过程进行控制和综合防治相结合的原则。如从污染防治的角度优化产业结构和能源结构;从环境的制约因素考虑工业的布局;建立经济管理、能源管理、环境管理一体化体系;完善和拓展环境管理制度;加强清洁生产技术的开发等。

实施清洁生产应把握的方向是:① 资源的综合利用,是清洁生产全过程的关键;② 改革工艺和设备,废除旧的工艺和陈旧的设备;③ 组织内部的物料循环,特别是气和水的再循环利用;④ 加强管理,使环境管理落实到生产过程的各个环节;⑤ 改革产品体系,不断更新产品;⑥ 实行必要的末端处理,这是采用其他预防措施之后的最后把关措施,是一种送往外部集中处理的预处理措施;⑦ 建立区域内的文明生产机制。

目前,环境问题已经得到了国际社会的日益重视和普遍关注。国际标准化组织(International Standardization Organization, ISO)于1993年6月成立了ISO/TC207环境管理技术委员会,正式开展环境管理系列标准的制定工作。ISO14000系列标准针对组织产品、活动和服务逐渐展开,向不同规模、性质和类型的组织提供了一整套全面而又完整的环境管理方法,体现了市场条件下“自我环境管理”的崭新思路。同以往的环境排放标准和产品技术标准不同,ISO14000系列标准以极其广泛的内涵和普遍的适用性,在国际上引起了极大反响。我国非常重视ISO14000系列标准的宣传和

有效实施工作,为此专门成立了环境管理体系(Environment Management System,EMS)审核机构国家认可委员会和中国环境管理体系审核人员国家注册委员会,保证从事 ISO14000 审核机构的科学性、公开性和权威性。

复习思考题

1. 试述制造过程的组成。
2. 简述制造系统的发展及其特点。
3. 简述新产品的内涵及其分类。
4. 举例说明产品质量的内涵及其重要性。
5. 工程经济学的主要研究内容是什么?
6. 机械制造生产中存在哪些环境污染问题?
7. 试述清洁生产与环境保护的关系。

第2章 工程材料及热处理

教学要求:了解常用工程材料的分类、性能和用途;熟悉钢铁材料的火花鉴别方法;了解常用热处理设备,掌握普通热处理的工艺特点及应用。

2.1 工程材料的分类

工程材料(Engineering Materials)是指制造工程结构和机器零件所使用的材料总称。常用的机械工程材料的分类如图2-1所示。

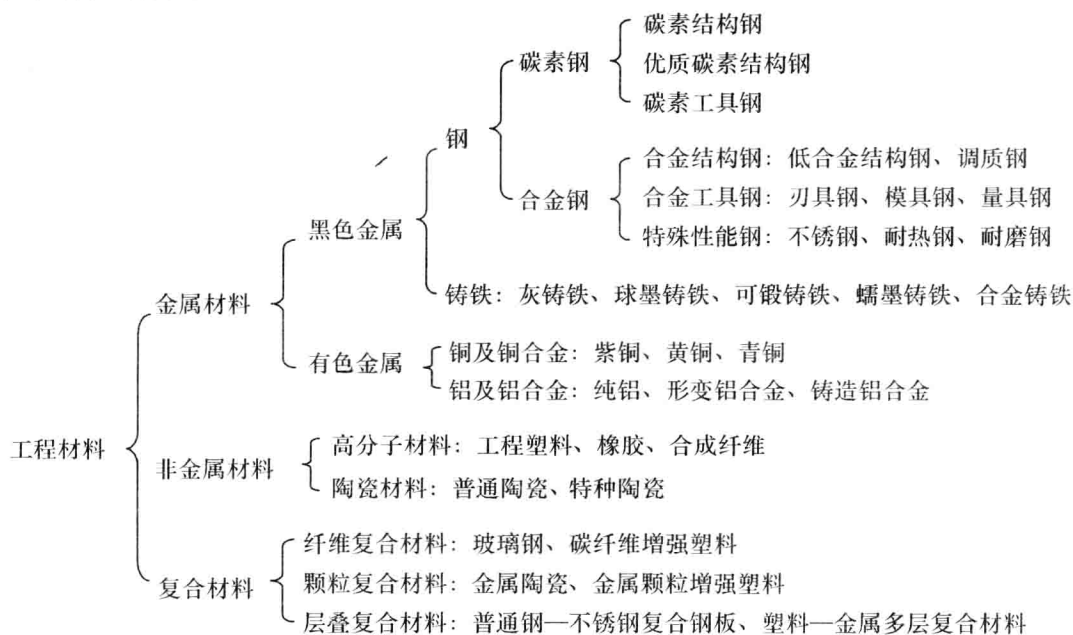


图2-1 工程材料的分类

金属材料(Metallic Materials)是应用最广泛的工程材料,广泛应用于工程结构及制造机械设备、工具和模具等,其中钢铁材料应用更为广泛。

2.1.1 钢铁材料

钢和铸铁是以铁、碳为主要成分的合金,又称铁碳合金。钢是指含碳量小于或等于2.11%的铁碳合金;铸铁是指含碳量大于2.11%的铁碳合金。

1. 钢

钢分为碳素钢(碳钢, Carbon Steel)和合金钢(Alloy Steel)两大类。合金钢是为了提高钢的力学性能、工艺性能或某些特殊性能(耐腐蚀性、耐热性、耐磨性等),在冶炼中有目的地加入一些合金元素(锰、硅、铬、镍、钼、钨、钒、钛等)。工业用碳钢的含碳量一般为0.05%~1.35%。

碳素结构钢有害杂质较多,保证力学性能而不保证化学成分,主要用于制造各种工程构件(桥

梁、船舶、建筑构件等)和要求不高的机械零件(齿轮、轴、螺钉、螺栓等)。这类钢一般属于低碳钢(含碳量小于0.25%)和中碳钢(含碳量为0.25%~0.6%)。常用的牌号有Q215、Q235、Q275等。

优质碳素结构钢既保证化学成分又保证力学性能,有害杂质较少,主要用于制造较重要的机械零件(齿轮、传动轴、连杆、辊子等)。常用的牌号有08、10、20、40、45、55等。

碳素工具钢主要用于制造各种低速切削刀具、模具、量具(丝锥、锉刀、锯条等)。这类钢属于高碳钢(含碳量大于0.6%)。常用的牌号有T8、T10、T10A和T12、T12A等。

合金结构钢主要用于制造承受载荷较大或截面尺寸大的重要工程结构和机械零件(齿轮、曲轴、连杆螺栓、弹簧、轴承等)。常用的牌号有低合金结构钢(Q345、Q390)、调质钢(40Cr、35CrMo)、弹簧钢(65Mn、60Si2Mn)和滚动轴承钢(GCr15、GCr15SiMn)等。

合金工具钢主要用于制造尺寸较大、形状较复杂的各类刀具、模具和量具等。常用的牌号有刃具钢(9SiCr、CrWMn、W18Cr4V)、模具钢(Cr12、Cr12MoV、5CrMnMo)和用于制造量具的CrWMn、GCr15等。

特殊性能钢是指具有特殊的物理、化学或力学性能的钢,用于制造有特殊性能要求的零件。在机械制造行业中应用较多的有不锈钢、耐热钢、耐磨钢等。不锈钢广泛用于化工设备、管道、汽轮机叶片、医用器械等。耐热钢要求在高温下具有一定的抗氧化、抗腐蚀性能,又要求高温下强度高,广泛用于汽轮机、燃气轮机、航空、电炉等制造行业。高锰耐磨钢常用于制造工作中承受冲击和压力并要求耐磨的零件,广泛用于制造车辆的履带、破碎机颚板、铁路道岔、防弹钢板等。常用的牌号有1Cr18Ni9、2Cr13(不锈钢)、15CrMo、4Cr9Si2(耐热钢)、ZGMn13(耐磨钢)。

2. 铸铁

工业上常用的铸铁(Cast Iron)含碳量为2.5%~4.0%。它含有比碳钢更多的硅、锰、硫、磷等杂质,机械性能比钢差,但由于铸铁具有良好的铸造性能、切削加工性能、耐磨性、减震性,且成本低廉,广泛应用于机械制造中。

灰铸铁(Gray Cast Iron)广泛用于制造承受静压力或冲击载荷较小的零件(床身、底座、箱体、手轮等)。常用的牌号有HT100、HT150、HT200、HT300等。

球墨铸铁(Ductile Iron)可代替碳素结构钢用于制造受力复杂、性能要求高的重要零件(曲轴、连杆、齿轮等)。常用的牌号有QT400-18、QT500-7、QT600-3、QT800-2等。

可锻铸铁(Malleable Iron)用于制造形状复杂、承受冲击和振动的薄壁小型零件(管接头、农具、连杆类零件等)。常用的牌号有KTH350-10、KTZ550-04等。

2.1.2 有色金属

通常把铁及其合金(钢、铸铁)称为黑色金属,其他的非铁金属及其合金则称为有色金属。与黑色金属相比,有色金属具有许多优良的特殊性能。工业上最常用的有色金属是铜、铝合金,其已成为现代工业技术中不可缺少的材料。

1. 铜合金

在纯铜(紫铜)中加入某些合金元素(如锌、锡、铝、铍、锰、硅、镍、磷等),就形成了铜合金。铜合金具有较高的强度和耐磨性,较好的导电性、导热性和耐腐蚀性,同时具有良好的加工性能,色泽美观,广泛应用于电气工业、仪表工业、造船工业及机械制造工业部门等。根据化学成分的不同,铜合金分为黄铜(Brass)和青铜(Bronze)等。

黄铜是以锌为主要合金元素的铜合金,具有良好的变形加工性能,耐蚀性能和优良的铸造性能。常用的黄铜牌号有H62、H80。

青铜是以锡为主要合金元素的铜合金,习惯上把含铝、硅、铍、锰、铅等元素的铜基合金都称为青铜,如锡青铜、铝青铜、铍青铜等。青铜主要用于制造耐蚀件、耐磨件、弹簧元件(如飞机、拖拉

机、汽车轴承、齿轮、蜗轮、蜗杆、船舶及电气零件等)。机械制造中的耐磨零件常用锡青铜制造。常用的锡青铜牌号有 ZCuSn5Pb5Zn5 、 ZCuSn10Pb5 。

2. 铝合金

铝(Aluminum)中加入合金元素就形成了铝合金。铝合金具有较高的强度、优良的物理、化学性能和工艺性能,广泛应用于电气工程、航空航天及机械制造工业部门等,在工业生产中的应用仅次于钢铁。根据化学成分及加工方法的不同,铝合金分为形变铝合金和铸造铝合金。

(1) 形变铝合金具有较高的比强度、较好的塑性及耐蚀性,常加工成各种型材、板材、线材、管材及结构件(如铆钉、焊接油箱、管道、容器、发动机叶片、飞机大梁及起落架、内燃机活塞等)。形变铝合金包括防锈铝合金、硬铝合金、超硬铝合金等。

(2) 铸造铝合金。铸造铝合金是用于制造铝合金铸件的材料,按主要合金元素的不同,铸造铝合金分为铝硅合金、铝铜合金、铝镁合金和铝锌合金。铝硅合金是应用最广的铸造铝合金,通常称为硅铝明,抗蚀性和耐热性好,又有足够的强度,适于制造形状复杂的薄壁件或气密性要求较高的零件(内燃机气缸体、化油器等)。

2.1.3 其他工程材料

非金属材料是指除金属材料以外的其他材料,主要包括高分子材料(工程塑料、橡胶、陶瓷)和复合材料。它们具有许多金属材料所不具备的性能,在一定的领域取代金属材料,产生了巨大的经济效益和社会效益。

1. 工程塑料

塑料是以有机合成树脂为主要成分,加入各种添加剂制成的高分子材料。塑料具有密度小、比强度高、耐腐蚀、电绝缘性好、减振、隔音、耐磨、生产率高、成本低等优点,但与金属材料相比,存在强度低、耐热性差、热膨胀大、导热性差、易老化、易燃烧等缺点。

工程塑料(Engineering Plastic)是指用以代替金属材料作为工程结构的塑料。常用的工程塑料有 ABS 塑料、聚酰胺(PA,又名尼龙)和环氧塑料(Epoxy Plastics)等。

(1) ABS 塑料具有综合性能好,易于成形加工,主要用来制造齿轮、汽车挡泥板、电机外壳等。

(2) 聚酰胺是热塑性塑料,具有坚韧、耐磨、耐疲劳、吸振性好等优点,主要用来制造减摩、耐磨件。

(3) 环氧塑料是热固性塑料,具有较高的强度,较好的韧性,优良的电绝缘性,高的化学稳定性和尺寸稳定性,成形工艺性好,主要用来制作塑料模具、电子元件的塑封与固定等。

2. 橡胶

橡胶是以生胶为主要成分,加入适量配合剂制成的高分子材料。橡胶具有优良的伸缩性、储能能力和耐磨、隔音、绝缘、不透气的特性,被广泛用于制造弹性件、密封件、减振防振件、传动件、轮胎及绝缘件等。橡胶分天然和合成两种,均是高度聚合的有机材料。

天然橡胶主要用来制造轮胎,也可以制作胶带、胶管及其他橡胶制品(刹车皮碗,不要求耐油与耐热的垫圈、衬垫及胶鞋等)。合成橡胶(Synthetic Rubber)是在橡胶中加入一些添加剂(如硫化剂、促进剂、软化剂、防老化剂和填充剂等),经过硫化处理后所得到的产品。工业上使用的橡胶大多为合成橡胶。

3. 陶瓷

陶瓷(Ceramic)是一种无机非金属材料,具有质硬、耐压、耐高温、抗氧化、耐磨损、耐腐蚀及高的热硬性和绝缘性等优点,但塑性变形能力差,脆性大、抗激冷、激热性能差。陶瓷分为普通陶瓷和特种陶瓷两大类。

普通陶瓷是以黏土、长石和石英等天然原料,经粉碎、成形和烧结而成,主要用于日用、建筑和