



普通高等教育“十五”国家级规划教材
(高职高专教育)

非机械类专业适用

机械制造基础实习

周大恂 李 平 主编



高等教育出版社

普通高等教育“十五”国家级规划教材

(高职高专教育)

机械制造基础实习

(非机械类专业适用)

周大恂 李 平 主编

高等教育出版社

内容提要

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材,是根据高职高专非机类专业学生金工实习的教学要求,结合作者多年从事金工实习教学经验编写而成的。主要内容包括机械制造过程概述,机械工程材料基本知识,铸造,锻压,焊接与胶接,工程塑料及橡胶的成形加工,机械切削加工,钳工,管工,现代机械制造技术与特种加工共十章及附录。每章都有详细的实习、实训指导。本书力求内容精炼,重点突出。此外,为适应现代制造技术的发展,本书增加了数控加工、特种加工的实习内容以及以注塑加工为主的非金属材料成形的实习。

本书可作为高职、高专及成人院校非机械类专业教学用书。也可供有关的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造基础实习/周大恂,李平主编. —北京:高等教育出版社,2003.7

ISBN 7-04-012549-8

I. 机... II. ①周...②李... III. 机械制造工艺—实习—高等学校—教材 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 045273 号

策划编辑	赵 亮	责任编辑	李京平	封面设计	于 涛
责任绘图	朱 静	版式设计	马静如	责任校对	胡晓琪
责任印制	杨 明				

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-82028899

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 北京未来科学技术研究所
有限责任公司印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 13
字 数 310 000

版 次 2003 年 7 月第 1 版
印 次 2003 年 7 月第 1 次印刷
定 价 24.70 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

出版说明

为加强高职高专教育的教材建设工作,2000年教育部高等教育司颁发了《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》(教高司[2000]19号),提出了“力争经过5年的努力,编写、出版500本左右高职高专教育规划教材”的目标,并将高职高专教育规划教材的建设工作分为两步实施:先用2至3年时间,在继承原有教材建设成果的基础上,充分汲取近年来高职高专院校在探索培养高等技术应用性专门人才和教材建设方面取得的成功经验,解决好高职高专教育教材的有无问题;然后,再用2至3年的时间,在实施《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,推出一批特色鲜明的高质量的高职高专教育教材。根据这一精神,有关院校和出版社从2000年秋季开始,积极组织编写和出版了一批“教育部高职高专规划教材”。这些高职高专规划教材是依据1999年教育部组织制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》(草案)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(草案)编写的,随着这些教材的陆续出版,基本上解决了高职高专教材的有无问题,完成了教育部高职高专规划教材建设工作的第一步。

2002年教育部确定了普通高等教育“十五”国家级教材规划选题,将高职高专教育规划教材纳入其中。“十五”国家级规划教材的建设将以“实施精品战略,抓好重点规划”为指导方针,重点抓好公共基础课、专业基础课和专业主干课教材的建设,特别要注意选择一部分原来基础较好的优秀教材进行修订使其逐步形成精品教材;同时还要扩大教材品种,实现教材系列配套,并处理好教材的统一性与多样化、基本教材与辅助教材、文字教材与软件教材的关系,在此基础上形成特色鲜明、一纲多本、优化配套的高职高专教育教材体系。

普通高等教育“十五”国家级规划教材(高职高专教育)适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

教育部高等教育司

2002年11月30日

前言

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材,是根据高职高专非机类专业金工实习课程教学基本要求,并结合近几年高职高专教育教学改革的经验及我国经济建设和科学技术发展的实际需要而编写的。

一、编写本教材的目的

1. 人们在生产、生活、工作中经常遇到一些机械制造产品、设备的使用和维护、运行及管理,甚至简单的保养和修理问题。随着科技进步和经济的发展,社会需要复合型人才,很多高职高专非机类专业(例如自动化、应用电子、建筑材料、建筑工程、水电工程、石油化工、交通运输、农林加工、企业管理、经济贸易等),也需要了解和初步熟悉机械制造的基本知识。

2. 通过教师讲授、学生自学和实习实训,理论联系实际,强化实践教学,使学生了解和熟悉有关毛坯成形和零件加工的感性知识,为今后的学习和工作打下良好的实践基础。

二、本教材的特点

1. 以拓宽知识面,培养复合型人才为目标,出于对非机类专业学生不从事机械制造的考虑,精简了以前教材中过多的原理论述,着重阐明基本原理和基本概念,增加实用性知识,将理论课内容与实习实训整合融为一册。

2. 重视学生知识、能力培养的综合性和应用性,专业覆盖面大,可供不同专业选讲和实习,更具有针对性和灵活性。并编写了管工的基本知识和实训。

3. 在内容取舍上,对以前传统的内容进行筛选,保留了常用而有效的工艺方法,增加了工程塑料成型加工、数控机床等新材料、新技术、新工艺的介绍,以开拓学生视野,启发创新意识。

4. 为培养学生综合素质,简单介绍了技术经济分析概念,以及环境保护和可持续发展的有关知识。

5. 材料牌号、名词术语均采用最新的国家标准。

6. 内容由浅入深,语言通俗易懂,每章后有适量的复习思考题,便于学生自学和复习。

本教材共 10 章,内容包括机械制造概述、机械工程材料、铸造、锻压、焊接与胶接、工程塑料及橡胶成形加工、机械切削加工、钳工、管工以及现代机械制造技术与特种加工。为适应我国加入 WTO 的需要,教材附录列有实习中常用中英文名词术语。

三、实习要求和规则

1. 实习基本要求

- ① 了解毛坯制造和零件加工的主要方法、工艺过程、工艺特点及应用。
- ② 了解主要设备的结构,刀具、量具和辅助工具的选用。
- ③ 独立操作主要工种,通过实训制作简单的零件。
- ④ 用技术经济分析的观点,了解机械制造中主要生产过程的规律。

2. 实习规则

① 实习时按规定穿戴好劳动防护用品,不穿拖鞋、高跟鞋,不带与实习教学无关的书报杂志、随身听、复读机、收音机等进车间。

② 遵守实习纪律,不迟到、不早退,有事有病请假。认真实习,不怕脏、不怕累。

③ 尊重教师和指导师傅,注意搞好师生关系。实习时专心听讲,仔细观察,做好笔记。

④ 爱护公共财产,注意节约用水、电、油和原材料,降低消耗。

⑤ 严格遵守各实习工种的安全技术,不准在实习时打闹,杜绝事故发生,做到文明实习,并搞好车间的清洁卫生。

参加本教材编写的有周大恂教授(前言、绪论、第三章,附录)、李平副教授(第二章、第五章)、常家东副教授(第一章、第八章)、窦凯副教授(第六章、第十章)、李长胜副教授(第七章)、赵长海副教授(第九章)、王明旭高级工程师(第四章)。本教材由周大恂、李平担任主编并负责统稿,本书由司乃钧教授审阅。本教材编写得到有关学校教师的大力支持,编者在此一并感谢。

由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2003年1月

目 录

绪论	1	复习思考题	85
第一章 机械制造过程概述	3	第六章 工程塑料及橡胶的成形加工	86
§ 1-1 基本概念	3	§ 6-1 注射成形加工	86
§ 1-2 技术经济分析概念和优化管理	4	§ 6-2 其他成形加工	92
§ 1-3 机械制造业的安全和环境保护	6	§ 6-3 橡胶制品的成形加工及设备	97
复习思考题	7	复习思考题	98
第二章 机械工程材料基本知识	8	第七章 机械切削加工	99
§ 2-1 机械工程材料的主要性能	8	§ 7-1 切削运动和零件的加工质量	99
§ 2-2 金属材料	10	§ 7-2 车削加工	106
§ 2-3 钢的热处理	18	§ 7-3 铣削、刨削、磨削加工	119
§ 2-4 非金属材料与复合材料	20	§ 7-4 常见表面的加工方法和典型零件 的工艺过程	128
§ 2-5 机械零件失效分析及选材	22	§ 7-5 机械加工零件的结构工艺性	134
复习思考题	24	复习思考题	136
第三章 铸造	25	第八章 钳工	137
§ 3-1 砂型铸造	25	§ 8-1 划线、锯削、锉削	137
§ 3-2 分模造型工艺	33	§ 8-2 钻孔、攻螺纹、套螺纹	148
§ 3-3 机器造型及特种铸造	37	§ 8-3 简单机械产品的拆装	154
§ 3-4 铸件成本分析	43	复习思考题	159
复习思考题	45	第九章 管工	160
第四章 锻压	46	§ 9-1 管工的基本知识	160
§ 4-1 自由锻	46	§ 9-2 管工操作	166
§ 4-2 模锻及特种锻造简介	55	复习思考题	172
§ 4-3 板料冲压	57	第十章 现代机械制造技术与特种 加工	174
复习思考题	64	§ 10-1 数控加工	174
第五章 焊接与胶接	65	§ 10-2 现代机械制造技术简介	184
§ 5-1 焊接基本知识	65	§ 10-3 特种加工	187
§ 5-2 焊条电弧焊	66	复习思考题	192
§ 5-3 气焊与气割简介	73	机械制造常用中英文对照	193
§ 5-4 电阻焊和钎焊简介	78	主要参考书目	197
§ 5-5 焊接新技术简介	79		
§ 5-6 胶接	81		

绪 论

一、机械制造业在经济建设和发展中的作用

人们在生产和生活中离不开机械产品。从出行用的自行车、汽车、轮船、火车、飞机,到高、精、尖的仪器设备,都与机械制造业有关。虽然机械产品种类繁多,但其制造过程都有一个共同规律:从原材料选择到毛坯制造,然后经过机械加工和热处理,最后装配成符合设计要求的产品。因此,机械制造过程包括材料、铸造、锻压、焊接、热处理、切削加工及装配等多方面的加工内容。

机械制造业在国民经济建设和发展中发挥着重要作用,各个领域都离不开制造业,如用于生产各种产品的机械(轧钢机、纺织机等)、能量转换机械(发电机、电动机等)、生活中应用的机械(洗衣机、钟表等)、服务性的机械(汽车、复印机等)、武器(坦克、导弹)等。

回顾机械制造业的发展历程,中华民族的祖先为人类文明做出了巨大的贡献。远在 3000 多年前的商代,就有成熟的冶铸青铜技术,制造了重达 875 kg、造型精美的青铜祭器司母戊鼎。春秋时期,我国开始大量使用铁器。明朝科学家宋应星所著《天工开物》一书,记载有冶铁、铸造、锻造、淬火等各种金属加工方法,是世界上有关金属加工最早的科学著作之一。这些都充分反映出我们先辈的聪明才智和高超技术。

近几十年来,我国机械制造业为其他行业(例如冶金矿山、石油化工、交通运输、电工电子、航空航天、建筑工程、能源环保、国防军事以及农业、商业等)和科研提供了大量先进、适用的技术装备,因而成为国民经济建设和发展的重要支柱。从我国神舟号航天飞船升空并成功返回,到 30 万吨大型油轮的下水出海,以及目前世界上惟一采用全焊接技术的全钢拱桥上海卢浦大桥在 2002 年 11 月顺利合龙,无不浸透着千百万科技工作者和技术工人的心血和勤奋。进入 21 世纪,作为一项可持续发展的抉择,我国西起新疆、东至上海,跨越 10 个省市,全长 4 000 km 的天然气“西气东输”工程,2002 年 7 月全线开工,预计 2005 年竣工,总投资 1 430 亿元。它的建设促进了产业和能源结构的调整,有利于经济发展。其规模不亚于长江三峡工程,举世瞩目。它的管道建设投资 463 亿元,使用钢材 174 万吨,选用优质低合金钢焊接成管径 1 016 mm、抗压 10 MPa(兆帕)的输气管道。这必须要有金属材料和焊接技术的可靠保证。也让人们看到了新材料、新技术、新工艺在生产和建设中的广泛应用,看到了机械制造业对社会进步做出的成绩。

当今世界,科学技术发展迅猛,很多机械产品(例如我国研制的 6 000 m 水下机器人)涉及许多方面新的知识领域。现在,机械制造业已大量采用计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)。同时,作为现代机械制造基础的数控加工技术也得到广泛应用。今后,随着社会的发展,机械制造业会把先进技术与经济效益、社会效益更加紧密结合,遵循环保和可持续发展原则,依靠科技进步、人的创新能力、良好的经营管理,为我国全面建设小康社会和国民经济的发展做出贡献。

二、本课程的任务和学习方法

高职高专非机类机械制造基础实习是众多非机类专业学生应学习的一门综合性技术基础课。

1. 本课程的任务

通过理论教学与实习实训,使学生达到以下基本要求:

(1) 了解从材料选择到制成机械产品过程的生产及管理的一般规律,并培养可持续发展和环保意识;

(2) 正确掌握金属和工程塑料的主要加工方法,了解毛坯和零件的加工工艺过程,在实训中培养初步的操作技能;

(3) 帮助学生学习和巩固在实习中(包括参观企业生产现场、指导教师演示、实物展示讲解、师生课题讨论、各工种操作实训等)所接触到的感性知识,提高学生的素质。

2. 本课程的学习方法

本课程涉及的知识面较广,实践动手能力的培养十分突出。要求学生根据教学内容,理论联系实际,认真对待本校安排的实习实训(建议安排2~3周),培养初步的操作技能,并注意观察周围的各种机器设备,结合自学和适量的课堂讨论,巩固所学知识。

本课程除重视操作实训外,还应注意配以电化教学等现代教学手段。

第一章 机械制造过程概述

§ 1-1 基 本 概 念

一、机械制造工艺过程与工艺规程

企业为满足市场的需求,开发一种新的机械产品,必须经过市场调研、产品设计、生产制造、销售服务及访问用户等一系列过程。这个过程形成了企业的生产经营系统。在该系统中,由原材料到成品之间各个相互关联的劳动过程总和,称为生产过程。机械产品的生产过程包括:原材料及半成品的运输保管→生产准备→毛坯制造→零件的机械(切削)加工和热处理→机械产品的装配→产品校验、试车、油漆和包装等。

机械工程材料的成形加工包括铸造、锻压、焊接与胶接、粉末冶金、烧结成形、切削加工等几类加工工艺方法。

在机械产品生产中,利用设备、工具及一定方法,按照一定的顺序,使毛坯或原材料改变形状、尺寸、相对位置和表面质量,使之成为符合技术要求的零件并装配产品,这个过程称为机械制造工艺过程,如图 1-1 所示。由此可见,工艺过程是生产过程的主要组成部分。

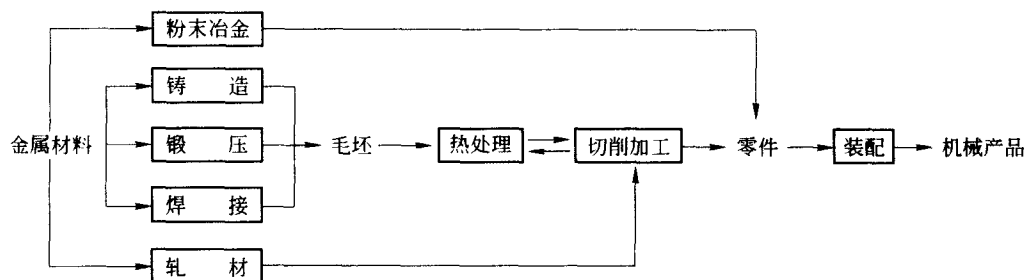


图 1-1 机械制造工艺过程

机械制造工艺过程由工序、安装、工步、工位及走刀组成,工序是工艺过程的基本组成部分,也是安排生产计划的基本单元。工序是指一个(或一组)工人在一个工作地(或一台机床)上,对同一个(或同时对几个)工件连续完成加工的那一部分工艺过程。

对于同一个零件或产品,其制造工艺过程可能是多种多样的,但在一定的生产条件下,可制定一个最为经济合理的工艺过程。把这一合理的工艺过程写成技术文件用来指导生产,这种技术文件称为工艺规程。大多数的零件不能只用一台设备完成机械(切削)加工,而必须用多台设

备,在多个工作地点才能完成加工。例如,汽车的曲轴仅完成金属切削加工通常就需要 20 多台不同设备,这就要求技术人员不仅要正确选择零件表面的加工方法,而且还要科学地安排各种加工的先后次序,制定经济合理的工艺规程,以便高效地加工出合格零件。

二、生产纲领与生产类型

1. 生产纲领

在每昼夜开一定工作班数的情况下,每年生产规定产品的数量,称为该产品的生产纲领,也可称为该产品的年产量。在制定零件的工艺规程时,必须知道产品的生产纲领及该零件的生产纲领。

2. 生产类型

根据生产纲领大小的不同,可以分为三种不同的生产类型:

(1) 单件生产

生产的产品极少重复生产,甚至完全不重复生产,因而工作地的加工对象经常变换,这种生产类型称为单件生产。例如重型机械生产车间、工具车间、机修车间等的生产。

(2) 成批生产

成批地制造产品,通常是周期性地重复生产某种产品,因而工作地的加工对象也是周期性的轮换,这种生产类型属于成批生产。例如机床制造厂、机车车辆厂等的生产即属此类。按批量的大小,成批生产又有小批生产、中批生产和大批生产之分,其中小批生产接近单件生产,大批生产则接近大量生产。

(3) 大量生产

同一产品的生产数量很大,大多数工作地经常是重复地进行一种零件的某一工序的加工,这种生产类型称为大量生产。例如汽车、拖拉机、自行车、洗衣机、电冰箱等的生产。在大量生产中,每经过一定时间即生产出一个零件,这段时间称为节拍,大量生产是严格按一定的节拍进行的。

§ 1-2 技术经济分析概念和优化管理

一、技术经济分析的概念

人类进入 21 世纪,更加强调经济发展和技术进步。在生产中,人们总是希望以较低的成本生产更多更好的产品,满足社会需求。技术经济分析就是从经济的角度来研究技术问题,对生产中实施的各种技术方案的经济效果进行分析、比较,以达到技术先进与经济合理的最佳结合,取得好的经济效益和优化的资源配置。在机械制造业,也有同样的问题需要考虑和解决。

技术经济分析的主要参数是成本。零件的实际生产成本是制造它所开支的总费用。工艺成本是指与工艺过程有关的那一部分费用,占零件生产成本的 70%~75%。因此,对机械制造工艺过程而言,技术经济分析只对工艺成本进行分析、比较。技术经济分析涉及的因素较多,具有明显的综合性。例如毛坯的生产批量影响成形工艺(见表 1-1),同时也影响成本(见表 1-2)。

表 1-1 不同生产类型适宜的成形工艺方法

单件小批生产	成 批 生 产	大量(连续)生产
(1) 型材锯割、热切割下料 (2) 木模手工砂型铸造 (3) 自由锻 (4) 弧焊(手工、通用焊机) (5) 冷作(旋压等)	(1) 型材下料(锯、剪) (2) 砂型机械造型 (3) 模锻 (4) 冲压 (5) 弧焊(专机)、钎焊 (6) 压制(粉末冶金)	(1) 型材剪切 (2) 机器造型生产线 (3) 压铸 (4) 热模锻生产线 (5) 多工位冲压、冲压生产线 (6) 压焊、弧焊自动线

表 1-2 不同生产类型对企业管理和生产成本的影响

生产类型 内 容	大批量生产	成批生产	单件小批生产
产品品种	单一或少数几种	较多	很多
每种产品的产量	很大	较大	很少或单个
工作地担负的工序数目	很少,一般为 1 至 2 道工序	较多	很多,常达到 20 个以上
生产设备	采用高效率的专用设备	既有专用设备又有通用设备	大多采用通用设备
设备布置	按产品工艺加工的顺序排成流水线或自动线	处于大量和单件生产之间,兼而有之	相同设备集中排列在一起
设备利用率	高	中等	低
品种变化能力	差	较好	好
产品设计	对机械行业要求按标准化设计,“三化”程度高	对“三化”有一定要求,但较低	单独设计,“三化”程度低
对劳动定额的要求	要求精细	有粗有细	比较粗略
对工人技术水平的要求	技术专一	处于大量和单件生产之间	多技能
计划管理工作	单一	比较复杂	复杂
劳动生产率	高	中	低
生产成本	低	中	高

注:“三化”是指产品的标准化、系列化和通用化。

例如生产小套筒零件,可用铸造、锻造、型材切削加工或粉末冶金方法来制造,这就要根据零件的结构、性能、生产批量和企业生产条件来制定成形工艺方案。但是,不同的成形工艺方案取得的经济效果是不同的,它应是已有生产条件下最优技术方案和经济效果的结合。

二、现代机械制造业生产及管理的进展

机械产品的生产过程一般都比较复杂,为了便于组织生产和提高劳动生产率,取得较好的经

济效益,现代机械制造业的发展趋势是组织专业化生产,例如采用大量生产方式的汽车厂、拖拉机厂,大多在本厂制造主机、底盘、车架等,用其他工厂生产的玻璃、轮胎、轴承、电器、仪表、灯等零部件进行装配来完成整车的制造。

现在有企业改革了传统的大量生产方式,实施“精益生产”这样一种新的生产方式,其基本原理是:调动人的主观能动性,简化一切不必要的工作内容。它以“并行工程”为基础,依靠“即时制”、“成组技术”和“全面质量控制”三个支柱进行运作。将采用大量生产方式的某汽车公司与实施精益生产的丰田汽车公司比较,前者每辆汽车总装工时为 40 h,后者为 18 h,前者平均零件库存时间为 2 周,后者仅为几个小时。显然,“精益生产”既有新的制造技术,又有新的管理方式。同时,也反映出以市场为核心的设计、开发、制造、经营这样一种全局系统的创新理念。

为使工厂具有较强的适应性和竞争力,很多企业逐步用系统的观点处理生产过程各个环节及其之间的关系。他们用系统工程学的原理和方法组织、指导生产,使企业的生产和管理科学化,使企业更好地适应市场变化,开发和生产新产品,使产品质量更好,成本更低。

近些年来,世界上出现了一个新的科学门类——“工业工程学”,它是关于各类社会化组织有效运作的科学,是一门以系统效率和效益为目标的工程技术,它对包括制造业在内的企业的实际工程与管理问题进行分析、优化与管理,在美国、西欧等工业发达国家广为应用,在我国还是一个新生事物,目前正在被一些企业探索试用。

§ 1-3 机械制造业的安全和环境保护

一、安全生产

机械制造企业依靠安全技术和安全规程来保证安全生产。管理者和工人在机械制造生产过程中接触到许多以电为能源的机械设备,并经常受到诸如铸造、锻造、热处理等各种加热炉的高温以及热处理和表面处理各种化学溶液的腐蚀性或有毒化学介质的影响。所以,安全生产的重点是针对触电、灼伤、机械损伤、高温灼伤、化学灼伤的防护,企业职工必须掌握和运用安全技术,严格执行安全规程,确保生产正常进行。

企业管理者应该把安全生产作为管理的第一要务,因为安全生产是企业取得经济效益的保障。这不仅是“以人为本”的企业理念的一种体现,同时也是应尽的社会责任。现在已有人在积极研究工业工程中的工效学,它的应用可以全面改善人们的工作环境,加强劳动保护和安全,可使生产过程中的工伤减少到最低限度,同时提高企业的生产和经济效益。

二、环境保护和可持续发展

随着全球经济的快速发展,人类的生存环境也受到严峻的挑战。100 多个国家参加的联合国全球环境与发展大会,共同签署了地球宣言,一致提出要遵循持续发展的模式。“清洁生产”、“绿色生产”就是这样应运而生的先进科学技术,其目标是从产品设计,原材料开采与选用,到产品的制造和使用,甚至废气废品的处置,都不致损害环境,都应符合持续发展的原则。

在 2002 年 9 月可持续发展世界首脑会议上,我国全面阐述可持续发展的主张,对解决全球

问题产生了重要影响。在我们的生产和工作中,要注意可持续发展和环境保护,有责任使包括机械制造业在内的各行各业的生产减少和避免环境污染,把经济建设和发展建立在生态可持续能力和人与自然协调的基础上。我们应在生产和消费中遵循“六 R 原则”:

- ① Reduce——降低生产和消费的能源资源消耗;
- ② Reuse——对能源和原材料实行重复使用;
- ③ Recycle——循环利用资源和能源;
- ④ Renewable——开发和利用可再生资源能源;
- ⑤ Replace——采用符合发展的替代技术和替代产品;
- ⑥ Recovery——加强对遭受破坏的生态环境的恢复和重建。

人们在选择材料时,应注意其环保性,要以无毒无害的材料代替有害材料和产品,尽可能对材料采取循环利用和重复利用。

生产中,必须重视金属成形加工的环保性。在选择毛坯制造方法和零件加工成形工艺时,除考虑经济指标外,还须考虑环保指标,要求选择的加工工艺方案对工人的健康没有危害,对环境没有污染,并且尽可能采用先进的技术和先进的制造设备。

目前,热加工成形方法普遍存在着粉尘和废气的污染,应考虑选择污染小的工艺配方或工艺材料,安装废气处理或粉尘收集设备。毛坯应尽量提高制造精度,减小切削加工量,从而减少动力消耗,间接对环境保护作出贡献。

金属切削加工时也会对周围环境产生污染,为了保护生产环境,必须治理机床的跑气、漏水、漏油等问题,提高润滑密封的效果。另外还应尽量不采用产生噪音的工艺制造方法,提高机床设备传动系统传动件的制造精度和装配精度,以及对设备采取降噪技术和隔音措施,降低噪声污染。

各种毛坯制造和金属加工成形过程中产生的废弃物,必须经过处理后才能排放,有条件的企业应尽可能对废弃物进行综合利用,减少废弃物对环境的污染。

复习思考题

- 1. 简述自行车轴的制造工艺过程。
- 2. 试分析小套筒零件用铸造成形工艺制造,在单件生产和大量生产时的成本。
- 3. 机械制造中,有哪几种不同的生产类型?
- 4. 人们在生产和工作中,应该如何注意保护环境?

第二章 机械工程材料基本知识

工程材料根据其组成特点,可分为金属材料、非金属材料 and 复合材料;根据材料的使用性能,可分为结构材料 and 功能材料;根据材料的用途可分为机械工程材料、信息工程材料、能源材料、生物材料、建筑材料等。

近年来,人们不断发现和研制出新的材料。例如纳米材料,由于其为纳米级($1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$)的超细组织结构,而具有特殊的力学性能或物理性能,受到人们极大的关注,现已逐渐成为被采用的结构材料 and 功能材料。

§ 2-1 机械工程材料的主要性能

机械工程材料因成分 and 处理方法不同其性能也不同,工程技术和管理人员在选材及经营中必须了解其主要性能。机械工程材料的性能一般分为使用性能 and 工艺性能两类。使用性能是指材料在使用过程中所表现出的性能,如物理性能、化学性能 and 力学性能等。工艺性能是指材料在加工过程中所表现出的性能,如铸造性能、锻压性能、焊接性能、机械加工性能等。

一、机械工程材料的力学性能

材料的力学性能是指材料在外力(载荷)作用下所表现出来的抵抗能力。根据材料所受载荷性质不同,材料的力学性能可分为静载条件下的力学性能,如强度、塑性和硬度等;交变载荷条件下的力学性能,如疲劳强度等;动载条件下的力学性能,如冲击韧度等。

1. 强度和塑性

材料的强度和塑性是通过静拉伸试验得到的。材料的强度均以应力来表示,材料受载荷作用时,在其内部产生的与外力相等的抗力称为内力,单位横截面积上的内力称为应力,用符号 σ 表示。

强度指标主要有屈服强度和拉伸强度。

屈服强度是指试样在试验过程中外力不增加,仍能继续进行塑性变形时的应力,其值的大小用屈服点的应力 σ_s (单位为 MPa) 来表示:

$$\sigma_s = \frac{F_s}{S_0}$$

式中 F_s ——试样产生屈服时的载荷, N;

S_0 ——标准试样原始截面积, mm^2 。

抗拉强度是指试样在拉断前所能承受的最大拉应力,其值的大小用材料所能承受的最大应力 σ_b (单位为 MPa) 来表示:

$$\sigma_b = \frac{F_b}{S_0}$$

式中 F_b ——标准试样在拉断前所承受的最大载荷, N;

S_0 ——标准试样的原始截面积, mm^2 。

强度判据是设计机械零件和检验材料质量的基本依据, 材料在使用中, 强度应大于使用抗力, 才不致使零件或构件发生塑性变形和断裂。

塑性是指材料在外力作用下, 产生永久变形(即塑性变形)而不至引起断裂的能力, 静拉伸试验测得的塑性, 用断后伸长率和断面收缩率来表示。

断后伸长率 δ 是试样被拉断后, 标尺长度的伸长量与原始标距长度的百分比:

$$\delta = \frac{L_k - L_0}{L_0} \times 100\%$$

式中 L_0 ——试样原始的标距长度, mm;

L_k ——试样拉断后的标距长度, mm。

δ 越大, 材料的塑性越好; 反之, 材料的脆性大。塑性对于选择材料和加工工艺具有指导意义, 对于冷变形加工的零件和安全性高的构件, 往往选择塑性好的材料。

2. 硬度

硬度是指材料抵抗局部变形, 尤其是塑性变形、压痕或划痕的能力, 是衡量材料软硬的判据。硬度能够反映金属材料在化学成分、组织和热处理状态上的差异, 是检验产品质量、研制新材料和确定合理的加工工艺所不可缺少的检测性能之一, 同时硬度试验还是力学性能试验中最简便的。硬度的试验方法很多, 最常用的有布氏硬度、洛氏硬度等。

布氏硬度用符号 HB 表示(淬火钢球测定时用 HBS 表示, 硬质合金球测定时用 HBW 表示)。目前, 布氏硬度试验法主要用于铸铁、非铁金属以及经退火、正火和调质处理的钢材的硬度测定。

洛氏硬度是在洛氏硬度机上进行测定的, 洛氏硬度用 HR 表示, 常用的标尺有 HRA、HRB、HRC。HRA 用于硬度合金、表面淬火层、渗碳层的硬度测定; HRB 用于非铁合金及退火、正火钢的硬度测定; HRC 用于淬火、调质钢的硬度测定。

3. 冲击韧度

机械零件在工作过程中, 不仅受静载和交变载荷的作用, 有时还受冲击载荷的作用, 如内燃机的连杆和活塞销、破碎机的锤头等。因此, 在零件的设计中不仅要考虑材料的强度, 还要考虑材料的冲击功或冲击韧度。

冲击韧度是指材料在外力作用下抵抗冲击的能力, 工程上常用一次摆锤冲击试验来测量金属材料的冲击吸收功, 由国家标准 GB/T 229—1994“金属夏比(U 型或 V 型缺口)冲击试验方法”进行试验, 冲击韧度 a_K (单位为 J/cm^2) 常用单位截面的冲击功表示:

$$a_K = \frac{A_K}{S}$$

式中 A_K ——冲击功, J;

S ——试样的截面积, cm^2 。

二、机械工程材料的物理、化学性能

1. 物理性能

材料的物理性能主要包括密度、熔点、热胀性、热导性和电导性。机械零件的用途不同,对金属材料物理性能的要求不同,因此在设计零件过程中必须考虑所选材料的物理性质。

材料的密度是指单位体积材料的质量。金属材料按照密度大小可分为轻金属(密度小于 4.5g/cm^3)和重金属(密度大于 4.5g/cm^3)。非金属材料往往具有较低的密度,如陶瓷的相对密度为 $2.2\sim 2.5$;塑料的相对密度则更小。为减轻汽车的自重,往往用密度小的铝合金缸体代替密度较大的铸铁缸体。

熔点是指材料的熔化温度。按熔点的高低,金属材料可分为易熔金属(熔点 $<1\,700\text{ }^\circ\text{C}$)和难熔金属(熔点 $>1\,700\text{ }^\circ\text{C}$)。金属的熔点是制订铸造熔炼工艺的主要依据。

电导性一般用材料的电阻率和电导率来衡量,电阻率是材料对电流阻力的度量。电导率是电阻率的倒数。铜、铝具有较高的电导率,常用于制造电器零件、导线和电缆等;塑料、陶瓷具有高的电阻率,常用于制造绝缘材料。

热学性能主要有热导性和热膨胀系数,热导性是指材料传导热量的能力,热导性好的材料(如铜、铝)常用于制造散热器的零件和构件,热导性差的材料(如石棉瓦、玻璃棉等)一般用于保温;热膨胀系数是衡量材料随温度变化其体积或长度变化大小的物理量。设计精密机械零件(如精密轴承)时应考虑热膨胀系数。

2. 化学性能

化学性能是指材料在室温或高温时抵抗各种化学作用的能力,主要是指抵抗活泼介质的化学侵蚀和电化学侵蚀的能力,如耐腐蚀性、抗氧化性等。不锈钢、钛合金具有优良的耐腐蚀性,常用于制作化工机械零件和容器;陶瓷材料具有高的抗氧化性,常用于制作高温器件,如发动机火花塞等。

三、材料的工艺性能

在选择材料时不仅要考虑材料的使用性能,还必须了解材料的工艺性能。材料的工艺性能是制订零件加工工艺的主要依据,也决定了零件的制造成本和质量。材料的工艺性能是指材料适合某种加工的能力,按工艺方法不同可分为铸造性能、焊接性能、锻压性能、热处理性能和切削加工性能。

§ 2-2 金属材料

在现代机械工程中,使用最广泛的机械工程材料是金属材料。金属材料包括纯金属和合金两大类。由于纯金属的强度较低、成本高,因此机械工程中使用的金属材料多数是合金。合金是由两种或两种以上的金属元素,或金属和非金属元素组成的具有金属性质的物质,如碳钢是由铁和碳组成的合金,黄铜是由铜和锌及其他元素组成的合金等。根据材料的成分还可分为钢铁材料和非铁金属材料两大类。

一、工业用钢

以铁为主要元素,碳含量一般在 2% 以下,并含有其他合金元素的金属材料称为钢。其中非