



普通高等教育机电类规划教材

METALWORKING PRACTICE

金工实习

(上册)

第2版

柳秉毅 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书为普通高等教育机电类规划教材,是根据教育部颁布的高等工科院校“金工实习教学基本要求”的精神,并结合培养应用型工程技术人才的实践教学特点编写的。

本书分为上、下两册。上册共六章,主要介绍金工实习基础知识以及铸造、锻压、焊接、塑料成型加工、热处理和表面处理等实习内容;下册共九章,主要介绍切削加工基础知识以及车工、铣工、刨工、磨工、钳工、数控加工、特种加工、零件制造工艺综合分析等实习内容;同时,还包括有关的技术经济分析和一部分适合于在实习中开设的金工实验的内容。每章均附有相关工种的实习安全技术和复习思考题。

本书突出实用,注重对学生工程素质的培养,适当加大了新技术、新工艺和新材料内容在金工实习中的比重。

本书可作为高等工科院校机械类和非机械类本科生的金工实习教材,也可供高职高专、成人教育学院和职大、电大、函大等的同类专业选用。

图书在版编目(CIP)数据

金工实习.上册/柳秉毅主编. —2版. —北京:机械工业出版社,2009.4
普通高等教育机电类规划教材
ISBN 978-7-111-26449-1

I. 金… II. 柳… III. 金属加工-实习-高等学校-教材 IV. TG-45

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第029933号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:刘小慧 责任编辑:刘小慧 王 杉

版式设计:霍永明 责任校对:张 媛

封面设计:王伟光 责任印制:邓 博

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2009年4月第2版第1次印刷

184mm×260mm·9.5印张·231千字

标准书号:ISBN 978-7-111-26449-1

定价:16.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379711

封面无防伪标均为盗版

普通高等教育机电类规划教材编审委员会

主 任：邱坤荣

副主任：黄鹤汀 左健民

高文龙 章 跃

王晓天 周建方

沈世德

秘 书：周骥平

委 员：(排名不分先后)

周骥平 徐文宽

唐国兴 邓海平

戴国洪 李纪明

蒋同洋 鲁屏宇

葛士恩 赵连生

芮延年 王 萍

乔 斌 李建启

葛友华

第 2 版序

20 世纪末、21 世纪初,在社会主义经济建设、社会进步和科技飞速发展的推动下,在经济全球化、科技创新国际化、人才争夺白炽化的挑战下,我国高等教育迅猛发展,胜利跨入了高等教育大众化阶段,使高等教育理念、定位、目标和思路等发生了革命性变化,正在逐步形成以科学发展观和终身教育思想为指导的新的高等教育体系和人才培养工作体系。在这个过程中,一大批应用型本科院校和高等职业技术学院异军突起,超常发展,1999 年已见端倪。当时我们敏锐地感到,这批应用型本科院校的崛起,必须有相应的应用型本科教材来满足她的教学需求,否则就有可能使她回到老本科院校所走过的学术型办学路子。2000 年下半年,我们就和机械工业出版社、扬州大学工学院、南京工程学院、河海大学常州校区、淮海工学院、南通工学院、盐城工学院、淮阴工学院、常州工学院、江南大学等 12 所高校在南京工程学院开会,讨论策划编写出版机电类应用型本科系列教材问题,规划出版 38 种,并进行了分工,提出了明确的规范要求,得到江苏省各方面的支持和配合。2001 年 5 月开始出书,到 2004 年 7 月已出齐 38 种,还增加了 3 种急需的教材,总册数已达 45 万册。每种至少有 2 次以上印刷,最多的印刷了 5 次、发行量达 2.5 万册。据调查,用户反映良好,并反映这个系列教材基本上体现了我在序言中提出的四个特点,符合地方应用型工科本科院校的教学实际,较好地满足了一般应用型工科本科院校的教学需要。用户的评价使我们很高兴,但更是对我们的鞭策和鼓励,实际上这一轮机电类教材存在的问题还不少,需要改进的地方还很多。我们应当为过去取得的进步和成绩而高兴,同时,我们更应当为今后这些进步和成绩的进一步发展而正视自己,我们并不需要刻意去忧患,但确实存在值得忧患的现实而不去忧患,就很难有更美好的明天。今后怎么办?这是大家最关注的问题,也是我们亟待研讨和解决的问题。我们应该以对国家对人民对社会对受教育者高度负责的精神重新审视这一问题,以寻求更好的解决方案。我们认为,必须在总结前一阶段经验教训的新起点上,坚持以国家新时期教育方针和科学发展观为指导,坚持高标准、严要求,坚持“质量第一、多样发展、打造精品、服务教学”的方针,坚持高标准、严要求,把下一轮机电类教材修订、编写、出版工作做大、做优、做精、做强,为建设有中国特色的高水平的地方工科应用型本科院校做出新的更大贡献。

一、坚持用科学发展观指导教材修订、编写和出版工作

应用型本科院校是我国高等教育在推进大众化过程中崛起的一种新的办学类型,它除应恪守大学教育的一般办学基准外,还应有自己的个性和特色,就是要在培养具有创新精神、创业意识和创造能力的工程、生产、管理、服务一线需要的高级技术应用型人才方面办出自己的特色和水平。应用型本科人才的培养既不能简单“克隆”现有的本科院校,也不能是原有专科培养体系的相似放大。应用型人才的培养,重点仍要思考如何与社会需求的对接。既要从学生的角度考虑,以人为本,以素质教育的思想贯穿教育教学的每一个环节,实现人的全面发展;又要从经济建设的实际需求考虑,多类型、多样化地培养人才,但最根本的一

条还是坚持面向工程实际,面向岗位实务,按照“本科学历+岗位技术”的双重标准,有针对性地进行人才培养。根据这样的要求,“强化理论基础,提升实践能力,突出创新精神,优化综合素质”应当是工作在一线的本科应用人才的基本特征,也是本科应用型人才的总体质量要求。

培养应用型人才的关键在于建立应用型人才的培养模式。而培养模式的核心是课程体系与教学内容。应用型的人才培养必须依靠应用型的课程和内容,用学科型的教材难以保证培养目标的实现。课程体系与教学内容要与应用型的人才的知识、能力、素质结构相适应。在知识结构上,科学文化基础知识、专业基础知识、专业知识、相关学科知识等四类知识在纵向上应向应用前沿拓展,在横向上应注重知识的交叉、联系和衔接。在能力结构上,要强化学生运用专业理论解决实际问题的实践能力、组织管理能力和社会活动能力,还要注重思维能力和创造能力的培养,使学生思路清晰、条理分明,有条不紊地处理头绪纷繁的各项工作,创造性地工作。能力培养要贯彻到教学的整个过程之中。如何引导学生去发现问题、分析问题和解决问题应成为我们应用型本科教学的根本。

探讨课程体系、教学内容和培养方法,还必须服从和服务于大学生全面素质的培养。要通过形成新的知识体系和能力延伸以促进学生思想道德素质、文化素质、专业素质和身体心理素质的全面提高。因此,要在素质教育的思想指导下,对原有的教学计划和课程设置进行新的调整和组合,使学生能够适应社会主义现代化建设的需要。我们强调培养“三创”人才,就应当用“三创教育”、人文教育与科学教育的融合等适应时代的教育理念,选择一些新的课程内容和新的教学形式来实现。

研究课程体系,必须看到经济全球化与我国加入世界贸易组织以及高等教育的国际化对人才培养的影响。如果我们的课程内容缺乏国际性,那么我们所培养的人才就不可能具备参与国际事务、国际交流和国际竞争的能力。应当研究课程的国际性问题,增设具有国际意义的课程,加快与国外同类院校的课程接轨。要努力借鉴国外同类应用型本科院校的办学理念 and 培养模式、做法来优化我们的教学。

在教材编、修、审全过程中,必须始终坚持以人的全面发展为本,紧紧围绕培养目标和基本规格进行活生生的“人”的教育。一所大学使得师生获得自由的范围和程度,往往是这所大学成功和水平的标志。同样,我们修订和编写教材,提供教学用书,最终是为了把知识转化为能力和智慧,使学生获得谋生的手段和发展的能力。因此,在修订、编写教材过程中,必须始终把师生的需要和追求放在首位,努力提供教的方便和学的便捷,努力为教师和学生留下充分展示自己教和学的风格和特色的发展空间,使他们游刃有余,得心应手,还能激发他们的科学精神和创造热情,为教和学的持续发展服务。教师是课堂教学的组织者、合作者、引导者、参与者,而不应是教学的权威。教学过程是教师引导学生,和学生共同学习、共同发展的双向互促过程。因此,修订、编写教材对于主编和参加编写的教师来说,也是一个重新学习和思想水平、学术水平不断提高的过程,决不能丢失自我,决不能将“枷锁”移嫁别人,这里“关键在自己战胜自己”,关键在自己的理念、学识、经验和水平。

二、坚持质量第一,努力打造精品教材

教材是教学之本。大学教材不同于学术专著,它既是学术专著,又是教学经验之理性总结,必须经得起实践和时间的考验。学术专著的错误充其量只会贻笑大方,而教材之错误则会遗害一代青年学子。有人说:“时间是真理之母”。时间是对我们所编写教材的最严厉的

考官。目前,我们的教材才使用了几年,还很难说就是好教材,因为前一阶段主要是解决有无问题,用户还没有来得及去总结和反思,所以有的问题可能还没有来得及暴露。我们必须清醒地看到这一点。今后,更要坚持高标准、严要求,用航天人员“一丝不苟”、“一秒不差”的精神严格要求自己,确保教材质量和特色。为此,必须采取以下措施:第一、高等教育的核心资源是一支优秀的教师队伍,必须重新明确主编和参加编写教师的标准和要求,实行主编招标和负责制,把好质量第一关;第二,教材要从一般工科本科应用型院校实际出发,强调实际、实用、实践,加强技能培养,突出工程实践,内容适度简练,跟踪科技前沿,合理反映时代要求,这就要求我们必须严格把好教材编写或修订计划的评审关,择优而用;第三、加强教材编写或修订的规范管理,确保参编、主编、主审以及交付出版社等各个环节的质量和标准,实行环节负责制和责任追究制;第四、确保出版质量;第五、建立教材评价制度,奖优罚劣。对经过实践使用,用户反映好的教材要进行修订再版,切实培育一批名师编写的精品教材。出版的精品教材必须和多媒体课件配套,并逐步建立在线学习网站。

三、坚持“立足江苏、面向全国、服务教学”的原则,努力扩大教材使用范围,不断提高社会效益

下一轮教材编写和修订工作,必须加快吸收有条件有积极性的外省市同类院校、民办本科院校、独立学院和有关企业参加,以集中更多的力量,建设好应用型本科教材。同时,要相应调整编审委员会的人员组成,特别要注意充实省内外的优秀的“双师型”教师和相关企业专家。

四、建立健全用户评价制度

要在使用这套教材的省市有关高校建立教材使用质量跟踪调查,并建立网站,以便快速、便捷、实时地听取各方面的意见,不断修改、充实和完善我们的教材编写和出版工作,实实在在地为教师和学生提供精品服务,实实在在地为培养高质量的应用型本科人才服务。同时也努力为造就一批工科应用型本科院校高素质高水平的教师提供优良服务。

本套教材的编审和出版一直得到机械工业出版社、江苏省教育厅和各主编、主审和参加编写高校的大力支持和配合,在此,一并表示衷心感谢。今后,我们应一如既往地更加紧密地合作,共同为工科应用型本科院校教材建设作出新的贡献,为培养高质量的应用型本科人才作出新的贡献,为建设有中国特色社会主义的应用型本科教育作出新的努力。

普通高等教育机械工程及自动化专业

机电类规划教材编审委员会

主任 教授 邱坤荣

2005年10月

第2版前言

从本书第1版出版以来,我国高校的金工实习课程在诸多方面已经或正在发生新的变化,教学改革取得深入进展,实习基地建设更加完善,一些新观念、新工艺、新设备被引入金工实习教学中。根据这一情况,我们组织了对本书的修订。

修订中,我们在保持本书第1版的体系、结构、特色和主要内容的基础上,对原书中部分章节的内容进行了增删或调整,另外还对第1版中少数表述不够准确或存在错误的字句进行了修改。其中,改动较大的几处是:①将原第一章第六节并入第六章第五节,并将第一章第六节改写为“创新能力培养与训练”。②将原第三章第三节和第四节加以整合并充实后改写为“板料成形加工”。③对原第四章第二节中气体保护焊(CO_2 焊和氩弧焊)的内容进行了补充和改写。总之,在编写工作中,我们坚持立足于应用型工程技术人才培养的实际,遵循注重创新、突出实用、培养能力的编写原则,力求在加强技能培养的同时,还能增强学生的工程素质和创新意识。

本书编写过程中,参考了许多有关的教材和资料,借鉴了一些高校近年来金工实习教学改革的成果,在此一并致以谢意。

本次修订工作由柳秉毅负责主持,本书第1版的作者参加了修订工作。其中,绪论、第五章由柳秉毅修订,第一章由徐宏修订,第二章由祝小军修订,第三章由陈书乔、徐宏(第三节)修订,第四章由李伯奎修订,第六章及各章中的实验由柳秉毅和徐宏修订。本书由东南大学骆志斌教授主审。

由于编者水平所限,书中不当之处在所难免,望读者批评指正。

编 者

第1版前言

本书为普通高等教育机电类规划教材，是根据教育部颁布的高等工科院校“金工实习教学基本要求”的精神，并结合培养应用型工程技术人才的实践教学特点而编写的。

本书分为上、下两册。上册的内容以热加工实习为主，包括绪论、金工实习基础知识、铸造、锻压、焊接、塑料成型加工、热处理和表面处理等；下册主要包括钳工、机械加工、数控加工和特种加工等内容。

本书具有以下主要特色：①注重对学生工程素质和综合能力的培养，在介绍各种工艺方法和设备的同时，还注意帮助学生建立关于质量、经济、安全、环保、市场等意识；②处理好新、旧教学内容之间的关系，加强对有关的先进制造技术和新工艺、新材料内容的介绍；③为了充实和深化金工实习的内容，编入一部分与实习内容联系紧密且便于进行的金工实验，以提高学生在实习中的学习兴趣和智力负荷，训练科学严谨的作风；④编写时，力求注重实用，简明扼要，通俗易懂，图文并茂，加强针对性和指导性，以利于教师的讲课和学生的学习及应用。

本册共分六章。第一章由徐宏、柳秉毅编写，第二章由祝小军编写，第三章由陈书乔编写，第四章由李伯奎编写，绪论、第五章、第六章及书中的部分实验由柳秉毅编写。本册由南京工程学院柳秉毅任主编，陈书乔、祝小军、李伯奎任副主编，由东南大学骆志斌教授主审。

本书编写过程中，参考了许多有关的教材和资料，借鉴了一些高校金工实习教学改革成果，扬州大学黄鹤汀教授为本书的编写与出版做了大量的工作，在此一并致以谢意。

由于编者水平所限，书中不当之处在所难免，望读者批评指正。

编者

2002年2月

目 录

第2版序	
第2版前言	
第1版前言	
绪论	1
第一章 金工实习基础知识	4
第一节 机械产品设计与制造过程	4
第二节 工程材料基本知识	7
第三节 产品质量与经济性	11
第四节 绿色制造与环境保护	13
第五节 安全生产	14
第六节 创新能力培养与训练	15
复习思考题	16
第二章 铸造	17
第一节 概述	17
第二节 砂型铸造的造型工艺	18
第三节 铸造合金的熔炼与浇注	35
第四节 铸件的落砂与清理	38
第五节 特种铸造	39
第六节 铸造生产的质量控制与经济性 分析	41
第七节 铸件结构工艺性实验	44
复习思考题	47
第三章 锻压	49
第一节 概述	50
第二节 锻造	51
第三节 板料成形加工	68
第四节 特种锻压	82
第五节 锻压生产的质量控制与经济性 分析	84
第六节 不同金属的锻造性能比较实验	86
复习思考题	88
第四章 焊接	89
第一节 概述	89
第二节 电弧焊	90
第三节 气焊与气割	101
第四节 其他焊接方法	106
第五节 焊接生产的质量控制与经济性 分析	109
第六节 焊接应力与变形实验	112
复习思考题	114
第五章 塑料成型加工	115
第一节 概述	115
第二节 塑料成型加工方法	116
第三节 塑料注射成型工艺与设备	118
第四节 塑料制品的质量与缺陷分析	122
复习思考题	123
第六章 热处理与表面处理	124
第一节 概述	124
第二节 钢的热处理工艺	125
第三节 热处理的常用设备	128
第四节 材料表面处理工艺	130
第五节 金属材料的火花鉴别与硬度 测定	136
复习思考题	139
参考文献	141
读者信息反馈表	

绪 论

金工实习是一门实践性的技术基础课。它是工科机械类学生必修的工程材料及机械制造基础系列课程的重要组成部分，是高等学校工科学生工程训练的主要环节之一。

一、金工实习的内容、目的、意义及要求

金工实习是金属工艺学实习的简称。因为传统上的机械都是用金属材料加工制造的，所以人们将有关机械制造的基础知识叫做金属工艺学。但是，随着科学和生产技术的发展，机械制造所用的材料已扩展到包括金属、非金属和复合材料在内的各种工程材料，机械制造的工艺技术也已越来越先进和现代化，因此金工实习的内容也就不再局限于传统意义上的金属加工的范围。现在，金工实习的主要内容包括铸造、锻压、焊接、塑料成型、钳工、车工、铣工、刨工、磨工、数控加工、特种加工、零件的热处理及表面处理等一系列工种的实习教学。学生通过实习便能从中了解到机械产品是用什么材料制造的，是怎样制造出来的。

金工实习的目的可以概括为：学习工艺知识，增强实践能力，提高综合素质，培养创新意识和创新能力。学习工艺知识是金工实习最直接的目的，就是以实习教学的方式对学生传授关于机械制造生产的基本知识和进行相关生产操作的基本训练。但从更完整的意义上来看，金工实习不仅包括学习机械制造方面的各种加工工艺技术，而且还提供了生产管理和环境保护等方面的综合工程背景。一方面，由于大多数工科专业的学生在进入大学之前，接触制造工程环境较少，缺乏对工业生产实际的了解，因此，他们在金工实习过程中，通过参加工程实践训练，可以弥补过去在实践知识上的不足，增强在大学学习阶段和今后工作中所需要的动手能力，增加在实践中获取知识的能力，以及运用所学知识和技能分析和解决问题的能力；另一方面，通过在生产劳动中接触工人、工程技术人员和生产管理人员，学生受到工程实际环境的熏陶，能初步树立工程意识，增强劳动观念、集体观念、组织纪律性和敬业爱岗精神，提高了综合素质。同时，由于金工实习是大学生第一次全身心投入的生产技术实践活动，在这个过程中，经常会遇到新鲜事物，时常会产生新奇想法，因此应该善于把这些新鲜感与好奇心转变为提出问题和解决问题的动力，从中感悟出学习、创造的方法。实践是创新的唯一源泉，只要善于在实践中发现问题，勤奋钻研，就能使自己的创新意识和创新能力不断得到发展。

金工实习的教学要求是：①使学生了解现代机械制造的一般过程和基本知识，熟悉机械零件的常用加工方法及其所用的主要设备和工具；了解新工艺、新技术、新材料在现代机械制造中的应用；②使学生对简单零件初步具有选择加工方法和进行工艺分析的能力，在主要工种方面应能独立完成简单零件的加工制造，并培养一定的工艺实验和工艺实践的能力；③培养学生的质量控制和经济观念，坚持理论联系实际、认真细致的科学作风以及热爱劳动和爱护公物等的基本素质。

二、金工实习的学习方法

金工实习强调以实践教学为主，学生应在教师的指导下通过独立的实践操作，将有关机

械制造的基本工艺理论、基本工艺知识和基本工艺实践有机地结合起来,进行工程实践综合能力的训练。除了实践操作之外,金工实习的教学方法还包括操作示范、现场教学、专题讲座、电化教学、参观、实验、综合训练、编写实习报告等。由于金工实习的教学特点与同学们长期以来所习惯了的课堂理论教学有很大的不同,因而在学习方法上应当进行适当的调整,以求获得良好的学习效果。对此提出以下几点建议:

(1) 充分发挥自身的主体作用 金工实习教学与课堂理论教学相比,其显著区别之一,就是学生的实践操作成为了主要的学习方式,这就更加突出了学生在教学过程中的主体地位。因此,让学生适当地摆脱对教师和书本的依赖性,学会在实践中积极主动地学习是十分重要的。在实习之前,要自觉地、有计划地预习有关的实习内容,做到心中有数;在实习中,要始终保持高昂的学习热情和求知欲望,敢于动手,勤于动手;遇到问题时,要主动向指导教师请教或与同学交流探讨。要充分利用实习时间,争取得到最大的收获。

(2) 贯彻理论联系实际的方法 首先要充分树立实践第一的观点,坚决摒弃“重理论,轻实践”的错误思想。随着实习进程的深入和感性知识的丰富,在实践操作过程中,要勤于动脑,使形象思维与逻辑思维相结合。要善于用学到的工艺理论知识来解决实践中遇到的各种具体问题,而不是仅仅满足于完成了实习零件的加工任务。在实习的末期或结束时,要认真做好总结,努力使在实习中获得的感性认识更加系统化和条理化。这样,用理论指导实践,以实践验证和充实理论,就可以使理论知识掌握得更加牢固,也可以使实践能力得到进一步提高。

(3) 学会综合地看问题和解决问题的方法 金工实习是由一系列的单工种实习组合而成,这就容易造成学生往往只从所实习的工种出发去看待和解决问题,从而限制了自己的思路,所以要注意防止这一现象。一般来说,一件产品是不会只用一种加工方法制造出来的,因此要学会综合地把握各个实习工种的特点,学会从机械产品生产制造的全过程来看各个工种的作用和相互联系。这样,在分析和解决实际问题的時候,就能够做到触类旁通,举一反三,使所学的知识和技能融会贯通。

三、金工实习与其他课程的关系

金工实习是一门技术基础课,它与工科机械类和非机械类专业所开设的许多课程都有着密切的联系。

(1) 金工实习与工程制图课程的关系 工程制图课程是金工实习的先修课或平行课。金工实习时,学生必须已具备一定的识图能力,能够看懂实习所加工零件的零件图。学生从实习中获得的对机器结构和零件的了解,将会对其继续深入学习工程制图课程和巩固已有的工程制图知识提供极大的帮助。

(2) 金工实习与金工理论教学课程的关系 金工实习是金工理论教学课程(机械工程材料、材料成形技术基础、机械加工工艺基础)必不可少的先修课。金工实习是让学生熟悉机械制造的常用加工方法和常用设备,具有一定的工艺操作和工艺分析技能,能够培养工程意识和素质,从而为进一步学好金工理论课程的内容打下坚实的实践基础。金工理论教学是在金工实习的基础上,更深入地讲授各种加工方法的工艺原理、工艺特点以及有关的新材料、新工艺、新技术的知识,使学生具有分析零件的结构工艺性,并能够正确选择零件的材料、毛坯种类和加工方法的能力。

(3) 金工实习与机械设计及制造系列课程的关系 金工实习也是机械设计及制造系列

课程（机械原理、机械设计、机械制造技术、机械制造设备、机械制造自动化技术、数控技术等）的十分重要的先修课。认真完成金工实习，必将为这些后续的重要的专业课学习提供丰富的机械制造方面的感性认识，从而使学生在学到这些专业课乃至将来进行毕业设计或从事实际工作时，依然能够从中获益。

第一章 金工实习基础知识

金工实习涉及一般机械制造生产的全过程。因此，在学习工艺知识、训练动手能力的同时，还要全方位地了解与机械产品的设计、制造及生产的组织与管理等有关的各种基本知识，从而全面提高包括市场意识、质量意识、管理意识、经济意识、环保意识、安全意识和创新意识等在内的工程素质。

第一节 机械产品设计与制造过程

一、产品设计

现代工业产品设计，是根据市场的需求，运用工程技术方法，在社会、经济和时间等因素的约束范围内所进行的设计工作。产品设计是一种有特定目的的创造性行为，它应该基于现代技术因素，不但要注重外观，更要注意产品的结构和功能；它必须以满足市场需要为目标，讲求经济效益，最终使消费者与制造者都感到满意。

产品设计是一个作出决策的过程，是在明确设计任务与要求以后，从构思到确定产品的具体结构和使用性能的整个过程中所进行的一系列工作。对机械产品而言，在图 1-1 所示的整个寿命周期中，最为关键的是设计阶段。因为设计既要考虑使用方面的各种要求，又要考虑制造、安装、维修的可能和需要，既要根据研究试验得到的资料来进行验证，又要根据理论计算加以综合分析，从而将各个阶段按照它们的内在联系统一起来。

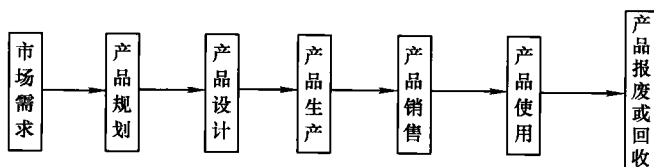


图 1-1 从需求到产品及其使用的全过程

对工业企业来讲，产品设计是企业经营的核心，产品的技术水平、质量水平、生产率水平以及成本水平等，基本上确定于产品设计阶段。

二、机械产品制造过程

任何机器或设备，例如汽车或机床，都是经由产品设计、零件制造及相应的零件装配而获得的。只有制造出合乎要求的零件，才能装配出合格的机器设备。某些尺寸不大的轴、销、套类零件，可以直接用型材，经机械加工制成。一般情况下，则要将原材料经铸造、锻压、焊接等方法制成毛坯，然后由毛坯经机械加工制成零件。有许多零件还需在毛坯制造和机械加工过程中穿插不同的热处理工艺。

因此，一般机械产品主要的生产过程如图 1-2 所示。

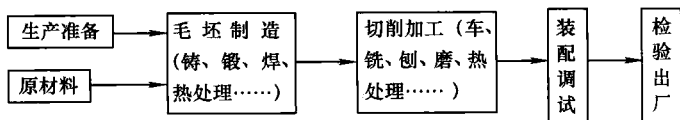


图 1-2 机械产品的制造过程

由于企业专业化协作的不断加强，机械产品许多零部件的生产不一定完全在一个企业内完成，可以分散在多个企业间进行生产协作。很多标准件，如螺钉、轴承的加工常常由专业生产厂家完成。

三、机械产品的制造方法

1. 零件的加工

机械零件的加工根据各阶段所达到的质量要求的不同，可分为毛坯加工和切削加工两个主要阶段。

(1) 毛坯加工 毛坯成形加工的主要方法有铸造、锻造和焊接等，它们可以比较经济和高效地制作出各种形状和尺寸（包括比较复杂形状）的工件。铸造、锻造、焊接等加工方法，因加工时往往要对原材料进行加热，所以通常称这些加工方法为热加工。

(2) 切削加工 切削加工是用切削刀具从毛坯或工件上切除多余的材料，以获得所要求的几何形状、尺寸和表面质量的加工方法，主要有车削、铣削、刨削、钻削、镗削、磨削等，分为机械加工和钳工加工两大类。其中，机械加工占有最重要的地位。对于一些难以适应切削加工的零件，如硬度过高的零件、形状过于复杂的零件或刚度较差的零件等，则可以使用特种加工方法来进行加工。一般，毛坯要经过若干道机械加工工序才能成为成品零件。由于工艺的需要，这些工序又可分为粗加工、半精加工与精加工等。

在毛坯制造及机械加工过程中，为便于切削和保证零件的力学性能，还需在某些工序之前（或之后）对工件进行热处理。热处理之后，工件可能有少量变形或表面氧化，所以精加工（如磨削）常安排在最终热处理之后进行。

2. 装配与调试

加工完毕并检验合格的各零件，按机械产品的技术要求，用钳工或钳工与机械相结合的方法，按一定的顺序组合、连接、固定起来，成为整台机器，这一过程称为装配。装配是机械制造的最后一道工序，也是保证机械达到各项技术要求的关键工序之一。

装配好的机器，还要经过试运转，以观察其在工作条件下的效能和整机质量。只有在检验、试车合格之后，才能装箱发运出厂。

四、生产过程的组织与管理

要制造出合乎要求的产品，并不只是生产加工的问题，还有如何科学有序地组织和管理生产过程的问题。生产过程组织与管理水平的高低，关系到企业能否有效地发挥其生产能力，能否为用户提供优质的产品和服务，能否取得良好的经济效益。

1. 企业组织

典型的机械制造企业是在总公司下面设立若干事业部门，并且设有若干工厂，由工厂进

行实际的生产活动。图 1-3 为机械制造企业组织的示例，它反映了以机械产品制造为中心，各个部门的活动是如何密切相关的。设置工厂的职能部门，是为了充分发挥生产部门的作用；而设置总公司的职能部门，可在更大范围内组织和协调生产。

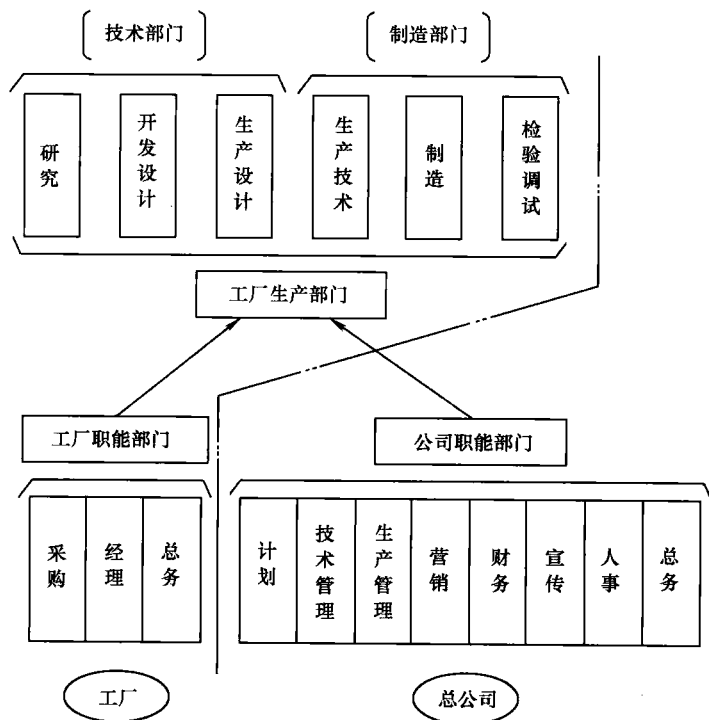


图 1-3 机械制造企业组织示例

在工厂的职能部门中，采购部门负责采购原材料、各种外购零件，以及从事生产活动所必须的各种物资；经理部门负责管理各种资金；总务部门负责处理日常运转中的各种问题。

此外，总公司通常集中了与生产有关的更多的职能部门，公司必须处理几个工厂的共性问题和作为一个企业需要解决的问题。例如制定企业整体活动计划的计划部门，管理企业生产的管理部门，收集用户意见、销售产品的营销部门，以及财务部门，人事部门，总务部门等。

2. 生产过程的组织与管理

要制造一种产品，必须先由研究部门汇集与之有关的各种知识和信息，然后设计部门应用这些知识和信息，设计出产品的结构和尺寸，再由制造部门根据设计部门提出的要求，具体地进行制造。广义的制造部门可分为：处理生产中的技术问题并决定生产方法的生产技术部门；直接进行产品生产的狭义的制造部门；对产品的性能进行检验的检验部门等。通过这些部门的活动，进行产品的生产。

在公司职能机构给制造部门下达了生产数量、使用设备、人员等的总体制造计划之后,设计部门需要给制造部门提供以下资料:标明每个零件制造方法的零件图、标明装配方法的装配图、作业指示书等。生产技术部门据此制定产品的生产计划和工艺技术文件(如工艺图、工装图、工艺卡等)。制定生产计划时,应确定制造零件的件数和外购零件、外购部件等的数量,以及交货期限等。如轴承、密封件、螺栓、螺母等都是最常见的外购零件,而电动机、减速器、各种液压或气动装置等都是典型的外购部件。

按照生产技术部门下达的任务,由制造部门进行制造。首先将生产任务分配给各加工组织(如生产车间或班组等),确定毛坯制造方法、机械加工方法、热处理方法和加工顺序(也称加工路线),进而确定各加工组织的加工方法和要使用的设备,然后确定每部机床的加工内容、加工时间等,制定详细的加工日程。制造零件时,通常加工所花的时间较短,而准备(刀具的装卸、毛坯的装卸等)时间则较长。此外,制成一个零件所需的时间大部分不是花在加工上,而是花在各工序间的输送和等待上。因此缩短这些时间,提高生产效率,缩短从制定生产计划到制成产品的过程,使生产计划具有柔性,是生产过程管理的主要任务。对加工完成的零件进行各种检查以后,要移交到下面的装配工序。装配完毕的机器通过性能检验合格后,即完成了制造任务。

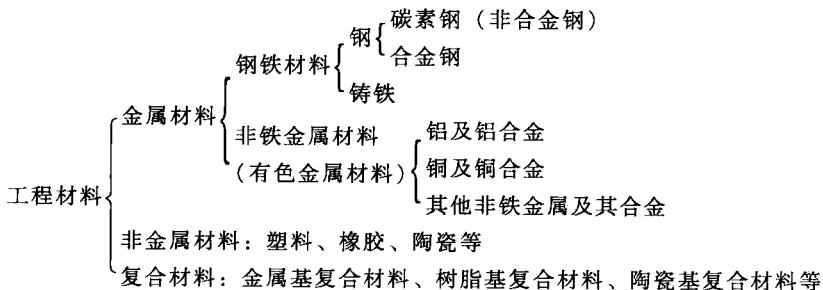
随着机械制造系统自动化水平的不断提高,以及为适应生产类型从传统的少品种大批量生产向现代的多品种变批量生产的演进,人们正不断开发出一些全新的现代制造技术和生产系统,如柔性制造系统(FMS)、计算机集成制造系统(CIMS)、精良生产(LP)、并行工程(CE)、敏捷制造(AM)、智能制造(IM)和虚拟制造(VM)等。这些新技术和生产系统的不断推广和发展,使制造业的面貌发生了巨大的变化。

第二节 工程材料基本知识

机械制造过程中的主要工作,就是利用各种工艺和设备将原材料加工成零件或产品。因此,金工实习的过程也是一个与各种工程材料打交道的过程。例如,实习中所加工的各种实习件,实习中所使用的刀具、量具和其他工具,所操作的机床等,都是由各种各样的工程材料制造出来的。由此可见,我们有必要对工程材料的基本知识有所了解。

一、工程材料的分类

工程材料是指在各种工程领域中所应用的材料,按照化学组成,可对其做如下分类:



其中,金属材料是应用最广的主要工程材料,但随着科技与生产的发展,非金属材料 and 复合材料的应用也得到了迅速发展。非金属材料 and 复合材料不但能替代部分金属材料,而且

因其具有某些金属材料所没有的特性而在工程上占有重要的独特地位。例如，橡胶是一种在室温下具有高弹性的有机非金属材料，并具有良好的吸振性、耐磨性、绝缘性和耐蚀性等，被用于制作轮胎、密封元件、减振元件和绝缘材料等。陶瓷是无机非金属材料，它具有高硬度、高耐磨性、高熔点、高的抗氧化性和耐蚀性等，可用于制作刀具、模具、坩埚、耐高温零件以及多种功能元件等。复合材料则是由两种或两种以上不同性质的材料组合而成的人工合成固体材料，它不仅能保持各组成材料的优点，而且还可获得单一材料无法具备的优越的综合性能，钢筋混凝土、玻璃钢（玻璃纤维树脂复合材料）等都是复合材料的例子。

在金工实习中，我们遇到的大多是金属材料，而且主要是钢铁材料。

二、金属材料的性能

金属材料的性能一般分为使用性能和工艺性能。使用性能是指金属材料为满足产品的使用要求而必须具备的性能，包括物理性能、化学性能和力学性能；工艺性能是指金属材料在加工过程中对所用加工方法的适应性，它的好坏决定了材料加工的难易程度。

1. 金属材料的物理性能和化学性能

金属材料的物理性能包括：密度、熔点、热膨胀性、导热性、导电性和磁性等。金属材料的化学性能是指它们抵抗各种介质侵蚀的能力，通常分为抗氧化性和耐蚀性。

2. 金属材料的力学性能

力学性能是指材料在受外力作用时所表现出来的各种性能。由于机械零件大多是在受力的条件下工作，因而所用材料的力学性能就显得格外重要。力学性能主要有：强度、塑性、硬度、韧性等。

(1) 强度 强度是指材料在外力作用下抵抗永久变形（塑性变形）和断裂的能力。金属强度的指标主要是屈服强度和抗拉强度。屈服强度的符号为 R_{eH} 和 R_{eL} ，分别表示上、下屈服强度，它反映金属对明显塑性变形的抵抗能力；抗拉强度用符号 R_m 表示，它反映金属在拉伸过程中抵抗断裂的能力^①。

(2) 塑性 金属材料在外力作用下发生不可逆永久变形的能力称为塑性。塑性指标一般用金属受力而发生断裂前所达到的最大塑性变形量来表示。常用的塑性指标是断后伸长率 A 和断面收缩率 Z ，二者的值越大，表明材料的塑性越好^②。

(3) 硬度 硬度是材料抵抗局部变形，特别是塑性变形、压痕或划痕的能力。目前，硬度试验普遍采用压入法。常用的硬度试验指标有布氏硬度和洛氏硬度，它们分别是根据硬度试验机上压头压入材料后形成的压痕面积或深度的大小来判定材料硬度的。布氏硬度试验用硬质合金球作压头，其符号为 HBW。洛氏硬度用 HR 表示。根据压头和试验力的不同，洛氏硬度有多种标尺，分别用 HRA、HRB 和 HRC 等表示，其中 HRC 应用最广泛。例如，常用的切削工具（如车刀、铣刀、锯条等），其硬度一般都大于 60HRC；而实习中加工的实习零件（材质为灰铸铁或低、中碳钢），它们的硬度一般都小于 30HRC 或 300HBW。

大多数的机械零件对硬度都有一定的要求；而对于刀具、模具等，更要求有足够的硬度，以保证其使用性能和寿命。并且，由于硬度试验是材料的力学性能试验中最简单快捷的一种方法，一般可在工件上直接试验而不损伤工件，从而在生产中广泛应用。在机械产品设

①② 在有关金属拉伸试验的旧国标中，屈服强度和抗拉强度的符号分别为 σ_s 和 σ_b ，断后伸长率和断面收缩率的符号分别为 δ 和 ψ 。