



Jixie Zhizao Gongyi yu Jiaju Sheji



工学结合·基于工作过程导向的项目化创新系列教材
国家示范性高等职业教育机电类“十三五”规划教材

机械制造工艺 与夹具设计

▲主编 张四新 关丽



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>



内容简介



工学结合·基于工作过程导向的项目化创新系列教材
国家示范性高等职业教育机电类“十三五”规划教材

机械制造工艺 与夹具设计

Jixie Zhizao Gongyi
yu Jiaju Sheji

▲主 编 张四新 关 丽

▲副主编 张绪祥 陈建武 邹哲维

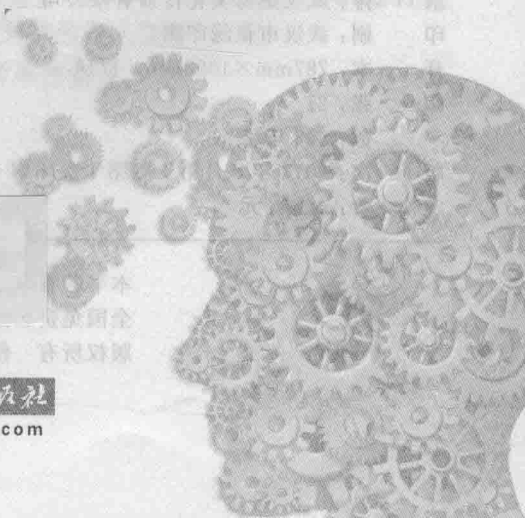
常州大学图书馆
藏书章



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉



内 容 简 介

本书是在全面提高高职人才的培养质量的背景下,根据作者十几年的企业和教学工作的积累和沉淀,结合课程改革经验编写而成的。

本书主要包括机械制造工艺和机床夹具设计两个部分的内容,共分为9章,以实现产品质量为主线,融入了工件的装夹、夹具、尺寸链计算、机械加工误差分析、机械加工工艺规程设计方法、典型零件加工工艺设计及机械装配工艺规程设计方法等内容。本书坚持工学结合、知行合一的原则,注重教育与生产劳动和社会实践的结合,突出做中学、做中教,强化教育教学的实践性和职业性,促进学以致用、用以促学、用学相长,注重学生机械制造技术应用能力与工程素养两个方面的培养,旨在提高学生解决生产一线实际问题的能力。

本书可作为高等职业院校、高等专科学校、成人高校、民办高校及本科院校创办的二级职业技术学院机械制造与自动化专业、模具设计与制造专业、数控加工技术专业、机电一体化专业及其他相近专业的教材,也可作为机械类、机电类技术人员的参考书或机械制造企业人员的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造工艺与夹具设计/张四新,关丽主编. —武汉:华中科技大学出版社,2017.6

ISBN 978-7-5680-2938-4

I. ①机… II. ①张… ②关… III. ①机械制造工艺-高等职业教育-教材 ②机床夹具-设计-高等职业教育-教材 IV. ①TH16 ②TG750.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 124197 号

机械制造工艺与夹具设计

Jixie Zhizao Gongyi yu Jiaju Sheji

张四新 关 丽 主编

策划编辑:张 毅

责任编辑:舒 慧

封面设计:抱 子

责任监印:朱 玢

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)
武汉市东湖新技术开发区华工科技园

电话:(027)81321913

邮编:430223

录 排:武汉楚海文化传播有限公司

印 刷:武汉市籍缘印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:21

字 数:548千字

版 次:2017年6月第1版第1次印刷

定 价:45.00元



华中科技出版社

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

本书以《关于深化职业教育教学改革 全面提高人才培养质量的若干意见》(教职成〔2015〕6号)为主要依据,适应经济发展新常态和技术技能人才成长成才需求,充分体现了“理论够用,能力为本,重在应用”的高职高专教育特点,较好地体现了“工学结合,知行合一”的时代特色。

本书为培养高职高专机械制造类和近机械类专业的高技能型人才服务,为学生学习后续课程和毕业后能够具备机械制造工艺和夹具设计方面的专业素质和能力,成为在机械及其相关行业、企业中从事工艺设计、夹具设计、数控加工、装配、调试、机床维护、生产组织、技术管理等方面工作的高技能型人才打下坚实的基础。

本书针对高职高专学生的特点,对传统的教学内容进行重新整合,建立了新的教学内容体系,体现了教材的综合性;注重学生机械制造技术应用能力与工程素养两个方面的培养,体现了教材的实用性。

本书编者优势明显,能更准确地把握产教结合、工学结合的内涵,能更了解课程内容与企业需求之间的关系,课程整合力度大,内容体系合理,覆盖面广,突出了机械制造行业的特色,语言简练、通俗易懂、信息量大、实用性强、可读性好,易于讲授和自学。

本书符合教学和学生认知规律,做到了由浅入深、循序渐进、突出重点、点面结合,精简了有关理论,删减和调整了部分传统内容,将传统技术与现代机械制造技术相结合,适当增加了较成熟的新知识、新材料、新工艺、新技术及新方法。

本书是按照机械制造与自动化专业的教学需求进行编写的,内容丰富,涉及面广。不同的学校、专业在使用本书时,可按具体教学需求进行调整和取舍。

本书由武汉职业技术学院张四新、武汉工程大学关丽担任主编,武汉职业技术学院张绪祥、陈建武和长江工程职业技术学院邹哲维担任副主编,武汉华电工程装备有限公司张小方参编。其中,张四新编写了第1、2、3章,关丽编写了第6、7章,张绪祥编写了第9章及附录,陈建武编写了绪论及第4、5章,邹哲维编写了第8章,张小方从企业对人才需求的角度对本书的修订提出了很多宝贵的意见,武汉职业技术学院郭享完成了部分文字的录入工作。

由于编者水平有限,书中难免存在不妥之处,恳请读者不吝指正。

编者

2017年3月

绪论	1
第1章 机床夹具概述	7
1.1 工件的装夹方法	8
1.2 机床夹具的组成	11
1.3 机床夹具的作用	12
1.4 机床夹具的分类	14
第2章 工件的定位	16
2.1 定位基准	17
2.2 定位基本原理	22
2.3 定位单个典型表面的定位元件	32
2.4 工件组合定位分析	44
2.5 定位误差	52
2.6 加工精度的影响因素	61
2.7 定位设计	63
第3章 工件的夹紧	69
3.1 夹紧装置的组成和基本要求	70
3.2 夹紧力的确定	71
3.3 基本夹紧机构	77
3.4 定心夹紧机构	89
3.5 联动夹紧机构	93
3.6 夹具动力装置	97
第4章 分度装置与夹具体	102
4.1 分度装置的类型和结构	103
4.2 分度装置的设计	105
4.3 夹具体	111
第5章 典型专用夹具设计	115
5.1 钻床夹具设计	116
5.2 铣床夹具设计	131
5.3 车床夹具设计	141
5.4 镗床夹具设计	149
5.5 专用夹具的设计方法	156

第 6 章 机械制造工艺规程设计	165
6.1 概述	166
6.2 分析图纸	173
6.3 选择毛坯	176
6.4 拟订工艺路线	178
6.5 设计工序内容	189
6.6 工艺尺寸链和工序尺寸网络图	195
6.7 零件工艺规程编制实例	209
6.8 工艺过程技术经济分析	213
第 7 章 典型零件加工工艺设计	224
7.1 轴类零件加工	225
7.2 套类零件加工	236
7.3 箱体零件加工	244
第 8 章 装配工艺规程设计	261
8.1 装配基础	262
8.2 分析产品图	270
8.3 确定装配方法	273
8.4 确定装配组织形式	282
8.5 划分装配单元并确定装配顺序	284
8.6 划分装配工序	285
8.7 制订装配工艺卡或装配工序卡	286
8.8 减速器装配工艺编制实例	286
第 9 章 机械产品质量及加工误差分析	291
9.1 机械零件加工质量	292
9.2 机械加工误差分析概述	296
9.3 工艺系统的几何误差	299
9.4 工艺系统的受力变形	305
9.5 工艺系统的热变形	315
9.6 加工误差综合分析	319
参考文献	329

绪 论

一、制造、制造业、制造系统及制造技术

所谓制造,是一种将有关资源(如物料、能量、资金、人力资源、信息等)按照社会需求转变为新的、有更高应用价值的资源的行为和过程。随着社会的进步和制造活动的发展,制造的内涵也在不断地深化和扩展,因此制造的概念是一个不断发展进化的概念。机械制造是各种机械、机床、仪器、仪表制造过程的总称。制造业是进行制造活动,为人们提供使用或利用的工业品或生活消费品的行业。人类的生产工具、消费产品、科研设备、武器装备等,没有哪一样能离开制造业,没有哪一样的进步能离开制造业的进步,这些产品都是由制造业提供的。可以说,制造业是国民经济的装备部,是工业的心脏,是综合国力的支柱产业。

制造过程是制造业的基本行为,是将制造资源转变为有形财富或产品的过程。制造过程涉及国民经济的大量行业,如机械、电子、轻工、化工、食品、军工、航天等。因此,制造业对国民经济有较显著的带动作用。

制造系统是制造业的基本组成实体。制造系统是由制造过程及其所涉及的硬件、软件和制造信息等组成的一个具有特定功能的有机整体。其中,硬件包括人员、生产设备、材料、能源及各种辅助装置,软件包括制造理论和制造技术,而制造技术包括制造工艺和制造方法等。

广义而言,制造技术是按照人们所需的目的,运用主观掌握的知识和技能,操纵可以利用的客观物质工具及采用有效的方法,使原材料转化为物质产品的过程所施行的手段的总称,是生产力的主要体现。制造技术与投资和熟练劳动力结合,将创造新的企业、新的市场和新的就业。制造技术是制造业的支柱,而制造业又是工业的基石,因此,可以说制造技术是一个国家经济持续增长的根动力。机械制造技术就是完成机械制造活动所施行的一切手段的总称。

二、机械制造业在国民经济中的地位

机械制造业是制造业最主要的组成部分,它的主要任务就是完成机械产品的决策、设计、制造、装配、销售、售后服务及后续处理等,其中包括半成品零件的加工技术、加工工艺的研究及其工艺装备的设计制造。机械制造业担负着为国民经济建设提供生产装备的重任,它为国民经济各行业提供各种生产手段,其带动性强,涉及面广,产业技术水平的高低决定着国民经济其他产业竞争力的强弱,以及其今后运行的质量和效益。机械制造业也是国防安全的重要基础,它为国防提供所需的武器装备。世界军事强国无一不是装备制造业的强国。机械制造业还是高科技产业的重要基础。作为基础的高科技有五大领域,即信息科技、先进制造科技、材料科技、生命科技及集成科技。机械制造业为高科技的发展提供各种研究和生产设备。世界高科技强国无一不是机械制造业的强国。世界机械制造业占工业的比重自 1980 年以来已超过 1/3。

机械制造业的发展不仅影响和制约着国民经济与各行各业的发展,而且直接影响和制约着国防工业和高科技的发展,进而影响到国家的安全和综合国力,对此应有足够的认识。

然而,第二次世界大战后,美国却出现了“制造业是夕阳产业”的观点,忽视了对制造业的重视和投入,以致工业生产下滑,出口锐减,工业品进口陡增,第二产业和第三产业的比例严重失调,经济空前滑坡,物质生产基础遭到严重削弱。近几年,美国、日本、德国等工业发达国家都把先进制造技术列为工业、科技的重点发展技术。美国政府历来认为生产制造是工业界的事,政府不必介入。但经过 10 年反思,美国政府已经意识到政府不能不介入工业技术的发展。自 20 世纪 80 年代中期以来,美国制订了一系列民用技术开发计划并切实加以实施。由于给予了重视,近年来美国的机械制造业有所振兴,汽车、机床、微电子工业又获得了较大的发展。可见,机械制造业是国民经济赖以发展的基础,是国家经济实力和科技水平的综合体现,是每一个大国任何时候都不能掉以轻心的关键行业。

三、我国机械制造业的发展现状

改革开放三十年以来,我国的机械制造业已经具有了相当雄厚的实力,它为国民经济、国防及高科技提供了有力的支持。我国的机械制造业为汽车、火车、飞机、农业机械、火箭、宇宙飞船、电站、造船、计算机、家用电器、电子及通信设备等行业提供了生产装备。机械制造业是我国实现经济腾飞、提升高科技与国防实力的重要基础。据介绍,1980 年,中国制造业增加值仅占全球的 1.5%;1990 年,中国制造业增加值超过巴西,位居发展中国家之首,占全球的 2.7%,进入了世界制造业十强,位居第八;2000 年,中国制造业增加值占全球的 7.0%,仅次于美国、日本和德国,在世界十强中位居第四位;2004 年,中国制造业增加值占全球的 10%,排名超过德国,上升至世界第三位;2005 年,我国机械工业生产、销售延续了前两年高速增长的势头,增速分别保持在 20% 以上。统计表明,我国机械制造业的主要经济指标在全国工业中的比重约为 1/5~1/4,出口额占全国外贸总额的 25.46%,从业人数占工业总人数的 21.91%。从机床生产能力可以看出一个国家机械制造业的水平。我国能自主设计、生产各种普通机床、小型仪表机床、重型机床及各种精密的、高度自动化的、高效率的、数字控制的机床,机床品种较齐全,大部分机床达到了 20 世纪 90 年代的国际水平,部分机床达到了国际先进水平。

中国制造业有了显著的发展,无论是制造业总量还是制造业技术水平,都有了很大的提高。机械制造业在产品研发、技术装备及加工能力等方面都取得了很大的进步,但具有自主知识产权的品牌产品却不多。通过对我国机械制造业现状的分析和研究,业内人士普遍认为,中国的机械制造比欧美发达国家落后了将近 30 年。面对 21 世纪世界经济一体化的挑战,机械制造业主要存在以下几个方面的问题。

(1) 合资带来的忧愁。

改革开放以来,我国大量引进技术和技术装备,使机械制造业有了长足的发展,但也给人们带来了许多担忧。自 20 世纪 90 年代以来,大型跨国公司纷纷进军国内机械工业市场,主要集中在汽车、电工电器、文化办公设备、仪器仪表、通用机械及工程机械等领域,这几个行业的投资金额约占机械工业外商直接投资金额的 80%。外国投资者的经营策略是:基本前提是在对华投资活动中必须保持其控制权。当前跨国企业特别热衷于并购我国高成长性行业中的优势企业,例如目前已经能看到的工程机械行业、油嘴油泵行业、轴承行业等。

(2)存在着许多技术黑洞。

我国的机械制造业除了面临“外敌”之外,其自身也存在着诸多问题。业内人士认为,我国的机械制造业存在着一个巨大的技术“黑洞”,最突出的表现是对外技术依存度高。近几年来,在中国每年用于固定资产的上万亿元设备投资中,60%以上是用于引进设备的;作为窗口的国家高新技术产业开发区,也有57%的技术源自国外;整个工业制造设备的骨干都是外国产品。这暴露了我国工业化的虚弱性。机械制造业是一个国家的“脊椎”,中国今后如果不把腰杆锻炼硬了、挺直了,那么整个经济和国防都是虚弱的。

(3)机械制造业落后近30年。

有人在网上发起“中国的机械制造业落后欧美发达国家多少年”的讨论,很多人认为“至少30年的差距”。这种差距尤其表现在发动机上。发动机作为机械的“心脏”,怎么评价它在机械中的重要性都不为过。

为何市场没有换来必需的技术?专家认为,并不是拿来了车型就等于转让了技术,一些关键的地方还需要学习,需要有人点拨。但是相当多的企业只关注合资、引进等形式上的东西。仿制而不消化吸收会使机械工业步入歧途。除了消化不到位之外,技术壁垒也是中国引进技术的巨大障碍。目前,知识产权已经成为包括美国在内的发达国家保持与发展中国家之间的差距的一种武器。欧美发达国家在小心翼翼地保持着与中国技术水平几十年的差距。

(4)国家扶持的支点偏离。

业内人士普遍认为,技术黑洞的形成与国家的重视程度、投入密切相关。国家在过去的二十多年来一直忽视了发展机械行业,在政策、资金等方面都出现了偏差。

产权激励制度是创新和研发产品的重要保障。国有企业对创新人才的产权激励基本上没有实行。一方面,创新成果的知识产权没有得到有效的保护;另一方面,创新者的贡献没有得到产权确认。企业研发的技术和产品要么被国家无偿拿走,要么被其他企业无偿抄袭。

四、机械制造技术的发展过程及趋势

机械制造有着悠久的历史。我国秦朝时期的铜车马已有带锥度的铜轴和铜轴承,这说明在公元前210年就可能有了磨削加工。从1775年英国的J. Wilkinson为了加工瓦特蒸汽机的气缸而研制成功镗床开始,到1860年,经历了漫长的岁月后,车、铣、刨、插、齿轮加工等机床相继出现。1898年发明了高速钢,使切削速度提高了2~4倍;1927年德国首先研制出硬质合金刀具,使切削速度又提高了2~5倍。为了适应硬质合金刀具高速切削的需求,金属切削机床的结构发生了较明显的改进,由带传动改为齿轮传动,机床的速度、功率及刚度也随之提高。至今,仍然广泛使用着各种各样的齿轮传动的金属切削机床,这些金属切削机床在结构、传动方式等方面,尤其是在控制方面有了极大的改进。

加工精度可以反映机械制造技术的发展状况。1910年的加工精度大约是 $10\mu\text{m}$ (一般加工),1930年的加工精度提高到 $1\mu\text{m}$ (精密加工),1950年的加工精度提高到 $0.1\mu\text{m}$ (超精密加工),1980年的加工精度提高到 $0.01\mu\text{m}$,而目前的加工精度已提高到 $0.001\mu\text{m}$ (纳米加工)。

20世纪80年代末期,美国为了提高制造业的竞争力和促进国家的经济增长,首先提出了先进制造技术(advanced manufacturing technology,简称AMT)的概念,并得到了欧洲各国、日本及一些新兴工业化国家的响应。在AMT提出的初期,其主要发展集中在与计算机和信息技

术直接相关的技术领域方面。该领域成为世界各国制造工业的研究热点,并取得了迅猛的发展和应用。这方面的主要成就如下。

(1)计算机辅助设计(computer aided design,简称 CAD)技术:可完成产品设计、材料选择、制造要求分析、产品性能优化,以及通用零部件、工艺装备、机械设备的设计与仿真等工作。

(2)计算机辅助制造(computer aided manufacturing,简称 CAM)技术:以计算机数控(computerized numerical control,简称 CNC)、加工中心(machining center,简称 MC)、柔性制造系统(flexible manufacturing system,简称 FMS)为基础,借助计算机辅助工艺规程设计(computer aided process planning,简称 CAPP)、成组技术(group technology,简称 GT)及自动编程工具(automatically programmed tool,简称 APT)而形成,可实现零件加工的柔性自动化。

(3)计算机集成制造系统(computer integrated manufacturing system,简称 CIMS):将工厂生产的全部活动,包括市场信息、产品开发、生产准备、组织管理,以及产品的制造、装配、检验和销售等都利用计算机系统有机地集成为一个整体。

在实践过程中,人们逐渐认识到制造技术各方面必须协调发展。如果仅仅局限于系统技术和软件设计,忽视对制造工艺等主体技术的研究,脱离实际地强调无人化生产,则必将导致制造技术各领域的发展严重失衡,以致制造技术不能充分发挥效益。1994年,美国联邦科学、工程和技术协调委员会(FCCSET)下属的工业和技术委员会先进制造技术工作组,系统地说明了AMT技术群的内容:①主体技术群,包括面向制造的设计技术群(包括产品设计、工艺过程设计和工厂设计等)和制造工艺技术群(主要涉及产品制造与装配工艺过程及其工艺装备);②支撑技术群,主要包括理论、标准、信息、机床、工具、检测、传感及控制等方面的技术;③制造基础设施,主要为管理上述技术群的开发并激励上述技术群的推广、应用而采取的各种方案与机制,其要素主要是工人、工程技术人员和管理人员的培训与教育。

近二十年来,随着科学技术的发展和社会环境因素的改变,世界制造业已进入了一个巨大的变革时期,这一变革的主要特点如下。

(1)先进制造技术的出现正急剧地改变着现代机械制造业的产业结构和生产过程。

(2)传统的相对稳定的市场已经变成动态的多变的市场,产品周期缩短、更新加快、品种增多、批量缩小。目前市场对产品的需求不仅是价廉物美,而且要求交货期短、售后服务好,甚至还要求具有深刻的文化内涵和良好的环境适应性。

(3)传统的管理、劳动方式,组织结构及决策准则都经历着新的变革。

(4)包括资本和信息在内的生产能力在世界范围内迅速提高和扩散,形成了全球性的激烈竞争的格局,市场经济化的潮流正在将越来越多的国家带入世界经济一体化中。随着生产力的国际扩散,产业间和产业内的国际分工已成为一股不可抗拒的发展潮流。

21世纪是知识经济来临的世纪。所谓知识经济,是一种以知识而不是物质资源作为主要支柱的经济。知识经济的发展在极大程度上依赖于知识的创造、传输和利用。近30年来,美国蓝领工人的人数在劳动人数中的比重由33%下降到17%,即产生了劳动力从工业向信息业和服务业的转移。世界各发达国家都在加速发展教育,尤其是高等教育和职业教育。在这样的趋势下可以预见,机械制造业需要加以调整和改造。现代机械制造业的主要发展趋势如下。

1. 现代机械制造业的信息化趋势

物质、能量和信息是构成制造系统的三大要素。前两个要素曾经在历史上占据着主导地

位,受到过重视、研究、开发和利用。随着知识经济的到来,信息这一要素正在迅速发展成为制造系统的主导因素,并对制造业产生实质性的影响。现代产品是其制造过程中所投入的知识和信息的物化与集成的结果,这些知识和信息被物化在产品中,影响着产品的生产成本。产品信息的质(内容)规范该产品的使用价值,而产品信息的量则度量其交换价值。另外,信息技术水平对制造业的组织结构和运行模式有着决定性的影响。机械制造业从手工模式发展到泰勒模式,直到现代模式,而制约和促进这一发展的基本因素是信息技术水平。适应知识经济条件下的信息技术水平的制造业的组织结构和运行模式一定会在探索中形成。

2. 现代机械制造业的服务化趋势

今天的机械制造业正在演变为某种意义上的服务业。工业经济时代大批量生产条件下的“以产品为中心”正在转变为“以顾客为中心”。一种“顾客化大生产(mass customized manufacturing)”的模式正在确立。在这种模式下,借助于分布式、网络化的制造系统,在大批量生产条件下生产各个顾客的不同需求的产品,这样既可以满足顾客的个性化要求,又能实现高效率、高效益生产和高质量、低价格目标。今天,机械制造业所考虑和操作的不仅是产品的设计与生产,而且还包括市场调查,产品开发或改进,生产制造,销售,售后服务,产品报废、解体和回收的全过程,涉及产品的整个生命周期,体现了制造业全方位地为顾客服务、为社会服务的宗旨。

3. 现代机械制造业的高技术化趋势

促进机械制造业发展的有信息技术、自动化技术、管理科学、计算机科学、系统科学、经济学、物理学、数学、生物学等。机械制造业的主要发展方向如下。

(1)切削加工技术的研究。切削加工是机械制造的基础方法。切削加工约占机械加工总量的95%左右,目前其水平是:陶瓷轴承主轴的转速已达 $15\,000\sim 50\,000\text{ r/min}$,采用直流电动机的数控进给速度可达每分钟数十米,高速磨削的切削速度可达 $100\sim 150\text{ m/s}$ 。要研究新的刀具材料、提高刀具的可靠性和切削效率、研制柔性自动化用的刀具系统和刀具在线监测系统,还需要进行切(磨)削机理的研究。

(2)精密、超精密加工技术和纳米加工技术的研究。精密、超精密加工技术在高科技领域和现代武器制造中占有非常重要的地位。目前精密、超精密加工技术的情况是:日本大阪大学和美国LLL实验室合作研究超精密切削时,成功地实现了 1 nm 切削厚度的稳定切削;中小型超精密机床的发展已经比较成熟和稳定,美、英等国还研制出了几台具有代表性的大型超精密机床,可完成超精密车削、磨削和坐标测量等工作,机床的分辨率可达 0.7 nm ,这是现代机床的最高水平。精密、超精密加工技术和纳米加工技术方面的研究工作主要有微细加工技术、电子束加工技术、纳米表面的加工技术(原子搬运、去除和重组)、纳米级表面形貌和表层物理力学性能检测、纳米级微传感器和控制电路、纳米材料及超微型机械等的研究。

(3)先进制造技术的研究。先进制造技术是机械制造最重要的发展方向之一。目前,计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)、柔性自动化制造技术(包括计算机数控、加工中心、柔性制造单元、柔性制造系统等)在各发达国家已经得到生产和应用,而计算机集成制造系统正处于研究和试用阶段。最近还提出了有关生产组织管理的指导性的“精益生产(lean production)”模式以及敏捷制造(agile manufacturing)技术。后者是基于Internet网络技术而实施的基层单位计算机管理和自动化、计算机仿真和制造过程的虚拟技术,以及异地设计、异地制造和异地装配

等。先进制造技术的研究已经取得了显著的成效,今后它必将在原有基础上得到迅速发展和推广应用。

五、本课程的性质、特点、研究内容及学习目的

“机械制造工艺与夹具设计”是一门机械类专业的主干专业课,它以实现产品质量为主线,融入了工件的装夹、夹具、尺寸链计算、机械加工工艺规程设计方法、机械装配工艺规程设计方法、典型零件加工工艺设计等内容。本书强调学以致用、理论联系实际,注重学生机械制造技术应用能力与工程素养两个方面的培养,旨在提高学生解决生产一线实际问题的能力。

涉及面广,实践性、综合性强,灵活性大是本课程的最大特点。在学习本课程时,要重视实践性教学环节。金工实习、生产实习是学习本课程的实践基础,不能忽视。本课程的综合实验和课程设计是重要的实践性教学环节,它们不仅可以帮助学生牢固掌握知识,培养学生综合应用知识的能力,而且有利于学生将知识转化为技术应用能力。生产中的实际问题往往是千差万别的。生产的产品不同、批量不同、现场生产条件不同,则产品的制造方法也不同。

通过对本课程的学习,学生能够掌握工艺的基本理论,机械加工和装配工艺规程的制订原则、步骤和方法,并能结合具体条件制订出工艺上可行、经济上合理的工艺规程;了解影响加工质量的各种因素,学会分析研究加工质量的方法;掌握机床夹具的设计原理和方法;了解当前制造技术的发展,培养善于分析、总结实际生产中的先进经验,吸收国内外新技术、新工艺和新方法,并用于解决实际问题的能力;培养对具体工艺问题进行综合分析和试验的能力;处理质量、成本和生产效益这三者的辩证关系,以求在保证质量的前提下获得最好的经济效益。

第1章

机床夹具概述

知识目标

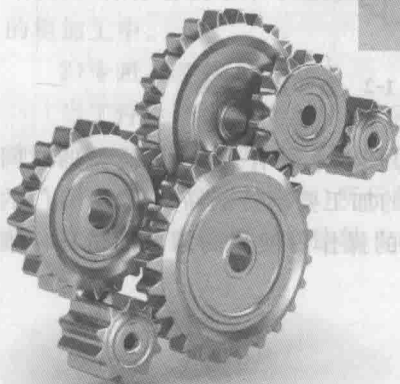
- (1)掌握工件的装夹方法。
- (2)了解机床夹具的作用、组成及类型。

能力目标

- (1)能认识各类夹具。
- (2)能讲述一副机床专用夹具的各个组成部分及其作用。

在机械制造过程中,为了保证加工质量、提高生产率、降低生产成本、实现生产过程自动化,除了金属切削机床外,还需要使用各种工艺装备(简称工装),如夹具、刀具、量检具及其他辅助工具等。

要固定工件,使工件相对于机床或刀具有确定的位置,以完成工件的加工和检验,则需要使用夹具。夹具广泛应用于机械加工、装配、检验、焊接、热处理及铸造等工艺中。金属切削机床上使用的夹具称为机床夹具,在装配中使用的夹具称为装配夹具。夹具还有检验夹具、焊接夹具等。工件在机床夹具中的位置精度直接影响着工件的加工精度。机床夹具在机械加工中占有十分重要的地位。



1.1 工件的装夹方法

1. 装夹的概念

为了达到图纸规定的加工要求,在加工前必须将工件装好、夹牢,这一过程称为工件的装夹。

把工件装好称为定位。加工时,为了使工件的加工表面获得规定的尺寸和位置精度,必须使工件在机床上或夹具中占有某一正确的位置,这一过程称为定位。位置正确与否要用能否满足加工要求来衡量。能满足加工要求的位置为正确位置,不能满足加工要求的位置为不正确位置。

把工件夹牢,将工件定位后的位置固定称为夹紧。在加工过程中,工件在各种力的作用下应能够保持正确位置且始终不变,这是夹紧的目的。

至于定位与夹紧的先后顺序,一般是先定位再夹紧,也有定位和夹紧同时完成的。

工件的装夹是指工件的定位和夹紧。工件的装夹过程就是工件在机床上或夹具中定位和夹紧的过程。工件在机床上装夹好后才能加工。装夹是否正确、稳固、迅速和方便对加工质量、生产率和经济性均有较大的影响。

2. 装夹的方法

在生产中常用的两种装夹方法是找正装夹和专用夹具装夹。

1) 找正装夹

找正装夹可分为直接找正装夹和划线找正装夹。

(1) 直接找正装夹。

工件定位时,用百分表、划针或采用目测法直接在机床上找正工件上的某一表面,使工件处于正确的位置,这种装夹方式称为直接找正装夹。图 1-1 所示为套筒零件。为了保证磨孔时的加工余量均匀,先将套筒预夹在四爪单动卡盘中,用百分表找正内孔表面,使内孔轴线与机床主轴回转中心同轴,然后夹紧工件,如图 1-2 所示。

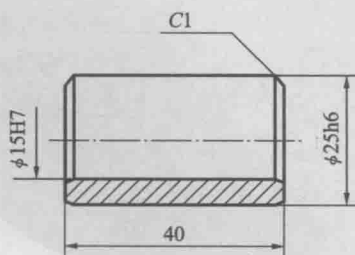


图 1-1 套筒

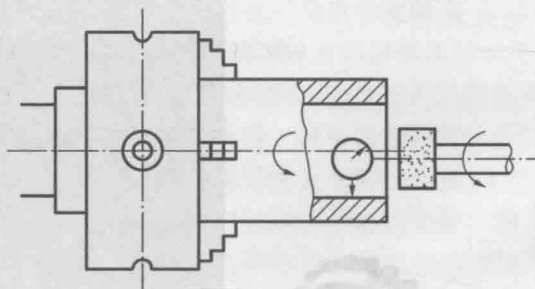


图 1-2 直接找正装夹

直接找正装夹的定位精度与所用量具的精度和操作者的技术水平有关,找正所需的时间长,结果也不稳定,故只适用于单件小批量生产。但是当工件的加工要求特别高,又没有专门的高精度设备时,可以采用这种装夹方式,此时必须由技术熟练的操作者使用高精度的量具仔细

地操作。

(2) 划线找正装夹。

划线找正装夹是先按加工表面的要求在工件上划出中心线、对称线或各待加工表面的加工线,然后加工时在机床上按线找正,以获得工件的正确位置。图 1-3 所示为在牛头刨床上按划线找正的方式装夹工件,操作方法是:首先将划针针尖对准工件某处的加工线,然后沿工件四周移动划针,查看划针针尖偏离划线的情况,在工件底面垫上适当厚度的纸片或铜片进行调整,直到加工线各处均对准针尖为止。对于较重的工件,也可将工件支承在四个千斤顶上,通过调整千斤顶的高度来获得工件的正确位置。

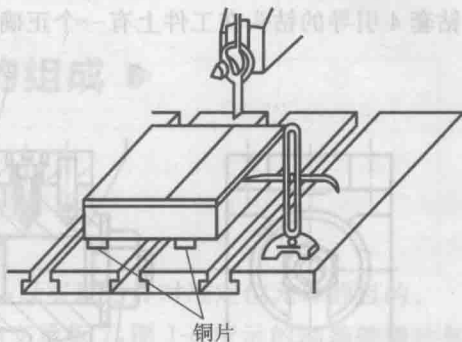


图 1-3 在牛头刨床上按划线找正的方式装夹工件

图 1-4(a)所示为过渡套钻孔工序图。先划好过渡套钻孔的位置线,然后按划线找正的方式将过渡套装夹在平口钳上,使麻花钻的轴线对准加工线,如图 1-4(b)所示。

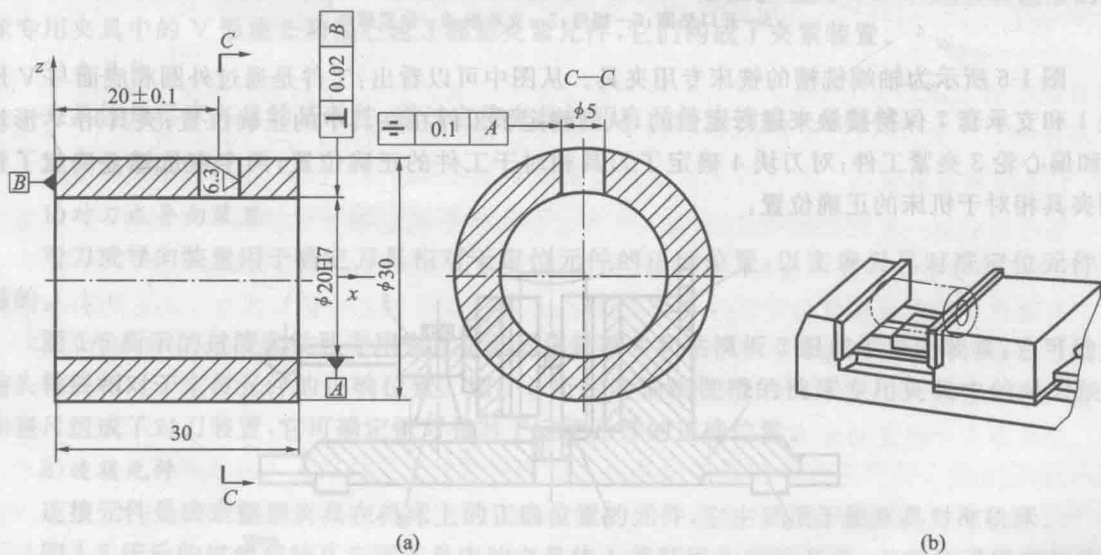


图 1-4 在平口钳上按划线找正的方式装夹工件

划线找正装夹不需要专用设备,但受划线精度的限制,定位精度比较低,生产效率低,劳动强度大,操作者技术水平要求高,还需增加划线工序,多用于小批量、毛坯精度较低及大型零件的粗加工中。

2) 专用夹具装夹

当工件生产批量较大时,若采用找正装夹,则效率低,强度大,精度不高,这显然是行不通的,因此必须采用专用夹具装夹工件。

图 1-5 所示为图 1-4(a)所示的过渡套在钻孔时所使用的专用夹具。从图中可以看出:工件是通过内孔和左端面与定位轴 2 和支承板 7 保持接触来进行定位的,从而确定了工件在夹具中

的正确位置;夹具用螺母 6 和开口垫圈 5 夹紧工件;固定钻套 4 引导钻头在工件上钻孔。固定钻套 4 的轴线到支承板 7 的距离是根据工件上孔中心到左端面的距离来确定的,这样保证了由固定钻套 4 引导的钻头在工件上有一个正确的加工位置,并且在加工时又能防止钻头的轴线引偏。

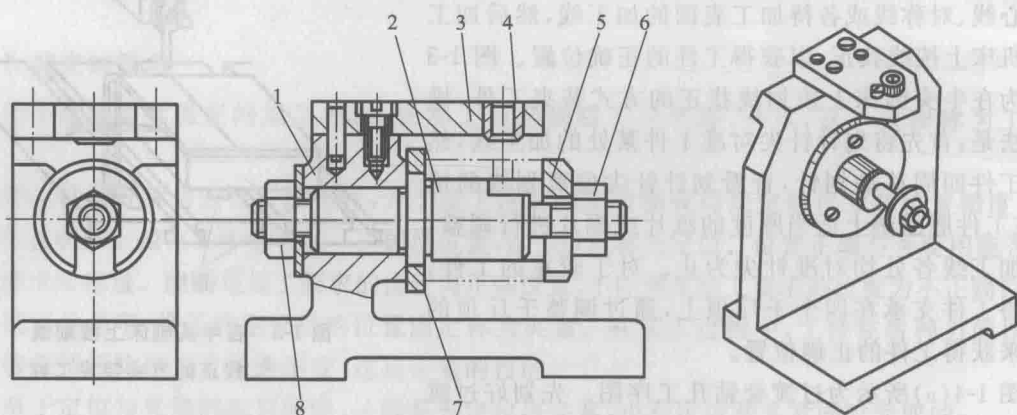


图 1-5 过渡套钻孔专用夹具

1—夹具体;2—定位轴;3—钻模板;4—固定钻套;
5—开口垫圈;6—螺母;7—支承板;8—锁紧螺母

图 1-6 所示为轴端铣槽的铣床专用夹具。从图中可以看出:工件是通过外圆和底面与 V 形块 1 和支承套 7 保持接触来进行定位的,从而确定了工件在夹具中的正确位置;夹具用 V 形块 2 和偏心轮 3 夹紧工件;对刀块 4 确定了刀具相对于工件的正确位置;两个定位键 6 确定了整副夹具相对于机床的正确位置。

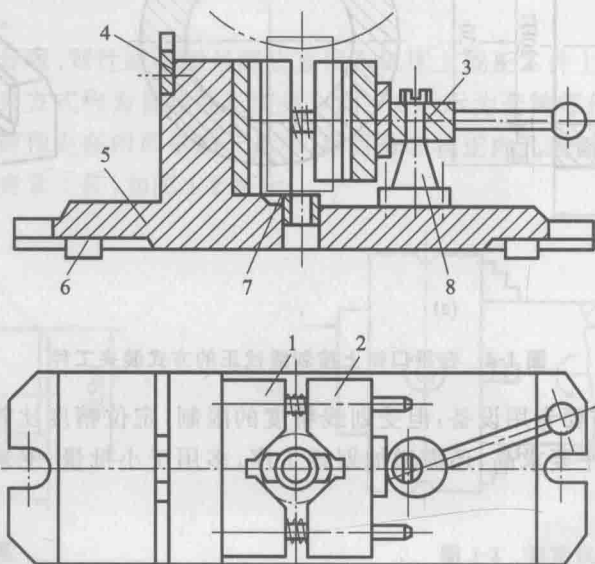


图 1-6 轴端铣槽的铣床专用夹具

1,2—V 形块;3—偏心轮;4—对刀块;5—夹具体;
6—定位键;7—支承套;8—支架

使用夹具装夹工件时,工件在夹具中能迅速而正确地定位与夹紧,不需要找正就能保证工件与刀具间的正确位置。专用夹具装夹生产率高、定位精度好,广泛用于成批以上的生产中。

1.2 机床夹具的组成

1. 基本组成部分

1) 定位元件

定位元件的作用是使工件在夹具中占据正确的位置,以实现工件对准定位元件的目的。

图 1-5 所示的过渡套钻孔专用夹具中的定位轴 2 和支承板 7,图 1-6 所示的轴端铣槽的铣床专用夹具中的 V 形块 1 和支承套 7 都是定位元件,它们可使工件在夹具中占据正确的位置。

2) 夹紧装置

夹紧装置的作用是将工件压紧、夹牢,保证工件在加工过程中受各种力作用时不离开已经占据的正确位置。

图 1-5 所示的过渡套钻孔专用夹具中的螺母 6 和开口垫圈 5,图 1-6 所示的轴端铣槽的铣床专用夹具中的 V 形块 2 和偏心轮 3 都是夹紧元件,它们构成了夹紧装置。

3) 夹具体

夹具体是机床夹具的基础件,通过它将夹具的所有元件连接成一个整体。

2. 其他组成部分

1) 对刀或导向装置

对刀或导向装置用于确定刀具相对于定位元件的正确位置,以实现刀具对准定位元件的目的。

图 1-5 所示的过渡套钻孔专用夹具中的固定钻套 4 和钻模板 3 组成了导向装置,它可确定钻头轴线相对于定位元件的正确位置。图 1-6 所示的轴端铣槽的铣床专用夹具中的对刀块 4 和塞尺组成了对刀装置,它可确定铣刀相对于定位元件的正确位置。

2) 连接元件

连接元件是确定整副夹具在机床上的正确位置的元件,它主要用于使夹具对准机床。

图 1-5 所示的过渡套钻孔专用夹具中的夹具体 1 的底面为安装基面,它保证了固定钻套 4 的轴线垂直于钻床工作台,以及定位轴 2 的轴线平行于钻床工作台。因此,夹具体 1 可兼作连接元件。

图 1-6 所示的轴端铣槽的铣床专用夹具中,除了夹具体 5 的底面可作为安装基面外,还有两个定位键 6 可确定夹具在铣床工作台上的正确位置,此时夹具体 5 和定位键 6 均为连接元件。

此外,车床夹具上的过渡盘等也是连接元件。

3) 其他装置或元件

其他装置或元件是夹具因特殊需要而设置的装置或元件。如果需要加工按一定规律分布的多个表面时,夹具常设置分度装置;为了能方便、准确地定位,夹具常设置预定位装置;对于大型夹具,常设置吊装元件等。