



普通高等教育“十一五”规划教材

工程训练

(制造技术实习部分)

◎刘世平 贝恩海 主编 ◎杨家军 主审



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

普通高等教育“十一五”规划教材

工程训练

(制造技术实习部分)

主 编 刘世平 贝恩海
副主编 田文峰 杨 清 赵 轶 李海艳
主 审 杨家军

华中科技大学出版社

中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

工程训练(制造技术实习部分)/刘世平 贝恩海 主编. —武汉:华中科技大学出版社,
2008年9月

ISBN 978-7-5609-4826-3

I. 工… II. ①刘… ②贝… III. 机械制造工艺-高等学校-教材 IV. TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 121357 号

工程训练(制造技术实习部分)

刘世平 贝恩海 主编

策划编辑:万亚军

责任编辑:刘 勤

责任校对:李 琴

封面设计:范翠璇

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:湖北恒泰印务有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

版次:2008年9月第1版

ISBN 978-7-5609-4826-3/TH·181

印张:23.25 插页:1

印次:2008年9月第1次印刷

字数:405 000

定价:34.80 元

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本书的编写是为了满足综合工程实训中心开展制造技术实习教学的需要,书中汇集了作者们多年的金工实习教学经验以及多项教学改革项目成果。本书内容包括金属材料及热处理、铸造、锻压、焊接、机械加工常识、车工、铣工、刨工、磨工、钳工、特种加工、数控加工、数控雕刻、工业机器人等。

本书提供了各实训环节的实习报告。为了适应双语教学需要,本书在正文中提供了大量英文专业术语,在每章还设计了取自原版教材的英文材料翻译作业。

本书可供高等学校机类及近机类专业学生使用,亦可供高职、高专相近专业学生使用,还可供工程技术人员参考。

前 言

随着科学技术的快速发展,科学知识的更新日益加快,学科门类之间互相渗透融合,“工程训练”这门高等院校工科学生必修的实践性很强的课程也在发生着巨大变化。为了适应这些变化,配合柔性模块化工程实训教学,我们组织编写了这本教材。本教材注重基础制造工艺与现代制造工艺的有机融合,旨在帮助学生了解一般的生产制造过程,熟悉常见的制造方法与设备的原理、结构,了解现代制造的发展趋势,初步掌握典型加工方法所需要的操作能力,具备基本的工艺设计能力。

本书在内容编排上强调以案例为引导,分析与指导相结合,各章节都尽可能以工程实际中的典型工件为实例,在满足教学知识点要求的基础上,注重理论与实际相结合、设计与工艺相结合、零散与系统相结合;编写中,力求书中内容与现场相对应,强调实用、简练、图形清晰、便于自学和考核;在内容组织上,注意优化传统制造技术内容,强化先进制造技术的地位和确定适当的内容比例。每章后还附有实习报告,便于学生明确实训要求与章节重点。

双语教学是当前的新潮流,本教材在正文中提供了一些重要技术术语的英文翻译;在各章节的实习报告中,还有全部取自英文原版教材的专业材料,以供翻译练习。

本书由刘世平、贝恩海任主编,田文锋、杨清、赵轶、李海艳任副主编。参加编写的人员还有朱虹、彭贵荣、彭中尼、汪陵华、廖超、王锦春、王伟利、胡华中、张国材、邓小山、文启俊、严志伟、李智勇、全宗宇、陈文镔、周旻、李平等。严伯银、舒永红、黄海鱼、唐东等给予了大力协助。华中科技大学机械制造技术基础课程组的各位老师对本书的编写也提出了不少中肯、宝贵的意见。现代教育技术中心的夏志强老师参与了现场图片的摄制与处理工作。张波、何杨、刘方俊、邱中举、肖玲、蒙顺金、杨志林、郭玉刚、周峰、李雄、谭经耀、梅文婷、沈强、张喆轩、田伟、陈周昊等同学参与了插图的绘制等工作。在此一并致以诚挚的谢意!

本书参考和引用了不少同类教材和资料,在此也向相关的作者表示衷心的感谢!

本书由华中科技大学金工实践教学指导委员会主任杨家军教授主审,并对本书的编写给予了不少指导性意见,在此表示衷心感谢!

本书的编写也得到了华中科技大学工程实训中心主任汪春华副研究员的大力支持与指导,特致以衷心的感谢!

限于编者水平,本书难免存在错误及不当之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2008 年于武汉

目 录

第 1 章 制造过程概论与金工实习动员	(1)
1.1 实习的目的和意义	(1)
1.2 制造一般过程与实习内容	(1)
1.3 本课程的学习方法	(7)
1.4 实习注意事项	(7)
1.5 实习考核参考评分标准	(8)
实习报告 1-1	(11)
第 2 章 工程材料及热处理	(13)
2.1 工程材料概论	(13)
2.2 常用金属材料	(14)
2.3 常用非金属材料	(23)
2.4 钢的热处理	(24)
2.5 热处理实习操作指导	(29)
实习报告 2-1	(31)
第 3 章 铸造	(33)
3.1 铸造概论	(33)
3.2 砂型铸造	(34)
3.3 特种铸造	(45)
3.4 金属的熔炼与浇注	(50)
3.5 铸件浇注、落砂、清理与缺陷分析	(52)
3.6 常见铸件缺陷	(53)
3.7 铸造实习安全操作规程	(57)
实习报告 3-1	(59)
第 4 章 锻压	(61)
4.1 坯料的加热和冷却	(61)
4.2 锻造成形	(64)
4.3 板料冲压	(76)
4.4 先进塑性成形加工工艺	(82)
4.5 锻压实习安全操作规程	(88)
实习报告 4-1	(89)
第 5 章 焊接	(93)
5.1 焊接概论	(93)
5.2 手工电弧焊	(94)

5.3	气体保护电弧焊	(100)
5.4	气焊与气割	(101)
5.5	电阻焊	(107)
5.6	其他焊接方法	(109)
5.7	焊接实习安全操作规程	(113)
	实习报告 5-1	(115)
第 6 章	机加工常识	(119)
6.1	机械加工质量	(119)
6.2	切削加工基础	(121)
6.3	常用量具	(124)
	实习报告 6-1	(131)
第 7 章	车削	(133)
7.1	普通车床概述	(133)
7.2	C6132A 车床的组成及其功用	(135)
7.3	切削用量选择	(137)
7.4	车刀基本知识	(139)
7.5	工件的安装及所用附件	(143)
7.6	基本车削方法	(148)
7.7	车床安全操作规程	(157)
	实习报告 7-1	(159)
第 8 章	刨削、铣削和磨削	(163)
8.1	刨削	(163)
8.2	铣削	(166)
	实习报告 8-1	(183)
8.3	磨削	(187)
	实习报告 8-2	(197)
第 9 章	钳工	(199)
9.1	钳工概论	(199)
9.2	钳工划线	(200)
9.3	手工锯切	(206)
9.4	锉削	(209)
9.5	钻孔、扩孔和铰孔	(212)
9.6	攻螺纹、套螺纹	(217)
9.7	錾削与刮削	(219)
9.8	装配	(223)
9.9	台钻拆装	(228)
9.10	钳工实习安全操作规程	(231)
	实习报告 9-1	(233)
第 10 章	特种加工	(237)
10.1	快速成形	(237)

10.2 数控电火花线切割.....	(240)
10.3 激光标刻.....	(246)
实习报告 10-1	(249)
第 11 章 数控加工基础	(253)
11.1 数控机床.....	(253)
11.2 数控编程.....	(260)
实习报告 11-1	(271)
第 12 章 数控车削	(273)
12.1 数控车床.....	(273)
12.2 数控车床的操作基础.....	(275)
12.3 准备功能指令(G 代码).....	(282)
12.4 数控车床操作规程.....	(298)
实习报告 12-1	(299)
第 13 章 数控铣削	(301)
13.1 数控铣床加工.....	(301)
13.2 加工中心加工.....	(321)
13.3 数控雕刻.....	(330)
实习报告 13-1	(339)
第 14 章 工业机器人示教编程	(343)
14.1 实习装置简介.....	(343)
14.2 示教编程器.....	(344)
14.3 简单的示教和再现步骤.....	(349)
14.4 机器人示教实习操作规程.....	(357)
实习报告 14-1	(359)
参考文献.....	(361)

第 1 章 制造过程概论与金工实习动员

1.1 实习的目的和意义

一个国家制造业的发展水平综合反映了这个国家的发达程度和经济实力。制造业在我国的经济增长中扮演了重要角色,其增加值占国民生产总值(GNP)的比重在 40%以上。20 世纪 90 年代以来,我国制造业的出口占出口总额的比重一直维持在 80%以上,贴有“中国制造”标签的商品似乎无处不在。我国现已成为世界性的制造大国,但是我国制造业的发展水平与发达国家制造业的发展水平仍相差 15 年左右,具体表现在自主知识产权产品较少,核心零部件还依赖进口,一些高、精、尖的产品如大型干线飞机、高端电脑芯片等,目前还不能制造。作为未来的工程师,应当树立把我国建设成世界制造强国的雄心壮志,认真学习工程知识,培养工程意识,提高创新能力和工程实践能力。

制造技术实习(金工实习)作为一个重要的实践性教学环节,是大机械类专业及专业基础课程课堂教学的必要前提,也是高等院校各专业学生了解工程知识,提高综合素质,培养动手能力的重要课程。同学们通过在实习过程中观看制造系统现场及演示,进行独立操作和相关的设计、工艺训练,可以达到如下目的:

- (1) 了解机械制造方面的实践知识,建立机械制造过程的基本概念,了解毛坯制造和零件切削加工的主要方法,为学习后续相关课程奠定必要的基础;
- (2) 了解与零件加工有关的设备、附件、刀具、工具的结构、性能、用途及其使用方法,培养使用设备和工具的能力,为今后从事机械制造和设计方面的工作打下一定的实践基础;
- (3) 培养学生成为工程技术人员所应具备的思想作风、团队精神、创新意识、安全生产意识、环境保护意识,通过实习,要在劳动观念、组织纪律性、理论联系实际和工作作风等方面得到一定的培养与锻炼。

1.2 制造一般过程与实习内容

1.2.1 制造一般过程

制造过程是指将一些原材料或半成品变成特定产品的一系列过程,制造技术则是指制造过程中所使用的各种成形与加工工艺方法。制造业可分为两种类型:离散型制造和连续型制

造。连续型制造是以连续不间断的方式制造产品,如化肥的生产、钢板的轧制等。离散型制造则以断续的方式生产产品,如发动机、自行车的生产等。本书所提及的制造及制造过程一般指离散型制造。离散型机械制造一般过程和所使用的相关制造技术如图 1-1 所示。

从图 1-1 可以看出,机械制造一般过程主要由材料成形、加工工艺、材料改性与防护、部件和整机装配、检测与质量监控、包装与储运等环节组成。这些环节按功能不同,主要分为三类:第一类是直接改变工件的形状、尺寸、性能以及决定零件相互位置关系的加工过程,如毛坯制造、机械加工、热处理、表面处理、装配等,它们直接创造附加价值;第二类是检测、生产计划与控制等运作管理活动,它们并不独立构成工艺过程,而是通过提高第一类工艺过程的技术水平及质量来发挥作用;第三类如搬运、储存、包装等辅助工艺过程,它们间接创造附加价值。

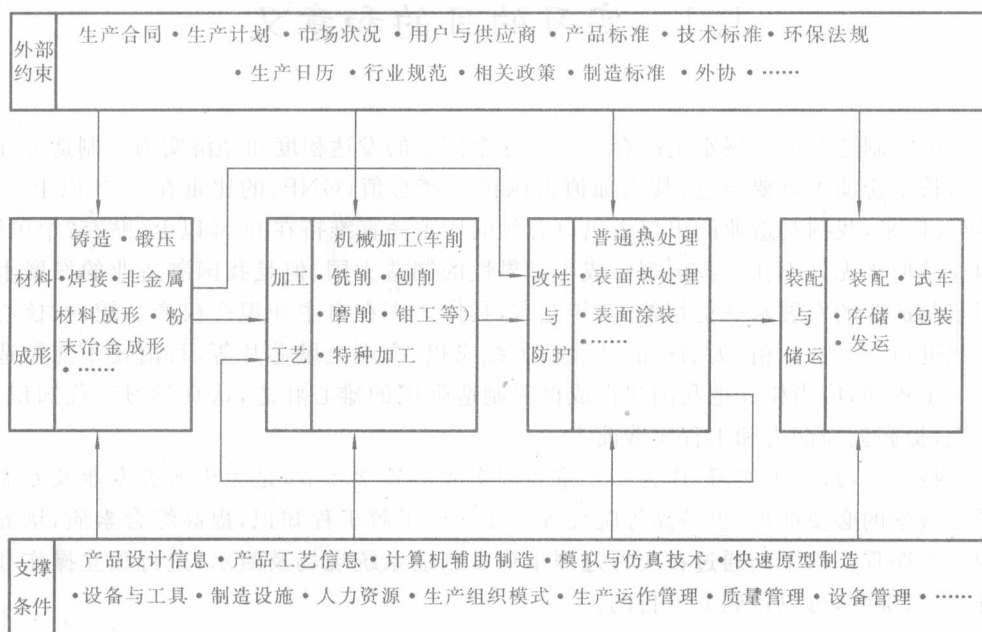


图 1-1 制造过程基本流程

制造技术可分为基础制造技术和现代制造技术两大类。基础制造技术是指已经发展了几十年甚至几百年的常规制造工艺。现代制造技术则是在基础制造技术基础上不断吸收机械、电子、信息、材料、通信等技术成果而发展起来的,如精密和超精密加工技术、精密成形技术、数控加工技术、激光加工技术、电加工、超声加工、高压水加工、快速原型制造技术等。基础制造技术与现代制造技术是相对而言的,随着技术的不断进步以及相关设备成本的不断下降,原来属于现代制造技术范畴的一些技术与设备正在成为基础性的制造技术,成为一般工厂所广泛使用的技术。一些原来属于基础制造技术范畴的技术与设备,通过更新换代,也或多或少地具有了部分现代制造技术的一些特征。

制造技术实习,因各个学校的情况不同而有所不同,一般包括铸造、锻造与冲压、焊接、切削加工、装配、数控技术、特种加工等内容。

1.2.2 铸造

铸造是将金属熔炼成符合一定要求的液体并浇进铸型,经冷却凝固、清整处理后得到有预定形状、尺寸和性能的铸件的工艺过程。它是现代机械制造工业的基础工艺之一。铸造是比

较经济的毛坯成形方法,对于形状复杂的零件,如汽车发动机的缸体、缸盖,船舶的螺旋桨及精致的艺术品等,更能显示出它的经济性。有些难以切削的零件,如燃气轮机的镍基合金零件不用铸造方法无法成形。

铸造是人类掌握比较早的一种金属热加工工艺,至今已有约六千年的历史。进入20世纪后,铸造业的发展速度很快,一方面是需求的拉动和技术的进步,要求铸件的各种力学、物理性能更好,同时仍具有良好的机械加工性能;另一方面是机械工业本身和其他行业(如化工、仪表、计算机等)的发展,给铸造业创造了有利的技术条件。

铸造生产有与其他工艺不同的特点,主要是适应性广、需用材料和设备多、污染环境等。铸造生产会产生粉尘、有害气体和噪声,对环境的污染比其他机械制造工艺更为严重,需要采取相关措施进行控制。

铸造业发展的趋势是要求铸件有更好的综合性能,更高的精度,更少的余量和更光洁的表面。此外,节能的要求和社会对保护自然环境的呼声也越来越高。为满足这些要求,新的铸造合金将得到开发,冶炼新工艺和新设备将相继出现。

在不断提高铸造生产机械化、自动化程度的同时,将更多地向柔性生产方面发展,以提高对不同批量和多品种生产的适应性。节约能源和原材料的新技术将会得到优先发展,少产生或不产生污染的新工艺、新设备将首先受到重视。质量控制技术在各道工序的检测和无损探伤、应力测定方面,将有新的发展。

1.2.3 锻造

锻造是利用锻压机械的锤头、砧块、冲头或通过模具对坯料施加压力,使之产生塑性变形,从而获得所需形状和尺寸的制件的成形加工方法。锻压是锻造和冲压的统称,锻压是通过施加外力使金属进行塑性流动而制成所需形状的工件。金属受外力产生塑性流动后体积不变,而且金属总是向阻力最小的方向流动。生产中,常根据这些规律控制工件形状,实现锻粗、拔长、扩孔、弯曲、拉深等变形。锻压和轧制、拔制等都属于塑性加工(或称压力加工)。但锻压主要用于生产金属制件,而轧制、拔制等主要用于生产板材、带材、管材、型材和线材等通用性金属材料。

人类在新石器时代末期,已开始以锤击天然红铜来制造装饰品和日用品。最初,人们靠抡锤进行锻造,后来通过畜力和水力方法锻打坯料。1842年,英国的内史密斯制成第一台蒸汽锤,使锻造进入应用动力的时代。20世纪初期,随着汽车开始大量生产,热模锻工艺迅速发展,成为锻造的主要工艺。热模锻压力机、平锻机和无砧锻锤逐渐取代了普通锻锤,提高了生产率,减小了振动和噪声。随着锻坯少氧化加热技术、高精度和高寿命模具、热挤压、成形轧制等新锻造工艺和锻造操作机、机械手及自动锻造生产线的发展,锻造生产的效率 and 经济效益不断提高。

未来锻压工艺将向着提高锻压件的内在质量,发展精密锻造和精密冲压技术,研制生产率和自动化程度更高的锻压设备和生产线,发展柔性锻压成形系统,发展新型锻压材料和加工方法等方面发展。

1.2.4 冲压

冲压是靠压力机和模具对板材、带材、管材和型材等施加外力,使之产生塑性变形或分离,从而获得所需形状和尺寸的工件(冲压件)的成形加工方法。冲压的坯料主要是热轧和冷轧的

钢板、钢带。

在全世界的钢材中,60%~70%是板材,其中大部分经过冲压制成成品。汽车的车身、底盘、油箱、散热器片,锅炉的汽包,容器的壳体,电机、电器的铁芯(硅钢片)等都是应用冲压工艺加工的。在仪器仪表、家用电器、自行车、办公机械、生活器皿等产品中,也有大量冲压件。

冲压件与铸件、锻件相比,具有薄、匀、轻、强的特点。应用冲压工艺可制造出其他方法难以制造的带有加强肋、起伏或翻边的工件。由于采用精密模具,工件精度可达微米级,且重复精度高、规格一致,可以冲压出孔窝、凸台等。冷冲压件一般不再经切削加工,或仅需要少量的切削加工。热冲压件精度和表面状态低于冷冲压件,但仍优于铸件、锻件,切削加工量少。

冲压是高效的生产方法,一般每分钟可生产数百件。采用复合模,尤其是多工位级进模,可在一台压力机上完成多道冲压工序,实现全自动生产。

模具的精度和结构直接影响冲压件的成形和精度。模具制造成本和寿命则是影响冲压件成本、质量的重要因素。模具的设计和制造需要较多的时间,这就延长了新冲压件的生产准备时间。但随着数控加工工艺装备,特别是快速原型制造技术的产生和快速发展,大大减少了模具设计和制造所需的时间。另外,模座、模架、导向件的标准化,简易模具(供小批量生产)、复合模、多工位级进模(供大量生产)及快速换模装置的研制,可减少冲压生产准备工作量 and 时间,能使适用于大批量生产的先进冲压技术合理地应用于小批量、多品种的生产。

冲压生产劳动条件好,生产成本低,可在短暂时间内完成多道冲压工序,但常易发生人身、设备和质量事故。因此,冲压加工工艺中一个非常重要的问题是安全生产。

1.2.5 焊接

焊接是通过加热、加压或两者并用,使两工件产生原子间结合使之连接的加工工艺。焊接应用广泛,既可用于金属,也可用于非金属。金属焊接方法有40种以上,主要分为熔焊、压焊和钎焊三大类。

焊接件比铆接件、铸件和锻件质量轻,应用于交通运输工具的制造可以减轻其自重,节约能量。焊接工艺的密封性好,适于制造各类容器。发展联合加工工艺,使焊接与锻造、铸造相结合,可以制成大型、经济合理的铸焊结构和锻焊结构,经济效益很高。采用焊接工艺能有效利用材料,焊接结构可以在不同部位采用不同性能的材料,充分发挥各种材料的特长,达到经济、优质。焊接已成为现代工业中一种不可缺少,而且日益重要的加工工艺方法。

在成形工艺中,焊接比铸造、锻压工艺起步晚,但发展速度很快。钢铁焊接结构的产量约占钢材产量的45%,铝和铝合金焊接结构产量占铝和铝合金产量的比重也在不断增加。

未来的焊接工艺,一方面要研制新的焊接方法、焊接设备和焊接材料,以进一步提高焊接质量和可靠性;另一方面要提高焊接机械化和自动化水平,如实现数字控制,在自动焊接生产线上,推广、扩大数控的焊接机械手和焊接机器人,从而提高焊接生产水平,改善焊接卫生、安全条件。

1.2.6 切削加工

切削加工是用切削工具,把坯料或工件上多余的材料去除,使工件获得规定的几何形状、尺寸和表面质量的加工方法。

切削加工是机械制造中最主要的加工方法。虽然毛坯制造精度不断提高,精铸、精锻、挤

压、粉末冶金等加工工艺的应用日益广泛,但由于切削加工的适应范围广,且能达到很高的精度和很低的表面粗糙度,在机械制造工艺中仍占有重要地位。

切削加工的历史可追溯到原始人创造石劈、骨钻等劳动工具的旧石器时期。由于蒸汽机和近代机床的发明,切削加工开始用蒸汽机作为动力;到19世纪70年代,切削加工中又开始使用电力作为动力。

金属材料的切削加工有许多分类方法,常见的有按工艺特征分类、按材料切除率和加工精度分类、按表面成形方法分类三种分类方法。

(1) 按工艺特征,切削加工一般可分为车削、铣削、钻削、镗削、铰削、刨削、插削、拉削、锯切、磨削、研磨、珩磨、超精加工、抛光、齿轮加工、蜗轮加工、螺纹加工、超精密加工、钳工和刮削等。

(2) 按材料切除率和加工精度,切削加工可分为粗加工、半精加工、精加工、精整加工、修饰加工、超精密加工等。

(3) 按表面形成方法,切削加工可分为轨迹法、成形法、展成法、相切法四类。

随着机床和刀具的不断发展,切削加工的精度、效率和自动化程度不断提高,应用范围也日益扩大,从而大大促进了现代机械制造业的发展。特别是随着计算机技术的突飞猛进,数控机床在切削加工的应用越来越广泛。

基于零件加工批量与生产成本的关系及大量应用实践,一般来讲,通用机床适用于生产结构不太复杂,精度相对较低,加工余量不稳定,生产批量又较小的零件;专用机床适用于生产批量很大,在通用机床上加工时必须制造复杂的专用工装、加工过程中需要做长时间调整、生产率很低或劳动强度很大的零件;数控机床特别适合于加工形状复杂,加工精度要求高,用通用机床无法加工或虽然能加工但很难保证产品质量的零件,用数学模型描述的复杂曲线或曲面轮廓零件,难测量、难控制进给、难控制尺寸的不开敞内腔的壳体或盒形零件,能够在一次装夹中合并完成铣、镗、钻、螺纹等多工序的零件,以及产品更新频繁、生产周期短的场合。

切削加工质量主要是指工件的加工精度和表面质量(包括表面粗糙度、残余应力和表面硬化等)。随着技术的进步,切削加工的质量不断提高。18世纪后期,切削加工精度以毫米计;20世纪初,切削加工的精度最高已达0.01 mm;到20世纪50年代,切削加工精度已达微米级;到20世纪70年代,切削加工精度又提高到0.1 μm 。

影响切削加工质量的因素主要有机床、刀具、夹具、工件毛坯、工艺方法和加工环境等。要提高切削加工质量,必须针对上述各种因素采取适当措施,如减小机床工作误差,正确选用切削工具,提高毛坯质量,合理安排工艺,改善加工环境等。

1.2.7 装配

装配是按规定的技术要求、合理的程序和正确的工具,将零件、部件进行配合和连接,使之成为半成品或成品的工艺过程。

机械产品一般由许多零件和部件组成。零件是机械制造的最小单元,如一根轴、一个螺钉等。部件是两个或两个以上零件组合成的机器的一部分。

按照装配程序划分,装配分为部件装配和总装配。部件装配是将达到图纸要求的若干个零件,按规定的技术要求,按部装图纸进行配合和连接的工艺过程。总装配是将达到图纸要求的若干个零部件,按规定的技术要求,按总装图纸进行配合和连接,经检验、试验达到功能要求的工艺过程。

根据生产方式和产品复杂程度的不同,装配工作一般可分为固定式装配和移动式装配。固定式装配是将产品或部件的全部装配工作,安排在固定的工作地点进行。如新产品试制,模具和夹具制造,机床、飞机制造等。移动式装配是指工作对象(部件或组件)在装配过程中,顺序地由一个工位转移到另一个工位。进行移动式装配时,常利用传送带、滚道或轨道上行走的小车来运送装配对象,所以,也称为流水线装配法。如汽车、拖拉机等产品的装配。

在装配工艺过程中有一个很重要的环节就是连接。连接是利用紧固件将零件连接起来的过程和方法。连接大致分为可拆卸连接和不可拆卸连接,螺纹连接、键连接、销连接等为可拆卸连接,焊接、铆接、过盈连接等为不可拆卸连接。常用的连接件有螺栓、螺钉、键、销、铆钉等。

产品的装配工艺一般包括以下四个过程:①装配前的准备工作;②装配工作;③调整、检验和试车工作;④修饰与包装。

1.2.8 电火花加工

电火花加工是利用浸在工作液中的两极间脉冲放电时产生的电蚀作用蚀除导电材料的特种加工方法。

1943年,苏联学者拉扎连科夫妇研究并发明了电火花加工,之后随着脉冲电源和控制系统的改进,电火花加工迅速发展起来。

按照工具电极的形式及其与工件之间相对运动的特征,可将电火花加工方式分为5类:①利用成形工具电极,相对工件作简单进给运动的电火花成形加工;②利用轴向移动的金属丝作工具电极,工件按所需形状和尺寸作轨迹运动,以切割导电材料的电火花线切割加工;③利用金属丝或成形导电磨轮作工具电极,进行小孔磨削或成形磨削的电火花磨削;④用于加工螺纹环规、螺纹塞规、齿轮等的电火花共轭回转加工;⑤小孔加工、表面合金化、表面强化等其他种类的加工。其中,线切割加工占电火花加工的60%,电火花成形加工占30%。随着电火花加工工艺的蓬勃发展,线切割加工成为先进制造工艺的标志。

电火花加工具有以下特点:能加工普通切削加工方法难以切削的材料和复杂形状的工件;加工时无切削力;不产生毛刺和刀痕沟纹等缺陷;工具电极材料毋须比工件材料硬;直接使用电能加工,便于实现自动化;加工后表面产生的变质层,在某些应用中须进一步去除;加工中要注意工作液的净化和产生的烟雾污染。

电火花加工主要用于加工具有复杂形状的类型孔和型腔的模具和零件;加工各种硬、脆材料,如硬质合金和淬火钢等;加工深细孔、异形孔、深槽、窄缝和切割薄片等;加工各种成形刀具、模具、样板及螺纹环规等工具和量具。

1.2.9 激光加工

激光加工是采用高强度、高亮度、方向性好、单色性好的相干光,通过一系列的光学系统聚焦成平行度很高的微细光束(直径几微米至几十微米),获得极高的能量密度($10^8 \sim 10^{10} \text{ W/cm}^2$)和 $10\,000^\circ\text{C}$ 以上的高温,使材料在极短的时间(千分之几秒甚至更短)内熔化甚至气化,以达到去除材料的一种加工工艺。

激光加工具有如下特点:①激光加工几乎可以用于任何工程材料;②几乎不需要任何加工工具,对刚度差的零件可实现高精度加工;③能加工深而小的微孔和窄缝,适用于精微加工;④可穿越透明介质对隔离室或真空室内的工件进行加工。

激光加工可用于打孔、切割、电子器件的微调、焊接、热处理以及激光存储等各个领域,已经在生产实践中愈来愈多地显示了它的优越性,受到广泛的重视。

1.3 本课程的学习方法

本课程通过参观、现场教学、实际操作、多媒体课堂教学、综合训练、实验、实习(实验)报告、作品考核、理论考试等多种方式开展教学。

学习本课程时要注意以下几点。

(1) 首先应高度重视安全问题。本课程与先前所学习的各课程的最大不同是教学主要在工厂环境下进行。人身安全和设备安全成为需要高度关注的问题。学生在实习时要注意遵守各项规定,注意看设备上的提示;一般实习场所还放置有相关的安全提示或操作规程展示板,请注意观看。

(2) 虽然本课程实践性非常强,现场教学主要以师傅们的言传身教为主,但课前还是应该注意预习本教材或实习前发放的各种教学资料,以提高学习效率。也可通过浏览一些高校的网络精品课程进行预习。

(3) 学生学习时还要善于观察,积极思考,将已经学过的或正在学习的理论知识应用到自己的实习中,去分析实习中所碰到的各种问题和现象。

(4) 要高度重视本教材每章末尾的实习报告或指导教师指定的作业。这些内容都是经过精心设计的,应认真对待。实习报告中的英文翻译等内容,不可能当堂完成,应在上课之前通过网络或图书馆查阅相关资料来完成。

(5) 要注意培养自己的创新意识和创新能力。例如,思考哪些实习设备、工具等有需要改进的地方。对于指导教师所指定的具有开放性、创新性设计要求的作业或训练,应积极思考,认真完成。同时,注意观看、体会实习场所关于大学生创新实践活动的相关展示,以期对自己能有所启发和激励。

一般来说,金工实习(特别是钳工实习)的劳动强度大,很多同学从来没有这样的体验,心理上会出现一些波动,这时应主动调节自己的心态,克服怕苦、怕脏、怕累的思想。

1.4 实习注意事项

(1) 认真学习工艺知识,动手实践,注重创新,遵守纪律,注意安全,爱护公物,团结协作,按时完成规定的实习任务。

(2) 严格遵守各工种实习安全操作守则,严禁违章操作。未经实习指导人员许可,不准擅自动用任何设备、电闸、开关和操作手柄。

(3) 不准在车间内高声喧哗、追逐、打闹。操作时不允许接打手机、听MP3等,要集中精力,不做与实习无关的事,以免发生安全事故。

(4) 实习时必须按各工种实习要求穿戴好劳保防护用品(如工作服、防护帽、劳保皮鞋、鞋

套、眼镜、面罩等)。不准赤脚,不准穿短裤、背心、裙子、拖鞋、凉鞋、高跟鞋,不准戴围巾。机加工时不准戴手套,长发同学必须戴防护帽。

(5) 实习中如有异常现象或发生安全事故,应立即拉下电闸或关闭电源开关,停止实习,保留现场并及时报告指导人员,待查明事故原因后方可再行实习。

(6) 实习时不得迟到、早退、旷课及擅离实习岗位。实习期间一般不准请事假。确有特殊原因必须请假者,应事先按规定办理请假手续。病假必须有医院证明。任何单位要抽调学生参加其他活动须经教务处批准。

(7) 任一工种迟到或早退超过 15 分钟者,任一工种迟到或早退累计达 3 次者,无故或请假未获批准不参加实习者,实习中表现不好者均可以停止其实习。

(8) 严禁请人代替实习,违者视同考试舞弊,按学校有关规定进行严肃处理。

(9) 实习过程中要理论联系实际,注重培养工程意识及创新精神,提高综合素质。

(10) 尊重教学指导人员,服从管理,认真听讲,不得随意串岗,每次实习结束应清理、打扫工作场地,保持实习环境整洁。

(11) 学生未按要求完成规定的任一实习任务,其所缺实习必须补齐,否则不予评定金工实习成绩。

(12) 凡违反上述规定者应给予批评教育,情节严重者要进行严肃处理。

1.5 实习考核参考评分标准

本标准只是一个参考标准,具体执行因学校、工种和具体的指导人员的不同而有所不同。评分应坚持公平、客观、全面的原则。实习考核满分为 100 分,主要考察 5 个项目,实习评分标准如表 1-1 所示。

表 1-1 实习评分标准

序号	项 目	分值	细 则	计 分 要 点
1	完成实习任务情况	35	(1) 全部完成实习加工零件,质量符合要求	得 35 分
			(2) 质量基本符合图纸要求	得 30 分
			(3) 工件报废	扣 10~30 分
			(4) 零件报废	扣 20~35 分
2	创新能力、动手能力	40	(1) 机床操作熟练,工量具使用正确,独立工作能力强,设计新颖	得 35~40 分
			(2) 需适当指导,动手能力一般,设计制作一般	得 30 分
			(3) 需重点指导,动手能力较弱	得 20 分
			(4) 出现问题较多,动手能力差	得 15 分

续表

序号	项 目	分值	细 则	计 分 要 点
3	安全操作	10	(1) 无事故或事故苗头	得 10 分
			(2) 有小事或事故苗头	得 5 分
			(3) 导致较大事故	扣 20~30 分
			(4) 导致重大事故并造成严重后果	严肃处理
4	文明生产	5	(1) 工具柜(箱)内工具放置整齐	全部合乎要求得 5 分, 否则扣 5 分
			(2) 机床干净	
			(3) 工作场地清洁	
5	实习态度	10	(1) 能够严格遵守《学生实习守则》的各项规定	得 10 分
			(2) 不听从老师指导, 迟到或早退 2 次累计时间达 10 分钟	扣 5~10 分
			(3) 严重违反实习纪律, 造成不良后果	严肃处理