

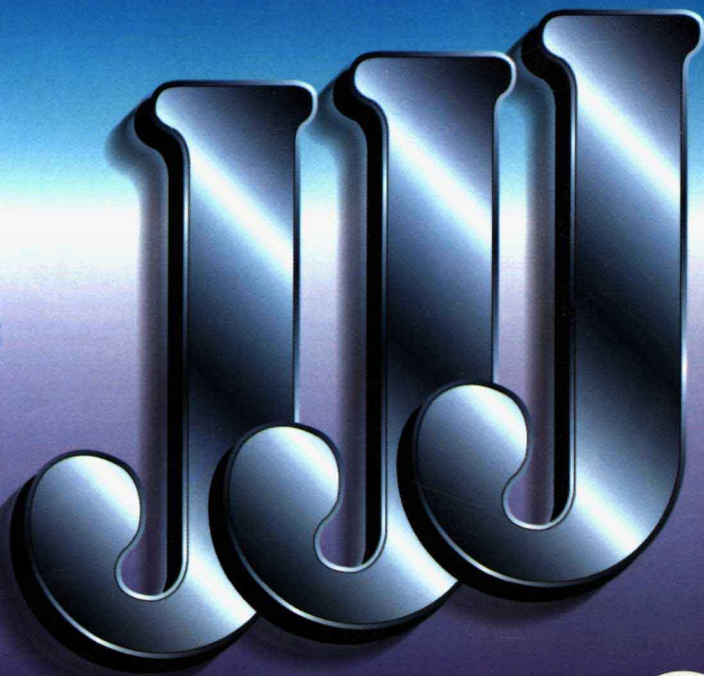
机械工业部统编

机制工艺基础与夹具

(中级冷加工适用)

机械工人技术理论培训教材

JIXIE GONGREN JISHU LILUN PEIXUN JIAOCAI



机械工业出版社



机制工艺基础与夹具

(中级冷加工适用)

机械工业部 统编



机械工业出版社

本书主要讲述机械制造工艺的基础知识及夹具的有关知识。主要内容有工件的定位、装夹及基准的选择,机械加工的精度及表面质量,工件的夹紧及夹紧机构,夹具的定位、分度和对刀,并对各类机床夹具作了简要的介绍。对常用的定位误差计算及工艺尺寸链计算也作了简要的介绍,并以生产实例进行说明。读者掌握这些知识后,可以了解对工件进行定位、夹紧及选用基准的正确方法,了解影响加工精度及表面质量的因素,能正确使用及调整夹具,并会进行必要的计算。

本书主要供中级机械加工工人学习。

本书由上海柴油机厂王家雄,上海冰箱压缩机厂董良玮编写,由上海柴油机厂瞿潜,上海鼓风机厂徐荣敬审稿。

图书在版编目(CIP)数据

机制工艺基础与夹具/机械工业部统编.-北京:机械工业出版社,1999.11 重印

机械工人技术理论培训教材·中级冷加工适用

ISBN 7-111-00833-2

I. 机… II. 机… III. ①金属加工-工艺-技术培训-教材 ②夹具-技术培训-教材 IV. ①TG②TG75

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 66001 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:吴天培 版式设计:张世琴 责任校对:申春香

封面设计:方 芬 责任印制:石 冉

北京中兴印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 9 月第 1 版第 15 次印刷

787mm×1092mm¹/₃₂·5.875 印张·126 千字

定价:8.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646
封面防伪标均为盗版

重排说明

原国家机械工业委员会统编《机械工人技术理论培训教材》(包括配套习题集)自1988年出版发行以来,以其行业针对性、实用性强和职业(工种)覆盖面广等特点深受全国机械行业各级工人培训部门和广大工人的欢迎,一再重印,畅销不衰,为改善和提高机械行业技术工人队伍的技术素质发挥了很好的作用,在全国产生了广泛而深刻的影响。近年来,这套教材又成为不少地区政府部门和社会力量实施再就业工程的首选教材。

由于这套教材出版发行已近10年,一部分教材中使用的技术标准、计量单位、名词术语已经过时,也有一些内容显得陈旧。这些问题尽管所占比例不大,但是为了对社会、对广大读者负责,为了使这套教材能够继续、更好地发挥作用,我们对有上述问题的教材分期分批进行了修改、重排。重排本采用了最新国家标准、法定计量单位和规范的名词术语,删去了陈旧的内容,适当补充了新的内容,从而更加实用。重排本还将教材的封面、内封和版权页上的“国家机械工业委员会统编”改为“机械工业部统编”;配套习题集的封面、内封和版权页上的“国家机械委技工培训教材编审组编”改为“机械工业部技工培训教材编审组编”。

广大读者对重排本有何意见或建议,欢迎给我们提出,以便我们以后改进。

机械工业部技工
培训教材编审组

前 言

1981年，原第一机械工业部为贯彻、落实《中共中央、国务院关于加强职工教育工作的决定》，确定对机械工业系统的技术工人按照初、中、高三个阶段进行技术培训。为此，组织制定了30个通用技术工种的《工人初、中级技术理论教学计划、教学大纲（试行）》，编写了相应的教材，有力地推动了“六五”期间机械行业的工人培训工作，初步改变了十年动乱造成的工人队伍文化技术水平低下的状况，取得了比较显著的成绩。

鉴于原机械工业部1985年对《工人技术等级标准（通用部分）》进行了全面修订，原教学计划、教学大纲已不适应新《标准》的要求，而且缺少高级部分；编写的教材，由于时间仓促、经验不足，在内容上存在着偏深、偏多、偏难等脱离实际的问题。为此，原机械工业部根据新《标准》，重新制定了33个通用技术工种的《机械工人技术理论培训计划、培训大纲》（初、中、高级），于1987年3月由国家机械工业委员会颁发，并根据培训计划、大纲的要求，编写了配套教材149种。

这套新教材的编写，体现了《国家教育委员会关于改革和发展成人教育的决定》中对“技术工人要按岗位要求开展技术等级培训”的有关精神，坚持了文化课为技术基础课服务，技术基础课为专业课服务，专业课为提高操作技能和分析解决生产实际问题的能力服务的原则。在内容上，力求以基本概念和原理为主，突出针对性和实用性，着重讲授基本知识，注重能力培养，并从当前机械行业工人队伍素质的实

际情况出发，努力做到理论联系实际，通俗易懂，具有工人培训教材的特色，同时注意了初、中、高三级之间合理的衔接，便于在职技术工人学习运用。

这套教材是国家机械工业委员会委托上海、江苏、四川、沈阳等地机械工业管理部门和上海材料研究所、湘潭电机厂，长春第一汽车制造厂、济南第二机床厂等单位，组织了200多个企业、院校和科研单位的近千名从事职工教育的同志、工程技术人员、教师、科技工作者及富有生产经验的老工人，在调查研究和认真汲取“六五”期间工人教材建设工作经验教训的基础上编写的。在新教材行将出版之际，谨向为此付出艰辛劳动的全体编、审人员，各地的组织领导者，以及积极支持教材编审出版并予以通力合作的各有关单位和机械工业出版社致以深切的谢意！

编好、出好这套教材不容易，教好、学好这些课程更需要广大职教工作者和技术工人的奋发努力。新教材仍难免存在某些缺点和错误，我们恳切地希望同志们在教和学的过程中发现问题，及时提出批评和指正，以便再版时修订，使其更完善，更好地发挥为振兴机械工业服务的作用。

国家机械工业委员会
技工培训教材编审组

1987年11月

本教材适用于下列工种

中级：车工、镗铣工、刨工、磨工、齿轮工、钳工、工具钳工

为便于企业开展培训，机械工业部教育司和机械工业出版社还组织编写出版了与本教材配套的习题集，并摄制出版了电视教学录像片。

目 录

重排说明

前 言

第一章 机械制造工艺的基本概念	1
第一节 机械加工工艺规程	1
第二节 机械加工工艺过程的组成	3
第三节 机械加工工序的种类	6
第四节 生产类型及其工艺特征	7
第五节 对工艺规程的基本要求	10
复习题	11
第二章 定位原理和定位误差	12
第一节 工件定位原理	12
第二节 常用定位方法及定位元件	18
第三节 工件的定位误差	30
复习题	38
第三章 工件的装夹和基准选择	40
第一节 工件的装夹	40
第二节 基准与定位基准的选择	42
第三节 基准不重合时的尺寸换算及工艺尺寸链的 基本计算方法	52
复习题	64
第四章 机械加工精度	66
第一节 加工精度的基本概念	66
第二节 产生加工误差的原因	68
复习题	94
第五章 机械加工的表面质量	95
第一节 表面质量对零件使用性能的影响	95

第二节 影响表面粗糙度的因素及提高表面质量的方法	97
复习题	102
第六章 机床夹具的概述	103
第一节 机床夹具的作用及其组成	103
第二节 常用机床夹具的种类	105
复习题	107
第七章 夹紧方法和夹紧机构	108
第一节 工件的夹紧	108
第二节 斜楔、螺旋和偏心夹紧机构	115
第三节 自动定心夹紧机构	120
第四节 联动夹紧机构	128
第五节 动力夹紧装置	132
复习题	141
第八章 夹具的定位、分度和对刀	143
第一节 夹具在机床上的定位和装置	143
第二节 夹具的分度和分度机构	146
第三节 夹具的对刀和刀具引导装置	151
复习题	155
第九章 各类机床夹具	156
第一节 钻床夹具	156
第二节 铣床夹具	165
第三节 车床和磨床夹具	173
复习题	179

第一章 机械制造工艺的基本概念

第一节 机械加工工艺规程

机械加工车间的主要任务,是采用金属切削机床和钳工加工方法,按一定次序进行加工,改变毛坯的尺寸及形状,生产出合格的零件。这种将毛坯转变为零件的过程,称为机械加工过程。

要得到一个合格的零件,可以采用不同的机床,不同的加工方法及流程,即可采用不同的机械加工工艺过程。但在一定的生产条件下,总有一种是比较合理的,将这种比较合理的机械加工工艺过程的各项内容,写成工艺文件,就是机械加工工艺规程。

机械加工工艺规程一般是由图表、卡片等形式组成的。其中常用的有工艺过程卡片、工艺卡片及工序卡片等三种。工艺过程卡片是按工序次序填写的表格,用以说明零件各工序的加工内容、加工设备、加工车间及各工序的先后次序。工艺过程卡片的内容较简单,但从中能了解零件的工艺流程及加工方案,一般用于单件、小批生产。

工艺卡片也是一种按工序次序填写的表格,但要比工艺过程卡片详细得多,增加了加工尺寸、技术要求及装夹方法的文字说明,主要用于小批及中批生产,表 1-1 是机械加工工艺卡片的常见形式。

在大批大量生产中采用工序卡片,每一工序编制一张工序卡片,以工序图及文字说明各工序的具体加工内容,包括工

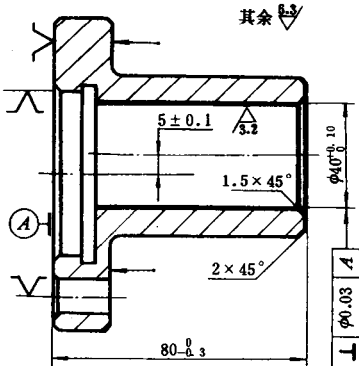
表 1-1 机械加工工艺卡片

工 厂		产品型号				零件名称				零件图号						
		材 料	名称			毛 坯	种类			零件重量	毛重			第 页		
			牌号			坯	尺寸			重量	净重			共 页		
			性能			每 台 件 数						每批件数				
工 序 号	安 装 号	工 步 号	加 工 内 容		同 时 加 工 零 件 数	切 削 用 量			设 备 名 称 及 编 号	工 艺 装 备 名 称 及 编 号				时 间 定 额		
						切 削 速 度	背 吃 刀 量	进 给 量		夹 具	刀 具	量 具	辅 助 工 具	单 件	准 备 与 终 结	
更 改 内 容																
编 制	日 期	校 核	日 期	会 签	日 期	批 准	日 期									

件的定位及夹紧方法,加工尺寸及技术要求,所采用的机床及工艺装备等。表 1-2 是一份工序卡片的实例。图中粗黑线表示需要在本工序中加工的表面。√是定位符号,表示此工件以一个平面,一个大孔及一个小孔定位。↓是夹紧符号,表示在工件的肩脾面上进行夹紧。此外,从工序卡片中可以了解所要求的加工尺寸、偏心距、表面粗糙度及形位公差,还可知道本工序所选用的机床、夹具及刀、量具。

机械加工工艺规程是工厂进行技术准备及组织生产的依据,也是指导生产的重要文件。按照工艺规程进行生产就能

表 1-2 机械加工工序卡片

机械加工工序卡片	产品名称	零件名称	零件号	材料牌号	材料硬度				
	变速器	偏心法兰	51-09-03	HT200	220HBS				
工序名称	车偏心孔、车端面及内、外倒角			工序号	70	车间	金工		
									
								机床名称	机床号
								G620-1	31-27
								工具名称	工具号
								车夹具	CT-015
								镗刀	YG6
								端面车刀	YG6
								游标卡尺	0~125
								气缸表	
								千分尺	25~50
第7页	共15页								

得到合格的零件。任何人在生产中都不可随意改变工艺规程所规定的工艺流程及加工方法。随着生产技术的发展,零件的机械加工工艺规程也需要不断改进及完善。如需要改变原有的生产方法,必须经过工艺试验及验证,并通过一定的审批手续,修改工艺规程后,才可在生产中实施。

第二节 机械加工工艺过程的组成

机械加工工艺过程一般由以下内容组成:

1. 工序 一个或一组工人,在一个工作地点对同一个或

同时对几个工件所连续完成的那一部分工艺过程，称为工序。工序是构成工艺过程的基本单位，判断加工内容是否属于同一个工序，关键在于是否连续加工同一工件。例如，在车床上加工一个轴类零件，尽管在加工中多次拆装工件及变换刀具，只要不去加工另一个工件，则所有的加工内容都属于同一工序。

2. 安装 工件经一次装夹后所完成的那一部分工序，称为安装。一个工序中可以只有一次安装，也可以有多次安装。

3. 工位 为了完成一定的工序部分，一次装夹工件后，工件与夹具或设备的可动部分一起相对刀具或设备的固定部

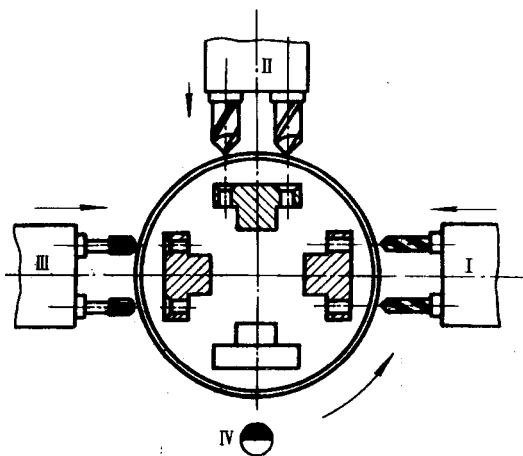


图 1-1 四工位机床工作原理图

分所占据的每一个位置,称为工位。图 1-1 为一台四工位机床的工作原理图。工件可与夹具一起随机床工作台转动,在 I、II、III 三个工位中分别进行钻孔,倒角及铰孔,在第 IV 工位中装卸工件。因为多工位机床可以在几个工位中同时进行加工及装卸工件,所以有很高的劳动生产率。

4. 工步 在加工表面和加工工具不变的情况下,所连续完成的那一部分工序,称为工步。加工表面与加工工具,只要改变其中一样,就应算作不同工步。如对同一个孔进行钻孔、扩孔、铰孔,就应分为三个工步。如在工艺卡片中按序写出各加工工步,就规定了一个工序的具体操作方法及次序。

5. 进给 切削工具在加工表面上切削一次所完成的那一部分工序,称为进给。一个工步可以进行一次进给,也可以进行多次进给。如工件外圆的余量较多,在粗车工步中可以进行多次进给。

若一个工序中的加工内容很少,称为简单工序。最简单的工序仅有一次安装,一个工位,一个工步及很少的进给次数。采用简单工序可减少因多次装卸工件、变换刀具及改变转速、进给量所耗费的时间。

如一个工序的加工内容很多,有较多的工步及进给,有时甚至需要进行多次安装,这种工序称为复杂工序。零件如采用复杂工序进行加工,则整个加工过程中所需的机床数量少,便于生产管理,但需要技术水平较高的操作工人,一般情况下生产率较低。

在一次安装中加工多个表面,比较容易保证各表面间的位置精度。若几个相互有位置精度要求的表面,分别安排在不同工序或不同的安装中进行加工,因存在装夹误差,不易达到加工要求。

第三节 机械加工工序的种类

根据加工时切去余量的多少及所达到的加工精度，机械加工可以分为以下几类工序：

1. 粗加工工序 从工件上切去大部分加工余量，使其形状和尺寸接近成品要求的工序为粗加工工序。粗车、粗镗、粗铣、粗刨及钻孔，一般都属于粗加工工序，其加工精度为 IT11 以下，表面粗糙度值 R_a 大于 $6.3\mu\text{m}$ 。粗加工工序一般用作要求不高或非配合表面的最终加工，也作为精加工的预加工。

2. 精加工工序 从经过粗加工的表面上切去较少的加工余量，使工件达到较高的加工精度及表面质量的工序为精加工工序。常用的加工方法有精车、精镗、拉削、铰削及磨削等。如工件表面无特别高的要求，精加工工序常作为最终加工。

3. 光整加工工序 光整加工工序是从经过精加工的工件表面上切去很少的加工余量，得到很高的加工精度及很小的表面粗糙度值。研磨、珩磨、超精加工及抛光等方法属于光整加工工序。

这三类工序的划分不是绝对的，在粗加工之前可安排荒加工，在粗、精加工之间可安排半精加工。

粗加工时，从工件上切去很多加工余量，产生大量的切削热，工件承受很大的切削力及夹紧力，故加工精度很低。只要选用功率大，刚性好而精度较低的机床，即可满足粗加工的要求。这样选用机床能得到很高的生产率，并且可降低机床的成本。

精加工以提高工件的精度为主，所以应选用精度较高的机床，并采用小余量进行加工。小余量加工时切削力小，切

削温度低,工件变形小,容易提高加工精度,此外可以减少机床的磨损,有利于长期保持机床的精度。

在确定零件的工艺流程时,应将粗、精加工分开,也就是将粗、精加工工序分阶段进行,各表面的粗加工结束后再进行精加工。尽可能不要将粗、精加工工序交叉进行,也不要在一台机床上既进行粗加工,又进行精加工。这样可以合理使用机床,并使粗加工产生的加工误差及工件变形,在精加工时得到修正,有利于提高加工精度。此外,先进行粗加工可及时发现裂纹、气孔等毛坯缺陷,及时终止加工。在生产数量很少时,可以在一台机床上完成粗、精加工。

第四节 生产类型及其工艺特征

一、生产类型

同一零件当其生产数量不同时,采用的生产方法是有很大的区别的。如仅生产一只或几只,一般采用万能机床进行加工;如要连续地生产成千上万只,则采用高效率的专用机床及专用的夹具和刀、量具。这是两种完全不同的生产类型。

根据产品的大小、复杂程度及年产量的多少,可以分为以下三种生产类型:

1. 单件生产 单个地或少量地制造不同的产品,很少重复或完全不重复,称为单件生产。重型机器、非标准设备的制造,新产品试制及机修车间的生产都属于单件生产。

2. 成批生产 成批地制造相同的产品,并且按一定周期重复地进行生产,称为成批生产。一般的机床生产属于成批生产。

一次投入或产出的同一产品(或零件)的数量称为生产批量。根据生产批量的多少,成批生产又可分为小批、中批

及大批生产。小批生产的生产组织形式和工艺特征与单件生产相接近,而大批生产则与大量生产相接近。

3. 大量生产 连续不断地生产数量很多的相同产品,称为大量生产。汽车、轴承及自行车的生产一般属于大量生产。进行大量生产的工厂,其大多数工作地点重复地对同一零件进行同一工序的加工。

二、不同生产类型的工艺特征

不同生产类型的生产单位,在毛坯制造、生产组织、工艺流程、设备选用及加工方法等方面都有很大的区别。大批、大量生产因产品数量很多,需采用先进的、高生产率的专用机床,一方面保证了所需的生产能力,一方面用于设备的投资可逐步回收。但这类设备往往没有通用性或通用性很差,很难适应改换产品的生产。单件、小批生产的产品数量少而品种多,不宜采用高生产率的专用设备,而应以通用性好的“万能”机床为主。由此可见,零件的机械加工工艺规程必须与零件的生产类型相适应。不同生产类型的工艺特征见表 1-3。

工序集中指在工艺流程中工序数很少,而一个工序中的加工内容很多。如在车削工序中完成机床主轴全部车削表面的加工。这种生产方式的生产率较低,但所需的机床数目少,便于管理及变换产品,故主要用于单件及小批生产。

工序分散指在工艺流程中安排较多的工序,而每个工序的加工内容很少。这种生产方式可以减少换刀及调整机床的辅助时间,可以采用简单而生产率高的专用机床,具有很高的生产率,但所需的机床数量较多,管理及变换产品困难,所以主要适用于大批、大量生产。

有些零件各表面间的位置精度要求很高,只有在一次安