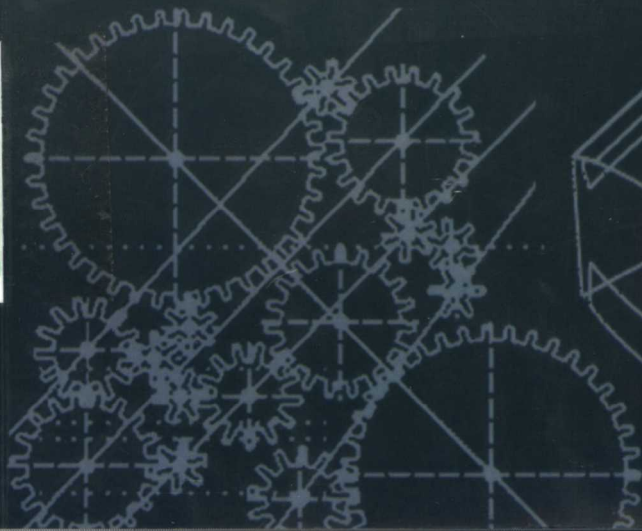
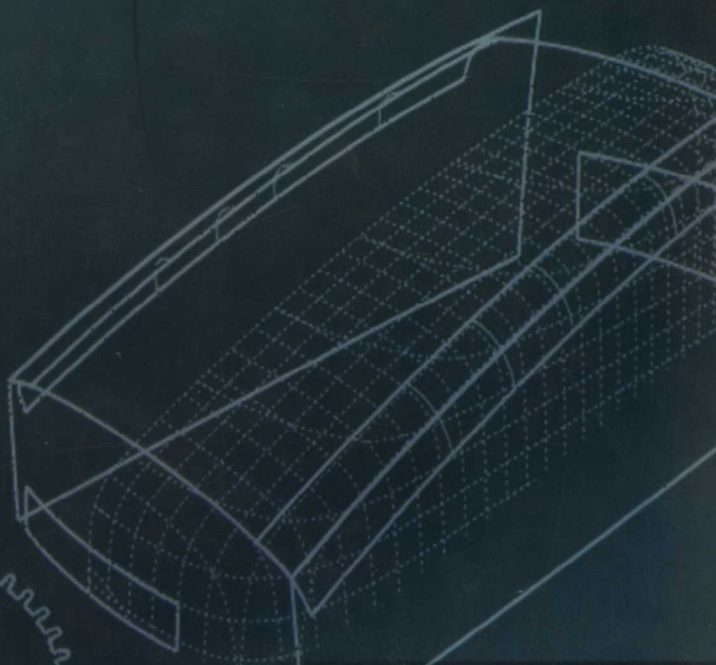
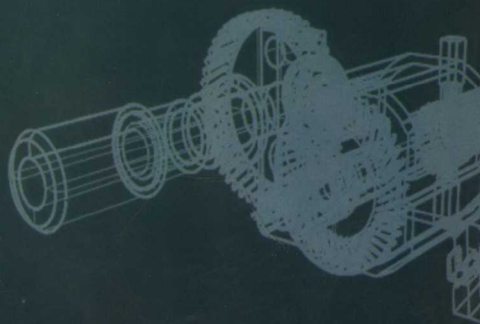


21世纪模具设计与制造系列教材



模具制造工艺

吴裕农 黄沛权 吴东平 编著



华南理工大学出版社

21 世纪模具设计与制造系列教材(高职高专)

模具制造工艺

吴裕农 黄沛权 吴东平 编著

华南理工大学出版社

·广州·

内 容 简 介

本书重点叙述了模具制造的生产过程和各种加工的工艺方法。内容包括:编制机械加工工艺规程的原则和方法,模具的一般机械加工、仿形加工、成形磨削、特种加工,模具的装配工艺,并详细介绍了典型零件的制造工艺,最后以冲压模具和塑料模具各举一实例介绍整个加工过程。

本书可作为技工、中专和高职的模具专业、数控加工专业教材,也可作为模具短训班的速成培训教材,还可供模具加工专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

模具制造工艺/吴裕农,黄沛权,吴东平编著. —广州:华南理工大学出版社, 2005.5

(21 世纪模具设计与制造系列教材)

ISBN 7-5623-2135-3

I. 模… II. ①吴…②黄…③吴… III. 模具-制造-工艺-高等学校: 技术学校-教材 IV. TG760.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 063647 号

总 发 行: 华南理工大学出版社 (广州五山华南理工大学 17 号楼, 邮编 510640)

发行部电话: 020-87113487 87110964 87111048 (传真)

E-mail: scut202@scut.edu.cn

http: //www. scutpress. com. cn

责任编辑: 黄丽谊

印 刷 者: 湛江日报社印刷厂

开 本: 787×1092 1/16 印张: 10.5 字数: 218 千

版 次: 2005 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

印 数: 1~3 000 册

定 价: 18.00 元

版权所有 盗版必究

前 言

模具是制造业的基础工艺装备,被广泛应用于制造业的各个领域。在我国制造业不断发展的今天,模具制造显得越来越重要,社会对模具专业技术人员及模具技工的需求也越来越大。

为了适应模具制造业人才培养的需要,由王树勋和龙国梁组织广东白云职业技术学院、广东阳江职业技术学院和江西工业工程职业技术学院部分专业教师,在结合模具专业教学实践和模具行业多年生产实践的基础上,编写了模具设计与制造系列教材。

本系列教材包括:《注塑模具设计》、《冷冲压模具设计》和《模具制造工艺》三个分册。详细阐述了注塑模具和冷冲压模具设计与制造的相关知识。《注塑模具设计》分册主要介绍了:注塑成型原理、热塑性塑料特性、注塑机的选择、注射模具的结构和零部件设计、分型面和浇注系统的设计、抽芯机构和顶出机构的设计、热流道模具设计、模具材料的选择等,最后以一个典型实例说明整个设计的全过程。《冷冲压模具设计》分册主要介绍了:压力机和冲压材料、冲裁模、弯曲模、拉深模、成型模以及管材冲压和冷挤压的设计,最后以实例介绍冲压规程的编制。《模具制造工艺》分册主要介绍了:模具的一般机械加工过程、仿形加工、成形磨削方法、特种加工工艺、模具装配工艺等。本系列教材在选材上注意了系统性和实用性,文字上深入浅出、力求通俗易懂,大量的典型图例直观清晰。本系列教材可作为技工、中专和高职的模具专业、数控加工专业的系统完整的教材,也可作为模具短训班的速成培训教材,还可供模具加工专业技术人员参考。

本分册《模具制造工艺》由吴裕农组织编写,其中第一、二、五章由吴裕农编写,第三章由吴东平编写,第四章由黄沛权编写,全书由吴裕农统稿。

在本书的编写过程中,难免有疏漏之处,敬请读者不吝指出,以便改正和交流。

编 者

2005年3月

目 录

第一章 工艺过程的基本知识	1
第一节 概论	1
一、生产过程和工艺过程	1
二、生产纲领与生产类型	2
三、加工余量	4
四、工艺规程的制定	4
第二节 工件的定位和安装	9
一、工件定位的六点定则	9
二、工件的基准	11
第三节 典型零件工艺过程举例	14
一、轴类零件	14
二、套类零件	16
三、箱体零件	18
第二章 模具的机械加工	23
第一节 模具工作型面的机械加工	23
第二节 型孔的机械加工	25
一、圆形型孔	25
二、非圆形型孔	28
第三节 型腔的机械加工	30
一、车削加工	30
二、铣削加工	32
三、数控机床加工	40
四、型腔的抛光和研磨	42
第四节 模具主要零件加工工艺过程	48
一、冲模主要零件加工工艺过程	48
二、塑料模主要零件加工工艺过程	54
第三章 成形磨削	56
第一节 成形砂轮磨削法	56
一、修整砂轮角度的夹具	56
二、修整砂轮圆弧的夹具	58
第二节 夹具磨削法	60
一、正弦精密平口钳	60

二、正弦磁力夹具·····	61
三、正弦分中夹具·····	63
四、万能夹具·····	68
第三节 仿形磨削法·····	74
第四章 特种加工工艺 ·····	77
第一节 电火花加工·····	77
一、电火花加工的原理和特点·····	77
二、电火花加工的工艺规律·····	80
三、电火花穿孔加工和型腔加工·····	85
四、电极设计和制造·····	90
第二节 电火花线切割加工·····	104
一、线切割加工的特点和应用·····	104
二、数字程序控制的基本原理·····	107
三、数控程序的编制·····	108
四、线切割加工工艺·····	118
第三节 超声波加工与电化学加工·····	123
一、超声波加工·····	123
二、电化学加工·····	126
第五章 模具装配工艺 ·····	130
第一节 冷冲模的装配和调整·····	130
一、冷冲模装配的技术要求·····	130
二、模具零件的固定方法·····	132
三、凸、凹模间隙调整·····	136
四、模具的总装及试冲·····	137
五、弯曲模和拉深模装配的特点·····	141
第二节 塑料模具的装配·····	146
一、塑料模具装配技术要求·····	146
二、塑料模具组件的装配·····	147
三、型腔的装配及修磨·····	149
四、滑块抽芯机构的装配·····	152
五、浇口套的装配·····	154
六、导柱、导套的装配·····	154
七、顶出机构的装配·····	156
八、总装·····	157
九、试模·····	158
参考文献 ·····	162



第一章 工艺过程的基本知识

第一节 概 论

一、生产过程和工艺过程

1. 生产过程

由原材料制成各种零件,并装配完成成品的全过程,称为生产过程。一般产品生产主要包括下列过程。

(1)生产技术准备过程。这个过程主要是完成产品投入生产前的各项技术和生产的准备工作。如产品设计、工艺制订、各种生产资料的准备以及生产组织等方面的准备工作。

(2)毛坯的制造过程。如铸造、锻造、焊接等。

(3)零件的各种加工过程。如机加工、热处理和表面处理等。

(4)产品的装配过程。如装配、调试和油漆等。

2. 工艺过程

在生产过程中,直接改变原材料(或毛坯)形状、尺寸和性能,使之成为成品的过程,称为工艺过程。例如,毛坯的铸造、锻造和焊接,改变材料性能的热处理,零件的机械加工等,都属于工艺过程。工艺过程又包括若干道工序。

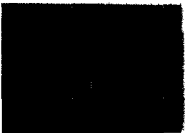
工序是一个(或一组)工人在一个工作地点,对一个或一组工件所连续完成的那部分工艺过程。

如图 1-1 所示的零件,其工艺过程可分为 4 道工序,见表 1-1。

表 1-1 限位导柱加工工艺过程

工序号	工 序 内 容	设 备
1	车端面,打顶尖孔,车全部外圆,切槽,倒角	车床
2	铣平面	铣床
3	磨外圆	磨床
4	钻孔,攻丝,去毛刺	

工序不仅是制订工艺过程的基本单元,也是制定劳动定额、配备工人、安排作



业计划和进行质量检验的基本单元。在一个工序内,往往需要采用不同的刀具和切削用量,对不同表面进行加工。为此,工序还可进一步划分工步:当加工表面,切削工具和切削用量中的转速与进给量均不变时,所完成的那部分工序称为工步。如表 1-1 中的工序 1 包括车端面,打顶尖孔,粗、精车各外圆表面,倒角,切槽等几个工步。而工序 2 用铣刀铣平面时,只包括一个工步。

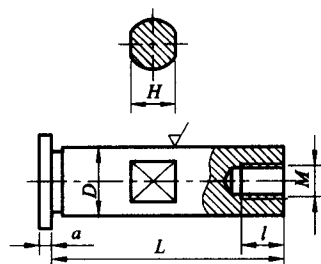


图 1-1 限位导柱简图

构成工步的任一因素(加工表面、刀具或切削用量)改变后,一般即变为另一个工步。但是对于那些在一次安装中连续进行的若干相同的工步,为简化工序内容的叙述,通常看作一个工步。如图 1-2 所示,零件上 6 个 $\phi 10$ 孔的钻削,可写成一个工步——钻 $6 \times \phi 10$ 孔。

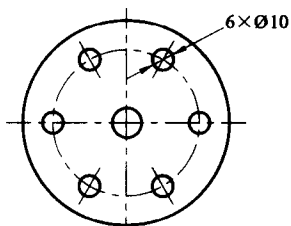


图 1-2 相同加工表面的工步

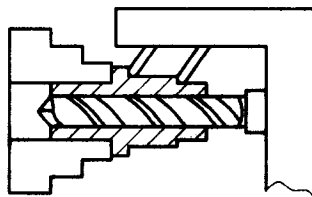


图 1-3 复合工步

为了提高生产率,用几把刀具同时加工几个加工表面的工步,称为复合工步。在工艺文件上,复合工步可看作为一个工步,如图 1-3 所示。

在一个工步内,由于被加工表面需切除的金属层较厚,需要分几次切削,则每进行一次切削就是一次走刀。走刀是工步的一部分,一个工步可包括一次或几次走刀。

二、生产纲领与生产类型

1. 生产纲领

工厂制造产品(或零件)的年产量,称为生产纲领。在制定工艺规程时,一般按产品(或零件)的生产纲领来确定生产类型。

零件的生产纲领可按下式计算:

$$N = Qn(1 + a + b)$$

式中 N ——零件的生产纲领;

Q ——产品的生产纲领;



n ——每台产品中该零件的数量;

a ——该零件的备品率, %;

b ——该零件的废品率, %。

2. 生产类型

根据产品的生产纲领的大小和品种的多少,生产类型一般可分为两种:单件生产和成批生产。

(1)单件生产。生产的产品品种较多,每种产品的产量很少,同一个工作地点的加工对象经常改变,且很少重复生产。如新产品试制和模具生产等都属于单件生产。

(2)成批生产。产品的品种不是很多,但每种产品均有一定的数量。工作地点的加工对象周期性地更换,这种生产称为成批生产。在成批生产中,每批投入生产的数量称为批量。根据产品的特征和批量的大小,成批生产可分为小批生产、中批生产和大批生产。

生产类型的工艺特点见表 1-2。

表 1-2 生产类型的工艺特点

项 目 \ 类 型	单 件 生 产	成 批 生 产
产品特点	产品或零件数量少,品种多,事先不能决定是否重复生产	产品或零件有一定数量,品种不多,经常周期性地重复生产
机床加工对象	机床加工各种不同的零件,它们的变换没有一定的规律	机床上周期性地变换加工零件
机床设备与工艺装备	通用设备,很少采用夹具和专用夹具	通用设备和部分专用设备广泛采用夹具
操作方式	用划线及试切法工作	在调整好的机床上工作
零件的互换性	很少采用互换性生产,多采用修配法	普遍应用互换性生产
工人技术要求	需要技术熟练的工人	需要有一定技术熟练程度的工人
毛坯的制造及加工余量	铸件用木模,锻件用自由锻,毛坯精度低,加工余量大	部分铸件用金属模,锻件用模锻,毛坯精度较高,加工余量适中
机床布置形式	机床按类别和规格大小,采用“机群式”排列布置	机床按加工零件类别分工段排列布置
工艺规程	编制简单的工艺规程	编制详细的工艺规程

生产类型的划分,主要取决于产品的复杂程度及生产纲领的大小。表 1-3 所列生产类型与生产纲领的关系,可供确定生产类型时参考。

表 1-3 生产类型与生产纲领的关系

生产类型	同类零件的年产量/件		
	重型(零件质量 >2000 kg)	中型(零件质量 在 100~2000 kg 之间)	轻型(零件质量 <100 kg)
单件生产	<5	<20	<100
小批生产	5~100	20~200	100~500
中批生产	100~300	200~500	500~5000
大批生产	300~1000	500~5000	5000~50000
大量生产	>1000	>5000	>50000

三、加工余量

1. 概念

为了加工出合格的零件,必须从毛坯上切去的那层金属称为加工余量。某工序中所需切除的那层金属,称为该工序的工序余量。从毛坯到成品总共需要切除的余量,称为总余量,等于相应表面各工序余量之和。

在工件上留加工余量的目的,是为了切除上一道工序所留下来的加工误差和表面缺陷,从而提高工件的精度和降低表面粗糙度值。例如铸件表面的冷硬层、气孔、夹砂层,锻件及热处理件表面的氧化皮、脱炭层、表面裂纹,切削加工后的内应力层和表面粗糙度等等。

2. 工序余量

所留加工余量不应过大或过小。过大,则费料、费工,增加工具的消耗,有时还不能保留工件最耐磨的表面层;过小,则不能保证切去工件表面的缺陷层,不能纠正上一道工序的加工误差,有时还会使刀具在不利的条件下切削,加剧刀具的磨损。

在单件、小批生产中,目前多是由工人和技术人员根据经验和工厂具体条件,用估计法来确定各工序余量的大小。决定具体工序余量的大小时,应考虑在保证质量的前提下使余量尽可能地减小。同时,由于各工序的加工条件和质量要求各不相同,工序余量的大小也各不一样。一般说来,越是精加工,工序余量越小。例如本章最后所介绍的典型零件工艺过程中,导柱外圆表面粗车余量为 3 mm,精车余量为 1.6 mm,粗磨余量为 0.3 mm,精磨余量为 0.1 mm。

四、工艺规程的制定

1. 工艺规程的作用

工艺规程是指导施工的技术文件。零件加工工艺规程一般包括:零件加工工艺路线,各工序的具体加工内容,切削用量,工时定额以及所采用的设备和工艺装



备等。

工艺规程具有以下几方面的作用。

(1) 工艺规程是指导生产的主要技术文件

合理的工艺规程是在总结广大工人和技术人员的实践经验的基础上,依据工艺理论和必要的工艺试验而制订的。它体现了一个企业的技术水平。按照工艺规程进行生产,可以保证产品的质量,提高生产效率和经济效益。因此,生产中应严格地执行既定的工艺规程。

但是,工艺规程也不是不能变化的,工艺人员应注意总结方方面面的革新创造,及时汲取国内外先进的工艺技术,对现行工艺不断地予以改进和完善,以便更好地指导生产。

(2) 工艺规程是生产管理的依据

由工艺规程所涉及的内容可知,在生产管理中,产品投产前后材料及毛坯的供应、通用工艺装备的准备、机床负荷的调整、专用工艺装备的设计和制造、作业计划的编排、劳动力的组织,以及生产成本核算等,都是以工艺规程为基本依据的。

(3) 工艺规程是新建或扩建工厂的基础

在新建或扩建工厂、车间时,只有依据工艺规程和生产纲领才能正确地确定生产所需的机床和其他设备的种类、规格和数量,车间的面积,机床的布置,生产工人的工种、等级及数量,以及辅助部门的安排等。

2. 制订工艺规程的原则和方法

制订工艺规程的原则是,在一定的生产条件下,所编制的工艺规程能以最少的劳动量和最低的费用,可靠地加工出符合图样及技术要求的零件。工艺规程首先要保证产品质量,同时要争取最好的经济效益。在制订工艺规程时,要体现以下三个方面。

(1) 技术上的先进性

在制订工艺规程时,要了解国内外本行业工艺技术的发展。通过必要的工艺试验,选用适当的先进工艺和工艺装备。

(2) 经济上的合理性

在一定的生产条件下,可能会出现几个保证工件技术要求的工艺方案。此时,应全面考虑,并通过核算或评比选择经济上最合理的方案。使产品的能源、物资消耗和成本最低。

(3) 良好的劳动条件

制订工艺规程时,要注意保证工人具有良好、安全的劳动条件。通过机械化、自动化等,把工人从繁重的体力劳动中解放出来。

制订工艺规程时,必须认真研究原始资料,如产品图样、生产纲领、毛坯类型及生产的状况等。参照同行业工艺技术的发展,综合本部门的生产实践经验,进行工

艺文件的编制。

3. 制订工艺规程的步骤

编制工艺规程,可按以下步骤进行:

- ①零件图的研究与工艺分析;
- ②确定生产类型;
- ③确定毛坯的种类和尺寸;
- ④选择定位基准和主要表面的加工方法,拟订零件加工工艺路线;
- ⑤确定工序尺寸及其公差;
- ⑥选择机床、工艺装备、切削用量及时间定额;
- ⑦填写工艺文件。

4. 工艺文件的格式及应用

将工艺规程的内容填入一定格式的卡片,作为生产准备和施工依据的技术文件,称为工艺文件。常见的工艺文件有以下几种。

(1) 工艺过程综合卡片

这种卡片主要列出了整个零件加工所经过的工艺路线,包括毛坯、机械加工和热处理等,其表格如表 1-4 所示。它是制订其他工艺文件的基础,也是生产技术准备、编制作业计划和组织生产的依据。在单件小批生产中,简单零件一般只编制工艺过程综合卡片,作为工艺指导文件。

表 1-4 工艺过程综合卡片

工厂	工艺 过程 综合 卡片	名称型号		零件名称		零件图号					
		材料	名称	毛坯	种类	零件质量	毛重	第 页			
			牌号		尺寸		净重		共 页		
			性能		每台件数		每批 件数				
工序号	工 序 内 容			加工 车间	设备 名称	工艺装备名称编号			技术 等级	时间定额/min	
						夹具	刀具	量具		单件	准备 终结
更改 内容											
编制				校对		审核			会签		

(2) 机械加工工艺卡片

这种卡片是以工序为单位,详细说明整个工艺过程的工艺文件。它不仅标出工序顺序、工序内容,同时对主要工序还表示出工步内容、工位及必要的加工简图或加工说明。此外,还包括零件的工艺特性(材料、质量、加工表面及其精度和表面粗糙度要求等)、毛坯性质和生产纲领。在成批生产中广泛采用这种卡片。对单件小批生产中的某些重要零件,也要制订工艺卡片。其格式如表 1-5 所示。

表 1-5 机械加工工艺卡片

工厂	机械加工工艺卡片	名称型号		零件名称		零件图号														
		材料	名称	毛坯	种类	零件质量	毛重		第 页											
			牌号		尺寸		净重		共 页											
			性能			每台件数		每批件数												
工 序	装 夹	工 步	工序内容	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			技术等级	工时定额 /min						
					切削深度 /mm	切削速度 /(m/min)	每分钟转数或往复次数	进给量 /(mm/r 或 mm/双行程)		夹 具	刀 具	量 具		单 件	准备终结					
更改内容																				
编制				校对				审核				会签								

(3) 机械加工程序卡片

工序卡片是在工艺卡片的基础上分别为每一个工序制订的,是用来具体指导工人进行操作的一种工艺文件。工序卡片中详细记载了该工序加工所必需的工艺资料,如定位基准、安装方法、机床、工艺装备、工序尺寸公差、切削用量及工时定额等。在大批量生产中,广泛采用这种卡片。在中、小批量生产中,对个别重要工序有时也编制工序卡片。其格式如表 1-6 所示。

表 1-6 机械加工工序卡片

工厂	机械加工工序卡片	模具名称及型号		零件名称	零件图号	工序名称	工 序 号	第 页
								共 页
				车 间	工 段	材料名称	材料牌号	机械性能
				同时加工件数	技术等级	单件时间/min	准备终结时间/min	
				设备名称	设备编号	夹具名称	夹具编号	冷 却 液
更 改 内 容								

工步号	工步内容	计算数据/mm			走刀次数		切削用量		工时定额/min			刀具、量具及辅助工具							
		直径或长度	走刀长度	单边余量	走刀次数		进给量/(mm/r, mm/min)	切削深度/mm	每分钟转数或双行程数	切削速度/(m/min)	基本时间	辅助时间	工作地点服务时间	工步号	名称	规格	编号	数量	
编制			校对		审核		会签												

第二节 工件的定位和安装

在进行机械加工时,必须把工件放在机床上,使它在夹紧之前就占有一个正确的位置,称为定位。在加工过程中,为了使工件能承受切削力,并保持其正确的位置,还必须把它压紧或夹牢,称为夹紧。从定位到夹紧的整个过程,称为安装。

工件的安装是加工过程的一个重要环节。通常,工件有两种安装方法,一种是直接安装在机床工作台上,另一种是安装在夹具中。

夹具是加工工件时为完成某一道工序,用来正确迅速地安装工件的装置,它能保证加工精度、提高生产效率和减轻工人的劳动量。

机床夹具通常分为两大类:

(1)通用夹具:指已经标准化的,可以用来加工不同工件而不必进行特殊调整的夹具。例如车床上的三爪和四爪卡盘,铣床上的万能分度头,圆形工作台和平口钳,平面磨床上的电磁吸盘等。这类夹具广泛用于单件和小批生产中,多由机床附件厂或工具厂制造。

(2)专用夹具:指由使用单位自己为某一零件的加工而专门设计、制造的夹具。虽然夹具的设计、制造和维修需要一定的投资,但为保证加工精度、提高生产率,在大量生产中,广泛地使用这类夹具。由于零件的批量较大,分摊到每个零件上的夹具费用并不多,因此,对全面的经济核算还是合适的。

对于单件和小批量生产,广泛采用专用夹具,势必增加零件的加工成本。

工件安装的正确与否,直接影响加工精度。安装是否方便和迅速,还会影响辅助时间的长短,从而影响到加工的生产率。因此,工件的安装对于加工的经济性、质量和效益有着重要的作用,必须给予足够的重视。

一、工件定位的六点定则

任何一个没有受约束的物体,在空间都具有六个自由度,即沿三个坐标轴的移动(用 $\vec{x}$ 、 $\vec{y}$ 、 $\vec{z}$ 表示)和绕这三个坐标轴的转动(用 $\hat{x}$ 、 $\hat{y}$ 、 $\hat{z}$ 表示),如图 1-4 所示。因此,要使物体在空间占有确定的位置(即定位),就必须约束这六个自由度。

同样,在机械加工中,要完全确定工件的正确位置,也必须有六个支承点来限制工件的六个自由度,称为工件定位的“六点定则”。六个支承点分布在三个互相垂直的平面内,如图 1-5 所示。三个支承点 1、2、3 在 XOY 平面上,限制了 $\hat{x}$ 、 $\hat{y}$ 和 $\vec{z}$ 三个自由度;另外两个支承点 4、5 在 XOZ 平面上,限制了 $\vec{y}$ 和 $\hat{z}$ 两个自由度;最后一个支承点 6 在 YOZ 平面上,限制了 $\vec{x}$ 一个自由度。

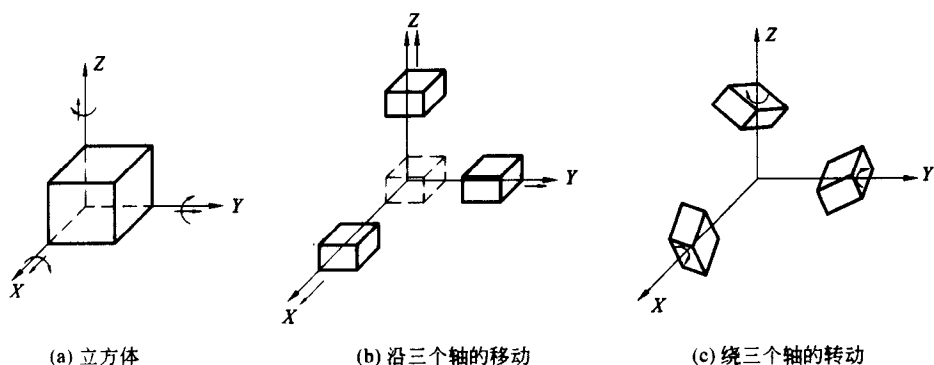


图 1-4 物体的六个自由度

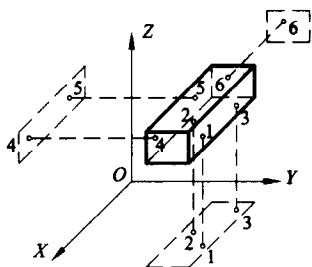


图 1-5 工件六点定位简图

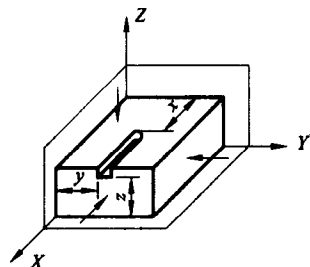
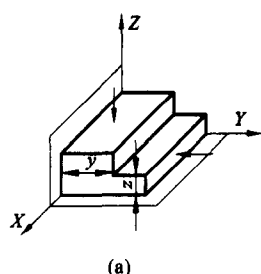


图 1-6 完全定位

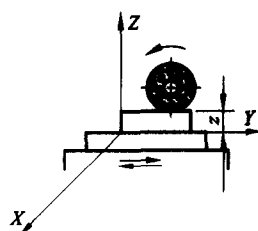
如图 1-6 所示,在铣床上铣削一批工件上的沟槽时,为了保证每次安装中工件的位置正确,保证三个加工尺寸 x 、 y 、 z ,就必须限制六个自由度。这种情况称为完全定位。

图 1-7a 所示为铣削一批工件台阶,保证两个加工尺寸 y 、 z ,只需限制五个自由度(即 $\vec{y}$ 、 $\vec{z}$ 、 $\vec{x}$ 、 $\vec{y}$ 、 $\vec{z}$);图 1-7b 所示为磨削一批工件的顶面,保证一个加工尺寸 z ,只需限制三个自由度(即 $\vec{x}$ 、 $\vec{y}$ 、 $\vec{z}$)。像这种保证需要没有完全限制六个自由度的定位,称为不完全定位,不完全定位是允许的。但按需要应该限制的自由度而没有限制的定位称为欠定位,欠定位是不允许的。

如图 1-8 所示,车削定轴外圆时,若用前后顶尖和三爪卡盘(卡爪夹住工件较短的一段)安装,前后顶尖已限制了 $\vec{x}$ 、 $\vec{y}$ 、 $\vec{z}$ 、 $\vec{y}$ 、 $\vec{z}$ 五个自由度,而三爪卡盘也限制了 $\vec{y}$ 、 $\vec{z}$ 两个自由度,这样在 $\vec{y}$ 、 $\vec{z}$ 两个方向的定位点重复了,这种情况称为超定位(或过定位)。由于三爪卡盘的夹紧力会使顶尖或工件变形,这就增加了加工后的误差。但有时超定位有利于增加工件的刚性。



(a)



(b)

图 1-7 不完全定位

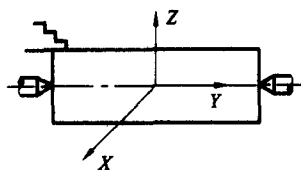


图 1-8 超定位

二、工件的基准

在零件图、工艺文件或实际零件上,必须根据一些指定的点、线或面,来确定另一些点、线或面的位置,这些作为根据的点、线或面,称为基准。

1. 基准的分类

根据基准的作用不同,常把基准分为两类:设计基准和工艺基准。

(1) 设计基准

在零件图上所使用的基准,称为设计基准。

如图 1-9 所示,齿轮的内孔、外圆和分度圆的设计基准是齿轮的轴线。

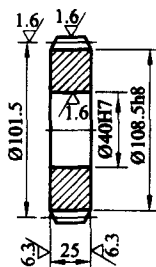


图 1-9 齿轮

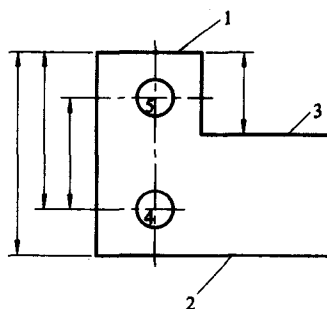


图 1-10 机体示意图

图 1-10 为机体示意图,表面 2、3 和孔 4 轴线的设计基准是表面 1,孔 5 轴线的设计基准是孔 4 的轴线。

(2) 工艺基准

在制造零件和装配机器的过程中所使用的基准,称为工艺基准。

工艺基准又分为定位基准、测量基准和装配基准。

① 定位基准 在机械加工中,用作工件定位的基准,称为定位基准。如车削齿轮坯(图 1-9)的外圆和左端面时,是利用已加工面安装在心轴上,孔的轴线就是