

机械制造工艺学

柯明扬 主编

北京航空航天大学出版社



机械制造工艺学

柯明扬 主编

北京航空航天大学出版社

2465.61
内 容 简 介

本书为高校机械制造专业的专业教材。其内容包括工艺过程设计的原则和方法;工序尺寸的设计和计算以及工艺尺寸图表的应用;影响加工精度的因素、误差的统计分析以及回归分析和工艺试验的正交设计法;表面粗糙度及表面层的物理机械性能;提高质量、生产率和经济性的措施,在有关章节中介绍了有关计算机辅助制造系统,并附有典型零件的制造工艺。在书末附有必要的附录,以及重点章节部分的习题。

本书结合机械行业,特别是航空、航天工业的生产实践,总结了复杂零件工艺过程的设计原则和方法,为计算机辅助工艺过程设计提供了理论基础。

本书可供高等院校作为教学用书,也可供从事机械行业各部门的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造工艺学/柯明扬主编. —北京:北京航空航天大学出版社,1996.8
ISBN 7-81012-650-4

I. 机… II. 柯… III. 机械制造工艺 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 08092 号

● 书 名: 机械制造工艺学(JIXIE ZHIZAO GONGYIXUE)

● 编 著 者: 柯明扬 主编

● 责任编辑: 刘宝俊

● 责任校对: 张韵秋

● 出 版 者: 北京航空航天大学出版社

● 地 址: 北京学院路 37 号(100083)62015720(发行科电话)

● 印 刷 者: 通县觅子店印刷厂

● 发 行: 新华书店总店北京发行所

● 经 售: 全国各地新华书店

● 开 本: 787×1092 1/16

● 印 张: 13.5

● 字 数: 345 千字

● 印 数: 4000 册

● 版 次: 1996 年 6 月第一版

● 印 次: 1996 年 6 月第一次印刷

● 书 号: ISBN 7-81012-650-4/TH·023

● 定 价: 13.00 元

前 言

《机械制造工艺学》是根据高等院校机械制造专业的要求而编写的,是一门主要专业课程。

机械加工的工艺知识,是机械行业,特别是航空和航天工业部门的设计、制造和管理人员所必备的知识。

为熟悉和解决加工工艺问题的方法,掌握加工工艺方面的基本理论和基本知识,了解机械加工方面的发展,本教材叙述了机械加工工艺过程的主要问题。

1. 设计工艺路线的原则和方法;
2. 工序的详细设计,重点叙述了尺寸换算以及工序尺寸的设计与计算,尺寸图表法在设计工艺过程时的应用;
3. 影响加工精度的因素分析,以及质量分析和质量控制的方法,工艺试验的正交设计法等;
4. 影响表面质量的因素分析,以及改善表面质量的措施;
5. 提高质量、生产率和经济性的措施,并重点叙述了设计工艺性、计算机应用等近代的技术与方法。

本课程的特点是既有科学性、理论性,又有较强的综合性和实践性,因此,必须联系实际来培养工艺设计、工艺分析、工艺计算和工艺实验方面的独立工作能力。

为适应工程技术应用和科学研究人才的培养,本教材侧重于基本理论和基础知识的应用,并配有典型零件的加工工艺,在书末附有有关的附录,以及重点章节的习题。

学习本课程时,应有一定的机械加工基础知识和生产实践的知识,先修的课程应有:机械制造基础、公差及技术测量、金属材料及热处理、金属切削原理及刀具和金属切削机床等等。

参加本书编写的有王庆文同志(编写第七、八章)。

参加本书编写工作的还有何静彦、马殿英、季平、孙斌和武彤等同志。

本书承北京理工大学胡永生教授审阅并提出了不少宝贵意见,谨致衷心的感谢。

本书大部分内容虽经多次教学实践,并在实践中经过不断修正和补充,但由于水平有限及编写的时间仓促,书中难免有不足和缺点,恳请读者批评指正。

编 者

1995年12月于北京航空航天大学

绪 论

机械工业,特别是航空与航天工业是国民经济中的重要工业部门。其产品包括汽车、轮船、飞机、导弹、人造卫星和航天飞机等。它们直接反映了工业生产的最高技术水平和能力,又集中应用了科学技术的最新成果。所以,其发展水平,常常是一个国家科学技术水平的标志。

机械制造工艺学是一门综合性的技术应用科学,是研究制造过程中各种加工过程的规律、合理选择过程参数和控制这些参数的方法与手段的科学,即研究制造过程的本质、相互联系和发展规律的科学。

机械制造过程大致可分为毛坯制造、零件的机械加工、装配和试验四个阶段。机械制造工艺是研究零件机械加工工艺过程的科学,是制造工艺的重要组成部分。其特点是由产品本身及其生产的特点以及技术发展的要求所决定的。

现代机械产品的特点,主要表现在下列几个方面:

1. 零件和整机的制造质量要求非常高,技术要求和特种技术条件等要求严格;
2. 零件的构形比较复杂,而且壁较薄,刚度较低;
3. 使用的材料品种多,质量要求高,其中包括很难加工的钛合金、耐热钢和耐热合金等;
4. 采用各种高效率的先进工艺方法和手段,如高能粒子加工与超精加工等,工艺过程细致而严密;
5. 要求有高度的专业化和广泛的协作关系。

随着科学技术的发展,特别是计算方法和计算机的迅速发展,大大地推动了机械加工工艺的进步。

数控加工(NC)、计算机数字控制(CNC)、直接数字控制(DNC)以及自适应控制(AC)等系统的推广和应用,更促进了机械工业的发展。近年来发展起来的柔性制造单元(FMC)和柔性制造系统(FMS),使多品种、中小批生产实现了加工自动化,大大地促进了自动化的进程。

目前,计算机辅助工艺过程设计(CAPP)的发展,以及计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)的结合,为进一步发展计算机综合制造系统(CIMS)创造了条件,并进一步向生产全盘自动化,即无人化制造系统(UMS)的方向发展。

现代机械产品的制造是一个极其复杂的过程,它所涉及的面很广。由于问题的综合性和实践性,因此,一方面必须深入总结和利用现有的丰富实践经验,另一方面更需要进行大量的科学实验和研究,并结合运用有关部门的最新科学成就,以解决制造过程中的各种问题,并优化整个生产系统,进一步推动制造科学的发展和现代化。

目 录

绪 论

第一章 工艺过程概述

- § 1-1 工艺过程的组成 (1)
- § 1-2 设计工艺过程的基本要求 (3)
- § 1-3 设计工艺过程的技术依据 (4)
- § 1-4 机械加工精度 (6)
- § 1-5 基准与定位 (8)
- § 1-6 尺寸链及计算方法 (10)

第二章 工艺路线设计

- § 2-1 零件图的工艺分析 (15)
- § 2-2 加工方法的选择 (18)
- § 2-3 阶段的划分 (21)
- § 2-4 工序的集中与分散 (22)
- § 2-5 基准选择 (23)
- § 2-6 热处理工序的安排 (33)
- § 2-7 辅助工序的安排 (35)
- § 2-8 轴套工艺路线分析 (36)

第三章 机床工序设计

- § 3-1 设备和工艺装备的选择 (39)
- § 3-2 加工余量的确定 (40)
- § 3-3 工序尺寸的确定 (44)
- § 3-4 工艺尺寸换算 (46)
- § 3-5 尺寸图表 (52)

第四章 机械加工精度

- § 4-1 概 述 (61)
- § 4-2 加工误差产生的原因 (61)
- § 4-3 加工误差的统计分析 (77)
- § 4-4 工艺试验的正交设计 (90)

第五章 机械加工表面质量

- § 5-1 表面质量概述 (98)
- § 5-2 表面质量对使用性能的影响 (99)
- § 5-3 表面粗糙度及影响因素 (102)

§ 5-4	表面层的物理机械性能及影响因素	(105)
§ 5-5	工艺系统的振动及控制方法	(112)
第六章 提高质量、生产率和经济性的措施		
§ 6-1	设计工艺性	(121)
§ 6-2	提高加工质量的途径	(128)
§ 6-3	提高劳动生产率的途径	(130)
§ 6-4	计算机技术的应用	(133)
§ 6-5	技术经济分析	(140)
§ 6-6	质量管理	(142)
第七章 轴类零件加工		
§ 7-1	构造、技术条件与材料	(144)
§ 7-2	轴类零件加工工艺过程设计	(147)
§ 7-3	主要加工工序的进行方法	(154)
§ 7-4	轴的检验	(158)
第八章 盘类零件的加工		
§ 8-1	构造、技术条件与材料	(161)
§ 8-2	盘类零件加工工艺过程设计	(164)
§ 8-3	主要工序的进行方法	(173)
§ 8-4	盘的检验	(174)
第九章 梁类零件加工		
§ 9-1	构造、技术条件与材料	(179)
§ 9-2	梁的工艺路线的制订	(180)
§ 9-3	梁的主要工序的进行方法	(182)
§ 9-4	梁的检验	(185)
附 录		
附录一、 工艺文件		(186)
附录二、 加工方法及经济加工精度		(187)
附录三、 表面粗糙度		(189)
附录四、 余量简表		(190)
习 题		(193)
参考文献		(206)

第一章 工艺过程概述

§ 1-1 工艺过程的组成

一、生产过程和工艺过程

工厂的生产过程是将原材料或半成品转变为成品所进行的全部过程。

工厂的生产过程可以分为几个主要阶段。在机械制造厂(例如航空和航天器发动机制造工厂)中,这些阶段是:

1. 毛坯制造(在锻压和铸造等车间进行);
2. 零件加工(在机械加工、冲压、焊接、热处理和表面处理等车间进行);
3. 零件装配(在装配车间进行);
4. 发动机试验(在发动机试车台上进行)。

工厂的生产过程,是一个十分复杂的过程,它不仅包括那些直接作用到生产对象上去的工作,而且也包括许多生产准备工作(如生产计划的制订、工艺规程的编制与生产工具的准备等等)和生产辅助工作(如设备的维修、工具的刃磨、原材料和半成品的供应、保管与运输以及生产中的统计与核算等)。

然而,在工厂的生产过程中,占重要地位的是工艺过程。工艺过程是与改变原材料或半成品使之成为成品直接有关的过程。工艺过程有锻压、铸造、机械加工、冲压、焊接、热处理、表面处理、装配和试车等。

机械加工工艺过程,是指用机械加工方法逐步改变毛坯的状态(形状、尺寸和表面质量),使之成为合格的零件所进行的全部过程。在机械产品的制造过程中,机械加工在总劳动量中占的比重最大(约为 60%),而且它是获得复杂构形和高精度零件的主要手段。近年来,由于科学技术的飞速发展,对产品的精度要求也就愈来愈高。因此,机械加工工艺过程在产品生产的整个工艺过程中,占有最重要的地位。

先进工艺过程的采用,与发展机械工业的技术水平有非常重大的关系。工艺过程的设计,在生产准备工作中起着决定性的作用。按照规定的工艺过程组织生产,对保证产品的质量和经济性,并对提高生产率都有十分重要的意义。同时,生产中的各种生产准备工作和生产辅助工作,也都以规定的工艺过程为依据。而且,只有执行规定的工艺过程,才能够建立起正常的生产秩序。因此,设计正确合理的工艺过程,是一项十分重要的工作。

二、工艺过程的组成

机械加工工艺过程是由一系列工序组成的,毛坯依次通过这些工序而变为成品。

工序是工艺过程的基本组成部分。

工序是指在一个工作地点上,对一个工件(或一组工件)进行加工所进行的连续工作。

工序的内容可繁可简,如图 1-1(a)所示的零件,孔 1 需要进行钻和铰,如果一批工件中,每个工件都是在一台机床上依次地先钻孔,而后接着铰孔,这就构成一个工序。如果将全批工件都先进行钻孔,然后再将全批钻过孔的工件进行铰孔,这样就成为两个工序了。

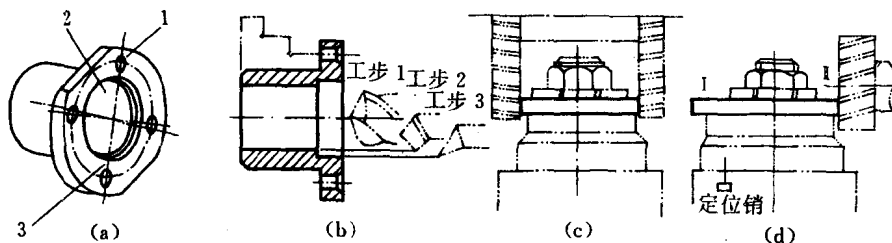


图 1-1 工艺过程的组成

在组织计划工作中,工序是工艺过程的基本单元。

工序又可划分为不同的工步。

工步是指在被加工表面、切削工具和机床的工作用量(转速和进给量)均保持不变的条件下所进行的工作。

如图 1-1(b)所示的加工中间大孔的工序,这一工序包括三个工步:(1) 钻孔 2; (2) 镗孔 2; (3) 镗环槽 3。

为了提高生产率,常常将几个工步合并成为一个复合工步。这种复合工步的特点是用几个工具同时加工几个表面,如图 1-1(c)所示为用两把铣刀同时加工两个平面的情况。在多刀、多轴机床上进行零件加工时,主要是利用这一特点来提高劳动生产率。

一个工步又可分为几次走刀进行。

走刀是指在一个工步中,切削工具从被加工表面上每切去一层金属所进行的工作。

当工件表面上需要切去的金属太厚,不可能或不宜一次切下时,就需要分几次走刀来进行加工。

完成一个工序,常需要进行许多工作,这些工作可分为基本工作(切削)和辅助工作(装卸工件、开动机床、引进工具和测量工件等)两部分。在辅助工作中,工件的安装占有很重要的地位。

安装是使工件在机床上占据应有的位置,并夹紧使之固定在这个位置上。

由上述定义可知,安装包括定位和夹紧两个内容。在一个工序中,可以用一次安装或几次安装来进行加工。如图 1-1(c)所示,用一对铣刀同时加工两个侧面,这是一次安装。若用一把铣刀,先铣一边,然后将工件松开,旋转 180° ,并重新夹紧,再加工另一边,这就成了两次安装。

工件在一个工序中进行多次安装,往往会降低加工质量,而且还要花费很多装夹时间,因此,当工件必须在不同的位置加工时,常利用夹具来改变工件的位置。

工位是工件在一次装夹后,在机床上所占有的各个位置。

图 1-1(d)所示为利用夹具在两个工位上进行铣削平面的情况。工件的Ⅱ端加工后,不必卸下工件,只须拔出定位销,使夹具的上半部分带着工件一起旋转 180° ,再插入定位销,使工件的Ⅰ端占据Ⅱ端原有的位置。亦即使夹具的上半部和底部之间改变角向相对位置,从而使工件由第一工位转到第二工位。

上述这些术语,可通过螺钉的机械加工工艺过程来说明。螺钉的零件图见图 1-2,工艺过程见表 1-1。

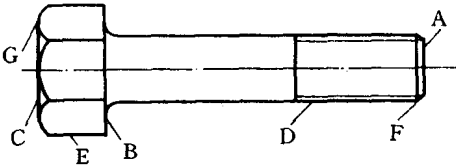


图 1-2 螺 钉

表 1-1 螺钉机械加工工艺过程

工 序	安 装	工 步	走 刀	工 位
I 车	1 (三爪卡盘)	(1) 车端面 A	1	1
		(2) 车外圆 E	1	
		(3) 车螺纹外径 D	3	
		(4) 车端面 B	1	
		(5) 倒角 F	1	
		(6) 车螺纹	6	
		(7) 切断	1	
II 车	1 (三爪卡盘)	(1) 车端面 C	1	1
		(2) 倒棱 G	1	
III 铣	1 (旋转夹具)	(1) 铣六方 (复合工步)	3	3

§ 1-2 设计工艺过程的基本要求

设计零件的机械加工工艺过程,是生产技术准备工作的一个重要组成部分。

一个零件可以采用不同的工艺过程制造出来。但是,正确与合理的工艺过程,应满足下列基本要求:

1. 保证产品的质量符合设计图和技术条件所规定的要求;
2. 保证高的劳动生产率;
3. 保证经济上的合理性。

质量、生产率和经济性,通常就构成了制订工艺过程所必须满足的技术和经济要求。对于航空、航天产品,保证质量是最重要的,而生产率和经济性,对国防工业来说,也具有特殊的意义。

另外,在设计工艺过程时,必须特别重视改善劳动条件。

新技术和新工艺的发展,如毛坯的精化,特种工艺和超精工艺技术的发展,以及数控和计算机技术的应用等等,都对产品的质量和生产周期有很大的影响。因此,随着生产技术的发展,

工艺过程也要不断地改进。

同时,所设计的工艺过程要能够保证产品质量的稳定。即工艺过程要能够可靠地实现图纸和技术条件所规定的要求。也就是说,产品的质量尽可能不依赖于操作者的技艺,而要决定于设备、工艺装备和工艺方法的完善程度。

总之,在设计工艺过程中,要合理地解决技术和经济问题。为了使所设计的工艺过程更为合理,就必须对各种可行的方案进行分析比较。以使工艺过程能全面地符合质量、生产率和经济性的要求。

§ 1-3 设计工艺过程的技术依据

零件机械加工的工艺过程,取决于零件的要求、产量的大小和现场的生产条件。所以,在设计工艺过程时,必须掌握下列资料作为基本的技术依据。

一、零件图及技术条件

零件图及技术条件,是制造的对象,是设计工艺过程的主要技术依据。

在零件图上应包括:

1. 构形 有必要的投影、剖视或剖面等,必须使零件定形。另外,还应有确定构形大小的全部尺寸;
2. 技术要求 有关尺寸、形状和位置关系所允许的偏差;表面粗糙度以及某些特殊的技术要求(如平衡、音频和重量等);
3. 材料 有关材料的牌号、热处理方式及硬度、材料的无损探伤、毛坯种类及检验等级等。

另外,所有不能在图纸上用图形或符号表示的要求或说明,一般可写在图纸上或写在另附的文件上,这些称之为技术条件。

在设计工艺过程中,首先应对零件图进行详细的工艺分析,以便掌握工艺关键并采取必要的工艺措施。

二、生产量

工艺过程必须根据给定的生产量的大小来设计。产品的产量及劳动量的大小,是影响生产类型的主要因素。生产可分为三种基本类型,即单件生产、成批生产和大量生产。

1. 单件生产 这种生产类型的特点是产品的品种多、产量小(一件、几件或几十件),而且是不再重复或不定期重复的生产。

由于这种生产类型的产量小,所以常采用通用的设备及工艺装备。对于形状复杂的表面,一般采用数控加工。按照这种方式组织生产的有工具制造、专用设备制造以及新产品的试制等。

2. 成批生产 这种生产类型的特点是产品分批地进行生产,按一定时期交替地重复。因批量的不同,成批生产可分为大批生产、中批生产和小批生产三种。大批生产的产品品种有限而产量较大,所以常采用接近于大量生产的方式进行。而小批生产则产品的品种繁多而产量不大,其生产方式接近于单件生产。航空与航天工业的零件生产,按其性质来说,一般是属于中、

小批生产的类型。

成批生产一般采用通用设备及部分专用设备,并广泛地采用专用工艺装备。

3. 大量生产 这种生产类型的特点是产品的产量大,大多数设备经常重复进行某一工件的一个工序的加工。常采用专用设备及专用工艺装备。广泛地采用高生产率的专用机床、组合机床、自动机床与自动生产线。例如,航空发动机的叶片车间,一般是按大量生产的类型来组织生产的。

在同一工厂内,甚至在同一车间中,各个工段也可能按不同的生产类型来组织生产。

由于生产类型的不同,对生产组织、生产管理、车间布置、设备、工艺装备、工艺方法以及操作者的技术水平等各方面的要求,也都有所不同。所以,在设计工艺过程时,必须注意和生产类型相适应。

产量和生产类型的关系及其工艺特点,一般可归纳为表 1-2 所列。

表 1-2 产量、生产类型与工艺特点

生产类型		单件生产	成 批 生 产			大 量 生 产
			小 批	中 批	大 批	
年 产 量 (件)	重型机械	<5	5~100	100~300		
	中型机械	<20	20~200	200~500	500~5000	>5000
	轻型机械	<100	100~500	500~5000	5000~50000	>50000
工 艺 特 点	毛坯特点	用木模手工造型及自由锻等,毛坯精度低,加工余量大	用金属模造型及模锻等,部分采用先进高效方法,如精铸、辗压与空心锻造等,毛坯精度及加工余量中等			广泛采用机器造型及精铸、精锻、精压与辗压等先进高效方法,毛坯精度高、加工余量小,部分毛坯无余量
	机床设备	采用通用机床,部分采用数控机床及加工中心等	采用通用机床和部分专用机床及组合机床,或者采用柔性制造单元及系统			广泛采用专用机床与自动机床
	设备布置形式	按机群式布置	设备按零件类别分工段排列			按流水线或自动生产线排列
	工艺装备	采用标准附件、通用夹具、通用刀具与通用量具	采用通用夹具,并广泛采用专用夹具,采用专用或通用刀具与量具			广泛采用高生产率的专用夹具、刀具及量具,并采用自动检测
	生产率	生产率较低,采用数控技术可提高生产率	中等			高
	成本	较高	中等			低

在一般情况下,如果生产类型不同,则设计工艺过程的详细程度也有所不同。单件生产时,一般只设计工艺路线;在成批和大量生产时,才详细地设计工艺过程。但由于对航空及航天产

品的可靠性要求极高,因此,在各种情况下均须详细地设计工艺过程。

另外,在设计流水线生产的工艺过程时,必须使完成每一工序所需要的时间,接近于节律或其整倍数,以便使机床得到充分的负荷。

节律是指为加工一个工件时完成一个工序所需的时间,可按下式计算:

$$t = T_1/Q$$

式中 T_1 ——某一段时间;

Q ——在此期间内所加工的工件数。

近年来,由于计算机技术的迅速发展,先进的设备及技术——数控机床、加工中心以及成组技术、柔性制造技术与集成制造系统等的出现和发展,对各种生产类型的工艺特点,以至对批量的概念等,都影响甚大,必将导致它们发生新的变化。

三、生产条件

设计工艺过程,可能是在现有工厂的条件下,或者是在新设计的工厂条件下进行。在后一种情况下,可以根据需要和我国当前可能的条件来选择设备,因而可采用较为先进的技术。而在前一种情况下,主要应从工厂现有的机床设备出发来设计较为合理的工艺过程,使现有的设备能得到充分利用。

为了发挥现有生产设备的潜力,以提高产品的质量和生产率,机床设备的改装具有十分重大的技术和经济意义。

新技术、新工艺的发展,新设备的不断出现,标志着生产工艺水平的不断提高。因此,为了更好地保证质量、提高劳动生产率并降低生产成本,在设计工艺过程时,要充分注意新技术的引用。

§ 1-4 机械加工精度

精度是机械产品制造中的主要质量指标之一。保证零件获得规定的加工精度是设计零件机械加工工艺过程的首要任务。

机械加工精度,是指工件在机械加工后的尺寸、几何形状以及表面间的相对位置等的实际几何参数,与设计图所规定的数值的符合的程度。而它们之间不相符合的程度,则称为加工误差。

一、零件精度的标志

由分析零件的构形可知,任意零件都是由各种表面组合而成的。在大多数情况下,这些表面都是些很简单的表面,如平面和圆柱面等。另外,简单的直纹面和回转面,如锥面、球面、螺旋面和齿形表面等,应用也较多;更复杂的立体型面,如叶片的叶型表面等,则应用较少。

零件的精度,可以从下列两方面来表示:

1. 表面本身精度

(1) 表面本身的尺寸精度,如圆柱面和球面的直径以及锥面的锥角等;

(2) 表面本身的形状精度,如平面度、圆度、圆柱度和面轮廓度等(见国标 GB1183—80 中所规定的形状精度);

(3) 表面粗糙度。

2. 表面间相对位置精度

(1) 表面间的位置尺寸精度,如平面间的距离和孔间距等;

(2) 表面间的位置关系精度,如平行度、垂直度、对称度、位置度和圆跳动等(见国标 GB1183—80 中所规定的位置精度)。

任何一种加工方法都不可能加工出绝对准确的零件,总是要产生一些误差的。因此,在设计工艺过程时,应考虑加工的需要与可能来规定适当的加工精度。

二、零件规定精度的获得方法

零件在加工时,获得规定精度的方法,主要有试削法和自动获得法。

1. 试削法

试削法是经过多次试切走刀而获得规定精度的。在每次试切走刀后,进行测量、然后校正切削工具对工件的位置,直到获得所要求的精度为止。图 1-3(a)所示即为在车床上采用试削法加工外圆时的情况。

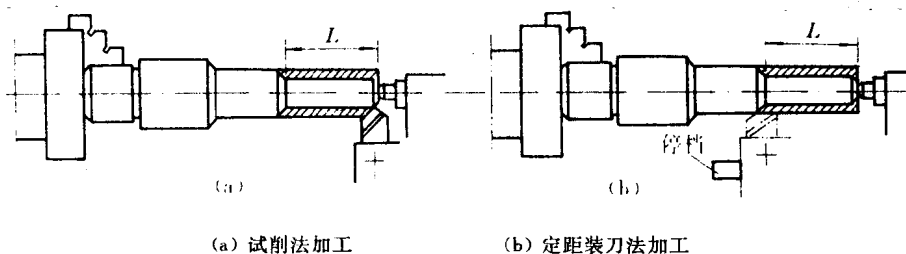


图 1-3 获得规定精度的方法

采用试削法加工,往往需要进行多次试切与测量,生产率较低,一般只适用于单件或小批生产。

2. 自动获得法

(1) 用定尺寸切削工具加工

这种方法是采用有一定尺寸和形状的切削工具进行加工,以便获得所规定的精度。如用铰刀、拉刀加工孔,用丝锥加工螺纹孔,以及用成型切削工具加工型面等。

(2) 用定距装刀法加工

用定距装刀法获得规定的精度,是指利用行程控制装置(如挡块和凸轮)等将切削工具调整好,以取得切削工具对加工表面的正确位置,然后加工一批工件,获得所规定的精度。这种方法广泛应用于多刀机床、转塔车床和龙门铣床等半自动和自动机床上。某些通用机床也可进行定距加工,如图 1-3(b)所示即为在车床上采用定距装刀法加工的情况。

这种方法所能得到的加工精度,不仅取决于设备(包括夹具与刀具等)的调整精度,而且还和加工过程中的稳定性有关。

(3) 由设备本身保证

由设备本身保证获得规定的精度,是指工件在加工后,被加工表面所要求的精度,取决于设备的精度。如在车床上加工端面和外圆,其垂直度就取决于机床的精度。用数控机床和加工中心等加工工件,也是由设备本身保证工件加工精度的。

自动获得精度的方法,是成批生产和大量生产中采用的主要方法,也是机械加工过程自动化的必要条件。另外,关于基准与尺寸等问题的研究,都是在自动获得精度的前提下进行的。

§ 1-5 基准与定位

在设计工艺过程时,不但要考虑获得表面本身的精度,而且还必须保证表面间位置精度的要求。这就需要考虑工件在加工过程中的定位和测量等基准问题。

基准,是指零件上(或工件上)的某些点、线或面,据此以确定其他点、线或面的位置。

1. 设计基准

设计基准是指零件图上的一个点、线或面,据此以标定其他点、线或面的位置。

在零件图上,按零件在产品中的工作要求,用一定的位置尺寸或位置关系来确定各表面间的相对位置。图 1-4 所示是三个零件图的部分要求。对平面 A 来说,平面 B 是它的设计基准。对平面 B 来说, A 是它的设计基准。它们是互为设计基准的(图 1-4(a))。D 是平面 C 的设计基准(图 1-4(b))。在图 1-4(c)上,虽然 G 和 H 面之间没有标注一定的尺寸,但有一定的位置关系精度的要求,因此, H 是 G 面的设计基准。

对于整个零件来说,有很多个位置尺寸和位置关系精度的要求。但是,在各个方向上,往往有一个主要的设计基准。如图 1-4(c)所示的零件, F 就是轴向主设计基准。

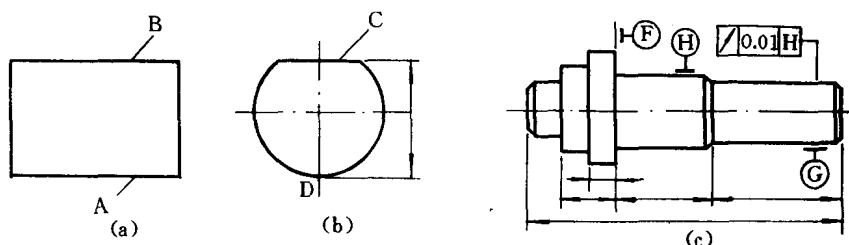


图 1-4 设计基准

在设计工艺过程时,要考虑如何获得表面间的位置精度问题,因此,需要根据设计基准来分析如何选取工艺基准问题。最常用的工艺基准有原始基准、定位基准和测量基准。

2. 原始基准

原始基准是在工序单上(或其它工艺文件上),据此以标定被加工表面位置的点、线或面。标定被加工表面的位置尺寸,称为原始尺寸。

图 1-5 所示为钻孔工序的简图。这两种方案对被加工孔的原始基准选择不同,原始尺寸也因之而异。

3. 定位基准

定位基准是工件上的一个面,当工件在夹具上(或直接在设备上)定位时,它使工件在原始尺寸方向上获得确定的位置。

图 1-6 所示为加工某工件的两个工序简图。由于原始尺寸方向的不同,定位基准的表面也就不同。

在图 1-6(a)中,原始尺寸为 H_1 ,工件以底面定位。在图 1-6(b)中,原始尺寸为 H_2 和 H_3 ,所以工件要以底平面及圆柱面定位。

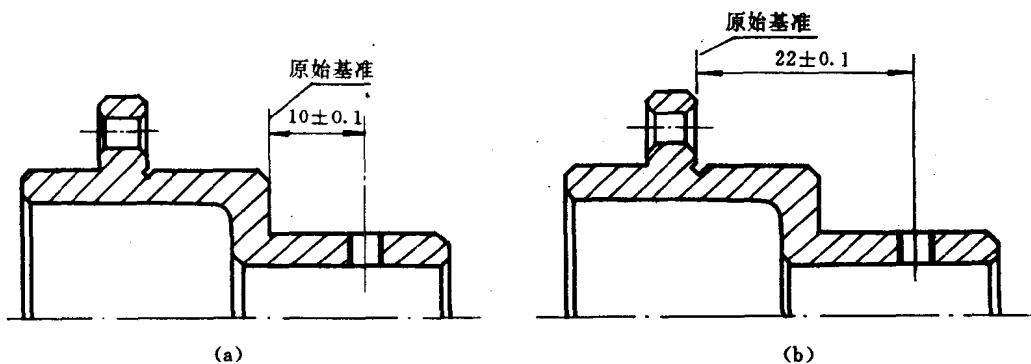


图 1-5 原始基准及原始尺寸

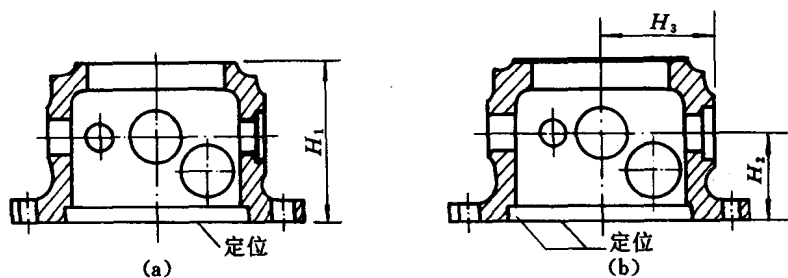


图 1-6 定位基准

与夹具(或设备)接触而不起定位作用的表面,称为支靠表面。

4. 测量基准

测量基准是工件上的一个表面、表面的母线或表面上的一个点,据此以测量被加工表面的位置。

图 1-7 的所示为检测被加工平面时所用的两种方案。原始基准不同,选择的测量基准也不相同。

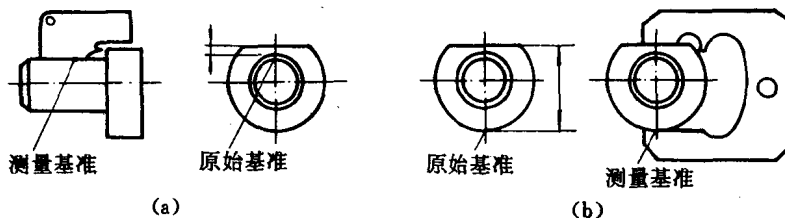


图 1-7 测量基准

工件在机床上定位,一般有两种方法:校正定位法和非校正定位法。

(1) 校正定位法

用这种方法定位时,工件在机床上是靠找正的方法来获得所要求的位置的。这种方法的生产率较低,所以一般只是在单件或小批生产中使用。但对于一些大型复杂的工件,如发动机机匣等零件,由于毛坯制造比较困难,制造精度不高,所以也常采用划线找正的办法。另外,校正

定位法还用于工件的定位精度要求特别高的情况(0.01~0.005mm左右),因为使用夹具有时很难保证较高的定位精度。

(2) 非校正定位法

使用这种方法时,只要使工件上的定位基准和夹具(或设备)上的定位表面相接触,就能使工件获得所要求的位置。由于这种方法的生产率较高,因此,在成批及大量生产时,主要采用这种方法。必须指出,采用这种方法定位时,要求工件的定位基准,必须有一定的精度。

§ 1-6 尺寸链及计算方法

在设计和制造过程中,需要确定表面间的位置,因而常遇到尺寸和精度的计算问题,所以预先要掌握尺寸链及其计算方法。

一、尺寸链

用来确定某些表面间相互位置的一组尺寸,按照一定的次序排列成为封闭的链环,称为尺寸链。

在零件图或工艺文件上,为了确定某些表面间的相互位置,可以列出一些尺寸链。在设计图上的称为设计尺寸链;在工艺文件上的称为工艺尺寸链。

图 1-8(a)所示为某一零件的轴向尺寸图,底的厚度 F_1 由设计尺寸 A_1, A_2 和 A_3 所确定。尺寸 A_1, A_2 和 A_3 ,再加上 F_1 就组成一个设计尺寸链。

图 1-8(b)所示为该零件的两个工序图,凸缘厚度 A_3 由 H_1 及 H_3 所确定,尺寸 H_1, H_3 和 A_3 组成一个工艺尺寸链。 H_1, H_2 则与 F_1 组成另一个工艺尺寸链。

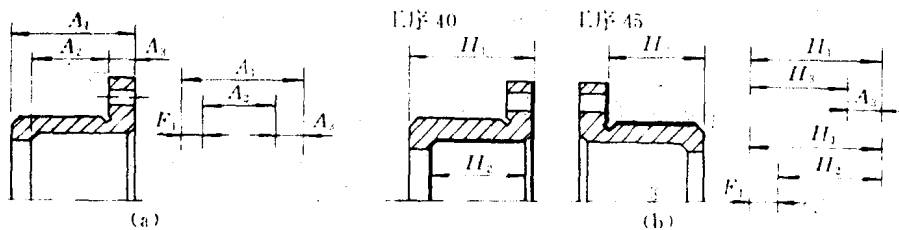


图 1-8 设计尺寸链和工艺尺寸链

尺寸链中的每一个尺寸称为尺寸链的环。尺寸链的环按其性质可分为两类:组成环和封闭环。

组成环:

直接形成的尺寸称组成环。如设计图图 1-8(a)上直接给定的尺寸 A_1, A_2 和 A_3 等;又如在工序图图 1-8(b)上直接加工获得的尺寸 H_1, H_2 和 H_3 等。

封闭环:

由其它尺寸间接形成的尺寸称为封闭环。如在 A_1, A_2, A_3 和 F_1 所组成的设计尺寸链中, F_1 是由 A_1, A_2 和 A_3 所确定的,所以 F_1 是间接形成的,是这个设计尺寸链的封闭环。在工艺尺寸链中, A_3 是由 H_1 和 H_3 所确定的,所以 A_3 是该工艺尺寸链的封闭环。同理,在 H_1, H_2 和 F_1 的工艺尺寸链中, F_1 是封闭环。