

◎ 职业技能培训教材

数控机床 编程与操作

SHUKONG JICHUANG
BIANCHENG YU CAOZUO

◎ 翟瑞波 主编

◎ 白一凡 主审

 中国劳动社会保障出版社

◎ 机械工业出版社

数控机床 编程与操作

数控机床编程与操作
PLC控制与操作

主编：王 伟
副主编：王 伟

机械工业出版社

职业技能培训教材

数控机床编程与操作

翟瑞波 主编

白一凡 主审

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

数控机床编程与操作/翟瑞波主编. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2004
职业技能培训教材

ISBN 7-5045-4400-0

I. 数… II. 翟… III. 数控机床-程序设计-技术培训-教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 000518 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 12.5 印张 309 千字

2004 年 1 月第 1 版 2004 年 6 月第 2 次印刷

印数: 3000 册

定价: 28.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64911190

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

内 容 简 介

本书全面、系统地介绍了数控机床编程与操作的相关基础知识，内容包括机械加工基础知识、数控编程与操作知识，并重点讲解了 FANUC、SIEMENS 两大数控操作系统的编程规则、编程指令、机床操作。本书图文并茂，注重理论联系实际，以 FANUC、SIEMENS 操作系统为例，列举了大量例题和加工实例，并附有复习题供读者参考、练习，具有较强的实用性。

本书可作为中等职业技术学校数控机床编程与操作相关专业教学及数控机床编程与操作人员岗位培训的教材，也可作为从事数控机床工作的工程技术人员以及大中专院校机械制造、机电一体化等专业师生的参考用书。

前 言

随着科学技术和社会生产的迅速发展,整个社会对机械产品的质量及其生产效率提出了越来越高的要求。相应于此,近年来数控机床、数控加工技术在机械制造业中得到广泛应用和迅猛发展,工程技术人员及数控机床编程与操作人员学习、掌握数控技术已成为一种趋势。

本书以劳动和社会保障部教材办公室组织制定的数控机床加工专业教学计划与教学大纲为依据,针对职业技术学校以及高等教育机械制造及设备、机电工程等专业学习数控技术及数控机床编程与操作技术的需求而编写。本书所介绍的理论知识和操作技能是编写者多年数控教学及生产实践的经验总结,针对性强、简洁适用,并采用了大量的加工实例,对学习数控技术及应用数控技术完成零件的加工具有实际指导意义。

本书由西安航空发动机集团公司技工学校翟瑞波主编,白一凡主审。在编写过程中,得到西安航空发动机集团公司技工学校马诚、严旭辉、侯继业、南逢玉、谢龙爱、苏诚、杨文林和西安航空发动机集团公司工程技术人员的大力支持,在此一并表示感谢。

由于作者水平有限,书中难免出现遗漏和错误,恳请读者批评指正。

编 者

2004年1月

目 录

第一篇 机械加工基础

第一章 金属切削刀具.....	(1)
§ 1—1 金属切削过程的规律.....	(1)
§ 1—2 刀具的磨损和提高耐用度的措施.....	(3)
复习题.....	(5)
第二章 机械加工工艺.....	(6)
§ 2—1 切削加工的质量分析.....	(6)
§ 2—2 定位基准的选择.....	(8)
§ 2—3 工艺规程.....	(13)
复习题.....	(17)

第二篇 数控编程与操作

第三章 数控机床.....	(19)
§ 3—1 数控机床的工作原理及组成.....	(19)
§ 3—2 数控机床的分类.....	(21)
§ 3—3 数控机床的特点及应用.....	(25)
复习题.....	(27)
第四章 数控加工的程序.....	(28)
§ 4—1 机床坐标系和工作坐标系.....	(28)
§ 4—2 编程的一般步骤.....	(30)
§ 4—3 程序编制的基本概念.....	(32)
§ 4—4 常用指令的含义.....	(35)
复习题.....	(43)
第五章 数控车床的编程.....	(44)
§ 5—1 数控车床常用指令.....	(44)
§ 5—2 刀具半径补偿功能.....	(54)
§ 5—3 固定循环指令.....	(59)

§ 5—4 子程序.....	(69)
§ 5—5 综合加工实例.....	(71)
复习题.....	(78)
第六章 数控车床的操作.....	(84)
§ 6—1 数控车床概述.....	(84)
§ 6—2 数控车床操作 (FANUC 系统)	(86)
复习题.....	(91)
第七章 数控镗铣加工中心的编程.....	(92)
§ 7—1 数控镗铣加工中心常用指令.....	(92)
§ 7—2 刀具补偿.....	(95)
§ 7—3 固定循环.....	(101)
§ 7—4 子程序.....	(107)
§ 7—5 镜像指令.....	(112)
§ 7—6 综合加工实例.....	(114)
复习题.....	(130)
第八章 数控镗铣加工中心操作.....	(137)
§ 8—1 数控镗铣加工中心介绍.....	(137)
§ 8—2 镗铣加工中心操作 (FANUC 系统)	(143)
复习题.....	(149)
第九章 SIEMENS 802D 系统编程与操作.....	(150)
§ 9—1 SIEMENS 802D 系统编程	(150)
§ 9—2 SIEMENS 802D 系统操作	(181)
复习题.....	(191)
参考文献.....	(192)

第一篇 机械加工基础

第一章 金属切削刀具

§ 1—1 金属切削过程的规律

金属切削变形有弹性变形和塑性变形两种。金属切削过程是刀具把工件表层的金属层，通过刀刃的切割和刀面的推挤，使之变为切屑从而形成已加工表面的过程。

一、四个变形区

为说明切削过程的实质，将切削区域划分为四个变形区，如图 1—1 所示。

基本变形区 1：在基本变形区被切金属在刀具的挤压作用下产生滑移变形，OA 线称始滑移线（OA 线以左为弹性变形区，到达 OA 线将开始产生塑性变形），OE 线称终滑移线（OE 线后面的金属将变为切屑流走）。

前刀面摩擦变形区 2：在该变形区切屑在流出过程中与前刀面挤压、摩擦，同时前刀面发生磨损。

刃前变形区 3：此变形区在刃口圆弧处的一个变形范围内。

后刀面摩擦变形区 4：在该变形区主要是后刀面与已加工表面的摩擦、挤压。

二、切屑的收缩现象

被切金属经塑性变形后形成的切屑，其长度（ $L_{\text{屑}}$ ）比切削层长度（ L ）短，其厚度（ $a_{\text{屑}}$ ）比切削层厚度（ a ）厚，此现象称为切屑的收缩现象，如图 1—2 所示。变形系数 K ：

$$K = \frac{L}{L_{\text{屑}}} = \frac{a_{\text{屑}}}{a} > 1$$

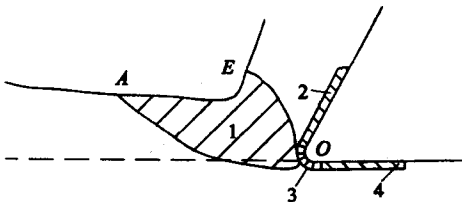


图 1—1 四个变形区

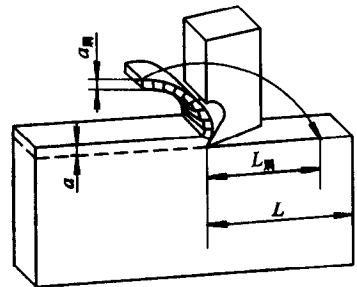


图 1—2 切屑的收缩

变形系数 K 越大，则表示切削过程中的变形也越大，因此可用来近似地衡量金属在切削过程中的变形程度。

三、影响切屑变形的因素

1. 工件材料 塑性大、强度低的金属材料，其变形系数大，切屑变形也大；脆性材料只形成崩碎切屑，变形系数无实际意义。

2. 切削用量 在切削塑性材料时，加大切削速度，由于切屑来不及充分变形，就被挤裂下来，使变形系数减小，故切削力和切屑变形减小；加大进给量，则使切削厚度增加，单位切削面积的切削力减小，切屑平均变形量随之减小。

3. 冷却润滑条件 润滑条件的改善可减小切屑与刀具表面之间的摩擦系数，从而减少变形系数和切屑变形。

4. 刀具的几何角度 刀具的几何角度对切屑的变形有影响，尤其是刀具的前角和前刀面的光滑程度，直接影响切屑变形。

四、积屑瘤和加工表面的冷硬现象

1. 积屑瘤 切削塑性材料时，切屑由刃口沿前刀面流出，这时切屑底层的滞流层（如图 1—3a 所示），由于受前刀面摩擦力的作用减低了流动速度。在高温、高压作用下，当摩擦力大于滞流层的结合力时，滞流层的金属与切屑分离而粘结在前刀面上，形成积屑瘤，如图 1—3b 所示。

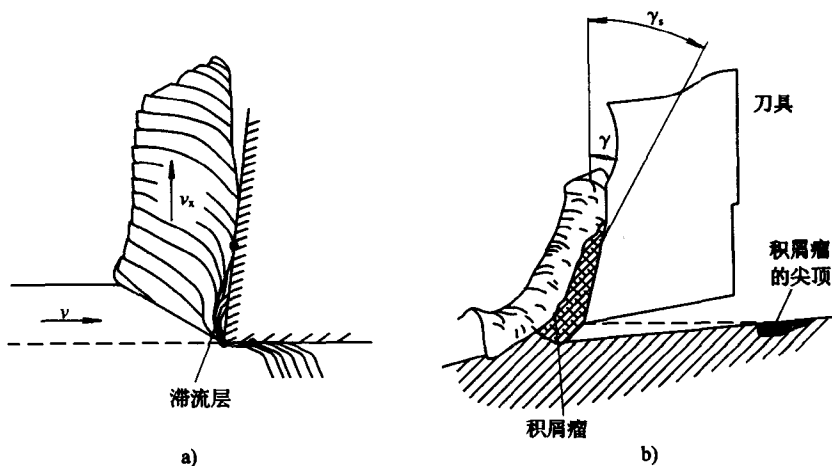


图 1—3 滞留层和积屑瘤

积屑瘤的特点：

- (1) 积屑瘤的硬度约为原工件硬度的 1.5~3 倍，可代替刀刃切削。
- (2) 积屑瘤增大了刀具的实际前角，使切屑变形和切削力减小，并起保护刀刃的作用。
- (3) 积屑瘤不规则，时大时小，时有时无，影响工件尺寸精度、表面粗糙度和表面质量。

精加工应尽量避免积屑瘤的产生，可采取提高切削速度和减小前刀面的表面粗糙度值，

以及增大前角、减小进给量和合理使用切削液等措施。

2. 已加工表面的冷硬现象 金属经过冷加工后，强度、硬度提高，而塑性下降，这种现象称为加工硬化。切削过程中变形越大，加工硬化现象越严重。

常见的减轻加工硬化的措施有：提高切削刃的锋利程度，适当减小切削厚度和进给量，适当增大切削速度，减小后刀面的表面粗糙度。

§ 1—2 刀具的磨损和提高耐用度的措施

一、刀具磨损

磨损是刀具钝化（磨损、崩刃、卷刃）的主要形式，它是在切削过程中因刀具前刀面、后刀面上的微粒被切屑和工件带走而产生的。

刀具的磨损形式，按其发生部位可分为：后刀面磨损、前刀面磨损、边界磨损，如图 1—4 所示。

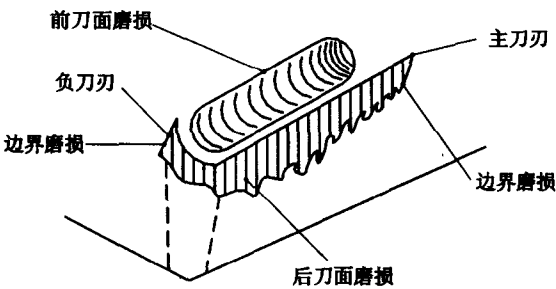


图 1—4 刀具的磨损形式

1. 刀具磨损的原因

(1) 磨粒磨损。磨粒磨损又称机械磨损。工件材料中的碳化物、氮化物、积屑瘤碎片以及其他杂质的硬度较高，在机械擦伤的作用下，把刀具前、后刀面刻划出许多沟纹而造成磨损。

提高刀具的刃磨质量，减小前、后刀面和刀刃的表面粗糙度值，能减缓刀具的磨损。

(2) 热磨损。切削时，由于切削热而使刀具温度升高（尤其在刀刃刀尖附近的温度最高）。温度升高后，刀具材料将产生相变而使硬度降低；刀具材料与切屑和工件相互粘结而被粘附带走；刀具材料中的几何元素向工件中扩散，而使切削刃附近的组织变化，致使硬度和强度降低；前、后刀面在热应力的作用下产生裂纹及温度升高时容易使表面产生氧化层等。这些由切削热和温度升高而使刀具产生的

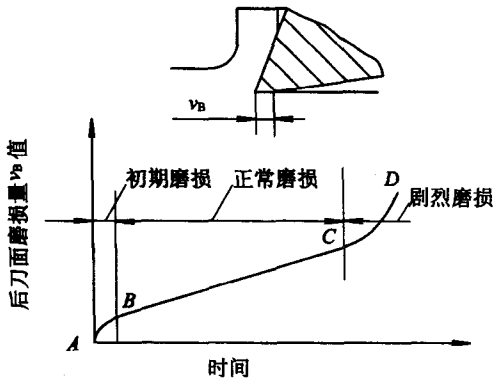


图 1—5 刀具的磨损过程

磨损统称为热磨损。

2. 刀具的磨损过程 刀具的磨损过程大致可分为三个阶段，如图 1—5 所示。

(1) 初期磨损阶段 (AB 段)。这一阶段磨损较快。因为刀具在刃磨后，表面有砂轮磨痕产生的凸峰和刀刃处的毛刺，这些将很快被磨平。提高刀具的刃磨质量，通过研磨或用油石修光刀刃和前、后刀面，能有效地减少初期磨损量。

(2) 正常磨损阶段 (BC 段)。这一阶段的磨损比较缓慢，磨损量随时间而均匀地增加，并且比较稳定。这时刀具处于正常使用阶段。

(3) 急剧磨损阶段 (CD 段)。当刀具磨损达到一定程度后，刀刃变钝。前、后刀面磨损后刀刃强度显著减弱而缺损，切削条件变差，从而使切削热和切削力增加，刀具磨损速度急剧上升，以致丧失切削能力。因此，切削时应避免使刀具磨损进入这一阶段。

3. 刀具的磨钝标准 刀具的磨钝标准，通常以后刀面磨损量的最大值 V_B 表示。几种常用刀具磨钝标准的参考值见表 1—1。

表 1—1 几种刀具磨钝标准的参考值 V_B mm

刀 具		磨 损 部 位	刀 具 材 料							
			高 速 钢				硬 质 合 金			
			工 件 材 料				工 件 材 料			
			钢		铸 铁		钢		铸 铁	
			粗加工	精加工	粗加工	精加工	粗加工	精加工	粗加工	精加工
外圆车刀、镗孔刀		后刀面	0.3~0.5	0.1~0.3	2.0~3.0	0.1~0.3	0.6~0.8	0.1~0.3	0.8~1.2	0.1~0.3
钻 头	$d_0 < 10$	后刀面 转角处	0.4~0.7		0.5~0.8				0.3~0.5	
	$10 \leq d_0 \leq 20$		0.7~1.0		0.8~1.2				0.5~0.8	
	$d_0 > 20$		1.0~1.4	0.2~0.4	1.2~1.6				0.8~0.1	
端铣刀		后刀面	1.2~1.5	0.2~0.4	1.5~1.8	0.2~0.4	0.8~1.0	0.2~0.4	1.0~1.2	0.2~0.4
齿轮滚刀		后刀面 转角处	0.5~0.8	0.1~0.3						

在实际工作中，如发现已加工表面粗糙度值比原来明显增大，表面出现亮点和鳞刺；切削温度升高，切屑颜色改变；切削力增大，甚至出现振动现象；后刀面靠近刃口处明显被磨损，甚至出现不正常的声响等，出现上述现象其中之一时，即说明刀具已经磨损。

二、刀具耐用度

刃磨后的刀具或可转位刀片上的一个刀刃口，自开始切削到磨损量达到磨钝标准为止的有效切削时间，称为刀具耐用度。以 T 表示，单位是分钟 (min)。它不同于刀具的寿命。刀具的寿命等于耐用度与可重磨次数的乘积。

刀具耐用度是一个很重要的指标，可用它来比较不同被加工材料的可切削性；或用来比较刀具材料的切削性能；或判断刀具几何参数是否合理。

影响刀具耐用度的因素：

1. 切削三要素 优选切削用量可以提高生产效率。首先尽量选用较大的切削深度 a_p ，

然后根据加工条件和加工要求选取允许的最大进给量 f ，最后才在刀具耐用度或机床功率允许的情况下选取适当的切削速度 v_c 。刀具耐用度和切削用量的推荐值见表 1—2。

表 1—2 刀具耐用度和切削用量的推荐值

刀具材料	被加工材料	工序	切削用量				推荐的刀具耐用度 $T(\text{min})$
			$v_c \text{ (m/min)}$	$f \text{ (mm/r)}$	$a_p \text{ (mm)}$	切削液	
YT15	45 钢	粗车外圆	100	0.35	4	无	102
YT15	45 钢	粗车外圆	134	0.60	4.5	无	56
YT15	45 钢 (调质)	粗车外圆	59	0.55	5	无	75
YT15	38CrSi (调质)	粗车外圆	80	0.60	5	无	63
YT15	40Cr	粗车外圆	77	0.25	2	无	99
YT15	40Cr	镗内孔	83	0.5	4	无	60
YT15	30Cr2MoVA	粗车外圆	69	0.45	5.5	无	55
YG8	HT20—40	粗车外圆	89	0.8	4.5	无	55
YG8	HT20—40	粗车端面	65	0.65	3~5	无	95
高速钢	45 钢	钻 $\phi 20$ 孔	20	0.2	10	乳化液	80~120

2. 刀具的几何参数 适当增大前角，适当减小主偏角，以及在粗加工和加工较硬的材料时用负的刃倾角保护刀尖，均能有效地提高刀具耐用度。
3. 工件材料 工件材料的强度、硬度和韧性越高，导热系数越小，加工硬化越严重和热强度越高，则刀具越容易磨损，刀具耐用度越低。
4. 切削液 合理和充分地使用切削液，能降低切削温度和减小摩擦阻力，能减缓刀具的磨损速度。

复 习 题

1. 金属切削过程中有哪四个变形区？
2. 何为切屑的收缩现象？
3. 积屑瘤和已加工面的冷硬现象对加工有何影响？
4. 刀具的磨损原因有哪些？
5. 刀具磨损分哪三个阶段？画出刀具磨损曲线图。
6. 什么是刀具的耐用度？影响刀具耐用度的因素有哪些？

第二章 机械加工工艺

§ 2—1 切削加工的质量分析

零件的加工质量包括加工精度和表面质量两个方面。

一、加工精度

加工精度是指零件加工后的实际几何参数（尺寸、形状和位置）与理想几何参数的符合程度。实际几何参数与理想几何参数的偏离程度，称为加工误差。加工误差越小，加工精度越高。

1. 加工精度的内容

（1）尺寸精度。尺寸精度是加工后零件的实际尺寸与理想尺寸的符合程度。理想尺寸是指所标注尺寸的公差带中心值。

（2）形状精度。形状精度是加工后零件表面实际测得的形状和理想形状的符合程度。理想形状是指几何意义上的绝对正确的平面、圆柱面等表面。

（3）位置精度。位置精度是加工后零件各表面相互之间的实际位置和理想位置的符合程度。理想位置是指几何意义上的绝对地平行、垂直、同轴和绝对准确的角度关系等。

零件表面的尺寸、形状和位置精度是有联系的，一般形状精度应比位置精度高，位置精度的公差应小于其尺寸公差值。

2. 影响加工精度的主要因素

（1）机床误差。机床几何精度的误差会影响加工精度，如主轴轴承的径向和轴向间隙太大，使主轴产生径向偏让、摆动和轴向窜动；工作台导轨的直线度不准及间隙太大，使工作台的运动几何精度有误差并产生晃动，以及工作台台面的平面度误差等，对加工精度都有很大影响。

（2）工艺系统中弹性变形所引起的误差。工艺系统中的机床、刀具、夹具和工件等，在受到切削力和夹紧力时，都要产生弹性变形。在加工过程中，工艺系统弹性变形所引起的加工误差，对加工精度有着重大的、有时是决定性的影响。

（3）夹具、刀具及量具的误差。此类误差是指夹具、刀具和量具在制造时本身已存在的误差，及其在使用过程中，由于磨损使精度降低而产生的误差。

（4）理论误差。用近似的加工方法和形状近似的刀具加工而产生的误差，称为理论误差。如用滚齿刀滚齿时，由于刀齿间断地切削齿面，所切出的齿形，实质上是由许多短线段所组成的近似渐开线的折线，而不是一条光滑的渐开线。滚刀的齿数越少，组成折线的直线越长，精度就越差。因此，用大直径密齿的滚齿刀加工能提高加工精度。

在铣床上用仿形法铣齿时，由于铣刀的规格受到限制，所以在理论上也会产生误差。

(5) 装夹误差。装夹误差是工件在夹具中装夹时所产生的定位误差和夹紧误差,包括基准不重合,工件的定位基准精度不够,以及工件与夹具的基准不贴合,夹具的制造安装误差等。

(6) 温度所引起的误差。在切削过程中,由于切削热等因素使工艺系统温度升高而产生膨胀,在加工以后,工件因温度降低而产生收缩,这样也会影响加工精度。切削过程中应减少切削热,从切削热源考虑,应减少切削力和摩擦;从切削热传出考虑,应施加充分的切削液,以降低切削热和减少摩擦。因此,在精加工时,一方面要充分使用切削液;另一方面一定要等工件冷却到接近室温时再测量,以及采用恒温装置等。否则,不可能获得准确的尺寸和形状。

(7) 内应力所引起的误差。所谓内应力,是指在工件外部载荷去除的情况下,仍然残存在工件内部的应力。工件产生的内应力主要来源于热加工和冷加工,如毛坯制造时的内应力;切削加工引起的内应力;冷校直、挤压、喷丸带来的内应力等。在通常情况下,具有内应力的零件往往处于一种不稳定的组织状态,并强烈倾向要恢复到一个没有内应力的稳定状态,即使在常温下,零件也在不断地进行这种变化,直到内应力消失为止,这便是“时效”过程。在这种变化过程中,零件的形状也随之变化,使零件原有的加工精度发生变化。

(8) 其他误差。在操作过程中,因调整不当或用力不当和视差等,也会产生误差,从而影响加工精度。

二、表面质量

切削加工获得的表面,其质量主要表现在表面粗糙度和表面的力学性能两个方面。

1. 影响表面粗糙度的因素

(1) 残留面积。在切削加工中,影响表面粗糙度的几何因素,主要是刀具相对于工件做进给运动时,在加工表面遗留下来的切削层残留面积。残留面积越大,表面越粗糙。残留面积的大小,与切削速度、进给量、刀尖形状(如刀尖圆弧半径、有过渡刃和修光刃与否)及主、副偏角的大小有关。此外,还与刀刃本身的表面粗糙度有关。

(2) 积屑瘤。积屑瘤的长大和脱落,积屑瘤的形状不规则,在加工表面会刻划出一些深浅和宽度不同的沟纹,积屑瘤粘附在加工表面会形成鳞片状毛刺,这些均影响表面粗糙度。

(3) 刀具磨损。刀具磨损后,刃口钝化,后刀面靠近刃口处呈残缺状态,则加工出的表面比较粗糙。另外,钝化的刀具的后刀面与加工表面之间摩擦很严重,也会使表面粗糙度值增大。

(4) 其他因素。在低速或中速切削塑性材料时,容易产生鳞刺。尤其在加工韧性好、硬度低及材质差的材料时,更易产生鳞刺。另外,在切削过程中产生的振动,以及切削液使用不当等,均会使加工面的表面粗糙度增大。

2. 影响表面力学性能的主要因素

(1) 加工硬化。切削过的表面一般都会产生程度不同的冷硬现象,使加工面的表层产生加工硬化。

(2) 残余应力。在切削过程中,刀刃和后刀面对已加工面的挤压和摩擦会产生应力;切削热使表层和工件内部温度有很大差值,由热变形而产生应力;当切削温度较高时,表层将

产生相变,使体积发生变化而产生内应力。

(3) 其他因素。由于表层材料产生相变而使硬度和强度发生变化。在切削温度高时,加工表面可能产生氧化层而使性能降低,以及由于内应力存在而引起表面产生细小裂纹,从而影响疲劳强度。

3. 表面质量对零件使用性能的影响 表面粗糙度将影响零件的耐磨性、耐腐蚀性、抗疲劳性(与应力综合影响)以及零件的配合性能。

§ 2—2 定位基准的选择

一、工件定位和定位元件

1. 六点定位原则

(1) 工件的六个自由度。位于任意空间的工件,相对于三个互相垂直的坐标平面共有六个自由度,如图 2—1 所示。工件沿 OX , OY , OZ 三个坐标轴移动的自由度,分别用 $\vec{X}$, $\vec{Y}$, $\vec{Z}$ 表示;绕三个坐标轴转动的自由度,分别用 $\vec{\alpha}$, $\vec{\beta}$, $\vec{\gamma}$ 表示。

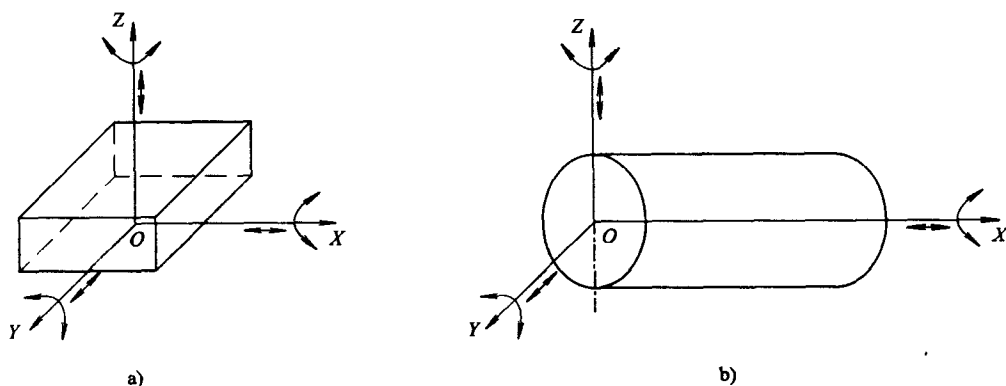


图 2—1 工件的六个自由度
a) 矩形工件 b) 圆柱形工件

(2) 六个自由度的限制(六点定位)。要使工件在空间的位置完全确定下来,必须消除六个自由度。通常是用一个固定的支承点限制工件的一个自由度。用合理分布的六个支承点限制工件的六个自由度,使工件在夹具中的位置完全确定,这就是六点定位原则。六个支承点的分布,要视工件的形状而定。如图 2—2 所示,在矩形工件上铣削半封闭式矩形槽时,为保证加工尺寸 A ,需要用图 2—2b 中的支承 1, 2, 3 来限制工件的 $\vec{Z}$, $\vec{\alpha}$, $\vec{\beta}$ 三个自由度。为保证 B 尺寸,还需用支承 4 和 5 来限制 $\vec{X}$ 和 $\vec{\gamma}$ 两个自由度。为保证 C 尺寸,最后需用支承 6 来限制 $\vec{Y}$ 的自由度。根据在矩形工件上铣削半封闭槽的要求,需把工件的六个自由度全部限制,并用六个支承点加以限制,如图 2—2c 所示。

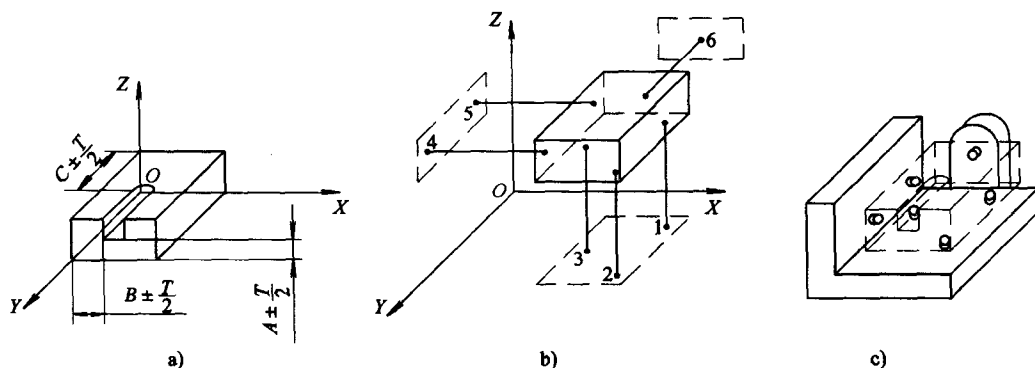


图 2—2 矩形工件的六点定位

a) 工件 b) 定位分析 c) 支承点布置

2. 限制工件的自由度与加工要求的关系 实际上, 工件加工时并非一定要求限制全部六个自由度才能获得必要的正确位置, 而应根据不同工件的具体要求, 限制它的某几个或全部自由度。根据支承点对工件限制自由度的情况不同, 工件的定位可以有以下几种情况:

(1) 完全定位。工件的六个自由度全部被限制时的定位, 称为完全定位。如图 2—2 所示的工件, 根据加工要求, 工件需要完全定位。

(2) 部分定位。部分定位又称不完全定位, 即在满足工件加工要求的条件下, 所限制的自由度不足六个的定位。这里所指的部分定位是指合理的不完全定位。如在矩形工件上铣平面, 只需限制三个自由度。图 2—2a 所示工件上的槽若为通槽, 则 $\vec{Y}$ 可不限制, 只需限制五个自由度。

(3) 欠定位。欠定位是指根据工件的加工要求, 应限制的自由度未被限制的定位。

欠定位是不合理的部分定位, 其结果将导致无法保证工序所规定的加工要求。如果图 2—2 中不设端面支承 6, 则在一批工件上半封闭槽的长度就无法保证; 若缺少侧面两个支承点时, 则工件上 B 的尺寸和槽与工件侧面的平行度均无法保证。因此, 在确定工件在夹具中的定位方案时, 绝不允许欠定位的现象存在。

(4) 重复定位。重复定位又称过定位, 是指用两个或两个以上的支承点限制工件同一个自由度的定位。图 2—3 所示为以四个支承点对工件底面定位, 则其中必有一个支承点是多余和重复的。这样, 其中一个支承点就不与工件底面接触, 并使另外三点分布不均匀, 反而使工件定位不稳。当夹紧之后, 或工件被压变形, 或夹具定位部分被压变形, 使四个支承点与工件底面接触, 在切削结束后工件因变形恢复而影响加工精度。因此, 过定位易造成工件位置不确定, 使工件、夹具产生夹紧变形, 在生产中应该设法加以处理或消除。解决措施: 一是提高定位表面加工精度; 二是将重复限制工件自由度的主要支保留, 其他支承变为辅助支承。

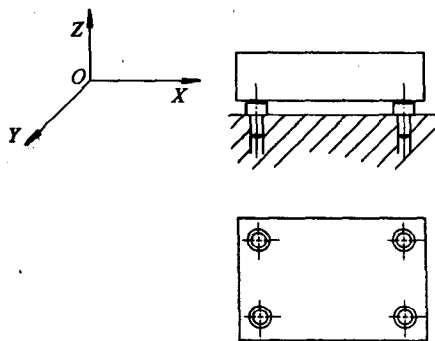


图 2—3 平面的重复定位