

高等学校教材

农业机械制造工艺学

(修订本)

江苏工学院 李崇豪 主编

NONG JI GAO DENG
XUE XI AO LIAO CAI

中国农业机械出版社

高等学校教材

农业机械制造工艺学

(修订本)

江苏工学院 李崇豪 主编

中国农业机械出版社

本书包括机械制造工艺基础、农机零件的制造、机床夹具设计和冷冲压工艺及模具设计等四篇。

在选材方面，除加强基本理论外，对工艺规程制订原则、尺寸链原理和计算方法、工艺装备的设计原理和方法、农业机械典型零件加工工艺均作了详细的论述，对于高效自动化生产技术作了概略的介绍。此外，还以表格形式列出有关的设计资料与数据。

本书除作为高等学校农业机械设计制造专业的教材外，也可作为从事机械加工和冷冲压工艺的工程技术人员的参考书，

农业机械制造工艺学

(修订本)

江苏工学院 李崇豪 主编

责任编辑：王世刚 责任校对：黄薇
版式设计：胡金瑛 责任印制：张俊民

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南里一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

中国农业机械出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本787×1092 1/16·印张23¹/₄·字数574千字

1981年11月沈阳第一版

1988年11月北京第二版·1988年11月北京第六次印刷

印数 16,601—18,700·定价：4.60元

ISBN 7-80032-050-2/S·16(课)

前 言

本书是在1981年第一版《农业机械制造工艺学》的基础上，根据1984年4月全国农机专业教材编写会议讨论通过的《农机制造工艺学》教学大纲编写的。全书共分机械制造工艺基础、农机零件的制造、机床夹具设计冷冲压工艺和模具设计四篇。

在选材方面，根据我国社会主义经济建设现代化的要求，除加强基本理论外，并注意联系生产实际，对影响机械加工质量和生产率的因素、加工工艺中应遵循的原则、常用的计算原理及方法均作了详细的论述；对工艺规程设计、夹具和模具设计方面有关的数据列表介绍，以备选用；对国内外的先进加工工艺及其发展方向也作了适当的介绍。为了减少篇幅，对《机械制造基础》、《金属学及热处理》、《公差与技术测量》等前期课程已讲授的内容，本书不再重复。

参加本书编写的人员有：江苏工学院陈嘉真（第一章～第四章）、李崇豪（第五章～第十章）、朱金山（第十一章～第十五章）和王特典（第十六章～第二十一章）。本书由李崇豪主编、洛阳工学院顾德娴、马芝青主审。

本书系高等工业学院农业机械设计制造专业的教材，也可作为从事机械加工、冷冲压工作的工程技术人员的参考书。

由于编写水平有限，错漏和不妥之处在所难免，殷切希望广大师生和读者指教。

编者 1987年10月

目 录

第一篇 机械制造工艺基础

第一章 机械制造工艺过程概述	7	第四节 机械加工表面质量	38
第一节 生产过程和工艺过程	7	第五节 切削过程中的振动	42
第二节 机械加工工艺过程的组成	1	第四章 机械加工工艺规程的制订	49
第三节 生产类型及其工艺特点	3	第一节 概述	49
第二章 工件的安装和基准	5	第二节 加工零件的工艺分析	54
第一节 工件的定位、夹紧和安装	5	第三节 毛坯的选择	60
第二节 基准	6	第四节 拟定工艺路线	62
第三章 机械加工精度及表面质量	11	第五节 加工余量与工序尺寸	74
第一节 概述	11	第六节 工艺尺寸链	83
第二节 影响加工精度的因素分析	13	第七节 工艺过程的技术经济分析	93
第三节 加工误差的综合分析	29		

第二篇 农业机械零件的制造

第五章 农业机械零件的加工	97	第六节 轴类零件加工自动线的发展概况	146
第一节 切削加工	97	第八章 箱体零件加工	148
第二节 表面冷压加工	106	第一节 箱体零件结构特点及技术要求	148
第三节 电加工	110	第二节 箱体毛坯及其对机械加工的 影响	149
第六章 齿形加工	120	第三节 箱体零件加工工艺过程	149
第一节 齿轮的技术要求	120	第四节 变速箱体加工工艺分析	151
第二节 圆柱齿轮加工的工艺过程	120	第九章 连杆加工	158
第三节 圆柱齿轮的切齿工艺	121	第一节 连杆的结构特点及技术要求	158
第四节 圆柱齿轮的精加工	127	第二节 连杆材料及毛坯	159
第五节 直齿圆锥齿轮加工	129	第三节 连杆加工的工艺过程	159
第六节 齿轮的少无切削加工	131	第十章 高效自动化生产技术	173
第七章 轴类零件加工	134	第一节 组合机床及其自动线加工工艺	173
第一节 轴类零件的分类及其技术要求	134	第二节 成组加工工艺	175
第二节 轴的毛坯及材料选择	134	第三节 数控机床加工	183
第三节 轴类零件工艺过程分析	135	第四节 计算机辅助制造 (CAM)	186
第四节 犁刀传动轴工艺分析	138		
第五节 曲轴加工工艺分析	141		

第三篇 机床夹具设计

第十一章 机床夹具概述	191	第十二章 工件的定位及定位元件	194
第一节 机床夹具的作用和组成	191	第一节 六点定位规则	194
第二节 夹具的分类	192	第二节 定位元件	199

IV

第三节	定位误差	203
第四节	双孔定位	208
第十三章	工件的夹紧及夹紧机构	213
第一节	工件的夹紧力	213
第二节	常用的夹紧机构	215
第三节	气动与液压夹紧装置	226
第十四章	导向装置及其它	230

第一节	导向装置	230
第二节	分度机构	237
第三节	辅助支承和夹具体	241
第十五章	机床夹具设计	243
第一节	通用机床夹具	243
第二节	组合机床及其自动线夹具	251
第三节	夹具设计的方法与步骤	256

第四篇 冷冲压工艺及模具设计

第十六章	冲裁	265
第一节	冲裁变形过程分析	266
第二节	冲裁间隙	267
第三节	凸模与凹模刃口尺寸的确定	272
第四节	冲裁力的计算	276
第五节	冲裁工作的排样	278
第六节	精密冲裁和整修	279
第十七章	冲裁模	284
第一节	简单模	284
第二节	连续模	285
第三节	复合模	288
第四节	简单模、连续模和复合模的比较	289
第五节	模具零件	290
第六节	模具的压力中心和闭合高度及设计要点	294
第十八章	弯曲	296
第一节	弯曲变形过程的分析	296
第二节	弯曲件的弹性回跳	298
第三节	最小弯曲半径	303
第四节	弯曲件坯料尺寸的计算	305
第五节	弯曲力的计算	308
第六节	弯曲模	309
第十九章	拉延	316
第一节	拉延变形过程的分析	316
第二节	拉延时的起皱	318

第三节	拉延件毛坯尺寸的计算	319
第四节	无凸缘圆筒形零件的拉延系数和拉延次数	321
第五节	压边力、拉延力和拉延功的计算	324
第六节	拉延凸模和凹模工作部分尺寸的确定	326
第七节	有凸缘圆筒形件的拉延	328
第八节	盒形件的拉延	331
第九节	拉延模结构	337
第二十章	成形	339
第一节	翻边	339
第二节	胀形	342
第三节	缩口	345
第四节	校平和整形	346
第五节	旋压	348
第二十一章	冲压工艺过程设计	351
第一节	冲压件的结构工艺性	351
第二节	工艺方案的确定	359
第三节	冲压设备的选择	361
附录		363
附录1	黑色金属的机械性能	363
附录2	钢在加热状态下的抗剪强度	364
附录3	有色金属的机械性能	365
附录4	非金属材料的抗剪强度	366
参考文献		367

第一篇 机械制造工艺基础

第一章 机械制造工艺过程概述

第一节 生产过程和工艺过程

生产过程是指从原材料和半成品到制成产品之间各个相互关联的劳动过程的总和。它包括原材料运输和保存；生产的技术准备工作；毛坯的制造；零件的机械加工和热处理；产品的装配、调试、油漆和包装等。

为有利提高劳动生产率和降低成本，现代机械制造业趋向于组织专业化生产，即将整个产品的零、部件分散在许多工厂生产。例如制造一台自走式谷物联合收割机往往由底盘厂、发动机厂、齿轮厂、轮胎厂、总装厂等几十个专业厂共同完成。这样某一个工厂的生产过程是指从原材料或半成品到制成成品的过程，它只是整台收割机生产过程的一部分。例如发动机厂的生产过程即为将原材料制成发动机的过程。

工艺过程是指在生产过程中直接改变原材料（或毛坯）形状、尺寸、材料性能、零件相对位置以及产品外观，使之变为成品的过程。它包括毛坯制造、机械加工、热处理和装配等。

机械加工工艺过程是指用机械加工的方法，直接改变毛坯的形状和尺寸的过程。

本书主要讨论机械加工工艺过程简称工艺过程。

任何零件的工艺过程可以是多种多样的。对于某一特定的生产条件，有一较合理的机械加工工艺过程。将合理的机械加工工艺过程的有关内容编写成工艺文件，经审批后作为组织生产和指导生产的依据，称机械加工工艺规程。

机械加工工艺规程卡片可见第四章表4-1至表4-3。

第二节 机械加工工艺过程的组成

机械加工工艺过程是由一系列工序组合而成，毛坯依次通过这些工序而变成成品。而工序又可划分为工步、安装和工位等。

一、工序

一个工件在一台机床上（或一个工作地点）所连续完成的那部分工艺过程称为工序。

划分工序的重要依据是工作地点是否变动。以图1-1所示盘套零件为例，若采用表1-1所示工艺过程，先在车床上车外圆、端面C、A，并镗孔；再在钻床上钻 $6-\phi 20$ 孔，则为二个

工序。

在另一生产条件下，将端面A、倒角改在另一车床上加工，则该工艺过程为三个工序。如表1-2所示。

划分工序的另一个依据是取决于对一个零件的加工是否连续进行。本例若在同一台车床上先逐个车削端面C、外圆及镗孔，待整批零件均车好，再逐个车削端面A，则也应视为两个工序。

工序是工艺过程的基本单元，也是生产管理和经济核算的基本依据。通常把仅列出工序名称的简略工艺过程称工艺路线。

二、安装

将工件在机床上定位并夹紧的过程，称为安装。在一个工序中，工件在机床上可以只安装一次，也可以安装几次。如表1-1中工序10为两次安装。

工件加工过程中，应尽量减少安装次数，以减少安装误差，缩短辅助时间，提高生产率。为了减少安装次数，可采用转位（或移位）夹具、回转工作台、多工位机床或多轴机床加工。

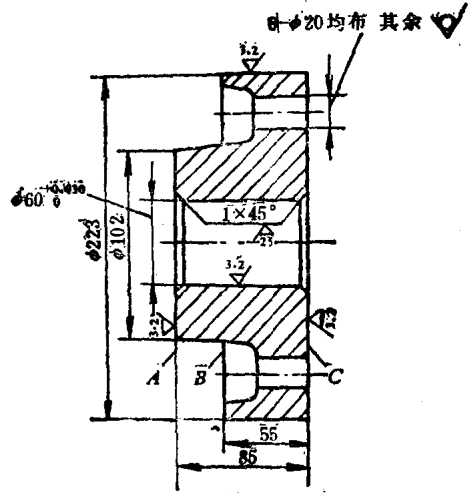


图1-1 被加工零件图

表1-1 工艺过程 (I)

工序号	工序内容	设备
10	车外圆和端面C；镗φ60孔；倒角；调头车端面A；倒角	车床1
20	钻6-φ20孔	钻床

表1-2 工艺过程 (I)

工序号	工序内容	设备
10	车外圆和端面C；镗孔；倒角	车床1
20	车端面A；倒角	车床2
30	钻6-φ20孔	钻床

三、工位

借助机构或夹具的作用，在一次安装中，工件相对于机床有若干个工作位置，每占据一个加工位置称为工位。例如图1-2a就是利用回转夹具在两个工位上铣削工件的A面（图1-2b）。工件I端的A面加工后，不必卸下工件，将夹具的转动部分旋转180°，使工件I端占据I端原来的位置，亦即使工件由第一工位转换成第二工位。为此，夹具的上部分应做成可转动的，它能与固定在机床上的夹具底座之间改变角向相对位置。

四、工步

指在一个工序内，加工表面、切削刀具、转速和进给量都保持不变时，所完成的工艺过程。

表1-1中工序10由若干工步组成。例如，车外圆、车端面、镗孔、倒角均属不同工步。精车与粗车所采用的转速和进给量不同，也属不同工步。

为简化工艺，习惯上将连续进行的若干个相同的工步，看作一个工步。例如表1-1中工序20，采用一把钻头依次钻削6个φ20的孔为一个工步。

采用复合刀具或多刀切削的工步称复合工步。在工艺文件上，复合工步应视为一个工

步。例如采用多轴钻床将图1-1所示6个 $\phi 20$ 孔同时钻出，为一个复合工步。图1-3所示为采用一把钻头和两把车刀同时进行钻孔、车外圆和倒角，也为一个复合工步。

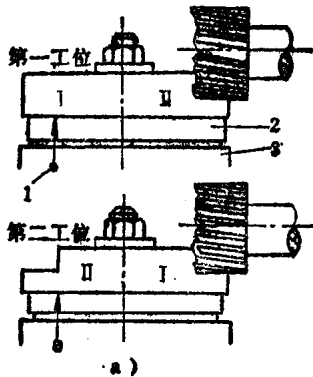


图1-2 一次安装两个工位

1—定位销 2—转动部分 3—底座

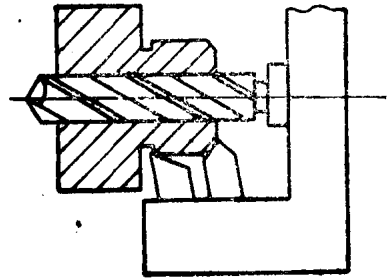
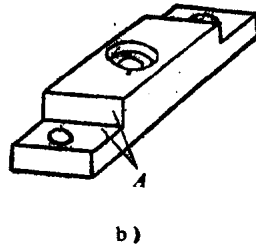


图1-3 复合工步

五、走刀

切削刀具在加工表面上切削一次所完成的那部分工艺过程称走刀。在一个工步中，有时金属层需分几次切削，则每切去一层金属就称为一次走刀。

第三节 生产类型及其工艺特点

工厂每年需要生产的某产品数量（即年产量），称为该产品的生产纲领。生产纲领对工厂的生产方式起决定性作用。根据生产纲领的大小，可分为三种生产类型，即单件生产、成批生产和大量生产。

一、单件生产

产品品种多，同一品种数量少，工作地点加工对象经常改变，这种生产称单件生产。如新产品试制、专用设备制造、重型机械制造、农机个别零件的修配等均属此类。

二、大量生产

同一产品的数量很大，大多数工作地点经常重复地进行一种零件的某一工序，这种生产称大量生产。如汽车、拖拉机制造厂和一些专业化生产厂均属此类型。

三、成批生产

产品分批制造，每隔一定时间又重复地进行，工作地点的加工对象周期性地轮换，这种生产称成批生产。每批所制造的同种零件的数量称为批量。

按照批量大小和产品特性，成批生产又分为小批生产、中批生产和大批生产。小批生产的生产组织形式与工艺特点接近单件生产。大批生产工艺特点接近于大量生产。

在同一工厂，甚至在一个车间内，可能存在不同的生产类型。要确定一个工厂属于何种生产类型，必须根据其中占主要地位的生产方式来决定。

生产类型不同，无论在生产组织、生产管理、使用设备、工艺装备、机床排列、加工方法等各方面的要求都有所不同。在设计工艺规程时，必须与生产类型相适应。

各种不同生产类型的工艺特点见表1-3。

表1-3 各种不同生产类型的工艺特点

类别	大量生产	成批生产	单件生产
产 品	产品品种少,数量很多,每台机床常年只干某一种零件的某一工序	产品品种多,数量较多,产品周期地成批投入生产	产品品种很多,而且数量很少,不重复或很少重复生产
使用的机床设备	机床多为高生产率的专用机床,如自动机床、组合机床及自动线等	部分高生产率的专用机床和通用机床	基本上是通用机床,少数专用机床
车间设备排列	按各零件的工艺流程顺序排列	按零件类别划分空间,机床考虑同类零件的工艺流程顺序排列	基本上是机群式排列,如车、铣、磨床群等
工艺装备	高效率的专用的刀具、夹具和量具等	专用和标准的刀具、夹具和量具等	多为标准工艺装备,必要时用专用工艺装备,组合夹具
机床调整法	工件在调整好的机床上加工	工件在调整好的机床上加工	基本上用试切法加工
零件互换性	互换	互换	尽量互换,少数修配
工艺文件	工艺文件详细,每道工序都有工序卡	一般有工艺过程卡,重点工序有工序卡	工艺过程卡简单,一般只有工艺过程卡

在同一种情况下,生产类型是根据零件的生产纲领和零件特性划分的,表1-4列出了生产类型和生产纲领的关系,供参考。

零件的生产纲领可按下式计算:

$$N_L = Nn(1 + a\% + \beta\%)$$

式中 N_L ——零件的生产纲领 (件/年);

N ——机器的生产纲领 (台/年);

n ——每台机器中该零件的数量 (件/台);

a ——该零件的备品率;

β ——废品率。

表1-4 生产类型与生产纲领的关系

生产类型	同种零件的生产纲领 (件/年)		
	重 型	中 型	轻 型
单 件 生 产	5 以下	10 以下	100 以下
小 批 生 产	5~100	10~200	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 以上	5000 以上	50000 以上

第二章 工件的安装和基准

第一节 工件的定位、夹紧和安装

在机床上加工工件时，必须首先使工件相对于机床和刀具占有正确的位置，这个过程称为定位。工件定位以后，为了使它在切削过程中受各种力的作用下始终保持正确位置，还必须把它夹压牢固，这个过程称为夹紧。工件从定位到夹紧的整个过程称为安装。

工件的安装，即定位和夹紧，直接影响工件的加工精度、夹具结构的复杂程度和使用操作方便性，同时也影响生产率。因此，工件的安装是一个很重要的问题。

在不同的生产条件下有不同的安装方式。按照工件的定位方法，可以分为以下三种安装方式：

1. 直接找正安装

直接找正安装是利用划针、角尺和千分表，或者凭眼力来找正工件在机床上的位置并加以夹紧。如图 2-1 所示，采用四爪卡盘加工套筒内孔，要求内孔与外圆同轴。对此，一般是用千分表根据外圆来找正工件的正确位置，然后再进行夹紧。

这种安装方式的精度取决于工人的经验、技术水平以及所采用的工具和量具。并且，这种安装方式所需找正时间长，有时甚至比加工的时间还多；要求操作者细心且应有较熟练的技术；工件则应有可供找正的基面，因此，一般只适用于单件小批生产中采用夹具不经济时，或用于工件的定位精度要求很高（误差小于 $0.005\sim 0.01\text{mm}$ ），采用夹具无法保证，这时只能用精密量具直接找正。

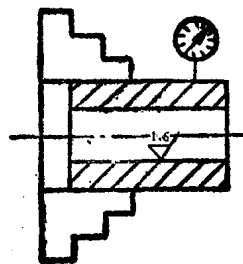


图2-1 直接找正安装

2. 划线找正安装

根据被加工零件图，在毛坯上划出待加工表面的加工线，然后按照所划的线，找正工件在机床上的位置并夹紧，这种安装方式称为划线找正安装。

这种安装方式需要设置划线工序并需由技术水平较高的划线工人完成；而且划线和找正很费时，生产率低。由于划线会产生度量误差，加之线条的宽度、冲中心眼的误差和找正时的观察误差等，这些误差的积累就造成安装精度较低，一般为 $0.2\sim 0.5\text{mm}$ 。因此，划线找正安装仅适用于单件、小批生产中形状较复杂的铸件和大型零件的加工；或者用于毛坯的尺寸公差很大、表面很粗糙，以致使用夹具安装不能保证加工面的余量或余量均匀，以及不能保证加工面与不加工面的位置精度的场合。

3. 采用专用夹具安装

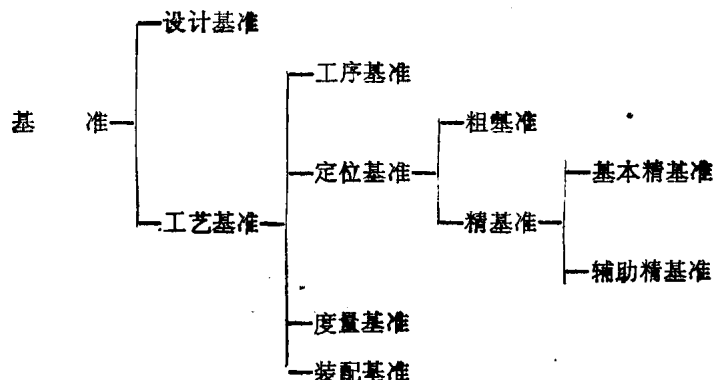
这种安装方式是借助夹具迅速而可靠地保证工件对于机床和刀具的正确相对位置，无需找正，因此易于保证加工精度、提高劳动生产率、减轻工人劳动强度，广泛应用于成批、大量生产中。

第二节 基 准

一、基准的概念和分类

在设计、加工、检验和装配机器零件和部件时，必须选择一些点、线或面，根据它们来确定其它点、线或面的位置。那些作为根据的点、线、面叫做基准。

根据基准的作用不同，可将其分类如下。



(一) 设计基准

设计基准是零件图上的一些点、线或面，根据它们来标注另外一些点、线或面的位置。图2-2所示齿轮零件图，中心线是内孔 d 、外圆 D 和分度圆 D_0 的设计基准；平面 B 、 C 的位置是根据平面 A 决定，故平面 A 是平面 B 和 C 的设计基准。

(二) 工艺基准

零件在加工和装配过程中所使用的基准称为工艺基准，按其用途不同，又可分为定位基准、度量基准、装配基准和工序基准。

1. 定位基准

工件在机床上定位时，直接与定位元件相接触，并用来确定被加工表面相对于机床和刀具的位置的基准，称为定位基准。例如加工图2-2所示齿轮齿形时，常采用心轴定位，则内孔 d 和平面 A 即为定位基准。又例如车削轴类零件时，常采用中心孔作为定位基准。

采用已加工表面作为定位基准，称精基准；反之，用未经加工的表面作定位基准则叫做粗基准。

精基准又可分为基本精基准和辅助精基准。当零件上没有合适的表面作定位基准时，为了便于安装和易于获得所需的加工精度，可以在工件上特意做出专门供定位用的表面，这种基准称为辅助精基准，如加工轴用的中心孔即为辅助精基准；而齿轮内孔在加工时作为定位基准，在装配时则又是装配基准，因此，它就被称为基本精基准。

2. 度量基准

用来度量加工表面位置及尺寸的基准称为度量基准。如图2-3所示，齿轮内孔为检验齿圈径向跳动的度量基准。

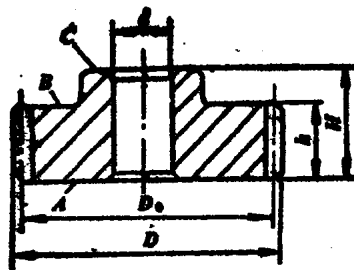


图2-2 齿轮基准简图

3. 装配基准

装配时用来确定零件或部件在产品中的位置的基准，称为装配基准。如齿轮内孔常作为齿轮的装配基准。

4. 工序基准

在工艺文件上用来标定被加工表面位置的点、线、面称为工序基准或原始基准。相应地，用来标定被加工表面位置的尺寸称工序尺寸。

(三) 基准间的相互关系

为了保证加工精度，或者为了降低对工序精度的要求以节省加工成本，应当尽量做到基准重合。

例如上述图 2-2 所示，齿轮中心线既是内孔 d 、外圆 D 和分度圆 D_0 的设计基准，同时也是实现各有关加工工序的工序基准，显然，这对于保证齿轮加工的精度是十分有利的；而内孔 d 则既是定位基准，又是度量基准和装配基准，这样便可减少测量转换误差和保证装配精度。又如

图 2-4 所示为一套筒的零件简图及孔 D 的加工工序图。其中图 C 是以 B 面作为工序基准的工序图，与图 a 相对照，孔 D 的设计基准也是 B 面，因此工序基准与设计基准重合。而图 b 所示工序图，其工序基准与设计基准不重合。比较实现同一目的两种加工方法，可以很明显地看出，前者即工序基准与设计基准重合，其加工所要求的位置精度比后者低。

但是，在很多场合，由于种种原因，往往无法做到基准重合。如图 2-4 所示，若按图 b 所示工序图进行钻孔加工，则可采用图 2-5 所示的装备和方法。这样，定位和夹紧方便，但工序基准与设计基准便不相重合，套筒凸肩厚度 ($5 \pm 0.1 \text{mm}$) 的误差将影响设计尺寸 $C + \delta_0$ 的精度。

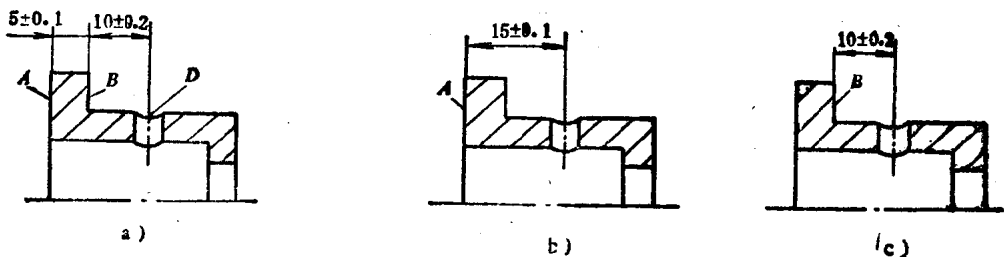


图 2-4 基准间的关系

又如图 2-6 所示为一盘套类零件简图 (图 a) 和加工该零件外壳表面的最终工序图 (图 b)。对于端面 D ，其设计基准是 A 面，如果选择 A 面作工序基准，这时工序基准与设计基准便重合，工序尺寸则按零件图所要求的标注为 $86.8_{-0.20}^{\circ} \text{mm}$ ，但由于该工序径向是以 $\phi 180$ 外圆表面定位，轴向以 B 面定位，并用轴向夹紧。在这种情况下，所需尺寸 ($86.8_{-0.20}^{\circ} \text{mm}$) 的度量就较困难。为此以选择表面 B 作工序基准为宜 (见图 b)，这样，上述尺寸的度量就十分方便；然而，此时工序基准与设计基准不重合，工序尺寸 $H_{i,k}$ 不能直接从零件图上获得，而必须通过换算后求出。

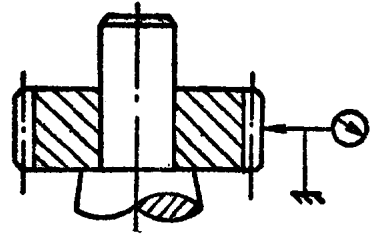


图 2-3 度量基准

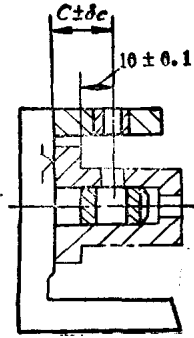


图2-5 定位基准与
工序基准的关系

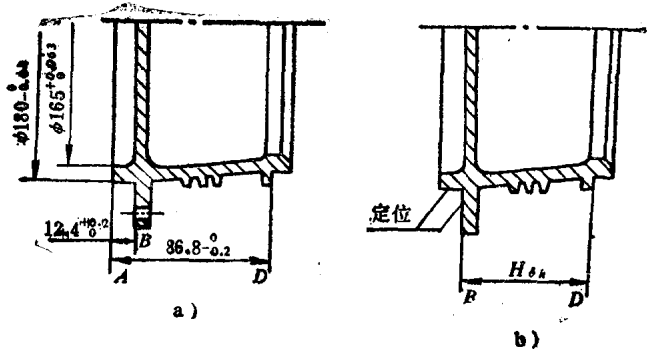


图2-6 工序基准与设计基准不重合
a) 零件简图 b) 工序图

图2-7所示为套筒零件镗孔工序图。轴向工序尺寸 $20 \pm 0.2 \text{mm}$ ，工序基准为B面，但为了度量方便，实际上是测量尺寸 $x \pm \delta x$ ，此时选用的度量基准为A面，而不是作为工序基准的B面。

二、定位基准的选择

在零件机械加工工艺过程的每一道工序中，选择哪些表面作为定位基准，对保证加工精度和确定加工顺序有着决定性影响，并关系到夹具的结构设计和操作方便性。因此，定位基准的选择是制订工艺规程的重要问题。

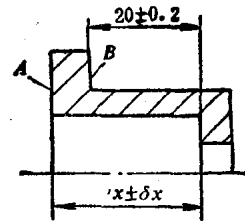


图2-7 度量基准与
工序基准的关系

(一) 精基准的选择

选择的基准应能保证加工精度，提高生产率，并使夹具结构简单。作为精基准，重点是应考虑如何提高定位精度和保证加工质量。据此，选择精基准的原则是：

(1) 尽可能选用设计基准为定位基准，这称为基准重合的原则。根据这一原则就可以避免基准不重合而引起的误差。

如图2-8 a所示工件，N面为K面的设计基准。图b、c为铣削K面两种不同的定位方案。图b中，定位基准为M面，与设计基准不重合，加工时，刀具位置相对于定位面按尺寸C已调整好固定不变，这样，N面相对刀具位置即尺寸B随尺寸A的误差而变化，其变化值为 δa （定位误差）。若采用图c所示定位方案，以N面为定位基准，即定位基准与设计基准重合，这时刀具位置是相对于定位基准面即设计基准面N来调整的，因此，尺寸A的变化不会影响尺寸B。所以一般应选取设计基准作为定位基准。

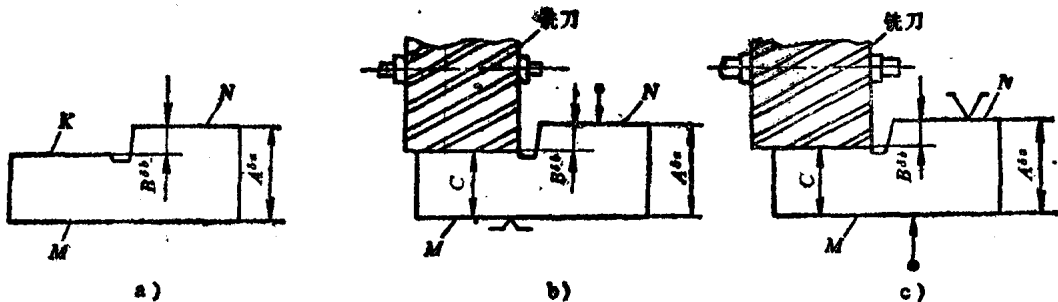


图2-8 基准的选择

a) 零件图 b) 定位基准与设计基准不重合的情况 c) 定位基准与设计基准重合的情况

此外，为了保证零件在机器中的装配精度，根据基准重合的原则，应当尽量选择装配基准作为定位基准。

两个有相互位置精度要求的表面，常常用“互为基准”的办法来反复进行加工，因为在这样的加工过程中，表面的精度越来越高，从而可以保证较高的相互位置精度。

(2) 尽可能采用同一的定位基准来加工各个表面，这称为基准统一的原则。

例如轴类零件加工常采用两中心孔定位；箱体类零件加工则往往先加工出一个平面及两个定位孔，作为以后各道工序的定位基准。

采用基准统一的原则有利于保证各表面间的相互位置精度，减少设计和制造夹具的时间和费用，缩短生产准备周期。

(3) 所选择的精基准应能保证工件安装可靠，在夹紧力和切削力作用下变形最小。为此，作为定位基准面的表面应有较大的面积，同时，也应是尺寸精度、几何形状精度及表面质量都比较高的表面，并尽可能使夹紧力和切削力正对着主要定位基面。如图 2-9 所示工件加工的两种定位情况，图 2-9 b 所选的定位基准面就比图 2-9 a 的情况稳定。

总之，选择定位基准既要考虑零件的加工精度要求，又要考虑夹紧的位置和夹具的结构，而且还与工艺过程的安排有着密切的关系。上面讨论的是一般原则，在应用时应根据具体情况灵活地选择。例如前述图 2-8 a 所示零件，如采用图 c 定位方案，虽然满足了定位基准与设计基准重合的原则，但此时切削力将使工件离开定位面，因而需要较大的夹紧力，安装也不方便，或需采用较复杂的夹具结构。在加工精度允许的情况下，宁可放弃基准重合的原则，采用图 b 所示定位方案，便可避免上述缺点，当然，这时需要通过尺寸换算才能获得零件图上规定的最终工序尺寸。

(二) 粗基准的选择

当工件进入机械加工时，所有表面均为未加工面，所以第一道工序所采用的定位基准都是粗基准。这里，同样存在一个如何选择粗基准的问题。

选择的粗基准应使加工表面与不加工表面之间有一定的相互位置精度；应保证各加工表面都有足够的加工余量，重要表面应有较均匀的加工余量。

根据上述要求，选择粗基准具体应遵循以下原则：

(1) 如工件有不需加工的表面，一般应选择这样的表面作为粗基准。如工件具有若干个不需加工的表面，则应选择与加工表面相互位置精度要求较高的不加工表面作为粗基准，这样，除了可以使加工表面相对于不加工表面有较高的位置精度外，而且可以在不加工表面上夹紧，以便尽可能把所需加工表面在一次安装中加工出来。如图 2-10 所示零件，表面 A、B 和 C 均不需要加工，显然，根据上述原则应选用表面 A 作为粗基准，因为这样能保证 $\phi 90 H9$ 的孔对表面 A 的同轴度误差最小，加工后的壁厚均匀；当然，还能加工其它表面。

(2) 如果零件所有表面都需要加工，则尽可能选择主要表面作粗基准，或选用加工余量小、毛坯公差小的表面作粗基准。

选用主要表面作粗基准，可以在以后加工该表面时有足够而均匀的加工余量。例如，箱体类零件的轴承孔，精度要求比较高，且希望加工余量较均匀，所以常以轴承孔为粗基准来加工顶面或底面，然后再以顶面或底面为基准加工轴承孔。这样，由于加工余量均匀，有利于使轴承孔表面层保持均匀的金相组织，具有较高而又一致的物理机械性质；同样也由于余量均匀，加工时不易产生振动，有利于提高几何形状精度和降低表面粗糙度。

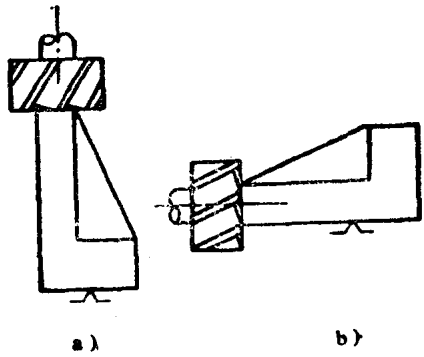


图2-9 定位基准面应有较大的面积

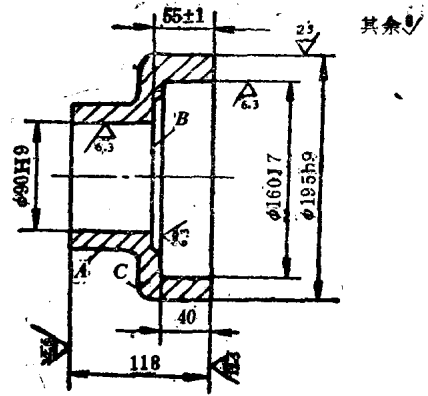


图2-10 粗基准的选择

(3) 粗基准表面应尽可能平整光洁，不能有飞边（当毛坯为锻件时）和浇口冒口（当毛坯为铸件时）或其它缺陷，否则将使定位不可靠。

(4) 粗基准一般只能使用一次，尽量避免重复使用，因为粗基准表面是不准确的，重复使用时，会因定位误差过大而不能保证加工精度。

第三章 机械加工精度及表面质量

第一节 概 述

一、机械加工精度的基本概念

机械零件的加工质量指标分为机械加工精度和加工表面质量两个方面。

加工精度：零件在加工以后的尺寸、几何形状以及各表面间相互位置等参数与理想数值相符的程度。

由于种种原因不可能把零件做得绝对准确，所得实际尺寸、形状、表面相互位置等参数总是与理想数值有差异，这种差异就是所谓加工误差。加工误差愈小，即差异愈小、相符程度便愈高，则加工精度愈高，因此，人们往往用加工误差的大小来衡量加工精度的高低。在实际应用中，从保证机器使用性能来看，也没有必要把零件的尺寸、形状等做得绝对准确，只要能够保证零件在机器中的功用，允许零件存在一定的加工误差，即允许加工精度保持在一定的范围内。研究加工精度的目的在于高生产率、低成本地达到产品规定的加工精度。

加工精度包括下列几方面的内容：

(1) 零件各部分的尺寸精度；(2) 零件各表面的几何形状精度；(3) 零件各表面之间的相互位置精度。

二、获得规定加工精度的方法

在机械加工中，获得规定的尺寸精度可以通过以下四种方法，即试切法、调整法、定尺寸刀具法以及自动控制法。

(一) 试切法

如图3-1 a 所示，在普通车床上加工轴的外圆，为了按规定精度车出直径为 d 、长度为 L 的一段，先在轴端部一小段上进行试切。每试切一次即度量一次直径，当直径上的尺寸符合公差要求时，便作纵向自动或手动走刀。直到长度 L 也符合公差要求为止，这种方法，称为试切法。

试切法所需工夹具较少，但生产率低，同时在试切过程中，每次进刀很小，操作紧张，而且操作技术要求也高，因此，试切法主要应用于单件小批生产。

(二) 调整法

调整法是按规定尺寸预先调整好机床、夹具、刀具及工件的相对位置和运动，从而保证工件所要求的一定尺寸。图3-1 b 为加工轴的外圆的情况，预先将车刀按规定尺寸 d 调整好，在加工一批零件过程中，不再作横向走刀，纵向走刀长度由挡块控制，挡块位置按 L 调整。这样就能保证轴在加工后获得规定尺寸 d 和 L 。

调整法的优点是生产率较高，生产工人比较容易掌握操作技术，但调整工作费时，通常还需要专门的调整工。所以这种方法一般适用于成批生产和大量生产。如多刀车床、六角车床、龙门铣床、组合机床及自动线上的机床，都是采用调整法来保证规定的加工精度的。