

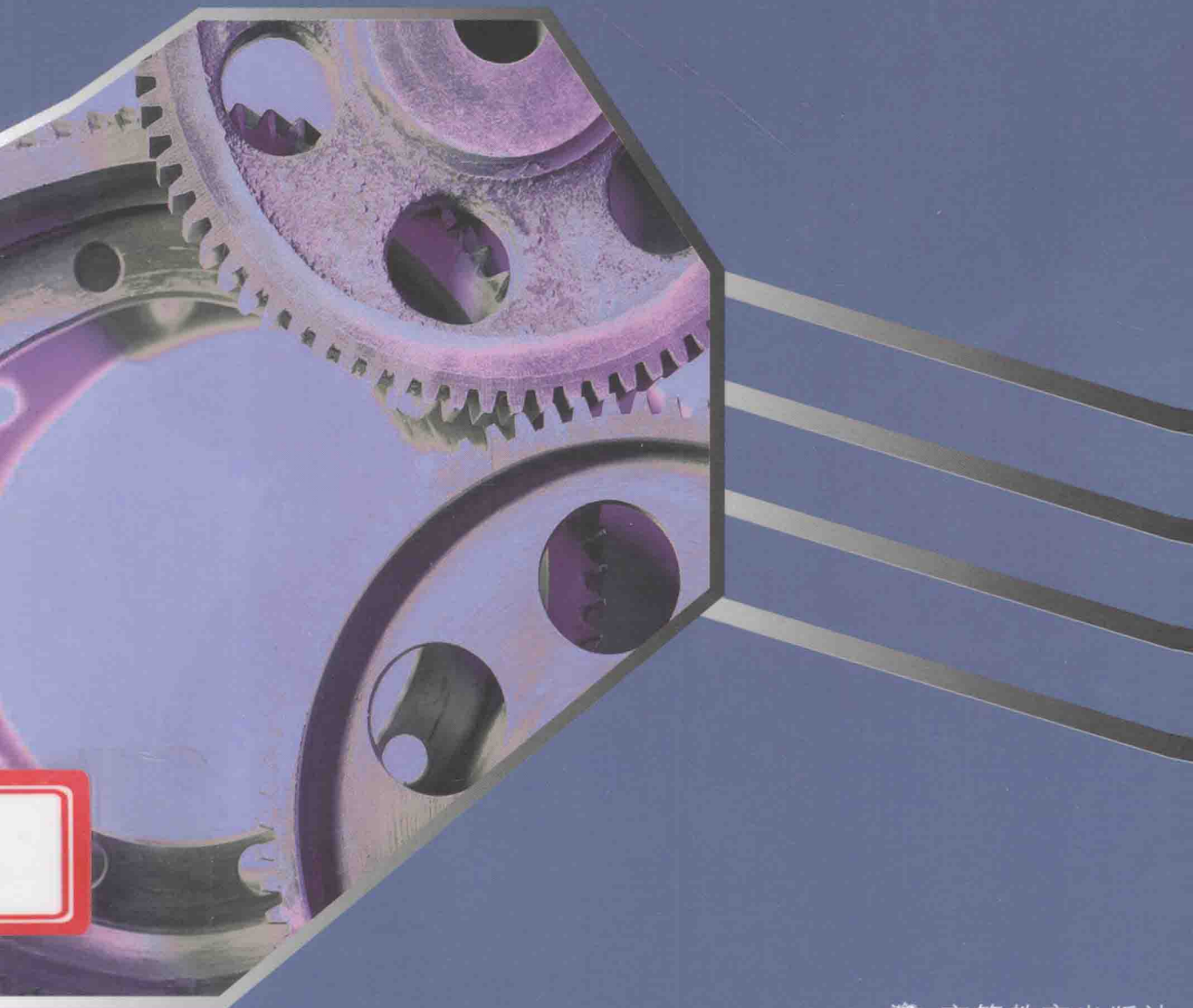


全国高职高专教育“十一五”规划教材

机 · 械 · 制 · 造 · 系 · 列

机械制造工艺

闵小琪 孙超 主编



 高等教育出版社

全国高职高专教育“十一五”规划教材

机械制造系列

机械制造工艺

闵小琪 孙超 主编

高等教育出版社

内容简介

本书是全国高职高专教育“十一五”规划教材,内容包括机械制造工艺的基本概念、机械加工规程的制订、机械加工精度、机械加工表面质量、典型零件的加工工艺、机床夹具和刀具、机器装配工艺、先进制造技术。

本书力求反映生产制造系统的观点和现代制造技术的新成就和新动向;严格贯彻有关国家标准;叙述简明扼要,由浅入深,通俗易懂;内容具有一定的先进性、综合性、适用性,将传统的加工技术与现代加工技术融为一体,强调对学生综合职业能力的培养;每章均附有相关习题,以引导学生思考、掌握要点。

本书是高等职业院校机械类专业教学用书,也可供机械制造业工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造工艺/闵小琪,孙超主编. —北京:高等教育出版社,2009.9

ISBN 978 - 7 - 04 - 027474 - 5

I. 机… II. ①闵…②孙… III. 机械制造工艺 - 高等学校:技术学校 - 教材 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 139707 号

策划编辑 罗德春 责任编辑 李京平 封面设计 张雨微 责任绘图 尹 莉
版式设计 马敬茹 责任校对 杨雪莲 责任印制 毛斯璐

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010 - 58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	咨询电话	400 - 810 - 0598
邮政编码	100120	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010 - 58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	国防工业出版社印刷厂		http://www.landaco.com.cn
		畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787 × 1092 1/16	版 次	2009 年 9 月第 1 版
印 张	17	印 次	2009 年 9 月第 1 次印刷
字 数	410 000	定 价	20.40 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 27474 - 00

前 言

本书编写的目的是为了进一步适应高职院校教育教学改革的形势，进一步提高学生的综合素质和实际动手能力，加强教材建设，满足高职院校的需求。

本书的特点：

1. 在指导思想上，将工作过程中的学习和课堂上的学习加以整合、重构，形成了以工作过程为导向的学习领域。

2. 在内容选取上，按照机械加工岗位的技能要求，基于工作过程，精选内容和实例，着重培养学生的实际动手能力。

3. 在表现方法上，较多地介绍了机械制造的方法和技巧，有较强的针对性、实用性和指导性。本书每章后均附有习题可供学生练习。

本书由闵小琪、孙超主编，孙超统稿，段少丽、肖红波、宋艳丽参加了本书的编写工作。本书由林昌杰教授主审。

本书可与林昌杰主编的《机械制造工艺实训指导》配套使用。

由于水平所限，书中难免有不妥与错误之处，恳请使用者批评指正。

编者

2009年7月

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010)58581897/58581896/58581879

反盗版举报传真：(010)82086060

E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100120

购书请拨打电话：(010)58581118

目 录

第一章 机械制造工艺的基本概念	1
第一节 基本概念和定义	1
第二节 工件的定位和基准	5
第二章 机械加工工艺流程	15
第一节 概述	15
第二节 机械加工的工艺过程设计	21
第三节 机械加工的工序设计	32
第四节 工艺过程的生产率和经济性	49
第三章 机械加工精度	56
第一节 概述	56
第二节 影响加工精度的因素及其控制	58
第四章 机械加工表面质量	79
第一节 基本概念	79
第二节 表面粗糙度的形成及其影响因素	81
第三节 加工表面力学物理性能的变化及其影响因素	85
第四节 机械加工中的振动	91
第五章 典型零件的加工工艺	96
第一节 轴类零件的加工	96
第二节 箱体类零件的加工	110
第三节 圆柱齿轮加工	122
第四节 连杆加工	134
第六章 机床夹具和刀具	141
第一节 概述	141
第二节 工件在夹具中的定位	144
第三节 工件在夹具中的夹紧	155
第四节 夹具的其他装置和元件	168
第五节 各类机床夹具	174
第六节 金属切削刀具	189
第七章 机器装配工艺	212
第一节 概述	212
第二节 装配尺寸链	215
第三节 保证装配精度的方法	218
第四节 装配工艺规程制订	229

第八章 先进机械制造技术	234
第一节 概述	234
第二节 现代制造工艺技术	236
参考文献	262

第一章 机械制造工艺的基本概念

第一节 基本概念和定义

一、机械加工系统的概念

1. 制造系统的概念

制造系统是指由制造过程(产品的经营规划、开发研制、加工制造和控制管理等)及其所涉及的硬件(生产设备、工具、材料和能源等)、软件(制造理论、制造工艺和方法及各种制造信息等)和人员组成的一个将制造资源(生产设备、工具、材料、能源、资金、技术、信息和人力等)转变为产品(含半成品)的有机整体。制造系统实际上就是一个工厂(企业)所包含的生产资源和组织机构,而通常意义所指的制造系统仅是一种加工系统,是制造系统的一个组成部分,如柔性制造系统。

机械制造系统是一个典型的、具体的制造系统。机械制造过程是一个资源向产品或零件的转变过程,如图 1-1 所示。这个过程是不连续(离散)的,其系统状态是动态的,故机械制造系统是离散的动态系统。

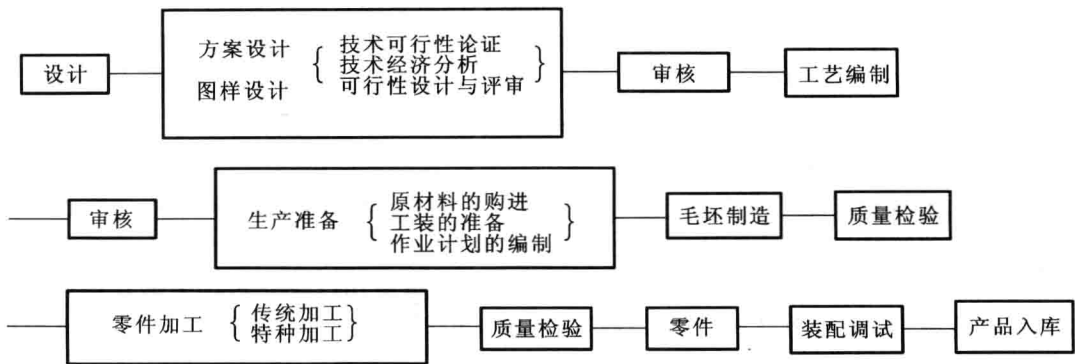


图 1-1 机械制造过程

2. 加工系统的概念

机械加工系统是由机床、夹具、刀具、工件、操作人员和加工工艺等组成的。机械加工系统输入的是制造资源(毛坯或半成品、能源和劳动力),经过机械加工过程制成成品或半成品输出。

机械加工系统在运行过程中，总是伴随着物流、信息流和能量流的运动，这三者之间相互联系、相互影响，是一个不可分割的有机整体，如图 1-2 所示。

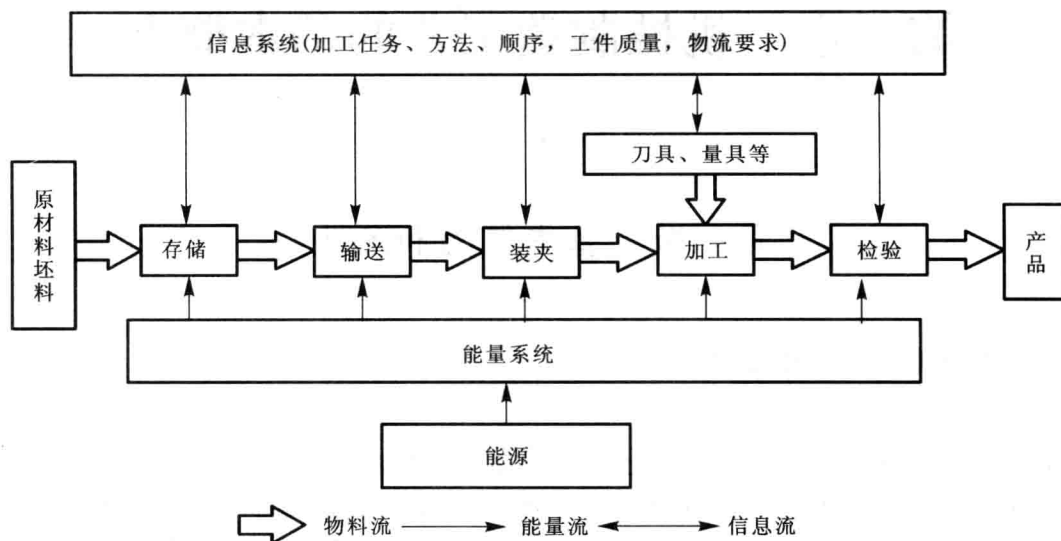


图 1-2 机械加工系统的“三流”运动

(1) 物料流(物流) 机械加工系统输入的是原材料或坯料、半成品及相应的刀具、量具、夹具、润滑油、切削液和其他辅助物料等，经过输送、装夹、加工、检验等过程，最后输出成品或半成品。整个加工过程(包括加工准备)是物料输入和输出的动态过程，这种物料在机械加工系统中的运动称为物料流。

(2) 信息流 机械加工系统必须集成各个方面的信息，以保证机械加工过程的正常进行。这些信息主要包括加工任务、加工工序、加工方法、刀具状态、工件要求、质量指标和切削参数等，分为静态信息(工件尺寸要求、公差大小等)和动态信息(刀具磨损、机床故障状态等)。所有这些信息构成了机械加工过程的信息系统。这个系统不断地和机械加工过程的各种状态进行信息交换，有效地控制机械加工过程，以保证机械加工的效率和产品质量。这种信息在机械加工系统中的作用过程称为信息流。

(3) 能量流 机械加工系统是一个动态系统，其动态过程是机械加工过程中的各种运动过程。这个运动过程中的所有运动，特别是物料的运动，均需能量来维持。来自机械加工系统外部的能量(一般为电能)多数转变为机械能，一部分机械能用以维持系统中的各种运动，另一部分通过传递、损耗而到达机械加工的切削区域，转变为分离金属的动能和势能。这种在机械加工过程中的能量运动称为能量流。

二、生产过程与工艺过程

1. 生产过程

生产过程是指从原材料变为成品的劳动过程的总和。它包括原材料的采购和保管，生产准备工作，毛坯制造，零件机械加工和热处理，产品的装配、调试、油封、包装、发运等工作。

根据机械产品负责程度的不同，其生产过程可以由一个车间或一个工厂完成，也可以由多个车间或多个工厂联合完成。

需要说明的是，原材料和成品是一个相对概念。一个工厂(或车间)的成品可以是另一个工厂的原材料或半成品，或者是本厂内另一个车间的原材料或半成品。例如，铸造车间、锻造车间的成品(铸件、锻件)就是机械加工车间的原材料，而机械加工车间的成品又是装配车间的原材料。这种生产上的分工，可以使生产趋于专业化、标准化、通用化、系列化，便于组织管理，利于保证质量，提高生产率，降低成本。

2. 工艺过程

在生产过程中凡属直接改变生产对象的形状、尺寸、性能和相对位置关系的过程，称为工艺过程。工艺过程是生产过程中的主体。当然，将工艺过程从生产过程中划分出来，只能有条件地划分到一定程度，如在机床上加工一个零件后进行尺寸测量的工作，虽然不直接改变零件的形状、尺寸、性能和相对位置关系，但与加工过程密切相关，因此也应将其列在工艺过程的范畴。

工艺过程可具体分为铸造、锻造、冲压、焊接、机械加工、特种加工、热处理、表面处理 and 装配等。

一台结构相同、要求相同的机器，一个要求相同的机器零件，可以采用几种不同的工艺过程完成，但其中总有一种在某一具体条件下是最合理的。在具体的生产条件下，采用最合理或较合理的工艺过程，按规定的表格形式书写成的工艺文件，称为机械加工工艺规程，简称工艺规程。

工艺规程是在总结实践经验的基础上，根据科学理论和必要的工艺试验制订的，用于规定产品或零部件制造的工艺过程 and 操作方法，是组织生产和进行技术准备的根本依据。当然，工艺规程不是一成不变的，随着科学技术的进步，一定会有新的更为合理的工艺规程代替旧的相对不合理的工艺规程，但工艺规程的修订必须经过充分的试验论证，必须严格履行一定的审批手续。

一个零件的机械加工工艺过程往往是比较复杂的。为了便于组织和管理生产，保证零件的加工质量，生产中常针对零件的结构特点和技术要求，采用不同的加工方法和装备，将机械加工工艺过程分为若干工序，即毛坯到零件的转变过程是由一个或若干个顺序排列的工序所组成的，并按照一定的顺序依次完成所有加工内容。

三、生产纲领与生产类型

1. 生产纲领

企业根据市场需求和自身的生产能力决定生产计划。在计划期内应当生产的产品产量和进度计划称为生产纲领。计划期一般定为一年，所以生产纲领一般就是年产量。零件的年产量应计入废品和备品的数量，常按下式计算：

$$N = Qn(1 + \alpha + \beta)$$

式中 N ——零件的年产量，件/年；

Q ——产品的年产量，台/年；

n ——每台产品中该零件的数量，件/台；

α ——备品率；

β ——废品率。

生产纲领的大小决定了产品(或零件)的生产类型,而各种生产类型又有不同的工艺特征,制订工艺规程必须符合其相应的工艺特征。因此,生产纲领是制订和修改工艺规程的重要依据。

2. 生产类型

生产类型是企业(或车间、工段、班组、工作地)生产专业化程度的分类。一般将其分为单件生产、成批生产和大量生产三种类型,见表1-1。

表1-1 各种生产类型的划分依据

生产类型		生产纲领/(台/年)(或件/年)		
		重型零件(30 kg 以上)	中型零件(4 ~ 30 kg)	轻型零件(4 kg 以下)
单件生产		≤5	≤10	≤100
成批生产	小批生产	>5 ~ 100	>10 ~ 150	>100 ~ 500
	中批生产	>100 ~ 300	>150 ~ 500	>500 ~ 5 000
	大批生产	>300 ~ 1 000	>500 ~ 5 000	>5 000 ~ 50 000
大量生产		>1 000	>5 000	>50 000

(1) 单件生产

在单件生产中,产品的品种很多,同一产品的产量很少,工作地点经常变换,加工对象很少重复。例如,重型机械、专用设备的制造及新产品试制就是单件生产。

(2) 成批生产

在成批生产中,各工作地点分批轮流制造几种不同的产品,加工对象周期性重复。一批零件加工完以后,调整加工设备和工艺装备,再加工另一批零件。例如,机床、电机、汽轮机生产就是成批生产。

(3) 大量生产

在大量生产中,产品的产量很大,大多数工作地点按照一定的生产节拍重复进行某种零件的某一个加工内容,设备专业化程度很高。例如,汽车、拖拉机、轴承、洗衣机等生产就是大量生产。

根据生产批量大小和产品特征,成批生产又可分为小批生产、中批生产和大批生产三种。小批生产接近单件生产;大批生产接近大量生产;中批生产介于单件生产和大量生产之间。

生产类型不同,则无论是生产组织、生产管理、车间机床布置,还是在选用毛坯制造方法、机床种类、工具、加工或装配方法以及工人技术要求等方面均有所不同。因此,在制订机器零件的机械加工工艺过程和机器产品的装配工艺过程时,都必须考虑不同生产类型的特点,以取得最大的经济效益。表1-2为各种生产类型的特点和要求。

表 1-2 各种生产类型的特点和要求

工艺特征	单件小批生产	成批生产	大批量生产
毛坯的制造方法及加工余量	铸件用木模手工造型，锻件用自由锻。毛坯精度低，加工余量大	部分铸件用金属模造型，部分锻件用模锻。毛坯精度及加工余量中等	广泛采用金属模机器造型，锻件广泛采用模锻，以及其他高效方法。毛坯精度高，加工余量小
机床设备及其布置	通用机床、数控机床。按机床类别采用机群式布置	部分通用机床、数控机床及高效机床。按工件类别分工段排列	广泛采用高效专用机床及自动机床。按流水线和自动线排列
工艺装备	多采用通用夹具、刀具和量具。靠划线和试切法达到精度要求	广泛采用夹具，部分靠找正装夹达到精度要求，较多采用专用刀具和量具	广泛采用高效率的夹具、刀具和量具。用调整法达到精度要求
工人技术水平	需技术熟练	需技术比较熟练	对操作工人的技术要求较低，对调整工人的技术要求较高
工艺文件	有工艺过程卡，关键工序要有工序卡。数控加工工序要有详细的工序卡和程序单等文件	有工艺过程卡，关键零件要有工序卡，数控加工工序要有详细的工序卡和程序单等文件	有工艺过程卡和工序卡，关键工序要有调整卡和检验卡
生产率	低	中	高
成本	高	中	低

需要说明的是，随着科技的进步和市场需求的变化，生产类型的划分正在发生深刻的变化。传统的大批大量生产往往不能适应产品及时更新换代的需要，而单件小批生产的生产能力又跟不上市场的急需。因此，各种生产类型都朝着生产过程柔性化的方向发展，多品种、中小批量的生产方式已成为当今社会的主流。

第二节 工件的定位和基准

机械加工时，为使工件的被加工表面获得规定的尺寸和位置要求，确定工件在机床上或夹具中占有正确位置的过程，称为定位。在加工过程中，工件在各种力的作用下应当保持这一正确位置始终不变，这就需要夹紧。工件的装夹过程就是工件在机床上或夹具中定位或夹紧的过程。工件在机床上装夹好以后，才能进行机械加工。工件的定位是通过定位基准与定位元件的紧密贴合接触来实现的，这就必须掌握基准的概念。不同的情况下工件的定位方法也不同。

一、基准及其分类

工件装夹时必须依据一定的基准，下面先讨论基准的概念。

工件是一个几何实体，它是由一些几何元素(点、线、面)构成的。其上任何一个点、线、面的位置总是用它与另外一些点、线、面的相互关系(如尺寸、平行度、同轴度等)来确定的。用来确定生产对象(工件)上几何要素间的几何关系所依据的那些点、线、面叫做基准。基准根据作用不同可分为两类：设计基准和工艺基准。

1. 设计基准

在设计图样上所采用的基准称为设计基准。如图 1-3 所示的轴套零件，外圆和内孔的设计基准是它们的轴心线，端面 A 是端面 B、C 的设计基准，内孔 D 的轴心线是 $\phi 25h6$ 外圆径向圆跳动的设计基准。

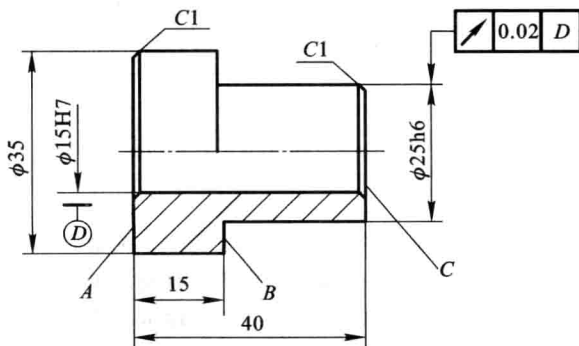


图 1-3 轴套

对于某一个位置要求(包括两个表面之间的尺寸或者位置精度)而言，在没有特殊指明的情况下，它所指向的两个表面之间常常是互为设计基准的。如图 1-3 中，对于尺寸 40 mm 来说，A 面是 C 面的设计基准，也可以认为 C 面是 A 面的设计基准。

零件上某一点、线、面的位置常由好几个尺寸(或位置公差)来确定，此时对应于每一个要求便有一个设计基准。

2. 工艺基准

在工艺过程中所采用的基准称为工艺基准。按用途不同其又可分为定位基准、测量基准、装配基准和工序基准。

(1) 定位基准 在加工中用做定位的基准称为定位基准。定位基准一般是由工艺人员选定的，它对于获得零件加工后的尺寸和位置精度起着重要作用。关于这方面的内容，后面将有详细的介绍，此处不再详述。

(2) 测量基准 测量工件时所采用的基准称为测量基准。如图 1-3 所示，工件以内孔套在心轴上测量外圆 $\phi 25h6$ 的径向圆跳动，则内孔为外圆的测量基准；用卡尺测量尺寸 15 mm 和 40 mm，表面 A 是表面 B、C 的测量基准。

(3) 装配基准 装配时用来确定零件或部件在产品中的相对位置所采用的基准称为装配基准。如箱体零件的底面、主轴的轴颈以及齿轮的孔和端面等。

(4) 工序基准 在工序图上, 用来确定本工序所加工表面加工后的尺寸、形状、位置的基准, 称为工序基准。工序基准应当尽量与设计基准相重合, 当考虑定位或试切测量方便时, 也可以与定位基准或测量基准相重合。

二、工件装夹方式

根据定位的特点不同, 工件在机床上装夹一般有三种方式: 直接找正装夹、划线找正装夹和用夹具装夹。

1. 直接找正装夹

工件定位时, 用量具或量仪直接找正工件上某一表面, 使工件处于正确的位置, 称为直接找正装夹。在这种装夹方式中, 被找正的表面就是工件的定位基准。如图 1-4 所示的套筒零件, 为了保证磨孔时的加工余量均匀, 先将套筒预夹在四爪单动卡盘中, 用划针或百分表找正内孔表面, 使其轴线与机床回转中心同轴, 然后夹紧工件。此时定位基准就是内孔而不是支承表面外圆。

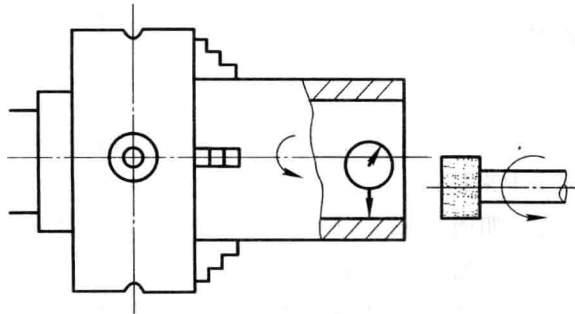


图 1-4 直接找正装夹

这种装夹方式的定位精度与所用量具的精度和操作者的技术水平有关, 找正所需的时间长, 结果也不稳定, 只适用于单件小批生产。但是当工件加工要求特别高, 而又没有专门的高精度设备或装备时, 可以采用这种方式。此时必须由技术熟练的工人使用高精度的量具仔细地操作。

2. 划线找正装夹

这种装夹方式是先按加工表面的要求在工件上划线, 加工时在机床上按线找正以获得工件的正确位置。图 1-5 所示为在牛头刨床上按划线找正装夹。找正时可在工件底面垫上适当的纸片或铜片以获得正确的位置, 也可将工件支承在几个千斤顶上, 调整千斤顶的高低以获得工件正确的位置。此时支承工件的底面不起定位的作用, 定位基准即为所划的线。此法受到划线精度的限制, 定位精度比较低, 多用于批量较小、毛坯精度较低以及大型零件的粗加工中。

3. 用夹具装夹

机床夹具是指在机械加工工艺过程中用以装夹工件的机床附加装置。常用的有通用夹具和专用夹具两种类型。车床的三爪自定心卡盘和铣床用的平口虎钳是最常用的通用夹具, 图 1-6 所示的钻模是专用夹具的一个例子。从图中可以看出, 工件 4 以其内孔为定位基准套在夹具定位销 2 上定位, 用螺母和压板夹紧工件, 钻头通过钻套 3 引导, 在工件上钻出孔来。

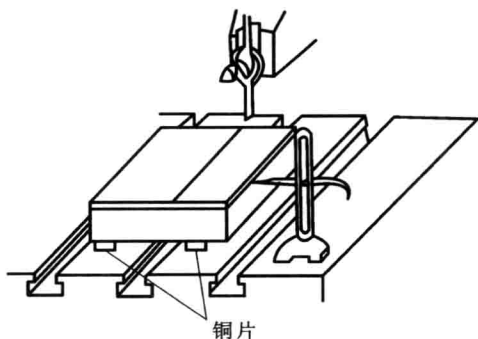


图 1-5 划线找正装夹

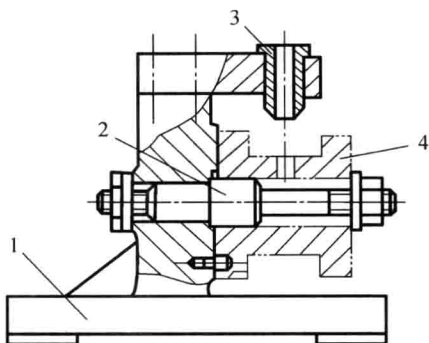


图 1-6 用夹具装夹

使用夹具装夹时，工件在夹具中迅速而正确地定位与夹紧，不需找正就能保证工件与机床、刀具间的正确位置。这种方式生产率高、定位精度高，广泛用于成批生产和单件小批生产的关键工序中。专用夹具的设计原理和方法将在后面的章节详述。

三、工件的定位原理

1. 六点定位原理

任何一个工件，如果对其不加任何限制，那么，它的位置都是不确定的。这种位置的不确定性，放在空间直角坐标系中来描述，具有六个自由度。即：沿 x 、 y 、 z 轴的移动自由度，或绕 x 、 y 、 z 轴的转动自由度，如图 1-7 所示。分别用 \vec{x} 、 \vec{y} 、 \vec{z} 表示沿 x 、 y 、 z 轴的移动自由度，用 \hat{x} 、 \hat{y} 、 \hat{z} 表示绕 x 、 y 、 z 轴的转动自由度。

工件的定位，就是使工件占据一致的正确位置，实质上是限制工件的六个自由度。如图 1-8 所示，在空间直角坐标系的 xOy 面上布置三个支承点 1、2、3，使工件的底面与三点保持接触，则这三个点就限制了工件的 \vec{z} 、 \hat{x} 、 \hat{y} 三个自由度。同样的道理，在 zOy 面上布置两个支承点与工件接触，就限制了工件的 \vec{x} 、 \hat{z} 两个自由度。在 zOx 面上布置一个支承点与工件接触，就限制了工件的 \vec{y} 一个自由度。

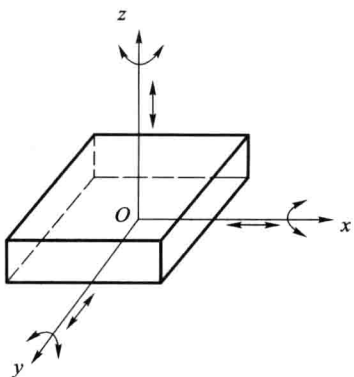


图 1-7 工件的六个自由度

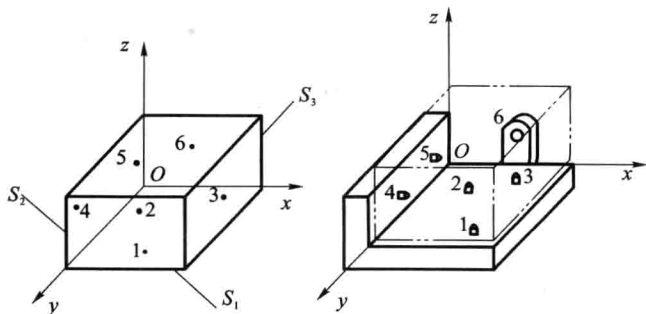


图 1-8 定位支承点分布

在分析工件定位时，通常是用一个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，使工件的位置完全确定的原则就是“六点定则”。

需要注意的是，底面上布置的三个支承点不能在一条直线上，且三个支承点所形成的三角形的面积越大越好。侧面上两支承点所形成的连线不能垂直于三点所形成的平面，且两点的连线越长越好。

“六点定则”可应用于任何形状、任何类型的工件，具有普遍的意义。无论工件的形状和结构有何不同，它们的六个自由度都可以用六个支承点限制，只是六个支承点的分布形式不同罢了。在夹具结构中，支承点是以定位元件来体现的。

2. 常见定位方式所能限制的自由度

在实际生产中，理论上的定位支承点总是用具体的定位元件或找正的方法来实现的，如图 1-9 所示，圆环状工件是这样来实现它的六点定位的：以其内孔套在短圆柱销 *B* 上，并紧靠台阶端面 *A*，用嵌在键槽中的小销 *C* 防止其转动。稍加分析就可以得出：一个较大的平面可以限制三个自由度，一个狭长的平面可以限制两个自由度，而一个很小的平面只能限制一个自由度。同理可知，短圆柱表面可以起两点定位作用，而长的圆柱表面能起四点定位作用。实际上，直接分析各种定位元件能限制哪几个自由度，以及分析它们的组合限制自由度的情况，对研究定位问题更有实际的意义。

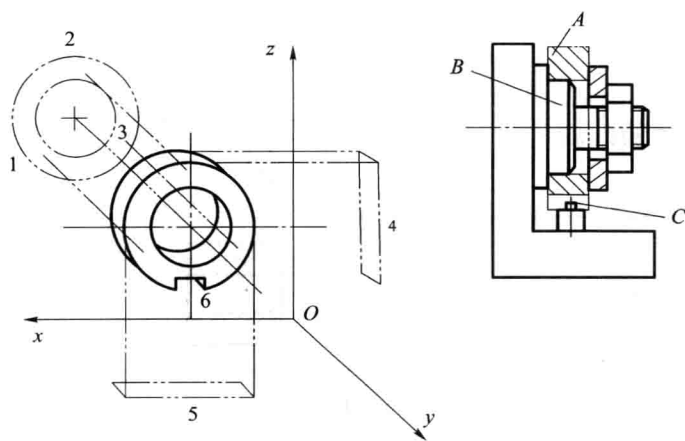
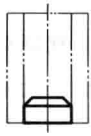


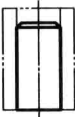
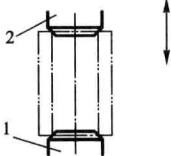
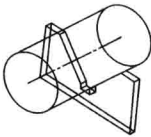
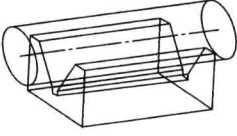
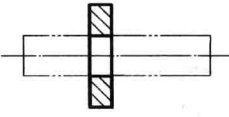
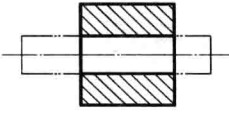
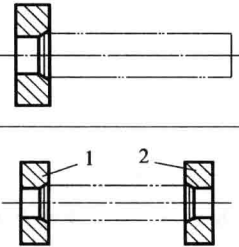
图 1-9 圆环状工件的定位分析和定位元件

表 1-3 列出了一些常见定位方式所能限制的自由度。

表 1-3 常见定位方式所能限制的自由度

定位基面	定位元件	定位简图	限制的自由度
圆孔	短定位销 (短心轴)		\bar{x} 、 \bar{y}

续表

定位基面	定位元件	定位简图	限制的自由度
圆孔	长定位销 (长心轴)		\bar{x} 、 \bar{y} $\bar{\alpha}_x$ 、 $\bar{\alpha}_y$
	锥销 (顶尖)		固定销 1 \bar{x} 、 \bar{y} 、 \bar{z} 活动销 2 $\bar{\alpha}_x$ 、 $\bar{\alpha}_y$
外圆柱面	窄 V 形块		\bar{x} 、 \bar{z}
	宽 V 形块		\bar{x} 、 \bar{z} $\bar{\alpha}_x$ 、 $\bar{\alpha}_z$
	短定位套		\bar{y} 、 \bar{z}
	长定位套		\bar{y} 、 \bar{z} $\bar{\alpha}_y$ 、 $\bar{\alpha}_z$
	锥套		\bar{x} 、 \bar{y} 、 \bar{z}
固定套 1 \bar{x} 、 \bar{y} 、 \bar{z} 活动套 2 $\bar{\alpha}_y$ 、 $\bar{\alpha}_z$			

对于初学者来说，常常会将“定位”与“夹紧”两个概念混淆，如有人认为工件被夹紧后，其位置不能动了，所有的自由度都被限制了，工件就实现了“定位”，这种理解实际上是错误的。因为工件在与定位支承点不接触的情况下也能被夹紧，而此时工件相对于机床和刀具的位置是错误或不确定的，故不能称为“定位”。另外，若认为工件定位后夹紧之前的支承点