

全国中等农业学校教材

机械制造工艺学

辽宁省农业工程学校主编

农机制造专业用

农业出版社

主 编 董有章 (辽宁省农业工程学校)
副主编 邓爱德 (湖南省农业机械化学校)
编写者 曾鸿森 (贵州省农业机械学校)
胡广娣 (广东省农业机械技术学校)
邱永成 (四川省农业机械化学校)
主 审 陈继武 (北京农业工程大学)

全国中等农业学校教材
机 械 制 造 工 艺 学
辽宁省农业工程学校 主编

* * *
责任编辑 施文达

农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路2号)
新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092mm 16 开本 15.25 印张 3 插页 331 千字

1990年10月第1版 1990年10月北京第1次印刷

印数 1—1,500 册 定价 2.95 元

ISBN 7-109-01426-6/TH·76

前 言

本教材是根据1988年农业部颁布的《机械制造工艺学》教学大纲编写的,作为机械类中等专业学校、成人教育的教材,也可供有关工程技术人员学习参考。

《机械制造工艺学》是机械制造专业的一门主要专业课。通过讲授机械加工工艺的基本理论和基本知识,使学生具有编制一般机械零件加工工艺规程和初步具有分析解决生产中一般工艺技术问题的能力;了解装配工艺过程的基本知识和掌握保证产品装配精度的基本原理和方法。

针对中等专业学校培养目标及本课程的地位和作用,本教材内容比较全面,层次分明,逻辑性较强;遵循中等专业教育教学规律,深入浅出,循序渐进,通俗易懂,便于讲授和自学;为了开发学生智力,培养分析问题和解决问题的能力,加强了实践性教学环节,各章均安排有必要的课堂讨论、复习思考题及作业题,并附有易于进行的实验及实验指导书和实验报告。考虑到本教材的通用性和当前学生毕业后的主要去向,典型零件的选择,以说明工艺问题最佳为原则,除选择机床上的典型件外,还选有汽车、拖拉机及其他农业机械上的典型件并以目前常用的中小批生产工艺为主。

为了保证教材质量,本教材根据教学大纲要求,严格按照有关编写要求和程序,经过共同讨论、分头编写、初审、会审和统稿定稿几个阶段而成的。

本书第一、二、七章由主编辽宁省农业工程学校高级讲师董有章编写;绪论、第八、十三章及实验内容由副主编湖南省农业机械化学校高级讲师邓爱德编写;第六、九、十一章由贵州省农业机械学校高级讲师曾鸿森编写;第三、十章由广东省农业机械技术学校工程师、讲师胡广嫦编写;第四、五、十二章由四川省农业机械化学校讲师邱永成编写。

本书由北京农业工程大学副教授陈继武主审;陈继武和北京农业工程大学讲师夏峻两位同志对全书进行了认真细致地审阅;参加审稿的还有辽宁省农业工程学校高级讲师程代鸿、湖南省长沙市二机床厂工程师刘道成等同志。最后,由董有章进行统稿、定稿。

书中错误和不足之处,恳请广大教师和读者批评指正,以求不断修改和完善。为《机械制造工艺学》课程改革和教学质量的提高作出贡献,这是我们共同的愿望。

编者

1988年5月

目 录

绪论.....	1
第一章 机械制造工艺的基本概念.....	3
第一节 生产过程与工艺过程	3
第二节 机械加工工艺过程的组成	4
第三节 获得尺寸精度的方法	7
第四节 生产类型及其工艺特征	8
第二章 安装与基准.....	11
第一节 工件的安装方式	11
第二节 基准	12
第三节 定位基准的选择	14
第四节 工艺计算	21
第三章 机械加工质量	31
第一节 基本概念	31
第二节 加工误差产生的原因及提高加工精度的措施	31
第三节 加工精度的统计分析法	44
第四节 平均经济精度	51
第五节 表面质量	52
第四章 典型表面的加工方法.....	59
第一节 外圆柱表面的加工	59
第二节 孔的加工	65
第三节 平面的加工	69
第五章 毛坯与加工余量	74
第一节 毛坯及其选择	74
第二节 加工余量	75
第三节 工序尺寸的确定	88
第四节 工艺尺寸跟踪图表解法	89
第五节 毛坯图	92
第六章 时间定额与劳动生产率.....	94
第一节 时间定额的组成	94
第二节 提高劳动生产率的工艺途径	95
第七章 机械加工工艺规程的编制.....	108
第一节 概述	108
第二节 分析研究产品的装配图和零件图	109
第三节 拟定机械加工的工艺路线	110
第四节 确定工序内容	116

第五节	机械加工工艺规程的编制实例	118
第六节	工艺方案的选择	123
第七节	填写工艺文件	125
第八章	轴类零件的加工	131
第一节	概述	131
第二节	轴类零件的预备加工	132
第三节	车床主轴的典型工艺及分析	134
第四节	曲轴的加工	137
第五节	细长轴的加工	140
第六节	轴类零件加工的质量分析	141
第七节	提高车削生产率的方法	143
第九章	套筒类零件的加工	148
第一节	概述	148
第二节	气缸套的加工	149
第三节	轴套内孔加工常出现的质量问题和防止措施	152
第四节	深孔加工	155
第五节	工件内孔上油槽和通槽的加工	158
第十章	箱体件的加工	160
第一节	概述	160
第二节	车床床头箱的典型工艺与分析	161
第三节	箱体件孔系座标尺寸与偏差的确定	165
第四节	箱体件孔系的加工方法	168
第五节	镗孔常出现的质量问题和防止措施	171
第十一章	圆柱齿轮的加工	175
第一节	概述	175
第二节	齿坯的加工	177
第三节	齿形的加工	178
第四节	齿形的加工方案与选择	187
第五节	齿端的加工	189
第六节	齿轮加工的典型工艺与分析	189
第七节	滚齿加工的精度分析	193
第十二章	叉架类零件的加工	200
第一节	概述	200
第二节	叉架类零件的加工工艺特点	201
第三节	拨叉的加工工艺与分析	203
第十三章	装配工艺知识	208
第一节	概述	208
第二节	保证产品装配精度的方法	209
第三节	装配工艺规程的编制步骤与方法	223
附录	实验报告	230
实验一	生产法测定车床刚度的实验指导书及实验报告	230
实验二	加工精度的统计分析法的实验指导书及实验报告	234

绪 论

机械制造业担负着为国民经济各部门提供技术装备的任务。它能否制造出各种适用的先进技术装备，将直接影响国民经济的技术改造和技术进步，进而影响整个国民经济的振兴和四化建设的实现。同时，它直接反映了工业生产的技术水平和能力，又集中运用了科学技术的最新成果。因而，一个国家机械工业发展的水平，常常是这个国家科学技术发展水平的重要标志。

早在公元前二千多年，我们的祖先就把机械作为生产手段，制成了纺织机械和木制齿轮传动的水力机械；八世纪已有了手工操作的车床；明代出现了很多简单的切削加工设备，宋应星所著《天工开物》一书，就记载了不少金属加工方法，它是世界上关于金属切削方面最早著作之一；清初曾用马作动力使用直径达六七米的嵌片铣刀铣削天文仪器上的大铜环，并用同样方法进行磨削。其后，由于封建社会制度的长期统治，严重阻碍了生产力的发展，使机器及其制造业长期停滞不前。

建国三十多年来，我国机械工业有了很大的发展。解放前，机械工业在我国基本上是空白，现在已形成了产品门类齐全，分布比较合理的机械制造业体系。在技术上由仿制走向自行设计；从生产普通机械走上制造精密和大型机械；从生产单机走上制造自动线和大型成套设备；从满足国内需要走向国际市场。但是同机械工业发达的国家相比，仍存在较大的差距，也不能适应我国国民经济迅速发展的需要。因此，机械工业必须加快自身科学技术的发展，通过技术改造，提高产品的设计水平、制造工艺水平和管理水平。到80年代末，使机电产品的质量和品种逐步地达到工业发达国家70年代末、80年代初已经普及的技术水平。国家有关领导部门根据当前我国机械工业的现状，最近提出要以“加强工艺管理，严格工艺纪律”为突破口，推进企业管理，提高产品质量。

随着科学技术的飞跃进步，宇航、空间及计算技术的迅速发展，为了适应新产品、新材料及新技术发展的需要，可以预测机械制造业发展的主要方向：一是发展新的加工方法，如电蚀加工、电化学加工、电热加工、光化学加工、超声波加工、电子束加工、离子束加工及激光加工等。二是提高加工精度，如实现超精密加工工艺，加工精度达到0.001微米。三是提高机械加工过程的自动控制水平。50年代初出现了数控机床（NC）。60年代以后，出现了计算机数控机床（CNC）及微机处理数控机床（MNC），并建立了自动控制系统。近年来迅速发展起来的成组加工工艺，柔性制造单元（FMC）及柔性制造系统（FMS），使中小批量及多品种生产也实现了加工过程自动化，大大促进了机械工业自动化的进程。四是科学理论的建立和应用。科学理论是机械产品设计和制造的基础。随着科学技术的发展，切削机理、振动原理、尺寸链原理、控制理论及优化方法等已逐步推广，随机理论、

运筹学的数学方法以及其他工艺理论,也将更广泛地得到运用和发展。

机械制造工艺学是以机械制造中的工艺技术问题为研究对象的一门技术科学。由于生产中工艺技术问题涉及面极广,机械制造工艺学一般仅讨论机械加工和装配方面的工艺问题。

机械制造工艺学是一门综合性的专业课,也是机械制造专业的主要专业课之一。通过本课程的学习,使学生掌握机械加工工艺的基本理论和基本知识;熟悉制定工艺规程的原则、步骤和方法。同时,配合生产实习、课程设计及实验等实践环节的教学,使学生具有工艺方面的基本技能,能编制一般机械零件加工工艺规程和初步具有分析和解决生产中一般工艺技术问题的能力。

本课程的主要内容包括机械制造工艺原理、典型零件加工以及装配基本知识三部分。工艺原理部分主要阐述定位基准选择的基本规律;尺寸链理论及其在机械加工和装配中的应用;机械加工质量的理论基础;机械加工工艺规程的编制和经济分析;劳动生产率的基本概念及提高劳动生产率的工艺途径;典型表面(外圆、内孔和平面)的加工基本知识等。典型零件加工主要介绍轴类、弯管类、箱体、齿轮及叉架类零件加工工艺的基本知识。装配基本知识主要介绍装配的有关概念,保证装配精度的方法和措施以及装配工艺规程制定的基本知识。为加强实践性教学环节,教材选拟了两项可以在一般机械工厂或学校实习工厂进行实验的实验指导书和实验报告,以配合课堂教学的进行。

根据本课程的主要特点,学习时应注意以下几个问题:

1.它是一门综合性的专业课。它不仅直接应用机械制图、公差配合与技术测量等技术基础课知识,而且是金属切削原理及刀具、机床夹具设计及金属切削机床等专业课知识的综合运用。因此,学习本课程时不仅要与这些课程所学到的知识紧密联系,而且还要注意灵活运用。

2.它具有强烈的实践性。学习本课程时,必须重视课堂教学与生产实际的紧密结合,要善于利用各种实习中所获得的感性知识来帮助建立工艺概念。要通过实习、实验、课堂讨论等,提高学生分析问题和解决问题的能力。工艺课程设计是把学到的工艺知识,全面地、综合地用于研究和解决生产实际问题,培养学生独立工作能力和创造能力。

3.它具有适应生产条件的灵活性。虽同一机器零件,但生产类型不同,制造工艺方法、所用的设备和工艺装备以及生产组织等方面会有较大差异,因而必须注意工艺知识的灵活应用。

第一章 机械制造工艺的基本概念

第一节 生产过程与工艺过程

一、生产过程 生产过程是将原材料转变为成品的全过程。机器的生产过程是按一定顺序将原材料制成各种零件并装配成机器的全过程。它通常包括：

1. 材料准备 原材料的运输和保存，即备料；
2. 技术准备 制定工艺和设计工艺装备等；
3. 毛坯制造 生产各种铸锻件、焊接件；
4. 机械加工和热处理 将已经制造出的各种毛坯，通过机械加工和热处理、电化处理等加工成符合图纸要求的各种零件；
5. 装配 将加工好的零件装配成部件，再将零件和部件装配成机器；
6. 涂漆（或其他防锈处理）、包装和发运 装配好的机器，经过试车、检验后符合出厂要求，即可以进行这项工作。

一台机器的生产过程，通常是很复杂的，例如汽车和拖拉机，它有发动机、底盘、驾驶室、仪表，还有轮胎和轴承等。这些都集中在一个工厂里生产，这个工厂就太大了，很难组织和管理。为了使各个工厂的生产能够专业化，提高生产率和降低成本，通常将一台比较复杂的机器的生产过程分散在若干个工厂内进行。如汽车和拖拉机上所需要的玻璃是由玻璃厂生产；仪表是由仪表厂生产；轴承是由轴承厂生产；轮胎由橡胶厂生产等等。汽车或拖拉机制造厂通常只生产发动机和底盘，而有的甚至连发动机也不生产，只生产底盘部分，其他都是外购的，最终，在汽车或拖拉机制造厂制成完整的机器。机床制造厂等也是如此。

工厂的生产过程又可分为若干个车间的生产过程。例如铸造车间、机械加工车间、装配车间生产过程等。车间的生产过程是将该车间的原材料制成该车间成品的有关过程。各车间的生产过程是密切相联系着的，即某一车间的成品可能是另一车间的原材料，而它的成品又可能是其他车间的原材料。例如，铸造、锻造等车间的成品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。这就说明原材料和成品的概念是相对的。

二、工艺过程 车间生产过程是由主要生产过程和辅助生产过程两部分组成的。

主要生产过程是与原材料转变为成品直接有关的生产过程，又称工艺过程。例如，铸造和锻造车间的工艺过程就是与毛坯成形直接有关的生产过程；热处理工艺过程就是与毛坯或工件性能改变直接有关的生产过程；机械加工工艺过程就是与毛坯形状尺寸等改变

直接有关的生产过程；装配工艺过程是与产品装配直接有关的生产过程。

辅助生产过程是与原材料改变为成品间接有关的生产过程，如检验、运输、保管、刀具刃磨、机床修理、编制生产计划、编制工艺规程、设计和制造工艺装备等。

任何零件的机械加工工艺过程可以是多种多样的，如果将其中最合理的一个工艺过程和方法等确定下来，并用图表文字表示出来，用以指导生产的文件，称为机械加工工艺规程。显然，机械加工工艺规程与机械加工工艺过程是密切相关的。

第二节 机械加工工艺过程的组成

机械加工工艺过程是由工序、安装、工位、工步和走刀五部分组成的。下面对这几个概念作以解释。

如加工图1—1所示的一批阶梯轴，其工艺过程如表1—1。

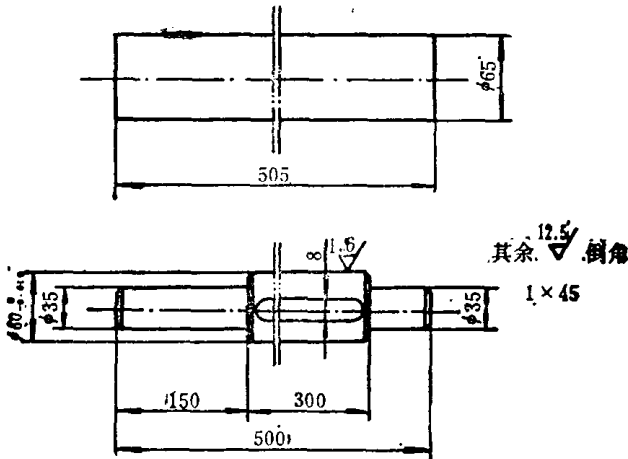


图 1—1 阶梯轴毛坯及零件

表 1—1 小批生产阶梯轴工艺路线

工 序	安 装	工 位	工 步	设 备
1.车	1	1	(1) 车端面	车床 1
			(2) 钻中心孔	
	1	1	(3) 调头车另一端面	
			(4) 钻中心孔	
2.车	1	1	(1) 粗车 $\phi 60$ (留精车余量 1 毫米) 长 450 毫米外圆	车床 2
			(2) 粗车 $\phi 35$ 长 150 毫米外圆	
			(3) 倒角 $1 \times 45^\circ$	
	1	1	(4) 调头粗车另一端 $\phi 35$ 长 50 毫米外圆	
			(5) 精车 $\phi 60_{-0.019}^0$ 长 300 毫米外圆	
			(6) 倒角 $1 \times 45^\circ$	
3.铣	1	1	铣键槽	铣床
4.钳			去毛刺	

由表1—1可以看出，这个轴的加工工艺路线是由四道工序组成的，而有的零件的工艺过程则由十几道甚至几十道工序组成。毛坯依次通过这些工序的加工而变成合乎要求的零件。因此，工序是工艺过程的基本组成单元。

工序：一个工人（或一组），在一个工作地上，对同一个或同时对几个工件连续加工所完成的那部分工艺过程，称为工序。其特征是定人、定设备（或工作地），并对工件进行连续加工。所谓对工件连续加工，如加工图1—1所示一批轴，表1—1中的工序1是车两端面并对两端面钻中心孔。一种加工方法是先将一个轴的两个端面 and 中心孔加工完后，再加工下一个轴的两个端面 and 中心孔，直到整批轴加工完为止。这种加工方法对单件加工和整批件的加工都是连续加工。另一种加工方法是先将每个轴的一个端面 and 中心孔加工完，然后再加工每个轴的另一端面 and 中心孔，直到整批轴加工完为止。这种加工方法对每个工件的加工是不连续的，但对整批件的加工是连续的，所以也是连续加工。根据工序的规定，不难理解表1—1工艺过程中工序划分的理由。

这样规定工序的目的在于使工艺规程真正起到便于组织安排生产，严格按着工序的先后顺序和要求进行加工，以防生产混乱影响加工质量，还可起到便于工时计算以及成本核算的作用。

工序中还包括安装、工位、工步和走刀。工序的工时主要是来源于完成这些工艺过程所需要的时间。

安装：工件经一次装夹后所完成的那部分工序。如表1—1中的工序1有两次安装。因为工件一端的端面 and 中心孔加工完后，需要调头加工另一端的端面 and 中心孔，即工件在机床上需要经过两次装夹，如图1—2。每次装夹都需要一定的时间。同理，工序2也需要两次安装。工序3在铣床上加工键槽，只要一次安装即可。

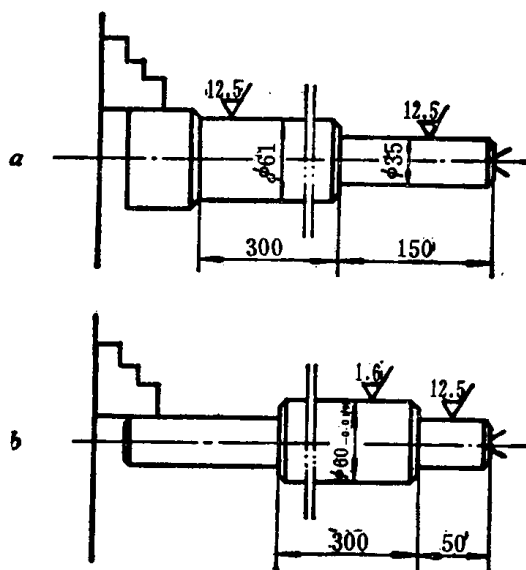


图1—2 两次安装两个工位
a—一次安装一个工位 b—二次安装一个工位

工位：为了完成一定的工序部分，一次装夹工件后，工件与夹具或设备的可动部分一起相对刀具或设备的固定部分所占据的每一个位置，称为工位。图1—2，工件每次安装，它相对刀具或设备的固定部分（如床身）只占据一个位置，所以表1—1所列工艺过程中的工序2中只有两个工位。同理，工序1中也有两个工位。工序3铣键槽，在一次安装中工件在机床上只占有一个位置，所以在表中填工位1。在铣床上用分度头铣齿轮的轮齿，如果这个齿轮上有二十个轮齿，则加工这个齿轮在一次安装下就需要二十个工位。为了减少工件的安装次数，常常采用回转工作台或回转夹具安装工件，如图1—3。利用这个回转工作台在Ⅰ处装卸工件、在Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ处顺次进行钻、扩、铰孔，则工件在一次安装下有四个工位。工件在每个工位处均完成一定的工艺过程，因此每个工位也需要一定的时间。

工步：在加工表面和加工工具不变的情况下，所连续完成的那一部分工序称为工步。其特征是加工表面、切削刀具（或工具）不变，并对同一表面进行连续加工（切削速度和走刀量不变）；其中三个因素中有一个因素改变，则为另一个工步。如表1—1中的工序2，在第一次安装中，粗车 $\phi 60$ 毫米（留精车余量为1毫米）长450毫米外圆为一个工步；粗车 $\phi 35$ 毫米长150毫米外圆为另一工步。因为加工这两处表面尽管切削刀具不改变，每个表面又是连续加工的，但加工表面改变，所以应分为两个工步，如图1—4所示。调头粗车另一端 $\phi 35$ 毫米长50毫米和精车 $\phi 60^{+0.015}_0$ 长300毫米两处外圆，又分为两个工步（图1—2b）。这时不仅加工表面改变、切削刀具改变，而且又不是对一个表面的连续加工。因为由粗车到精车外圆需要将工件停下来，改变切削用量，即工步的三个因素都改变，所以应分成两个工步。图1—2中每次安装还要倒角两次，因加工表面改变每次倒角应为一个工步。本例每次安装中的两次倒角尺寸相同，又是最后统一倒角，这种情况在工艺规程中可写成一个工步，倒角 $1 \times 45^\circ$ 。工步不同，加工所用时间通常也不同。

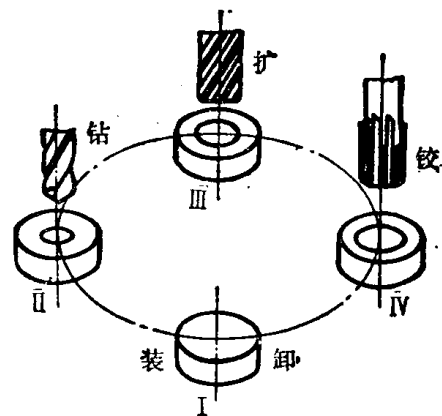


图1—3 多工位加工

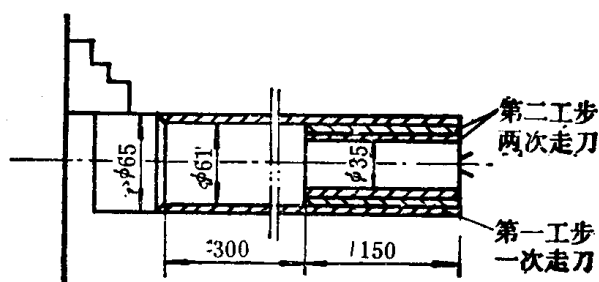


图1—4 棒料加工阶梯轴

复合工步：在一次装夹下，用几把刀具同时加工工件几个表面或在一次装夹下用一把刀具依次加工工件上几个相同的表面所完成的那部分工艺过程，通常作为复合工步。如图1—5的a图，是工件在一次装夹下用几把刀具同时加工几个表面的例子；b图，是工件在一次装夹下用一把刀具依次加工4个相同孔的例子。二者均为复合工步。复合工步在工艺规程上可以写一个工步。如图1—5b情况，在工艺规程上可以写成钻4— $\phi 15$ 孔一个工步。

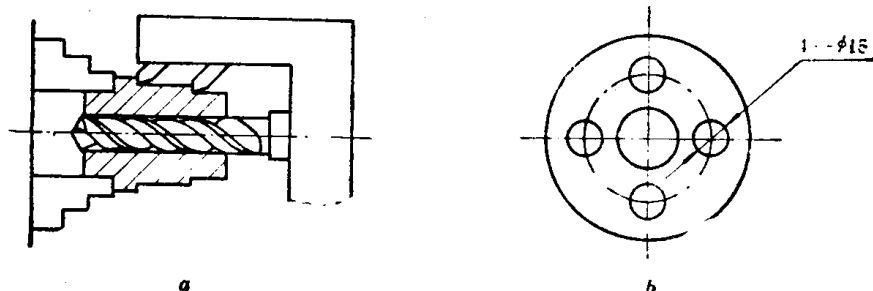


图1—5 复合工步

走刀：在工步中，切削刀具每切去一层金属所完成的那部分工艺过程，称为走刀。如图1—4中工步1只有一次走刀，工步2有两次走刀。

第三节 获得尺寸精度的方法

在机械加工中，常用来获得尺寸精度的方法有以下三种：

1. 试切法 通过试切—测量—调整—再试切，反复进行到被加工尺寸达到要求为止的加工方法。

例如，在普通车床上加工轴时（图1—6a），为了车出长度为 L 、直径为 d 的一段，可在轴的端部一小段上试切几次，每次试切后，停车测量一下直径，当直径 d 尺寸达到精度要求时，即可纵向自动或手动走刀。当车到接近台阶 T 时，停止走刀，再对台阶 T 的端面进行试切，直到使长度 L 达到要求时为止。

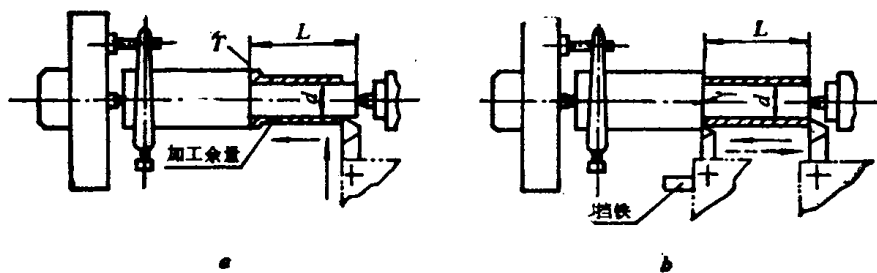


图1—6 试切法和调整法
a—试切法 b—调整法

这种方法要多次试切和停车测量，效率低。当试切接近工件尺寸时，再试切要特别注意，否则会超出公差范围，造成废品。因此要求操作者有较高的技术水平。

由于上述原因，这种方法主要用在单件和小批生产中。

2. 调整法 先调整好刀具和工件在机床上的相对位置，并在一批零件的加工过程中保持这个位置不变，以保证工件被加工尺寸的方法。如图1—6b所示，先按工件直径 d 尺寸精度要求，将车刀调整在一定位置，然后再按长度 L 尺寸精度要求，调整好行程挡铁和刀具间的相对位置，加工时通过自动走刀和自动停止走刀，即可得到符合精度要求的尺寸 d 和 L 。调整时通常按工件加工尺寸的平均值进行。在加工一批工件过程中，由于刀具磨损等原因，使工件的加工尺寸发生变化，甚至超出公差范围。因此，在加工过程中应定期检验和调整。

因为这种方法能自动获得规定的尺寸精度，所以大大地缩短了加工过程中所用的辅助时间，从而提高了生产效率，对工人的技术水平也要求较低。但进行调整要花费较多时间，有时尚需专门的调整工人，因此，这种方法只适用于成批大量生产。

3. 定尺寸刀具法 用刀具的相应尺寸来保证工件被加工部位尺寸的方法，即利用定尺寸刀具获得规定尺寸精度的一种加工方法。例如钻孔、扩孔、铰孔、拉孔和攻丝等，其加工精度主要取决于刀具本身的制造精度。这种方法在各生产类型中均有应用。

第四节 生产类型及其工艺特征

编制机械加工工艺规程，不仅需要了解机械加工工艺过程及其组成和获得尺寸精度的方法；而且需要了解生产类型及其工艺特征。因为生产类型及其工艺特征反映了工厂的生产型式与生产条件之间的关系。考虑这种关系，才能编制出结合工厂具体生产条件的工艺规程，否则编制出来的工艺规程是脱离实际的，也是行不通的。

一、生产类型 工厂的生产类型（企业生产专业化程度的分类）可分为单件生产、成批生产和大量生产三种型式。

1. 单件生产 同种产品数量少，但产品种类却很多。每一产品只做一个或几个，各工作地的加工对象经常改变。这种生产型式称为单件生产。重型机器、大型船舶的制造和新产品试制均属这种生产型式。

2. 成批生产 同种产品数量较多，但产品种类却较少。不同产品周期地成批投入生产，各工作地的加工对象周期性进行轮换。这种生产型式称为成批生产。

成批生产，每批制造相同零件的数量，称为批量。根据批量大小，成批生产又分为小批生产、中批生产和大批生产三种类型。机床和轴承等制造厂的生产，多属于这种生产型式。

3. 大量生产 同种产品数量极大，品种单一。大多数工作地经常重复地进行某一个零件的某一道工序的加工。这种生产型式称为大量生产。汽车、拖拉机、自行车、缝纫机的生产多属于这种生产型式。

二、生产类型的确定 生产类型通常是根据两个因素来确定的：

1. 生产纲领 企业在计划期内应当生产的产品产量，即每个制造厂在计划期内的生产任务，这个生产任务量就是该厂在此计划期内的生产纲领。在计划期内，产品的生产任务量称为产品的生产纲领；零件的生产任务量称为零件的生产纲领。产品生产纲领和零件生产纲领二者有下述关系。

$$N = Q \cdot n(1 + \alpha\%) (1 + \beta\%)$$

式中：N——产品中某零件的生产纲领

Q——产品的生产纲领

n——每台产品中该零件的数量（件/台）

$\alpha\%$ ——备品率 一般3—5%

$\beta\%$ ——废品率 机床件一般为1%；轴承件一般为3%；工具生产一般为5%

2. 劳动量大小 劳动量大小，通常按零件重量划分，即

零件重 < 100 公斤 轻型

零件重在 100—200 公斤 中型

零件重 > 200 公斤 重型

根据所确定的同种零件的生产纲领和劳动量大小，参照表1—2便可确定该零件的生产类型。

表 1—2 生产类型和生产纲领的关系

生产类型		产品类型及同种零件的年产量（件）		
		重 型	中 型	轻 型
单件生产		5 以下	10 以下	100 以下
成批生产	小 批	5—100	10—200	100—500
	中 批	>100—300	>200—500	>500—5000
	大 批	>300—1000	>500—5000	>5000—50000
大量生产		>1000	>5000	>50000

三、生产类型的工艺特征 生产类型确定后，应该按着所确定的生产类型组织安排生产。不同的生产类型具有不同的工艺特征，它不仅表现在毛坯制造、设备选择和排列以及对工艺装备的要求上不同，而且还表现在对工艺规程的要求也不同等等。详见表1—3。

表 1—3 各种生产类型的工艺特征

工 艺 特 征 项 目	生 产 类 型	单 件 生 产	成 批 生 产	大 量 生 产
毛坯制造及加工余量		木模手工造型，自由锻，毛坯精度低，加工余量大	部分用金属模和锻模，毛坯余量和精度中等	广泛采用金属模，机器造型、锻模，毛坯精度高，加工余量小
机床设备及布置		通用机床，机群式布置	通用机床及部分专用机床，按零件类别分工段排列	广泛采用专机及自动机床，按流水线排列或采用自动线
夹具及精度获得		多采用标准附件，极少采用专用夹具，划线试切法	广泛采用专用夹具，部分采用调整法，部分采用划线	广泛采用高效专用夹具，靠调整法保证尺寸精度
刀具及量具		采用通用刀具及万能量具	部分采用专用刀具和专用量具	广泛采用专用刀具和专用量具
对工人技术要求		熟 练	中等熟练	对操作工人要求低对调整工人要求高
工艺规程		只编制简单的工艺过程卡片，工序较少，不分工步	有较详细的工艺规程卡片，主要件有详细的工序卡片，分工步	编制详细的工序卡片，工序较多，详细分工步
零件互换性		无互换性，广泛采用钳工修配	大部分有互换性，少部分钳工修配	全部有互换性，某些高精度配合件采用分组选择装配
生 产 率		低	中	高
零件成本		高	中	低

课堂讨论题

1. 图1—7齿轮毛坯为模锻件，其机械加工工艺过程如下：

在一台机床上先车一个端面，然后粗镗孔，半精镗孔并倒角，在另一台车床上粗车外圆，半精车外圆并倒角；继而在另一台车床上车另一端面，且内孔倒角，调头，外圆倒角；插键槽；滚齿；进行热处理；磨孔；磨齿。试分析其工艺过程的组成和划分理由。

2. 某机床厂年产 C620-1 普通车床 250 台。已知机床主轴重量为轻型，备品率为 2%，机械加工废品率为 4%。试计算主轴的生产纲领，并说明是属于何种生产类型，应怎样组织该件生产？

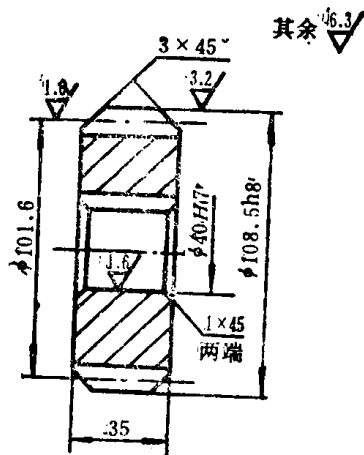


图 1—7 齿 轮

1. 在机械制造中，从原材料到成品，通常需要经过哪些过程？

2. 机械制造工艺过程应包括哪些方面？怎样解释？为何要划分工序？

3. 生产类型怎样确定？为什么要确定生产类型？举例说明。

作 业 题

图1—8所示零件为单件小批生产，其机械加工工艺过程如下：

1. 首先在刨床上将零件的外形（六面体）全部刨平，达到图纸要求。

2. 粗刨导轨面A。由于余量较大，需分两次切削。

3. 刨空刀槽。

4. 精刨导轨面A。

5. 钻、扩、铰孔。

6. 钳工去毛刺。

试分析确定工艺过程的组成和划分理由。

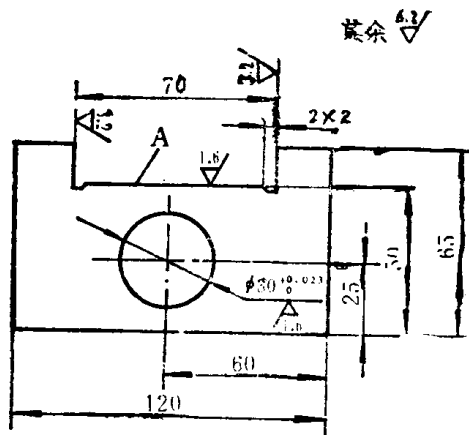


图 1—8 滑 板

第二章 安装与基准

对工件的某些表面进行机械加工，首先必须把工件安置在机床或其上的夹具上，使工件的被加工表面相对于机床（或夹具）、刀具有一个正确的位置，称为定位。工件定位以后，为了使它在加工过程中保持已经确定下来的位置不变，还必须采用一定的机构将它夹住，称为夹紧。工件从定位到夹紧的过程，即为安装。

工件安装是否正确、迅速方便，不仅直接影响工件的加工精度，而且还会影响生产效率，以致工件生产成本的高低。因此，工件的安装是编制机械加工工艺规程中的主要问题之一，必须对其进行研究。

第一节 工件的安装方式

在各种机床和夹具上安装工件的方式，归纳起来有以下三种：

1. 直接找正安装法 这种安装方式工件的定位，是通过工人利用千分表、划针或目测等找正方法，校验工件的某些表面使其处于正确位置而实现的。如图 2—1 在车床上加工套筒内孔。为了使内孔加工后与已经加工好的外圆有较高的同轴度，工件应安装在四爪卡盘中，使千分表上的触头与工件外圆上的某处接触，然后缓慢转动工件进行找正，直至千分表的指针在合乎要求的较小范围内摆动为止。这说明经过找正后的工件外圆与机床主轴回转中心已处于正确位置，然后将工件夹紧。这样加工出来的内孔就能与外圆有较高的同轴度。

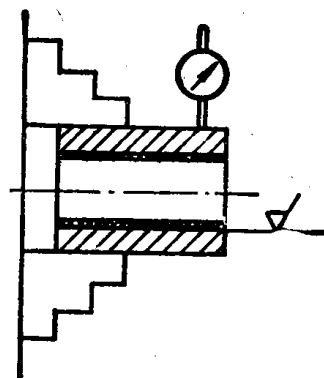


图 2—1 直接找正安装法

在其他机床上，也常常可以看到这种直接找正安装法。因为这种安装方法比较简单，不用专用工具，一般有一个划针盘即可；用千分表找正，还可使工件得到很高的定位精度。如同轴度为 0.01—0.005 毫米时，用千分表直接找正安装，既方便又易于实现。

这种安装方法的缺点是找正时间长，工作效率低，对工人的技术水平要求高。因此这种安装法，一般只适用于单件小批生产或工件的加工精度要求特别高的场合。

2. 划线找正安装法 是先在毛坯或工件上将加工表面的轮廓及位置用线划出来，安装时用划针按事先划好的线进行找正，确定被加工表面位置，然后夹紧工件的一种安装方法。在车床上利用四爪卡盘进行划线找正安装工件的情形，如图 2—2。工件要进行镗孔，

安装工件时利用划针按着事先划出的线来确定工件孔的正确位置。找正过程同直接找正安装法。不同的是直接找正安装法是按工件被找正表面找正；划线找正安装法是按事先划出的线找正。找正好位置后将工件夹紧。

划线找正安装法的好处是：通过划线可以检查工件各加工表面是否有足够的加工余量，使加工表面与非加工表面保持正确位置，并且安装迅速。不足之处是多一道划线工序；由于划的线有一定宽度，打冲眼的位置有误差，以及由钢板尺上取数有观察误差等原因，定位精度较低，一般为0.2—0.3毫米。所以这种安装方法多用于生产批量较小，毛坯精度较低，以及大型和结构复杂零件等不易使用直接找正和夹具安装的粗加工中。

3.用夹具安装 此法是利用夹具上的定位元件、导向元件等确定工件被加工表面正确位置的一种安装方法。这种安装方法工件可以迅速定位和夹紧，不需要经过找正就能保证工件与机床和刀具之间的正确位置，是一种先进的安装方法。如图2—3钻床夹具，在工件1上钻孔，钻孔位置的确定就非常容易。只要将工件装在定位轴2上，再通过开口垫圈3和螺帽4夹紧，工件上被加工孔的中心线到端面间的距离 L 就确定了，而且在加工一批工件时每个工件上的孔到端面的距离均保持不变。但是，这种安装法需要设计和制造专用夹具，所以广泛用于成批大量生产中。

上述三种安装方法，确定工件被加工表面的正确位置，都是通过基准实现的。直接找正安装法（图2—1）是通过以工件外圆为基准进行找正实现的。划线找正安装法是通过以工件上所划的线为基准进行找正实现的。夹具安装法是通过以工件上的定位表面为基准和夹具上的导向元件等实现的。由此可见，基准是很重要的，还必须对其进行深入研究。

第二节 基 准

一、基准的概念 无论在设计机械产品，还是在制造机械产品时，经常遇到“基准”这一概念。所谓基准就是根据的意思。在零件图上、工艺文件上或实际的零件上，必须根据一些指定的点、线、面来确定另一些点、线、面的位置，这些作为根据的点、线、面，称为基准。

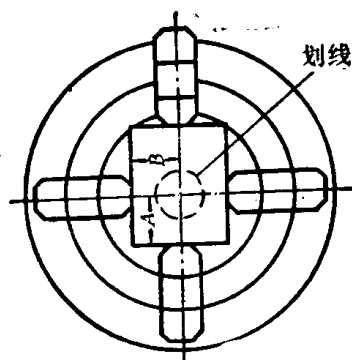


图 2—2 划线找正安装法

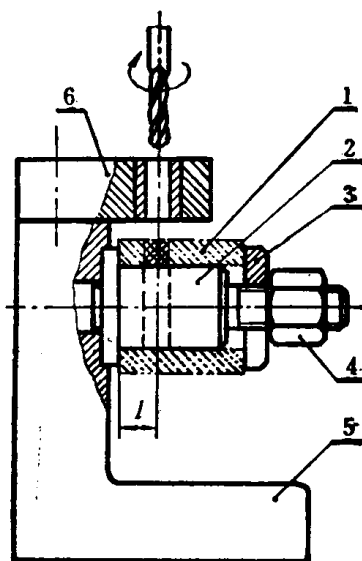


图 2—3 用夹具安装
1—工件 2—定位轴 3—开口垫圈
4—螺帽 5—夹具体 6—钻模板