

中等专业学校试用教材

机械制造工艺学

山东省机械工业学校 赵元吉 主编

ZHONGDENG
ZHUANYE
XUEXIAO
JIAOCAI



机械工业出版社

前 言

本书是根据1987年国家机械工业委员会中等专业学校教学计划与教学大纲所制订的《机械制造工艺学》教学大纲编写的。

本书内容由机械加工工艺规程编制、典型零件加工和机械制造工艺原理等几部分所组成。各章均附有适量的习题。

机械加工工艺规程编制部分，着重阐述了机械加工工艺规程的组成、定位基准选择、工艺尺寸链解算和拟定机械加工工艺路线等方面的基本理论知识。

典型零件加工工艺部分，主要介绍一些常见的典型零件（如轴、套、齿轮、机体和箱体等）的加工工艺和加工方法。

机械制造工艺原理主要包括：机械加工精度和表面质量的理论基础、机械加工的生产率和经济性以及机械装配工艺基础。

本书共十一章，第一、四、七、十章由赵元吉同志编写，第六、八、九、十一章由徐锦琴同志编写，第二、三、五章由王丰南同志编写。本书由赵元吉同志任主编，赵志修同志任主审。

在本书审稿过程中，曾蒙成都市机械学校、咸阳机器制造学校、内蒙古机械工业学校、黑龙江机械工业学校等单位的代表提出了许多宝贵意见，谨此表示衷心的感谢。

限于编者水平，书中难免有缺点、错误，恳请广大读者指正。

编 者

1989.3

目 录

第一章 机械加工工艺规程制订	1	§ 6-4 蜗轮加工	149
§ 1-1 概述	1	第七章 机械加工精度	151
§ 1-2 工艺规程制订的原则、原始资料及步骤	8	§ 7-1 概述	151
§ 1-3 零件的工艺分析	9	§ 7-2 工艺系统几何误差引起的加工误差	152
§ 1-4 毛坯选择	11	§ 7-3 工艺系统受力变形所引起的加工误差	158
§ 1-5 定位基准选择	14	§ 7-4 工艺系统热变形所引起的加工误差	169
§ 1-6 工艺路线的拟定	24	§ 7-5 工件内应力引起的加工误差	174
§ 1-7 加工余量的确定	28	§ 7-6 加工误差的统计分析	176
§ 1-8 工序尺寸及其公差确定	32	§ 7-7 保证和提高加工精度的途径	189
§ 1-9 机床、工艺装备及其它参数的选择	39	第八章 机械加工表面质量与振动	192
第二章 轴类零件加工	43	§ 8-1 机械加工表面质量概述	192
§ 2-1 概述	43	§ 8-2 影响表面粗糙度的因素	194
§ 2-2 轴类零件的外圆表面加工	46	§ 8-3 影响表面物理机械性能的因素	196
§ 2-3 轴类零件的花键及螺纹加工	55	§ 8-4 机械加工中的振动	198
§ 2-4 典型轴类零件加工工艺	61	第九章 机械加工的生产率和经济性	209
第三章 套筒类零件加工	73	§ 9-1 机械加工生产率分析	209
§ 3-1 概述	73	§ 9-2 计算机辅助制造CAM	222
§ 3-2 套筒零件的内孔加工	75	§ 9-3 工艺过程技术经济分析	228
§ 3-3 套筒零件内孔的精密加工	80	第十章 机械装配工艺基础	232
§ 3-4 典型套筒类零件的加工工艺分析	84	§ 10-1 概述	232
第四章 机体类零件加工	89	§ 10-2 机械产品的装配精度	233
§ 4-1 概述	89	§ 10-3 装配尺寸链	234
§ 4-2 机体类零件的平面加工	91	§ 10-4 装配方法及其选择	239
§ 4-3 机体类零件的导轨副加工	95	§ 10-5 装配工艺规程的制订	247
§ 4-4 车床床身加工工艺分析	100	§ 10-6 装配工作法与典型部件的装配	249
第五章 箱体类零件加工	105	第十一章 特种加工	254
§ 5-1 概述	105	§ 11-1 电火花加工	254
§ 5-2 箱体的孔系加工	109	§ 11-2 电解加工和电解磨削	259
§ 5-3 典型箱体零件加工工艺分析	120	§ 11-3 其它特种加工方法	261
第六章 圆柱齿轮加工	129	参考文献	264
§ 6-1 概述	129		
§ 6-2 圆柱齿轮的齿形加工	131		
§ 6-3 圆柱齿轮加工工艺过程分析	144		

第一章 机械加工工艺规程制订

§1-1 概 述

一、机器的生产过程和工艺过程

(一) 生产过程

生产过程是指产品由原材料到成品之间的各个相互联系的劳动过程的总和。对于机器生产而言，它包括：原材料的运输和保管，生产的技术准备工作，毛坯的制造，零件的机械加工与热处理，部件和产品的装配、检验、油漆和包装等。

为了降低机器的生产成本，一台机器的生产过程，往往由许多工厂联合完成。这样做，有利于零部件的标准化和组织专业化生产。

一个工厂的生产过程，又可分为各个车间的生产过程。一个车间生产的产品，往往又是其它车间的原材料。例如：铸造和锻造车间的成品（铸件和锻件），就是机械加工车间的“毛坯”；机械加工车间的成品，又是装配车间的“原材料”。

(二) 工艺过程

在机械产品的生产过程中，对于那些与原材料变为成品直接有关的过程，如毛坯制造、机械加工、热处理和装配等，称为工艺过程。采用机械加工的方法，直接改变毛坯的形状、尺寸和表面质量，使之成为产品零件的过程称为机械加工工艺过程。

二、机械加工工艺过程的组成

机械加工工艺过程由一个或若干个顺次排列的工序组成，每一个工序又可分为若干个安装、工位和工步。

(一) 工序

一个（或一组）工人，在一台机床（或其它设备及工作地）上，对一个（或同时对几个）工件所连续完成的那部分工艺过程，称为一个工序。

区分工序的主要依据是工作地（或设备）是否变动，零件加工的工作地变动后，即构成另一工序。例如图1-1所示的阶梯轴，当单件小批生产时，其加工工艺及工序划分如表1-1所示。当中批生产时，其工序划分如表1-2所示。

工序不仅是制订工艺过程的基本单元，也是制订劳动定额、配备工人、安排作业计划和进行质量检验的基本单元。

(二) 工步与走刀

在一个工序中，往往需要采用不同的刀具和切削用量，对不同的表面进行加工。为了便于分析和描述工序的内容，工序还可以进一步划分工步。工步是指加工表面、切削工具和切削用量中的切削速度与进给量均不变条件下所完成的那部分工艺过程。一个工序可包括几个工步，也可只包括一个工步。例如，在表1-2的工序2中，包括有粗、精车各外圆表面及切槽等工步，而工序3当采用键槽铣刀铣键槽时，就只包括一个工步。

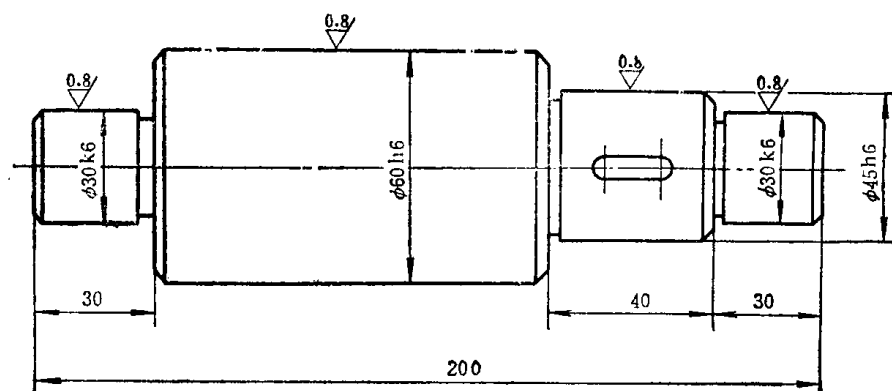


图1-1 阶梯轴简图

表1-1 阶梯轴加工工艺过程(单件小批生产)

工序号	工 序 内 容	设 备
1	车端面、打顶尖孔、车全部外圆、切槽与倒角	车 床
2	铣键槽、去毛刺	铣 床
3	磨外圆	外圆磨床

表1-2 阶梯轴加工工艺过程(中批生产)

工序号	工 序 内 容	设 备	工序号	工 序 内 容	设 备
1	铣端面、打顶尖孔	铣端面打中心孔机床	4	去毛刺	钳工台
2	车外圆、切槽与倒角	车床	5	磨外圆	外圆磨床
3	铣键槽	铣床			

构成工步的任一因素(加工表面、刀具或切削用量中的切削速度和进给量)改变后,一般即变为另一工步。但是对于那些在一次安装中连续进行的若干个相同的工步,为简化工序内容的叙述,通常多看做一个工步。例如图1-2所示零件上四个 $\phi 15\text{mm}$ 孔的钻削,可写成一个工步——钻4- $\phi 15\text{mm}$ 孔。

为了提高生产率,用几把刀具同时加工几个表面的工步,称为复合工步(见图1-3)。在工艺文件上,复合工步应视为一个工步。

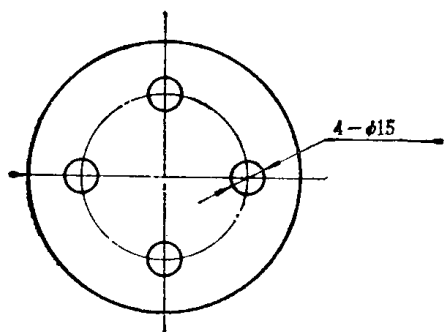


图1-2 包括四个相同表面加工的工步

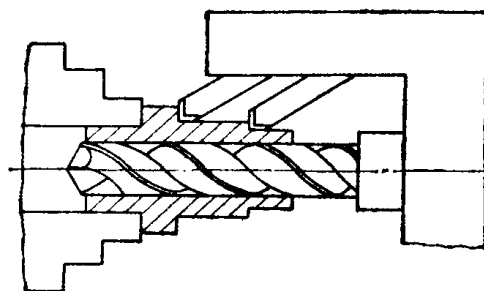


图1-3 复合工步

在一个工步内,若被加工表面需切去的金属层很厚,需要分几次切削,则每进行一次切削就是一次走刀。一个工步可包括一次或几次走刀。

(三) 安装与工位

工件在加工之前，在机床或夹具上先占据一正确的位置（定位），然后再予以夹紧的过程称为安装。在一个工序内，工件的加工可能只需要安装一次，也可能需要安装几次。例如，表1-2的工序3，一次安装即铣出键槽，而工序2中，为了车削全部外圆表面则最少需两次安装。工件加工中应尽量减少安装次数，因为多一次安装就多一次误差，而且还增加了安装工件的辅助时间。

为了减少工件安装的次数，常采用各种回转工作台、回转夹具或移位夹具，使工件在一次安装中先后处于几个不同位置进行加工。此时，工件在机床上占据的每一个加工位置称为工位。图1-4所示为一种用回转工作台在一次安装中顺序完成装卸工件、钻孔、扩孔和铰孔四个工位加工的实例。

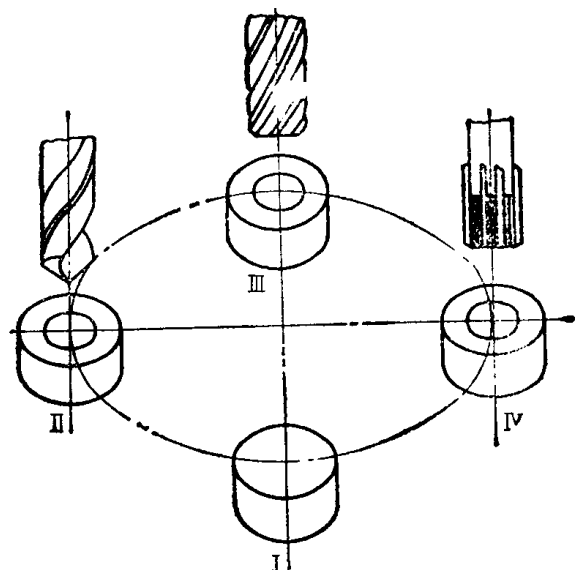


图1-4 多工位加工

工位 I —装卸工件 工位 II —钻孔
工位 III —扩孔 工位 IV —铰孔

三、机械加工的生产类型及工艺特点

由于零件机械加工的工艺过程与其所采用的生产组织形式是密切相关的，所以在制订零件的机械加工工艺过程时，应首先确定零件机械加工的生产组织形式。

通常先依据零件的年生产纲领选取合适的生产类型，然后再根据所选用的生产类型来确定零件机械加工的生产组织形式。

(一) 生产纲领的计算

某种零件（包括备品和废品在内）的年产量称为该零件的年生产纲领。生产纲领的大小对零件加工过程和生产组织起着重要的作用，它决定了各工序所需专业化和自动化的程度，决定了所应选用的工艺方法和工艺装备。

年生产纲领可按式计算

$$N = Qn(1 + a\% + b\%)$$

式中 N ——零件的年生产纲领， $[N]$ 为件；

Q ——机械产品的年产量， $[Q]$ 为台/年；

n ——每台产品中该零件的数量， $[n]$ 为件/台；

$a\%$ ——备品的百分率；

$b\%$ ——废品的百分率。

(二) 生产纲领和生产类型的关系

在生产上，一般按照生产纲领的大小选用相应规模的生产类型。而生产纲领和生产规模的关系还随零件的大小及复杂程度而有所不同。表1-3给出了它们之间的大致关系，可供参考。

机械制造业的生产可分为三种类型：单件生产、成批生产和大量生产。

1. 单件生产

单件生产的基本特点，是生产的产品品种繁多，每种产品仅制造一个或少数几个，而且

很少再重复生产。例如，重型机械产品制造和新产品试制都属于单件生产。在单件生产中，一般多采用通用机床和标准附件，极少采用专用夹具，靠划线等方法保证尺寸精度。所以，零件的加工质量及生产率主要取决于工人的技术熟练程度。

表1-3 生产纲领和生产类型的关系

生产类型	零件的年生产纲领/件		
	重型零件 (30kg以上)	中型零件 (4~30kg)	轻型零件 (4kg以下)
单件生产	<5	<10	<100
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	>5000	>50000

2. 成批生产

成批生产是一年中分批地生产相同的零件，生产呈周期性重复。每批生产相同零件的数量称为批量。批量是根据零件的年生产纲领和一年中的批数计算出来的，而批数的多少要根据具体生产条件来决定。成批生产又可分为小批、中批、大批生产三种类型。

在成批生产中，既采用通用机床和标准附件，也采用高效率机床和专用工艺装备。对工人的操作技术水平较单件生产的要求低。

3. 大量生产

大量生产是在机床上长期重复地进行某一零件某一工序的加工。例如汽车、拖拉机、轴承和自行车等的制造多属于大量生产。

在大量生产中，广泛采用专用机床、自动机床、自动生产线及专用工艺装备。由于工艺过程自动化程度高，所以对操作工人的技术水平要求较低，但对机床的调整工人的技术水平要求较高。

(三) 生产类型和生产组织形式的确定

在计算出零件的生产纲领以后，即可根据生产纲领的大小，参考表1-3所提出的范围，确定相应的生产类型。生产类型确定以后，就可确定相应的生产组织形式，即在大量生产时采用自动线；在成批生产时采用流水线；在单件小批生产时则采用机群式的生产组织形式。

四、机械加工工艺规程

(一) 机械加工工艺规程的作用

工艺规程是反映比较合理的工艺过程的技术文件，是机械制造厂最主要的技术文件之一。它一般应包括以下内容：工件加工工艺路线及所经过的车间和工段；各工序的内容及所采用的机床和工艺装备；工件的检验项目及检验方法；切削用量；工时定额及工人技术等级等。

工艺规程有以下几方面的作用：

1. 工艺规程是指导生产的主要技术文件

合理的工艺规程是在总结广大工人和技术人员实践经验的基础上，依据工艺理论和必要的工艺试验而制订的。它体现了一个企业或部门群众的智慧。按照工艺规程组织生产，可以保证产品的质量和较高的生产效率和经济效益。因此，生产中一般应严格地执行既定的工艺规程。实践表明，不按照科学的工艺进行生产，往往会引起产品质量的严重下降，生产效率

表1-6 机械加工工序卡片

工 厂		机 械 加 工 工 序 卡 片				产 品 型 号		零(部)件图号		共 页	
材料牌号		毛坯种类		毛坯外形尺寸		每毛坯件数		每台件数		备注	
车 间		工 序 号		工 序 名 称		材料牌号					
毛坯种类		毛坯外形尺寸		每坯件数		每台件数					
设备名称		设备型号		设备编号		同时加工件数					
夹具编号		夹具名称		冷却 液							
工 步		内 容		工 艺 装 备		主 轴 转 速 (r·min ⁻¹)		切 削 速 度 (m·min ⁻¹)		走 刀 量 (mm·r ⁻¹)	
工 步 号		走 刀 次 数		吃 刀 深 度 (mm)		工 时 定 额		机 动		辅 助	
工 序 工 时		准 终		单 件							
会 签		编 制(日期)		审 核(日期)		会 签(日期)					
处 记		更 改 文 件 号		处 记		更 改 文 件 号		处 记		更 改 文 件 号	
日 期		日 期		日 期		日 期		日 期		日 期	
签 字		签 字		签 字		签 字		签 字		签 字	
标 记		标 记		标 记		标 记		标 记		标 记	

的显著降低，甚至使生产陷入混乱状态。

但是，工艺规程也不应是固定不变的，工艺人员应不断总结工人的革新创造，及时地吸取国内外先进工艺技术，对现行工艺不断地予以改进和完善，以便更好地指导生产。

2. 工艺规程是生产组织和管理工作的基本依据

由工艺规程所涉及的内容可以看出，在生产管理中，产品投产前原材料及毛坯的供应，通用工艺装备的准备，机械负荷的调整，专用工艺装备的设计和制造，作业计划的编排，劳动力的组织，以及生产成本的核算等，都是以工艺规程作为基本依据的。

3. 工艺规程是新建或扩建工厂或车间的基本资料

在新建或扩建工厂或车间时，只有依据工艺规程和生产纲领才能正确地确定：生产所需要的机床和其它设备的种类、规格和数量；车间的面积；机床的布置；生产工人的工种、等级及数量以及辅助部门的安排等。

(二) 工艺文件的格式

将工艺规程的内容，填入一定格式的卡片，即成为生产准备和施工依据的工艺文件。各种工艺文件的格式如下：

1. 工艺过程综合卡片

这种卡片主要列出了整个零件加工所经过的工艺路线(包括毛坯、机械加工和热处理等)，它是制订其它工艺文件的基础，也是生产技术准备、编制作业计划和组织生产的依据。

在这种卡片中，由于各工序的说明不够具体，故一般不能直接指导工人操作，而多作为生产管理方面使用。在单件小批生产中，通常不编制其它较详细的工艺文件，而是以这种卡片指导生产。工艺过程综合卡片的格式见表1-4。

2. 机械加工工艺卡片

工艺卡片是以工序为单位详细说明整个工艺过程的工艺文件。它是用来指导工人生产和帮助车间管理人员和技术人员掌握整个零件加工过程的一种主要技术文件，广泛用于成批生产的零件和小批生产中的重要零件。工艺卡片的内容包括：零件的材料、重量、毛坯的制造方法、各个工序的具体内容及加工后要达到的精度和表面粗糙度等，其格式见表1-5。

3. 机械加工工序卡片

这种卡片则更详细地说明零件的各个工序应如何进行加工的。在这种卡片上，要画出工序图，注明该工序的加工表面及应达到的尺寸和公差、工件的装夹方式、刀具的类型和位置、进刀方向和切削用量等。在零件批量较大时都要采用这种卡片，其格式见表1-6。

§1-2 工艺规程制订的原则、原始资料及步骤

一、制订工艺规程的原则

制订工艺规程的原则是，在一定的生产条件下，应以最少的劳动量和最低的成本，在规定的期间内，可靠地加工符合图样及技术要求的零件。在制订工艺规程时，应注意以下问题：

(一) 技术上的先进性

在制订工艺规程时，要了解当时国内外本行业工艺技术的发展水平，通过必要的工艺试验，积极采用适用的先进工艺和工艺装备。

(二) 经济上的合理性

在一定的生产条件下，可能会出现几种能保证零件技术要求的工艺方案。此时应通过核算或相互对比，选择经济上最合理的方案，使产品的能源、原材料消耗和成本最低。

（三）有良好的劳动条件

在制订工艺规程时，要注意保证工人在操作时有良好而安全的劳动条件。因此在工艺方案上要注意采取机械化或自动化的措施，将工人从某些笨重繁杂的体力劳动中解放出来。

二、制订工艺规程的原始资料

在制订工艺规程时，通常应具备下列原始资料：

- 1) 产品的全套装配图和零件的工作图。
- 2) 产品验收的质量标准。
- 3) 产品的生产纲领（年产量）。
- 4) 毛坯资料。毛坯资料包括各种毛坯制造方法的技术经济特征；各种钢材型料的品种和规格；毛坯图等。在无毛坯图的情况下，需实地了解毛坯的形状、尺寸及机械性能等。
- 5) 现场的生产条件。为了使制订的工艺规程切实可行，一定要考虑现场的生产条件。因此要深入生产实际，了解毛坯的生产能力及技术水平；加工设备和工艺装备的规格及性能；工人的技术水平以及专用设备及工艺装备的制造能力等。
- 6) 国内外工艺技术的发展情况。工艺规程的制订，既应符合生产实际，又不能墨守成规，要随着产品和生产的发展，不断地革新和完善现行工艺。因此要经常研究国内外有关资料，积极引进适用的先进工艺技术，不断提高工艺水平，以便在生产中取得最大的经济效益。
- 7) 有关的工艺手册及图册。

三、制订工艺规程的步骤

制订零件机械加工工艺规程的主要步骤大致如下：

- 1) 分析零件图和产品装配图。
- 2) 确定毛坯的制造方法和形状。
- 3) 拟定工艺路线。
- 4) 确定各工序的加工余量，计算工序尺寸和公差。
- 5) 确定各工序的设备、刀、夹、量具和辅助工具。
- 6) 确定切削用量和工时定额。
- 7) 确定各主要工序的技术要求及检验方法。
- 8) 填写工艺文件。

下面分别对上述的主要问题进行分析讨论。

§1-3 零件的工艺分析

一、零件的结构及其工艺性分析

零件图是制订工艺规程最主要的原始资料。在制订工艺规程时，首先必须对零件图进行认真分析。为了更深刻理解零件结构上的特征和技术要求，通常还需要研究产品的总装图、部件装配图以及验收标准，从中了解零件的功用和相关零件的配合，以及主要技术要求制订的依据。

在对零件的工艺分析时，要注意以下问题：

1) 机器零件的结构, 由于使用要求不同而具有各种形状和尺寸。但是, 如果从形体上加以分析, 各种零件都是由一些基本表面和特形表面组成的。基本表面有内外圆柱表面、圆锥表面和平面等; 特形表面主要有螺旋面、渐开线齿形表面及其它一些成形表面等。

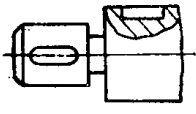
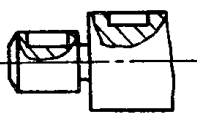
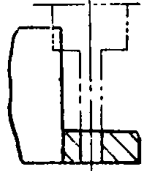
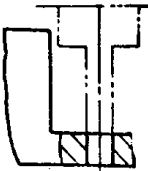
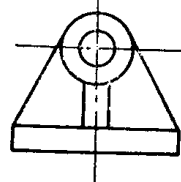
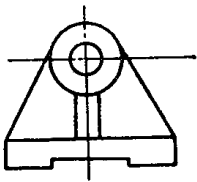
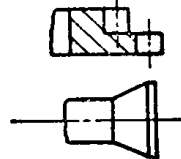
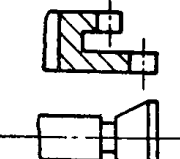
2) 在研究具体零件的结构特点时, 首先要分析该零件是由哪些表面组成的, 因为表面形状是选择加工方法的基本因素。例如外圆表面一般是由车削和磨削加工出来; 内孔则多通过钻、扩、铰、镗和磨削等加工方法所获得。除表面形状外, 表面尺寸对加工工艺方案也有重要的影响。以内孔为例, 大孔与小孔, 深孔与浅孔在加工工艺方案上均有明显的不同。

3) 在分析零件的结构时, 不仅要注意零件的各个构成表面本身的特征, 而且还要注意这些表面的不同组合, 正是这些不同的组合才形成零件结构上的特点。例如以内外圆为主的表面, 既可组成盘、环类零件, 也可组成套筒类零件。对于套筒类零件, 既可是一般的轴套, 也可以是形状复杂或刚性很差的薄壁套筒。显然, 上述不同结构的零件在所选用的加工工艺方案上往往有着较大的差异。在机械制造业中, 通常按照零件结构和工艺过程的相似性, 将各种零件大致分为轴类零件、套筒类零件、盘环类零件、叉架类零件以及箱体等。

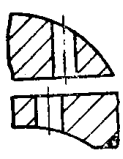
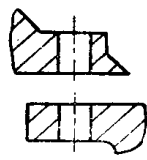
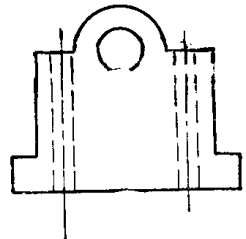
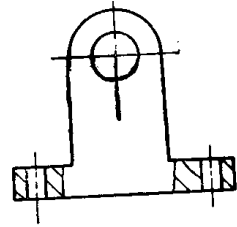
4) 在研究零件的结构时, 还 要注意审查零件的结构工艺性。零件的结构工艺性是指零件的结构在保证使用要求的前提下, 是否能以较高的生产率和最低的成本而方便地制造出来的特性。许多功能作用完全相同而在结构上却不相同的两个零件, 它们的加工方法与制造成本往往差别很大, 所以应仔细分析零件的结构工艺性。

表1-7列出了零件机械加工工艺性对比的一些实例。表中A栏表示工艺性不好的结构, B栏表示工艺性好的结构。

表1-7 零件机械加工工艺性实例

序号	(A)工艺性不好的结构	(B)工艺性好的结构	说 明
1			键槽的尺寸、方位相同, 则可在一次装夹中加工出全部键槽, 以提高生产率
2			结构A的加工面不便引进刀具
3			结构B的底面接触面积小, 加工量小, 稳定性好
4			结构B有退刀槽保证了加工的可能性, 减少刀具(砂轮)的磨损

(续)

序号	(A)工艺性不好的结构	(B)工艺性好的结构	说 明
5			加工结构 A 上的孔钻头容易引偏
6			结构 B 避免了深孔加工, 节约了零件材料
7			凹槽尺寸相同, 可减少刀具种类, 减少换刀时间。 如结构 B 所示

二、零件的技术要求分析

零件技术要求包括下列几个方面:

- 1) 加工表面的尺寸精度;
- 2) 主要加工表面的形状精度;
- 3) 主要加工表面之间的相互位置精度;
- 4) 各加工表面的粗糙度以及表面质量方面的其它要求;
- 5) 热处理要求及其它要求 (如动平衡等)。

根据零件结构特点, 在认真分析了零件主要表面的技术要求之后, 对制订零件加工工艺规程即可有一初步的轮廓。

在对零件的工艺分析时, 如发现图样上的视图、尺寸标准、技术要求有错误或遗漏, 或结构工艺性不好时, 应提出修改意见。但修改时必须征得设计人员的同意, 并经过一定的手续。

§1-4 毛坯选择

在制订工艺规程时, 正确地选择毛坯有重大的技术经济意义。毛坯种类的选择, 不仅影响着毛坯的制造工艺、设备及制造费用, 而且对零件机械加工工艺、设备和工具的消耗以及工时定额也都有很大的影响。因此为正确选择毛坯, 常需要毛坯制造和机械加工两方面工艺人员的紧密配合, 以兼顾冷、热加工两方面的要求。

一、机械加工中常见毛坯的种类

(一) 铸件

形状复杂的毛坯，宜采用铸造方法制造。目前生产中的铸件大多数是用砂型铸造的，少数尺寸较小的优质铸件可采用特种铸造，如金属型铸造、离心铸造和压力铸造等。

(二) 锻件

锻件有自由锻造锻件和模锻件两种。

自由锻造锻件的加工余量大，锻件精度低，生产率不高，适用于单件和小批生产，以及大型锻件。

模锻件的加工余量较小，锻件精度高，生产率高，适用于产量较大的中小型锻件。

(三) 型材

型材有热轧和冷拉两类，热轧型材尺寸较大，精度较低，多用于一般零件的毛坯；冷拉型材尺寸较小，精度较高，多用于制造毛坯精度要求较高的中小型零件，适用于自动机加工。

(四) 焊接件

对于大件来说，焊接件简单方便，特别是单件小批生产可以大大缩短生产周期，但焊接的零件变形较大，需要经过时效处理后才能进行机械加工。

二、毛坯的选择原则

在进行毛坯选择时，应考虑下列因素：

(一) 零件材料的工艺性（如可铸性及可塑性）及零件对材料组织和性能的要求

例如材料为铸铁与青铜的零件，应选择铸件毛坯。对于钢质零件，还要考虑机械性能的要求。对于一些重要零件，为保证良好的机械性能，一般均须选择锻件毛坯，而不能选择棒料。

(二) 零件的结构形状与外形尺寸

例如常见的各种阶梯轴，如各台阶直径相差不大，可直接选取圆棒料；如各台阶直径相差较大，为减少材料消耗和机械加工劳动量，则宜选择锻件毛坯。至于一些非旋转体的板条形钢质零件，一般则多为锻件。零件的外形尺寸对毛坯选择也有较大的影响。对于尺寸较大的零件，目前只能选择毛坯精度、生产率都比较低的砂型铸造和自由锻造的毛坯；而中小型零件，则可选择模锻及各种特种铸造的毛坯。

(三) 生产纲领大小

当零件的产量较大时，应选择精度和生产率都比较高的毛坯制造方法，这样制造毛坯的设备和装备价格则比较高，但这可由材料消耗的减少和机械加工费用的降低来补偿。零件的产量较小时，应选择精度和生产率均较低的毛坯制造方法。

(四) 现有生产条件

选择毛坯时，还要考虑现场毛坯制造的实际工艺水平、设备状况以及对外协作的可能性。

三、毛坯形状和尺寸的确定

现代机械制造的发展趋势之一，是通过毛坯精化使毛坯的形状和尺寸尽量与零件接

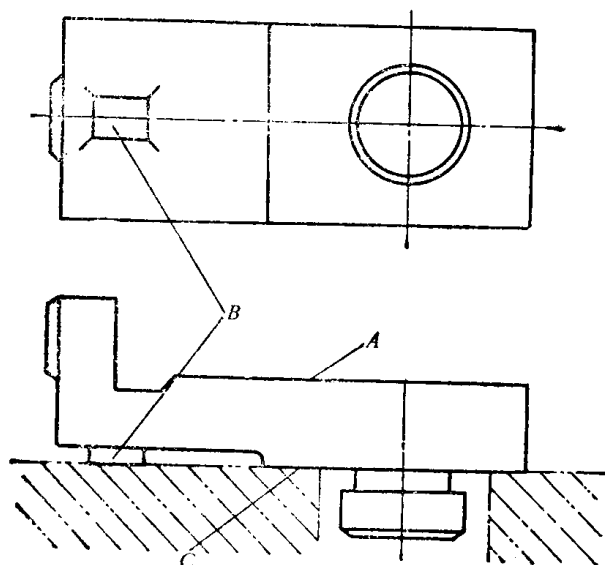


图1-5 具有工艺搭子的刀架毛坯
A—加工面 B—工艺搭子 C—定位面

近,减少机械加工的劳动量,力求实现少、无切屑加工。但是,由于现有毛坯制造工艺技术的限制,加之产品零件的精度和表面质量的要求又越来越高,所以毛坯上某些表面仍需留有一定的加工余量,以便通过机械加工来达到零件的质量要求。毛坯制造尺寸和零件尺寸的差值称为毛坯加工余量,毛坯制造尺寸的公差称为毛坯公差。毛坯加工余量及公差同毛坯制造方法有关,生产中可参照有关工艺手册和部门或企业的标准确定。

毛坯加工余量确定后,毛坯的形状和尺寸,除了将毛坯加工余量附加在零件相应的加工表面之外,还要考虑到毛坯制造、机械加工以及热处理等许多工艺因素的影响。下面仅从机械加工工艺角度来分析一下,在确定毛坯形状和尺寸时应注意的几个问题。

1) 为使加工时工件安装稳定,有些铸件毛坯需要铸出工艺搭子,如图1-5所示。工艺搭子在零件加工后一般均应切除。

2) 在机械加工中,有时会遇到象磨床主轴部件中的三块瓦轴承,平衡砂轮用的平衡块以及车床走刀系统中的开合螺母外壳(图1-6)等零件。为了保证这些零件的加工质量和加工方便,常将这些分离零件先做成一个整体毛坯,加工到一定阶段后再切割分离。

3) 为了提高零件机械加工的生产率,对于一些类似图1-7所示的需经锻造的小零件,

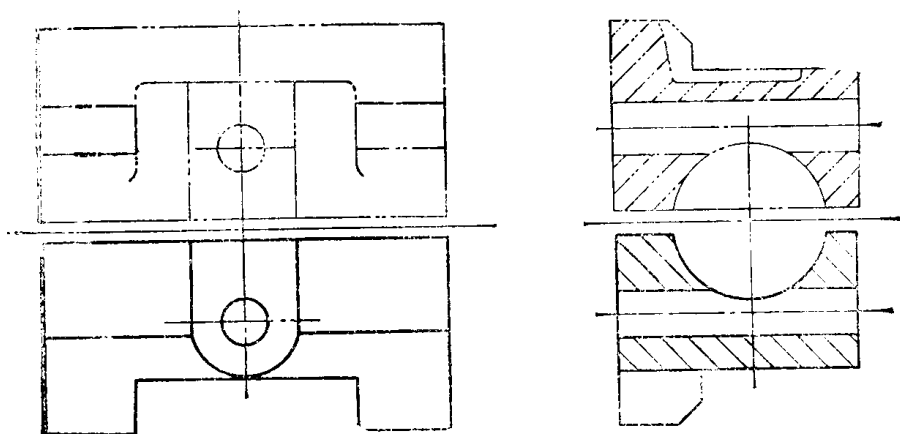


图1-6 车床开合螺母外壳简图

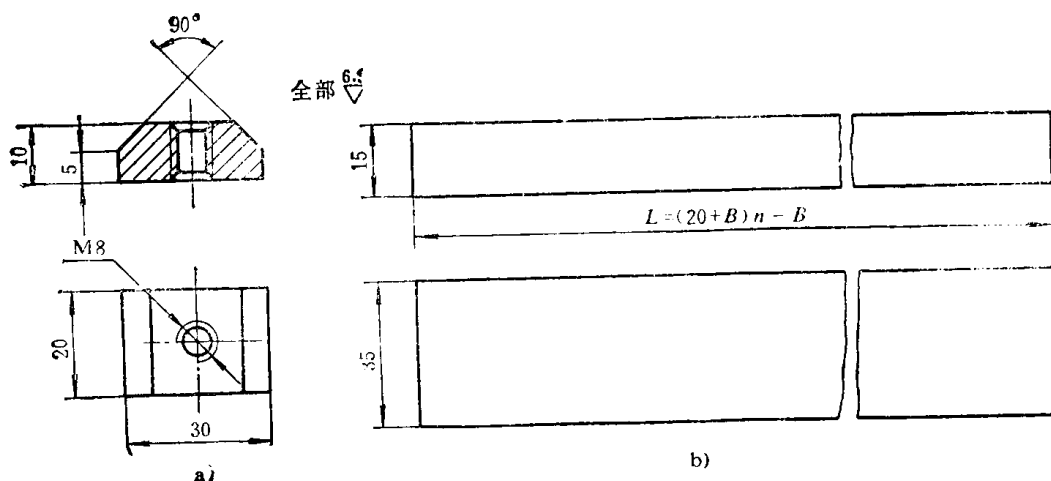


图1-7 滑键的零件图及毛坯图

a) 滑键零件图 b) 毛坯图

可以将若干零件先合锻成一件毛坯,经平面和两侧的斜面加工后再切割分离成单个零件。显然,在确定毛坯的长度 L 时,应考虑切割零件所用锯片铣刀的厚度 B 和切割的零件数 n 。

4) 为了提高生产率和在加工过程中便于装夹,对一些垫圈类零件,也应将多件合成一个毛坯。图1-8为一垫圈零件,毛坯可取一长管料,其内孔要小于垫圈内径。在车削时,用卡爪夹住一端外圆,另一端用顶尖顶住,这时可以车外圆、切槽。然后,用三爪卡盘夹住外圆较长的一部分,用 $\phi 16\text{mm}$ 的钻头钻孔,然后切割成若干个垫圈零件。

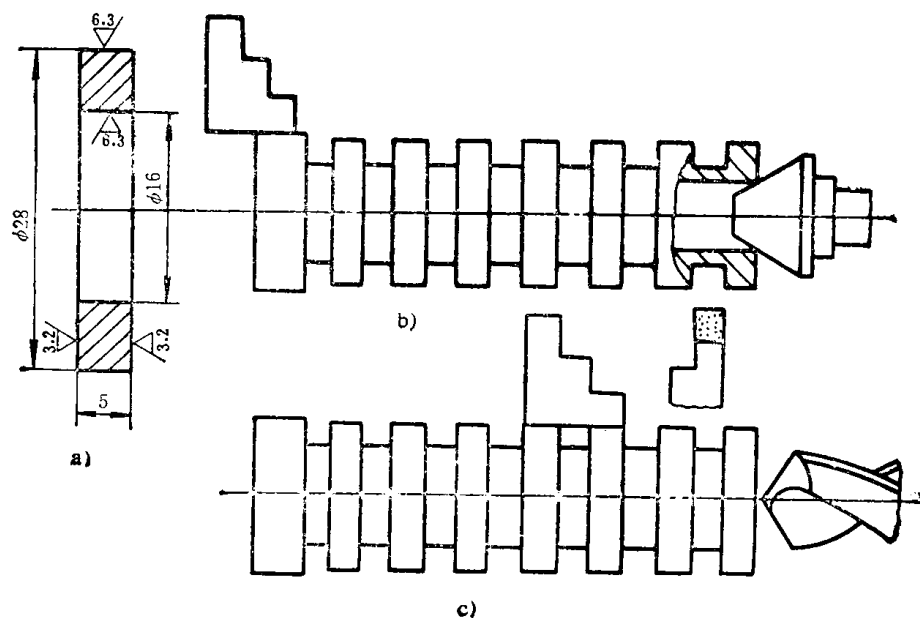


图1-8 垫圈的整体毛坯及加工
c) 垫圈 b) 车外圆及切槽时的装夹方法 c) 钻内孔

§1-5 定位基准选择

在制订零件加工的工艺规程时,正确选择工件的定位基准有着十分重要的意义。定位基准选择的正确与否,不仅影响到零件的尺寸精度和相互位置精度,而且对零件各表面间的加工顺序也有很大的影响。

一、基准及其分类

机械零件表面间的相对位置包括两方面的要求:表面间的距离尺寸精度和相对位置精度(如同轴度、平行度、垂直度和圆跳动等),如图1-9所示。研究零件表面间的相对位置关系是离不开基准的,不明确基准就无法确定表面的位置。基准就其一般意义来说,就是零件上用以确定其它点、线、面的位置所依据的点、线、面。

(一) 设计基准

在零件图上用以确定其它点、线、面位置的基准,称为设计基准。例如图1-9a所示的钻套零件,轴心线 $O-O$ 是各外圆表面和内孔的设计基准;端面 A 是端面 B 、 C 的设计基准;内孔表面 D 的轴心线是 $\phi 40\text{h}6$ 外圆表面径向圆跳动和端面 B 端面圆跳动的设计基准。作为设计基准的点、线、面在工件上不一定具体存在。例如孔的中心、轴心线、基准中心平面等,而常常由某些具体表面来体现,这些表面可称为基准面。

(二) 工艺基准