

高等学校试用教材

建筑机械制造工艺学

(第二版)

重庆建筑工程学院
同 济 大 学 编
北京建筑工程学院

中国建筑工业出版社

高等学校试用教材

建筑机械制造工艺学

(第二版)

重庆建筑工程学院

同 济 大 学 编

北京建筑工程学院

中国建筑工业出版社

本书共七章。内容包括：机械加工工艺规程的制订；机械加工精度及表面质量；提高机械加工劳动生产率的途径；机床夹具设计、典型零件的加工、装配工艺、零件及机器结构工艺性。本书除介绍机械制造工艺的基本理论知识外，还结合建筑机械和工程机械的特点，介绍其常用的加工方法及典型零件的加工工艺过程；并介绍成组技术和计算机辅助工艺过程设计（CAPP）的基本知识。使之更加符合教学要求。

本书为高等学校建筑机械和工程机械专业试用教材，也可供机械设计类专业、职工及电视大学机械专业作为教材使用，还可供有关工程技术人员参考。

高等学校试用教材
建筑机械制造工艺学
(第二版)
重庆建筑工程学院
同 济 大 学 编
北京建筑工程学院

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

*

开本：787×1092毫米 1/16 印张：16½ 字数：399 千字
1986年12月第二版 1986年12月第三次印刷
印数：14,031—19,530 册 定价：2.25元
统一书号：15040·5012

目 录

绪论	1
第一章 机械加工工艺规程的制订	2
第一节 基本概念及定义	2
第二节 机械加工工艺规程的作用及其制订的步骤	6
第三节 基准的选择	9
第四节 工艺路线的拟订	13
第五节 加工余量、工序尺寸和公差确定	17
第六节 工艺尺寸链	21
第七节 工艺过程的技术经济分析及工艺规程的种类	30
第二章 机械加工精度及表面质量	39
第一节 概述	39
第二节 影响机械加工精度的因素	40
第三节 加工误差的统计分析法	51
第四节 机械加工的表面质量	63
第三章 提高机械加工劳动生产率的途径	75
第一节 概述	75
第二节 提高机械加工劳动生产率的工艺措施	75
第三节 成组技术	79
第四节 计算机辅助工艺过程设计	85
第四章 机床夹具设计	92
第一节 概述	92
第二节 定位和定位元件	94
第三节 夹紧方法和夹紧装置	112
第四节 机床夹具的其它组成部分	129
第五节 夹具的设计方法和步骤	139
第六节 组合夹具简介	142
第五章 典型零件的加工	146
第一节 轴的加工	146
第二节 箱体加工	164
第三节 齿轮加工	183
第四节 花键加工	206
第五节 液压元件加工	209
第六章 装配工艺	221
第一节 概述	221
第二节 保证装配精度的工艺方法	222
第三节 典型部件的装配	223

第四节 机器的总装及装配组织形式238
 第七章 结构工艺性240
 第一节 概述240
 第二节 零件的结构工艺性240
 第三节 机器的结构工艺性253

绪 论

建筑机械制造业主要是为基本建设提供机械设备。随着国民经济的飞速发展，基本建设的任务日益繁重，施工机械化的水平不断提高，它必将起着重要的作用。

解放前，我国根本不能生产建筑机械，只有几个破烂不堪的小修理厂，维修一些进口机械。解放后，才开始生产建筑机械。三十多年来，随着我国工业的发展，建筑机械制造行业也获得较大的发展。建筑机械制造的专业工厂遍布全国各省市。目前，我国已能生产挖掘、铲运，建筑起重等各类建筑机械。品种约达数百种，规格、年产量都有很大发展和增加。同时，行业的生产水平也有较大的提高，许多产品采用了液压液力传动，振动技术正在推广，自动化技术开始应用；低合金高强度钢、粉末冶金、工程塑料等新材料及少无切削加工和特种加工、成组技术等先进工艺在本行业生产中逐渐被应用。有的工厂已有了水平不等的生产流水线，并采用了高效率的组合机床。建筑机械制造行业的迅速发展，对保证施工任务的完成，提高建筑机械化水平，提供了重要的物质技术基础。

但是，和国外一些工业发达的国家相比较，还有很大的差距。我国的建筑机械制造业还必须努力采用先进技术和先进设备，进一步加强制造工艺方面的科学研究和科学管理，为加快实现我国四个现代化作出新的贡献。

本课程是研究建筑机械制造中的机械加工和装配工艺，保证零件加工和装配的质量，提高生产率及经济性的一门技术科学。

根据本课程的任务和专业培养目标的要求，本教材的内容包括下列几部分：阐述机械加工工艺规程的制订步骤和方法及机械加工精度和表面质量的基本问题；介绍提高机械加工劳动生产率的途径及成组技术、计算机辅助工艺规程制订（CAPP）的基本知识；介绍机床夹具设计的基本原理和方法；介绍典型零件的机械加工工艺及装配工艺的基本方法；最后还介绍了零件的结构工艺性设计的基本原则。

通过本门课的学习，要达到下列基本要求：

- 1.掌握一定的工艺基础理论和机械加工工艺规程设计的基本原则，具有制订零件机械加工工艺规程的初步能力。
- 2.掌握机床夹具设计原理，能进行简单的夹具设计。
- 3.掌握机器装配工艺的基本理论。
- 4.掌握零、部件的机械加工及装配的结构工艺性的一般原则，能进行比较合理的零、部件结构工艺性的设计。

本课程与《机械制图》、《金属工艺学》、《金属材料及热处理》、《机械原理》、《机械零件》、《互换性与技术测量》等课程关系密切，要安排在上述课程结束之后进行。

本课程与生产实际的关系非常密切。因此，学习这门课时，必须理论联系实际，注意和研究生产中的实际问题，才能巩固和提高。

第一章 机械加工工艺规程的制订

第一节 基本概念及定义

一、生产过程和工艺过程

机器的生产过程是指由原材料到成品之间各个相互关联的劳动过程总和。其中包括：原材料的运输和保存、生产准备、制造毛坯、机械加工、热处理、装配、检验及试车、油漆和包装等。

机器的生产过程一般都比较复杂，为了便于组织生产、提高劳动生产率和降低成本，现代机械制造的发展趋势，是组织专业化生产，即一种产品的生产（尤其是比较复杂产品的生产）是分散在许多工厂进行毛坯制造和零部件的加工，最后集中在一个工厂里装配成完整的机械产品。例如，一个装载机制造厂就要利用许多其它工厂的成品（玻璃、电气设备、轮胎、仪表等），来完成整个装载机的生产过程。其它如挖掘机制造厂、推土机制造厂等，都是如此。这时，一个工厂按一定的顺序将原材料制成该厂产品的全部过程，即为该厂的生产过程。

工厂的生产过程，可按车间分为若干车间的生产过程。某一车间所用的原材料（半成品），可能是另一车间的成品，而它的成品又可能是其它车间的原材料（半成品）。例如，机械加工车间的原材料是铸造车间或锻压车间的成品，而机械加工车间的成品又是装配车间的原材料（半成品）。

生产过程又可分为主要过程和辅助过程两部分。主要过程（又称工艺过程）是指直接改变原材料（或半成品）的形状、尺寸、性能、以及决定零件相互位置关系的过程。例如，机械加工、热处理、装配等。辅助过程是与原材料改变成为成品间接有关的过程。例如，运输、保管、生产准备、检验等。

用机械加工方法直接改变毛坯的形状、尺寸和性能，使之成为合格的零件的生产过程，称为机械加工工艺过程。把机械加工工艺过程的有关内容写成文件就是机械加工工艺规程。同样，将零件装配成部件或机器的过程，称为装配工艺过程。其有关内容可制订出相应的装配工艺规程。

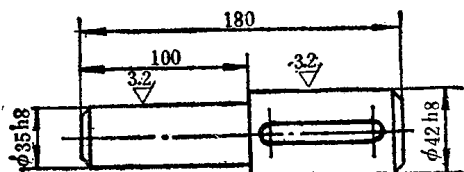


图 1-1 阶梯轴

二、机械加工工艺过程的组成

机械加工工艺过程由一系列工序组成，每一个工序又可分为若干个安装、工位、工步或走刀。

1. 工序

一个（或一组）工人在一台机床（或

一个工作地点）上，对一个（或同时几个）工件进行加工所连续完成的那一部分工艺过程，称为工序。

图1-1所示的阶梯轴，在单件、小批生产时，其工艺过程由三个工序组成，见表1-1。

阶梯轴单件小批生产的工艺过程 表 1-1

工 序 编 号	工 序 内 容	设 备
1.	车一端面、打中心孔 调头车另一端面、打中心孔	车 床
2.	车大外圆及倒角 调头车小外圆及倒角	车 床
3.	铣 键 槽 去 毛 刺	铣 床

随着车间的条件和生产类型不同，工序的划分及每一工序所包含的加工内容是不同的。如上述阶梯轴在大批量生产时，其工艺过程由五个工序组成，见表1-2。

阶梯轴大批量生产的工艺过程 表 1-2

工 序 编 号	工 序 内 容	设 备
1.	铣两端面、打中心孔	铣端面打中心孔机床
2.	车大外圆及倒角	车 床
3.	车小外圆及倒角	车 床
4.	铣 键 槽	键槽铣床
5.	去 毛 刺	钳 工 台

工序是工艺过程的基本组成部分，又是生产计划的基本单元。

2. 安装

使工件在机床上（或夹具中）定位并夹紧的过程称为安装。

一个工序可以包括一次或几次安装，如表1-1中的工序1和2中都是两次安装。应尽可能减少安装次数，以减少安装误差和安装时所花费的时间。

3. 工位

一次安装内，工件在机床上所占的每一个位置称为工位。

如图1-2所示，在铣床上加工一具有台阶面的工件。当铣完工件的台阶面Ⅰ后，不卸下工件而仅将夹具旋转180°，使台阶面Ⅱ进入加工位置，此工序包括两个工位。因此，采用多工位加工，可以减少安装次数。

4. 工步

当加工表面、切削工具和切削用量中的转速与进给量均保持不变时所完成的那部分工序，称为工步。

一个工序包括一个或几个工步。

如表1-1的工序1中，包括两次车端面、两次打中心孔，共四个工步。

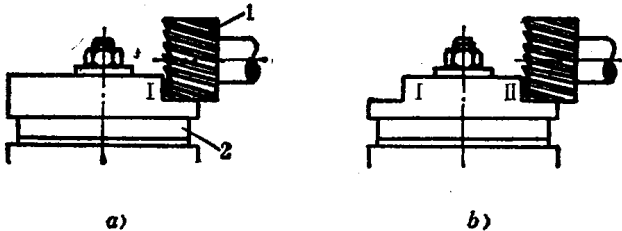


图 1-2 一次安装两个工位
a) 第一个工位; b) 第二个工位
1—铣刀, 2—夹具旋转部分

当工件用一次安装可以连续进行几个完全相同的工步（仅被加工表面在工件上所占的位置不同）时，则这些工步在工艺规程中可合并成为一个工步。如图1-3所示，在工件上钻四个 $\phi 15\text{mm}$ 的孔，用一个钻头顺次加工，则在工艺规程中可写为一个工步——“钻四个 $\phi 15$ 的孔”；用几把刀具同时分别加工几个表面的工步称为复合工步，复合工步在工艺规程中也写作一个工步。如图1-4所示，用两把车刀、一个钻头同时加工一个零件的复合工步。

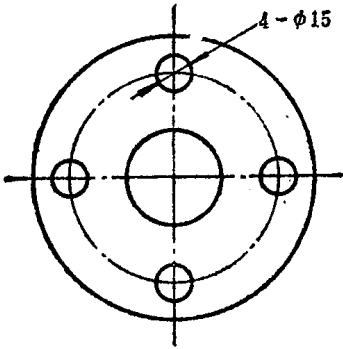


图 1-3 包括四个相同加工表面的工步

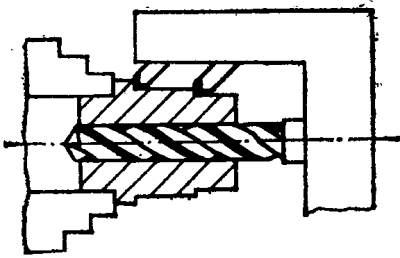


图 1-4 复合工步

5.走刀

在工步中，刀具相对被加工表面移动一次，切去一层金属的过程，称为走刀。

在一个工步中若需要切去很厚的金属层，要分几次切削，每切削一次就是一次走刀。一个工步可包括一次或几次走刀。

三、生产类型及其工艺特点

在机器制造业中，根据企业产品品种和数量，一般可分为下列三种生产类型：

1.单件生产

单个地生产不同结构、尺寸的产品，很少重复，甚至完全不重复，这种生产称为单件生产。例如大型塔式起重机制造、重型机器制造、新产品试制等。

2.成批生产

成批地制造相同的产品，而且通常是周期性地重复生产，这种生产称为成批生产。例如装载机生产、挖掘机生产、机床制造、液压传动装置生产等。每批制造的相同产品的数量称为批量。根据批量的大小，成批生产又可分为小批生产、中批生产和大批生产。小批生产的工艺特点和单件生产相似；大批生产的工艺特点和大量生产相似；中批生产的工艺特点介于小批生产和大批生产之间。

3.大量生产

产品数量很大，大多数工作地点经常重复地进行某一零件的某一工序的加工，这种生产称为大量生产。例如轴承、汽车和拖拉机生产等。

各种生产类型的工艺特点见表1-3。

在制定工艺规程时，一般按产品同种零件的年产量（即生产纲领）来确定生产类型。零件的年产量可按下式计算：

$$N = Q \cdot n \cdot (1 + a\% + b\%)$$

各种生产类型的工艺特点

表 1-3

特 点	单 件 生 产	成 批 生 产	大 量 生 产
产品数量	产品数量少，品种多，生产不一定重复	产品数量中等，品种不多，周期性地重复生产	产品数量多，品种单一，长时间连续生产固定产品
毛坯的制造方法	铸件用木模手工造型，锻件用自由锻	铸件部分采用金属模手工造型，锻件部分用模锻	铸件广泛采用金属模机器造型，锻件用模锻以及其它高生产率的毛坯制造方法
零件的互换性	一部分零件采用配对生产，广泛采用钳工修配	大部分零件有互换性，同时保留某些修配工作	完全互换，只有在某些情况下，允许分组选配，不允许有修配工作
机床设备	通用机床	部分通用机床和部分专用机床	广泛采用高效机床、组合机床、自动机床及机床自动线
机床布置	按机床类型及尺寸，机群式布置	基本上按零件的制造过程布置，考虑到零件运输线方向	完全按工艺流程流水线布置(或按自动线布置)
工艺装备	普通刀具和通用量具，一般用试切法，必要时才采用夹具	较多地采用专用刀具及量具，部分采用划线和试切法加工，广泛采用夹具	不需划线，采用专用刀具及量具，广泛采用有自动装置的复杂夹具和特种刀具
先进工艺	一般较少采用先进工艺	一般采用投资不大、调整时间不长的先进工艺	广泛采用少无切削等先进工艺
对工人的技术要求	需要技术熟练的工人	需要一定熟练程度的工人	对调整工要求熟练技术，对操作工要求一般技术
工艺规程	简单的工艺过程卡片	比较详细的工艺卡片，重要工序有工序卡和工序图	详细编制工序卡片

划分生产类型的参考数据

表 1-4

生 产 类 型	同 一 种 零 件 的 年 产 量		
	重 型 零 件	中 型 零 件	轻 型 零 件
单件生产	1~5	1~10	1~100
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以上	5000以上	50000以上

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）；
 $a\%$ ——该零件备品的百分率；
 $b\%$ ——该零件废品的百分率。

产品同种零件的年产量与生产类型的关系随产品的大小和复杂程度而不同。表1-4给出了大致的范围。

第二节 机械加工工艺规程的作用及其制订的步骤

一、工艺规程的作用

合理的工艺规程是在总结广大工人和工程技术人员的实践经验的基础上,依据科学理论、必要的工艺试验,并结合具体生产条件而制订的。按照它进行生产,就可以保证产品质量、较高的生产率和较好的经济性。因此,生产中应严格执行已定的工艺规程。否则会引起产品质量严重下降,生产效率显著降低,甚至使生产陷入混乱状态。其次,在新产品试制中,是新产品投产前进行生产准备和技术准备的依据,例如刀具、夹具、量具的制造和采购,原材料、半成品及外购件的供应以及设备、人员的配备等。此外,在新建和扩建工厂(或车间)时,更需要有产品的全套工艺规程作为决定设备、人员、车间面积和投资预算等的原始资料。最后,行之有效的先进工艺规程还能起交流和推广先进经验的作用,有利于其它工厂缩短摸索和试制过程,提高工艺水平。

制订的工艺规程要能保证加工质量,可靠地达到产品图纸所提出的全部技术要求;要有高的生产率和低的成本。此外,还必须努力减轻工人的劳动强度,保证安全和良好的工作条件。

生产技术在不断地发展,人们的认识也在不断地提高;产品设计的改进,新工艺、新技术、新材料的推广应用以及对产品质量和数量要求的提高,因此工艺规程并不是一成不变的。它应不断地反映出经过生产实践考验的技术革新或技术革命的新成果,及时地吸取国内外先进工艺技术,不断予以改进和完善,以便更好地指导生产。

二、制订机械加工工艺规程的步骤

在制定机械加工工艺规程时,一般需要有以下原始资料:产品的装配图和零件图;产品的年产量;毛坯和半成品的情况;本厂的生产条件;国内外生产技术的发展情况;其它有关资料(如产品质量的验收标准、有关机械加工工艺手册等)。有了这些原始资料并由零件的年产量确定了生产类型和生产组织形式以后,即可着手零件机械加工工艺规程的制订,其一般步骤如下:

1. 分析研究产品的装配图和零件图

首先对产品的装配图进行分析研究,从而熟悉产品的性能、用途和工作条件,明确加工零件在产品中的地位和作用,然后对零件图进行工艺分析和审查。其主要任务是:

(1) 审查图纸的完整性和正确性 例如是否有足够的视图,尺寸、公差和技术要求是否标注齐全等。若有错误或遗漏,应提出修改意见。

(2) 分析零件的技术要求 零件的技术要求一般包括:加工表面的尺寸精度、几何形状精度、各加工表面之间相互位置精度、表面粗糙度、热处理及其它要求等,分析这些技术要求是否合理,在现有生产条件下能否达到,以便采取适当的工艺措施。

(3) 审查零件材料是否恰当 零件材料的选择应立足于国内,尽量采用来源充足的材料,不能随便采用贵重金属。此外,如果材料选得不恰当,可能使整个工艺规程的安排发生问题,如图1-5所示的方头销,方头部分要淬硬到HRC55~60,零件上 $\phi 2H7$ 的孔要在装配时配作。原设计选用的材料为T8A,因零件总长很短,在淬硬头部时,势必全部被淬硬,以致 $\phi 2H7$ 孔不能加工。为此改用20C,局部渗碳淬火,对 $\phi 2H7$ 孔处镀铜保护,这

样就比较合理了。

(4) 审查零件的结构工艺性 零件结构对加工工艺过程的影响很大, 若零件的使用性能完全相同, 而结构不同, 则其加工方法及制造成本有很大的差别。因此零件应具有良好的结构工艺性。详见第七章。

对上面这些问题作较全面的工艺分析之后, 就可以找出零件加工中的主要问题, 以便采取相应的工艺措施。如发现问题, 应和设计人员协商, 并按规定手续对图纸进行必要的修改和补充。

2. 毛坯的选择

毛坯选择是否恰当, 对机械加工工艺过程、零件的质量、成本和生产率等有很大的影响。因此, 选择毛坯是一项很重要的工作。

建筑机械中, 零件所用的毛坯主要有: 铸件、锻件、型材件、焊接件等。在选择毛坯时, 一般可考虑下列几个主要问题:

(1) 零件的材料及其机械性能是选择毛坯的重要依据 如零件材料为铸铁, 则必须用铸造毛坯; 机械性能要求较高的零件, 一般采用铸造毛坯。

(2) 零件的结构、形状及尺寸是选择毛坯的重要条件 如批量不大而形状复杂和薄壁零件的毛坯就不宜采用金属型铸造的铸件; 大型零件的毛坯不宜采用模锻件等。

(3) 生产类型也常常是选择毛坯的一个根据。在大批量生产时, 可采用较多的专用设备和工具来制造毛坯, 使毛坯的形状和尺寸与零件接近, 这样可以减少机械加工工时和提高材料利用率, 使制造毛坯时的设备和工具的投资得到补偿, 降低零件的成本。在单件、小批生产时, 一般采用自由锻造, 铸件一般采用砂型铸造。

(4) 选择毛坯时既要考虑现有生产能力(设备性能和负荷, 技术水平等), 也应考虑工厂和产品发展远景, 并尽量采用少无切削加工等先进工艺。

3. 拟订工艺路线

在拟订工艺路线时, 要进行的工作主要是: 选择定位基准, 确定各表面的加工方法和划分加工阶段, 决定工序的集中与分散, 加工顺序的安排等。这是关键性的一步, 一般需要提出几个方案进行分析比较。

4. 确定各工序所用的设备

设备主要是指机床, 其一般选择原则是:

- (1) 机床的加工尺寸范围应与零件外形尺寸相适应;
- (2) 机床的精度应与工序要求的精度相适应;
- (3) 机床的生产率应与零件的生产类型相适应;
- (4) 考虑现有设备的条件。

如果需要改装设备和自制专用设备, 应提出具体的设计任务书, 阐明与加工工序内容有关的参数、所要求的生产率、保证产品质量的技术条件以及机床的总体布置形式等。

5. 确定各工序所用的工艺装备

工艺装备是指刀具、夹具、量具及辅助工具。在选择时, 应尽量采用标准刀具、通用

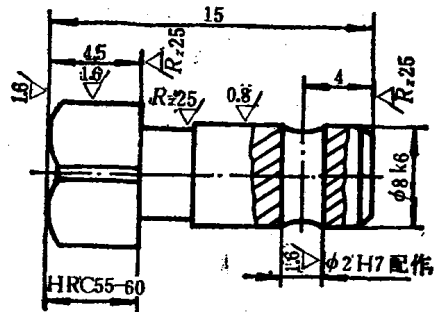


图 1-5 方头销

夹具和通用量具。如果需要设计专用工艺装备，则应提出具体的设计任务书。

- 6.确定各主要工序的技术要求及检验方法
- 7.确定各工序的加工余量、工序尺寸和公差
- 8.确定切削用量

目前很多工厂切削用量由操作者结合具体生产情况来定，但对流水线，尤其是自动生产线，则各工序、工步都应在工艺规程中确定切削用量，以保证各工序生产节奏的均衡。切削用量可以查手册或用计算方法来确定，并应通过生产实践加以验证和不断修正。

9.确定时间定额

时间定额是在一定的技术、组织条件下制定出来的完成单件产品（如一个零件）或某项工作（如一个工序）所需的时间。时间定额是安排生产计划、计算产品成本和企业经济核算的重要依据之一，也是新建或扩建工厂（或车间）时决定设备和人员数量的重要资料。

时间定额目前是按经过生产实践验证而累积起来的资料来确定的。对于流水线和自动线，时间定额可以部分通过计算，部分应用统计资料得出。由于合理的时间定额能促进工人生产技能和技术熟练程度的不断提高，发挥他们的积极性和创造性。因此，制定的时间定额要防止过紧和过松两种倾向，应该具有平均先进水平，并随着生产水平的发展而及时修正。

完成一个零件的一个工序的时间，称为单件时间。它由下列几部分时间组成：

（1）基本时间 是指直接改变工件的形状、尺寸、性能或各个零件的相互位置与相互关系等所耗费的时间。对于机械加工，基本时间是切去金属所耗费的时间（包括刀具的切入和切出时间在内），亦称机动时间，可用计算方法求出。

（2）辅助时间 是指在各个工序中为了保证基本工艺工作需要做的辅助动作所耗费的时间。例如，装御工件、开动和停止机床、改变切削用量、试切和测量工件尺寸等。

基本时间和辅助时间的总和称为操作时间。

（3）工作地点服务时间 是指工人在工作班时间内照管工作地点及保持工作状态所耗费的时间。如在加工中调整刀具、修整砂轮、润滑及擦拭机床、清除切屑、刃磨刀具等。一般按操作时间的2~7%来计算。

（4）休息时间 是指照顾工人休息和自然需要所耗费的时间。也可按操作时间的2%来计算。

因此单件时间可用下式表示：

$$T_{\text{单件}} = T_{\text{基本}} + T_{\text{辅助}} + T_{\text{服务}} + T_{\text{休息}}$$

- 式中 $T_{\text{单件}}$ ——单件时间；
 $T_{\text{基本}}$ ——基本时间；
 $T_{\text{辅助}}$ ——辅助时间；
 $T_{\text{服务}}$ ——工作地点服务时间；
 $T_{\text{休息}}$ ——休息时间。

在成批生产中，还需要考虑准备终结时间。准备终结时间是指成批生产中每当加工一批零件的开始和终了时，需要一定的时间做下列工作：加工开始时熟悉工艺文件、领取毛坯材料、安装刀具和夹具、调整机床和其它工艺装备等；加工结束时需要拆卸和归还工艺

装备、发送成品等。因此，成批生产的单件时间定额应按下式计算：

$$T_{\text{定额}} = T_{\text{单件}} + \frac{T_{\text{准备}}}{n}$$

式中 $T_{\text{定额}}$ ——单件时间定额；
 $T_{\text{单件}}$ ——单件时间；
 $T_{\text{准备}}$ ——准备终结时间；
 n ——一批零件的数量。

在大量生产中，由于零件的数量很大，每个零件所分摊到的准备终结时间小到可以忽略，所以在单件时间定额中，可不计准备终结时间，即 $T_{\text{定额}} = T_{\text{单件}}$ 。

10. 填写工艺文件

第三节 基准的选择

一、基准的概念和分类

基准—根据产品或零件的功用及结构上和工艺上的要求，确定产品或零件的其它面、线或点的位置所依据的面、线或点，称为基准。

根据基准的不同作用，可以将基准分为两大类，即设计基准和工艺基准。

(一) 设计基准

在零件图上确定某一面、线或点的位置所依据的基准，称为设计基准。如图1-6所示的零件图，平面2、3及孔4的上下位置是根据平面1决定的，故平面1是平面2、3及孔4的设计基准；孔5的上下位置是据根孔4的中心线决定的，故孔4的中心线是孔5的设计基准。

(二) 工艺基准

在加工和装配过程中所采用的基准，称为工艺基准。按其用途不同，又可分为定位基准、度量基准和装配基准三种。

1. 定位基准

工件在机床上加工时定位所用的基准，称为定位基准。如图1-7中加工平面3时，是以平面1作为定位基准。

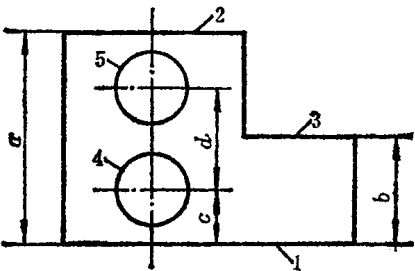


图 1-6 设计基准
1、2、3—平面；4、5—孔

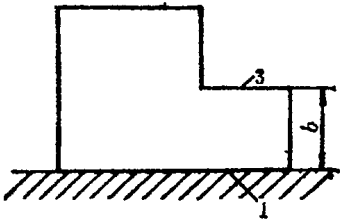


图 1-7 定位基准
1、3—平面

2. 度量基准

测量工件时所用的基准，称为度量基准。如图1-8所示，用游标卡尺测量加工表面3

时，是以平面 1 作为度量基准。

3. 装配基准

在装配时用来确定零件或部件在产品中的位置所用的基准，称为装配基准。如图1-9所示的齿轮，装配时齿轮内孔以一定的配合精度安装在轴上，故齿轮内孔就是装配基准。

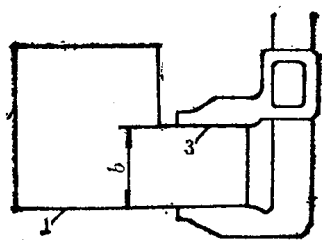


图 1-8 度量基准
1、3—平面

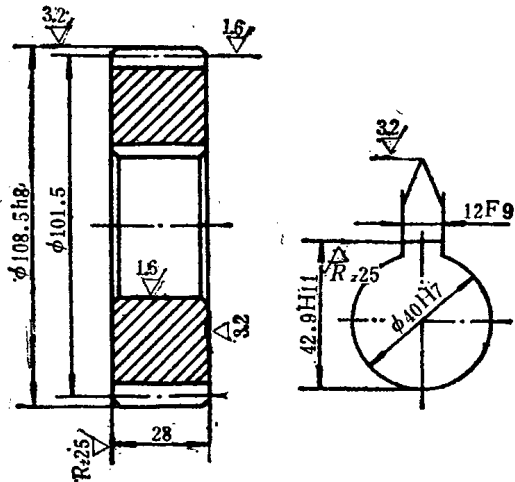


图 1-9 装配基准

二、定位基准的选择

在机床上安装工件时，究竟选择哪一个表面来作为定位基准，这对加工精度有很大的影响。

定位基准有粗基准和精基准两种。在最初工序中，只能用毛坯上未经加工的表面作为定位基准，这种基准称为粗基准。用已加工过的表面作为定位基准，这种基准称为精基准。

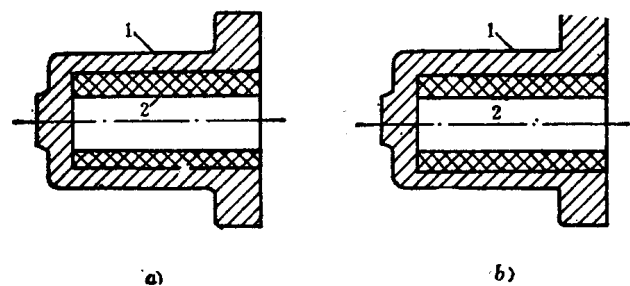


图 1-10 两种粗基准选择对比
1—外圆；2—内孔

加工后的表面与不加工表面的同轴度允差和壁厚均匀，但是内孔 2 的加工余量则不均匀（图1-10 a）；如果该零件选用内孔 2 作为粗基准（用四爪卡盘夹住外圆 1，然后按内孔 2 找正），则可保证内孔 2 的加工余量均匀，但是不能保证加工后的表面与不加工表面的同轴度允差，即工件壁厚不均匀（图1-10 b）。

由此可见，所选择的粗基准不同，对各表面的加工余量的均匀性以及加工出的各表面与不加工表面之间的相互位置精度会带来不同的影响，所以正确选择粗基准十分重要。

粗基准的选择，主要是保证重要表面的加工余量均匀以及加工表面与不加工表面之间

如图1-13所示阶梯轴的加工，以工件上的表面2作粗基准加工表面1，当调头加工表面3时，不能再以表面2作定位基准，由于未加工表面很粗糙，尺寸不准确，定位误差很大，重装一次后位置就完全变动，结果会使表面3与表面1不能保证同轴度允差。另一方面，此时已经有了加工过的表面，所以完全没有必要而且也不应该再选未加工表面作定位基准。

在某些特殊情况下，重复使用粗基准也是可以的。例如，当毛坯质量很高（精密铸件或精密锻件等），而加工精度要求不高（如为了完成半精加工等中间工序，或加工某些次要表面），可以重复使用某一表面作粗基准，在同样的夹具中进行安装。

（二）精基准的选择

精基准的选择，主要是以如何保证加工精度和安装方便出发。因此，选择精基准时，一般应遵循下述原则：

1. 应尽量选择零件的设计基准作为定位基准，这就是基准重合的原则。这样可避免因基准不重合而引起的定位误差。

如图1-14 a)所示的零件，要加工零件上的槽，设计尺寸 $16_{-0.2}^{+0.1}$ mm为槽至底面M的距离，设计基准是底面M。在定距铣削时，工件定位如图1-14 b)所示，即定位基准也是底面M，直接保证尺寸 $16_{-0.2}^{+0.1}$ mm。这时定位基准与设计基准重合，影响加工精度的只有与铣槽工序有关的加工误差，把此误差控制在0.2mm的范围以内就可保证规定的加工精度。

图1-15 a)所示零件的设计基准与图1-14 a)不同，设计基准是顶面N。如仍用定距方式铣削此零件的槽（图1-15 b ），即定位基准是底面M，则定位基准与设计基准不重合，设计尺寸 $H_1 = 4_{-0.3}^{+0.1}$ mm是间接保证的，即当尺寸H与 H_2 加工好后才得到尺寸 H_1 。因此，影响尺寸 H_1 的精度除了与铣槽工序有关的误差外，还有与加工平面（得到尺寸 H_2 的工序）有关的加工误差。后面这种误差，是由于定位基准与设计基准不重合而引起的，称为定位误差。十分明显，要保证设计尺寸 H_1 的精度，必须控制尺寸H与 H_2 的加工误差总和不超过0.3mm。所以应尽可能使基准重合，以避免定位误差。

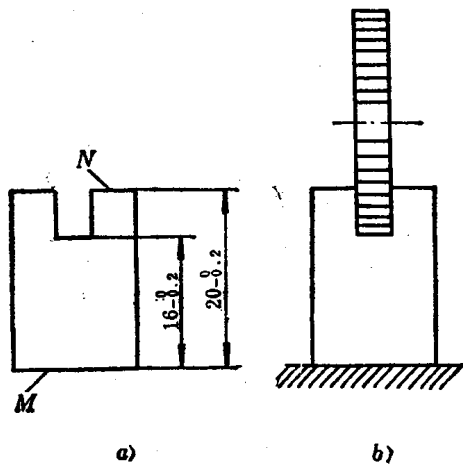


图 1-14 基准重合

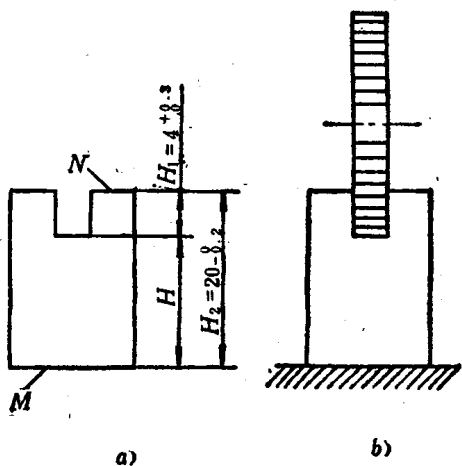


图 1-15 基准不重合