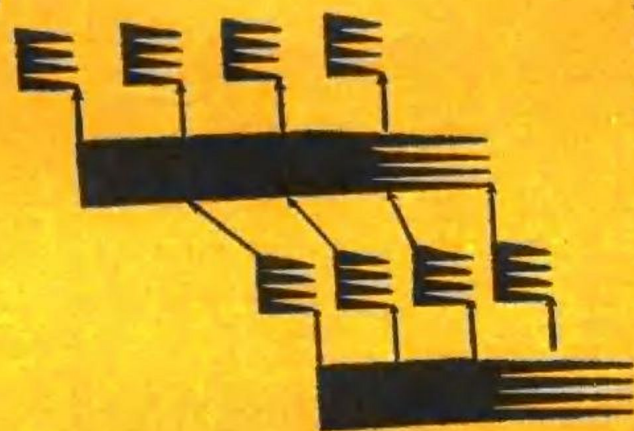


机械制造 工艺学

姜作敬 主编 郭承燕 刘振亚 副主编
高等工程专科学校教材



姜作敬 主编
郭承燕 刘振亚 副主编
华中理工大学出版社

内 容 提 要

全书共分六章，主要内容是：机械加工工艺规程的制定及实例、机械加工精度、机械加工表面质量及振动、典型零件机械加工工艺、装配工艺及装配尺寸链、机械制造新工艺和新技术介绍。本书对机械加工工艺规程的制定、加工精度的分析与研究、机械加工表面质量及振动、装配尺寸链等基本理论进行了详细论述，内容简明扼要、通俗易懂并附有实例。书中对于反映国内、外80年代水平的新工艺、新技术（如特种加工、数控技术、成组技术、CAPP、FMS等）也作了一定的介绍。

本书可作为高等专科学校机械制造工艺及设备专业的教材，也可作为职工(业)大学和电视大学的教材，并可供从事机械制造工艺及装备设计的工程技术人员参考。

高等工程专科学校教材

机 械 制 造 工 艺 学

姜 作 敬 主 编

郭 承 燕 副 主 编

刘 振 亚

责任编辑 钟小珉

*

华中理工大学出版社出版发行

(武昌喻家山)

新华书店湖北发行所经销

华中理工大学出版社印刷厂印刷

*

开本：787×1092 1/16 印张：14.25 字数：326 000

1989年6月第1版 1989年6月第1次印刷

印数：1—4500

ISBN7—5609—0397—5/TH·39

定价：2.88 元



前言

为了适应大专院校机制专业教学改革和教材建设的需要,全国高等专科院校机制工艺及液压研究会推选出若干部、委及省、地所属的七所院校中教学经验丰富的教授、副教授组成教材编写组,于1985年编写出版了《机械制造工艺学》和《机床夹具设计》两本配套教材,经全国近百所院校试用,反映良好。在此基础上,保留了原教材的优点,重新进行了编写。这两本教材现已纳入了国家教委委托华中理工大学出版社组织编写的机制专业大专系列教材。

这两本教材可供大专院校机械制造及设备专业的学生使用,也适用于职工(业)大学和电视大学,还可供从事机制工艺和工装设计的工程技术人员参考。

本书在内容处理方面,贯彻了少而精、理论联系实际和着重于学生的能力培养等原则。其基本理论阐述清楚、简明扼要,并附有实例,通俗易懂。除了对传统理论进行了系统、扼要的分析之外,也编入了反映80年代水平的新工艺、新技术(如数控技术、特种加工、成组技术、计算机辅助工艺设计、柔性制造系统等)。其内容新颖、结构合理,反映了机械制造工艺的发展方向。

本书由郑州纺织工学院姜作敬副教授任主编,郑州纺织工学院郭承燕副教授、沈阳冶金机械专科学校刘振亚任副主编。绪论由郭承燕编写;第一章由宋有国副教授(哈尔滨机电专科学校)、姜作敬编写;第二章由姜作敬编写;第三章由郭承燕、姜作敬编写;第四章由王会新副教授(湖北汽车工业学院)、刘振亚、李恒权副教授(山东淄博市职工大学)编写;第五章由刘振亚编写;第六章由郭承燕、刘振亚、姜作敬编写。全书由沈阳冶金机电专科学校孙奎武教授、郑州机械专科学校冯玉甫副教授主审。

本书在编写过程中,曾得到天津大学曾庆福副教授的大力支持,他对书稿提出了宝贵意见并提供了重要参考资料;北京人民机器厂李振西高级工程师也为本书提供了宝贵资料;南通纺织工学院王镇煌老师参加了本书初版的部分内容的编写。在此向他们致以衷心的感谢。

由于我们的水平有限和时间紧迫,书中错误和不当之处在所难免,敬请批评指正。

编者

1988年12月

绪 论

机械制造业在国民经济建设中占有重要地位，它为国民经济各个部门提供各种机械装备。在我国四个现代化建设的伟大事业中，机械制造工业将发挥更加重大的作用。

机械制造工艺学是以机械制造过程中的工艺问题为研究对象的一门技术科学，它所涉及的范围极其广泛，其中有热加工问题（铸造、锻压、焊接和热处理等）；有冷加工问题（机械加工和装配等）。

一般所说的“机械制造工艺学”，主要是指“冷加工”方面的问题，即零件的机械加工和机械装配的工艺问题。“机械制造工艺学”是“机械制造及其设备”专业的一门主要专业课。教学计划中规定本专业的学生在具体业务上“应具有制定工艺规程、设计（或改装）专用工艺装备的初步能力；掌握机械加工工艺方面的基本理论知识；对于改进机械加工工艺过程、保证加工质量方面的知识和技能应受到初步地训练；对于机械加工工艺的发展趋向应有一定的了解”。开设本课程就是要使学生掌握机械制造工艺过程方面的基本理论、基本知识和必要的实验技能，配合生产实习、课程设计和毕业设计等教学环节以达到上述的综合教学目的。

本课程的基本内容包括：机械加工工艺过程的制定；机械加工精度的理论分析；机械加工表面质量与振动；典型零件的机械加工工艺；装配工艺基础及装配尺寸链和机械加工工艺发展的新趋向等。

本课程的特点是实践性强，课程体系是以生产实践系统为依据。学生在学习过程中应该注意掌握基本概念及其在实际中的应用，而不要侧重于计算和公式的推导。对于机制专业的学生来说，学好这门课程是很重要的，因为大部分毕业生将被分配到与机制工艺有关的工作岗位上去。而且在机械制造业中，机械加工工艺在国内外都属于薄弱环节。美国空军规定负责机械加工工艺的人员的条件是：要有20年以上的实践工龄，年龄在40岁以上。由此可见，真正学好机械制造工艺学，并用以提高机械制造业的工艺水平，是不容易的，需要每一个从事工艺的工作人员付出极大的努力、花费毕生的精力。

本课程涉及的内容和知识面极广。在学习本课程时，要善于综合运用已经学过的金属工艺学、金属材料及热处理、机械制图、互换性与技术测量、金属切削原理与刀具、金属切削机床、测试技术与计算机应用技术等课程中的理论知识。只要同学们孜孜以求、坚持不懈、勤于思索、勇于实践，就一定能学好、用好这门知识，为推进祖国四个现代化建设作出自己的贡献。

目 录

绪 论	(I)
第一章 机械加工工艺规程的制定	(1)
§1-1 基本概念	(1)
§1-2 工艺规程概述	(5)
§1-3 制定机械加工工艺规程需要解决的几个主要问题	(7)
§1-4 工艺尺寸链	(22)
§1-5 工艺方案的技术经济分析	(31)
§1-6 时间定额和提高劳动生产率的工艺途径	(33)
§1-7 工艺规程设计举例	(37)
第二章 机械加工精度	(45)
§2-1 概述	(45)
§2-2 工艺系统的几何误差	(47)
§2-3 工艺系统受力变形对加工精度的影响	(56)
§2-4 工艺系统热变形对加工精度的影响	(64)
§2-5 加工误差的综合分析	(70)
§2-6 提高机械加工精度的途径	(86)
第三章 机械加工表面质量与振动	(88)
§3-1 概述	(88)
§3-2 影响表面粗糙度的工艺因素及其改善措施	(90)
§3-3 影响表面层物理机械性能的因素	(94)
§3-4 机械加工中的振动	(102)
第四章 典型零件加工工艺	(117)
§4-1 箱体加工工艺	(117)
§4-2 轴加工工艺	(130)
§4-3 连杆加工工艺	(143)
§4-4 圆柱齿轮加工工艺	(153)
第五章 机械装配工艺基础	(172)
§5-1 机械装配生产类型及其特点	(172)
§5-2 机械装配精度	(172)
§5-3 装配尺寸链	(174)
§5-4 保证装配质量的主要工艺措施	(180)
§5-5 装配工艺规程的编制	(188)
第六章 机械制造新工艺及新技术的介绍	(195)
§6-1 特种加工工艺	(195)
§6-2 数控技术及其应用	(198)
§6-3 成组技术原理及其应用简介	(205)
§6-4 计算机辅助工艺规程的编制	(213)
§6-5 柔性制造系统(FMS)	(217)
主要参考文献	(220)

第一章 机械加工工艺规程的制定

§1-1 基本概念

一、生产过程和工艺过程

1. 生产过程

机械产品的生产过程是指将原材料转变为成品的全过程。它包括原材料的运输与保管、生产的准备工作、毛坯的制造、零件的机械加工和热处理、机器的装配、机器的调试和检验、机器的油漆和包装等。

工厂的生产过程又可分为若干个车间的生产过程。某一车间所用的原材料（或半成品）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（或半成品）。例如，铸工车间或锻工车间的成品是机械加工车间的原材料（或半成品），而机械加工车间的成品又是装配车间的原材料（或半成品）等。

2. 工艺过程

在生产过程中改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性质等，使其成为成品或半成品的过程，称为工艺过程。而其它过程称为辅助过程。工艺过程又可分为铸造、锻压、焊接、机械加工、热处理和装配等工艺过程。辅助过程是与将原材料（或半成品）改变成为成品（或半成品）间接有关的过程，例如，运输、保管、机床修理、设计与制造工艺装备等。机械加工车间生产过程的主要过程称为机械加工工艺过程。机械制造工艺学的主要内容是研究机械加工工艺过程中的有关问题。本章只讨论机械加工工艺过程（以下简称工艺过程）的制定问题。

二、机械加工工艺过程的组成

组成机械加工工艺过程的基本单元是工序。工序又是由安装、工步和走刀等组成的。

1. 工序

一个或一组工人，在一个工作地对同一个工件或同时对几个工件所连续完成的那一部分工艺过程，称为工序。

例如，成批生产图 1-1 所示的阶梯轴，其工艺过程由五个工序组成，如表 1-1 所示。

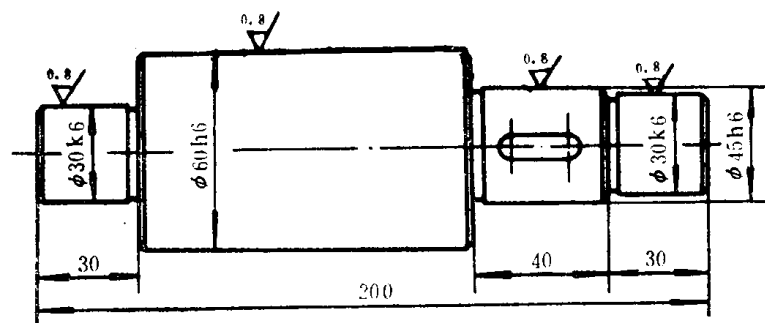


图1-1 阶梯轴简图

表1-1 阶梯轴工艺过程

工序号	工 序 名 称	工作地
1	车端面、打中心孔	车 床
2	车外圆、切槽和倒角	车 床
3	铣键槽	铣 床
4	磨外圆	外圆磨床
5	经 检	钳工台

在工序2中,是先车一个工件的一端,然后调头装夹,再车另一端。

如果先车好一批工件的一端,然后再车这批工件的另一端。这时对每一个工件来说,两端的加工已不连续,所以即使在同一台车床上加工,也应算作两道工序。

工序是工艺过程的基本组成部分,也是制定生产计划和进行成本核算的基本单元。

2. 安装

工件(或装配单元)经一次装夹后所完成的那一部分工序,称为安装。在一道工序中,工件可能被安装一次或多次,才能完成加工。工件在每安装(亦称装夹)一次所完成的那一部分工作,称为一次安装。如完成表1-1中的工序2,要进行两次安装:先装夹工件的左端,车右端各部位,称为该工序的安装1;再调头装夹,车另一端的各部位,称为该工序的安装2。

为了减少安装误差和安装所花费的时间,应尽量减少安装次数。

3. 工位

为了完成一定的工序内容,一次装夹工件后,工件(或装配单元)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。如图1-2所示,在多位组合机床上加工 $\phi 25H7$ 孔时,可利用机床的回转工作台,在六个工位上对工件依次进行装卸、预钻孔、钻孔、扩孔、粗铰和精铰。

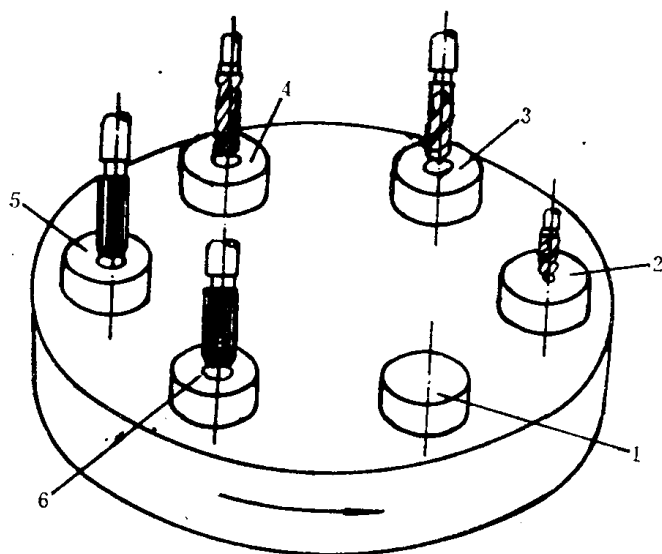


图1-2 多工位加工

1—装卸工位; 2—预钻孔工位; 3—钻孔工位; 4—扩孔工位;
5—粗铰工位; 6—精铰工位

4. 工步

在加工表面(或装配时的联接表面)和加工(或装配)工具不变的情况下,所连续完成的那一部分工序,称为工步。如表1-1中工序2的车外圆、切槽和倒角等是三个工步。

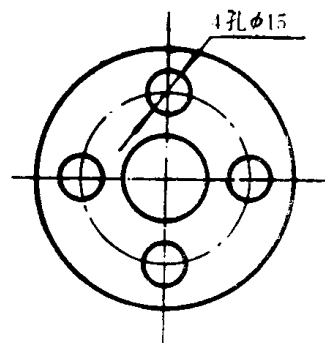


图1-3 包括四个相同加工表面的工步

为简化工艺文件，避免相同内容的多次重复，习惯上将那些连续进行的若干个相同的工步看作是一个工步。例如，加工图 1-3 所示的零件，在同一工序中连续钻四个 $\phi 15\text{mm}$ 的孔，就可写为一个工步——钻 4 个 $\phi 15\text{mm}$ 的孔。

为了提高生产效率，工艺中有时还经常把几个待加工表面用几把刀具同时加工，这也被看作是一个工步，称为复合工步（图 1-4）。

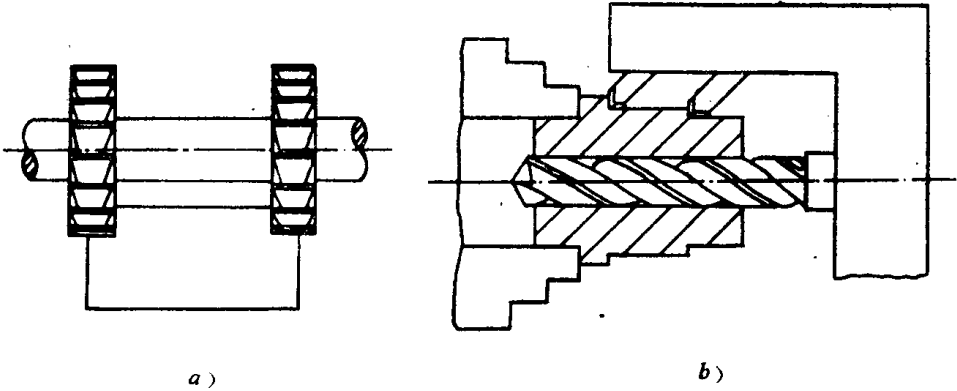


图1-4 复合工步实例

5. 走刀

在一个工步中，如果要切掉的金属层很厚，可分几次切削，每切削一次，就称为一次走刀，如图 1-5 所示。

由此可见，一个零件的工艺过程是由许多工序组成的，一个工序可能由几次安装组成，一次安装可能有几个工位或几个工步组成，如此等等。

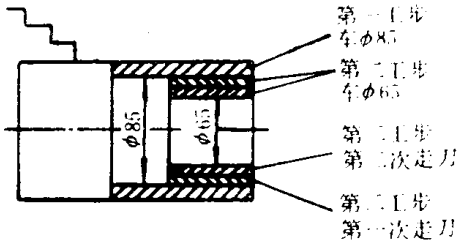


图1-5 车阶梯轴

三、生产纲领和生产类型

1. 生产纲领

企业在计划期内应当生产的产品、产量和进度计划，称为产品的生产纲领。加工零件的年生产纲领 N 可按下式计算：

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

式中， Q 为产品的年产量（台/年）； n 为每台产品中所含加工零件的数量（件/台）； $a\%$ 为备品率； $b\%$ 为废品率。

2. 生产类型

企业（或车间、工段、班组，工作地）生产专业化程度的分类，称为生产类型。生产类型一般分为大量生产，成批生产和单件生产三种。

（1）单件生产：产品种类很多，同一产品的产量很小，工作地点的加工对象经常改变，这种生产称为单件生产。例如新产品试制、专用设备制造和重型机械制造等多属此种生产类型。

（2）大量生产：产品的产量很大，大多数工作地点经常按一定的节拍重复地进行某一种零件的某一道工序的加工，这种生产称为大量生产。例如汽车、拖拉机、轴承、手表的制造等多属此种生产类型。

（3）成批生产：产品的种类不多，同一产品的产量较大，工作地点的加工对象周期性地

进行轮换，这种生产称为成批生产。例如，机床制造、机车制造等多属此种生产类型。

按每批数量的多少，成批生产又可分为小批、中批和大批生产。小批生产的工艺特征接近于单件生产；大批生产的工艺特征接近于大量生产；中批生产则介于前两者之间。

生产类型决定于生产纲领，但亦和产品的大小和复杂程度有关。生产类型与生产纲领的关系见表1-2。

各种生产类型的工艺特征见表1-3。

表1-2 生产类型与生产纲领的关系

生 产 类 型	同种零件的年生产纲领 (件/年)		
	重型零件	中型零件	轻型零件
单件生产	< 5	< 10	< 100
成批生产	5~100	10~200	100~500
	100~300	200~500	500~5000
	300~1000	500~5000	5000~50000
大量生产	> 1000	> 5000	> 50000

表1-3 各种生产类型的工艺特征

	单 件 生 产	成 批 生 产	大 量 生 产
零件互换性	一般是配对制造无互换性，广泛用钳工修配	主要采用互换法，但也适当地采用调整法、修配法，以便降低加工费用	全部可互换，某些高精度配合采用分组选择装配，不允许用钳工修配
毛坯制造	木模手工造型或自由锻造，毛坯精度低，加工余量大	部分采用金属模铸造或模锻，毛坯精度中等	广泛采用金属模机器造型、模锻或其它高效方法，毛坯精度高，加工余量小
机床设备	通用机床，按机床种类及大小，采用“机群式”排列	通用机床及部分高效专用机床，按加工零件类别分工段排列	广泛采用高效专用机床及自动机床，按流水线排列，或采用自动线
夹 具	多采用通用夹具，极少采用专用夹具，由划线试切法保证尺寸	采用专用夹具，部分靠划线保证尺寸	广泛采用高效夹具及调整法达到精度要求
刀具和量具	采用通用刀具及万能量具	较多采用专用刀具和专用量具	广泛采用高效刀具和量具
对工人技术要求	需要技术熟练的工人	需要技术上有一定熟练程度的工人	对操作工人的技术要求不高，对调整工人的技术要求高
工艺规程	只编制简单的工艺过程卡	除有较详细的工艺过程卡之外，重要工序应有工序卡片	详细编制工艺规程及各种工艺文件
生产率	低	中	高
成本	高	中	低

由表 1-3 可以看出, 生产纲领的大小不同, 则所选用的设备、采取的技术措施、达到的技术经济效果也不同, 因此制定工艺规程时首先要注意这一问题。

四、经济加工精度

在机械加工过程中, 影响加工精度的因素很多。同一种加工方法, 随着加工条件的改变, 所能达到的加工精度亦不一致。例如, 适当减小切削用量, 多费一些工时仔细的进行加工, 可获得较高精度。但这样会降低生产率, 增加成本, 因而是经济的。在考虑零件的加工工艺过程时, 不仅要注意保证加工精度, 而且还要设法不断提高生产率和降低成本。这才符合优质、高产、低消耗的原则。

加工成本和加工精度的关系如图 1-6 所示。由图可知, 加工误差 Δ 与加工成本 Q 成反比关系。用同一种加工方法, 如欲获得较高的精度 (即加工误差小), 则成本就要加大; 反之, 精度降低, 则成本下降。图中 AB 段称为经济加工区, 在此范围内可比较容易地获得所需要的加工精度。而 A 点左侧之曲线几乎与纵坐标平行, 这时即使花很大的代价, 加工精度仍提高得很少甚至不能提高。因此所说的经济加工精度指的是: 对于每一种加工方法, 在正常的加工条件下 (采用符合质量标准的设备、工艺装备, 标准技术等级的工人, 不延长加工时间) 所能保证的加工精度。

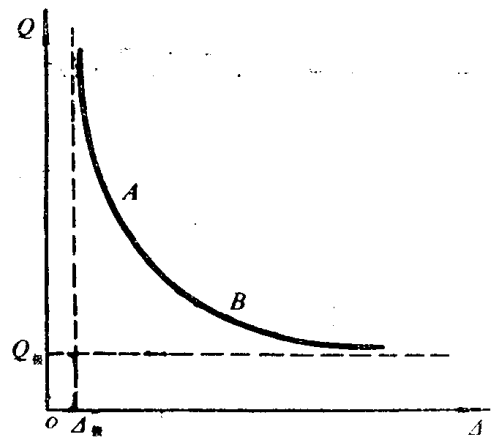


图1-6 加工成本与加工误差之间的关系

加工方法的经济精度并不是固定不变的, 随着工艺技术的发展, 设备及工艺装备的改进, 以及生产的科学管理等, 都有可能提高加工精度和降低成本。不同的加工方法, 其经济精度也不同。

§1-2 工艺规程概述

一、工艺文件

工艺文件是指导工人操作和用于生产、工艺管理等各种技术文件。工艺规程是合理工艺过程的书面表达形式, 是工艺文件之一。生产中使用的工艺文件种类很多。各厂可根据生产需要选用相应文件。

在小批生产中, 一般应拟定工艺过程卡片 (见表 1-9), 供计划调度和其它管理部门使用。至于每一工序具体应如何加工, 完全由工人自己决定。在中批生产中, 产品品种变换较少, 一般除制定工艺过程卡片之外, 还应制定工序卡片 (见表 1-10)。工人的操作、工件的检查都以工序卡片为依据。工序卡片的左上方应画出工序简图, 并标注工序尺寸。如表 1-10 中 $\phi 38.7$ 。在中批生产中, 也有单独使用一种叫做机械加工工艺卡片的 (见表 1-11), 它比工艺过程卡片要详细得多。在大量生产中, 工作对象固定不变, 一般也需制定工艺过程卡片与工序卡片, 只不过是工序卡片分成操作工人使用的和供调整工使用的两种, 后者称为调整卡片。

二、工艺规程的作用

(1) 工艺规程是组织生产的主要技术文件。生产的计划和调度、工人的操作和质量检查等都是以工艺规程为依据的，一切生产人员都不得违反工艺规程。

(2) 工艺规程是生产准备工作的依据。在产品投产以前，要作大量的技术准备和生产准备工作。例如，刀具、夹具和量具的设计与制造（或采购）；原材料的供应及毛坯的制造；必要的设备改装或添置等。所有这些工作都是以工艺规程为依据来安排和组织的。

(3) 工艺规程是新建和扩建加工车间时的主要技术文件。根据零件的工艺规程，可以确定生产所需要的机床种类和数量，进一步计算所需车间的面积，以及生产工人的工种、等级和数量。各辅助部门的工作安排也都以工艺规程为依据。

三、制定工艺规程的原始资料

在制定零件的机械加工工艺规程时，必须具备下列原始资料：

(1) 零件的工作图和产品的装配图。

(2) 产品的年生产纲领。

(3) 毛坯的生产情况。工艺人员须根据零件图审查毛坯种类和毛坯制造方法，从工艺角度（如定位夹紧、加工余量及结构工艺性）对毛坯制造提出要求，必要时，应和毛坯车间共同设计或修改毛坯图。

(4) 本厂（车间）现有的生产条件。制定工艺规程时，首先应深入生产现场进行调查研究，了解设备的规格、性能、所能达到的精度等级及其负荷情况；其次应了解现有的刀具、夹具、量具和辅助工具的规格和使用情况，以及工人的技术水平等。

(5) 国内外的先进工艺及生产技术的发展情况。制定工艺规程时，还需要了解国内外的先进工艺及生产技术的发展情况，这样，才能使所制定的工艺规程较为先进。

四、制定工艺规程的步骤及内容

制定零件机械加工工艺规程的步骤如下：

(1) 计算年生产纲领，确定生产类型。

(2) 对零件进行工艺分析。

(3) 确定毛坯的种类、形状、尺寸和精度。

(4) 拟定工艺路线。这是制定工艺规程的关键一步，其主要工作是：选择定位基准，确定各表面的加工方法，安排加工顺序，确定工序集中与分散的程度，以及安排热处理、检验及其它辅助工序等。在拟定工艺路线时，一般是提出几个可能的方案，进行分析对比，最后确定一个最佳的方案；

(5) 确定工序所采用的设备。选择机床设备时，应注意以下几个基本原则：

a) 机床的加工尺寸范围应与工件的外形尺寸相适应。

b) 机床的精度应与工序要求的精度相适应。

c) 机床生产率应与工件的生产类型相适应。如果工件尺寸太大、精度要求过高，没有适当的设备可供选择时，应考虑机床改装或设计专用机床。这时需要根据具体工序提出机床改装（或设计）任务书，任务书中应提出与工序加工有关的必要数据、资料。例如，工序尺寸、工序公差及技术要求、工件的定位夹压方式，以及机床的总体布局、机床的生产率等。

(6) 确定各工序所用的工艺装备。选择工艺装备时，应注意以下原则：

a) 对夹具的选择：单件小批生产，一般选用通用夹具。这时为了提高劳动生产率，应积极推广使用组合夹具；大批量生产应依据工序要求设计专用高效夹具，这时尚需提出夹具设计的任务书。

b) 对刀具的选择：一般情况下应尽量选用标准刀具。在组合机床上加工时，按工序集中原则组织生产，可采用专用的复合刀具。

c) 对量具的选择：量具主要是根据生产类型和所要求检验的精度来选择的。单件小批生产中应采用通用量具，大批量生产中，应采用极限量规，高生产率的检验夹具和检验仪器等。

(7) 确定各工序的加工余量，计算工序尺寸及其公差。

(8) 确定各工序的切削用量。在中、小批生产中，一般不规定切削用量，而由操作者结合具体的生产情况来选择。但对于大批量流水线生产，尤其是自动线生产，则各工序、工步都需要规定切削用量，以便计算各工序的生产节拍。

(9) 确定时间定额。

(10) 填写工艺文件。

§1-3 制定机械加工工艺规程需要解决的几个主要问题

一、零件的工艺分析

1. 分析、审查产品的零件图和装配图

制定工艺规程时，首先应分析零件图及该零件所在部件的装配图。了解该零件在部件中的作用及零件的技术要求，找出其主要的技术关键，以便在拟定工艺规程时采取适当的措施加以保证。对零件图的具体审查内容有：

(1) 零件图的视图、尺寸、公差和技术条件等是否齐全。

(2) 零件图所规定的加工要求是否合理。从零件的作用看，加工要求是否有过低或过高之处，过低则影响零件的工作性能；过高则增加了加工的困难，影响加工的经济性和生产率。例如，图 1-7 所示为汽车板弹簧和吊耳的配合简图，其两个零件的对应侧面是不接触的，所以该表面粗糙度可由原设计的 $R_{a3.2}$ 增大到 $R_{a12.5}$ ，铣削时就可相应增大进给量。

(3) 零件的材料选用是否恰当，在满足零件使用要求的前提下，尽量选用我国资源丰富而价格低的普通材料。

零件的热处理要求与所选的零件材料直接有关，应按选定的材料审查其热处理要求是否合理。

2. 零件的结构工艺性分析

结构不合理的零件即使能保证使用性能，也会造成加工的困难，影响经济性和生产率，有时甚至不能加工。所谓“良好的结构工艺性”是指零件的结构在同样的生产条件（加工设备、工艺装备、加工方法、操作技术水平等）下，在能满足使用要求的前提下，制造的可行性和经济性。反之，结构工艺性就不好，表 1-4 列举了一些关于零件的结构工艺性的例子。

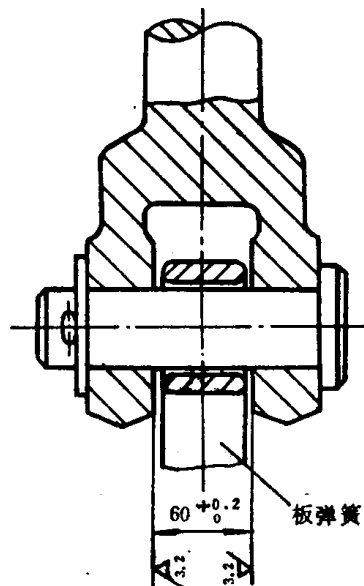
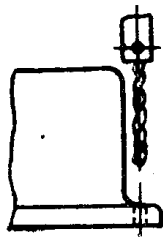
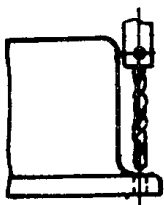
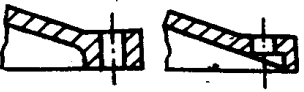
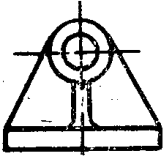
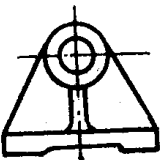
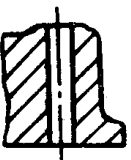
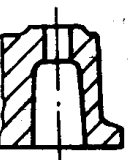
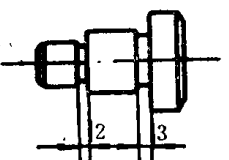
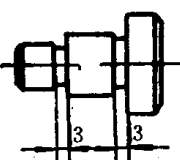


图1-7 汽车板弹簧和吊耳的配合简图

表1-4 零件结构工艺性举例

序号	结构工艺性		说明
	不好	好	
1			刀具应能接近加工面
2			要使钻头在钻入和钻出时, 不产生引偏或折断
3			要使零件加工面的面积尽量小
4			尽可能避免深孔加工
5			要尽可能统一加工尺寸以减少换刀时间

二、毛坯的确定

就零件的机械加工而言, 毛坯的尺寸和形状越接近成品零件即毛坯越精确, 则材料的消耗越少, 加工零件所需的费用越少, 生产率越高。但是制造毛坯所需的费用却提高了。所以应结合零件的生产纲领, 综合考虑毛坯制造的费用和零件加工的费用来确定毛坯, 以求得最大的经济效益。

确定毛坯的内容包括确定毛坯的种类、形状、尺寸及其精度。

1. 确定毛坯的种类

机械加工常用的毛坯有铸件、锻件和型材等。表 1-5 所列为不包括型材在内的各种毛坯的工艺特点, 可供确定毛坯时参考。

表1-5 各种毛坯制造方法的工艺特点

毛坯制造方法	最大重量 (kg)	最小壁厚 (mm)	形状的 复杂性	材 料	生产 方式	精度等级 (IT)	尺寸公差 值 (mm)	粗糙度 等级	其 它
手工砂 型铸造	不限制	3~5	最复杂	铁碳合 金、有色 金属及其 合金	单件生 产及小 批生产	14~16	1~8	☑	余量大,一般为 1~10mm; 由砂眼和气泡造成的废品率 高;表面有结砂硬皮,且结构 颗粒大;适于铸造大件;生产 率很低
机械砂 型铸造	至250	3~5	最复杂	同 上	大批生 产及大 量生产	14左右	1~3	☑	生产率比手制砂型高数倍至 十数倍;设备复杂;但要求工 人的技术低;适于制造中小型 铸件
永久型 铸 造	至100	1.5	简单或 平 常	同 上	同 上	11~12	0.1~0.5	12.5	生产率高,因免去每次制 型;单边余量一般为1~3mm; 结构细密,能承受较大压力; 占用的生产面积小
离 心 铸 造	通常200	3~5	主要是 旋转体	同 上	同 上	15~16	1~8	12.5	生产率高,每件只需2~5分 钟;机械性能好且少砂眼;壁 厚均匀;不需泥芯和浇注系统
压 铸	10~16	0.5(锌) 10 (其它 合金)	由模子 制造难 易而定	锌、铝、 镁、铜、 锡、铅各 金属的合 金	同 上	11~12	0.05 ~ 0.15	6.3	生产率最高,每小时可制50 ~500件;设备昂贵;可直接 制取零件或仅需少许加工
熔 模 铸 造	小型零件	0.8	非常复 杂	适于切削 困难的材 料	单件生 产及成 批生产		0.05 ~ 0.2	25	占用的生产面积小,每套设 备约需 30~40m ² ;铸件机械 性能好;便于组织流水线生 产;铸造延续时间长,铸件可 不经加工
壳 模 铸 造	至200	1.5	复 杂	铸铁和有 色金属	小批至 大量	12~14		12.5 ~ 6.3	生产率高,一个制砂工班产 为0.5~1.7t;外表面余量为 0.25~0.5mm;孔余量最小为 0.08~0.25mm;便于机械 化与自动化;铸件无硬皮
自 由 锻 造	不 限 制	不 限 制	简 单	碳素钢、 合金钢	单件及 小批生 产	14~16	1.5~2.5	☑	生产率低且需高级技工;余 量大,为3~30mm;适用于机 械修理厂和重型机械厂的锻 造车间
模 锻 (利用 锻锤)	通 常 至100	2.5	由锻模 制造难 易而定	碳素钢、 合金钢、 及合金	成批及 大量生 产	12~14	0.4~2.5	12.5	生产率高且不需高级技工; 材料消耗少;锻件机械性能 好,强度增高
精 密 模 锻	通常100	1.5	同 上	同 上	同 上	11~12	0.05 ~ 0.1	6.3 ~ 3.2	光压后的锻件可不经机械加 工或直接进行精加工

确定毛坯时主要应考虑下述各因素：

(1) 零件的材料及其机械性能：零件的材料大致确定了毛坯的种类。例如，铸铁零件是用铸件毛坯；钢质零件当形状不复杂、机械性能要求不太高时可用棒料，当形状复杂而机械性能要求亦不高时用铸钢件，当机械性能要求高时则宜用锻件。

(2) 生产纲领的大小：生产纲领大时应采用精度和生产率都较高的毛坯制造方法。这时所增加的毛坯制造费用可由减少材料消耗的费用和机械加工的费用来补偿。

(3) 毛坯车间现有的生产条件和生产发展的情况：确定毛坯时必须结合现有的生产条件，但是也要考虑毛坯车间近期的发展情况，而采用较先进的毛坯制造方法。

2. 确定毛坯的形状

一般总是力求毛坯的形状接近零件的形状。但在有些情况下，毛坯的形状却要与零件的形状有所不同。例如，为了加工时安装工件方便，有的铸件毛坯需要铸出必要的工艺搭子，如图1-8所示。工艺搭子在零件加工好后一般应切去。又如图1-9所示的开合螺母外壳，它是由两件组成。为了保证加工质量，同时也为了加工方便，毛坯是做成整体的，加工到一定阶段后再切开。

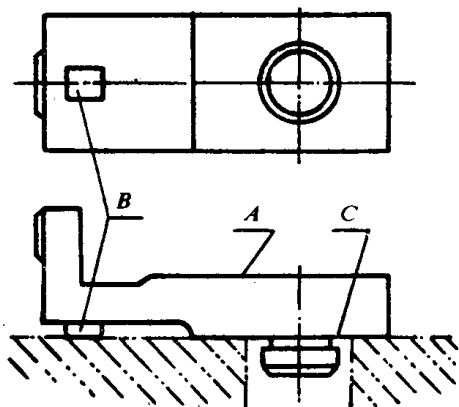


图1-8 具有工艺搭子的车床小刀架毛坯
A—加工面；B—工艺搭子；C—定位面

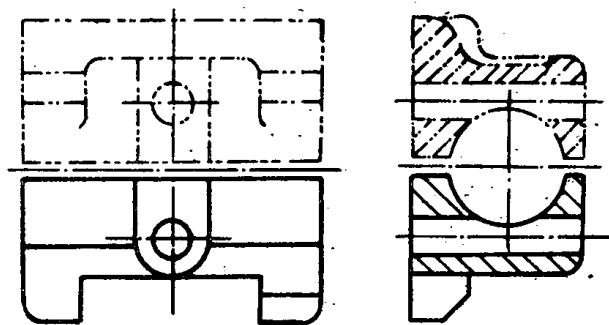


图1-9 车床的开合螺母外壳的示意图

三、定位基准的选择

在制定机械加工工艺规程时，正确选择定位基准，对保证零件的加工精度和合理安排加工顺序有着至关重要的影响。选择定位基准不同，工艺过程也随之而异。

1. 基准的概念及其分类

基准的概念：用来确定生产对象上的几何要素之间的几何关系所依据的那些点、线、面，称为基准。

基准的分类：根据基准的作用的不同，基准分为设计基准和工艺基准两大类。

(1) 设计基准：设计图样上所采用的基准，即标注设计尺寸的起点，称为设计基准。例如，图1-10所示的轴套零件，其端面B和C的位置是根据端面A来确定的，所以端面A就是端面B和C的设计基准；孔的轴线是 $\phi 40h6$ 外圆柱面的径向圆跳动的设计基准。

(2) 工艺基准：在工艺过程中所采用的基准称为工艺基准。工艺基准按其作用的不同分为装配基准、测量基准、工序基准和定位基准，现分别说明如下：

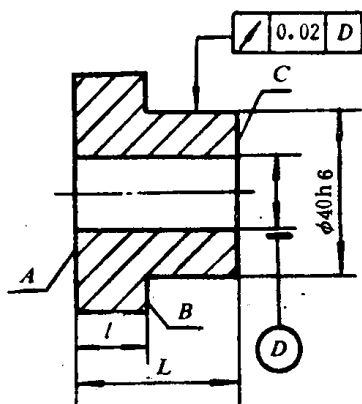


图1-10 设计基准示例

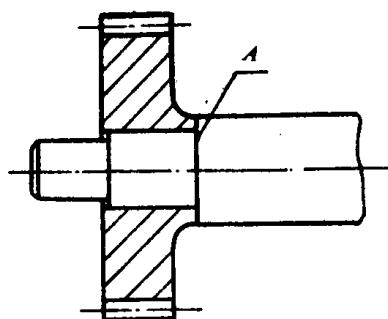


图1-11 齿轮的装配基准

a) 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依据的基准，称为装配基准。例如，图1-11所示的齿轮装配，在轴上，其内孔表面及端面A就是装配基准。又如，图1-12所示的车床主轴箱装配，其底部侧面A和底面B是主轴箱装在床身上的装配基准。

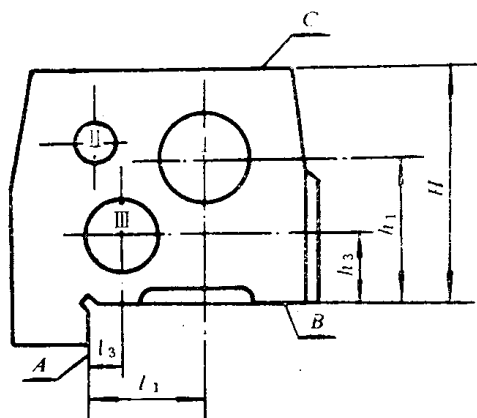


图1-12 主轴箱的装配基准

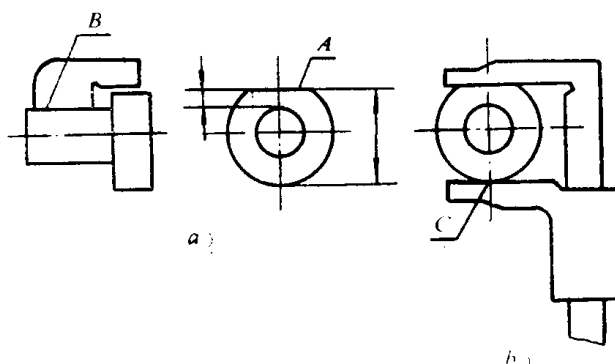


图1-13 测量基准示例

b) 测量基准：测量时所采用的基准，称为测量基准。例如，图1-13 a) 所示，检验A面时是以轴的上素线B作为检验的根据的，因此素线B就是A面的测量基准。图1-13 b) 所示的测量基准是大圆素线C。

c) 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。所标定的被加工面位置的尺寸称为工序尺寸。图1-14所示是钻孔工序的

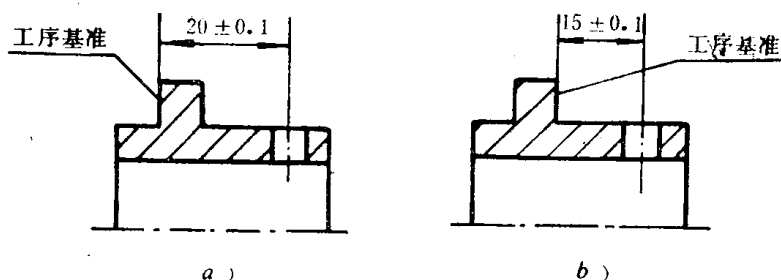


图1-14 工序基准示例

工序图, 图 a)、b) 分别表示两种不同的工序基准和相应的工序尺寸。

d) 定位基准: 在加工中用作定位的基准, 称为定位基准。图1-15所示加工 A 面和 B 面时, 将底面 C 靠在夹具的下支承面上, 而侧面 D 则靠在夹具的侧向支承面上。所以 C 面和 D 面就是定位基准。

需要指出的是: 作为基准的点、线和面在工件上并不一定具体存在 (例如, 孔和轴的中心线, 某两面的对称中心面等), 而是通过有关的具体表面来体现的, 这些表面称为基面。如上述图1-10所示的轴套零件, 用孔定位加工外圆柱面时, 孔的圆柱面所体现的定位基准是轴套孔的中心线。因此, 选择定位基准的问题, 就是选择恰当的定位基面的问题。

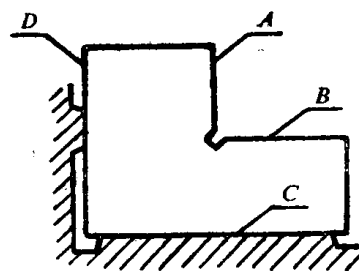


图1-15 定位基准示例

2. 定位基准的选择

定位基准有精基准与粗基准之分。在加工的第一道工序中, 只能用毛坯上未经加工的表面作定位基准, 则该面称为粗基准。用加工过的表面作定位基准, 称为精基准。

(1) 粗基准的选择: 选择粗基准时主要应考虑两个问题: 一是保证各重要加工面都有足够的加工余量; 二是保证加工面与不加工面之间的相互位置精度。

粗基准的选择应考虑下列原则:

a) 对于同时具有不加工面与加工面的零件, 为了保证不加工面与加工面之间的相互位置要求, 一般应选择加工面作粗基准。如果零件上有多个不加工面, 则应以其中与加工面相互位置精度要求较高的表面作粗基准。例如, 图1-16 a) 所示的零件, 为了保证孔 2 镗削后零件壁厚均匀, 应选择加工面 1 作粗基准。又如, 图1-16 b) 所示的零件, 有三个不加工表面, 若表面 4 和表面 2 所组成的壁厚均匀度要求高, 则在加工表面 4 时, 应选择表面 2 为粗基准。

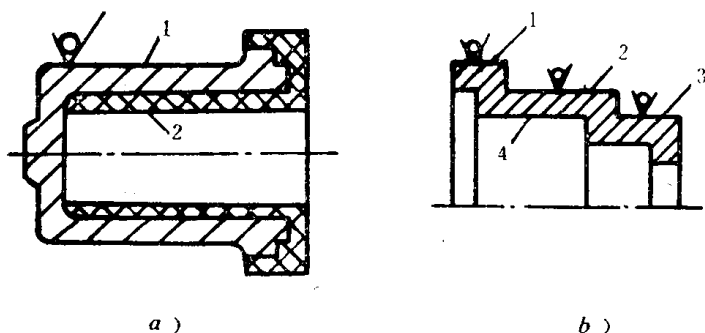


图1-16 粗基准的选择

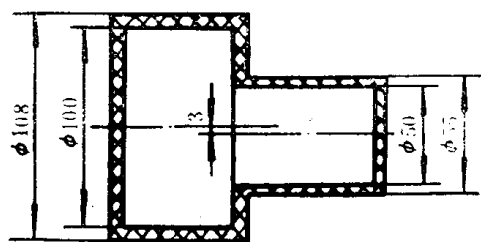


图1-17 阶梯轴加工的粗基准选择

b) 对于具有较多加工面的零件, 选择粗基准时, 应考虑合理地分配各加工表面的加工余量。在余量分配上应考虑下列两点:

第一点, 应保证各加工面都有足够的加工余量。为满足这个要求, 应选择毛坯余量最小的表面作粗基准。如图1-17所示的阶梯轴, 应选 $\phi 55$ 外圆柱面作粗基准车削 $\phi 108$ 。反之, 如以 $\phi 108$ 外圆柱面为粗基准车削 $\phi 55$, 则有可能因余量不足而使零件报废。

第二点, 对于零件上的某些重要表面 (如导轨面和重要孔等), 应尽可能使其加工余量均匀, 则应选择重要表面本身作粗基准。例如, 在加工车床床身时, 导轨面是重要表面。要求