

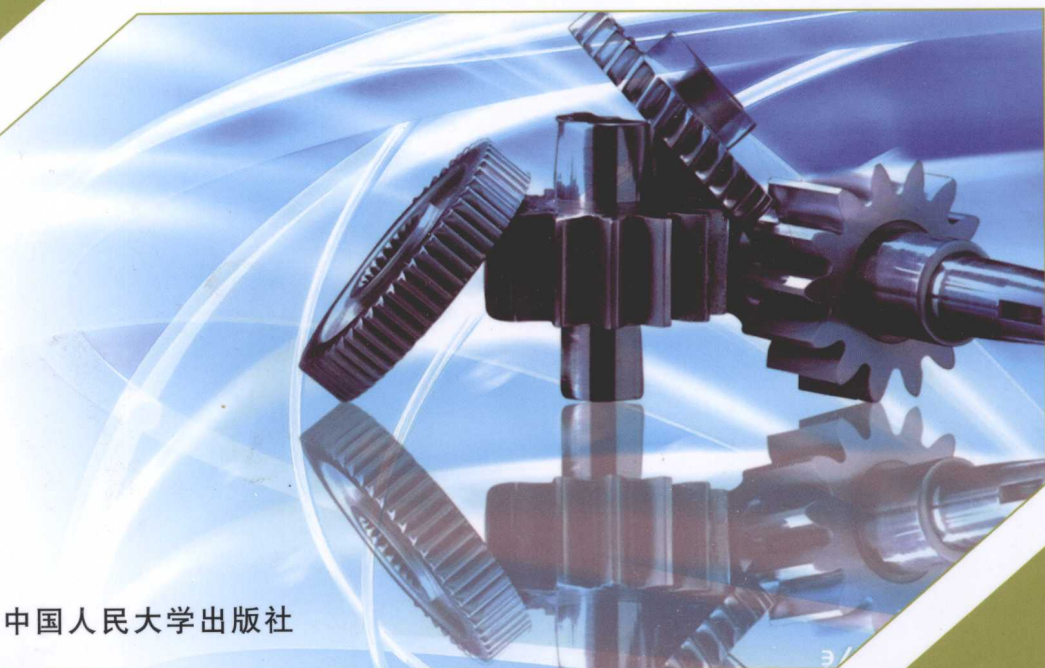
21世纪高职高专规划教材·机械专业基础课系列

机械制造 工艺学

J I X I E Z H I Z A O G O N G Y I X U E

主 编◎王 力

 中国人民大学出版社



21 世纪高职高专规划教材·机械专业基础课系列

机械制造工艺学

主 编 王 力
副主编 刘淑兰 林 辉
主 审 李维东

版

中国人民大学出版社

• 北京 •

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制造工艺学/王力主编

北京: 中国人民大学出版社, 2010

21 世纪高职高专规划教材·机械专业基础课系列

ISBN 978-7-300-12185-7

I. ①机…

II. ①王…

III. ①机械制造工艺-高等学校: 高等学校-教材

IV. ①TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 095080 号

21 世纪高职高专规划教材·机械专业基础课系列

机械制造工艺学

主 编 王 力

副主编 刘淑兰 林 辉

主 审 李维东

出版发行 中国人民大学出版社

社 址 北京中关村大街 31 号

邮政编码 100080

电 话 010-62511242 (总编室)

010-62511398 (质管部)

010-82501766 (邮购部)

010-62514148 (门市部)

010-62515195 (发行公司)

010-62515275 (盗版举报)

网 址 <http://www.crup.com.cn>

<http://www.ttrnet.com> (人大教研网)

经 销 新华书店

印 刷 三河市汇鑫印务有限公司

规 格 185mm×260mm 16 开本

版 次 2010 年 8 月第 1 版

印 张 16.75

印 次 2010 年 8 月第 1 次印刷

字 数 399 000

定 价 28.00 元

版权所有 侵权必究 印装差错 负责调换

前 言

本书是根据教育部制定的《高职高专教育机械类专业人才培养目标及规格》要求编写的。本教材主要供高等职业院校和高等工程专科学校机械类或近机械类有关专业师生使用,也可供各类成人高校相近专业选用以及有关工程技术人员参考。

“机械制造工艺学”是一门实践性很强的专业课程,教材的内容应与学生实践基础相适应。多年的教学实践证明,如果学生对最基本的加工方法不了解,仅掌握工艺理论部分的教学内容,是无法掌握工艺的内涵的。因此,在理论知识的深度上应尽量体现够用和实用的原则,在课程内容选择上应尽可能考虑职业性、技术性和应用性的特点。

本教材参考学时数为 70 学时左右,并注意与生产实习和课程设计等教学环节紧密结合。

全书由广东技术师范学院天河学院王力副教授主编,广东信息职业技术学院李维东教授主审。王力编写了绪论、第 2 章、第 3 章、第 4 章、第 7 章;刘淑兰编写了第 5 章、第 6 章;林辉编写了第 1 章、第 8 章。

在本书的编写过程中,参考了有关教材、手册等资料,并得到不少同行的支持和帮助,在此一并表示衷心感谢!

由于编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,恳请专家、同仁以及广大读者批评指正。

编 者

2010 年 6 月

目 录

绪论	1
第1章 基本概念	4
第1节 生产过程与机械加工工艺过程	4
第2节 生产纲领与生产类型	7
第3节 基准及分类	9
第2章 工件装夹及机床夹具设计基础	12
第1节 机床夹具概述	12
第2节 工件的定位	16
第3节 工件的夹紧	39
第4节 专用夹具的设计方法	49
第3章 机械加工工艺规程的制定	57
第1节 机械加工工艺规程概述	57
第2节 零件的工艺分析	62
第3节 毛坯的选择	64
第4节 工件的装夹与定位基准的选择	66
第5节 机械加工工艺路线的拟订	71
第6节 加工余量与工序尺寸的确定	79
第7节 工艺尺寸链及工艺尺寸的计算	84
第8节 设备与工艺装备的选择	91
第9节 切削用量的确定与时间定额的估算	92
第10节 机械加工的生产效率与经济性	94
第4章 机械加工精度	103
第1节 机械加工精度概述	103
第2节 影响机械加工精度的因素及控制	105
第3节 加工误差的综合分析	123
第4节 提高加工精度的工艺措施	132
第5章 机械加工表面质量	137
第1节 表面质量概述	137
第2节 表面粗糙度的影响因素	139
第3节 表面层物理机械性能的影响因素	143
第4节 机械加工中的振动	151
第6章 典型零件加工	155
第1节 零件基本表面的加工	155

第2节	轴类零件的加工	170
第3节	套筒类零件的加工	189
第4节	轮盘类零件的加工	194
第5节	箱体类零件的加工	201
第6节	叉杆类零件的加工	211
第7章	机器装配工艺	218
第1节	机器装配概述	218
第2节	装配尺寸链	221
第3节	保证装配精度的方法	225
第4节	装配工艺规程的制定	234
第8章	现代制造技术概览	240
第1节	现代制造技术简介	240
第2节	计算机辅助工艺设计	241
第3节	计算机集成制造系统	247
第4节	敏捷制造	254
参考文献		261

绪 论

一、机械制造业在国民经济中的地位

机械制造业是国民经济发展的支柱产业，其发展水平和规模是衡量国家科技水平 and 经济实力的重要标志，而机械制造业的发展和进步，又在很大程度上取决于机械制造技术水平的高低。在科学技术高速发展的今天，现代工业对机械制造技术提出了越来越高的要求。特别是计算机技术的快速发展也促进了机械制造行业新技术、新工艺的迅速发展，使产品质量和生产效率得到大大提高，为国民经济的快速发展做出了很大贡献。

二、我国机械制造业的发展状况

新中国成立前，我国机械制造业十分落后。新中国成立后经过 60 多年的建设，尤其是改革开放 30 多年来，我国机械制造业得到很大的发展。据资料介绍，1980 年中国制造业增加值仅占世界的 1.5%；1990 年，中国制造业增加值超过巴西，位居发展中国家和地区之首，占世界的 2.7%，进入了世界制造业 10 强；2000 年，中国制造业增加值占世界的 7.0%，仅次于美国、日本和德国，在世界 10 强中居第四位；2004 年，中国在全球制造业中的份额提高至 10%，排名超过德国，上升至世界第三位。

当前，机械制造技术的发展主要表现在以下几个方面：

1. 机械制造向高柔性化和高自动化方向发展

随着国内外市场竞争越来越激烈，机电产品更新换代周期缩短，多品种中小批量生产已成为目前和今后生产的主要类型。因此，以解决中小批量生产自动化问题为主要目标的 CNC（计算机数控）、MC（加工中心）、CAD/CAM（计算机辅助设计/计算机辅助制造）、FMS（柔性制造系统）、CIMS（计算机集成制造系统）、CAPP（计算机辅助工艺设计）以及 AMT（先进制造技术）等高新技术受到越来越多的重视，数控机床等自动化制造设备的应用比例迅速增加，适应了生产类型由大批量生产向多品种小批量生产及产品更新换代快的方向转变，缩短了生产周期，提高了生产效率，保证了产品质量。

2. 机械制造向高精度方向发展

精密、超精密加工技术在高科技领域和现代制造行业中占有非常重要的地位。目前，日本大阪大学和美国 LIL 实验室合作研究超精密切削，成功实现了 1nm 切削厚度的稳定切削。中小型超精密机床的发展已经比较成熟和稳定，美、英等国家还研制出了有代表性的大型超精密机床，可完成超精密车削、磨削和坐标测量等工作，机床的分辨率可达 0.7nm，代表着现代机床的最高水平。

3. 机械制造向高速和高效率方向发展

高速切削、强力切削以及提高切削加工效率也是机械制造技术发展的一种趋势。目

前,陶瓷轴承主轴的转速已经达到 $15\,000\sim 50\,000\text{r/min}$,采用直流电动机的数控进给速度可达每分钟数十米,高速磨削的切削速度可达 $100\sim 150\text{m/s}$ 。

三、本课程的性质、任务及内容

“机械制造工艺学”是一门机械类专业的主干专业课程。通过本课程的学习,学生应基本掌握分析和解决机械制造中一般工艺技术问题的能力,并达到以下几点要求:

- (1) 掌握切削加工的基本理论和工艺特点,具有选择毛坯和零件加工方法的基本知识和实际操作能力。
- (2) 了解各种主要加工方法所用设备与工具的工作原理、结构及组成,具有选择设备和工艺装备的能力。
- (3) 具有编制中等复杂零件机械加工工艺规程的初步能力。
- (4) 具有设计中等复杂程度机床夹具的初步能力。

四、本课程的特点与学习方法

1. 综合性

“机械制造工艺学”是一门综合性很强的专业课程,它要用到多种学科的理论和方法。传统机械制造技术涉及各类制造方法和过程,如毛坯制造、热处理、机械加工、表面处理和装配,另外还涉及设备及工艺装备等硬件;而现代制造技术则涉及计算机技术、信息技术和其他高新技术,以及产品设计、管理和经济学等学科。各学科之间相互渗透、结合、互补与促进是现代科学技术的特点和发展趋势,人才培养必须适应这种要求。

在学习本课程时,要特别注意紧密联系和综合应用以往所学过的专业基础课和专业课,如“金属工艺学”、“机械制图”、“互换性与测量技术”、“机械设计基础”、“计算机应用技术”、“电工电子学”等,注意应用多种学科的知识来分析和解决机械制造技术中的实际问题。

2. 实践性

“机械制造工艺学”本身就是机械制造生产实践的总结,因此具有很强的实践性。机械制造技术要求对生产实践活动不断进行综合,并将实践经验条理化和系统化,使其逐步上升为理论;与此同时又要及时将其应用于生产实践中,通过生产实践来检验其正确性和可行性,从而指导生产实践活动。

在学习本课程时,要特别注意理论联系生产实践,要善于运用所学知识分析和解决生产实践中的技术问题。为此,在学习本课程期间,应尽可能安排现场教学及一定时间的生产实习。通过实践教学环节来加深所学专业知识的。

3. 灵活性

“机械制造工艺学”总结的是机械制造生产活动中的一般规律和原理,将其应用于生产实践时要充分考虑企业的具体情况,如生产规模的大小,技术力量的强弱,设备、资金、人员的状况等。对于不同的生产条件,所采用的生产方式和生产规模可能完全不同。即便在相同的生产条件下,针对不同的市场需求和产品结构以及生产现场的



实际情况，也可以采用不同的工艺方法和工艺路线，这些都充分体现了机械制造技术的灵活性。

在学习本课程时，要特别注意充分理解机械制造技术的基本概念，牢固掌握基本理论和基本方法，并灵活应用于生产实践中，切忌死记硬背、生搬硬套。要注意多向生产实践学习，不断积累和丰富实际知识和经验，因为这些都是掌握基本理论和基本方法的前提。

第 1 章 基本概念

【学习内容】

机械加工工艺过程是生产过程的重要组成部分。它是利用切削加工的方法，通过直接改变毛坯的形状、尺寸和质量，使之成为合格产品的过程。这一过程涉及生产过程、工艺过程、生产纲领、生产类型以及基准等有关基本概念。

【学习要求】

理解组成机械加工工艺过程的基本概念，如工序、工步、走刀、安装、工位、生产类型与工艺特点、基准及分类。

第 1 节 生产过程与机械加工工艺过程

一、生产过程

在制造机械产品时，将原材料转变为成品的各个相互关联的劳动过程的总和称为生产过程。它包括以下内容：

- (1) 原材料、半成品的运输和保管。
- (2) 生产与技术准备工作（如工艺装备的设计与制造、生产组织工作等）。
- (3) 毛坯制造（如铸造、锻造、焊接、冲压毛坯等）。
- (4) 零件的机械加工与热处理。
- (5) 产品（包括部件）装配与调试。
- (6) 产品检验。
- (7) 产品的涂装和保管。

根据机械产品复杂程度的不同，工厂的生产过程还可按车间分为若干车间的生产过程。某一车间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他车间的原材料或半成品。例如，铸造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。

二、工艺过程

所谓工艺就是制造产品的方法。工艺过程是生产过程中的主要组成部分，是指在生产过程中改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性能，使其成为半成品或成品的过程。以工艺文件的形式确定下来的工艺过程称为工艺规程。机械产品的工艺过程可分为铸造、锻造、冲压、焊接、机械加工、热处理、电镀、涂装、装配等。机械制造工艺学只研究机械加工工艺过程和装配工艺过程。

机械加工工艺过程是利用机械或电加工方法（如切削加工、磨削加工、电加工、超

声波加工、电子束及离子束加工等), 直接改变毛坯的形状、尺寸、相对位置和性能等, 使其转变为合格零件的过程。将零件、外协件、标准件装配成组件、部件或成品并达到装配要求的过程称为装配工艺过程。机械加工工艺过程直接决定零件和产品的质量, 对产品的成本和生产周期都有较大的影响, 是机械产品整个工艺过程的主要组成部分。

三、机械加工工艺过程的组成

机械加工工艺过程是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一个或若干个安装、工位、工步和走刀。

1. 工序

工序是指一个或一组操作者, 在一个工作地点或一台机床上, 对同一个或同时对几个工件进行加工所连续完成的那一部分工艺过程。工序是工艺过程的基本组成部分, 是生产计划、成本核算以及质量检验的基本单元。划分工序的主要依据是看操作者、工作地点、工件和连续作业这四个要素是否变更, 若其中任一要素发生变更即构成新的工序。

这里所说的连续作业是指工序内的工作需连续完成, 不能插入其他工作内容或者进行阶段性加工。例如, 粗加工、精加工一批轴, 如果是由一个工人在同一台设备上对一个工件连续进行粗加工、精加工, 然后再对另一个工件进行同样的加工, 则是一道工序。但在实际生产过程中, 粗加工后为了消除工件所产生的内应力而往往安排人工时效, 然后再精加工; 或者为了减小粗加工时切削力、切削热产生的变形对加工精度的影响, 一批工件全部粗加工之后, 再进行这批工件的精加工, 这时粗加工与精加工就是两道不同的工序了。

如图 1—1 所示阶梯轴, 当单件小批量生产时, 其工艺过程及工序的划分如表 1—1 所示, 共有四道工序。当大批量生产时, 其工艺过程及工序的划分如表 1—2 所示, 共分六道工序。

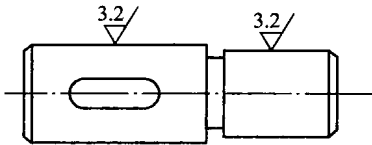


图 1—1 阶梯轴

表 1—1 阶梯轴单件小批量生产的工艺过程

工序号	工序内容	设备	工序号	工序内容	设备
1	车端面、钻中心孔	车床	3	铣键槽、去毛刺	铣床
2	车外圆、切槽及倒角	车床	4	磨外圆	磨床

表 1—2 阶梯轴大批量生产的工艺过程

工序号	工序内容	设备	工序号	工序内容	设备
1	铣两端面、钻中心孔	组合机床	4	铣键槽、去毛刺	铣床
2	粗车外圆及倒角	车床	5	去毛刺	钳工台
3	精车外圆、倒角及切槽	车床	6	磨外圆	磨床

2. 安装

安装是指工件在加工之前, 在机床或夹具上需要先定位、再夹紧的过程。在一道工

序中, 工件可能需要安装一次, 也可能需要安装几次。例如, 表 1—1 中的工序 1 和工序 2 均有两次安装, 而表 1—2 中的各道工序只有一次安装。为了减少安装误差和辅助时间, 在一道工序中应尽量减少安装次数。

3. 工位

为了减少安装次数, 常采用回转工作台、转位(移位)夹具, 使工件在一次安装中, 先后处于几个不同的位置进行加工。工件在机床上所占据的每一个待加工位置称为一个工位。如图 1—2 所示为在回转工作台上一次安装完成工件的装卸、钻孔、扩孔和铰孔的四工位加工实例。采用这种多工位加工方法, 可以提高加工精度和生产率。

4. 工步

工步是指在加工表面不变、加工工具不变、切削速度和进给量不变的条件下所连续完成的那一部分工序内容, 即所谓“三不变、一连续”。以上三种因素中任一因素改变后, 即成为新的工步。一道工序可以只包括一个工步, 也可以包括多个工步。例如表 1—1 中的工序 1 需要车两个端面、钻两个中心孔共四个表面, 所以本道工序有四个工步。

为了提高生产率, 常采用多刀同时加工一个工件的几个表面, 该工步称为复合工步, 并且在工艺文件中视为一个工步, 如图 1—3 所示。另外, 为了简化工序内容的叙述, 将在一次安装中连续进行的若干相同的工步, 也视为一个工步。如图 1—4 所示, 在一次安装中, 用一把钻头连续钻削四个 $\phi 15\text{mm}$ 的孔, 则视其为一个工步, 表示为钻 $4 \times \phi 15\text{mm}$ 孔。

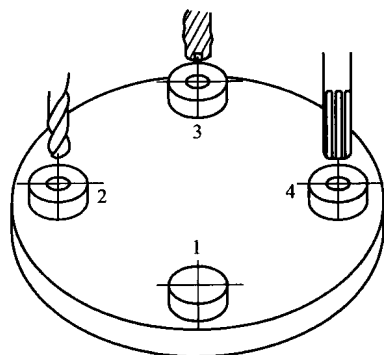


图 1—2 多工位加工

工位 1—装卸工件; 工位 2—钻孔;
工位 3—扩孔; 工位 4—铰孔

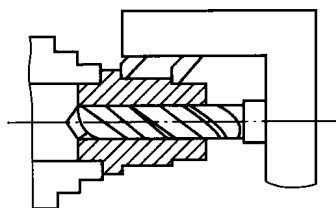


图 1—3 复合工步

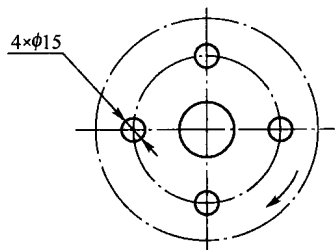


图 1—4 加工四个相同表面的工步

5. 走刀

在一个工步内, 如果被加工表面需切除的金属层很厚, 一次切削无法完成, 则可分多次进行切削, 每进行一次切削就是一次走刀。由此可见, 一个工步可以包括一次走刀或多次走刀。走刀是构成工艺过程的最小单元。

机械加工工艺过程由工序、安装、工位、工步、走刀等组成, 它们之间的关系如图 1—5 所示。



图 1—5 机械加工工艺流程的组成

第2节 生产纲领与生产类型

一、生产纲领

生产纲领是指企业在计划期内应生产的产品产量。计划期为一年的生产纲领称为年生产纲领或年产量。机械产品中某零件的年生产纲领可按下式计算：

$$N=Qn(1+a+b) \quad (1-1)$$

式中: N ——零件的年产量 (件/年);

Q ——产品年产量 (台/年);

n ——每台产品中该零件的数量 (件/台);

a ——零件的备品率 (%)；

b ——零件的废品率 (%)。

机械产品中某零件的生产纲领确定之后，还需根据生产车间的具体情况将零件在计划期间分批投入生产。一次投入生产同一产品（或零件）的数量称为生产批量。

二、生产类型及其工艺特征

1. 生产类型

生产类型是指企业（或车间、工段、班组等）生产专业化程度的分类，一般分为单件生产、成批生产和大量生产三大类。

(1) 单件生产。

单件生产的基本特点是，生产的产品种类、规格较多，主要根据订货单位的要求来确定。每种产品仅制造一个或几个，很少重复生产。例如，重型机械、专用设备制造和新产品试制等都属于单件生产。

(2) 大量生产。

大量生产的基本特点是，同一产品的生产数量很大，工作地点长期按一定生产节拍进行同一零件的某道工序的加工。例如，汽车、拖拉机、轴承等产品的生产都属于大量生产。

(3) 成批生产。

成批生产的基本特点是，在一年中分批次生产相同的零件，生产呈周期性重复。例如，机床、工程机械、液压传动装置等许多标准通用产品的生产都属于成批生产。

根据成批生产每批投入生产的产品数量（即批量）不同，成批生产又可分为小批生产、中批生产和大批生产三种。小批生产的工艺特征与单件生产相似，常将两者合称为单件小批生产。大批生产的工艺特征与大量生产相似，常将两者合称为大批大量生产。

在企业里，生产纲领决定了生产类型。但是，不同的产品大小和结构复杂程度对生产类型也会有影响。表 1—3 是不同产品生产类型与生产纲领的关系。

表 1—3 不同产品生产类型与生产纲领的关系

生产类型	工作地点每月 承担的工序数 (工序数/月)	产品生产纲领（台/年或件/台）		
		重型（零件质量 大于 2 000kg）	中型（零件质量 100~2 000kg）	轻型（零件质量 小于 100kg）
单件生产	不做规定	<5	<20	<100
小批生产	20~40	5~100	20~200	100~500
中批生产	10~20	100~300	200~500	500~5 000
大批生产	1~10	300~1 000	500~5 000	5 000~50 000
大量生产	1	>1 000	>5 000	>50 000

2. 工艺特征

对于不同的生产类型，其生产组织、生产管理、车间管理、毛坯选择、设备工装、加工方法和工人的技术等级要求均有不同的工艺特征，具体见表 1—4。

表 1—4 各种生产类型的工艺特征

工艺特征	生 产 类 型		
	单件小批生产	中批生产	大批大量生产
加工对象	经常变换	周期性变换	固定不变
零件互换性	零件缺乏互换性，主要依靠钳工修配	大部分零件可互换，少数零件需试配或修配	零件具有广泛的互换性，少数零件采用分组或调整法装配
毛坯制造方法与加工余量	木模手工造型或自由锻造，毛坯精度低，加工余量大	金属模造型或模锻，毛坯精度和加工余量中等	广泛采用模锻或金属模机器造型，毛坯精度高，加工余量小
机床设备	采用通用机床和部分数控机床，按机床种类和大小采用机群式排列	采用部分通用机床和高效机床，按加工零件类别分工段排列	广泛采用高效专用机床，按流水线和自动线排列
夹具	采用通用夹具或组合夹具	广泛采用专用夹具	广泛采用高效专用夹具
刀具与量具	采用通用刀具和万能量具	较多采用专用刀具和量具	广泛采用专用刀具和量具
对工人的技术等级要求	需要技术水平较高的工人	需要一定技术水平的工人	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	简单的工艺路线卡	有比较详细的工艺规程	有详细的工艺规程

(续前表)

工艺特征	生产类型		
	单件小批生产	中批生产	大批大量生产
生产率	低	中	高
成本	高	中	低
发展趋势	采用数控机床及柔性制造单元加工	采用成组技术、数控机床或柔性制造系统加工	采用计算机控制的自动化制造系统加工

第3节 基准及分类

任何一个零件都是由许多表面构成的，而这些表面之间往往有一定的尺寸和相互位置要求。因此，在加工、测量或装配过程中，就必须以某个或几个表面为依据来进行其他表面的加工、测量或装配，零件表面之间的这种相互依赖关系便引出了基准的概念。所谓基准，就是指生产对象（如零件、部件等）上用来确定其他点、线、面的位置所依据的那些点、线、面。

根据基准作用的不同，基准可分为设计基准和工艺基准两类。

一、设计基准

在零件设计图样上所采用的基准称为设计基准。这是设计人员从零件的工作条件、性能要求出发，适当考虑加工工艺性而选定的。零件图样上可以有一个也可以有多个设计基准。

如图 1—6 所示零件图样，表面 2、3 和孔 4 轴线的设计基准是表面 1；孔 5 轴线的设计基准是孔 4 轴线。

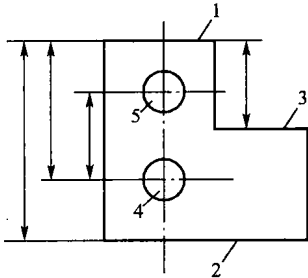


图 1—6 设计基准

二、工艺基准

在工艺过程中所采用的基准称为工艺基准。根据工艺基准作用的不同又可分为工序基准、定位基准、测量基准和装配基准。

1. 工序基准

在工序图上，用来确定本道工序被加工表面加工后的尺寸、形状、位置的基准，称为工序基准。与设计基准不同的是，工序基准是由工艺技术人员从保证零件的设计要求出发，为满足加工工艺需要而选定的。

如图 1—7(a) 所示的工件，A 为加工表面。本道工序中，对 A 面的距离尺寸要求是 A 对 B 的尺寸 H，角度位置要求为 A 对 B 的平行度（当没有特殊标注时，平行度要求包括在尺寸 H 的尺寸公差范围内），故外圆母线 B 为本道工序的工序基准。如图 1—7(b) 所示的工件，加工表面为 D 孔，要求其中心线与 A 面垂直，与 C 面和 B 面分别保证距离尺寸为 L₁ 和 L₂。因此，表面 A、B、C 均为本道工序的工序基准。工序基准除采用工件上的实际表面或表面上的线以外，还可以是工件表面的几何中心、对称面或对称线等。如图 1—7(c) 所示的小轴中，键槽的工序基准既有凸肩 A 和外圆母线 B，又有外圆表面的轴向对称面 D。

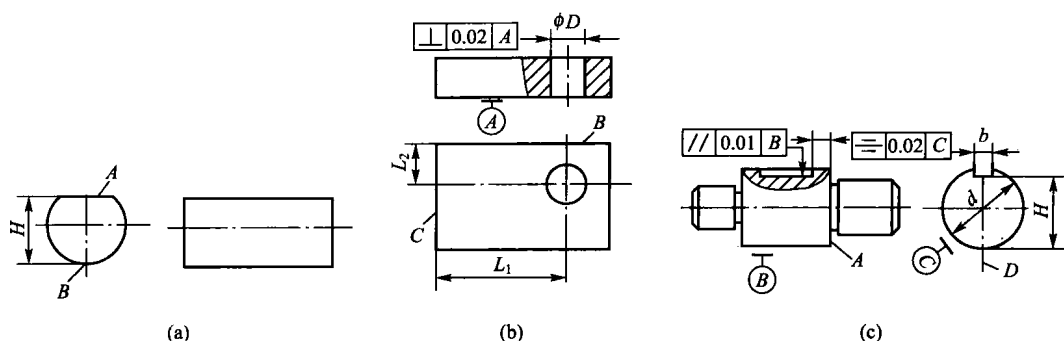


图 1—7 工序图中的工序基准

2. 定位基准

工件在机床或夹具中进行加工时，用作确定位置的基准称为定位基准。

如图 1—8 所示的零件在加工内孔时，其位置是由与夹具上定位元件 1 和 2 相接触的底面 A 和侧面 B 所确定的，故 A、B 面为该工序的定位基准。

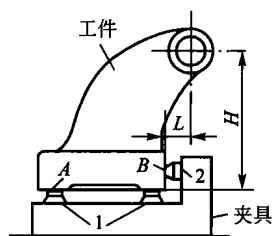


图 1—8 定位基准

3. 测量基准

在测量时所采用的基准，称为测量基准。如图 1—9 所示为根据不同工序要求测量已加工平面位置时所使用的两个不同的测量基准，其中一个为小圆的上母线，另一个则为大圆的下母线。

4. 装配基准

在装配时，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。如图 1—10 所示，齿轮以其内孔及一端面装配到与其配合的轴上，故齿轮内孔 A 及端面 B 即为装配基准。

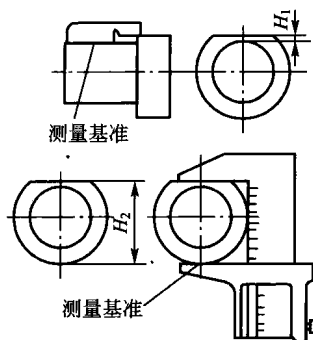


图 1—9 测量基准

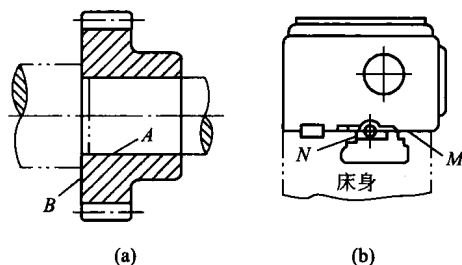


图 1—10 装配基准

本章小结

本章主要讲述了机械制造工艺过程的基本概念，而这些基本概念又是学习后续章节的基础。因此，学习时要注意以下几点：

(1) 理解基本概念。

生产过程、工艺过程、机械加工过程、工序、安装、工位、工步、走刀、生产纲领、生产类型与工艺特征、基准、设计基准、工艺基准、定位基准、测量基准、装配基准。

(2) 注意掌握关键点。

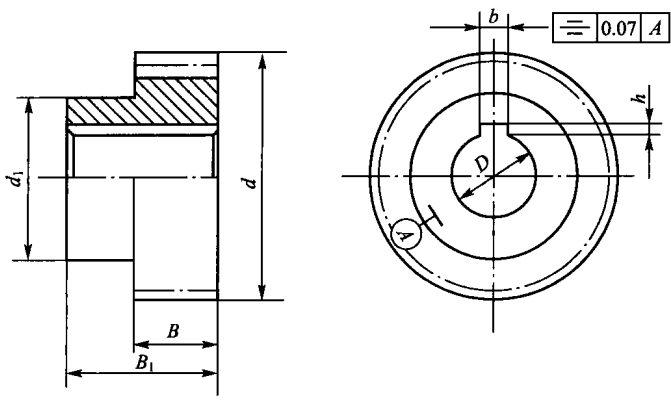
工序要注意的关键点是：一个（组）工人、同一工作地点、一个（组）零件和连续；工步中有三个不变；生产类型的确定不仅依据产品数量，还与产品的复杂程度、技术含量有关；各种基准都是参照物（点、线、面），只是使用场合不同而有不同的名称。

(3) 重视实践教学环节。

本章内容与生产一线实际有着密切联系。学习过程中应进行必要的生产实习，从而有助于加强基本概念的理解和掌握。

习题

1. 什么是生产过程和工艺过程？试举例说明机械加工工艺过程。
2. 划分工序的主要依据是什么？试举例说明工序、安装、工步、工位、走刀、定位的概念。
3. 某厂年产 295 型柴油机 2 500 台，已知连杆的备品率为 20%，机械加工废品率为 3%。试计算连杆的年生产纲领，并说明其生产类型及工艺特征。
4. 试述设计基准、工序基准、定位基准、测量基准的概念。
5. 题图 1—1 所示齿轮零件，其内孔键槽是在插床上采用自定心三爪卡盘装夹外圆进行插削加工的。试分别确定此键槽的设计基准、定位基准和测量基准。



题图 1—1