

全国机械行业高等职业教育“十二五”规划教材

高等职业教育教学改革精品教材

江苏省高等学校精品课程配套教材

# 机械加工工艺编制 项目教程

JIXIE JIAGONG GONGYI BIANZHI  
XIANGMU JIAOCHENG

金捷 主编

 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



针对教材使用者

赠电子教案

本教材按照项目形式进行编排,采用案例式教学模式,从生产的实际要求出发,突出实际应用,并且结合相关理论知识,有很强的实用性和针对性。教材选用七个典型零件为项目载体,按职业工作过程描述,从零件图分析到完成机械加工工艺编制。本教材以职业工作项目引领,具体工作任务驱动,培养学生机械加工工艺分析与编制技能,并通过“技能训练”独立完成具体零件加工工艺文件。项目七以“气门摇臂轴支座”零件的机械加工工艺规程及工艺装备设计为实例,加强培养学生的创新能力和综合应用能力。教材通过对轴类、丝杠类、拨叉类、箱体类、曲轴类、连杆类等零件加工工艺设计的介绍,将金属切削机床、机械加工工艺基本理论、机床夹具、零件加工质量等知识有机地融为一体,实现“教、学、做”一体化。

本教材适于高等职业教育机械类专业使用,也可供职工培训使用,及有关工程技术人员参考。

本教材配有电子教案,凡使用本书作为教材的教师可登录机械工业出版社教材服务网 [www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com) 下载。咨询邮箱: [cmpgaozhi@sina.com](mailto:cmpgaozhi@sina.com)。咨询电话: 010-88379375。

### 图书在版编目(CIP)数据

机械加工工艺编制项目教程/金捷主编. —北京:  
机械工业出版社, 2013. 8

全国机械行业高等职业教育“十二五”规划教材  
高等职业教育教学改革精品教材 江苏省高等学校  
精品课程配套教材

ISBN 978-7-111-41203-8

I. ①机… II. ①金… III. ①机械加工—工艺—高等  
职业教育—教材 IV. ①TG506

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 041757 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 崔占军 边 萌 责任编辑: 边 萌 王丹凤

版式设计: 霍永明 责任校对: 樊钟英

封面设计: 鞠 杨 责任印制: 张 楠

高教社(天津)印务有限公司印刷

2013 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm · 17 印张 · 418 千字

0001-3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-41203-8

定价: 33.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010)88361066 教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010)68326294 机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010)88379649 机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010)88379203 封面无防伪标均为盗版

# 前言

本教材以教育部《关于推进高等职业教育改革创新引领职业教育科学发展的若干意见》（教职成〔2011〕12号）为指导思想，“引入企业新技术、新工艺，校企合作共同开发专业课程和教学资源”，依据职业岗位的需要，选择并组织教材内容，采用项目引领、任务驱动、“教·学·做1+1”即“理论（1）+实践（1）”的互动式编写思路，通过对项目的互动体验来提高学生的职业能力，其实用性和针对性极强。本教材特点如下：

1. 基于零件加工的工作过程，将实际生产案例有机地融入到教材中，与理论知识有机地联系在一起，做到了生产实际与课堂教学的有机结合。

2. 项目按照知识目标→能力目标→任务引入→任务分析→相关知识→任务实施→复习与思考→技能训练的顺序展开，适合于行动导向的教学，以培养学生正确、合理地设计零件机械加工工艺的能力。

3. 项目所选案例注意实用性、代表性和可学习性，既浅显易懂，又有技术奥妙，全面介绍各类零件从零件图的分析到机械加工工艺编制的整个工作过程。

4. 聘请了企业中有丰富实践经验的工程技术人员参与或指导教材的编写，使教材更好地体现了“校企合作，工学结合”为主旨的原则。

本教材由金捷任主编，支海波、李年芬、熊春花任副主编，朱红萍、王国忠任参编。具体分工为：项目一、项目六由金捷（沙洲职业工学院）编写，项目二由熊春花（鄂州职业大学）编写，项目三由李年芬（鄂州职业大学）编写，项目四由王国忠（张家港化工机械股份有限公司）编写，项目五由支海波（张家港中天精密模塑有限公司）编写，项目七由朱红萍（沙洲职业学院）编写。本教材由伍建国（沙洲职业学院）教授任主审。

本教材在编写过程中参考了有关教材及其他资料，也得到了张家港长力机械有限公司顾华平、湖北华中重型机器制造有限公司金小康高级工程师的指导，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，加之编写时间仓促，书中难免有错误和不足，敬请广大读者批评与指正。

编者

# 目 录

## 前言

### 项目一 轴类零件的加工 ..... 1

【知识目标】 ..... 1

【能力目标】 ..... 1

【任务引入】 ..... 1

【任务分析】 ..... 1

【相关知识】 ..... 2

第一节 机械加工工艺规程 ..... 2

第二节 零件的工艺性分析 ..... 11

第三节 毛坯的选择 ..... 13

第四节 定位基准的选择 ..... 16

第五节 机械加工工艺路线的拟定 ..... 20

第六节 机械加工程序内容的拟定 ..... 24

第七节 机械加工工艺规程的技术经济分析 ..... 28

【任务实施】 ..... 34

【复习与思考】 ..... 35

【技能训练】 ..... 37

### 项目二 丝杠类零件的加工 ..... 39

【知识目标】 ..... 39

【能力目标】 ..... 39

【任务引入】 ..... 39

【任务分析】 ..... 39

【相关知识】 ..... 39

第一节 车床的种类、结构及工艺范围 ..... 41

第二节 车刀的选择 ..... 60

第三节 车削的加工方法 ..... 64

【任务实施】 ..... 76

【复习与思考】 ..... 78

【技能训练】 ..... 79

### 项目三 拨叉类零件的加工 ..... 81

【知识目标】 ..... 81

【能力目标】 ..... 81

【任务引入】 ..... 81

【任务分析】 ..... 81

【相关知识】 ..... 82

第一节 铣削加工 ..... 82

第二节 刨削与拉削加工 ..... 96

第三节 工艺尺寸链的计算 ..... 102

第四节 装配工艺尺寸链 ..... 112

【任务实施】 ..... 130

【复习与思考】 ..... 131

【技能训练】 ..... 133

### 项目四 箱体类零件的加工 ..... 136

【知识目标】 ..... 136

【能力目标】 ..... 136

【任务引入】 ..... 136

【任务分析】 ..... 136

【相关知识】 ..... 138

第一节 镗床的种类及结构 ..... 138

第二节 镗刀的选用 ..... 141

第三节 镗削的加工方法 ..... 144

【任务实施】 ..... 148

【复习与思考】 ..... 151

【技能训练】 ..... 151

### 项目五 曲轴类零件的加工 ..... 158

【知识目标】 ..... 158

【能力目标】 ..... 158

【任务引入】 ..... 158

【任务分析】 ..... 159

【相关知识】 ..... 159

第一节 磨削原理 ..... 159

第二节 磨床的种类及结构 ..... 168

第三节 磨削的加工方法 ..... 169

【任务实施】 ..... 175

【复习与思考】 ..... 176

【技能训练】 ..... 176

### 项目六 连杆类零件的加工 ..... 178

【知识目标】 ..... 178

【能力目标】 ..... 178

【任务引入】 ..... 178

【任务分析】 ..... 179

【相关知识】 ..... 180

第一节 机床夹具的作用、组成及分类 ..... 180

第二节 定位方法与定位元件 ..... 182

|                  |     |                          |     |
|------------------|-----|--------------------------|-----|
| 第三节 定位误差的分析..... | 194 | 【技能训练】 .....             | 233 |
| 第四节 选择夹紧机构.....  | 200 | 附录 .....                 | 241 |
| 【任务实施】 .....     | 206 | 附录 A 气门摇臂轴支座的工艺文件 .....  | 241 |
| 【复习与思考】 .....    | 208 | 附录 B 常用机床组、系代号及主参数 ..... | 250 |
| 【技能训练】 .....     | 209 | 附录 C 加工余量参数表 .....       | 253 |
| 项目七 综合训练 .....   | 213 | 附录 D 切削用量参数表 .....       | 259 |
| 【项目目标】 .....     | 213 | 参考文献 .....               | 265 |
| 【设计实例】 .....     | 213 |                          |     |

# 项目一 轴类零件的加工

## 【知识目标】

1. 熟悉机械的生产过程和工艺过程的基本概念；熟悉机械加工工艺过程的组成以及生产纲领、生产类型及其工艺特征。
2. 掌握机械加工中常用毛坯的种类及性能。
3. 掌握零件的结构工艺性。
4. 熟悉零件图分析的方法，能够阅读零件图、工艺文件。
5. 熟悉机械加工工序设计的基本内容。
6. 掌握机械加工工序设计的方法。

## 【能力目标】

1. 具有轴类零件工艺性分析的能力。
2. 掌握轴类零件毛坯的选择方法。
3. 具有编制简单轴类零件机械加工工艺方案的能力。
4. 初步具备制订较复杂轴类零件的工艺路线的能力。

## 【任务引入】

轴类零件是机械结构中用于传递运动和动力的重要零件之一，其加工质量直接影响机械的使用性能和运动精度。图 1-1 所示为一传动轴零件图，试根据图给出的相关信息，在使用通用设备加工的条件下，编制该零件的机械加工工艺。

## 【任务分析】

图 1-1 所示为一传动轴零件图，从结构上看，该零件是一个典型的阶梯轴，材料为 45 钢，生产纲领为小批生产，调质处理 217 ~ 255HBW。

### 1. 传动轴的结构和技术要求

该传动轴为普通的实心阶梯轴。轴类零件一般只有一个主要视图，主要标注相应的尺寸和技术要求，而其他要素如退刀槽、键槽等尺寸和技术要求标注在相应的剖视图里。

轴颈和装传动零件的配合轴颈表面，一般是轴类零件的重要表面，其尺寸精度、形状精度（圆度、圆柱度等）、位置与方向精度（同轴度、与端面的垂直度等）及表面粗糙度要求均较高，是轴类零件机械加工时应着重保障的要素。

图 1-1 所示的传动轴，轴颈 *M* 和 *N* 处是装轴承的，各项精度要求均较高，其尺寸为  $\phi 35js6$ （ $\pm 0.008$ ），且是其他表面的基准，因此是主要表面。配合轴颈 *Q* 和 *P* 处是安装传动零件的，与基准轴颈的径向圆跳动公差为 0.02mm（实际上是与 *M*、*N* 的同轴度），公差等级为 IT6。轴肩 *H*、*G* 和 *I* 端面为轴向定位面，其要求较高，与基准轴颈的圆跳动公差为 0.02mm（实际上是与 *M*、*N* 的轴线的垂直度），也是比较重要的表面。此外还有键槽、螺纹等结构要素。

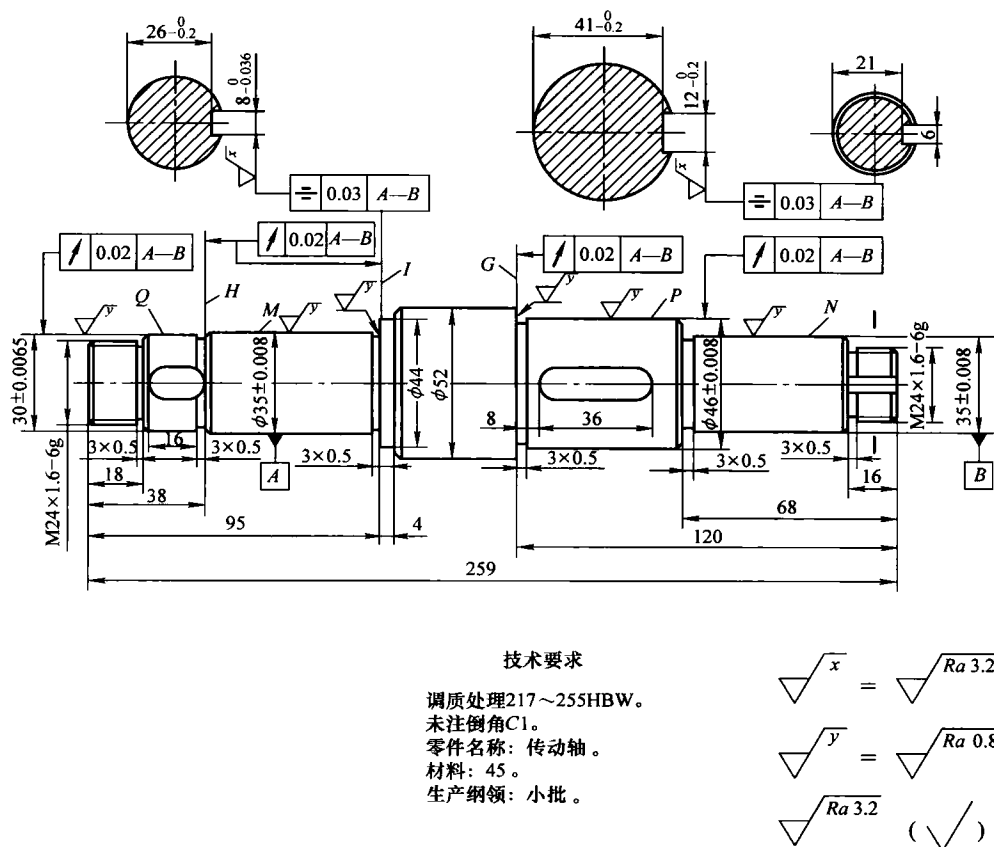


图 1-1 传动轴零件图

## 2. 毛坯选择

一般阶梯轴类零件材料常选用 45 钢；对于中等精度而转速较高的轴可用 40Cr；对于高速、重载荷等条件下工作的轴可选用 20Cr、20CrMnTi 等低碳合金钢进行渗碳淬火，或用 38CrMoAlA 氮化钢进行氮化处理。阶梯轴类零件的毛坯最常用的是圆棒料和锻件。

### 【相关知识】

机床和刀具等工艺装备及相关切削参数的选择都是从具体工艺要求出发的。实际上不同的零件和不同的生产规模，就有不同的加工工艺。同一个零件的同一加工内容和同样的加工批量，也可以有不同的加工工艺。选择不同的设备、工装和切削参数，在生产率和加工成本方面将产生不同的结果。

## 第一节 机械加工工艺规程

### 一、生产过程

#### (一) 生产过程概述

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。其中包括：

原材料的运输和保管,生产准备工作,毛坯制造,零件加工,部件和产品的装配,检验试车和机器的涂装包装等。

为了降低生产成本,一台机器的生产,往往由许多工厂联合起来完成。由若干个工厂共同完成一台机器的生产过程,除了比较经济之外,还有利于零部件的标准化和组织专业化生产。例如,一个汽车制造厂就需要利用其他工厂的成品(玻璃、电气设备、轮胎、仪表等)来完成整个汽车的生产过程。再如机床制造厂、轮船制造厂等都是如此。这时,某工厂所用的原材料、半成品或部件,却是另一工厂的成品。

工厂的生产过程,又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,可能是又一车间的半成品。

## (二) 生产系统

### 1. 系统的概念

任何事物都是数个相互作用和相互依赖的部分组成的,并具有特定功能的有机整体,这个整体就是“系统”。

在同一个系统中,至少要由两个要素组合而成,而且这些要素相互联系和相互作用并有其整体的目的性,还要具有适应其所处环境变化的能力。也就是说:要成为系统,必须具备集合性、相关性、目的性和环境适应性四个属性。

### 2. 机械加工工艺系统

在机械行业研究系统时必须引进“机械加工工艺系统”这个概念。一般把机械加工中由机床、刀具、夹具和工件组成的相互作用、相互依赖,并具有特定功能的有机整体,称为机械加工工艺系统,简称为工艺系统。机械加工工艺系统的整体目标是在特定的生产条件下,适应环境要求,在保证机械加工工序质量和产量的前提下,采用合理的工艺过程,并尽量降低工序成本。因此必须从系统这个整体出发,去分析和研究各种有关问题,才能实现系统的最佳工艺方案。

随着计算机和自动控制、检测等技术引入机械加工领域,出现了数字控制和适应控制等新型的控制系统。要实现系统最佳化,除了要考虑物质流,即考虑毛坯的各工序加工、存储和检测的物质流动过程外,还需要充分重视合理编制包括工艺文件、数据程序和适应控制模型等控制物质系统工作的信息流。图 1-2 所示为机械加工工艺系统图。

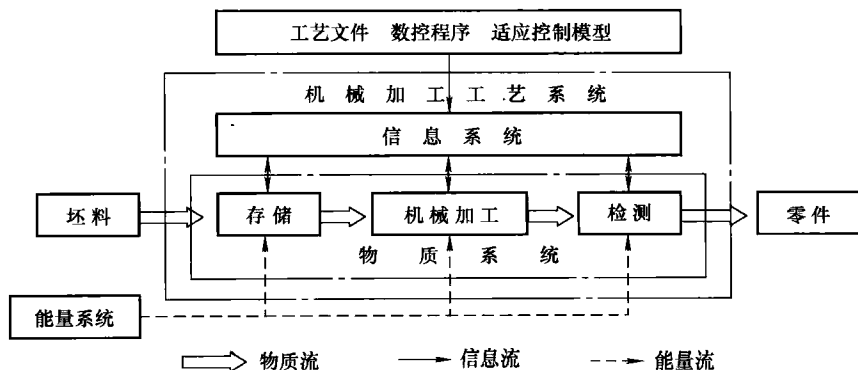


图 1-2 机械加工工艺系统图



### 3. 机械制造系统

如果进一步以整个机械加工车间为更高一级的系统来考虑,则该系统的整体目的就是使该车间能最有效地完成全部零件的机械加工任务。在机械加工过程中,将毛坯、刀具、夹具、量具和其他辅助物料作为“原材料”输入机械制造系统,经过存储、运输、加工、检验等环节,最后作为机械加工后的成品输出,形成物质流。由加工任务、加工顺序、加工方法、物质流要求等确定的计划、调度、管理等属于信息流。机械制造系统中能量的消耗及其流程为能量流,如图 1-3 所示。

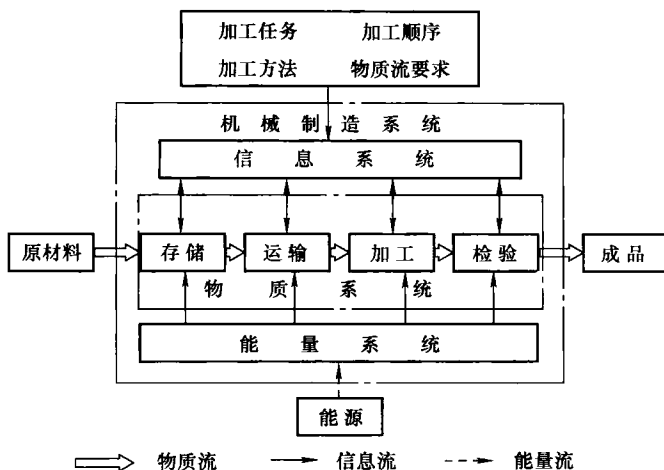


图 1-3 机械制造系统图

### 4. 生产系统

如果以整个机械制造工厂为整体,为了实现最有效的经营管理,以获得最高的经济效益,则不仅要把原材料、毛坯制造、机械加工、热处理、装配、涂装、试车、包装、运输和保管等物质范畴的因素作为要素来考虑,而且还需把技术情报,经营管理,劳动力调配、资源和能源利用、环境保护、市场动态、经济政策、社会问题和国际因素等信息作为影响系统效果更为重要的要素来考虑。

由此可见,生产系统是包括制造系统的更高一级的系统,而制造系统则是生产系统的子系统中比较重要的部分之一。

工厂是社会生产的基层单位,在社会主义市场经济体制下,工厂应根据市场供销情况以及自身的生产条件,决定自己生产的产品类型和产量,制订生产计划,进行产品设计、制造和装配,最后输出产品。所有这些生产活动的总和,用系统的观点来看,就是一个具有输入和输出的生产系统。图 1-4 为生产系统框图。

整个生产过程分为三个阶段:首先是决策阶段,工厂领导层根据市场需求或国

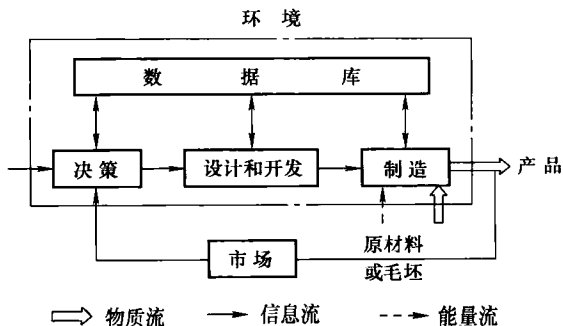


图 1-4 生产系统框图

家下达的任务，以及工厂自身的条件，经过充分的调查研究和反复论证后，确定产品的类型、产量和生产方式。其次为产品设计和开发阶段，根据已确定的产品类型、数量和生产方式，参考数据库中有关的信息资料，进行产品设计，新产品开发和工艺准备等工作。最后是产品制造阶段，即原材料变为产品的过程。

二、机械加工工艺过程

在各车间的生产过程中，机械加工工艺过程不仅包括直接改变工件形状、尺寸、位置和性质等的主要过程，还包括运输、保管、磨刀、设备维修等辅助过程。

在生产过程中，把用机械加工方法（主要是切削加工方法）按一定顺序逐渐改变毛坯的形状、尺寸、位置和性质，使其成为合格零件所进行的全部过程称为机械加工工艺过程，简称工艺过程。工艺过程又可以具体分为锻造、冲压、焊接、机械加工、热处理、电镀、装配等。

零件依次通过的全部加工过程称为工艺路线或工艺流程，工艺路线是制订工艺过程和进行车间分工的重要依据。

要制订工艺过程，就要了解工艺过程的组成。

1. 工序

一个或一组工人在一个工作地点，对一个或同时对几个工件连续完成的那一部分工艺过程称为工序。工序是组成工艺过程的基本单元。当加工对象（工件）更换时，或设备和工作地点改变时，或工艺过程的连续性有改变时，则形成另一道工序。这里的连续性是指工序内的工作须连续完成。

例如，图 1-5 所示的阶梯轴，如果各个表面都需要进行机械加工，则根据其产量和生产车间的不同，应采用不同的方案来加工。属于单件、小批量生产时可按表 1-1 方案来加工；如果属于大批、大量生产，则应改用表 1-2 方案加工。

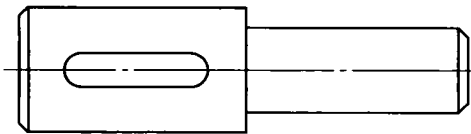


图 1-5 阶梯轴

表 1-1 单件、小批量生产的工艺过程

| 工 序 | 内 容                   | 设 备 |
|-----|-----------------------|-----|
| 10  | 车端面，打中心孔，掉头车另一端面，打中心孔 | 车 床 |
| 20  | 车大外圆及倒角，掉头车小外圆及倒角     | 车 床 |
| 30  | 铣键槽、去毛刺               | 铣 床 |

表 1-2 大批、大量生产的工艺过程

| 工 序 | 内 容       | 设 备  |
|-----|-----------|------|
| 10  | 铣两端面，打中心孔 | 专用铣床 |
| 20  | 车大外圆及倒角   | 车床   |
| 30  | 车小外圆及倒角   | 车床   |
| 40  | 铣键槽       | 键槽铣床 |
| 50  | 去毛刺       | 钳工台  |

## 2. 工步与复合工步

在加工表面、切削刀具和切削用量（仅指转速和进给量）都不变的情况下，所连续完成的那部分工艺过程，称为一个工步。图 1-6 所示为底座零件的孔加工工序，它由钻、扩、镗三个工步组成。

对于转塔自动车床的加工工序来说，转塔每转换一个位置，切削刀具、加工表面及车床的转速和进给量一般都发生改变，这样就构成了不同的工步，如图 1-7 所示。

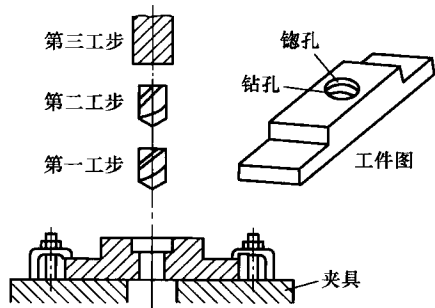


图 1-6 底座零件的孔加工工序

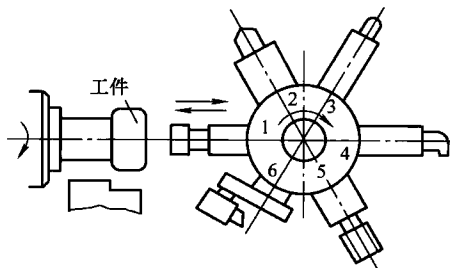


图 1-7 转塔自动车床的不同工步

有时为了提高生产率，经常把几个待加工表面用几把刀具同时进行加工，这可看作为一个工步，并称为复合工步，如图 1-8 所示。

## 3. 走刀

有些工步，由于余量较大或其他原因，需要同一切削用量（仅指转速和进给量）下对同一表面进行多次切削，这样刀具对工件的每一次切削就称为一次走刀，如图 1-9 所示。

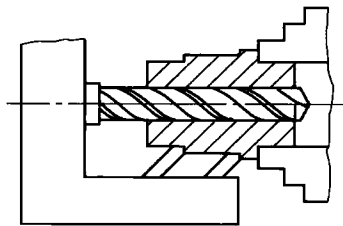


图 1-8 复合工步

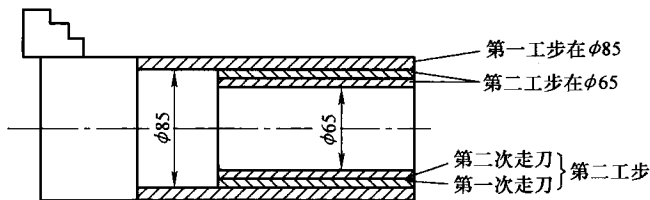


图 1-9 以棒料制造阶梯轴

## 4. 安装

为完成一道工序的加工，在加工前对工件进行定位、夹紧和调整作业称为安装。在一道工序内，可能只需进行一次安装（表 1-2 中工序 20）；也可能进行多次安装（表 1-1 中工序 10）。加工中应尽量减少安装次数，因为这不仅可以减少辅助时间，而且可以减少因安装误差而导致的加工误差。

## 5. 工位

为了完成一定的工序内容，一次装夹工件后，工件与夹具或设备的可动部分一起相对于刀具或设备的固定部分所占据的每一个位置称为工位。采用多工位夹具、回转工作台或在多轴机床上加工时，工件在机床上一次安装后，就要经过多工位加工。采用多工位加工可以减少工件

的安装次数,从而缩短了工时,提高了工作效率。多工位、多刀或多面加工,使工件几个表面同时进行加工,也可看成一个工步,即复合工步,如图1-10所示。

### 三、生产类型

#### (一) 生产纲领

产品的年生产纲领是指企业在计划期内应当生产的产品产量和进度计划。

零件的生产纲领要计入备品和废品的数量。对一个工厂来说,产品的产量和零件产量是不一样的。由于同一产品中,相同零件的数量可能不止一件,所以在成批生产产品的工厂中,也可能有大批大量生产零件的车间。某零件年生产纲领  $N$  按下列公式计算,即

$$N = Qn(1 + \alpha)(1 + \beta) \quad (1-1)$$

式中  $Q$ ——产品的年产量(台/年);

$n$ ——每台产品中该零件的数量(件/台);

$\alpha$ ——零件的备品百分率;

$\beta$ ——零件的废品百分率。

其中备品率的多少要根据用户和修理单位的需要考虑,一般由调查及检验确定,可在0~100%内变化。零件平均废品率根据生产条件不同各工厂不一样。生产条件稳定,产品定型,如汽车、机床等产品生产废品率一般为0.5%~1%;生产条件不稳定,新产品试制,废品率可高达50%。

#### (二) 生产类型

根据产品的大小、特征、生产纲领、批量及其投入生产的连续性,可分为三种不同的生产类型。

##### 1. 单件、小批生产

工厂的产品品种不固定,每一品种的产品数量很少,工厂大多数工作地点的加工对象经常改变。如重型机械、专用设备制造、造船业等一般属于单件生产。

##### 2. 大量生产

工厂的产品品种固定,每种产品数量大,工厂内大多数工作地点的加工对象固定不变。如汽车、拖拉机和轴承制造等一般属于大量生产。

##### 3. 成批生产

工厂的产品品种基本固定,但数量少,品种较多,需要周期地轮换生产,工厂内大多数工作地点的加工对象是周期性的变换。如通用机床、电动机制造一般属于成批生产。

生产类型决定于生产纲领,但也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可以参见表1-3。

从表1-3中可以看出,成批生产可以根据批量大小分为小批、中批和大批生产。小批生产的特点接近于单件生产;大批生产的特点接近于大量生产;中批生产的特点介于小批和大批生产之间。

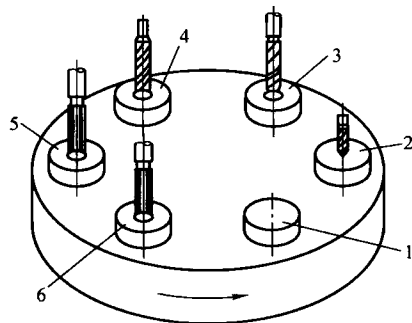


图 1-10 多工位加工

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

表 1-3 生产类型与生产纲领的关系

| 生 产 类 型 |    | 同类零件的生产纲领/件 |            |              |
|---------|----|-------------|------------|--------------|
|         |    | 重型零件        | 中型零件       | 小型零件         |
| 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 以上     | 5000 以上    | 50000 以上     |

所采用的生产类型不同，产品的制造工艺、工装设备、技术措施、经济效果等也不同。各种生产类型的工艺特征见表 1-4。机械制造技术就是根据不同生产类型的要求和被加工零件的结构及技术要求选择合理的加工方法、确定合理的加工工艺，以保证加工质量、提高生产率、降低加工成本的一门综合技术学科。

表 1-4 各种生产类型的工艺特征

| 项 目        | 生 产 类 型         |                             |                          |
|------------|-----------------|-----------------------------|--------------------------|
|            | 单件、小批生产         | 中批生产                        | 大量、大批生产                  |
| 加工对象       | 不固定、经常换         | 周期性地变换                      | 固定不变                     |
| 机床设备和布置    | 采用通用设备，按机群式布置   | 采用通用和专用设备，按工艺路线成流水线布置或机群式布置 | 广泛采用专用设备，全按流水线布置，广泛采用自动线 |
| 夹具         | 必要时不采用专用夹具      | 广泛使用专用夹具                    | 广泛使用高效能的专用夹具             |
| 刀具和量具      | 通用刀具和量具         | 广泛使用专用刀具、量具                 | 广泛使用高效率专用刀具、量具           |
| 毛坯情况       | 用木模手工造型、自由锻，精度低 | 金属型、模锻，精度中等                 | 金属型机器造型、精密铸造、模锻，精度高      |
| 安装方法       | 广泛采用划线找正等方法     | 保持一部分划线找正，广泛使用夹具            | 不需划线找正，一律用夹具             |
| 尺寸获得方法     | 试切法             | 调整法                         | 用调整法、自动化加工               |
| 零件互换性      | 广泛使用配刮          | 一般不用配刮                      | 全部互换，可进行调整               |
| 工艺文件形式     | 工艺过程卡片          | 工序卡片                        | 操作指导卡片及调整卡片              |
| 操作工人平均技术水平 | 较高              | 中等                          | 较低                       |
| 生产率        | 较低              | 中等                          | 较高                       |
| 成本         | 较高              | 中等                          | 较低                       |

四、机械加工工艺规程

（一）机械加工工艺规程概述

规定零件制造工艺过程和操作方法的工艺文件称为机械加工工艺规程，简称工艺规程。它是在具体的生产条件下，以最合理或较合理的工艺过程和方法，并按规定的形式写成的工艺文件，经审批后用来指导生产的。

工艺规程是所有有关的生产人员都要严格执行、认真贯彻的纪律性文件，它一般应包括下列内容：零件的加工工艺路线、各工序的具体加工内容、切削用量、工序工时以及所采用的设备和工艺装备等。

工艺规程有以下几方面作用：

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实验而制订的。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率与经济效益。因此，在生产中一般应严格地执行既定的工艺规程。实践证明，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，生产率的明显降低，甚至使生产陷入混乱的状态。

但是工艺规程也不应是固定不变的，工作人员应不断总结工人的革新创新，及时地吸取国内外先进技术，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. 工艺规程是组织生产和管理生产的基本依据

由工艺规程涉及的内容可以看出，在生产管理中，原材料及毛坯的供应、通用工艺装备的准备、机床负荷的调整、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、扩建工厂或车间的基本资料

在新建、扩建工厂或车间时，只有根据工艺规程和生产纲领才能正确地确定生产所需的机床和其他设备的种类、规格和数量，确定车间的面积、机床的布置、生产工人的工种、等级和数量以及辅助部门的安排等。

(二) 机械加工工艺规程的格式

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所依据的工艺文件。

1. 机械加工工艺流程卡片

这种卡片简称过程卡或路线卡。表 1-5 所示为以工序为单位简要说明产品或零部件的加

表 1-5 机械加工工艺流程卡片

| (工厂名)    | 机械加<br>工工艺<br>过程卡<br>片 | 产品名称及型号 |    | 零件名称     |             | 零件图号      |      |      |          |          |
|----------|------------------------|---------|----|----------|-------------|-----------|------|------|----------|----------|
|          |                        | 材料      | 名称 | 毛坯       | 种类          |           | 零件质量 | 毛重   |          | 第 页      |
|          |                        |         | 牌号 |          | 尺寸          |           | /kg  | 净重   |          | 共 页      |
|          |                        |         | 性能 |          | 每料件数        |           | 每台件数 | 每批件数 |          |          |
| 工序号      | 工序内容                   |         |    | 加工<br>车间 | 设备名称<br>及编号 | 工艺装备名称及编号 |      |      | 技术<br>等级 | 时间定额/min |
|          |                        |         |    |          |             | 夹具        | 刀具   | 量具   |          | 单件 时间—终结 |
|          |                        |         |    |          |             |           |      |      |          |          |
| 更改<br>内容 |                        |         |    |          |             |           |      |      |          |          |
|          |                        |         |    |          |             |           |      |      |          |          |
|          |                        |         |    |          |             |           |      |      |          |          |
| 编制       |                        | 抄写      |    | 校对       |             | 审核        |      | 批准   |          |          |

工过程的一种工艺卡片。过程卡是制订其他工艺文件的基础，也是生产技术准备、编制作业计划和组织生产的依据。这种卡片内容简单，各工序的说明不够具体，仅列出了零件加工所经过的工艺路线和工艺方案，故主要用于单件和小批生产的生产管理。

2. 机械加工工艺卡片

机械加工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，简称工艺卡。其内容介于机械加工工艺过程卡片和机械加工工序卡片之间。它是用来指导工人生产、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。它广泛适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、质量、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 1-6。

表 1-6 机械加工工艺卡片

| (工厂名) |     |     | 机械加工工艺卡片 | 产品名称及型号 |             | 零件名称                         |                                           | 零件图号    |                                                      |      |     |      |          |    |           |
|-------|-----|-----|----------|---------|-------------|------------------------------|-------------------------------------------|---------|------------------------------------------------------|------|-----|------|----------|----|-----------|
|       |     |     |          | 材料      | 名称          | 毛坯                           | 种类                                        | 零件质量    | 毛重                                                   |      | 第 页 |      |          |    |           |
|       |     |     |          |         | 牌号          |                              | 尺寸                                        |         | /kg                                                  |      |     | 净重   | 共 页      |    |           |
|       |     |     |          |         | 性能          |                              | 每料件数                                      |         |                                                      | 每台件数 |     | 每批件数 |          |    |           |
| 工序    | 安 装 | 工 步 | 工序内容     | 同时加工零件数 | 切削用量        |                              |                                           | 设备名称及编号 | 工艺装备名称及编号                                            |      |     | 技术等级 | 时间定额/min |    |           |
|       |     |     |          |         | 背吃刀量<br>/mm | 切削速度<br>/m·min <sup>-1</sup> | 切削速度<br>/r·min <sup>-1</sup><br>或双行程数/min |         | 进给量<br>/mm·min <sup>-1</sup><br>或 mm·r <sup>-1</sup> | 夹具   | 刀具  |      | 量具       | 单件 | 时间—<br>终结 |
|       |     |     |          |         |             |                              |                                           |         |                                                      |      |     |      |          |    |           |
| 更改内容  |     |     |          |         |             |                              |                                           |         |                                                      |      |     |      |          |    |           |
|       |     |     |          |         |             |                              |                                           |         |                                                      |      |     |      |          |    |           |
|       |     |     |          |         |             |                              |                                           |         |                                                      |      |     |      |          |    |           |
| 编制    |     |     |          | 抄写      |             | 校对                           |                                           | 审核      |                                                      | 批准   |     |      |          |    |           |

3. 机械加工工序卡片

这种卡片则更加详细地说明零件的各个工序应如何进行加工。在机械加工工序卡片上要画出工序简图，注明该工序的加工表面及应达到的尺寸和公差、关键的装夹方式、刀具的类型和位置、进刀方向和切削用量等，见表 1-7。该卡片多适用于大批大量或成批生产中比较重要的零件。

表 1-7 机械加工工序卡片

|          |              |         |      |        |      |         |                                                       |                                               |                              |      |      |              |            |    |    |    |    |  |
|----------|--------------|---------|------|--------|------|---------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------|------|------|--------------|------------|----|----|----|----|--|
| (工厂名)    | 机械加工<br>工序卡片 | 产品名称及型号 |      | 零件名称   | 零件图号 | 工序名称    | 工序号                                                   | 第 页                                           |                              |      |      |              |            |    |    |    |    |  |
|          |              |         |      |        |      |         |                                                       | 共 页                                           |                              |      |      |              |            |    |    |    |    |  |
| (画工序简图处) |              |         |      | 车间     | 工段   | 材料名称    | 材料牌号                                                  | 力学性能                                          |                              |      |      |              |            |    |    |    |    |  |
|          |              |         |      |        |      |         |                                                       |                                               |                              |      |      |              |            |    |    |    |    |  |
|          |              |         |      | 同时加工件数 | 每料件数 | 技术等级    | 单件时间<br>/min                                          | 准备—终结<br>时间/min                               |                              |      |      |              |            |    |    |    |    |  |
|          |              |         |      |        |      |         |                                                       |                                               |                              |      |      |              |            |    |    |    |    |  |
|          |              |         |      | 设备名称   | 设备编号 | 夹具名称    | 夹具编号                                                  | 切削液                                           |                              |      |      |              |            |    |    |    |    |  |
|          |              |         |      |        |      |         |                                                       |                                               |                              |      |      |              |            |    |    |    |    |  |
|          |              |         |      | 更改内容   |      |         |                                                       |                                               |                              |      |      |              |            |    |    |    |    |  |
|          |              |         |      |        |      |         |                                                       |                                               |                              |      |      |              |            |    |    |    |    |  |
|          |              |         |      |        |      |         |                                                       |                                               |                              |      |      |              |            |    |    |    |    |  |
|          |              |         |      |        |      |         |                                                       |                                               |                              |      |      |              |            |    |    |    |    |  |
|          |              |         |      |        |      |         |                                                       |                                               |                              |      |      |              |            |    |    |    |    |  |
| 工步号      | 工步内容         | 计算数据/mm |      |        | 切削用量 |         |                                                       |                                               | 工时定额/min                     |      |      |              | 刀具、量具及辅助工具 |    |    |    |    |  |
|          |              | 直径或长度   | 进给长度 | 单边余量   | 走刀次数 | 背吃刀量/mm | 进给量<br>/min·r <sup>-1</sup><br>或 mm·min <sup>-1</sup> | 切削速度<br>/r·min <sup>-1</sup><br>或双行程数<br>/min | 切削速度<br>/m·min <sup>-1</sup> | 基本时间 | 辅助时间 | 工作地点<br>服务时间 | 工步号        | 名称 | 规格 | 编号 | 数量 |  |
|          |              |         |      |        |      |         |                                                       |                                               |                              |      |      |              |            |    |    |    |    |  |
| 编制       |              |         |      |        | 抄写   |         |                                                       |                                               | 校对                           |      |      |              | 审核         |    |    |    | 批准 |  |

第二节 零件的工艺性分析

在制订零件的工艺规程之前，应对零件的工艺性进行分析。这主要包括以下两个方面的内容。

一、零件的技术性分析

制订工艺规程时，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，以便在制订工艺规程时采取适当的措施加以保证。具体内容包括：

- 1) 审查零件图的视图、尺寸、公差和技术条件等是否完整。
- 2) 审查各项技术要求是否合理。过高的精度要求、过小的表面粗糙度值的要求会使工艺过程复杂、加工困难、成本提高。
- 3) 审查零件材料及热处理选用是否合适。在满足零件功能的前提下应选用廉价材料。材料选择还应首选国内材料，不要轻易选用贵重及紧缺的材料。若选用不当，不仅无法满足产品的技术要求或造成浪费，而且可能会使整个工艺过程无法进行。零件的热处理要求与所选用的零件材料有直接的关系，应按所选材料审查其热处理要求是否合理。

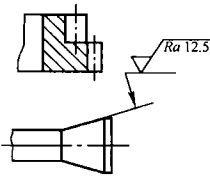
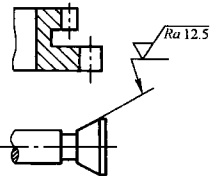
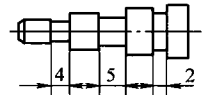
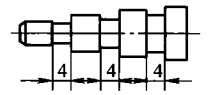
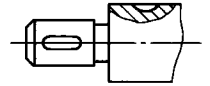
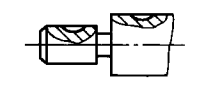
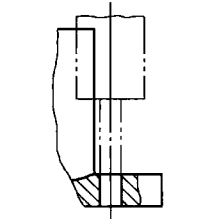
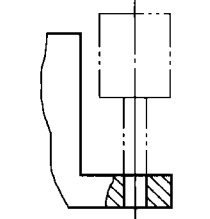
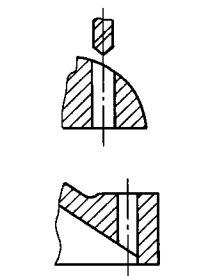
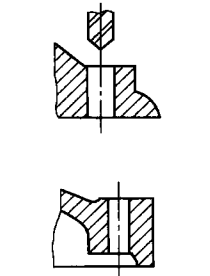
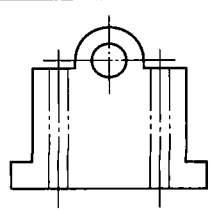
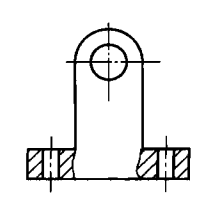


二、零件的结构工艺性分析

对零件进行工艺分析的一个主要内容就是研究、审查机器和零件的结构工艺性。

所谓零件的结构工艺性是指所设计的零件在满足使用要求的前提下，其制造的可行性和经济性。在进行零件结构设计时应考虑到加工的装夹、对刀、测量、切削效率等。零件结构工艺性的好坏是相对的，要根据具体的生产类型和生产条件来分析。结构工艺性好可以方便制造，降低制造成本；不好的结构工艺性会使加工困难，浪费材料和工时，甚至无法加工。表 1-8 列出了零件机械加工结构工艺性对比的一些实例。

表 1-8 零件机械加工结构工艺性对比的一些实例

| 序号 | A 结构结构工艺性差                                                                          | B 结构结构工艺性好                                                                          | 说 明                                |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 1  |    |    | B 结构留有退刀槽，便于进行加工，并能减少刀具和砂轮的磨损      |
| 2  |    |    | B 结构采用相同的槽宽，可减少刀具种类和换刀时间           |
| 3  |    |    | 由于 B 结构键槽的方位相同，就可在一次安装中进行加工，提高了生产率 |
| 4  |  |  | A 结构不便引进刀具，难以实现孔的加工                |
| 5  |  |  | B 结构可避免钻头钻入和钻出时因工件表面倾斜而造成引偏或断屑     |
| 6  |  |  | B 结构节省材料，减少了质量，并且避免了深孔加工           |