



复旦卓越·高职高专21世纪规划教材

# 机械制造工艺

徐福林 包幸生 主编



 复旦大学出版社

# 机械制造工艺

主 编 徐福林 包幸生  
副主编 姜 辉 张宗武  
参 编 冯健明 周立波  
主 审 刘素华

復旦大學出版社

## 内容提要

本书介绍了现代机械制造工艺的基本理论以及机械制造工艺规程的制订方法。

第一篇主要介绍了传统机械加工工艺的基本理论和传统机械加工工艺规程的制订方法；第二篇主要介绍了现代制造业普及的数控加工工艺的特点，机械加工质量分析、生产率分析以及工艺管理的基本方法，数控加工工艺规程的制订方法；第三篇主要介绍了现代制造业中采用的数控特种加工工艺和工艺规程的制订方法；第四篇主要介绍了现代先进制造企业普遍采用的 CAPP/CAM 技术要点。本书的内容以培养技术应用型人才为出发点，理论联系实际，职业技术教育专业要求与职业岗位应知应会兼顾。

本书可作为工程应用型本科、高等职业技术学院、开放大学、社会职业培训机构的机械制造及自动化、数控技术、模具设计与制造等机电类专业的教学用书，也可供相关专业师生及企业科技人员参考。

# 前 言

机械制造工艺是机械制造技术的关键,机械制造业是国家发展的支柱产业。当前,我国正处于实现“中国梦”的关键阶段,新材料、新技术、新工艺、新装备的应用日新月异,而大量掌握先进制造技术的应用型人才是制造业腾飞的基础。目前,大多数学校机械制造工艺教材主要讲述传统车、铣、刨、磨的机械加工工艺,这与飞速发展的现代先进制造业对机械制造工艺人才规格的需求格格不入!培养既精通传统机械加工工艺,又能理解现代数控加工工艺,了解先进制造技术的现代机械制造工艺人才显得十分迫切。

传统机械加工工艺是现代制造工艺的基础,本书从培养现代机械制造业技术应用型人才的目的出发,在介绍传统机械加工工艺的基本理论及工艺规程制订方法的基础上,介绍了数控加工工艺的特点以及数控加工工艺规程的制订、数控特种加工技术及工艺、CAPP/CAM 技术等内容。本书的特色如下:

1. 采用“任务引领,项目导向”的教学模式组织内容。
2. 每一篇内容都设置有“任务导航”“任务小结”“任务思考”“案例分析”等模块,便于读者学习。
3. 各篇的内容依据制造技术的发展为线索递进介绍,各阶段的技术既有联系又各具独立性,可供不同类型的读者灵活使用本书。
4. 全书每部分内容都配有案例分析,理论联系实际,把抽象的“工艺设计”变得有规律可循、具体可操作,方便初学者学习使用本书。
5. 本书对近几年出现的新工艺、新技术、新装备进行了介绍,内容比较齐全。

本书第一篇机械加工工艺,任务1机械加工工艺员由上海市高级技工学校冯健明老师编写,任务2机械加工工艺师由上海市高级技工学校张宗武老师编写;第二篇数控加工工艺,任务3数控加工工艺员由上海市高级技工学校周立波老师编写,任务4数控加工工艺师由苏州经贸职业技术学院姜辉老师编写;第三篇数控特种加工工艺由上海工程技术大学包幸生老师编写;第四篇CAPP/CAM 工艺设计基础由上海工程技术大学高职学院(上海市高级技工学校)徐福林老师编写。

全书由上海工程技术大学高职学院(上海市高级技工学校)徐福林老师负责统稿,上海工程技术大学高职学院(上海市高级技工学校)刘素华博士负责审稿。

由于编者水平有限,错误和不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

## 目 录

<b>第一篇 机械加工工艺</b> .....	1	3.3 数控加工工艺文件的编制 .....	59
任务导航 .....	1	<b>案例三 盖板零件的数控加工工艺文件</b>	
<b>任务 1 机械加工工艺员</b> .....	1	编制 .....	62
1.1 机械加工工艺基础知识 .....	1	任务小结 .....	66
1.2 机械加工工艺规程的组成 .....	2	任务思考 .....	66
1.3 生产纲领与生产类型及其工艺		<b>任务 4 数控加工工艺师</b> .....	67
特征 .....	3	4.1 加工中心工艺特点 .....	67
1.4 获得机械加工精度的方法 .....	4	4.2 成组工艺简介 .....	71
1.5 机械加工工艺规程概述 .....	6	4.3 装配工艺简介 .....	75
<b>案例一 阶梯轴零件的机械加工</b>		4.4 工艺分析与工艺管理	
工艺文件识读 .....	9	基础 .....	78
任务小结 .....	12	<b>案例四 异形支架零件的数控加工工艺</b>	
任务思考 .....	12	文件编制 .....	116
<b>任务 2 数控加工工艺师</b> .....	12	任务小结 .....	119
2.1 机械加工基础理论 .....	12	任务思考 .....	120
2.2 机械加工工艺文件的		<b>第三篇 数控特种加工工艺</b> .....	121
编制 .....	25	任务导航 .....	121
<b>案例二 拨叉零件的机械加工工艺文件</b>		<b>任务 5 数控特种加工工艺员</b> .....	121
编制 .....	38	5.1 特种加工概述 .....	121
任务小结 .....	41	5.2 特种加工的种类及工艺	
任务思考 .....	41	特点 .....	123
<b>第二篇 数控加工工艺</b> .....	43	<b>案例五 凹模零件的数控线切割加工</b>	
任务导航 .....	43	工艺文件编制 .....	130
<b>任务 3 数控加工工艺员</b> .....	43	任务小结 .....	133
3.1 数控加工基本知识 .....	43	任务思考 .....	133
3.2 数控加工工艺特点 .....	53		



<b>第四篇 CAPP/CAM 工艺设计</b> .....	134	任务 7 CAM 技术简介 .....	147
任务导航 .....	134	7.1 NX/CAM 简介 .....	147
任务 6 CAPP 技术简介 .....	134	7.2 车削 CAM 工艺设计初步 .....	154
6.1 CAPP 基础 .....	134	7.3 型腔铣削 CAM 工艺设计	
6.2 CAPP 的基本原理 .....	135	初步 .....	158
6.3 CAPP 的组成与基本结构 .....	136	7.4 多轴加工 CAM 工艺设计	
6.4 CAPP 系统的类型 .....	137	初步 .....	161
6.5 CAXA 软件 CAPP 模块		任务小结 .....	167
简介 .....	140	任务思考 .....	167
案例六 定位插销零件的 CAXA 系统			
CAPP 工艺文件编制 .....	142	附录 1: 车削 CAM 加工实例 .....	168
任务小结 .....	146	附录 2: 铣削 CAM 加工实例 .....	183
任务思考 .....	146	附录 3: 多轴 CAM 加工实例 .....	188

# 第一篇

【 机 械 制 造 工 艺 】

## 机械加工工艺



**任务导航** 本篇主要介绍机械加工工艺从业人员必须掌握的基本概念、基础理论,以及机械加工工艺基本技能。主要内容有:机械加工生产过程、工艺过程及生产类型的相关基本概念,获得机械加工精度的方法,制订机械加工工艺规程的基本知识及技能。通过两个案例,阐述了机械加工工艺文件识读和编制方法。

### 任务 1 机械加工工艺员

#### 1.1 机械加工工艺基础知识

##### 1. 生产过程

从原材料或半成品到成品制造出来的各有关劳动过程的总和称为生产过程。一个产品的生产过程包括:

- 原材料(或半成品、元器件、标准件、工具、工装、设备)的购置、运输、检验、保管;
- 生产准备工作,如编制工艺文件、专用工装及设备的设计与制造等;
- 毛坯制造;
- 零件的机械加工及热处理;
- 产品装配与调试、性能试验,以及产品的包装、发运等工作。

##### 2. 工艺过程

在生产过程中直接用于改变生产对象的尺寸、形状、性能(包括物理性能、化学性能、机械性能等)以及相对位置关系的过程,统称为工艺过程。

常见的工艺过程有铸造、锻造、冲压、焊接、机械加工、装配等,本课程只研究机械加工过程和装配工艺过程;铸造、锻造、冲压、焊接、热处理等工艺过程一般是材料成型技术课程的研究内容。

用机械加工的方法直接改变毛坯形状、尺寸和机械性能等,使之变为合格零件的过程,称为机械加工工艺过程,又称为工艺路线或工艺流程。

由此可见,机械加工工艺过程是工艺过程的一种,而工艺过程是生产过程的一部分。

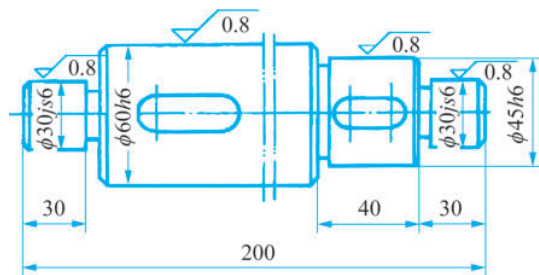


图 1-1 阶梯轴

## 1.2 机械加工工艺规程的组成

### 1. 工序

工序是指同一个或一组工人,在同一台机床或同一场所,对同一个或同时对几个工件所连续完成的那一部分工艺过程。即“三同一,一连续”。可见,工作地、工人、零件和连续作业是构成工序的 4 个要素,其中任一要素的变更即构成新的工序。连续作业是指该工序内

的全部工作要不间断地连续完成。一个工艺过程需要包括哪些工序,由被加工零件结构复杂的程度、加工要求及生产类型决定。如图 1-1 所示的阶梯轴,在不同生产类型的工艺过程见表 1-1 及表 1-2。

表 1-1 阶梯轴单件生产的工艺过程

工序号	工序名称	设备
1	车端面,打中心孔,车外圆,切退刀槽,倒角	车床
2	铣键槽	铣床
3	磨外圆,去毛刺	磨床

表 1-2 阶梯轴大批大量生产的工艺过程

工序号	工序名称	设备
1	铣端面,打中心孔	铣端面和打中心孔机床
2	粗车外圆	车床
3	精车外圆,切退刀槽,倒角	车床
4	铣键槽	铣床
5	磨外圆	磨床
6	去毛刺	钳工台

同一工序中,有时也可能包含很多加工内容。为了更明确划分各阶段的加工内容,规定其加工方法,可将一个工序进一步划分为若干个工步。

### 2. 工步

工步是指在加工表面不变、加工工具不变、主要切削用量不变的条件下,连续完成的那一部分工序内容,即所谓“三不变、一连续”。同一加工表面往往要用同一工具加工几次才能完成,每次加工所完成的一部分工步称为一个工作行程或走刀。例如车外圆表面,连续车削 3 次,每次切削的切削用量中,仅切削深度这一项逐渐递减,将这 3 次切削作为同一工步,每次切削为一次走刀,即该工步包含 3 次走刀。



### 3. 安装

有些零件加工时,需要经过几次不同的装夹,第一次装夹的夹紧面必须经第二次装夹才能得以加工。将每次装夹后所完成的那部分工序称为一次安装。如图 1-1 所示的零件,在大批大量生产的工艺过程中,其第 2、3 和 5 工序中必须经过两次安装才能完成其工序的全部内容。可见安装是工序的一个部分,但在一个工序中应尽量减少安装次数,以免增加辅助时间及安装误差。

### 4. 工位

为了减少工件的安装次数,常采用多工位夹具或多轴(或多工位)机床,使工件在一次安装中先后经过若干个不同位置,顺次加工。此时,工件在机床上占据每一个位置所完成的那部分工序称为工位。

工序、安装、工位、工步与走刀等之间的关系如图 1-2 所示。

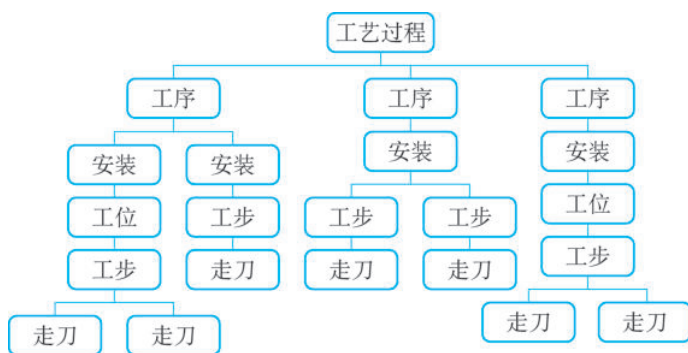


图 1-2 工序、安装、工位、工步与走刀的关系

## 1.3 生产纲领与生产类型及其工艺特征

### 1. 生产纲领

企业根据市场需求和自身的生产能力决定生产计划。在计划期内应当生产产品的产量和进度计划称为生产纲领。计划期一般定为一年,所以生产纲领就是产品的年产量。零件的生产纲领应计入废品和备品的数量。

零件的年生产纲领可按式计算,即:

$$N = Qn(1 + a + b)。 \quad (1-1)$$

式中, $N$  为零件的年产量,件/年; $Q$  为产品的年产量,台/年; $n$  为每台产品中该零件的数量,件/台; $a$  为备品的百分率; $b$  为废品的百分率。

生产纲领的大小决定了产品(或零件)的生产类型,而各种生产类型又有不同的工艺特征,制订工艺规程必须符合其相应的工艺特征。因此,生产纲领是制订和修改工艺规程的重要依据。

### 2. 生产类型

生产类型是衡量一个生产单位(企业、车间、班组等)生产某一产品的专业化程度的指标,其实质是某一个产品生产规模的大小,通常可分为:

(1) 单件小批量生产 单个地或少量重复生产某一产品。常用于新产品试制,专用设备



制造,大型、重型机器制造。

(2) 批量生产 一年中分批制造相同产品。例如,一、三季度生产 A 产品,二、四季度生产 B 产品。

(3) 大量生产 常年重复生产相同产品。例如,汽车、拖拉机、发动机及一些通用件(如轴承)等都以此种生产方式组织生产。

生产纲领和生产类型的关系因产品的大小和复杂程度而不同。生产类型的划分方式,见表 1-3、表 1-4。

表 1-3 按工作地专业化程度划分生产类型(GB/T 24738—2009)

生产类型	工作地专业化程度	
	工作地所担负的工序数 $m$	大批和大量生产 $K_B$
单件生产	40 以上	0.025 以下
小批生产	20~40	0.025~0.05
中批生产	10~20	0.05~0.1
大批生产	2~10	0.1~0.5
大量生产	1~2	0.5 以上

注:表中  $K_B=1/m$

表 1-4 按生产产品的年产量划分生产类型(GB/T 24738—2009)

生产类型	年产量		
	重型机械	中型机械	轻型机械
单件生产	$\leq 5$	$\leq 20$	$\leq 100$
小批生产	5~100	20~200	100~500
中批生产	100~300	200~500	500~5 000
大批生产	300~1 000	500~5 000	5 000~50 000
大量生产	$> 1 000$	$> 5 000$	$> 50 000$

注:表中生产类型的年产量应根据各企业产品情况而定

## 1.4 获得机械加工精度的方法

### 一、获得尺寸精度的方法

#### 1. 试切法

试切(一小段)→测量→调刀→再试切,反复进行,直到达到规定尺寸再加工的一种加工方法,称为试切法。图 1-3 所示是一个车削的试切法实例。试切法加工的生产率低,加工精度取决于工人的技术水平,故常用于单件小批生产。

#### 2. 调整法

先调整好刀具的位置,然后以不变的位置加工一批零件的方法,称为调整法。如图 1-4 所示,铣削时用对刀块和厚薄规调整铣刀位置的方法。调整法加工的生产率较高,精度较稳定,常用于批量、大量生产。

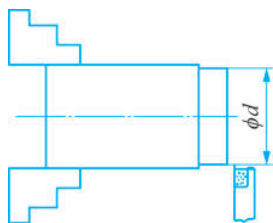


图 1-3 试切法

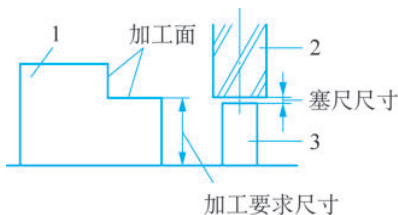


图 1-4 铣削时的调整法对刀

### 3. 定尺寸刀具法

通过刀具的尺寸来保证加工表面的尺寸精度,这种方法叫做定尺寸刀具法。例如,用钻头、铰刀、拉刀加工孔均属于定尺寸刀具法。这种方法操作简便,生产率较高,加工精度也较稳定。

### 4. 自动控制法

自动控制法是通过自动测量和数字控制装置,在达到尺寸精度时自动停止加工的一种尺寸控制方法。例如,数控加工就是采用自动控制法获得精确尺寸精度的。这种方法加工质量稳定、生产率高,是机械制造业的发展方向。

## 二、获得形状精度的方法

### 1. 刀尖轨迹法

通过刀尖的运动轨迹获得形状精度的方法称为刀尖轨迹法。形状精度取决于刀具和工件间相对成形运动的精度。车削、铣削、刨削等均属于刀尖轨迹法;数控切削加工通过 CNC 及 PLC 精确控制刀尖和工件作相对成形运动,获取零件的形状精度的方法亦属于刀尖轨迹法。

### 2. 仿形法

刀具按照仿形装置进给加工工件的方法称为仿形法。仿形法所得到的形状精度取决于仿形装置的精度以及其他成形运动的精度。仿形铣、仿形车均属仿形法加工。

### 3. 成形法

利用成形刀具加工工件获得形状精度的方法称为成形法。成形刀具替代一个成形运动(合成运动),所获得的形状精度取决于成形刀具的形状精度和其他成形运动精度。

### 4. 展成法

刀具和工件做展成切削运动(合成运动)形成包络面获得形状精度的方法称为展成法(或称包络法)。滚齿、插齿就属于展成法。

## 三、获得位置精度的方法(工件的安装方法)

当零件较复杂、加工面较多时,需要经过多道工序,其位置精度取决于工件的安装方式和安装精度。工件安装常用的方法如下。

### 1. 直接找正安装

用划针、百分表等工具直接找正工件位置并夹紧的方法称为直接找正安装法。如图 1-5 中用四爪单动卡盘安装工件,要保证加工后的 B 面与 A 面的同轴度要求,先用百分表按外圆 A 找正,夹紧后车削外圆 B,保证 B 面与 A 面的同轴度要求。此法生产率低,精度取决于工人技术水平和测量工具的精度,一般只用于单件小批生产。

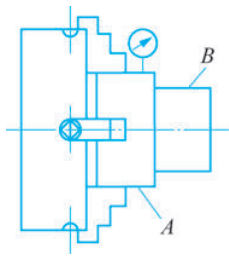


图 1-5 直接找正定位安装



## 2. 按划线找正安装

先用划针画出要加工表面的位置,再按划线用划针找正工件在机床上的位置并夹紧。由于划线既费时,又需要技术高的划线工,所以一般用于批量不大、形状复杂而笨重的工件或低精度毛坯的加工。

## 3. 用夹具安装

将工件直接安装在夹具的定位元件上的方法。这种方法安装迅速方便,定位精度较高而且稳定,生产率较高,广泛应用于批量和大量生产。

# 1.5 机械加工工艺流程概述

机械加工工艺流程是按一定格式以文件形式记录的工艺过程 and 操作方法。它具有稳定生产秩序、保证加工质量、指导生产计划、组织和管理等作用,是有关生产人员认真贯彻执行的法律性文件,不得随意更改。

## 一、工艺规程的作用

工艺规程是机械制造厂最主要的技术文件之一,是工厂规章条例的重要组成部分。其具体作用如下:

- 它是指导生产的主要技术文件。工艺规程是最合理的工艺过程的表格化,是在工艺理论和实践经验的基础上制订的。工人只有按照工艺规程生产,才能保证产品质量和较高的生产率以及较好的经济效果。
- 它是组织和管理生产的基本依据。在产品投产前要根据工艺规程进行有关的技术准备和生产准备工作,如安排原材料的供应、通用工装设备的准备、专用工装设备的设计与制造、生产计划的编排、经济核算等工作。生产中对工人业务的考核也是以工艺规程为主要依据的。
- 它是新建和扩建工厂的基本资料。新建或扩建工厂或车间时,要根据工艺规程来确定所需要的机床设备的品种和数量、机床的布置、占地面积、辅助部门的安排等。

## 二、工艺规程的格式

将工艺规程的内容填入一定格式的卡片,即成为工艺文件。目前,工艺文件还没有统一的格式,各厂都是按照一些基本的内容,根据具体情况自行确定。各种工艺文件的基本格式如下。

### 1. 机械加工工艺流程卡(工艺路线卡)

工艺过程卡规定整个生产过程中,产品(或零件)所要经过的车间、工序等总的加工路线及所有使用的设备、工艺装备和工时等内容,可以作为工序卡片的汇总文件。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,而多作为生产管理使用。在单件小批生产中,通常不编制其他较详细的工艺文件,而是以这种卡片指导生产,这时应编制得详细些。表 1-5 是机械加工工艺流程卡的参考样式。

### 2. 机械加工工艺卡

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流程卡片和机械加工工序卡片之间,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,以及加工后要达到的精度和表面粗糙度等。表 1-6 是机械加工工艺卡的参考样式。



表 1-5 机械加工工艺过程卡

单位名称		机械加工工艺过程卡		产品型号	零(部)件图号						
				产品名称	零(部)件名称		共 页	第 页			
材料 牌号		毛坯种类		毛坯外 形尺寸		每毛坯可 制件数		每台 件数	备注		
工序 号	工序 名称	工序内容				车间	工段	设备	工艺 装备	工时	
										准终	单件
1											
2											
3											
								设计 日期	审核 日期	标准 日期	会签 日期
标记	处数	更改 文件号	签字	日期	标记	处数	更改 文件号	签字	日期		

表 1-6 机械加工工艺卡

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 /kg	毛重	第 页						
				牌号		尺寸		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 /mm	切 削 速 度/ (m/min)	切 削 速 度/ (r/min) 或 双 行 程 数/min	进 给 量/ (mm/min) 或 (mm/r)		夹 具	刀 具	量 具		单 件	时 间 一 终 结
更改 内容															
编制		抄写		校对		审核		批准							

### 3. 机械加工工序卡

工序卡是规定某一工序内具体加工要求的文件。除工艺守则已做出规定的之外,一切与工序有关的工艺内容都集中在工序卡片上,是用来具体指导工人操作的一种最详细的工艺文件。在这种卡片上,要画出工序简图,注明该工序的加工表面及应达到的尺寸精度和粗糙度要求、工件的安装方式、切削用量、工装设备等内容。在大批大量生产时都要采取这种卡片。如机械加工工序卡、装配工序卡、操作指导卡等。表 1-7 是机械加工工序卡的参考样式。



表 1-7 机械加工工序卡

(单位名称)				工序名称			工序号				
(工序图)				产品名称			产品型号				
				零件名称			零件图号				
				每台产品零件数			备注				
				毛坯种类			材料牌号				
				毛坯外形尺寸							
				夹具名称			夹具编号				
				上工序			下工序				
				工时定额/min			准备结束时间		单件时间		
辅助时间		工时定额									
基本时间											
工步	工步内容	背吃刀量 mm	转速/(r/min)	切削速度/(m/min)	进给量/(mm/min)	刀具		辅助工具		量具	
						名称	编号	名称	编号	名称	编号
1											
2											
3											
编制		学号		审核				共 页		第 页	

需要说明的是,以前为了日常生产中使用时不易破损,机械加工工艺卡一般用卡纸(较一般的纸厚,120 g 以上)制作成 A4(B5、16K)大小的卡片,因此,工艺卡又称为工艺卡片。使用时,由于工艺路线较长、工序内容较多,可能一张卡片不够填,可取另一张继续填,直到把相应的工艺内容写完整。

### 三、制订工艺规程的原则

制订工艺规程应遵循如下原则:

- 必须可靠地保证零件图纸上所有的技术要求的实现;
- 在规定的生产纲领和生产批量下,一般要求工艺成本最低;
- 充分利用现有生产条件,少花钱,多办事;
- 尽量减轻工人的劳动强度,保障生产安全,创造良好、文明的劳动条件。

### 四、制订工艺规程的原始资料

在制订机械加工工艺规程时,必须首先掌握下列原始资料。这些原始资料有的是领导部门下达的,有些则要自己精心收集和详细调查了解。必须掌握的原始资料有:

- 产品的整套装配图和零件图;
- 产品验收的质量标准;
- 产品的生产批量及生产纲领;
- 毛坯的情况;



- 本厂的生产条件；
- 各种有关手册、标准及指导性文件。

手册有切削用量手册、加工余量手册、时间定额手册、夹具手册、刀具手册以及机床技术性能手册；标准有公差标准、机械零件标准等。这些资料是制订工艺规程所需要的。

### 五、制订工艺规程的步骤

有了上述资料，即可开始制订工艺规程，其大致步骤如下：

- 分析产品的零件图与装配图；
- 计算零件的生产纲领，确定生产类型，计算生产节拍；
- 选择毛坯，根据零件的材料、结构、生产节拍，选择毛坯的种类与制造方法；
- 拟定工艺路线；
- 确定各工序所用的设备和工艺装备；
- 确定各工序的加工余量，计算各工序的尺寸与公差；
- 计算切削用量，估算工时定额；
- 确定各主要工序的检验方法；
- 评价各种工艺路线，进行技术经济分析；
- 填写工艺文件。

#### 案例一 阶梯轴零件的机械加工工艺文件识读

图 1-6 所示为某二级减速器中的阶梯轴，年产量为 5 000 件。表 1-8 是阶梯轴的机械加工工艺过程卡，表 1-9 为工序号 45 的工序卡。

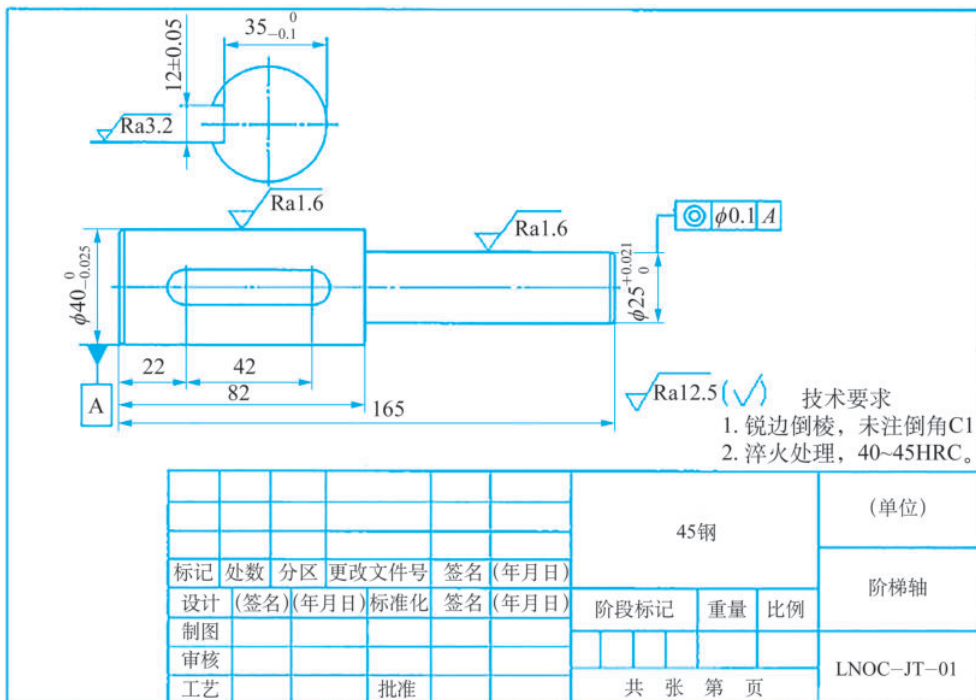


图 1-6 阶梯轴零件图



表 1-8 阶梯轴机械加工工艺流程卡

		机械加工工艺 过程卡片		产品型号		零件图号					
				产品名称		零件名称		共 页	第 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			
工序号	工序名称	工序内容			车间	工段	设备	工艺装备		工时/s	
										准终	单件
05	下料	下料 $\phi 55 \times (102.5 \pm 0.35)$			金		锯床				
10	锻	见锻件毛坯图			锻						
15	热	退火 35~42HRC			热						
20	车	车 $\phi 40$ 段外圆到 $\phi 40.4_{-0.16}^0$ , $\phi 25$ 段外圆到 $\phi 25.4_{-0.13}^0$ , 保证长度 82 和 165, 两端打 A 型中心孔, 车退刀槽 $3 \times 2$ , 倒角 $1 \times 45^\circ$			机		C6140	YT5 硬质合金外圆车刀、中心钻 A3, 0/7.5 GB/T 6078.1 - 1998		10	169
25	铣	铣键槽宽 $(12 \pm 0.05)$ mm, 深度至 $35.2_{-0.0875}^0$			机		X5012	高速工具钢 $\phi 12$ mm 键槽铣		11	154
35	热	淬火 52 - 58HRC			热						
40	钳	研磨两端中心孔			金		中心孔研磨机	硬质合金研磨棒		10	120
45	磨	磨 $\phi 40$ 和 $\phi 25$ 外圆到设计尺寸			机		M1331	双顶尖、外径千分尺		11	416
50	检查										
					设计 (日期)	校对 (日期)	审核 (日期)	标准化 (日期)	会签 (日期)		

表 1-9 阶梯轴工序 45 机械加工工序卡

阶梯轴机械加工工序卡片		产品型号	H35	零部件图号	201000115		
		产品名称	起重机	零部件名称	阶梯轴	共 20 页	第 16 页
		车间	工 序 号	工 序 号 称	材料牌号		
		金工	45	磨	45 钢		
		毛坯种类	毛坯外形尺寸	每毛坯可制件数	每台件数		
		原型材	$\phi 45 \times 169$	1	1		
		设备名称	设备型号	设备编号	同时加工件数		
		外圆磨床	M1331	10012	1		
		夹具编号		夹具名称		切削液	
						乳化液	

