

# 项目

# 1

## 机械制造工艺 基本知识

### 任务1 基本概念

**任务描述：**了解生产过程和工艺过程；  
掌握工艺过程的组成；  
了解生产类型和工艺特征；  
了解机械加工工艺规程。

**任务分析：**机械制造工艺过程是指用机械制造的方法改变毛坯的形状、尺寸、相对位置和性质，使其成为合格零件的全过程。本任务主要是对机械制造工艺基本概念进行介绍。

在机械零件的制造和生产过程中，由于机械零件的结构形状、尺寸大小、技术要求等各不相同，在实际生产中要综合考虑生产设备、工人技术水平、生产类型等因素，采用不同的制造方法，合理安排加工顺序，保证加工质量，经过一定的生产过程和工艺过程才能将零件制造出来。

#### 活动1 生产过程

生产过程是将原材料转变为成品的全过程。对机械产品的制造而言，生产过程主要包括原材料的运输和保管，生产技术准备，毛坯的制造，零件的机械加工与热处理以及产品的装配、检验和油漆等。生产过程还包括产品制造中的辅助劳动过程。例如，工具的供应，设备的维修以及产品的包装、保管和发运等。

在现代制造业中，生产的专业化程度越来越高，“原材料”和“产品”的概念是相对的。一个工厂的“产品”可能是另一个工厂的“原材料”，而另一个工厂的“产品”又可能是其他工厂

的“原材料”。

生产过程一般包括以下内容：

(1)生产技术准备过程。生产技术准备过程是指产品正式投入批量生产之前所进行的各种生产技术准备工作。例如,产品设计、工艺设计、标准化工作、各种定额的制定、生产设备的组织、生产线的调整、劳动组织的组建、生产管理规章制度的制定以及新产品的试制和鉴定等。

(2)生产工艺过程。生产工艺过程是指产品的毛坯成形和零件切削加工、热处理、检验以及装配、调试、油漆等基本生产活动。

(3)辅助生产过程。辅助生产过程是指为企业生产需要而提供各种动力(如电力、蒸汽、煤气、压缩空气等)。工具、量具、夹具及设备维修用的备件制造等生产过程,属于辅助生产过程。

(4)生产服务过程。生产服务过程是指原材料的采购、运输、保管、储存、供应及产品包装和销售等过程。

## 活动 2 工艺过程

所谓工艺,就是指制造产品的方法。工艺过程是生产过程中最主要的组成部分。例如,用铸造、锻造、冲压或焊接方法制造毛坯的过程;机械制造中的车、铣、钻、镗、磨削加工过程;各种热处理、涂镀表面,以及装配工艺等均属于工艺过程。

工艺过程的有关内容,在生产中需用工艺文件的形式保存下来,即规定出产品或零部件制造的工艺过程 and 操作方法。这些工艺文件称为工艺规程,是指导生产的主要技术文件,是进行生产准备、计划、调度、配备设备及人员、制定定额、核算成本的依据,即组织和管理生产的依据。

工艺过程是由一个或若干个依次排列的工序所组成的,毛坯依次通过这些工序就变成成品或半成品。

### 1. 工序

工序是指一个(或一组)工人,在一个固定的工作地点对一个(或组)工件从加工开始直到加工下一个工件之前所连续完成的工艺过程。工序是工艺过程的基本组成部分,是安排生产计划的基本单元,毛坯依次通过若干个工序的加工而变为零件。划分工序的主要依据是零件加工中工作地点(设备)是否变动,该工序的工艺过程是否连续完成。

如图 1-1 所示的阶梯轴在图示加工质量下,当单件小批生产时,其工序的划分如表 1-1 所示;当大量生产时,其工序的划分如表 1-2 所示。

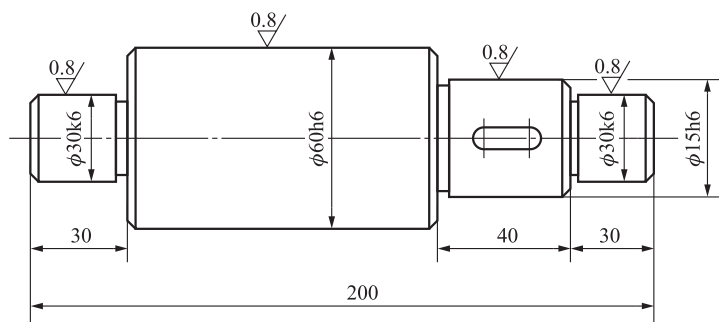


图 1-1 阶梯轴

表 1-1 阶梯轴的机加工工艺过程(单件小批生产)

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

表 1-2 阶梯轴的机加工工艺过程(大量生产)

工序号	工序内容	工序设备
1	铣端面、钻中心孔	专用机床
2	车外圆、车槽及倒角	车床
3	铣键槽、去毛刺	铣床
4	磨外圆	外圆磨床

比较两者的差异可知:当工作地点变动时,即构成另一工序。同时,在同一工序内所完成的工作必须是连续的;若不连续,则构成另一工序。

工序是制定机加工工艺过程的基本单元,也是工厂基层管理的基础。在制订时间定额、布置设备和配备工人、安排加工计划、考虑零件检验等方面均以工序为单位。正确划分工序对工厂组织指挥生产有非常重要的意义。

## 2. 安装

在加工前,工件应固定在机床或夹具上,使工件处在相对刀具的正确位置上,这个过程称为装夹。一次装夹所完成的加工过程称为安装。安装是工序的一部分,每一道工序可能有一次安装,也可能有几次安装。如表 1-3 所示工艺过程的第一道工序,一般都要进行两次装夹,才能把工件上所有的内外表面加工出来。在同一工序中,安装次数应尽量少,这样既可以提高生产率,又可以减少由于多次安装而带来的加工误差。

表 1-3 工艺过程

工序号	工序内容	工序设备
1	车外圆、端面并加工孔	转塔车床
2	粗磨外圆及端面	外圆磨床
3	热处理	高频淬火机
4	精磨外圆及端面	外圆磨床
5	钳修	钳工台

3. 工位

在一次安装下,工件相对于机床或刀具每占据一个加工位置所完成的工艺过程称为工位。

为了减少工件的安装次数,在大量生产时,常采用各种回转工作台、回转夹具或移位夹具,使工件在一次安装中先后处于几个不同位置进行加工。

如图 1-2 所示,钻床回转工作台有 4 个工位,Ⅰ工位装卸零件、Ⅱ工位钻孔、Ⅲ工位扩孔、Ⅳ工位铰孔,在一次安装的 4 个工位中顺次完成全部工序内容。其工效高、精度高。

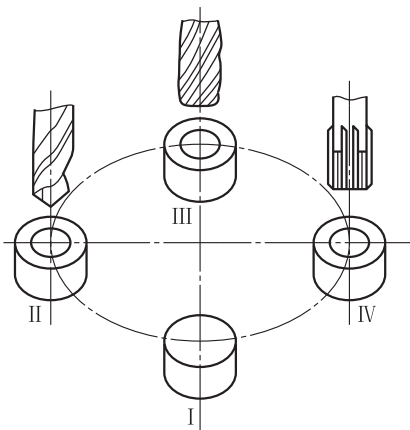


图 1-2 多工位加工

4. 工步

工步是指在加工表面不变、切削刀具不变的情况下所连续完成的工序内容。按照此定义,带回转刀架的机床(如转塔车床)或带自动换刀装置的机床(加工中心),当更换不同刀具时,即使加工表面不变,也属不同工步。

在一个工步内,若有几把刀具同时加工几个不同表面,称此工步为复合工步,如图 1-3 所示,采用复合工步可以提高生产效率。

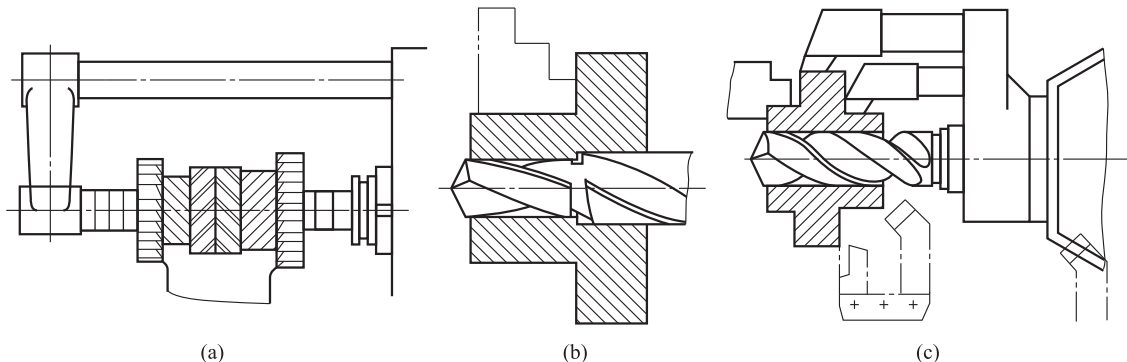


图 1-3 复合工步

(a)组合铣削;(b)复合钻孔;(c)多刀加工

### 5. 走刀

有些工步由于加工余量较大或其他原因,在切削用量不变的条件下,用同一把刀具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。

## 活动 3 生产类型及工艺特征

### 1. 生产纲领

生产纲领是企业在计划期内应生产的产品产量。产品的年生产纲领就是产品的年生产量。根据产品的用途不同,其市场需求量也是不同的,因此不同的产品有不同的年生产纲领。零件的年生产纲领按下列公式计算:

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

式中, $N$ 为零件的生产纲领,件/年; $Q$ 为产品的年生产量,台/年; $n$ 为每台产品中所含该零件的数量,件/台; $a$ 为零件的备品率,%; $b$ 为零件的废品率,%。

### 2. 生产类型

划分生产类型的主要依据是零件的生产纲领。目前,机械制造业的生产类型可分为单件生产、成批生产和大量生产 3 种类型。

(1)单件生产。单件生产指各工作地加工零件经常改变,但每种零件只生产一件或少量几件,而且很少重复生产。例如,机械修理厂加工零件、新产品试制等都属于单件生产。

(2)成批生产。成批生产指生产的零件品种基本相同,周期性重复分批地生产相同的零件。例如,各种机床、工程挖掘机等产品的制造多属于成批生产。同一零件每次投入生产的数量称为批量。批量可根据零件的年产量及一年中的生产批数计算确定。按照批量的大小和被加工零件的特征,成批生产又可分为小批生产、中批生产和大批生产 3 种。在工艺上小批生产与单件生产相似,大批生产与大量生产相似,中批生产则介于单件生产和大量生产之间。

(3)大量生产。大量生产指生产产品的产量大、品种少,大多数工作地长期重复地进行某一零件的某一工序的加工。例如,汽车、摩托车、彩电及冰箱等产品的制造多属于大量生产。

生产类型的划分,一方面要考虑年生产纲领;另一方面还必须考虑产品本身的大小和结构的复杂性。如表 1-4 所示为加工零件的生产类型和表 1-5 为不同机械产品的零件质量类别。

表 1-4 加工零件的生产类型

生产类型		同种零件的年生产纲领/(件·年 <sup>-1</sup> )		
		重型零件	中型零件	轻型零件
单件生产		≤5	≤20	≤100
成批生产	小批	5~100	20~200	100~500
	中批	100~300	200~500	500~5 000
	大批	300~1 000	500~5 000	5 000~50 000
大量生产		>1 000	>5 000	>50 000

表 1-5 不同机械产品的零件质量类别

机械产品类型	加工零件的质量/kg		
	重型零件	中型零件	轻型零件
小型机械	>30	4~30	≤4
中型机械	>50	15~50	≤15
重型机械	>2 000	100~2 000	≤100

生产类型不同,产品和零件的制造工艺、所用设备及工艺装备、采取的技术措施、达到的技术经济效果也不一样。各种生产类型的工艺特征如表 1-6 所示。工艺过程的制订必须全面考虑,要符合现有生产条件、生产类型等各方面的因素,才能在保证产品质量的前提下,制订出技术上先进、经济上合理的工艺方案。

随着技术进步和市场需求的变化,生产类型的划分正发生着深刻的变化,各种生产类型都朝着生产过程柔性化发展。成组加工技术为这种柔性化生产提供了主要基础,而数控加工技术则是成组加工技术实施的典范。

表 1-6 各种生产类型的工艺特征

工艺特征	生产类型		
	单件小批	中批	大批大量
零件的互换性	用修配法,钳工修配,缺乏互换性	大部分具有互换性,装配精度要求高时,灵活应用分组装配法和调整法,同时还保留某些修配法	具有广泛的互换性,少数装配精度较高,采用分组装配法和调整法
毛坯的制造方法和加工余量	木模手工造型或自由造,毛坯精度低,加工余量大	部分采用金属模铸造和模锻,毛坯精度和加工余量中等	广泛采用金属模机器造型、模锻等高效方法,毛坯精度高,加工余量小
机床设备及其布置形式	通用机床按机群式排列,部分采用数控机床及柔性制造单元	部分通用机床及部分专用机床和高效自动机床。机床按零件类别分工段排列	广泛采用高效专用机床及自动机床,按流水线和自动线排列设备
工艺装备	通用夹具、标准附件、通用刀具和万能量具。靠划线和试切法达到精度要求	广泛采用专用夹具,部分靠找正、装夹达到精度要求,较多采用专用刀具和量具	广泛采用高效专用夹具、复合刀具、专用量具和自动检测装置,靠调整法达到精度要求

续 表

工艺特征	生产类型		
	单件小批	中批	大批大量
对工人技术水平的要求	需技术水平较高的人	需一般技术水平的工人	对调整工的技术水平要求较高,对操作工的技术水平要求较低
工艺文件	有工艺过程卡、关键工序的工序卡	有工序过程卡、关键零件的工序卡	有工艺过程卡和工序卡,关键工序需要调整卡和检验卡
成本	较高	中等	较低

## 活动 4 机械加工工艺流程

机械加工工艺流程是规定零件机械加工工艺过程和操作方法等的工艺文件之一,它是在具体的生产条件下,把较为合理的工艺过程和操作办法,按照规定的形式书写成工艺文件,经审批后用来指导生产。机械加工工艺流程一般包括以下内容:工件加工的工艺路线、各工序的具体内容及所用的设备和工艺装备、工件的检验项目及检验方法、切削用量、时间定额及工人技术等级等。

### 1. 机械加工工艺流程的作用

(1) 工艺流程是工厂进行生产准备工作的主要依据。产品在投入生产之前要做大量的生产准备工作,包括原材料和毛坯的供应、机床的配备和调整、专用工艺装备的设计制造、核算生产成本以及配备人员等,所有这些工作都要根据工艺流程进行。

(2) 工艺流程是企业组织生产的指导性文件。工厂管理人员根据工艺流程规定的要求,编制生产作业计划,组织工人进行生产,并按照工艺流程要求验收产品。

(3) 工艺流程是新建和扩建机械制造厂(或车间)的重要技术文件。新建和扩建机械制造厂(或车间)须根据工艺流程确定机床和其他辅助设备的种类、型号规格和数量,厂房面积、设备布置,生产工人的工种、等级及数量等。

此外,先进的工艺流程还起着交流和推广先进制造技术的作用。典型工艺流程可以缩短工厂摸索和试制的过程。总之,零件的机械加工工艺流程是每个机械制造厂或加工车间必不可少的技术文件。生产前用它做生产的准备,生产中用它做生产的指挥,生产后用它做生产的检验。因为工厂或车间的每个工人、技术人员和干部都必须按照工艺流程进行生产,以确保产品质量,提高生产率,降低成本和保证安全生产。

### 2. 机械加工工艺流程的类型和格式

机械加工工艺流程卡片是以工序为单位,简要说明产品或零部件的加工过程的一种工艺文件。它是生产管理的主要技术文件,广泛用于成批生产和单件小批生产中比较重要的零件,其格式如表 1-7 所示。

表 1-7 机械加工工艺过程卡片

材料 牌号			毛坯 种类			毛坯外型尺寸					每毛坯 件数		每台 件数		备注		共 页	
											零(部)件 图号		零(部)件 名称		第 页			
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
描 图																		
描 校																		
底图号																		
装订号											编制 (日期)	审核 (日期)	标准化 (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 文字号	签字	日期								



机械加工工艺卡片是以工序为单位详细说明零件机械加工工艺过程的技术文件,可用于指导生产和帮助掌握零件的整个加工过程。卡片内不仅列出了机械加工工序的顺序和名称,而且详细说明了每个工序所包括的安装、工位、工步的顺序和工作内容,加工表面的工序尺寸、公差和技术要求等,其格式如表 1-8 所示。

表 1-8 机械加工工艺卡片

(工厂名)			机械加工工艺卡片			产品名称	零件图号	文件编号			
						型号规格	零件名称	共 页	第 页		
材料	材料规格	毛坯	种类	尺寸	零件重量 (kg)	毛重	每料件数	每台件数	每批件数		
						净重					
工序号	安装	工步号	工序内容	加工车间	设备名称及编号	工艺装备名称及编号				工时定额 (分)	
						夹具	刀具	量具	辅助工具	准备 终结	单件
更改内容											
制定		审核		校对		会签		批准		日期	

机械加工工序卡片是在工艺卡片的基础上按每道工序所编制的一种工艺文件,一般具有工序简图,并详细说明该工序的每一个工步的加工内容、工艺参数、操作要求以及所用设备和工艺装备等。主要用于大批量生产中所有零件、中批生产中的重要零件和单件小批生产中的关键工序。在实际生产中,并不需要各种文件样样俱全。各企业可根据各自的工艺条件和产品需要,允许有所增减。其格式如表 1-9 所示。

### 3. 工艺规程制订的原则

工艺规程制订的原则是优质、高产和低成本,即在保证产品质量的前提下,争取最好的经济效益。在具体制订时,还应注意下列问题:

(1)技术上的先进性。在制订工艺规程时,要了解国内外本行业工艺技术的发展,通过必要的工艺试验,尽可能采用先进适用的工艺和工艺装备。

(2)经济上的合理性。在一定的生产条件下,可能会出现几种能够保证零件技术要求的工艺方案。此时应通过成本核算或相互对比,选择经济上最合理的方案,使产品生产成本最低。