



基于“校企合作”人才培养模式
模具设计与制造示范专业教改新教材

模具零件的 工艺设计与实施

MUJU LINGJIAN DE GONGYI SHEJI YU SHISHI

熊建武◎主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



基于“校企合作” 人才培养模式
模具设计与制造示范专业教改新教材

模具零件的工艺设计与实施

主 编 熊建武
副主编 唐新兴 宋炎荣 李 皓
参 编 沈铁敏
主 审 尹韶辉



机械工业出版社

本书是根据教育部关于职业教育教学改革的意见,结合高等职业教育教学的特点及对学生的培养要求,在总结了近几年模具技术发展状况的基础上编写的。本书系统地介绍了轴类、套类、板类、型腔类模具零件的机械加工工艺设计与实施,以及模具装配、调试、调整方法及常见故障处理。

本书适用于高等职业技术学院和成人教育院校模具设计与制造专业使用,也可供从事模具设计与制造的工程技术人员和中等职业学校教师参考。

图书在版编目(CIP)数据

模具零件的工艺设计与实施/熊建武主编. —北京:机械工业出版社, 2009. 7

基于“校企合作”人才培养模式 模具设计与制造示范专业教改新教材
ISBN 978-7-111-27466-7

I. 模… II. 熊… III. 模具-设计-专业学校-教材 IV. TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 105618 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:汪光灿 责任编辑:张云鹏 版式设计:霍永明

责任校对:申春香 封面设计:王伟光 责任印制:杨 曦

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2009 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 14.75 印张 · 360 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-27466-7

定价:25.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379193

封面无防伪标均为盗版

前 言

模具零件的工艺设计与实施是模具设计与制造专业的专业基础课，其任务是使学生通过学习掌握模具零件工艺设计的基本知识、掌握常用模具零件的工艺设计与实施（即编制机械加工工艺规程），为后续数控加工、特种加工、毕业设计以及以后从事生产技术工作奠定必要的基础知识和基本技能。

本书是根据教育部关于职业教育教学改革的意见，结合高等职业教育教学的特点及对学生的培养要求，在总结了近几年模具技术发展状况的基础上编写的。本书系统地介绍了轴类、套类、板类、型腔类模具零件的机械加工工艺设计与实施，以及模具装配、调试、调整方法及常见故障处理。

本书以培养学生从事模具设计与制造的基本技能为目标，采取“校企合作”的模式，依照基于工作过程导向的原则，按照由简到难的顺序，拟订典型工作任务，将专业理论知识融入任务训练，使学生在训练中能够轻松地掌握。

本书由湖南铁道职业技术学院熊建武教授任主编，负责课题一的编写及全书的统稿和修改工作；唐新兴、宋炎荣和李皓任副主编，其中，唐新兴编写课题三和课题四，宋炎荣编写课题五和课题六，李皓编写课题二；此外，参加编写工作的还有沈铁敏。本书由湖南大学尹韶辉教授任主审。本书在编写过程中，湖南大学尹韶辉教授、湖南省模具设计与制造学会理事长叶久新教授、副理事长贾庆雷高级工程师对本书提出了许多宝贵意见和建议，在此表示由衷的感谢。

由于编者水平有限，书中错误和不足之处在所难免，恳请各位读者提出宝贵意见。

编 者

目 录

前言

课题一 轴类模具零件的工艺设计与

实施 1

1-1 概述 1

1-2 模具零件的工艺分析 9

1-3 毛坯的选择 13

1-4 基准的概念及其选择 14

1-5 圆形凸模机械加工工艺规程的
编制 26

复习与思考题 77

课题二 套类模具零件的工艺设计与

实施 78

2-1 套类模具零件的基本特点和基本
精度要求 78

2-2 套类模具零件的加工 79

2-3 套类模具零件工艺路线的拟订及
工艺方案比较 80

2-4 导套机械加工工艺规程的编制 82

复习与思考题 93

课题三 板类模具零件的工艺设计与

实施 94

3-1 板类模具零件的基本特点和技术
要求 94

3-2 板类模具零件的平面加工 97

3-3 板类模具零件的孔加工 98

3-4 板类模具零件工艺路线的拟订及
工艺方案比较 103

复习与思考题 106

课题四 型腔类模具零件的工艺设计与

实施 107

4-1 型腔类模具零件的基本特点和基本
精度要求 107

4-2 型孔的加工 108

4-3 型腔的加工 136

4-4 型腔类模具零件工艺路线的拟订及
工艺方案比较 166

4-5 型腔零件工艺规程的编制 171

复习与思考题 176

课题五 模具装配、调试、调整方法及

常见故障处理 177

5-1 模具装配的组织形式及方法 177

5-2 冷冲模的装配 184

5-3 塑料模的装配 202

复习与思考题 214

课题六 综合实训 215

参考文献 229

课题一

轴类模具零件的工艺设计与实施

【项目内容】

- 圆形凸模机械加工工艺流程卡、机械加工工序卡的编制

【学习目标】

- 具备编制圆形凸模机械加工工艺流程的能力

【主要知识点】

- 生产过程、工艺过程及其组成
- 模具零件的工艺分析
- 毛坯的选择
- 基准的概念及其选择
- 圆形凸模机械加工工艺流程的编制



1-1

概 述

一、生产过程、工艺过程及其组成

1. 生产过程及其组成

机械制造一般都是从其他企业或者本企业其他车间获得原材料或半成品，再经加工、检验、装配、调试等制造过程而获得合格的成品。从原材料或半成品的获取到把成品制造出来的全过程称为生产过程。它包括五方面的内容：

1) 产品投产前的生产技术准备工作。这个过程主要是完成产品投入生产前的各项技术和生产的准备工作，如产品设计、工艺设计、各种生产资料的准备以及生产组织等。

2) 毛坯制造，如铸造、锻造、焊接等。

3) 零件的加工过程，如机械加工、热处理和表面处理等。

4) 产品的装配过程，如装配、调试、涂装等。

5) 各种生产服务活动。

机械产品的生产过程是相当复杂的，现代机械工业的发展趋势是专业化生产，模具产业就是专业化生产的产物。专业化生产有利于零部件的标准化、通用化和产品的系列化，从而在保证质量的前提下，提高劳动生产率和降低成本。

2. 工艺过程及其组成

(1) 概念 在生产过程中，直接改变生产对象（即原材料或半成品）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，使其成为产品或半成品的过程，称为工艺过程。工艺过程分为铸造、锻造、冲压、焊接、机械加工、装配等，本书只介绍机械加工工艺过程和装配工艺过程。

(2) 组成 工艺过程是由若干个按一定顺序排列的工序组成，毛坯依次经过这些工序的加工就成为产品或半成品。

3. 工序、工步、工位、安装、进给的概念及区别

(1) 工序 工序是一个或一组工人，在一个工作地点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。工序是组成工艺过程的基本单元，也是生产计划和经济核算的基本单元。

划分工序的依据是工作地（设备）、加工对象（工件）是否改变及加工过程是否连续完成，如果设备和工件之一有改变或者加工过程不是连续完成的，则应划分为另外一道工序。工作地点是否改变、工件（即工作对象）是否改变，都比较容易判断，难点是加工过程是否连续完成的判断。

如何判断一个工件在一个工作地点对加工对象的加工过程是否连续呢？现以一批工件上某个孔的钻、铰加工为例说明。如果每一个工件在同一台机床上钻孔后就接着铰孔，则该孔的钻、铰加工过程是连续的，应算作一道工序；如果在该机床上将这批工件都钻完孔后再逐个铰孔，对一个工件的钻、铰加工过程就不连续了，钻、铰加工应该划分成两道工序。

如图 1-1 所示压入式模柄的机械加工工艺过程，可划分为表 1-1 所示的三道工序。

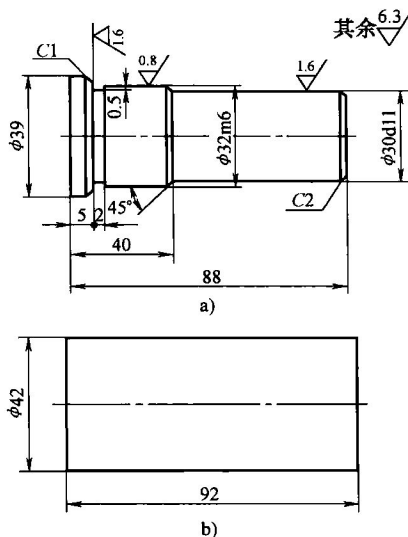


图 1-1 压入式模柄

a) 零件图 b) 毛坯图

表 1-1 压入式模柄的机械加工工艺过程

工 序 号	工 序 内 容	设 备
1	车两端面钻中心孔	车床
2	车外圆(φ32mm 留磨削余量)、车槽并倒角	车床
3	磨 φ32mm 外圆	外圆磨床

为什么表 1-1 中压入式模柄的“车两端面钻中心孔”是一个工序呢？首先，“车两端面钻中心孔”过程中均在同一台车床上完成，没有改变加工地点；其次，“车两端面钻中心

孔”过程中均是针对同一工件进行加工，没有改变加工对象；第三，“车两端面钻中心孔”加工顺序是将毛坯装夹在车床上→车第一端面→钻中心孔→调头装夹在车床上→车另一端面→钻中心孔，操作工人连续完成全部加工过程，也就是说加工过程是连续的，因此，压入式模柄的“车两端面钻中心孔”是一个工序。

(2) 安装 工件在加工之前，应使其在机床上（或夹具中）处于一个正确的位置并将其夹紧。确定工件在机床上或夹具上占有正确位置的过程称为定位。工件占有正确位置及夹紧的过程称为装夹。工件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，有时工件需要进行多次装夹，如表 1-1 中的工序 1，当车削第一端面、钻中心孔时要进行一次装夹，调头车另一端面、钻中心孔时又需要重新装夹工件，所以完成该工序，工件要进行两次装夹。多一次装夹，不仅增加了装卸工件的辅助时间，还会产生装夹误差。

(3) 工位 为了完成一定的工序部分，一次装夹后，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。在加工过程中，为了减少工件的装夹次数，常采用一些不需要重新装卸工件就能改变工件位置的夹具或其他机构来实现工件加工位置的改变，以完成对工件不同部位或不同零件的加工。

如图 1-2 所示是利用万能分度头使工件依次处于工位 I、工位 II、工位 III、工位 IV，以连续完成凸模上 4 个槽的铣削加工。

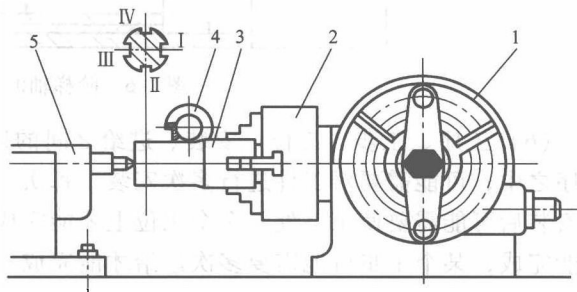


图 1-2 多工位加工

1—分度头 2—三爪自定心卡盘 3—工件 4—铣刀 5—尾座

(4) 工步 在加工表面（或装配时的连接表面）和加工（或装配）工具不变的情况下，连续完成的那一部分工序称为工步。决定工步的两个因素（加工表面、加工工具）之一发生变化，或者这两个因素虽然没有变化，但加工过程不是连续完成，一般应划分为另一工步。

1) 一个工序可以包含几个工步，也可能只有一个工步。如表 1-1 中工序 1 可划分成四个工步（车端面、钻中心孔、车另一端面、钻中心孔）。

2) 当工件在一次装夹后连续进行若干个相同的工步时，为了简化工序内容的叙述，在工艺文件上常将其填写为一个工步。如图 1-3 所示的零件，对四个 $\phi 10\text{mm}$ 的孔连续进行钻削加工，在工序中可以写成一个工步——钻 $4 \times \phi 10\text{mm}$ 孔。

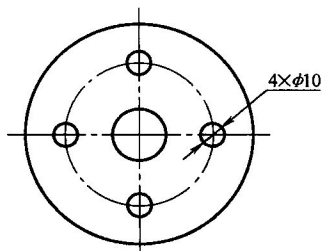


图 1-3 具有四个相同孔的工件

3) 为了提高生产率，用几把刀具或者用复合刀具，同时加工同一工件上的几个表面，称为复合工步。在工艺文件上，复合工步应视为一个工步。如图 1-4 所示是用钻头 and 车刀同时加工内孔和外圆的复合工步，图 1-5 所示是用复合中心钻钻孔、镗锥面的复合工步。

(5) 进给 有些工步由于需要切除的余量较大或其他原因，需要对同一表面进行多次切削，刀具从被加工表面每切下一层金属层即称为一次进给。因此，一个工步可能只一次进

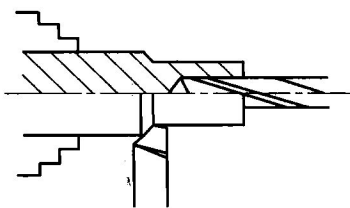


图 1-4 多刀加工

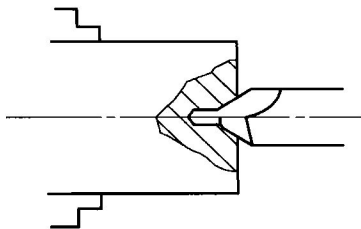


图 1-5 钻孔、铤锥面复合工步

给，也可能需要多次进给。

如图 1-6 所示的阶梯轴车削，第一工步为一次进给就完成，第一工步为二次进给才完成。

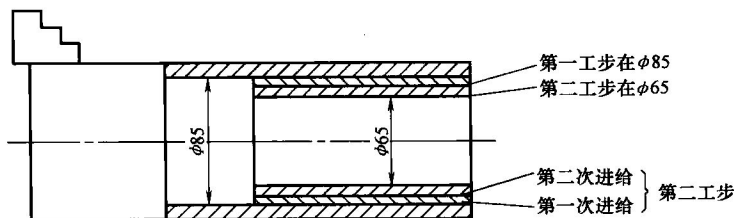


图 1-6 阶梯轴的车削进给

(6) 工序、工步、工位、安装、进给之间的区别 工序是工艺过程的组成部分。一个工序之中，可能需要对工件进行多次安装，每次安装后可能需要多个工步才能完成，或者每次安装后可能需要使工件处于多个工位上才能完成，工件处于某个工位时可能需要多个工步才能完成，某个工步可能需要多次进给才能完成。一个工序可以包含几个工步，也可能只包含一个工步。工序、工步、工位、安装、进给之间的区别，可用图 1-7 表示。

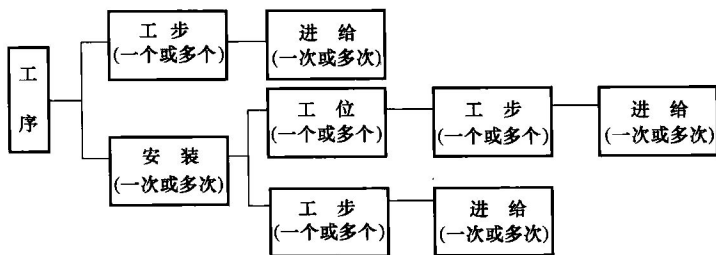


图 1-7 工序的组成

二、生产纲领和生产类型

1. 生产纲领

企业在计划期内应生产的产品量（年产量）和进度计划称为生产纲领。某种零件的年产量可用以下公式计算，即

$$N = Qn(1 + \alpha\% + \beta\%)$$

式中 N ——零件的年产量（件/年）；

Q ——产品的年产量，（台/年）；

n ——每台产品中该零件的数量，（件/台）；

$\alpha\%$ ——零件的备品率；

$\beta\%$ ——零件的平均废品率。

2. 生产类型的确定

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。一般按年产量划分为三种类型。

（1）单件生产 单件生产的特点是产品品种繁多，每种产品仅生产一件或少数几件，各个工作地的加工对象经常改变，而且很少重复生产，如重型机械产品的制造、新产品的试制等多属于这种生产类型。一般企业的工具车间所进行的专用模具、模具成形零件、夹具、刀具、量具的生产也多属于单件或小批生产。

（2）成批生产 成批生产的特点是产品品种多，同一产品有一定的数量，能够成批进行生产，或者在一段时间后又重复该种产品的生产，如机床制造、机车制造、模架标准件制造等多属于成批生产。一次投入或生产的同一产品（或零件）的数量称为生产批量。按照批量大小，成批生产又分为小批生产、中批生产和大批生产。小批生产在工艺方面接近单件生产，二者常常相提并论。中批生产的工艺特点介于单件生产和大量生产之间。大批生产在工艺方面接近大量生产。

（3）大量生产 大量生产的基本特点是产品品种单一而固定，同一产品产量很大，大多数工作地长期进行一个零件某道工序的加工，生产具有严格的节奏性，如汽车、自行车、轴承制造，常常是以大量生产的方式进行的。

表 1-2 所列是按产品年产量划分的生产类型，供确定生产类型时参考。

表 1-2 年产量与生产类型的关系

生产类型		同类零件的年产量/件		
		轻型零件(零件质量 <100kg)	中型零件(零件质量 100 ~ 2000kg)	重型零件(零件质量 > 2000kg)
单件生产		<100	<10	<5
成批生产	小批	100 ~ 500	10 ~ 200	5 ~ 100
	中批	500 ~ 5000	200 ~ 500	100 ~ 300
	大批	5000 ~ 50000	500 ~ 5000	300 ~ 1000
大量生产		>50000	>5000	>1000

3. 不同生产类型的工艺特征

生产类型对企业的生产过程和生产组织起决定性的作用。各种生产类型的工艺特征见表 1-3。

生产类型是制订工艺规程的主要依据之一，应依据生产类型合理地选择零件加工的工艺方法、毛坯、加工设备、工艺装备以及生产的组织形式。

对模具零件来说，模具标准件属于成批生产，其他模具零件属于单件生产。

三、机械加工工艺规程的种类与作用

1. 工艺规程的概念

用以指导生产，规定产品或零部件制造工艺过程和操作方法的工艺文件称为工艺规程，一般具体规定工件加工的工艺路线、工序的加工内容、检验方法、切削用量、时间定额及所采用的设备和工艺装备等。不同的生产类型对工艺规程的要求也不相同，大批、大量生

表 1-3 各种生产类型的工艺特征

生产类型 工艺特征	单件生产	成批生产	大量生产
加工对象	经常改变	周期性改变	固定不变
毛坯的制造方法及加工余量	铸件用木模,手工造型;锻件用自由锻。毛坯精度低,加工余量大	部分铸件用金属模,部分锻件采用模锻。毛坯精度中等,加工余量中等	铸件广泛采用金属模机器造型。锻件广泛采用模锻及其他高生产率的毛坯制造方法。毛坯精度高,加工余量小
机床设备及其布置形式	采用通用机床。机床按类别和规格大小,采用“机群式”排列布置	采用部分通用机床和部分高生产率的专用机床。机床设备按加工零件类别分“工段”排列布置	广泛采用高生产率的专用机床及自动机床,按流水线形式排列布置
工艺装备	多用标准夹具,很少采用专用夹具,靠划线及试切法达到尺寸精度,采用通用刀具与万能量具	广泛采用专用夹具,部分靠划线进行加工,较多采用专用刀具和专用量具	广泛采用先进高效夹具,靠夹具及调整法达到加工要求。广泛采用高生产率的刀具和量具
对操作工人的要求	需要技术熟练的操作工人	操作工人需要一定的技术熟练程度	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	有简单的工艺过程卡片	有较详细的工艺规程,对重要零件需编制工序卡片	有详细编制的工艺文件
零件的互换性	广泛采用钳工修配	零件大部分有互换性,少数用钳工修配	零件全部有互换性,某些配合要求很高的零件采用分组互换
生产率	低	中等	高
单件加工成本	高	中等	低

产的工艺规程比较详细,单件、小批生产则比较简单。编制工艺规程是生产准备工作的重要内容之一,合理的工艺规程对保证产品质量、提高劳动生产率、降低原材料及动力消耗、改善工人的劳动条件等都有十分重要的意义。

2. 机械加工工艺规程的种类

工艺规程是生产中使用的工艺文件。采用机械加工的方法,直接改变毛坯的形状、尺寸和表面质量等,使其成为零件的过程称为机械加工工艺过程,相应的书面工艺文件称为机械加工工艺规程。说明并规定工艺过程的书面工艺文件主要是机械加工工艺过程卡、机械加工工艺卡和机械加工工序卡。

1) 机械加工工艺过程卡是以工序为单位,说明一个零件全部加工过程的工艺卡片。这种卡片包括零件各个工序的名称、工序内容,经过的车间、工段,所用的机床、刀具、夹具、量具,工时定额等。它主要用于单件小批生产及生产管理。

2) 机械加工工艺卡是以工序为单位,详细说明零件的机械加工工艺过程,其内容介于工艺过程卡片和工序卡片之间。它是用来指导工人进行生产和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工艺文件,广泛用于成批生产和单件小批生产中比较重要的零件或工序。

3) 机械加工工序卡是根据工艺卡片的每一道工序制订的,主要用来具体指导操作工人

为了便于科学管理和交流,其格式都有相应的标准。常用的是机械加工工艺过程卡(图 1-8)和机械加工程序卡(图 1-9)。

[illegible]

图 1-8 机械加工工艺过程卡

××××公司				机械加工工序卡片				产品型号				零(部)件图号				共 页			
								产品名称				零(部)件名称				第 页			
								工序号		工序名称									
								车间		工段		材料牌号							
								毛坯种类		毛坯外形尺寸		每坯件数		每台件数					
								设备名称		设备型号		设备编号		同时加工件数					
								夹具编号				夹具名称		切削液					
														工时定额					
														准终		单件			
工步号		工步内容				工艺装备		主轴转速/ (r/min)	切削速度/ (m/min)	进给量/ (mm/r)	背吃刀量/ mm	进给 次数	工时定额 机动 辅助						
描图																			
描校																			
底图号																			
装订号																			
												编制 (日期)	审核 (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									

图 1-9 机械加工工序卡

3. 机械加工工艺规程的作用

1) 工艺规程是指导生产的重要技术文件。工艺规程是在总结广大工人和技术人员长期实践经验的基础上, 结合企业具体生产条件, 根据工艺理论和必要的工艺试验而制订的。按照它进行生产, 可以保证产品的质量、较高的生产效率和经济性。经批准生效的工艺规程在生产中应严格执行, 否则, 往往会使产品质量下降、生产效率降低。但是, 工艺规程也不应是固定不变的, 工艺人员应注意及时总结广大工人的革新创造经验, 及时吸收国内外先进工艺技术, 对现行工艺规程不断地予以改进和完善, 使其能更好地指导生产。

2) 工艺规程是生产组织和生产管理工作的基本依据。有了工艺规程, 在产品投产之前就可以根据它进行原材料、毛坯的准备和供应, 机床设备的准备和负荷的调整, 专用工艺装备的设计和制造, 生产作业计划的编排, 劳动力的组织及生产成本的核算等, 使整个生产有计划地进行。

3) 工艺规程是新建或扩建企业或车间的基本资料。在新建或扩建企业、车间的工作中, 根据产品零件的工艺规程及其他资料, 可以统计出企业或车间应配备机床设备的种类和数量, 算出车间所需面积和各类人员的数量, 确定车间的平面布置和厂房基建的具体要求, 从而提出有根据的筹建或扩建计划。

四、机械加工工艺规程的编制要求与步骤

1. 机械加工工艺规程的编制要求

(1) 制订工艺规程的基本原则 制订工艺规程的基本原则是保证以最低的生产成本和最高的生产效率, 可靠地加工出符合设计图样要求的产品或半成品。因此, 在制订工艺规程时, 应从企业的实际条件出发, 充分利用现有设备, 尽可能采用国内外的先进技术和工艺。

(2) 编制机械加工工艺规程的要求 合理的工艺规程, 要体现出以下几方面的基本要求:

1) 产品质量的可靠性。工艺规程要充分考虑和采取一切确保产品质量的必要措施, 全面、可靠和稳定地达到设计图样上所要求的精度、表面质量和其他技术要求。

2) 工艺技术的先进性。工艺规程的先进性指的是在企业现有条件下, 除了采用本企业成熟的工艺方法外, 尽可能地采用适合企业情况的国内外同行的先进工艺技术和工艺装备, 以提高工艺技术水平。

3) 经济性。在一定的生产条件下, 要采用劳动量、物资和能源消耗最少的工艺方案, 从而使生产成本最低, 使企业获得良好的经济效益。

2. 机械加工工艺规程的编制步骤

模具零件的工艺设计、机械加工工艺规程的编制是模具设计制造企业工艺工程师或工艺员需要完成的工作任务, 完成该工作任务的过程为:

1) 研究模具装配图和模具零件图, 进行工艺分析。分析模具装配图和模具零件图, 熟悉产品用途、性能和工作条件。了解模具零件的装配关系及其作用, 分析制订各项技术要求的依据, 判断其要求是否合理、模具零件结构工艺性是否良好。通过分析, 找出主要的技术要求和关键技术问题, 以便在加工中采取相应的技术措施。如有问题, 应与有关设计人员共同研究, 按规定的手续对图样进行修改和补充。

2) 确定生产类型。除模具的标准件(如导柱、导套、推杆等)外, 其余模具零件基本是单件或者单件小批量生产。

3) 确定毛坯。在确定毛坯时, 要熟悉本企业毛坯车间(或专业毛坯生产企业)的技术水平和生产能力, 各种钢材、型材的品种规格。应根据模具零件图和加工时的工艺要求

(如定位、夹紧、加工余量和结构工艺性), 确定毛坯的种类、技术要求及制造方法。必要时, 应和毛坯车间技术人员一起共同确定毛坯图。

4) 拟订工艺路线。工艺路线是指产品或零部件在生产过程中, 由毛坯准备到成品包装入库, 经过企业各有关部门或工序的先后顺序。拟订工艺路线是制订工艺规程十分关键的一步, 需要提出几个不同的方案进行分析对比, 寻求一个最佳的工艺路线。

5) 确定各工序的加工余量, 计算工序尺寸及其公差。

6) 选择各工序使用的机床设备及刀具、夹具、量具和辅助工具。

7) 确定切削用量及时间定额。

8) 填写工艺文件。生产中常见的工艺文件的格式有机械加工工艺过程卡片、机械加工工艺卡片和机械加工程序卡片, 分别适合于不同生产的情况。对模具零件, 一般要求填写机械加工工艺过程卡片, 重要工序要求填写机械加工程序卡片。



1-2

模具零件的工艺分析

制订零件的机械加工工艺规程, 首先要对零件进行工艺分析, 从加工制造的角度出发分析零件结构的工艺性是否良好, 技术要求是否恰当, 并从中找出主要的技术要求和关键技术问题, 以便采取相应的工艺措施, 为合理制订工艺规程作好必要的准备。

一、模具零件的结构工艺性分析

任何零件从形体上分析都是由一些基本表面和特殊表面组成的。基本表面有内、外圆柱表面、圆锥表面和平面等, 特殊表面主要有螺旋面、渐开线齿形表面及其他一些成形表面。研究零件结构, 首先要分析该零件是由哪些表面所组成, 因为表面形状是选择加工方法的基本因素, 例如, 外圆柱面一般采用车削和外圆磨削进行加工, 内圆柱面(孔)则多通过钻、扩、铰、镗、内圆磨削和拉削等方法获得。除了表面形状外, 表面尺寸大小对工艺性也有重要影响。例如, 对直径很小的孔宜采用铰削加工, 不宜采用磨削加工, 深孔应采用深孔钻进行加工。它们在工艺上都有各自的特点。

分析零件结构, 不仅要注意零件各构成表面的形状尺寸, 还要注意这些表面的不同组合。机械制造中通常按照零件结构和工艺过程的相似性, 将各种零件大致分为轴类零件、套类零件、盘环类零件、叉架类零件及箱体等。正是这些不同组合形成了零件结构工艺上的特点, 如圆柱套筒上的孔, 可以采用钻、扩、铰、镗、拉、内圆磨削等方法进行加工。箱体零件上的孔则不宜采用拉削和内圆磨削加工。模具零件中的模柄、导柱等零件和一般机械零件的轴类零件在结构或工艺上有许多相同或相似之处。导套是一个典型的套类零件, 整体结构的圆形凹模和一般机械零件的盘类零件相类似, 但其上的型孔加工则比一般盘类零件要复杂得多, 所以圆盘形凹模又具有不同于一般盘类零件的工艺特点。

许多功能、作用完全相同而结构不同的零件, 它们的加工方法与制造成本常常有很大的

差别。零件结构的工艺性是指所设计的零件在满足使用要求的前提下制造的可行性和经济性。功能相同的零件,其结构工艺性可以有很大差异,零件结构的工艺性好是指零件的结构形状在满足使用要求的前提下,按现有的生产条件能用较经济的方法方便地加工出来。

零件结构工艺性的分析,包括零件尺寸和公差的标注、零件的组成要素和整体结构等方面的分析。结构工艺性的内容包括:

(1) 毛坯制造方面:

1) 铸件。便于造型、合理的拔模斜度;壁厚均匀、无尖边、尖角。

2) 锻件。形状简单、无尖边、尖角、飞刺,便于出模。

(2) 加工方面 合理标注零件的技术要求;便于加工、减少加工;必要的数控加工工艺性分析。

(3) 装配方面 便于装配、减少修配量。

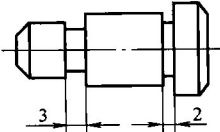
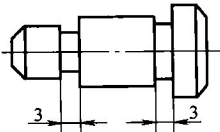
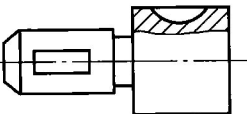
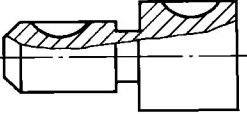
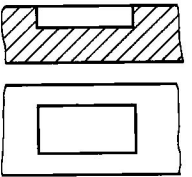
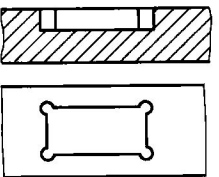
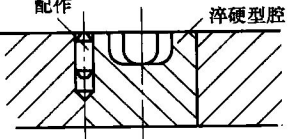
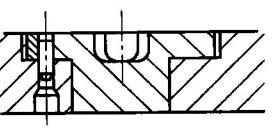
提高零件结构工艺性的措施有:

(1) 加工方面 减轻零件质量,保证加工的可行性、经济性;合理地设计零件尺寸、规格、结构要素;实现标准化;正确标注图纸尺寸及加工技术要求。

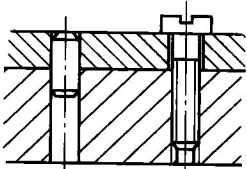
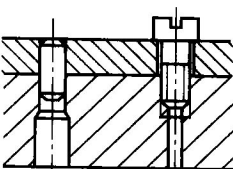
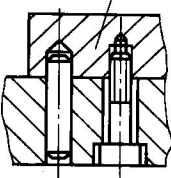
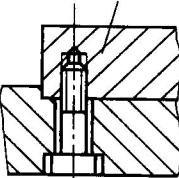
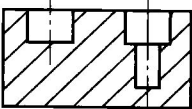
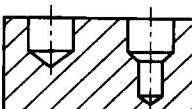
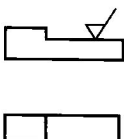
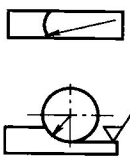
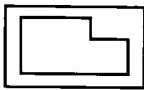
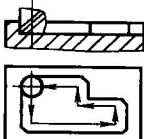
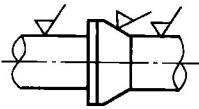
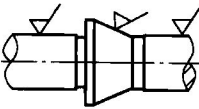
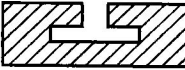
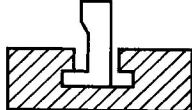
(2) 装配方面 便于分解独立装配单元;便于平行、流水作业;调整方便、减轻装配劳动;便于达到装配精度。

表 1-4 列出了几种零件的结构并对零件结构的工艺性进行对比。

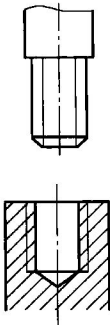
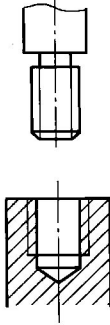
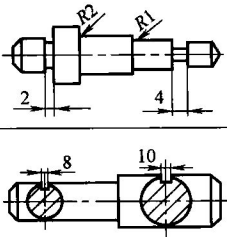
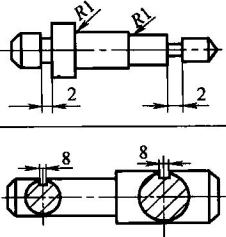
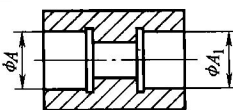
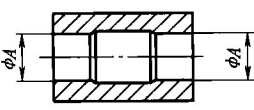
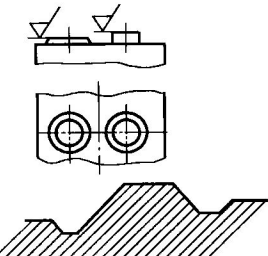
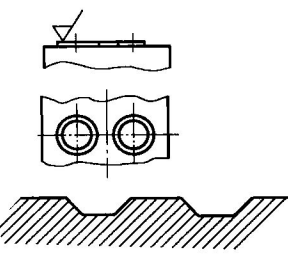
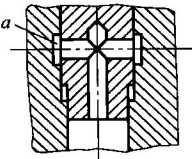
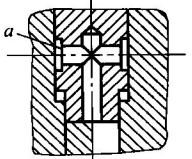
表 1-4 零件结构的工艺性比较实例

序号	结构工艺性不好	结构工艺性好	说 明
1			凸模退刀槽尺寸相同,可减少刀具种类,减少换刀时间
2			凸模退刀槽尺寸相同,可减少刀具种类,减少换刀时间
3			方形凹模型腔的四角加工时无法清角,影响配合
4			型腔淬硬后,骑缝销孔无法用钻铰方法配作

(续)

序号	结构工艺性不好	结构工艺性好	说 明
5			模板上的销孔太深,增加铰孔工作量,螺钉太长,没有必要
6			将淬硬型芯安装在模板上时,定位销孔无法用钻铰方法配作。改用浅凹定位使加工容易
7			被加工的孔应具有标准孔径,不通孔的孔底和阶梯孔的过渡部分应设计成与钻头顶角相同的圆锥角
8			相连接平面凹槽的转角处,应具有标准刀具相适应的过渡表面
9			型腔的转角处,应具有标准刀具相适应的过渡表面
10			各连接表面应有退刀槽
11			应有足够的槽宽,便于刀具的进出

(续)

序号	结构工艺性不好	结构工艺性好	说 明
12			螺纹的根部,应设计有退刀槽或尾扣
13			同类型的结构尺寸应相等
14			孔 ϕA 和孔 ϕA_1 有同轴度要求,应尽量在一次安装中加工
15			同侧各加工平面应尽量位于同一平面内
16			在左图结构中,槽 a 不便于加工和测量,宜将凹槽 a 改成右图的形式

二、模具零件的技术要求分析

零件的技术要求包括被加工表面的尺寸精度、几何形状精度、各表面之间的相互位置精度、表面质量、零件材料、热处理工艺及其他要求等。这些要求对制订工艺方案往往有重要影响。例如,对尺寸相同的两个外圆柱面 $\phi 32h10$ 及 $\phi 32h7$ 的加工,前者只需经过车削加工即可达到精度要求,后者在车削后再进行外圆磨削加工则较为合理。通过分析,应明确有关技术要求的作用,判断其可行性和合理性。

综合上述分析结果,才能合理地选择零件的各种加工方法和工艺路线。