

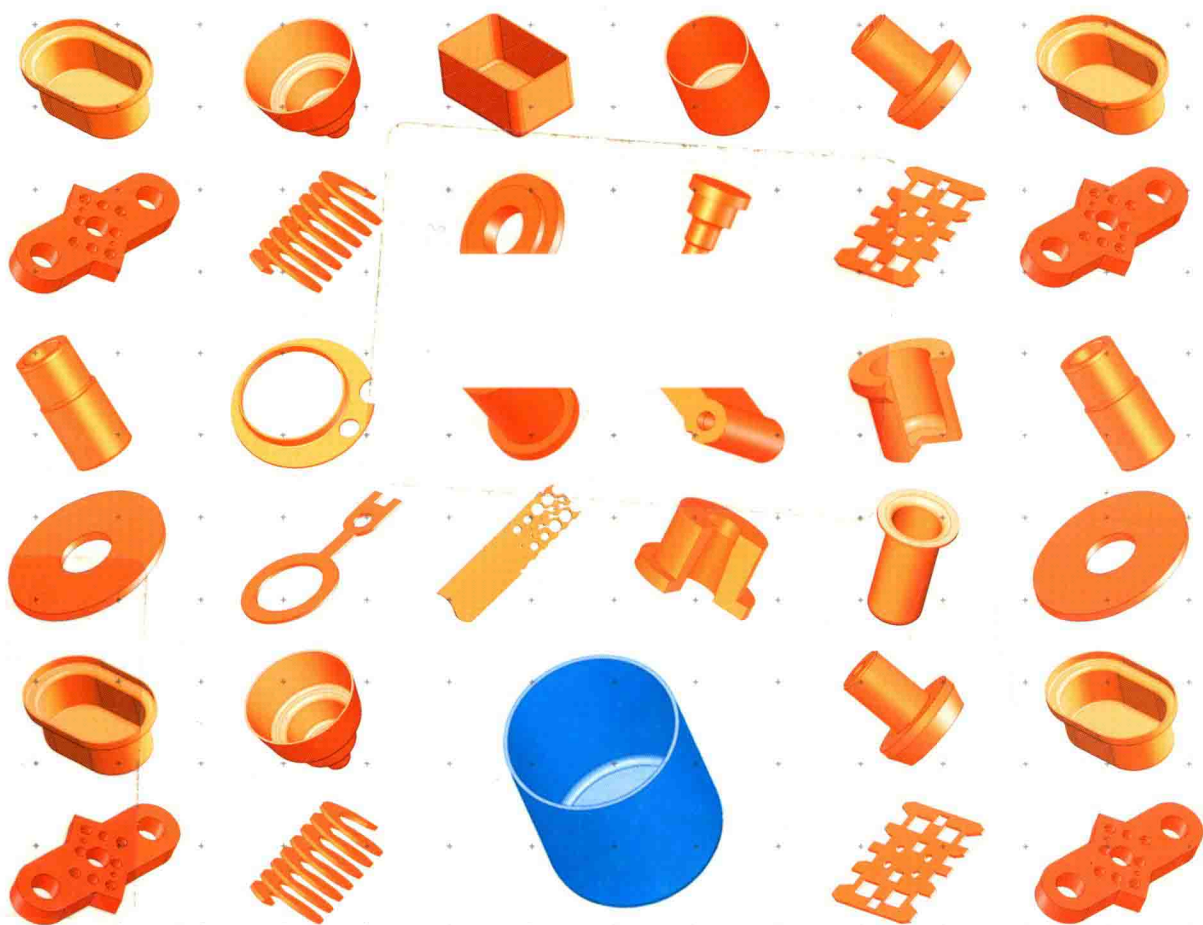


全国职业技术学院
模具制造/模具设计专业教材

模具结构

(第二版)

配电子课件



全国职业技术学院模具制造 / 模具设计专业教材

模具结构（第二版）

人力资源和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

简介

本书主要内容包括模具的基本概念、冷冲压模具的结构、塑料成型模具的结构、金属压铸模具的结构等。

本书由浦学西主编，赵孔祥主审。

图书在版编目(CIP)数据

模具结构/人力资源和社会保障部教材办公室组织编写. —2版. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2016

全国职业技术学院模具制造/模具设计专业教材

ISBN 978-7-5167-2662-4

I. ①模… II. ①人… III. ①模具 - 结构 - 职业教育 - 教材 IV. ①TG763

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 195909 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

*

北京北苑印刷有限责任公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 18 印张 304 千字

2016 年 8 月第 2 版 2016 年 8 月第 1 次印刷

定价: 36.00 元

读者服务部电话: (010) 64929211/64921644/84626437

营销部电话: (010) 64961894

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

<http://zyjy.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

如有印装差错, 请与本社联系调换: (010) 50948191

我社将与版权执法机关配合, 大力打击盗印、销售和使用盗版图书活动, 敬请广大读者协助举报, 经查实将给予举报者奖励。

举报电话: (010) 64954652

第一章 模具的基本概念

- 第一节 模具的概念与作用 / 2
- 第二节 模具的种类与制造特点 / 4
- 第三节 模具制造的基本要求 / 10



第一节 模具的概念与作用

模具的概念

■ 模具与实物

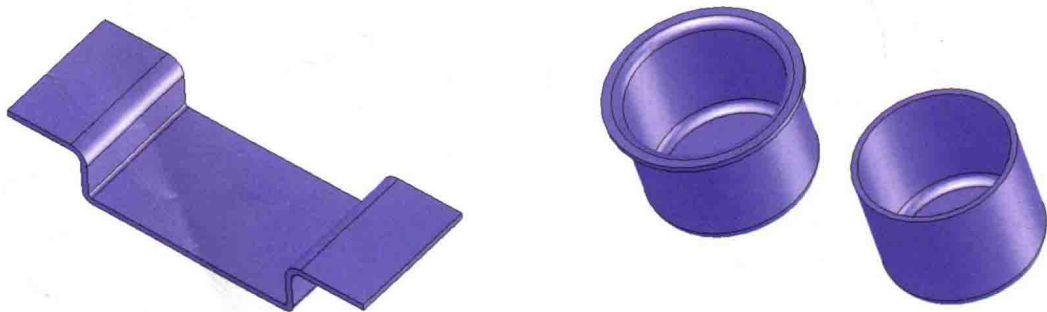
在了解模具之前，我们先通过生活中的一些实物来了解一下模具的功用：肥皂的各种外形花纹、食品厂制作的各种花色糕点、证件上压出的凹凸钢印，都是用模具压制出来的（图 1—1）。



图 1—1 用模具压制的物品

■ 模具与制件

工业生产中，人们往往采用装在压力设备上的专用工具使金属或非金属材料变形。这一过程，需要压力设备提供压力或动力，有的还需要处于高温状态。上述专用工具统称为模具。用模具使材料变形的制造方法称为模具成型；用模具制造出来的各种零件通常称为制件（图 1—2）。模具成型是实现无切屑加工的主要形式，是一种高效的加工方法。



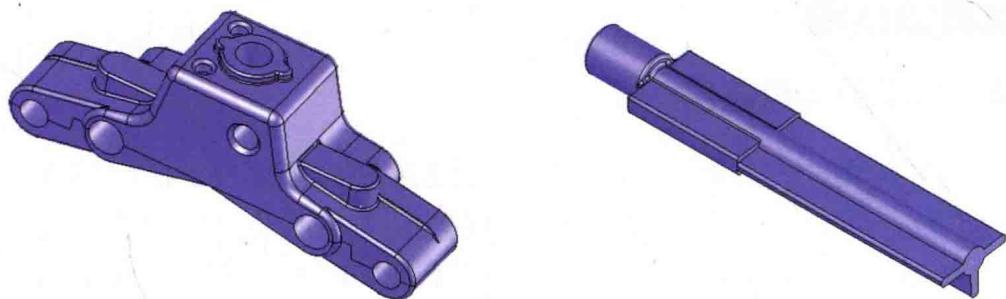


图 1—2 用模具制造的各种零件

■ 压力加工的分类

压力加工按加工性质不同,可分为冷压加工和热压加工两大类。

(1) 冷压加工

是材料在常温状态下进行压力变形的一种加工方法。冷压加工采用的压力设备有冲床、液压机等。图 1—3 所示为冷压加工制造出来的零件。

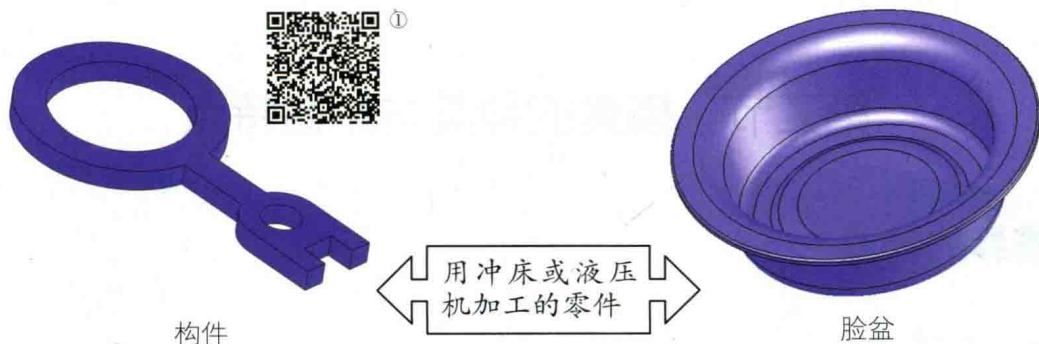


图 1—3 冷压加工的零件

(2) 热压加工

是材料经加热后,在高温状态下进行压力变形的一种加工方法。热压加工采用的压力设备有注塑机、压铸机等。图 1—4 所示为热压加工制造出来的零件。

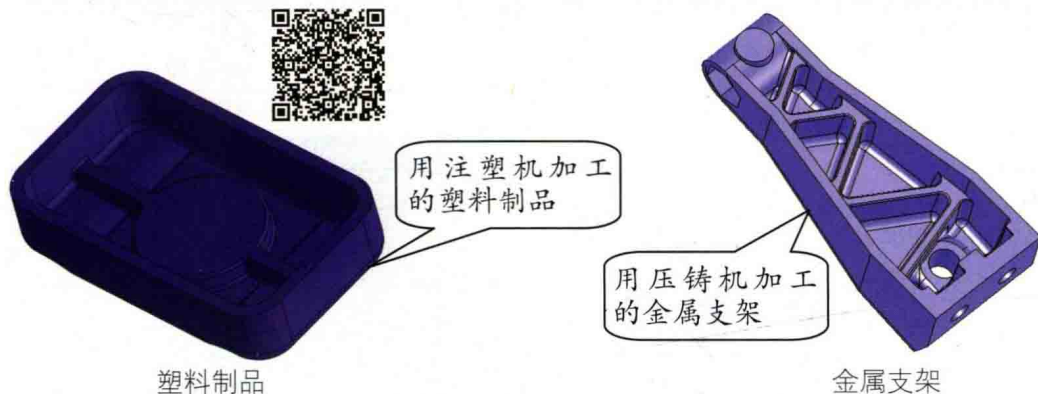


图 1—4 热压加工的零件

① 使用移动终端扫描二维码可在线观看与教材内容对应的动画,下同。



模具的作用

■ 模具的应用范围

随着科学技术的不断进步和工业生产的迅速发展，模具在工业生产中的使用极为广泛，如汽车、电器、仪器仪表、机械制造、航空航天、轻工产品等行业中，有 60%~90% 的零部件需用模具加工。如螺钉、螺母、垫圈等标准件，没有模具就无法大批量生产。新材料的推广应用，如工程塑料、粉末冶金、橡胶、合金压铸、玻璃成型等工艺也需要模具来完成批量生产。

■ 模具成型的特点

模具是实现压力加工的主要工具，也是现代工业生产中应用极为广泛的主要工艺装备。采用模具成型工艺生产零部件，具有高效、节能、成本低、质量高等一系列优点，能适应产品竞争和不断更新换代的需要。因此，模具成型是当代工业生产的重要手段和工艺发展方向。

第二节 模具的种类与制造特点

模具的种类

■ 模具的分类

在工业生产中，模具用途广泛，种类繁多。模具的分类见表 1—1。

表 1—1 模 具 分 类

按结构形式分	按工艺性质进一步分	按工序分
冷冲模	冲裁模	落料模
		冲孔模
		切边模
	弯曲模	弯形模
		卷边模
	拉深模	
	成型模	整形模
		缩口模
		翻边模
		压印模
	冷挤压模	



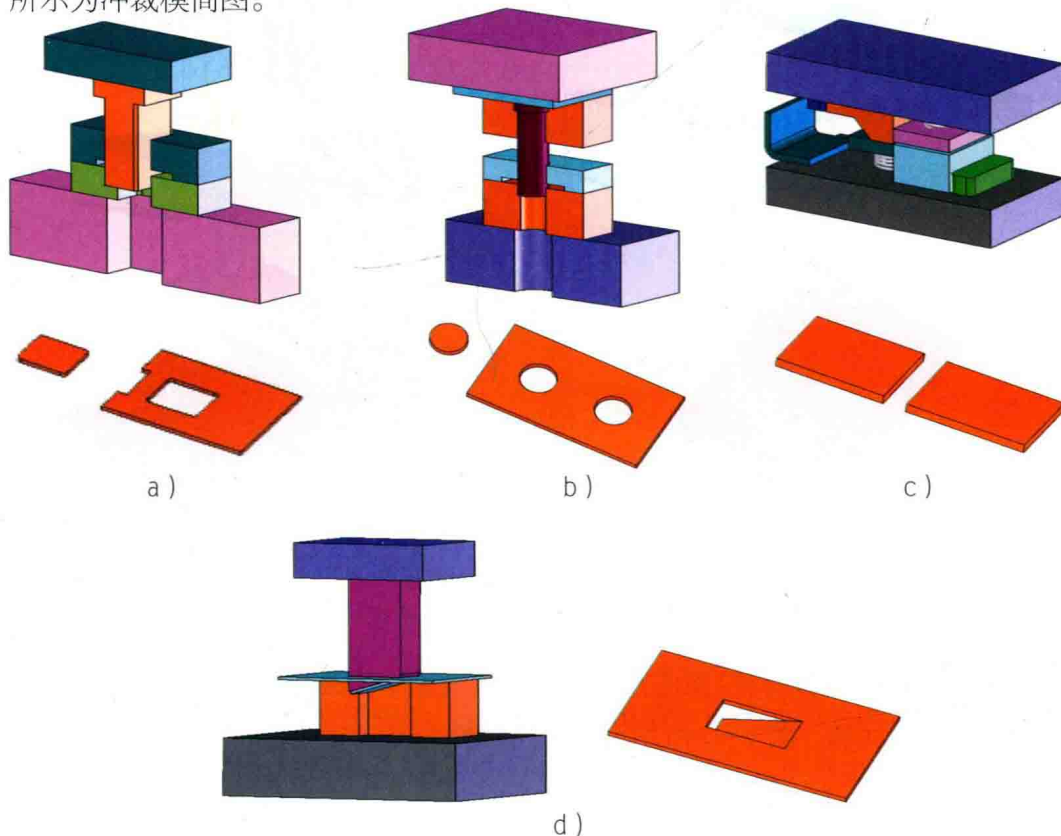
按结构形式分	按工艺性质进一步分	按工序分
型腔模	塑料模	注塑模
		挤出模
		压缩模
		吹塑模
	压铸模	
	橡胶模	
	锻模	
	粉末冶金模	
	陶瓷模	

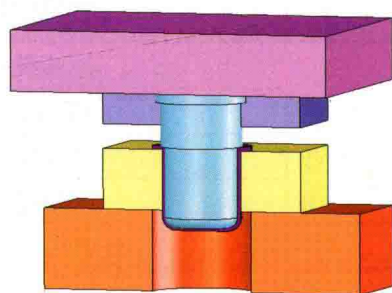
■ 模具的主要结构类型

(1) 冷冲模

在常温状态下,利用压力设备的压力使坯料分离或变形,从而制成零件的模具称为冷冲模。冷冲模一般可分为以下几种:

1) **冲裁模** 将一部分材料与另一部分材料分离的模具称为冲裁模。图 1—5 所示为冲裁模简图。



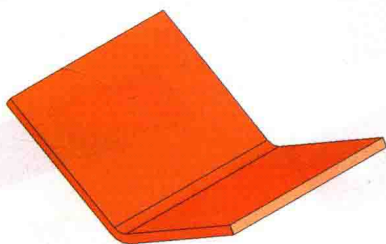
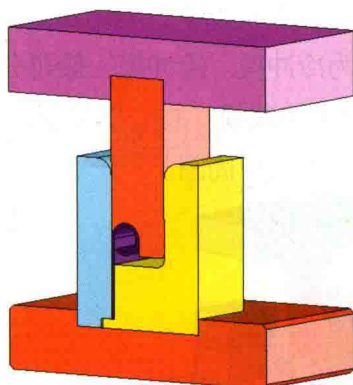
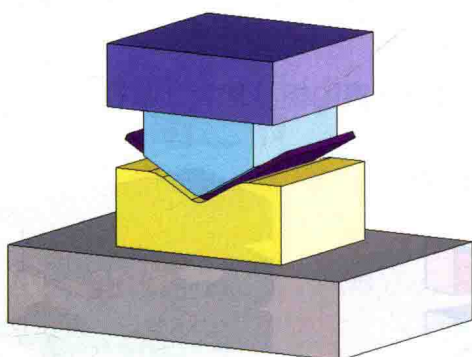


e)

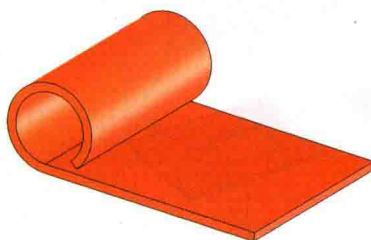
图 1—5 冲裁模简图（剖视图）

a) 落料模 b) 冲孔模 c) 切断模 d) 切口模 e) 切边模

2) 弯曲模 能将坯料弯曲成一定形状的模具称为弯曲模。图 1—6 所示为 V 形件弯曲模和卷边模简图。



a)



b)

图 1—6 弯曲模简图（剖视图）

a) V 形件弯曲模 b) 卷边模

3) 拉深模 将坯料拉深成开口空心零件或进一步改变空心工件形状或尺寸的模具称为拉深模。图 1—7 所示为拉深模简图。

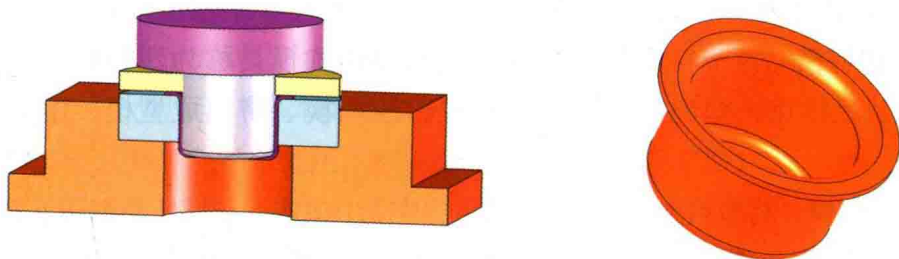


图 1—7 拉深模简图 (剖视图)

4) **成型模** 在冲裁、弯曲或拉深的零件上, 进一步改变其局部形状的模具称为成型模。图 1—8 所示为翻边模简图。

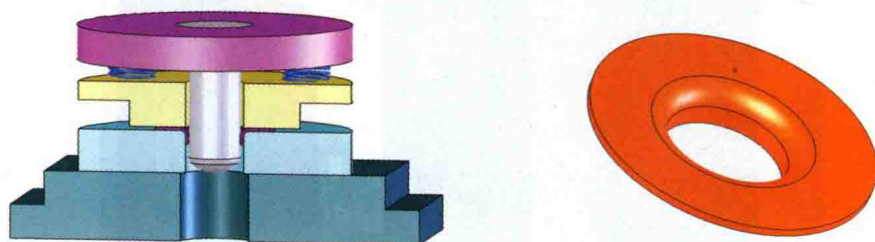


图 1—8 翻边模简图 (剖视图)

5) **冷挤压模** 将较厚的毛坯材料制成薄壁空心零件的模具称为冷挤压模。图 1—9 所示为冷挤压模简图。

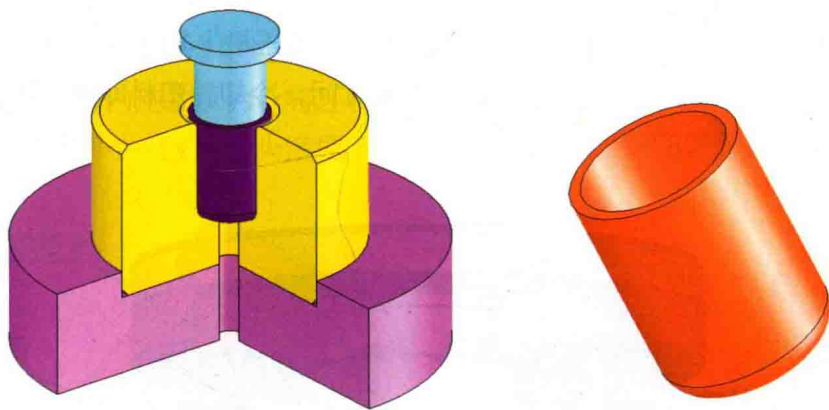


图 1—9 冷挤压模简图 (剖视图)

(2) 型腔模

利用自身型腔内部形状, 使型腔内具有塑性或呈液态状的材料成型的模具称为型腔模。在型腔模成型过程中, 一般需把材料放入模具或压力设备的加料装置中, 通过压力设备施加的压力, 使具有塑性或呈流动液态状的材料充满模具型腔, 从而制成零件。这类模具能制成与模具型腔内部形状相同的零件。型腔模按工作



性质不同,可分为以下几类:

1) **塑料模** 将塑料压制成一定形状的制件的模具称为塑料模。按塑料成型的工艺特点,塑料模可分为注塑模、压缩模、挤出成型模、中空吹塑模等。

① **注塑模** 将塑料放入注塑机的专用加料腔内加热,在螺杆的推动下加压,使软化的塑料经过浇注系统挤入模具的型腔内,从而制成塑料制件。图 1—10 所示为注塑模的结构形式。

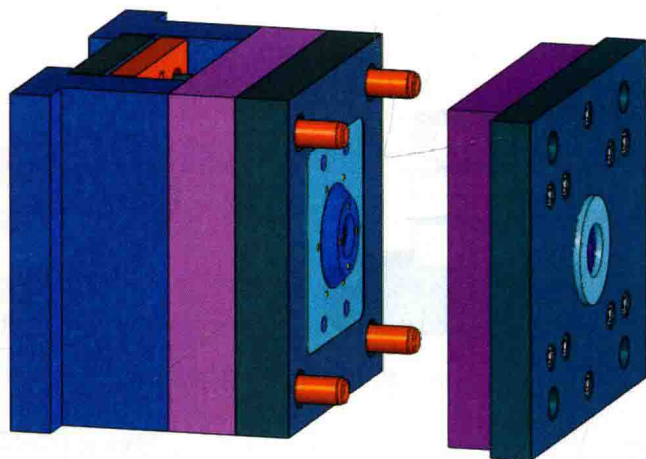


图 1—10 注塑模的结构形式

② **压缩模** 将塑料放入模具的型腔中,在液压机上加热、加压,使软化的塑料充满型腔,并保持一定的温度、压力和时间,冷却后塑料即硬化成制件。图 1—11 所示为压缩模的结构形式。

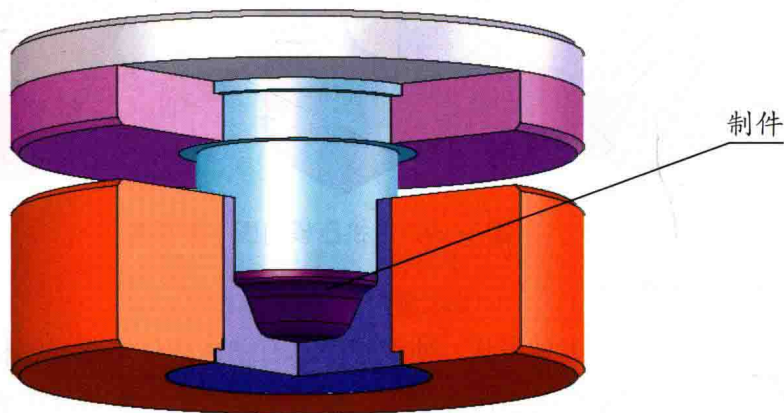


图 1—11 压缩模的结构形式 (剖视图)



③ 挤出成型模 将塑料放入挤出机的加料筒中,通过加热螺杆使塑料软化,在一定压力下挤出成型,然后在较低的温度下冷却定型。

④ 中空吹塑模 将管状坯料加热后置于模具型腔内,向管状坯料中注入压缩空气,使坯料膨胀贴紧型腔,然后冷却定型得到中空塑件。

2) 压铸模 若模具成型过程为:将熔化成液体的有色金属合金浇入压铸机的加料室中,用压铸机活塞加压,使金属液体经浇注系统压入模具型腔内,从而制成零件,则这一过程使用的模具称为压铸模。图 1—12 所示为压铸模的结构形式。

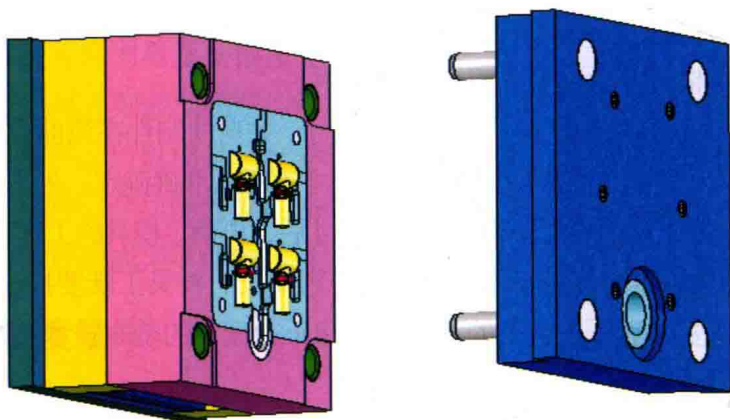


图 1—12 压铸模的结构形式

3) 锻模 若模具成型过程为:将金属坯料加热到一定温度,然后放到固定在锻锤上的锻模内施加压力,将坯料锻成一定形状的锻件,则这一过程使用的模具称为锻模。图 1—13 所示为锻模下模的结构形式。

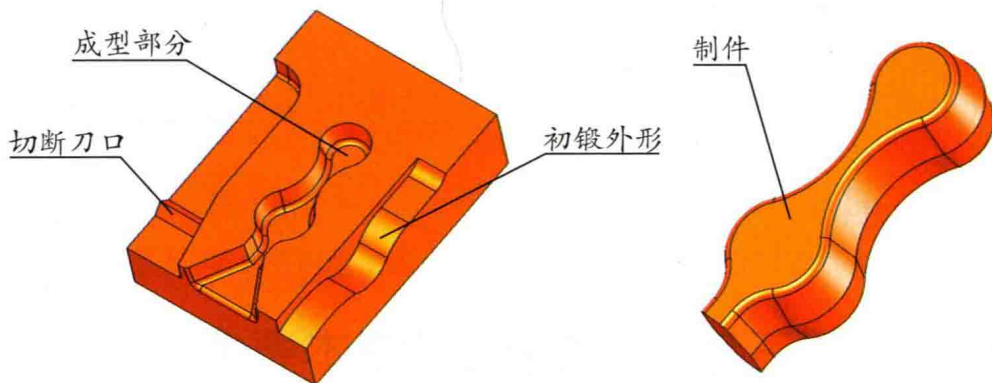


图 1—13 锻模下模的结构形式

除上述模具外,还有很多专用模具,如陶瓷制件模、玻璃制件模等。



模具的制造及工艺特点

■ 模具的制造特点

(1) 模具制造一般有多品种、针对单件的特点。由于制件的种类多，模具的种类也较多（即多品种）；但模具又是一种耐用的生产工具，如一套冷冲模可冲制几万到几百万个同样的制件（即单件）。

(2) 模具一般需成套制造。同一品种的多套模具的所有零部件要成套生产。

(3) 模具装配后必须进行调试和试用。新模具装配后必须经过试压和调试，直到压制出合格制件后，模具方可交付使用。

(4) 用试验方法确定模具工作零件尺寸。如弯曲制件在弯曲过程中板料“中性层”的变化和较复杂的成型制件的坯料尺寸都难以准确确定，为了保证模具工作零件的尺寸精度，用试验法来确定其坯料尺寸后，再确定模具的工作零件尺寸。

(5) 模具制造的准备工作复杂，制造周期长。模具工既要按设计图样加工、装配模具，还要了解压力加工的简单工艺和压力设备的基本技术参数，并能根据制件的缺陷调试模具。

■ 模具制造的工艺特点

(1) 制造模具零件的毛坯，通常用木模、手工造型、砂型铸造或自由锻造加工而成。毛坯的加工余量较大。

(2) 加工模具零件，除用普通机床加工外，还需要用高效、精密的设备来加工，如成型磨床、数控铣床、加工中心、电解加工机床、电火花线切割机床、电火花穿孔机床等。

(3) 加工模具零件时，一般多用配合加工的方法，精密模具应考虑工作部分的互换性。

(4) 为使模具从单件生产转化成批量生产，通常将模具的常用零件设计成标准件，使零部件标准化、系列化，如模具的模架、导向零件等。

第三节 模具制造的基本要求

模具是一种高精度、高效率的工艺装备，是生产制件的专用工具，模具的精度直接影响制件的质量。对于模具精度的基本要求是使模具在足够的寿命期内能





够稳定地生产出质量合格的制件。因此,对模具的基本要求是:精度高、质量好、寿命长、安全可靠、成本低。

本节主要介绍影响模具的因素和提高模具精度与寿命的方法。

模具的精度

模具的精度主要是指模具成型零件工作尺寸的精度和成型表面的表面质量。模具精度可分为模具零件本身的精度和装配精度。如凸模、凹模、型芯等的精度都是属于模具零件本身的精度;各零件装配后,面与面或面与线之间的平行度、垂直度,定位及导向配合等精度属于装配精度。通常所讲的模具精度主要是指模具工作零件或成型零件的精度及相互位置精度。

模具的精度越高,则成型的制件精度也越高,但过高的模具精度会受到模具加工技术手段的制约,所以模具精度要与所成型的制件精度相匹配,同时还要考虑现有模具生产条件。今后随着模具加工技术手段的提高,模具精度会有很大的提高,模具工作零件或成型零件的互换性生产将成为现实。

■ 模具的精度要求

一般模具工作尺寸的制造公差应控制在制件尺寸公差的 $1/3 \sim 1/4$ 。此外,制造冲裁模具时还需考虑工作尺寸的制造公差对凸、凹模初始间隙的影响,即应保证凸、凹模工作尺寸的制造公差之和小于凸、凹模最大初始间隙与最小初始间隙之差。模具成型表面的质量应根据制件的要求和模具的性能要求确定。对于一般模具,要求其成型表面的表面粗糙度值 $Ra \leq 0.4 \mu\text{m}$ 。

模具上、下模或动、定模之间的导向精度以及坯料在冲模中的定位精度等对制件质量也有较大的影响,是衡量模具精度的重要指标。此外,为了保证模具的精度,还应注意零件相关表面的平面度、直线度、圆柱度等形状精度和平行度、垂直度、同轴度等位置精度,以及模具装配后零件与零件相关表面之间的平行度、垂直度、同轴度等位置精度。

■ 影响模具精度的因素

(1) 模具的原始精度

模具的原始精度即模具的设计和制造精度,它是保证模具有较高精度的基础。模具只有具备足够的原始精度,才能保证具有足够的使用寿命,充分发挥自身的效能。



（2）模具的类型和结构

模具的类型和结构对模具的精度有一定的影响。例如，带有导向装置的模具，其精度要高于无导向装置的敞开式模具。

（3）模具的磨损

模具在使用过程中，成型零件的工作表面在制件成型和起模时因与制件材料的摩擦而产生磨损，这种磨损直接导致成型零件的工作尺寸和制件尺寸发生变化。当磨损量达到一定程度时，制件将产生尺寸超出公差范围或其他质量问题，也就标志着模具失去了应有的精度。模具的定位零件、导向零件和其他有相对运动的零件的磨损，会降低制件的质量或恶化模具的工作状态，也就直接或间接影响模具的精度。

（4）模具的变形

模具受力零件在刚度、强度不足时，会发生弹性变形或塑性变形，从而会降低模具的精度。例如：塑料模、压铸模中的型腔在熔融塑料或金属液的压力作用下的变形，细小型芯在熔融塑料或金属液冲击下的变形，都会降低模具的精度。

（5）模具的使用条件

模具的使用条件，诸如成型设备的刚度和精度、原材料的性能变化、模具的安装和调整是否得当等，都会影响到模具的精度。

■ 模具的精度检查

利用模具生产制件的特点之一是生产效率高、生产批量大，如果将精度不足的模具投入生产，就有可能产生大量的废品。为了避免这种情况，就有必要对模具的精度进行经常而仔细的检查。

（1）模具制造过程的精度检查

为了保证模具具有良好的原始精度，在模具制造过程中就应注意模具的精度检查。首先应严格检查和控制模具零件的加工精度及模具的装配精度，其次应通过试模验收工作综合检查模具的精度状况。只有在试模验收合格后，模具才可以交付用户投入使用。

（2）新模具入库前的精度检查

新模具在办理入库手续前必须进行精度检查。首先应进行外观检查和测量模





具成型零件的工作尺寸、表面质量及其他有关指标是否达到设计要求,然后通过试模检验来检查制件的质量是否合乎要求。在判断模具精度是否合格时,要注意模具使用后的磨损对制件尺寸的影响,尤其是对于尺寸精度要求较严的制件,应考虑避免出现试制件的尺寸在规定的公差范围之内,但在模具使用后不久制件的尺寸就超出公差范围的情况。

如果直接使用用户的生产设备进行模具的试模验收工作,新模具入库前的精度检查可以与试模验收工作同时进行。否则,就要注意试模验收所用的设备和用户生产设备之间的差别,有时即使试模验收时的试制件是合格的,但在用户使用设备进行生产时,由于设备之间存在差别,也有可能生产出不合格产品。此时,在新模具入库前有必要在用户的设备上对模具的精度做重新检查。

新模具精度检查的结果应记载入有关档案卡片,模具入库时应附带几个合格试制件一同入库。

(3) 模具使用过程中的精度检查

模具使用时的精度检查包括首件检查、中间检查和末件检查。

有时制件质量不合格的原因可能不在于模具,而是模具安装、调整不当造成的。模具安装、调整不当也是模具磨损和造成模具安全事故的重要原因。因此,在开始生产作业时,应试制、检查几个初期制件,并将检查结果与模具入库前的精度检查结果或上次使用时的末件检查结果相比较,以确认模具安装、调整是否得当。制件的成批生产必须在首件检查合格后才能开始。

在生产过程中,间隔一定时间或生产一定数量的制件后,应对制件进行抽样检查,即进行中间检查。中间检查的目的是了解模具在使用时的磨损速度,评估磨损速度对模具精度和制件质量的影响情况,以预防不合格制件的成批出现。

生产作业终了时,应对最终制造的制件进行检查,同时结合对模具的外观检查,来判断模具的磨损程度和模具有无修理或重磨的必要。此外,通过对首件检查和末件检查的结果进行比较,能够测算模具的磨损速度,以便合理安排下一次作业的制件生产批量,避免模具在下次使用时因中途需要重磨或修理而中断作业所造成的损失。

(4) 模具修理后的精度检查

模具在修理时,更换零件和对模具进行拆卸、装配、调整等工作,都有可能使模具的精度发生变化,因此在模具修理结束后必须进行精度检查。检查的方法、要求与新模具入库前的精度检查相同。





模具的材料

模具直接关系到产品的质量、性能、生产率及成本，而模具的质量和使用寿命与制造模具的材料及工艺有着密切的关系。因此，在设计和制造模具时，需要了解模具材料的主要性能及指标，以满足模具制造的各项特性和要求。

■ 模具材料的性能要求和选用原则

模具的使用寿命与模具材料的选用有着密切联系，所以在选用模具材料时，要综合考虑模具的工作条件、性能要求、材质、形状和结构。

（1）模具材料的性能要求

模具材料的性能包括力学性能、高温性能、表面性能、工艺性能及经济性能等。各种模具的工作条件不同，对材料性能的要求也各有差异。

1) 对冷作模具要求具有较高的硬度和强度，以及良好的耐磨性，还要具有较高的抗压强度和良好的韧性及耐疲劳性。

2) 对热作模具除要求具有一般常温性能外，还要具有良好的耐蚀性、回火稳定性、抗高温氧化性和耐热疲劳性，同时还要求具有较小的热膨胀系数和较好的导热性，模具型腔表面要有足够的硬度，而且既要有韧性，又要耐磨损。

3) 压铸模具的工作条件恶劣，因此，一般要求具有较好的耐磨、耐热、抗压缩、抗氧化性能等。

（2）模具材料的选用原则

模具材料的选用一般应遵循以下原则：

1) 模具材料应满足模具的使用性能要求。主要从工作条件、模具结构、产品形状和尺寸、生产批量等方面加以综合考虑，确定材料应具有的性能。对形状复杂、尺寸精度要求高的模具，应选用变形小的材料；承受大载荷的模具，应选用高强度材料；承受大冲击载荷的模具，应选用韧性好的材料。

2) 模具材料应具有良好的工艺性能。模具材料一般应具有良好的可锻性、切削加工与热处理性能。对于尺寸较大、精度较高的重要模具，还要求具有较好的淬透性、较低的过热敏感性，以及较小的氧化脱碳和淬火变形倾向。

3) 模具材料要考虑经济性和市场性。在满足上述两项要求的情况下，选用

