

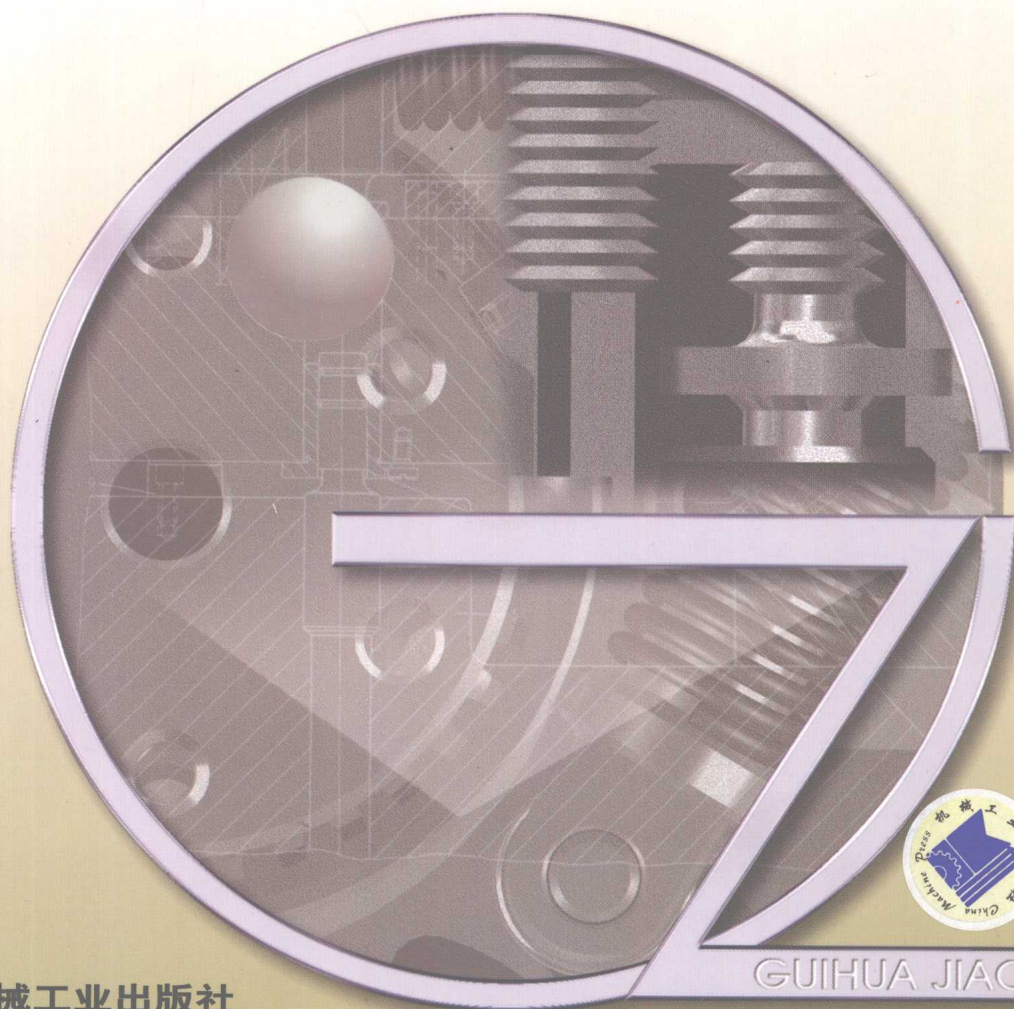


教育部职业教育与成人教育司推荐教材  
五年制高等职业教育模具专业教学用书

# 压铸模与锻模

教育部机械职业教育教学指导委员会 组编  
中国机械工业教育协会

范建蓓 主编



 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

GUIHUA JIAOCAI

gz

本书主要论述了压铸成形原理和锻造工艺基本理论,详细地阐述了压铸模、锻模的结构设计和计算基本方法,同时讲述了常用压铸设备以及锻压设备的类型、结构和选用等基本知识。

本书主要作为五年制高职高专模具专业的教学用书,也可作为三年制高职高专模具专业的教学用书以及供从事模具设计与制造工程的技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

压铸模与锻模/范建蓓主编. —北京:机械工业出版社, 2007.7

教育部职业教育与成人教育司推荐教材. 五年制高等职业教育模具专业教学用书

ISBN 978-7-111-21702-2

I. 压… II. 范… III. ①压铸模—高等学校:技术学校—教材②锻模—高等学校:技术学校—教材 IV. TG241 TG315.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第091457号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:汪光灿 责任校对:申春香

封面设计:姚毅 责任印制:李妍

北京中兴印刷有限公司印刷

2007年8月第1版第1次印刷

184mm×260mm · 12.5印张 · 304千字

标准书号:ISBN 978-7-111-21702-2

定价:18.00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)88379182

封面无防伪标均为盗版

## 机电类高等职业技术教育教材建设 领导小组人员名单

顾问：郝广发

组长：杨黎明

成员：刘亚琴 李超群 惠新才 王世刚  
姜立增 李向东 刘大康 鲍风雨  
储克森 薛 涛

## 模具设计与制造专业教材编审委员会

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 刘大康 | 戴 勇 | 刘 航 | 虞学军 | 武友德 |
| 甄瑞林 | 胡占军 | 夏江梅 | 史铁梁 | 范建蓓 |
| 彭 雁 | 徐政坤 | 张 华 | 殷 钺 | 窦君英 |
| 杨善义 | 赵国增 | 夏 暎 | 汪光灿 |     |

# 前 言

本书是根据教育部“关于加强高职高专教材建设的若干意见”、机械工业教育发展中心“关于组织编写五年制高职教育专业教材编写的通知”及全国机械职业教育模具设计与制造专业教学指导委员会制定的“压铸模与锻模”课程基本要求和教材编写大纲,遵循“理论联系实际,体现应用性、实用性、综合性和先进性,激发创新”的原则,在总结近几年各院校模具专业教改经验的基础上编写的。本书的主要特点是:

1. 根据从事压铸模、锻模设计的工程技术应用型人才的实际要求,理论以“必需、够用”为度,着眼于解决现场实际问题,同时融合相关知识为一体,突出综合素质的培养,并注意加强专业知识的广度,积极吸纳新技术,体现了应用性、实用性、综合性和先进性。

2. 将压铸成形原理和压铸模设计、锻造工艺和锻模设计等关联课程的内容进行了有机的融合和衔接。采用通俗易懂的文字和大量的图表,在简要介绍压铸成形、锻造工艺基本理论的基础上,较为详细地阐述了压铸模、锻模的设计和计算基本方法。同时讲述了常用的锻压设备类型、结构和选择等方面的基本知识,体系新颖,内容详实。

3. 各章均选编了应用实例和习题,重点章节精选了综合应用实例和大型作业,实用性和可操作性强,便于教学和自学。

本书可作为高职高专各类院校模具设计与制造专业及机械、机电类各相关专业的教材,也可供从事模具设计与制造的工程技术人员参考。

本书由浙江机电职业技术学院范建蓓任主编,河北机电职业技术学院胡占军任副主编,辽宁机电职业技术学院彭雁任主审。全书共五章,绪论、第三章第一至七节内容由范建蓓编写,第一章、第二章由河北机电职业技术学院胡占军编写,第三章第八、九节由山西综合职业技术学院傅霞编写,第四章、第五章由陕西国防学院刘绪民、董峨编写。

西安理工大学高等技术学院刘航、贵州省机械工业学校吴家安、辽宁机电职业技术学院王岩对本书稿提出了许多宝贵意见。在本书编写过程中还得到东风汽车公司魏建彬、崔代金高级工程师的帮助,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中错误和缺点在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

# 目 录

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 前言                |     |
| 绪论                | 1   |
| 第一章 压铸工艺          | 4   |
| 第一节 压铸的基本原理和特点    | 4   |
| 第二节 压铸件的工艺性       | 8   |
| 第三节 压铸合金          | 16  |
| 第四节 压铸工艺参数的选择     | 19  |
| 思考练习题             | 26  |
| 第二章 压铸机           | 28  |
| 第一节 压铸机的结构和工作原理   | 28  |
| 第二节 压铸机的选用        | 33  |
| 思考练习题             | 37  |
| 第三章 压铸模设计         | 38  |
| 第一节 压铸模的基本组成      | 38  |
| 第二节 压铸模零部件的设计     | 39  |
| 第三节 浇注系统和排溢系统的设计  | 57  |
| 第四节 侧向分型抽芯机构的设计   | 68  |
| 第五节 推出机构的设计       | 79  |
| 第六节 加热和冷却系统的设计    | 85  |
| 第七节 压铸模的设计步骤和实例   | 87  |
| 第八节 压铸模的失效分析      | 102 |
| 第九节 压铸件的缺陷分析与排除措施 | 103 |
| 思考练习题             | 107 |
| 第四章 锻造工艺          | 109 |
| 第一节 锻造前的准备和锻后热处理  | 109 |
| 第二节 锻造工艺的基本工序和工步  | 115 |
| 第三节 锻造设备简介        | 118 |
| 思考练习题             | 124 |
| 第五章 锻模设计          | 125 |
| 第一节 锻模的分类及特点      | 125 |
| 第二节 锻件图设计         | 131 |
| 第三节 终锻模膛设计        | 143 |
| 第四节 预锻模膛设计        | 149 |
| 第五节 制坯模膛设计        | 152 |
| 第六节 锤锻模结构设计       | 164 |
| 第七节 机锻模设计         | 178 |
| 思考练习题             | 190 |
| 参考文献              | 192 |

# 绪 论

在现代机械制造业中,模具工业已成为国民经济中一个非常重要的行业。许多新产品开发和生产在很大程度上依赖于模具的设计和制造技术,特别是在汽车、轻工、电子和航天等领域中尤为重要。模具设计与制造能力的强弱和水平的高低,已经成为衡量一个国家机械制造水平的重要标志之一,它关系着产品质量和经济效益的提高,直接影响了国民经济中许多行业的发展。

## 一、压力铸造技术与压铸模

压力铸造技术是在普通铸造技术基础上发展起来的一种先进工艺,已有很长的发展历史。它是将熔融的液态金属注入压铸机的压室,通过压射冲头(活塞)的运动,使液态金属在高压作用下高速通过模具浇注系统并充填模具型腔,在压力下金属开始结晶,迅速冷却凝固成铸件。和普通铸件相比,压铸件内部组织致密,力学性能优良,尺寸精度高,表面质量好。压铸工艺在机械工业、航天工业、汽车制造业和日用轻工业中,都占有重要地位。

近年来,由于汽车和摩托车工业的迅速发展,推动了压铸件生产的发展。因而在压铸模具结构的复杂程度、制造工艺、产品的外观质量和尺寸精度等方面,均有明显提高,已经基本上能够满足汽车、家电、轻工等工业压铸件的要求。汽车、摩托车上配套的铝合金压铸件大部分已实现了国产化。有些厂家已把 CAD/CAM 技术应用于压铸模型腔设计、型面造型与加工编程系统,广泛地采用了电火花和数控铣加工技术,保证了型腔尺寸的精度。在模具钢的选用方面,3Cr2W8V 已较少应用,而普遍采用 H13 和 ASSAB8407 等材料,并经热处理和表面氮化处理,大幅度提高了模具寿命。在设计模具时,注重解决热平衡问题,水平也有较大的提高。国内在 10000kN 以上大型压铸机的应用方面也有所发展,已开始采用了真空高压铸造技术及液态模锻技术。

压铸设备的发展方向,正向大型化、全自动化发展,卧式冷压室压铸机的锁模力达到 44000kN,先进的压铸机的压铸性能可达到如下指标:慢压射速度在 0~0.6m/s 范围内无级可调,能实现匀速运动和等加速运动;快压射速度可超过 10m/s,能实现一级或多级速度段运动,控制精度达到 2%;建压时间最短可小于 30ms,慢压射转换到快压射的过渡时间小于 20ms;压射终了和增压终了时的压力冲击峰值小于 20%,具有压射终了时的制动减速功能;压射比压在 60~160MPa 内无级可调,一次压射后的压力波动小于 15%。

我国的压铸模与国外相比仍有较大差距,反映在三个方面:

(1) 使用寿命 大中型铝合金压铸模的寿命,国外为 10~15 万次,国内一般在 3~8 万次,有时甚至不到 3 万次。

(2) 表面质量 国内的压铸件往往线条不清晰,水流纹不理想,表面粗糙度值也较大。与进口压铸件对比,差距明显。

(3) 使用可靠性 国产模具的使用可靠性不稳定,运转中故障较多,返修量大,单产量不如进口模具高。另外,大型汽车零件压铸模,国内基本上还不能自行制造,主要依赖于进口。铜合金和镁合金压铸模亦是薄弱环节。

## 二、锻造技术与锻模

锻造工艺不仅能合理利用金属的塑性,省时节能地获得产品的形状,而且还能改变金属的内部组织,提高原始金属本身的承载能力,进而收到节材的效果。锻压已不再是一种加工零件毛坯的手段,用它直接成形产品的实例越来越多,也越来越精密。

模锻工艺是在自由锻工艺基础上发展起来的一种先进工艺。它是将金属加热,使其具有较高的塑性,然后置于锻模模膛中,由锻造设备施加压力,使金属发生塑性变形并充填模膛,得到所需形状并符合技术要求的模锻件。与自由锻件相比,模锻件尺寸精度高、加工余量小,表面质量好,可提供形状复杂的毛坯。随着模锻件所占有的经济技术优势明显提高,锻模设计技术也日益得到重视。尤其是精密模锻工艺的应用,使模锻件少、无切屑加工成了现实,甚至可以使锻件不再机械加工。目前,已能够将精锻件的公差控制在 $0.01\sim 0.05\text{mm}$ 以内,德国已将汽车传动用的十字轴、内外螺旋齿轮,实现了锻件不再机械加工的精密锻造。锻造用的坯料可以是粉末烧结件,也可以是喷射成形制坯,即铸锻复合工艺。铸锻复合工艺的半固态成形是一种既节能又可得到相对精密且性能好的工件的方法。另外,采用半固态成形又是一种低纤维复合材料与颗粒强化复合材料成形的好方法。

在经济发达国家中,模锻件平均占锻件总质量的70%以上,尤其是在先进的汽车制造业中,模锻件已占锻件总质量的90%。我国近年来,锻造工艺和模锻技术也得到了重视和发展,模锻件占锻件总质量比例已达50%以上。但因为模具结构复杂、制作周期长、投入成本高,只有在经济发展到一定程度,产品占领了较大市场形成大批量生产的条件下,模具的优势才能得到充分的发挥。因此,模具在生产中所占比重,在某种意义上代表了个国家经济发展的水平,是工业发达程度的标志之一。

## 三、模具技术的发展方向

20世纪80年代以来,我国的模具工业发展十分迅速,一直以每年约15%的增长速度发展。在过去的10余年间,我国的模具工业和模具技术得到了快速发展。但与国外工业发达国家相比仍存在较大差距,还不能完全满足国民经济高速发展的需要。模具技术的主要发展方向包括:

1) 提高大型、精密、复杂、长寿命模具的设计制造水平。目前,现代模具制造新技术、新工艺、新设备、新材料在模具制造中得到广泛推广和应用。数控加工技术、实型铸造技术、刃口堆焊技术日趋成熟。实型铸造技术是提高模具尺寸精度、减少模具加工余量、缩短模具制造周期的有效途径。

2) 在模具设计制造中广泛应用CAD/CAE/CAM技术。目前,大型覆盖件模具生产厂家都已采用CAD/CAM技术,从产品设计到模具制造实现了一体化。产品造型、工艺成形等工作可在计算机上完成,从数控编程到数控加工实现了DNC加工,在计算机硬件和软件配备上也接近国际水平。例如在CAD方面,UG、Pro/Engineer、I-DEAS、Euclid-IS等著名软件在国内的模具工业中,应用相当广泛。

3) 提高模具标准化水平和模具标准件的使用率。模具标准件在模具行业中得到广泛应用,特别是在缩短模具制造周期、提高质量和降低成本等方面作用显著。国内已有相当数量的模具标准件生产厂家。

模具标准件生产近年来有较大的发展,除了反映在标准件生产厂家有较多增加外,标准件品种也有所扩展。以往模具标准件主要是两大类:冷冲模架和注射模架,还有一些导向件

(导柱、导套)、顶杆、杆管和模具弹簧类等,品种比较单一。

4) 发展优质模具材料和先进的表面处理技术,进一步研究和开发模具的抛光技术和设备,特别是锻模和压铸模工作时与炽热金属接触时间长,要求更高的热硬性、导热性和抗热疲劳能力。基体钢是模具新钢种之一,它是在高速钢基体成分上调整合金及碳元素含量,使淬火后组织中过剩碳化物以过饱和状态溶于基体中的合金钢,它的疲劳强度和韧性都有较大提高,在挤压模中有广泛的作用。真空热处理和模具表面强化处理也能提高模具寿命。

5) 大力发展快速制造原型和快速制造模具技术,研究和应用模具的快速成形技术、高速测量技术与逆向工程。相当多的生产厂家拥有大型的高精度三坐标测量机、快速成形机,并具有数字扫描功能。

6) 开发新的成型工艺和模具,发展超塑性模具。在特定的内部条件(如组织和晶粒度)及外部条件(如变形温度和速度)下,在拉伸试验中金属的变形抗力大大降低,伸长率显著提高,这种现象称为超塑性。目前已发现 150 多种金属能够显现超塑性效应。超塑性变形机理与普遍塑性变形机理有着明显的区别,在深入研究理论的同时,更应注重推广超塑性模具的应用。

#### 四、学习要求和学习方法

本课程阐述了压铸成形原理和压铸模设计、锻造工艺和锻模设计等主要内容,是模具设计与制造专业的一门主干课程。通过本课程的学习,应掌握压铸成形工艺、锻造工艺编制的基本方法,具有设计中等复杂程度压铸模和一般的锤锻模、机锻模的能力,能正确合理选择相关的锻压设备,能运用所学的知识分析和解决生产中常见的产品质量、工艺和模具方面的技术问题,并了解新工艺、新模具、新模具制造技术及其发展方向。

“压铸模与锻模”是一门实践性和实用性很强的学科,它以金属学与热处理、工程力学、塑性成形技术等学科为基础,与锻压设备和机械制造技术紧密相关。因此,学习时不但要学好本学科的基础知识,要善于比较压铸模与塑料模、锻模和冷冲模在设计上的异同点,并且密切联系生产实际,认真参加实验、实习和实训等实践性教学环节。同时还要注意沟通与基础学科和相关学科知识间的联系,培养综合运用知识分析解决实际问题的能力。



# 第一章 压铸工艺

本章主要讲述金属压铸生产的基本原理、压铸件的工艺性、常用压铸合金及压铸工艺参数。重点内容是压铸件的结构工艺性、压铸工艺参数的确定与调整。通过本章的学习，能够正确设计压铸件，并合理选择和调整压铸过程中的压力、速度、温度和时间等工艺参数，正确使用压铸模涂料，使压铸件符合质量要求。

## 第一节 压铸的基本原理和特点

### 一、压铸的基本原理

金属压力铸造（简称压铸）是指在高压作用下，将液态或半液态金属以较高的速度充填压铸模具型腔，并在压力状态下结晶凝固，获得压铸件的工艺方法。压铸过程如图 1-1 所示。

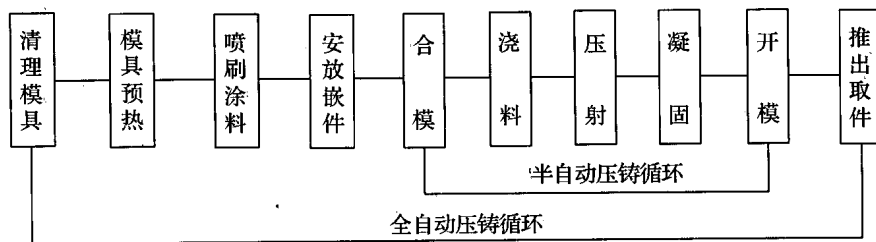


图 1-1 压铸过程循环图

压铸可分为热压室压铸机压力铸造和冷压室压铸机压力铸造两大类。其中冷压室压铸机压力铸造又分为立式、卧式和全立式压铸机压铸。下面分别介绍这四种常用的压铸机的压铸过程：

(1) 热压室压铸机的压铸过程 热压室压铸机的压室浸在保温坩埚内的熔融合金中，压射部件装在坩埚上面，其压铸过程如图 1-2 所示。压射冲头上升时，熔融合金通过进口进入压室内。合模后，压射冲头下压时，熔融合金沿通道经喷嘴充填压铸模，冷却凝固成形；压射冲头回程，开模取件，完成一个压铸循环。

(2) 立式冷压室压铸机的压铸过程 立式冷压室压铸机压室的中心平行于模具的分型面，称为垂直侧压室。其压铸过程如图 1-3 所示。合模后，浇入压室的熔融合金被已封住喷嘴孔的反料冲头托住；压射冲头下行压到熔融合金时，反料冲头开始下降打开喷嘴，熔融合金被压入模具型腔；凝固后，压射冲头回程，反料冲头上升切断并推出余料；余料取走后，反料冲头降到原位，开模取件，完成一个压铸循环。这种压铸机尤其适合具有中心浇口的压铸件生产。

(3) 卧式冷压室压铸机的压铸过程 卧式冷压室压铸机压室的中心线垂直于模具分型

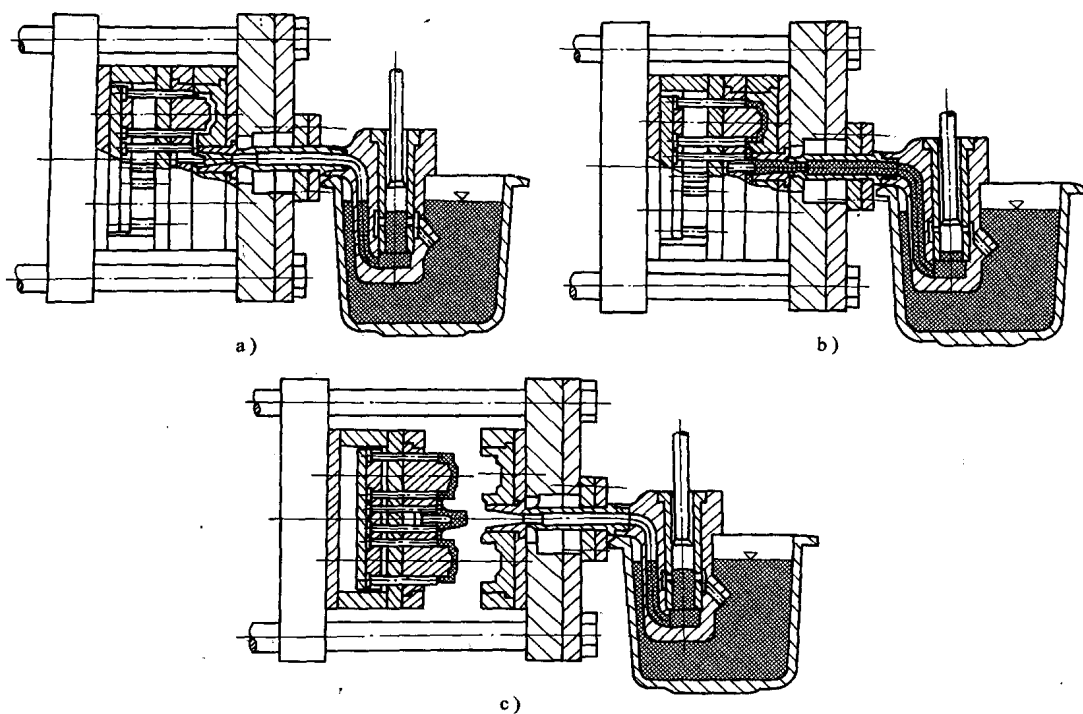


图 1-2 热压室压铸机压铸过程

a) 合模状态 b) 压射 c) 压射冲头回程→开模→推出压铸件

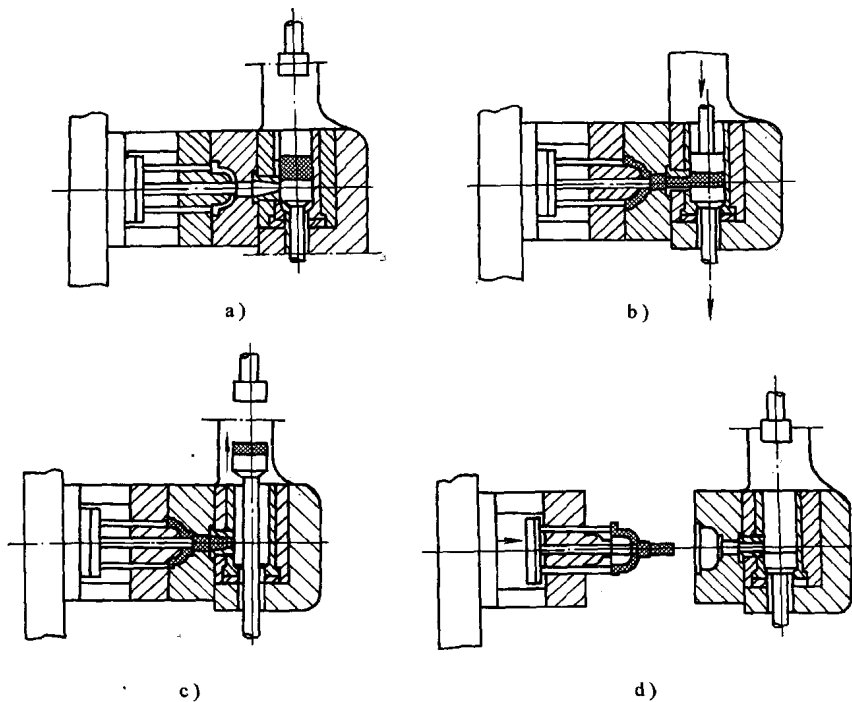


图 1-3 立式冷压室压铸机压铸过程

a) 合模→熔融合金浇入压室 b) 压射→反料冲头下退→熔融合金充填型腔  
c) 压射冲头回程→反料冲头上升推出余料 d) 开模→推出压铸件

面,称为水平压室。压铸过程如图 1-4 所示。合模后,熔融合金浇入压室,压射冲头向前推进,熔融合金经浇道充填型腔;开模时,压射冲头推出余料,模具推出机构推出压铸件,冲头复位,完成一个压铸循环。

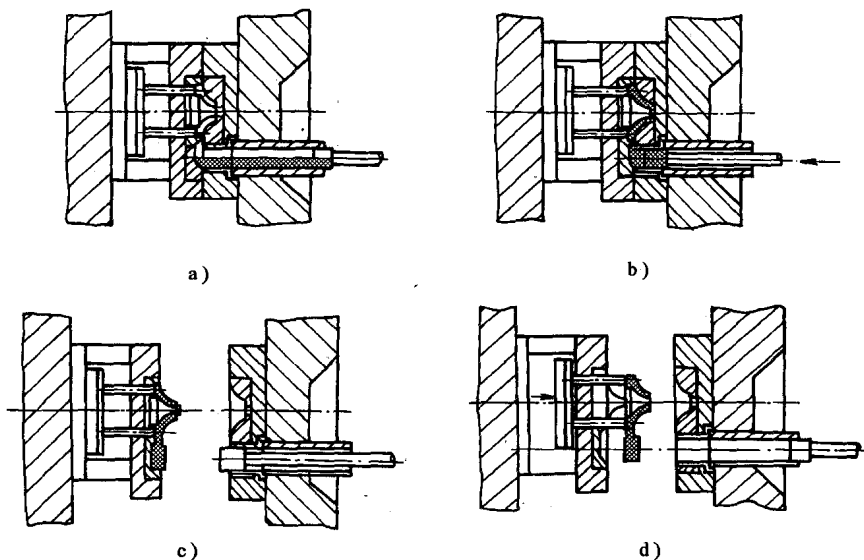


图 1-4 卧式冷压室压铸机压铸过程

a) 合模→熔融合金浇入压室 b) 压射→熔融合金充填型腔 c) 开模→冲头推出余料 d) 推出压铸件→冲头复位

(4) 全立式冷压室压铸机的压铸过程 合模机构和压射机构垂直布置的压铸机称为全立式压铸机,可分为以下两种:

1) 冲头上压式全立式冷压室压铸机的压铸过程。熔融合金先浇入压室后合模,压射冲头上压将熔融合金压入模具型腔,冷却凝固后开模推出压铸件,冲头复位,完成一个压铸循环,如图 1-5 所示。

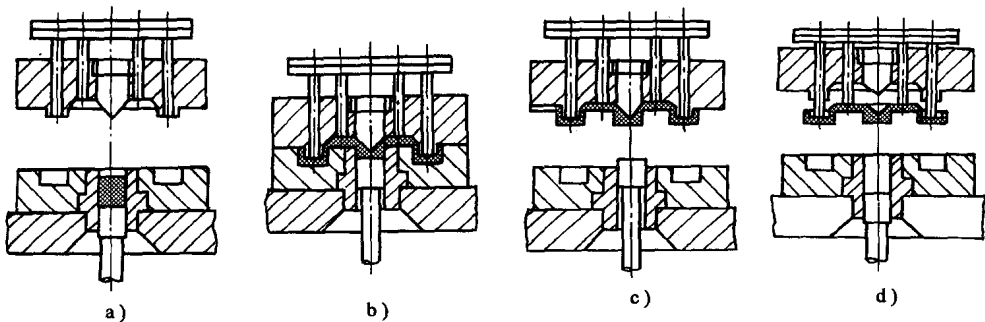


图 1-5 冲头上压式全立式冷压室压铸机压铸过程

a) 熔融合金浇入压室 b) 合模→压射 c) 开模→冲头上升 d) 推出压铸件→冲头复位

2) 冲头下压式全立式冷压室压铸机的压铸过程。模具合模后浇入熔融合金,压射冲头下行压到熔融合金时,反料冲头下降打开通道,熔融合金经浇道被压入模具型腔;凝固后,压射冲头回程,反料冲头上升切断并推出余料,余料取走后,反料冲头复位,完成一个压铸循环,如图 1-6 所示。

在上述压铸方法中,卧式冷压室压铸机应用最为广泛。随着科学的进步、技术的发展,

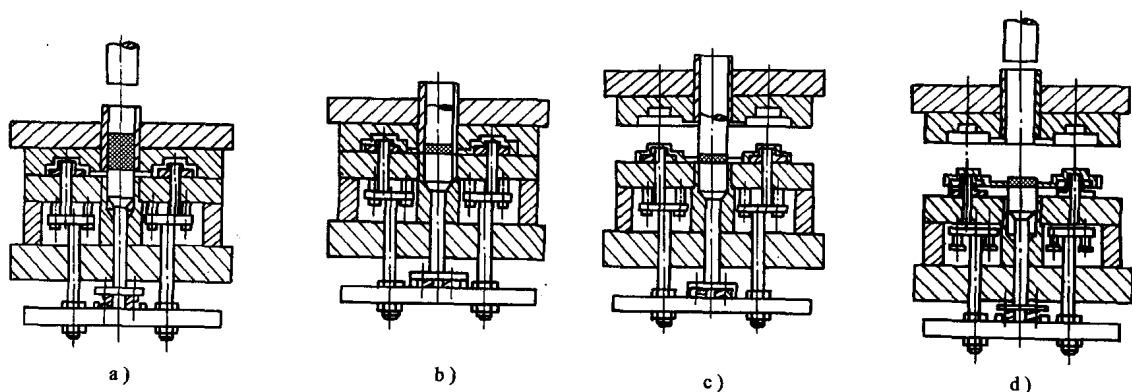


图 1-6 冲头下压式全立式冷压室压铸机压铸过程

a) 合模→熔融合金浇入压室 b) 压射→反料冲头下降→熔融合金充填型腔 c) 开模 d) 冲头回程→推出压铸件

压铸新技术、新工艺（如真空压铸、充氧压铸、精密压铸、半固态压铸等）将日臻完善和普遍应用。

## 二、压铸生产的工艺特点

压铸生产具有高速、高压、充填时间极短，并在高压状态下凝固成形的特点，因此压铸工艺具有以下优点：

1) 压铸件的尺寸精度高、表面质量好。压铸件的尺寸精度可达 IT11~IT13 级，最高时可达 IT9 级；压铸件的表面粗糙度  $R_a$  值为  $0.8 \sim 3.2 \mu\text{m}$ ，甚至可达  $R_a 0.4 \mu\text{m}$ ，压铸件互换性好。

2) 可以生产出形状复杂、轮廓清晰、深腔薄壁的压铸件。压铸锌合金时最小壁厚达  $0.3\text{mm}$ ，铝合金可达  $0.5\text{mm}$ ，最小铸出孔径为  $0.7\text{mm}$ 。同时可以铸出清晰的文字和图案。

3) 压铸件组织致密，具有较高的强度和硬度。由于熔融合金充填时间短，在压铸模内冷却迅速，同时又在高压下凝固结晶。因此，在压铸件上靠近表面的一层金属晶粒较细、组织致密，使得压铸件具有较高的强度、硬度和良好的耐磨性。

4) 材料利用率高。压铸件可不经过或只需少量的机械加工就可直接使用。材料利用率可达  $60\% \sim 80\%$ ，毛坯利用率在  $90\%$  以上。

5) 生产效率高，易实现机械化和自动化生产。冷室压铸机平均每小时可压铸  $80 \sim 100$  次，热室压铸机平均每小时可压铸  $400 \sim 1000$  次，适合于大批量生产。

6) 经济效益好。由于压铸件尺寸精确，表面质量好，加工余量小或不经机械加工即可进行装配，减少了机械加工设备和加工工时，压铸件价格便宜，可获得较好的经济效益。

同样，压铸生产也存在以下缺点：

1) 压铸件易出现气孔和缩松。由于熔融合金充填时间短、冷却速度快，模具型腔中的空气来不及排出；同时补缩困难，易形成细小的气孔和多孔性缩松。有气孔的压铸件不能进行热处理。

2) 不适合小批量生产。由于压铸模结构复杂，设计与制造成本高、周期长，以及压铸机的费用较昂贵。因此，只适用于定型产品的大量生产。

3) 模具的寿命低。高熔点合金压铸时，模具的寿命较低，影响了压铸生产的扩大应用。

但随着新型模具材料的不断涌现, 模具的寿命也有很大的提高。

4) 受压铸件结构和合金种类所限。压铸某些内凹件、高熔点合金压铸件比较困难, 目前主要压铸锌合金、铝合金、镁合金及铜合金, 黑色合金压铸生产尚不普遍。

## 第二节 压铸件的工艺性

压铸件的工艺性好, 可以简化模具结构, 保证压铸件的质量, 降低成本, 提高经济效益。压铸件的工艺性包括三方面的内容: 压铸件的精度、压铸件的表面质量和压铸件的结构工艺性。

### 一、压铸件的精度

压铸件能获得较高的精度, 而且稳定性也很好。影响压铸件精度的主要因素有: 模具的精度及工作情况、压铸机的精度及刚度、合金成分及性能、压铸件的结构、尺寸、压铸工艺参数等。

#### 1. 压铸件的尺寸精度

压铸件尺寸的经济精度可达 IT11~IT13 级, 高时可达 IT9~IT10 级; 未注公差可参照 IT14 级选取。

确定精密压铸件尺寸公差时, 可考虑下列因素:

1) 压铸件的轮廓尺寸大小以空间对角线表示, 如图 1-7 所示。空间对角线按下式计算, 一律取整数。

$$L_{\text{空}} = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$$

式中  $L_{\text{空}}$ ——空间对角线 (mm);

$a$ ——长度 (mm);

$b$ ——宽度 (mm);

$c$ ——高度 (mm)。

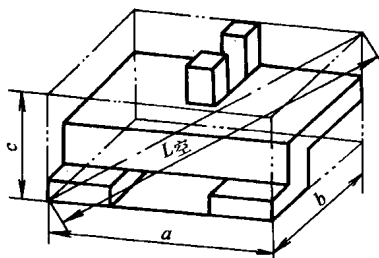


图 1-7 压铸件空间对角线

2) 分型面、活动成形部分对尺寸的影响, 与分型面无关的尺寸为 A 类尺寸, 如图 1-8 所示; 与分型面有关的尺寸为 B 类尺寸, 如图 1-9 所示。

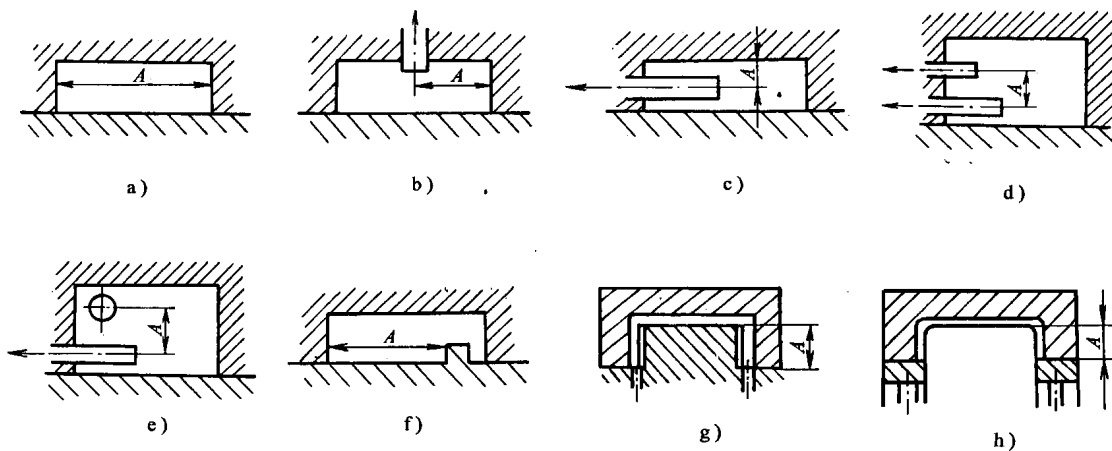


图 1-8 与分型面无关的尺寸示例

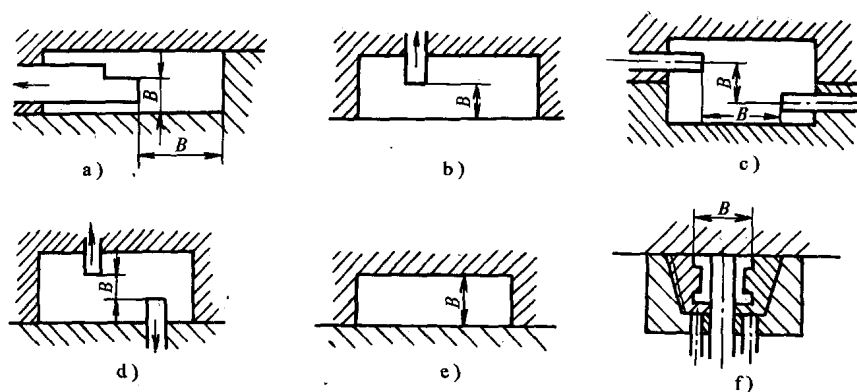


图 1-9 与分型面有关的尺寸示例

3) 合金种类的影响, 铝合金和镁合金为一类; 锌合金、锡合金和铅合金为一类; 铜合金为一类。

4) 其他因素的影响, 不同的压铸工艺水平和保证条件对精度有不同程度的综合影响。引起的尺寸误差较小时选取Ⅰ级精度, 较大时取Ⅱ级精度。

精密压铸件尺寸公差数值的选用: 压铸高精度尺寸公差数值见表 1-1; 压铸严格尺寸推荐公差数值见表 1-2; 铝合金、镁合金压铸尺寸未注公差数值 (长、宽、高、直径、中心距) 见表 1-3。

表 1-1 压铸高精度尺寸推荐公差数值

(mm)

| 空间<br>对角<br>线 | 合金种类  | 基 本 尺 寸 |            |            |            |              |              |              |              |              |              | 相当公<br>差等级<br>(GB/T1800<br>—1998) |
|---------------|-------|---------|------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------------------|
|               |       | ~18     | >18<br>~30 | >30<br>~50 | >50<br>~80 | >100<br>~120 | >120<br>~180 | >180<br>~250 | >250<br>~315 | >315<br>~400 | >400<br>~500 |                                   |
| ~50           | 锌合金   | 0.04    | 0.05       | 0.06       |            |              |              |              |              |              |              | IT9                               |
|               | 铝、镁合金 | 0.07    | 0.08       | 0.10       |            |              |              |              |              |              |              | IT10                              |
|               | 铜合金   | 0.11    | 0.13       | 0.16       |            |              |              |              |              |              |              | IT11                              |
| >50<br>~180   | 锌合金   | 0.07    | 0.08       | 0.10       | 0.12       | 0.14         | 0.16         |              |              |              |              | IT10                              |
|               | 铝、镁合金 | 0.11    | 0.13       | 0.16       | 0.19       | 0.22         | 0.25         |              |              |              |              | IT11                              |
|               | 铜合金   | 0.18    | 0.21       | 0.25       | 0.30       | 0.35         | 0.40         |              |              |              |              | IT12                              |
| >180<br>~500  | 锌合金   | 0.11    | 0.13       | 0.16       | 0.19       | 0.22         | 0.25         | 0.29         | 0.32         | 0.36         | 0.40         | IT11                              |
|               | 铝、镁合金 | 0.18    | 0.21       | 0.25       | 0.30       | 0.35         | 0.40         | 0.46         | 0.52         | 0.57         | 0.63         | IT12                              |
|               | 铜合金   | 0.27    | 0.33       | 0.39       | 0.46       | 0.54         | 0.63         | 0.72         | 0.81         | 0.89         | 0.97         | IT13                              |

表 1-2 压铸严格尺寸推荐公差数值

(mm)

| 空间<br>对角<br>线 | 合金种类  | 基 本 尺 寸 |            |            |            |             |              |              |              |              |              | 相当公<br>差等级<br>(GB/T1800<br>—1998) |
|---------------|-------|---------|------------|------------|------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------------------|
|               |       | ~18     | >18<br>~30 | >30<br>~50 | >50<br>~80 | >80<br>~120 | >120<br>~180 | >180<br>~250 | >250<br>~315 | >315<br>~400 | >400<br>~500 |                                   |
| ~50           | 锌合金   | 0.07    | 0.08       | 0.10       |            |             |              |              |              |              |              | IT10                              |
|               | 铝、镁合金 | 0.11    | 0.13       | 0.16       |            |             |              |              |              |              |              | IT11                              |
|               | 铜合金   | 0.18    | 0.21       | 0.25       |            |             |              |              |              |              |              | IT12                              |
| >50<br>~180   | 锌合金   | 0.11    | 0.13       | 0.16       | 0.19       | 0.22        | 0.25         |              |              |              |              | IT11                              |
|               | 铝、镁合金 | 0.18    | 0.21       | 0.25       | 0.30       | 0.35        | 0.40         |              |              |              |              | IT12                              |
|               | 铜合金   | 0.27    | 0.33       | 0.39       | 0.46       | 0.54        | 0.63         |              |              |              |              | IT13                              |
| >180<br>~500  | 锌合金   | 0.18    | 0.21       | 0.25       | 0.30       | 0.35        | 0.40         | 0.46         | 0.52         | 0.57         | 0.63         | IT12                              |
|               | 铝、镁合金 | 0.27    | 0.33       | 0.39       | 0.46       | 0.54        | 0.63         | 0.72         | 0.81         | 0.89         | 0.97         | IT13                              |
|               | 铜合金   | 0.35    | 0.43       | 0.51       | 0.60       | 0.71        | 0.82         | 0.94         | 1.06         | 1.15         | 1.21         | (IT13+<br>IT14)/2                 |

表 1-3 铝、镁合金压铸尺寸未注公差数值(长、宽、高、直径、中心距) (mm)

| 空间<br>对角线   | 精度<br>等级 | 与分<br>型面<br>关系 | 基 本 尺 寸 |            |            |            |             |              |              |              |              |              | 相当公<br>差等级<br>(GB/T 1804<br>—1998) |
|-------------|----------|----------------|---------|------------|------------|------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------------------------|
|             |          |                | ~18     | >18<br>~30 | >30<br>~50 | >50<br>~80 | >80<br>~120 | >120<br>~180 | >180<br>~250 | >250<br>~315 | >315<br>~400 | >400<br>~500 |                                    |
| ~50         | I        | A              | ±0.11   | ±0.14      | ±0.16      |            |             |              |              |              |              |              | (JS12+<br>JS13)/2                  |
|             |          | B              | ±0.21   | ±0.24      | ±0.26      |            |             |              |              |              |              |              |                                    |
|             | II       | A              | ±0.14   | ±0.17      | ±0.20      |            |             |              |              |              |              |              | JS13                               |
|             |          | B              | ±0.24   | ±0.27      | ±0.30      |            |             |              |              |              |              |              |                                    |
| >50<br>~180 | I        | A              | ±0.14   | ±0.17      | ±0.20      | ±0.23      | ±0.27       | ±0.32        |              |              |              |              | JS13                               |
|             |          | B              | ±0.24   | ±0.27      | ±0.30      | ±0.33      | ±0.37       | ±0.42        |              |              |              |              |                                    |
|             | II       | A              | ±0.17   | ±0.20      | ±0.25      | ±0.30      | ±0.35       | ±0.40        |              |              |              |              | (JS13+<br>JS14)/2                  |
|             |          | B              | ±0.32   | ±0.35      | ±0.40      | ±0.45      | ±0.50       | ±0.55        |              |              |              |              |                                    |
| >50<br>~180 | I        | A              | ±0.17   | ±0.20      | ±0.25      | ±0.30      | ±0.35       | ±0.40        | ±0.45        | ±0.50        | ±0.55        | ±0.60        | (JS13+<br>JS14)/2                  |
|             |          | B              | ±0.32   | ±0.35      | ±0.40      | ±0.45      | ±0.50       | ±0.55        | ±0.60        | ±0.65        | ±0.70        | ±0.75        |                                    |
|             | II       | A              | ±0.22   | ±0.26      | ±0.31      | ±0.37      | ±0.44       | ±0.50        | ±0.60        | ±0.65        | ±0.70        | ±0.80        | JS14                               |
|             |          | B              | ±0.42   | ±0.46      | ±0.51      | ±0.57      | ±0.64       | ±0.70        | ±0.80        | ±0.85        | ±0.90        | ±1.00        |                                    |

## 2. 压铸件的自由角度和锥度公差

压铸件的自由角度和锥度公差按表 1-4 选取。

表 1-4 自由角度及锥度公差

| 精度<br>等级 | 锥体母线长度或夹角短边长度/mm |          |           |            |            |            |            |             |              |              |              |              |
|----------|------------------|----------|-----------|------------|------------|------------|------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|          | 1~3              | >3<br>~6 | >6<br>~10 | >10<br>~18 | >18<br>~30 | >30<br>~50 | >50<br>~80 | >80<br>~120 | >120<br>~180 | >180<br>~260 | >260<br>~360 | >360<br>~500 |
| 1        | 1°30'            | 1°15'    | 1°        | 50'        | 40'        | 30'        | 25'        | 20'         | 15'          | 12'          | 10'          | 8'           |
| 2        | 2°30'            | 2°       | 1°30'     | 1°15'      | 1°         | 50'        | 40'        | 30'         | 25'          | 20'          | 15'          | 12'          |
| 3        | 4°               | 3°       | 2°30'     | 2°         | 1°30'      | 1°15'      | 1°         | 50'         | 40'          | 30'          | 25'          | 20'          |
| 4        | 6°               | 5°       | 4°        | 3°         | 2°30'      | 2°         | 1°30'      | 1°15'       | 1°           | 50'          | 40'          | 30'          |

注: 1. 一般选用 3 级精度; 在特殊情况下选用 2 级精度。

2. 受分型面及模具活动部分影响的和压铸件变形大的角度、加强肋的角度选用 4 级精度。

## 3. 压铸件的形状和位置公差

压铸件的表面形状和位置精度主要取决于压铸模成形表面的形状和位置精度, 但是, 压铸件的变形是不可忽视的影响因素。压铸件的平行度和垂直度公差见表 1-5; 压铸件的同轴度和对称度公差见表 1-6。

表 1-5 压铸件平行度和垂直度公差 (mm)

| 被测量表面的最大尺寸                         | ~25  | >25~40 | >40~63 | >63~100 | >100~160 | >160~250 | >250~400 | >400~630 |
|------------------------------------|------|--------|--------|---------|----------|----------|----------|----------|
| 基准面与被测平面在同<br>一半模内并且都是固定的          | 0.12 | 0.15   | 0.20   | 0.25    | 0.30     | 0.40     | 0.50     | 0.60     |
| 基准面与被测平面分别<br>为一个是固定的, 另一个<br>是活动的 | 0.16 | 0.20   | 0.25   | 0.32    | 0.40     | 0.50     | 0.65     | 0.80     |
| 基准面与被测平面都是<br>活动的                  | 0.20 | 0.25   | 0.30   | 0.40    | 0.50     | 0.60     | 0.80     | 1.00     |

注: 脱模斜度不计入。

表 1-6 压铸件同轴度和对称度公差

(mm)

| 被测量表面的最大尺寸                | ~30  | >30~50 | >50~120 | >120~250 | >250~500 | >500~800 |
|---------------------------|------|--------|---------|----------|----------|----------|
| 基准面与被测平面在同一半模内并且都是固定的     | 0.10 | 0.12   | 0.15    | 0.20     | 0.25     | 0.30     |
| 基准面与被测平面分别为一个固定的, 另一个是活动的 | 0.15 | 0.20   | 0.25    | 0.30     | 0.40     | 0.50     |

## 二、压铸件的表面质量

压铸件的表面粗糙度值, 一般比模具成形表面的粗糙度值低两级。新模具可获得表面粗糙度  $R_a$  值为  $0.8\mu\text{m}$  的压铸件。模具在正常使用寿命内, 锌合金压铸件  $R_a$  值为  $1.6\sim 3.2\mu\text{m}$ , 铝、镁合金压铸件  $R_a$  值为  $3.2\sim 6.3\mu\text{m}$ , 铜合金压铸件受模具龟裂的影响表面质量最差。随着模具使用次数的增加, 压铸件的表面粗糙度数值加大。

## 三、压铸件的加工余量

当压铸件的尺寸精度、形位精度达不到设计要求时, 应优先考虑采用精整加工方法, 如矫正、拉光、挤光等, 以便保留强度较高的致密层。必须采用机械加工时, 应选用较小的余量, 并以不受分型面及活动成形部分影响的表面为基准进行加工。压铸件的机械加工余量见表 1-7。当余量受脱模斜度影响时, 一般尽可能控制大端和小端的余量值都符合表 1-7 中的范围。铰孔的加工余量见表 1-8。

表 1-7 压铸件的机械加工余量及其偏差

(mm)

| 基本尺寸 | $\leq 100$          | $>100\sim 250$       | $>250\sim 400$      | $>400\sim 630$      | $>630\sim 1000$     |
|------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 单边余量 | $0.5^{+0.4}_{-0.1}$ | $0.75^{+0.5}_{-0.2}$ | $1.0^{+0.5}_{-0.3}$ | $1.5^{+0.6}_{-0.4}$ | $2.0^{+1.0}_{-0.4}$ |

表 1-8 铰孔的加工余量

(mm)

| 孔径   | $\leq 6$ | $6\sim 10$ | $10\sim 18$ | $18\sim 30$ | $30\sim 50$ | $50\sim 80$ |
|------|----------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 单边余量 | 0.05     | 0.10       | 0.15        | 0.20        | 0.25        | 0.30        |

## 四、压铸件的结构工艺性

### 1. 压铸件的壁厚

压铸件的壁厚对压铸件质量有很大影响, 压铸件的壁厚超过某一数值时, 其强度和致密性随壁厚的增大而下降。这是因为厚壁压铸件中心层的晶粒较大, 易产生气孔、缩孔等缺陷, 压铸件的力学性能和气密性明显降低。在保证其强度和刚度的前提下, 压铸件应尽量减小其壁厚, 通常工艺条件下以不超过  $4.5\text{mm}$  为宜。在壁厚相差较大时, 应尽可能使各截面的壁厚均匀, 在较厚部位可采用减薄壁厚增设加强肋的方法, 以防压铸件产生外表面凹陷、内部缩松和裂纹等。但压铸件的壁厚也不能太薄, 以免产生欠铸、冷隔的现象。压铸件的正常壁厚和最小壁厚见表 1-9。

表 1-9 压铸件的正常壁厚和最小壁厚  $t$ 

(mm)

| 壁厚处的面积<br>$a \times b / \text{cm} \times \text{cm}$ | 锌合金    |     | 铝合金 |     | 镁合金 |     | 铜合金 |     |
|-----------------------------------------------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                                     | 壁厚 $t$ |     |     |     |     |     |     |     |
|                                                     | 最小     | 正常  | 最小  | 正常  | 最小  | 正常  | 最小  | 正常  |
| $\leq 25$                                           | 0.5    | 1.5 | 0.8 | 2.0 | 0.8 | 2.0 | 0.8 | 1.5 |
| $>25 \sim 100$                                      | 1.0    | 1.8 | 1.2 | 2.5 | 1.2 | 2.5 | 1.5 | 2.0 |
| $>100 \sim 500$                                     | 1.5    | 2.2 | 1.8 | 3.0 | 1.8 | 3.0 | 2.0 | 2.5 |
| $>500$                                              | 2.0    | 2.5 | 2.5 | 3.5 | 2.5 | 3.5 | 2.5 | 3.0 |



2. 压铸件的孔和槽隙

压铸可以直接铸出比较深的小孔和较窄的槽隙。其孔径和深度与形成孔和槽的型芯在模腔中的分布位置有关。合金收缩时向着两型芯中心方向进行，对型芯产生很大的包紧力，型芯抽出时容易弯曲、折断或破坏铸件。因此，对压铸件的孔径、孔深和孔与孔之间的距离应加以限制。压铸件的最小孔径以及孔径与深度之间的关系见表 1-10。孔与孔之间的距离在 10mm 以上。

表 1-10 压铸件最小孔径以及孔径与深度的关系

| 合 金 | 最小孔径 $d/\text{mm}$ |        | 深度为孔径的倍数 |       |       |       |
|-----|--------------------|--------|----------|-------|-------|-------|
|     | 经济上合理的             | 技术上可行的 | 不 通 孔    |       | 通 孔   |       |
|     |                    |        | $d>5$    | $d<5$ | $d>5$ | $d<5$ |
| 锌合金 | 1.5                | 0.8    | $6d$     | $4d$  | $12d$ | $8d$  |
| 铝合金 | 2.5                | 2.0    | $4d$     | $3d$  | $8d$  | $6d$  |
| 镁合金 | 2.0                | 1.5    | $5d$     | $4d$  | $10d$ | $8d$  |
| 铜合金 | 4.0                | 2.5    | $3d$     | $2d$  | $5d$  | $3d$  |

注：1. 表内深度系指固定型芯而言，对于活动的单个型芯其深度还可以适当增加。

2. 对于较大的孔径，精度要求不高时，孔的深度可以超出上述范围。

槽隙的结构如图 1-10 所示，其尺寸见表 1-11。表中的厚度  $h$  与深度  $H$  是当宽度  $b$  为最小极限时的值。当宽度  $b$  大于表中数值时，深度与宽度可适当增加。

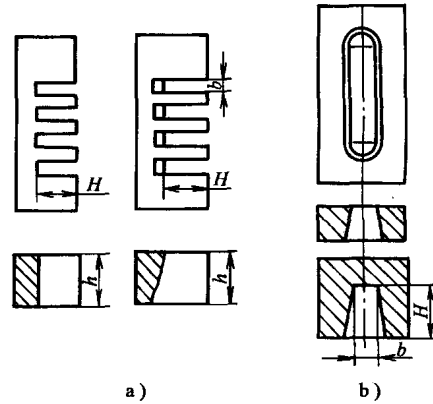


图 1-10 槽隙

a) 导槽 b) 长圆槽

表 1-11 槽隙尺寸

(mm)

| 合 金      | 锌合金  | 铝合金  | 镁合金  | 铜合金  |
|----------|------|------|------|------|
| 最小宽度 $b$ | 0.8  | 1.2  | 1.0  | 1.5  |
| 最大深度 $H$ | 12.0 | 10.0 | 12.0 | 10.0 |
| 厚度 $h$   | 12.0 | 10.0 | 12.0 | 8.0  |

3. 脱模斜度

为便于压铸件脱模，防止表面划伤，延长模具寿命，压铸件应有合理的脱模斜度。脱模斜度与压铸件的高度（或深度）、壁厚及模具型腔（或型芯）的表面状态、合金的种类等有关。压铸件壁厚越厚，合金对型芯的包紧力越大，脱模斜度就越大。收缩率越大，熔点越高的合金，脱模斜度也越大。此外，压铸件内表面或孔比外表面的脱模斜度要大。在允许范围内，采用较大的脱模斜度，可减少推件力和抽芯力。实际生产中推荐的脱模斜度见表 1-12。