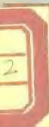




普通中等专业教育机电类规划教材

压铸模 锻模及 其它模具

杭州机械工业学校 董 峨 主编



机械工业出版社

普通中等专业教育机电类规划教材

压铸模 锻模及其它模具

主编 董 峨
参编 钱 昆
罗晓晔
王志泉
主审 马亶华

机械工业出版社

本书系统地阐述了压铸与模锻技术的基本原理,分析了压铸与模锻工艺主要参数的确定方法及常见的压铸件与模锻件典型工艺,论述了压铸模与锻模主要零部件设计方法,介绍了生产中压铸模与锻模典型结构。本书还对粉末冶金模、橡胶模、玻璃模的成型原理和设计方法作了扼要的介绍。对书中的重要内容设有例题,各章后附有思考题。

本书是中等专业学校模具专业的教学用书,亦可供模具设计技术人员及自学者参考。

压铸模 锻模及其它模具

杭州机械工业学校 董峨 主编

责任编辑:王小东 版式设计:霍永明

封面设计:姚毅 责任校对:张佳

责任印制:王国光

机械工业出版社出版(北京市百万庄大街22号)

邮政编码:100037

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

北京交通印务实业公司印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 787×1092¹/₁₆·印张 17.5·字数 424千字

1998年10月第1版第1次印刷

印数 0 001—3 000 定价:22.50元

ISBN7-111-06101-2/TG·1194 (课)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

前 言

本书是根据原国家机械工业委员会中等专业学校模具设计与制造专业教学计划和《压铸模锻模及其它模具》教学大纲编写的,是中等专业学校模具设计与制造专业的教材,也可供从事模具设计的技术人员及自学者参考。

本书共分三部分。第一部分在阐明压铸工艺的基础上,详细分析了压铸模设计方法,对浇注系统,成型零件,抽芯机构和推出机构等均有论述,并运用生产中的实例加以说明和归纳。第二部分在阐明锻造工艺基础上,分析了模锻工艺参数及模锻工步的确定方法,阐述了锤锻模、机锻模、螺旋压力机锻模及平锻模的设计方法,简要介绍了无飞边锻模及精密锻模,并对生产中常见锻模作了阐述。第三部分对粉末冶金模、橡胶模、玻璃模作了概括介绍。本教材内容力求通俗简明,从生产实际出发,以适应中等专业学校的教学要求。重要内容设有例题,为便于学生复习、巩固所学知识,各章都附有思考题。本教材的参考教学时数为45学时。

本书由杭州机械工业学校董峨主编,重庆机器制造学校马宣华主审。本书共九章。董峨编写绪论、第四、五章;江西机械工业学校钱昆编写第一、二、三章;杭州机械工业学校罗晓晔编写第六、七章;湖南省机械工业学校王志泉编写第八、九章。

参加本书审稿会的有重庆机器制造学校俞伟民,西安仪表工业学校王天仓、殷诚,常州机械工业学校陈泰兴,湖北省第二机械工业学校李翠桂,辽宁仪表学校彭雁,河北机电学校宁同海,湖南省机械工业学校周理,北京仪器仪表工业学校张英等同志。本书在编写过程中还得到了东风汽车集团公司锻造厂谢干和,宁波压铸机厂邹定波,江西省化油器厂周华东、万飞达、姜志强,南昌飞机制造公司何纯仁、潘定国等同志的帮助。杭州机械工业学校翁心权、余永平,湖南省机械工业学校成艳梅、郭奕隶、谭赞武、孟红波同志为本书编写提供了不少宝贵意见。对上述同志在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,经验不足,加之编写时间紧迫,书中缺点和错误在所难免,恳请批评指正。

编者
1997年于杭州

目 录

前言	
绪论	1
第一章 压铸工艺	3
第一节 压铸原理	3
一、压铸生产过程和特点	3
二、压铸合金的基本要求和种类	4
三、压铸件的结构工艺性	6
第二节 压铸主要工艺参数的选择与调整	9
一、压力	9
二、速度	10
三、温度	10
四、时间	12
五、涂料	12
思考题	13
第二章 压铸机	15
第一节 压铸机的种类和工作原理	15
一、压铸机的型号和种类	15
二、压铸机结构形式和压铸过程	16
三、压铸机的特点和主要技术参数	18
第二节 压铸机的选用	20
一、锁模力的确定	21
二、压室容量	21
三、开模距离	21
四、其它要求	22
思考题	22
第三章 压铸模设计	23
第一节 分型面的选择	23
一、分型面的类型和选择原则	23
二、分型面选择举例	24
第二节 浇注系统的组成及设计	27
一、浇注系统的组成和作用	27
二、浇注系统的设计	27
三、溢流槽的作用和设计	37
四、排气槽的作用和设计	38
第三节 成型零件设计	39
一、成型零件工作尺寸计算及公差确定	39
二、成型零件的结构形式	47
三、镶块和型芯的固定形式	47
第四节 抽芯机构设计	50
一、抽芯力和抽芯距的确定	50
二、常用抽芯机构介绍	51
第五节 推出机构设计	58
一、推出机构结构设计	58
二、常用推出机构介绍	61
第六节 模板及导向结构设计	64
一、模板设计	64
二、导向结构设计	67
第七节 预热及冷却装置	68
一、模具预热及冷却装置的作用	68
二、加热装置	68
三、冷却装置	69
第八节 压铸模设计	70
一、压铸模分类	70
二、压铸模设计的基本要求	70
三、压铸模设计的主要内容	71
四、压铸模零件材料选用	71
五、压铸模零件、总装要求	71
六、压铸模设计实例	72
思考题	84
第四章 锻造工艺	85
第一节 锻造时金属的塑性	85
一、晶格、应力、变形和塑性	85
二、单晶体和多晶体的塑性变形方式	85
三、影响金属塑性的因素	87
四、金属塑性图	88
五、锻造温度范围的确定	88
第二节 锻造时金属的成形	90
一、塑性条件	90
二、塑变图	90
三、最小阻力定律	91
四、锻造工艺的基本工序和工步	91
第三节 锻造设备简介	94
一、锻造设备分类	94
二、主要锻造设备的性能特征	95

三、锻造设备吨位的确定	98	三、胎模设计	156
思考题	101	四、固定模	160
第五章 锻模设计	102	第十节 机锻模设计	161
第一节 锻模的分类和设计步骤	102	一、锻压机模锻工艺的特点	161
一、锻模的分类	102	二、锻压机上模锻件分类	161
二、模锻件的分类	104	三、锻件图特点	163
三、锻模设计步骤	107	四、模膛设计	165
第二节 锻件图设计	107	五、机锻模结构设计	165
一、确定分模面	107	六、机锻模设计实例	168
二、确定机械加工余量和锻件公差	108	第十一节 平锻模设计	175
三、模锻斜度	115	一、平锻机上模锻工艺特点	175
四、圆角半径	115	二、平锻件的锻件图设计特点	178
五、冲孔连皮	116	三、第一类平锻件平锻模膛设计简介	178
六、绘制锻件图	118	四、平锻模结构简介	180
七、设计锻件图实例	118	五、短杆平锻件设计实例	181
第三节 终锻模膛设计	119	第十二节 螺旋压力机锻模简介	181
一、热锻件图	119	一、螺旋压力机模锻特点	182
二、飞边槽设计	120	二、螺旋压力机锻模设计特点	183
三、钳口	123	三、螺旋压力机锻模举例	184
第四节 预锻模膛的作用及设计	125	第十三节 无飞边锻模	189
一、预锻模膛作用	125	一、坯料在无飞边锻模中成形特点	189
二、预锻模膛设计	125	二、坯料在无飞边锻模中受力特点	190
第五节 圆盘类锻件制坯模膛设计	127	三、无飞边锻模设计中注意事项	190
一、圆盘类锻件制坯工步的确定	127	四、无飞边锻模	191
二、坯料尺寸的确定	128	第十四节 精密模锻	191
三、锻粗台设计	130	一、高温精密模锻	191
第六节 长轴类锻件制坯模膛设计	130	二、室温精密模锻	192
一、绘制计算毛坯图	130	三、中温精密模锻	195
二、确定制坯工步	132	四、精锻模设计特点	195
三、确定坯料尺寸	133	第十五节 锻模材料和寿命	197
四、制坯模膛设计	134	一、锻模失效形式	197
第七节 锤锻模结构设计	139	二、锻模常用材料	198
一、锤锻模紧固方式和安模空间	139	三、锻模寿命	198
二、模膛布置	140	思考题	200
三、锁扣	141	第六章 粉末冶金成形工艺	201
四、模壁厚度	143	第一节 粉末冶金概述	201
五、模块尺寸	144	一、粉末冶金制件成形过程和特点	201
第八节 锤锻模设计实例	144	二、粉末冶金制件结构工艺性	206
一、圆盘类锻件	144	第二节 压机的选用	213
二、长轴类锻件	145	一、压制压力计算	213
第九节 胎模设计	153	二、脱模力计算	214
一、胎模锻工艺特点	153	三、压力中心	215
二、胎模分类	153	四、压机种类	215

五、压机选用原则	215
第七章 粉末冶金模设计	219
第一节 粉末冶金模主要零件尺寸计算	219
一、主要零件在压制过程中的作用	219
二、工艺参数对压模尺寸的影响	222
三、径向尺寸的计算	225
四、轴向尺寸的计算	227
第二节 压模结构设计	228
一、压制上面的确定	228
二、补偿装粉	230
三、压模结构基本方案的确定	234
第三节 压模零部件设计	237
一、主要零件设计计算及连接方法	237
二、浮动装置结构设计	239
三、脱模复位装置结构设计	242
四、调节装粉装置作用和结构设计	244
第四节 典型粉末冶金模示例	245
一、带台阶压坯压模	245
二、球轴承自动压模	249
第八章 橡胶模	253

第一节 橡胶成型工艺	253
一、橡胶分类及成型工艺特点	253
二、橡胶制件结构工艺性	254
第二节 橡胶模设计	254
一、橡胶模分类及基本结构	254
二、橡胶模成型尺寸的确定	256
三、橡胶模设计要点	257
四、橡胶模典型结构	263
第九章 玻璃模	264
第一节 玻璃成型工艺	264
一、玻璃种类及成型特点	264
二、玻璃成型方法与工艺过程	264
三、玻璃制件的工艺要求及设计	266
第二节 玻璃模设计	268
一、玻璃模成型尺寸的确定	268
二、玻璃模分类及模具结构	268
三、玻璃模材料选择	271
四、玻璃模设计步骤	271
参考文献	272

绪 论

机械电子、石油化工、汽车制造和建筑业是我国 90 年代国民经济的四大支柱产业。机械工业又是四大支柱产业的基础,近年来发展很快,作为机械工业重要工艺装备的模具,也已进入高速发展的年代。和冷冲模、塑料模一样,压铸模、锻模、粉末冶金模、橡胶模和玻璃模等各类模具,已得到广泛的应用。

压铸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,铸件内部组织致密,力学性能优良,尺寸精度高,表面质量好。特别是镶铸法(又称嵌铸法)的应用,既节省了原材料,又减少了加工和装配工时。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。

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。特别是精密模锻工艺的应用,使模锻件少、无切屑加工成了现实。模锻件和铸件占有明显的经济技术优势,压铸模和锻模设计技术也日益得到重视。

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。模具在生产中所占比重,在某种意义上代表了这个国家经济发展的水平,是工业发达程度的标志之一。

有关统计资料表明,在 1984 年美国、原联邦德国和日本模具生产总值分别为 60 亿美元、53 亿马克和 100 多亿日元,与 1957 年相比,均增加了 100 倍以上。这些国家模具生产总值的增长速度已超过了其它许多行业。在经济发达国家中,模锻件平均占锻件总质量的 70% 以上。前苏联的统计资料表明,在 60 年代中期模锻件已占锻件总质量的 65.2%。我国 50 年代模锻件占锻件总质量的比例还不到 20%,近年来虽得到发展,但 80 年代估计仍未达到 50%。在国外先进的汽车制造业中,模锻件要占锻件总质量的 90%。由于各类模具大量使用,加上其他一些原因,国外轿车成本要比国产轿车成本低许多倍,而且质量好,维修方便。为使我国汽车制造业在本世纪末打下坚实基础,在增加汽车总产量的同时,必须提高模具所占的比重,模具就成了工艺装备的发展重点。

为了更好地发展模具事业,满足经济建设的需要,必须在以下几个方面不断探索:

(1) 模具的计算机辅助设计(CAD)和计算机辅助制造(CAM)。应用 CAD/CAM 技术,是在计算机内存储综合化的各种专业知识,进行人机联系,充分利用设计人员的实践经验,实现优化设计和模具加工的自动化控制。这就缩短了模具生产准备周期,节省了设计人员的时间,有利于降低模具成本,提高模具精度,是模具设计与制造走向全盘自动化的重大举措。近年来,国外对二维模具(平面成形为主)的 CAD/CAM 已有较完善、较系统的软

件,三维模具(立体成形为主)的 CAD/CAM 尚处在研究中。在美国、德国、日本和英国一些模具设计和制作中心里, CAD/CAM 已得到广泛应用并取得明显的经济效益,在我国则刚刚起步。探索 CAD/CAM 技术,不仅耗资大,而且还需要以先进的模具设计与制造技术为基础,做大量的理论研究工作,这样才能取得成效。

(2) 发展高效率、高精度、高寿命的“三高”模具。电子工业和汽车制造业的发展,促进了生产方式的改革,涌现出大批自动生产流水线,这样多工位、多模膛、多功能的自动模和精密模具就得到了发展。流水线上的模具要求寿命长,这又推动了模具新钢种的研究。特别是锻模和压铸模工作时与炽热金属接触时间长,要求更高的红硬性、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份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应用。真空热处理和模具表面强化处理也能提高模具寿命。如模具经电加工后涂覆 TiC 和 WC 技术与物理和化学气相沉积技术,近期都有较快的发展。

(3) 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通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。

本课程在简单阐述压铸工艺和模锻工艺的基础知识后,重点阐述压铸模与锻模的设计方法。学生在学完本课程后将能初步掌握一般形状的压铸件与模锻件工艺编制及模具设计。本课程实用性和实践性都很强。它是以《机械制图》、《工程力学》、《公差与配合》和《金属工艺学》等技术基础课为基础,与《成型机械》、《模具制造工艺》等专业课相关,与《冷冲压与塑料成型工艺及模具设计》等课程相并列。学习本课程,不仅要注意基本知识的纵横交错及前后呼应,更要善于比较压铸模和塑料模、锻模和冷冲模在设计上的异同点,还要在系统学习理论的同时,加强实习、实验、作业等环节,注重综合能力的培养。

第一章 压铸工艺

第一节 压铸原理

压力铸造是将熔融合金在高压、高速条件下充型，并在高压下冷却凝固成形的精密铸造方法，简称压铸。在压铸生产中，压铸合金、压铸模和压铸机是最基本的三大要素，而压铸生产就是将此三大要素加以组合、调整和正确实施的过程。

一、压铸生产过程和特点

(一) 压铸生产过程

压铸生产过程包括压铸模在压铸机上的安装与调整、对模具必要部位喷涂涂料、模具预热、安放镶嵌件、闭模、将熔融合金舀取倒入压室、压射（高压高速）成型、铸件冷却后脱模和压铸件清理等过程。

(二) 压铸特点

由于压铸时熔融合金在高压高速下充型，冷却速度快，因此有如下优点：

1. 压铸件尺寸精度高 压铸件尺寸精度一般可达 IT11~IT13，最高可达 IT9，表面粗糙度可达 $R_{a3.2} \sim R_{a0.4} \mu m$ 。因此，压铸件可不经机械加工或个别表面只需少量机械加工就可直接使用，既提高了金属利用率，又节省了机械加工工时。

2. 压铸件组织致密、硬度和强度较高 由于熔融合金在压铸模内冷却迅速，同时又在高压下结晶，因此在压铸件上靠近表面的一层金属晶粒较细，组织致密，表面硬度和强度较高，但伸长率较低。

3. 可生产薄壁、形状复杂和轮廓清晰的铸件 锌合金压铸件最小壁厚可为 0.3mm，铸孔孔径最小值可达 0.7mm，螺纹的最小螺距能达 0.75mm。同时，也可以压铸清晰的文字、图案和符号等。

4. 可采用镶铸法简化装配和制造工艺 将事先准备好的与浇注金属不同材料零件，放入压铸模中规定部位，压铸后零件被固定在压铸件中，这种压铸方法称为镶铸法（又称嵌铸法）。它既可满足特定部位的使用要求，又可简化装配和制造工艺。

5. 生产效率高，易实现机械化和自动化生产 一般冷压室压铸机每小时可压铸 75~80 次，热压室压铸机平均每小时可压铸 370~870 次，当采用“一模多腔”时，产量还可以成倍增加。尤其是压铸过程是在压铸机上实现的，故易实现生产过程的机械化和自动化。

尽管压铸生产有上述优点，但也存在以下缺点：

1. 压铸件易出现气孔和缩松 由于充型时间短，金属液在压铸模内凝固速度快，因此，型腔中的气体很难完全排出，补缩也困难，致使铸件容易产生气孔和缩松，铸件壁越厚越严重，故压铸件壁厚一般在 4.5~6mm 以下。有气孔的铸件在热处理时，气孔内气体在高温下膨胀会使铸件表面鼓泡，所以这种压铸件不能进行热处理。

2. 对内凹复杂的铸件压铸较困难 内凹复杂的铸件所需模具结构复杂，且出件脱模也

困难。

3. 高熔点合金压铸时，模具寿命低，影响了压铸生产的扩大应用。

4. 不宜小批量生产 由于压铸模结构复杂，制造成本高且准备周期长，因此只适应于定型产品的大量生产。

二、压铸合金的基本要求和种类

(一) 对压铸合金的基本要求

为了满足压铸件的使用要求，保证压铸件质量，对压铸合金提出如下要求：

- (1) 密度小，导电和导热性好；
- (2) 强度和硬度高，塑性好；
- (3) 性能稳定，耐磨和抗腐蚀性好；
- (4) 熔点低，不易吸气和氧化；
- (5) 收缩率小，产生热裂、冷裂和变形的倾向小。
- (6) 流动性好，结晶温度范围小，产生气孔缩松的倾向小。

(二) 压铸合金的种类

压铸用合金可分为铸造铁合金和非铁合金两大类。

铸造铁合金又分为铸铁和铸钢两类。铸铁类如灰铸铁、可锻铸铁和球墨铸铁等；铸钢类如碳钢、不锈钢和各种合金钢等。由于上述合金熔点高、易氧化和开裂，且模具寿命低，因此铁合金铸件的压铸生产还不普遍。

铸造非铁合金又分低熔点合金和高熔点合金。低熔点合金如铅合金、锡合金和锌合金等，高熔点合金如铝合金、镁合金和铜合金等。非铁合金压铸件中比例最大的是铝合金，其次为锌合金、铜合金和镁合金，常见压铸锌合金、铝合金、镁合金的化学成分和力学性能可参考表 1-1、表 1-2、表 1-3。

表 1-1 压铸锌合金化学成分和力学性能

序号	合金牌号	合金代号	化学成分 (质量分数) %								力学性能 (不低于)				
			主要成分				杂质含量 (不大于)				抗拉强度 σ_b	伸长率 δ_5	布氏硬度 (HBS)	冲击吸收功 A_K	
			铝	铜	镁	锌	铁	铅	锡	镉	铜	MPa	$L_0=50$	5/250/30	J/cm ²
1	ZZnAl4Y	YX040	3.5 ~ 4.3		0.02 ~ 0.06	其余	0.1	0.005	0.003	0.004	0.25	250	1	80	35
2	ZZnAl4Cu1Y	YX041	3.5 ~ 4.3	0.75 ~ 1.25	0.03 ~ 0.08	其余	0.1	0.005	0.003	0.004		270	2	90	39
3	ZZnAl4Cu3Y	YX043	3.5 ~ 4.3	2.5 ~ 3.0	0.02 ~ 0.06	其余	0.1	0.005	0.003	0.004		320	2	95	42

表 1-2 压铸铝合金化学成分和力学性能

序号	合金牌号	合金代号	化 学 成 分 (质 量 分 数) %														力 学 性 能 (不 低 于)			
			主 要 成 分						杂 质 含 量 (不 大 于)								抗拉强度 σ_b /MPa	伸长率 δ % $L_0=50$	布氏硬度 (HBS) 5/250/30	
			硅	铜	镁	锰	锌	铝	铁	铜	镁	锰	锌	镍	钛	锡				铅
1	YZAlSi12	Y102	10.0 ~ 13.0					其余	1.2	0.6	0.05	0.6	0.3				2.3	220	2	60
2	YZAlSi10Mg	Y104	8.0 ~ 10.5		0.17 ~ 0.3	0.2 ~ 0.5		其余	1.0	0.3			0.3		0.010.05	1.5	220	2	70	
3	YZAlSi12Cu2	Y108	11.0 ~ 13.0	1.0 ~ 2.0	0.4 ~ 1.0	0.3 ~ 0.9		其余	1.0				1.0	0.05	0.010.05	2.0	240	1	90	
4	YZAlSi9Cu4	Y112	7.5 ~ 9.5	3.0 ~ 4.0	0.1 ~ 0.3	0.2 ~ 0.5		其余	1.0				1.2		0.1	2.0	240	1	85	
5	YZAlMg5Si1	Y302	0.8 ~ 1.3		4.5 ~ 5.5	0.1 ~ 0.4		其余	1.0	0.1			0.2		0.2	1.4	205	2	65	
6	YZAlZn11Si7	Y401	6.0 ~ 8.0		0.1 ~ 0.3		9.0 ~ 13.0	其余	1.0	0.6			0.5			2.0	235	1	90	

表 1-3 铸造镁合金化学成分

合金牌 号	合金代号	化 学 成 分 ^① (质 量 分 数) / %										
		Zn	Al	Zr	RE	Mn	Ag	Si	Cu	Fe	Ni	杂质总量
ZMgZn5Zr	ZM1	3.5~ 5.5	—	0.5~ 1.0	—	—	—	—	0.10	—	0.01	0.30
ZMgZn4RE1Zr	ZM2	3.5~ 5.0	—	0.5~ 1.0	0.75 ^② ~1.75	—	—	—	0.10	—	0.01	0.30
ZMgRE3ZnZr	ZM3	0.2~ 0.7	—	0.4~ 1.0	2.5 ^② ~4.0	—	—	—	0.10	—	0.01	0.30
ZMgRE3Zn2Zr	ZM4	2.0~ 3.0	—	0.5~ 1.0	2.5 ^② ~4.0	—	—	—	0.10	—	0.01	0.30
ZMgAl8Zn	ZM5	0.2~ 0.8	7.5~ 9.0	—	—	0.15~ 0.5	—	0.30	0.20	0.05	0.01	0.50
ZMgRE2ZnZr	ZM6	0.2~ 0.7	—	0.4~ 1.6	2.0 ^② ~2.8	—	—	—	0.10	—	0.01	0.30
ZMgZn8AgZr	ZM7	7.5~ 9.0	—	0.5~ 1.0	—	—	0.6~ 1.2	—	0.10	—	0.01	0.30
ZMgAl10Zn	ZM10	0.6~ 1.2	9.0~ 10.2	—	—	0.1~ 0.5	—	0.30	0.20	0.05	0.01	0.50

① 合金可加入铍,其含量不大于0.002%。

② 含铈量不小于45%的钕混合稀土金属,其中稀土金属总量不小于98%。

③ 含铈量不小于85%的钕混合稀土金属,其中Nd+Pr不小于95%。

三、压铸件的结构工艺性

压铸件的结构工艺性好,可以简化模具结构,保证压铸件质量,降低成本,提高经济效益。否则,不仅模具结构复杂,且质量无法保证,甚至造成生产困难。压铸件的结构工艺性主要包括如下内容:

(一) 壁厚

实践证明,压铸件壁厚超过某一值时,其强度和致密性随壁厚的增加而下降,这是因为厚壁铸件易产生气孔和缩松等缺陷。因此在保证强度和刚度的条件下,铸件应尽可能减小其壁厚,通常工艺条件下以不超过4.5mm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,如图1-1所示,以防铸件产生外表面凹陷、内部缩松和裂纹等缺陷。铸件有镶嵌件时,镶嵌件周围金属层厚度为(1.5~3.5)mm,以提高金属基体与镶嵌件的包紧力。由于工艺因素的影响,压铸件壁厚也不能太小,

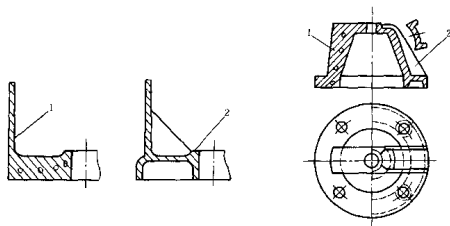


图 1-1 增设加强肋使壁厚均匀

1—改进前 2—改进后

以免产生浇不足和冷隔现象。最小壁厚可参考表 1-4 选取。

表 1-4 压铸件的最小壁厚

压铸件最小壁厚处的 表面积 A/mm^2	压铸件最小壁厚 t/mm			
	锌 合 金	铝 合 金	镁 合 金	铜 合 金
<2500	0.3	0.5	0.5	1.5
2500~10000	0.8	1.0	1.0	2.0
10000~50000	1.5	1.8	1.8	2.5
>50000	2.0	2.5	2.5	3.0

(二) 铸孔

压铸法的最大优点之一就是能压铸出较小的孔,但必须考虑到压铸合金在冷却过程中向铸件中心逐渐收缩时,对型芯会产生很大的包紧力,因此为防止型芯变形和断裂、考虑抽芯方便等,对铸孔的孔径、孔深和孔与孔之间的距离应加以限制。一般孔径不小于2.0mm,孔深不大于孔径的4~8倍,孔间距在10mm以上。

(三) 铸造圆角和脱模斜度

在压铸件壁与壁连接处,都应设计成圆角,它不仅有利于金属流动,便于成型,减小浇

流,而且可以防止在尖角处产生应力集中,有利于保证铸件质量。对模具来说,可以消除尖角处应力集中而延长寿命。通常,铸造圆角半径最小值可取相邻两壁厚之和的 $0.5\sim 1.0$ 倍。

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。脱模斜度与铸件壁厚、合金种类等有关。铸件壁厚越厚,合金对型芯的包紧力也越大,脱模斜度就越大。收缩率越大,熔点越高,脱模斜度也越大。此外,铸件内表面或孔比外表面的脱模斜度要大。一般脱模斜度取为 $20'\sim 1.0^\circ$ 。

(四) 螺纹、齿轮和槽痕

压铸外螺纹时,需留有 $(0.2\sim 0.3)$ mm的加工余量;内螺纹虽可铸出,但必需考虑螺纹旋出装置的复杂性,故一般先铸出底孔,再由机械加工成内螺纹。螺纹长度不宜过长,因收缩时,长度方向有较大的积累误差。

压铸齿轮的最小模数 $m=0.3\sim 1.5$,对精度要求高的齿轮,齿面应留有 $(0.2\sim 0.3)$ mm的加工余量。槽宽、槽深原则上可参考铸孔,但不能太大。通常槽宽最小值为 $(1.0\sim 1.5)$ mm,槽深最大值为 $(10\sim 12)$ mm。

(五) 图案、文字和标志

压铸文字大小一般不小于GB4457.3—84规定的5号字体。文字凸出高度应大于 $(0.3\sim 0.5)$ mm,线条宽度一般为凸出高度的1.5倍,线条间最小距离为0.3mm,脱模斜度为 $10^\circ\sim 15^\circ$ 。图案、文字和标志在压铸件上均采用凸体,且避免尖角。

(六) 镶嵌件

镶嵌件在铸件内必须稳固牢靠,故其铸入部分可采用滚花、切槽、铣扁和压凸等方式,使金属基体包紧。镶嵌件包紧部分不允许有尖角等,以免铸件发生开裂。带镶嵌件的压铸件最好不进行热处理,以免镶嵌件松动。图1-2为镶嵌件在铸件中的固定方法。

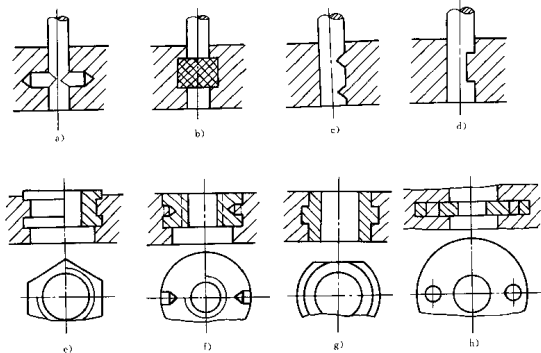


图1-2 镶嵌件在铸件中的固定方法

a) 十字销 b) 滚花 c) 带槽 d) 切平口 e) 六角带槽 f) 盲冲孔 g) 削平 h) 轴向孔

总之,压铸件的结构应尽可能避免侧凹、深腔以便于脱模,壁厚均匀,减少尖角,消除铸造应力,以确保压铸件质量。图 1-3 为压铸件结构修改实例。图 1-3a、b、c 的 1 分别为轮形、矩形、箱形零件壁厚太厚产生气孔情况;图中的 2 分别为修改后情况。图 d 是把尖角修改为圆角。图 e 的修改是为增大脱模斜度。图 f 的 2 修改后显然比图 f 的 1 起模方便,达到简

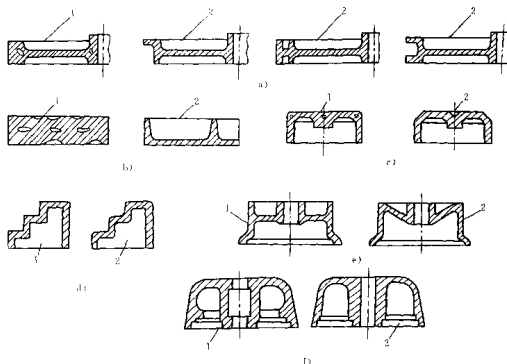


图 1-3 压铸件结构设计实例

1—改进前 2—改进后

化模具结构的目。表 1-5 为压铸件一般设计参数。

表 1-5 压铸件一般设计参数

参 数 名 称 合金种类	铸 孔				螺纹尺寸				内 轮 槽 隙				脱模斜度		尺 寸 精 度	表 面 粗 糙 度 $R_a/\mu m$	加 工 余 量 δ/mm	
	最小孔径 d/mm	最大孔深 (孔径 d 的倍数) h			最小螺距 P/mm	最大螺距 (螺距 P 的倍数) l/mm	最小模数 m	最小宽度 b/mm	最大深度 h/mm	厚 度 t/mm	内 侧	外 侧						
		不通孔																
		通孔																
		$d \geq 5$	$d < 5$	$d \geq 5$									$d < 5$					
					外内 螺螺 纹纹	外内 螺螺 纹纹												
锌合金	0.8	6d	4d	12d	8d	0.75	10	8P	5P	0.3	0.8	12	12	15°~45°	≈15°	IT10~13	3.2~0.4	0.2~0.8
铝合金	2.0	4d	3d	8d	6d	1.0	10	6P	4P	0.5	1.2	10	10	30°~1°	15°~30°	IT11~14	3.2~0.4	≤0.8~1.0
镁合金	1.5	5d	4d	10d	8d	1.0	6	14P	4P	0.5	1	12	12	30°~1°	15°~30°	IT11~14	3.2~0.4	≤0.8~1.0
铜合金	2.5	3d	2d	5d	3d	1.5	12	6P		1.5	1.5	10	8	1°~1°20'	≈1°	IT12~15	3.2~0.4	≤0.8~1.0

第二节 压铸主要工艺参数的选择与调整

压铸生产时熔融合金充型的过程,是许多矛盾着的因素得以统一的过程。在影响充型的许多因素中,主要是压力、速度、温度和时间等,时间则是有关工艺参数的协调和综合的结果。因此,只有对这些工艺参数进行正确选择、控制和调整,才能保证在其他条件良好的情况下,生产出合格的压铸件。

一、压力

(一) 压射力

压铸机的压射缸内工作液作用于压射冲头使其推动熔融合金充填模具型腔的力,称为压射力。它反映压铸机功率大小,其计算式为:

$$F = p \frac{1}{4} \pi D^2 \quad (1-1)$$

式中 F ——压射力 (N);

p ——压射缸内工作液的压力 (MPa);

D ——压射缸直径 (mm)。

(二) 比压

比压是指压射冲头作用于熔融合金单位面积上的压力。其计算式为:

$$p = F/A \quad (1-2)$$

式中 p ——比压 (MPa);

F ——压射力 (N);

A ——压射冲头截面积 (mm^2)。

将填充阶段的比压称填充比压,充型结束时的比压称压射比压。比压的选择,应根据压铸件的强度、致密性和壁厚等进行。一般压铸件要求强度越高,致密性越好,比压就越大。对于薄壁铸件,因充型困难,故填充比压就要大些;对于厚壁铸件,因凝固时间长,故填充比压可小些,但压射比压要大。值得注意的是,由于比压过高会使模具受到熔融合金的强烈冲刷和增加粘模的可能性,降低模具寿命,且模具易胀开,因此必须合理选择比压。现压铸机上调整比压的办法有:调节压射力的大小和更换不同直径的压射冲头。一般常用比压可参考表 1-6 选用。

表 1-6 常用压铸合金的比压

合金种类 \ 铸件结构特性 \ 比压 p / MPa	铸件壁厚 $\leq 3\text{mm}$		铸件壁厚 $> 3\text{mm}$	
	结构简单	结构复杂	结构简单	结构复杂
铸 合 金	30	40	50	60
铝 合 金	25	35	45	60
铝 镁 合 金	30	40	50	65
镁 合 金	30	40	50	60
铜 合 金	50	70	80	90

(三) 胀型力和锁模力

由于压射比压的作用,使正在凝固的熔融合金将压射比压传递给型腔壁面的压力称为胀型力。胀型力总是力图使模具胀开,铸件在胀型力作用下易产生飞边,为避免此现象发生,压铸机的锁模机构对模具合模后有一个夹紧力。故在充型过程中,为保证动、定模相互紧密闭合,沿合模方向上施加在模具上的夹紧力,此力称为锁模力。锁模力必须大于胀型力在合模方向上的合力,其计算式为:

$$F_{\text{锁}} \geq K p A \quad (1-3)$$

式中 $F_{\text{锁}}$ ——锁模力 (N);

p ——压射比压 (MPa);

A ——铸件 (包括浇注系统、排气槽、溢流槽) 在合模方向垂直面上的投影面积 (mm^2), 其中 pA 项为胀型力的大小;

K ——安全系数,一般取 1.1~1.3,小铸件取下限,大铸件取上限。

二、速度

(一) 压射速度

压射冲头在特定条件下运动的线速度称为压射速度,一般压射速度为 (0.3~5) m/s。压射速度可通过压铸机调节阀无级调速。

(二) 充填速度

在压射冲头作用下,熔融合金充型时通过内浇口的线速度称为充填速度。充填速度偏低,铸件易造成轮廓不清晰;充填速度偏高,型腔中气体排出困难,熔融合金成喷雾状态进入型腔并粘附型壁,降低铸件表面质量或形成内部疏松,且冲刷模具,严重降低模具寿命。

一般压铸件形状复杂、浇注温度低、内浇口较厚和模具导热性好时,充填速度要高些,反之则低些。实践证明,充填速度在 (15~40) m/s 时可获得优质铸件。对厚壁或内部质量要求高的铸件,应选择低的充填速度和高的比压,对薄壁或表面质量要求高以及复杂的铸件,应选择高的充填速度和低的比压。充填速度可参照表 1-7 选择。调整充填速度的方法有:调整压射速度、改变比压和调整内浇口的截面积。

表 1-7 常用充填速度

充填速度 铸件特性 $V_{\text{充}} / (\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$ 合金种类	简单厚壁铸件	一般铸件	复杂薄壁铸件
锌合金	10~15	15	15~20
镁合金	20~25	25~35	35~40
铝合金	10~15	15~25	25~30

三、温度

(一) 浇注温度

浇注温度是指熔融合金从压室进入型腔时的平均温度。由于压室内的熔融合金温度不便测量,故一般用保温炉内的熔融合金温度表示。

浇注温度过高,合金收缩大,铸件易产生变形和裂纹,铸件晶粒粗大,且易粘模;浇注温度过低,充型困难,铸件易产生冷隔、表面流纹和浇不足等缺陷。