

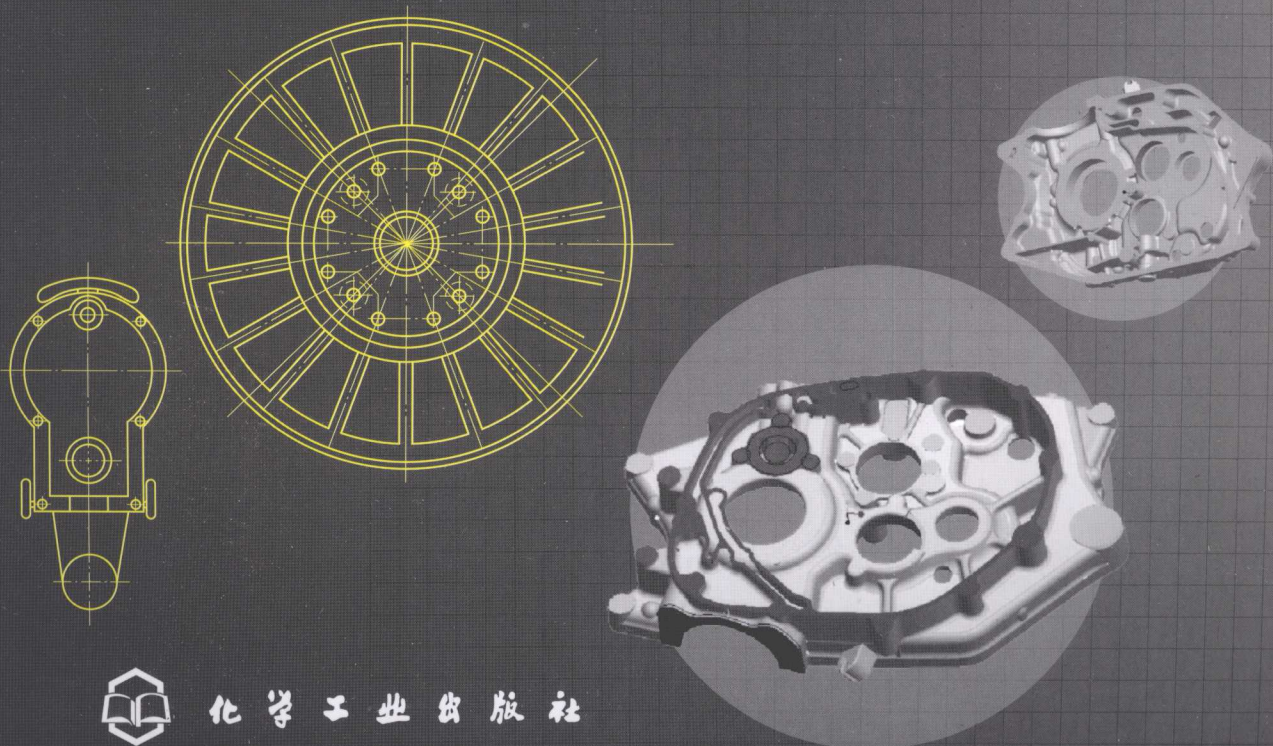
全国高职高专 **工作过程导向** 规划教材

# 金属压铸模具设计

张景黎 主 编

郭伟刚 副主编

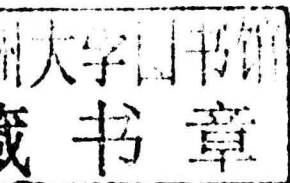
JINSHU YAZHU MUJU SHEJI



化学工业出版社

# 金属压铸模具设计

张景黎 主 编  
郭伟刚 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

### 图书在版编目 (CIP) 数据

金属压铸模具设计/张景黎主编. —北京: 化学工业出版社, 2009.10  
全国高职高专工作过程导向规划教材  
ISBN 978-7-122-05704-4

I. 金… II. 张… III. 压铸模-设计-高等学校: 技术学院-教材 IV. TG241

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 153821 号

---

责任编辑: 李军亮  
责任校对: 宋 玮

文字编辑: 余纪军  
装帧设计: 尹琳琳

---

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)  
印 装: 大厂聚鑫印刷有限公司  
787mm×1092mm 1/16 印张 10 $\frac{3}{4}$  字数 256 千字 2010 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899  
网 址: <http://www.cip.com.cn>  
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

---

定 价: 26.00 元

版权所有 违者必究

# “全国高职高专工作过程导向规划教材” 编写委员会

主 任 俸培宗

副主任 (按姓名笔画排列)

于增信	么居标	付宏生	朱凤芝	刘 强
刘玉宾	刘京华	孙喜平	张 耀	张春芝
张雪莉	罗晓晔	周伟斌	周国庆	赵长明
胡兴盛	徐红升	黄 斌	彭林中	曾 鑫
解海滨				

委 员 (按姓名笔画排列)

于增信	么居标	王 会	卞化梅	布 仁
付宏生	冯志新	兰俊平	吕江毅	朱 迅
朱凤芝	朱光衡	任春晖	刘 强	刘玉宾
刘京华	刘建伟	安永东	孙喜平	孙琴梅
杜 潜	李占锋	李全利	李慧敏	李德俊
何佳兵	何晓敏	张 彤	张 钧	张 耀
张小亮	张文兵	张红英	张春芝	张雪莉
张景黎	陈金霞	武孝平	罗晓晔	金英姬
周伟斌	周国庆	孟冬菊	赵长明	赵旭升
胡 健	胡兴盛	侯 勇	贺 红	俸培宗
徐红升	徐志军	凌桂琴	高 强	高吕和
高英敏	郭 凯	郭宏彦	陶英杰	黄 伟
黄 斌	常慧玲	彭林中	葛惠民	韩翠英
曾 鑫	路金星	鲍晓东	解金柱	解海滨
薄志霞				

随着市场经济体制的完善、科学技术的进步、产业结构的调整及劳动力市场的变化，职业教育面临着“以服务社会主义现代化建设为宗旨、培养数以亿计的高素质劳动者和数以千万计的高技能专门人才”的新任务。高等职业教育是全面推进素质教育，提高国民素质，增强综合国力的重要力量。2005年颁布的《国务院关于大力发展职业教育的决定》中国家进一步推行以就业为导向、继续实行多形式的人才培养工程和推进职业教育的体制改革与创新，提出“职业院校要根据市场和社会需要，不断更新教学内容，合力调整专业结构”。在《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》（教高〔2006〕16号）文件中，教育部明确指出“课程建设与改革是提高教学质量的核心，也是教学改革的重点和难点。高等职业院校要积极与行业企业合作开发课程，根据技术领域和职业岗位（群）的任职要求，参照相关的职业资格标准，改革课程体系和教学内容。”

新时期下我国经济体制转轨变型也带来对人才需求和人才观的新变化。大量新技术、新工艺、新材料和新方法的不断涌现使得社会对新型技能人才的需求更加迫切，而以传统学科式职业教学体系培养出来的人才无论从数量、结构和质量都不能很好满足经济建设和社会发展的需要，而满足社会的需要才是职业教育的最终目的。在新形势下，进行职业教育课程体系的教学改革是职业教育生存和发展的唯一出路。改革现行的培养体系、课程模式、教学内容、教材教法，培养造就技术素质优秀的劳动者，已成为高等职业学校教育改革的当务之急。

针对上述情况，高职院校应大力进行课程改革和建设，培养学生的综合职业能力和职业素养。课程设计以职业能力培养为重点，与企业合作进行基于工作过程的课程开发与设计，充分体现职业性、实践性和开放性的要求，重视学生在校学习与实际工作的一致性，有针对性地采取工学交替、任务驱动、项目导向、课堂与实习地点一体化等行动导向的教学模式。课程的教学内容来自于企业生产、经营、管理、服务的实际工作过程，并以实际应用的经验和策略等过程性知识为主。以具体化的工作项目（任务）或服务为载体，每个项目或任务都包括实践知识、理论知识、职业态度和情感等内容，是相对完整的一个系统。在课程的“项目”或“任务”设置上，充分考虑学生的个性发展，保留学生的自主选择空间，兼顾学生的职业发展。

为此，化学工业出版社在全国范围内组织了二十所职业院校机械、电气、汽车三个专业的百余位老师编写了这套“全国高职高专工作过程导向规划教材”，为推动我国高等职业院校教学改革做了有益的尝试。

在教材的编写思路，我们积极配合新的课程教学模式、教学内容、教学方法的改革，结合学校和企业工业现场的设备，打破学科体系界限和传统教材以知识体系编写教材的思路，以知识的应用为目的，以工作过程为主线，融合了最新的技术和工艺知识，强调知识、能力、素质结构整体优化，强化设备安装调试、程序设计指导、现场设备维修、工程应用能

力训练和技术综合一体化能力培养。

在内容的选择上，突出了课程内容的职业指向性，淡化课程内容的宽泛性；突出了课程内容的实践性，淡化课程内容的纯理论性；突出了课程内容的实用性，淡化课程内容的形式性；突出了课程内容的时代性和前瞻性，淡化课程内容的陈旧性。

在编写力量上，我们组织了一批高等职业院校一线的教学名师，他们大都在自己的教学岗位上积极探索和应用着新的教学理念和教学方法，其中一部分教师曾被派到德国进行双元制教学的学习，再把国外的教学模式与我国职业教育的现实进行有机结合，并把取得的经验和成果毫无保留地体现在教材编写中。

同时，我们还邀请企业人员参与教材编写，并与相关职业资格标准、行业规范相结合，充分体现了校企合作和工学结合，突出了创新性、先进性和实用性。

本套教材从编写内容和编写模式方面，都充分体现了全国高职院校教学改革成果，符合学生的认知规律，适应科技发展的需要，必将为职业院校培养高素质人才提供强有力的保证。

**编委会**

课程建设与改革是提高教学质量的核心,也是教学改革的重点和难点。为贯彻教育部教学改革的重要精神,同时为配合职业院校教学改革和教材建设,更好地为职业院校深化改革服务,化学工业出版社组织二十所职业院校的老师共同编写了这套“全国高职高专工作过程导向规划教材”,该套教材涉及机械、电气、汽车专业领域,其中机械专业包括:《机械图样识读与测绘》、《机械图样识读与测绘》(化工专业适用)、《工程力学》、《机械制造基础》、《机械设计基础》、《电气控制技术》、《液压气动技术及应用》、《机械制造工艺与装备》、《机电设备故障诊断与维修》、《数控加工手工编程》、《数控加工自动编程》、《数控机床维护与故障诊断》、《冷冲压模具设计》、《塑料成型模具设计》、《金属压铸模具设计》、《模具制造技术》、《模具试模与维修》、《电工电子技术》(非电类专业适用)共18种教材。

本教材是为了适应职业教育发展和教学改革的需要,根据新世纪人才培养模式的变化,遵循工学结合的教学理念,吸取各学院模具设计与制造专业教学改革的研究和实践的成功经验,并与企业一线工程师协作编写而成的。教材的内容以企业模具设计的流程为依据,以模具理论实用、够用为原则,适应模具岗位的技能要求。主要的特点如下。

① 基于工作过程导向的教学理念,以压铸成型理论为导向,结合模具的典型实例来渗透模具的理论知识。

② 以模具企业岗位技能要求为本位,进一步整合模具专业课程所需的知识和技能,突出理论与实践相结合。

③ 内容精炼、深入浅出、简明易懂,实例实用可靠。

本书可作为高职高专模具设计与制造专业及机电类各相关专业的教材,也可供从事压铸模设计的初、中级工程技术人员参考,对从事压铸模制造的中、高级技工整体理论素质和实践水平提高,也有实际参考价值。

本书由北京电子科技职业学院张景黎任主编,杭州职业技术学院郭伟刚任副主编,学习情境1、2及学习情境3的任务3.1~3.4由张景黎编写;学习情境3的任务3.5及学习情境4由郭伟刚编写。北京莱比德精密模具有限公司吕春燕和白建和工程师参与书中实践内容的编写。全书由张景黎统稿。付宏生、秦涵两位老师在编写过程中提出了宝贵意见,特此表示感谢。

本教材由北京市职业院校教师素质提高工程经费资助。

由于技术发展日新月异,加上编者水平有限,书中若存在不当之处,敬请广大读者批评指正。

本教材的练习题答案请到 <http://www.cipedu.com.cn> 下载!

编者

# 目录

## 学习情境 1 压铸成型材料与压铸件结构设计

学习目标	1	1. 压铸件的结构设计	8
任务 1.1 压铸材料认识与选用	2	2. 压铸件的精度与表面粗糙度	12
【任务描述】	2	【任务实施】	19
【任务分析】	2	【知识拓展】	19
【知识准备】	2	1. 避免侧抽芯结构设计技巧	19
1. 压铸合金材料分类和性质	2	2. 异形孔的设计技巧	20
2. 压铸合金的选用	6	学习小结	22
任务 1.2 压铸件结构设计	7	自我评估	22
【任务描述】	7	评价标准	22
【任务分析】	7		
【知识准备】	8		

## 学习情境 2 压铸成型设备与成型工艺

学习目标	24	【任务分析】	36
任务 2.1 压铸成型设备	25	【知识准备】	36
【任务描述】	25	1. 压铸工艺参数的选择	36
【任务分析】	25	2. 压铸件的涂料和后处理工艺	39
【知识准备】	25	【任务实施】	41
1. 压铸成型机的特点	25	【知识拓展】	42
2. 压铸机的主要结构、压铸机常用的型号	29	学习小结	43
3. 压铸机的选用及有关参数的校核	33	自我评估	43
任务 2.2 压铸成型工艺	36	评价标准	44
【任务描述】	36		

## 学习情境 3 压铸成型模具设计

学习目标	45	【任务实施】	53
任务 3.1 压铸成型典型结构	46	任务 3.2 浇注系统设计	55
【任务描述】	46	【任务描述】	55
【任务分析】	46	【任务分析】	55
【知识准备】	46	【知识准备】	55
1. 金属压铸成型模具结构类型和特点	46	1. 浇注系统的结构和分类及各组成部分的设计	55
2. 压铸成型分型面设计	48	2. 排溢系统设计	67



【任务实施】 .....	73
<b>任务 3.3 成型零件设计</b> .....	75
【任务描述】 .....	75
【任务分析】 .....	75
【知识准备】 .....	75
1. 成型系统设计 .....	75
2. 成型零件的工作尺寸计算 .....	84
3. 成型零件常用的材料 .....	91
4. 模架的设计和标准化 .....	92
5. 加热与冷却系统设计 .....	97
【任务实施】 .....	101
<b>任务 3.4 压铸模推出机构设计</b> .....	107
【任务描述】 .....	107
【任务分析】 .....	107
【知识准备】 .....	107
1. 推出机构概述 .....	107
2. 一次推出机构设计 .....	109
3. 推出机构的导向与复位 .....	121

【任务实施】 .....	122
<b>任务 3.5 金属压铸模抽芯机构设计</b> .....	124
【任务描述】 .....	124
【任务分析】 .....	124
【知识准备】 .....	124
1. 抽芯机构的基础知识 .....	124
2. 斜导柱抽芯机构设计 .....	126
3. 弯销抽芯机构设计 .....	133
4. 斜滑块抽芯机构设计 .....	135
【任务实施】 .....	138
【知识拓展】 .....	140
<b>学习小结</b> .....	141
<b>自我评估</b> .....	141
<b>评价标准</b> .....	142

## 学习情境 4 金属压铸模设计综合实例

<b>学习目标</b> .....	143
<b>任务 4.1 摩托车右箱压铸模设计</b> .....	144
【任务描述】 .....	144
【任务分析】 .....	144
【知识准备】 .....	144
【任务实施】 .....	145
1. 压铸模具结构设计 .....	145
2. 压铸模具尺寸计算 .....	148
3. 模具装配图 .....	151
<b>任务 4.2 汽车伺服制动系统泵体压铸模具设计</b> .....	151
【任务描述】 .....	151
【任务分析】 .....	151

【知识准备】 .....	152
1. 泵体成型工艺 .....	152
2. 模具主要零件的材料与寿命 .....	152
3. 制造工艺 .....	153
【任务实施】 .....	154
1. 压铸模具结构设计 .....	154
2. 泵体压铸模结构与工作过程 .....	155
【知识拓展】 .....	156
<b>学习小结</b> .....	156
<b>自我评估</b> .....	156
<b>评价标准</b> .....	157

<b>参考文献</b> .....	159
-------------------	-----

# 学习情境1

## 压铸成型材料与压铸件结构设计

1



### 学习目标

#### 专业能力：

1. 能够正确的选择压铸件的材料；
2. 能够分析压铸件的工艺结构；
3. 能查阅相关技术资料完成压铸件的材料确定和工艺结构。

#### 方法能力：

1. 有独立进行压铸件分析、设计、绘制的能力；
2. 能自主学习新知识、新技术，具备创新探索能力；
3. 能通过各种媒体资源查找所需信息；
4. 具有将知识和技术综合运用与转换的能力。

#### 社会能力：

1. 具有良好的职业道德和敬业精神；
2. 具有团队精神和协作精神；
3. 具有良好的心理素质和克服困难的能力；
4. 能与客户建立良好、持久的关系。

## 任务 1.1 压铸材料认识与选用

### 【任务描述】

铸件合金是如何确定的。

### 【任务分析】

压铸合金材料选择的特点。

### 【知识准备】

#### 1. 压铸合金材料分类和性质

##### (1) 对压铸合金的要求

要生产优质的压铸件，除了要有合理的铸件结构、设计和制造完善的压铸模以及工艺性能优越的压铸机外，还需要有性能良好的压铸材料。为了满足压铸件的使用要求，保证压铸件的质量，压铸合金应符合如下要求。

- 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。

一种合金是否适合于压铸，取决于它的熔点和流动性。对任何合金系列而言，都是以共晶合金或者结晶温度范围小的合金具有最好的流动性，而结晶温度范围大的合金压铸性能差。熔点高的合金都难于压铸。

##### (2) 常用压铸合金分类及主要性质

① 锌合金 锌合金的压铸性能很好，具有填充成型容易，可以压铸形状复杂、薄壁的精密件，铸件表面光滑，尺寸精度高；结晶温度范围小、不易产生疏松；浇注温度较低、模具的使用寿命较长；不易黏附模具型壁，不腐蚀模具等特点。同时，锌合金力学性能也较好，特别是抗压和耐磨性都很好，此外，锌合金铸件能够很好地接受各种表面处理，如电镀、喷涂、喷漆等，故在压铸发展史中，锌合金压铸占有相当重要的地位。

但锌合金存在着严重的缺点，首先是老化现象，它是锌合金的应用范围受到限制的主要原因。同时，锌合金的工作温度范围较窄，不宜在高温和低温的工作环境下使用。温度低于 $0^{\circ}\text{C}$ 时，其冲击韧度急剧地降低；温度升高时，力学性能下降，且易发生蠕变。因此，受力零件的温度一般不超过 $100^{\circ}\text{C}$ 。另外锌合金的密度较大，故在航空、电子、仪表等许多工业部门的产品中很少采用锌合金压铸件。

锌合金的老化现象表现为体积涨大，强度降低，特别是塑性的降低更为显著，时间过长会使铸件变形，甚至导致铸件的完全碎裂。老化现象产生的主要原因是由于铅、锡、镉等杂质在锌中溶解度过小，铅在锌中溶解度低于 $0.0019\%$ ，锡则低于 $0.05\%$ ，而镉低于

0.25%，从而使这些杂质集中于晶粒边界造成晶间电化学腐蚀。为此，不但对锌合金原材料的纯度要求很高，同时对熔炼工艺过程的要求亦十分严格。

尺寸变化也是锌合金压铸件的重要问题。锌合金在压铸成为铸件后会发生尺寸的收缩，开始收缩速度比较快，到三五天以后，大约完成了2/3后收缩速度减慢，尺寸逐渐趋于稳定。尺寸变化是由于压铸后内部组织的变化、湿空气和高温引起的腐蚀结果。而合金的成分对尺寸变化的影响很大，特别是铜的影响更为显著。不含铜的锌合金铸件的尺寸较为稳定。一般说来，锌-铝二元合金铸件的尺寸变化不大。目前，在铸件生产中，常用的锌合金的化学成分和力学性能见表1-1和表1-2。

表 1-1 压铸锌合金化学成分

合金牌号	合金代号	化学成分的质量分数/%									
		主要成分				杂质含量 ≤					
		Al	Cu	Mg	Zn	Fe	Pb	Sn	Cd	Cu	总和
ZZnAl4Y	YX040	3.5~4.3	—	0.02~0.06	其余	0.1	0.05	0.03	0.004	0.25	0.2
ZZnAl4Cu1Y	YX041	3.5~4.3	0.75~1.25	0.03~0.08	其余	0.1	0.05	0.03	0.004	—	0.2
ZZnAl4Cu3Y	YX043	3.5~4.3	0.75~1.25	0.02~0.06	其余	0.1	0.05	0.03	0.004	—	0.2

表 1-2 压铸锌合金的力学性能和应用范围

合金牌号	合金代号	力学性能 ≥				应用范围
		抗拉强度 $\sigma_b$ /MPa	伸长率 $\delta$ /%( $L_0=50$ )	布氏硬度 HBS	冲击初度 $\alpha_K$ /(J/cm <sup>2</sup> )	
ZZnAl4Y	YX040	250	1.0	80	35	尺寸稳定性好,用于高精度 压铸件
ZZnAl4Cu1Y	YX041	270	2.0	90	39	中强度合金,用于各种压 铸件
ZZnAl4Cu3Y	YX043	320	2	95	42	高强度合金,用于各种镀铬 压铸件

② 铝合金 铝合金在许多方面特别是使用性能方面比锌合金优越。因此，铝合金的压铸发展极迅速，在各个工业部门中得到广泛的应用，用量远远高于其他有色合金，在压铸生产中占有极其重要的地位。

铝合金具有良好的压铸性能，密度较锌合金小（2.5~2.9g/cm<sup>3</sup>），比强度和比刚度高，高温力学性能也很好，在低温下工作时，同样保持良好的力学性能（尤其是韧性）。铝的表面有一层与铝结合得很牢而致密的氧化膜，故大部分铝合金在淡水、海水、浓硝酸、硝酸盐、汽油及各种有机物中均有良好的耐蚀性。但这层氧化膜能被氯离子及碱离子所破坏，因此，铝在碱、碳酸盐、盐酸及卤化物中很快被腐蚀。氧化铝膜的化学稳定性及熔点都很高，故在高温工作时，仍有良好的抗蚀性和抗氧化性能。铝合金的导电性和导热性都很好，并且还具有良好的切削性能。铝有较大的比热容和凝固潜热，大部分的铸铝合金均有较小的结晶温度间隔，组织中亦常含有相当数量的共晶体，其线收缩率较小，故具有良好的填充性能、较小的热裂倾向。但铸铝合金仍有相当大的体收缩率，易在最后凝固处生成大的集中缩孔。另外，铝硅系合金还易粘模。压铸生产中常用的铝合金化学成分和力学性能见表1-3和表1-4。

表 1-3 压铸铝合金化学成分

合金牌号	合金代号	化学成分的质量分数/%												
		主要成分					杂质含量 ≤							
		Si	Cu	Mg	Mn	Al	Fe	Cu	Mg	Zn	Mn	Sn	Pb	总和
YZAlSi12	YL102	10.0~13.0	—	—	—	其余	1.2	0.6	0.05	0.3	0.6	—	—	2.3
YZAlSi10Mg	YL104	8.0~10.5	—	0.17~0.30	0.2~0.5	其余	1.0	0.3	—	0.3	—	0.01	0.05	1.5
YZAlSi12Cu2	YL108	11.0~13.0	1.0~2.0	0.4~1.0	0.3~0.9	其余	1.0	—	—	1.0	—	0.01	0.05	2.0
YZAlSi9Cu4	YL112	7.5~9.5	3.0~4.0	—	—	其余	1.2	—	≤0.3	1.2	≤0.5	0.1	0.1	1.0
YZAlSi11Cu3	YL113	9.6~12.0	1.5~3.5	—	—	其余	1.2	—	≤0.3	1.0	≤0.5	0.1	≤0.1	
YZAlSiCu5Mg	YL117	16.0~18.0	4.0~5.0	0.45~0.65	—	其余	1.2	—	—	1.2	≤0.5	—	—	
YZAlMg5Si1	YL303	0.8~1.3	—	4.5~5.5	0.1~0.4	其余	1.2	0.1	—	0.2	—	—	—	1.4

表 1-4 压铸铝合金的力学性能和应用范围

合金牌号	合金代号	力学性能 ≥			应用范围
		抗拉强度 $\sigma_b$ /MPa	伸长率 $\delta$ /%( $L_0=50$ )	布氏硬度 HBS	
YZAlSi12	YL102	220	2	60	适用各种薄壁铸件
YZAlSi10Mg	YL104	220	2	70	适用大中型铸件
YZAlSi12Cu2	YL108	240	1	90	适用各种铸件
YZAlSi9Cu4	YL112	240	1	85	适用大中型铸件
YZAlSi11Cu3	YL113	230	1	80	适用大中型铸件
YZAlSiCu5Mg	YL117	220	<1	85	适用大中型铸件
YZAlMg5Si1	YL303	220	2	70	适用压铸各种薄壁件及在高强度下工作的铸件

至于纯铝，由于铸造性能差，容易氧化，压铸过程中容易发生粘模现象，给压铸工艺带来一定程度的不便。但因纯铝能满足电动机的电性能方面的要求，所以也常用来压铸电动机转子。

合金中的元素，对于某些合金来说是必须加入的，而对另外一些合金，则是有害的。例如：铜对于一些铝铜系合金是主要元素，而对铝硅系合金 YL102 则是杂质，因为铜对 YL102 在大气中和海水中的耐蚀性有极坏的影响，故应限制在规定范围内。锌对于铝硅合金和铝铜合金属于杂质，因为它会使这些合金的热裂趋向增加和耐蚀性降低。同样，硅在含镁过高的铝合金中存在时，会使其性能变坏。

此外，铁在所有铝合金中都是最有害的杂质，故压铸时对铁的含量控制很严。铝合金对模具的黏附十分强烈，铁含量在  $w_{Fe} < 0.6\%$  时尤为严重，当  $w_{Fe} > 0.6\%$  后黏附现象便大为减轻。因此，压铸铝合金的铁含量一般控制在  $w_{Fe} = 0.8\% \sim 0.9\%$  为宜。镍能增进合金的焊接性能。当含镍  $w_{Ni}$  为  $1\% \sim 1.5\%$  时，能使铸件表面很光泽（经抛光）。但由于镍的来源缺乏，尽量少采用含镍的铝合金。

③ 镁合金 在各种压铸用的合金中，镁合金的密度最小 ( $1.7 \sim 1.83 \text{g/cm}^3$ )，只相当于钢的  $1/4$ 、铝合金的  $2/3$  左右，而镁合金力学性能又很好，是一种优良的轻质结构材料。另外，镁合金又具有熔点低、凝固快、凝固收缩小、不腐蚀钢质模具等特点，这决定了其良好

的压铸性能，故镁合金压铸件的应用正在逐渐扩大。

镁合金有很高的比强度，比铝合金更为优越，但大部分镁合金的屈服点却低于铝合金，承受载荷的能力稍差。然而，镁合金却有良好的刚度和减振性，在承受冲击载荷时，能吸收较大的冲击能量，可制造承受强烈颠簸和起滞振作用的零件，用作产品外壳可减少噪声传递。在设计镁合金铸件时，为了提高承受载荷能力，通常采用加强肋或避免出现较大的平面壁结构的设计方法，这对于镁合金来说，尤其重要。又因镁合金压铸时，易产生缩松和热裂，故铸件的壁厚变化应较平缓过渡，不应急剧变化，更应避免出现尖角。

铸镁合金在低温下（达 $-196^{\circ}\text{C}$ ）仍有良好的力学性能，故可制造在低温下工作的零件。镁的标准电极电位较低，并且它表面形成的氧化膜是不致密的，因而抗蚀性较低，故镁铸件常需进行表面氧化处理和涂漆保护。镁合金零件在装配中应避免与铝合金（铝镁合金除外）、铜合金、含镍钢等零件直接接触而导致电化学腐蚀，应采用塑料、橡胶或油漆作衬垫加以隔离。

镁合金具有优良的脱模性能，在压铸时，与铁的亲和力小，即使采用较小的出模斜度也不会出现粘模现象。模具寿命较铝合金长，至少比铝合金高出 $4\sim 5$ 倍，并且成分和尺寸的稳定性也都较好，同时还具有良好的切削加工性。

镁合金具有极高的氧化活性，极易氧化，严重时会导致燃烧，这是一个不利于镁合金应用的有害性质。为此，镁合金在熔炼时可采取下列两种防护措施。第一是在镁合金锭中加入微量铍，以保证在 $700^{\circ}\text{C}$ 以下能有效地抑制镁的燃烧。铍以 $\text{Al-5\%Be}$ 中间合金方式加入，考虑到烧损，加入量一般为所需含量的三倍。对于压铸镁合金，一般加入 $w_{\text{Be}}$ 为 $0.003\%$ 即可，既防止镁合金氧化，也不影响其强度。铍加入量过多时会使镁合金熔体产生过多的渣。加入微量铍还可防止镁合金在充型过程中发生氧化。第二是采取气体保护熔炼，常用的保护气有 $\text{F}_2$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{N}_2$ 等。压铸用的镁合金为五号铸镁（YM5），其化学成分和力学性能见表1-5、表1-6。

表 1-5 压铸镁合金化学成分

合金牌号	合金代号	化学成分的质量分数/%								
		主要成分				杂质含量 $\leq$				
		Al	Zn	Mn	Mg	Fe	Cu	Si	Ni	总和
YZMgAl9Zn	YM5	7.5~9.0	0.2~0.8	0.15~0.5	其余	0.08	0.10	0.25	0.01	0.50

表 1-6 压铸镁合金的力学性能和应用范围

合金牌号	合金代号	力学性能 $\geq$			应用范围
		抗拉强度 $\sigma_b/\text{MPa}$	伸长率 $\delta$ /% ( $L_0=50$ )	布氏硬度 HBS	
YZMgAl9Zn	YM5	200	1	65	受强烈颠簸及受振动载荷的,要求强度高、质量轻的铸件

④ 铜合金 铸件具有节约材料的特点，而铜是一种价格昂贵的金属材料，因此，铜合金压铸件的应用范围正在不断扩大。铜合金虽然熔点高，模具使用寿命短，但因为铜合金具有许多优越性能，所以铜合金在压铸生产中应用仍然十分普遍。

铜合金的力学性能高，其绝对值超过锌、铝和镁等合金。铜合金在大气中及海水中都有良好的抗蚀性能，并且具有小的摩擦因数，耐磨性也很好，疲劳极限和导热性都很高，线膨

胀系数也较小,故多制造耐磨、导热或受热时希望尺寸增大不多的零件。铜合金的导电性能也很好,并且具有抗磁性能,可用来制造不允许受磁场干扰的仪器上的零件。压铸用的铜合金主要是铅黄铜和硅黄铜,常用压铸铜合金化学成分和力学性能分别见表1-7、表1-8。

表 1-7 压铸铜合金化学成分

合金牌号	合金代号	化学成分的质量分数/%											
		主要成分					杂质含量 ≤						
		Cu	Si	Pb	Al	Zn	Fe	Al	Sb	Sn	Pb	Mn	总和
YZCuZn40Pb	YT40-1	52.0~63.0	—	0.5~1.5	0.2~0.5	其余	0.8	—	0.05	—	—	0.5	1.05
YZCuZn16Si4	YT16-4	79~81	2.5~4.5	—	—	其余	0.6	0.1	—	0.3	0.5	0.5	2.0
YZCuZn30Al3	YT30-3	66.0~68.0	—	—	2.0~3.0	其余	0.8	—	—	1.0	1.0	0.5	3.0
YZCuZn35Al2Mn2Fe	YT35-2-2-1	57~65	0.1	—	0.5~2.5	其余	0.5~2.0	—	—	1.0	0.5	0.1~3.0	2.0

表 1-8 压铸铜合金的力学性能和应用范围

合金牌号	合金代号	力学性能 ≥			应用范围
		抗拉强度 $\sigma_b$ /MPa	伸长率 $\delta$ /% ( $L_0=50$ )	布氏硬度 HBS	
YZCuZn40Pb	YT40-1	300	6	85	齿轮、承受海水作用的管配件、阀体、船舶零件以及形状复杂的各种零件
YZCuZn16Si4	YT16-4	345	25	85	
YZCuZn30Al3	YT30-3	400	15	110	
YZCuZn35Al2Mn2Fe	YT35-2-2-1	475	3	130	

在铜合金中加入锰可以提高压铸件的抗蚀性。铅基本上不溶于铜,它的主要作用是改善切削加工性能,也提高黄铜的耐磨性。合金中含有少量铝有脱氧以及防止和减少锌的蒸发的作用,并提高流动性。合金中的锌不仅提高了流动性,也降低了合金的熔点,又提高了力学性能。但当锌含量  $w_{Zn}$  为 32% 时,内部出现脆性组织,塑性下降,含量进一步增高,塑性下降愈甚。大部分黄铜压铸件做成管接头类的零件,用于水暖配件,并以铸造状态使用或表面镀铬。这类零件在水中使用,必须考虑抗腐蚀性,一般采用严格控制合金中的锌含量、对压铸件进行低温热处理以及加入锰、镍、锡等合金元素的办法。

## 2. 压铸合金的选用

### (1) 压铸合金的选用原则

合理的选择合金,是零件设计工作中重要的环节之一。选择合金时,不仅要考虑所要求的使用性能,如力学、物理和化学等方面的性能,而且对合金的工艺性能也要给予足够的重视,在满足使用性能的前提下,尽可能多考虑工艺性能优良的合金。在使用上,合金的选择是很难给出特定的原则的,在许多情况下,是由生产的手段、设备的条件、实际的经验、合金的来源等方面来决定的。当只能从使用性能上加以选择时,应遵循如下原则。

① 对于锌合金,表1-1中的几种牌号在使用上和工艺上的差别不大。

② 铝合金的牌号很多,在按表1-3推荐的合金牌号中,YL102铝合金的气密性较好,切削性较差,铸件表面花纹比较严重;YL104的切削性能则有所改善。通常这两种牌号可通用YL102为主要牌号。YL303具有较好的耐蚀性和耐热性,适用于潮湿环境下。至于YL108虽然具有良好的压铸性能,强度和切削性能也较好,但过多的含锌量使耐蚀性降低。

③ 对于镁合金，由于镁的热容量较小，凝固较快，且不与型壁发生粘焊，因此压铸过程比铝合金快，又鉴于比强度高，适宜压铸大型薄壁零件。

④ 对于铜合金，由于铅黄铜铸件在流动的海水和热水中易发生脱锌腐蚀现象（因锌先溶解而在铸件表面残留一层多孔的海绵状纯铜），因此在潮湿大气或  $\text{SO}_2$  的大气环境中都不适宜采用。硅黄铜因线收缩小，有较好的抗热裂性能，同时也有较好的气密性和耐蚀性，况且填充成型性也好，可以压铸薄壁零件。

### (2) 压铸合金选择性能

其见表 1-9。

表 1-9 压铸合金选择性能

性能类别	项 目	内 容
使用性能	力学性能	抗拉强度、伸长率、硬度
	物理性能	密度、熔点、凝固点、线胀系数、比热容、热导率
	化学性能	耐蚀性
工艺性能	铸造工艺性能	流动性、抗热裂性、模具黏附性
	切削加工性能	—
	焊接性能	—
	热处理性能	—

### (3) 选择压铸合金应考虑的因素

其如表 1-10 所示。

表 1-10 选择压铸合金应考虑的因素

应考虑的因素		说 明
压铸件的受力状态		这是选择压铸合金的主要依据,但不是唯一的依据
压铸件工作环境状态	工作温度	高温和低温要求
	接触的介质	如潮湿大气、海水、酸、碱等
	密闭性要求	气压、液压密闭性
压铸件在整机或部件中所处的工作条件		—
对压铸件的尺寸和质(重)量所提出的要求		—
生产条件		熔化设备、压铸机、工艺装置及材料等
经济性		—

## 任务 1.2 压铸件结构设计

### 【任务描述】

压铸件结构特点。

### 【任务分析】

压铸件结构工艺分析。



## 【知识准备】

### 1. 压铸件的结构设计

压铸件的设计是压铸生产技术中首先遇到的工作。合理的压铸件结构不仅能简化压铸模的结构，降低制造成本，同时也能改善压铸件质量。

#### (1) 压铸工艺对压铸件结构设计的要求

压铸生产技术上所遇到的种种问题，如分型面的选择、浇口的开设、顶出的布置、收缩规律的掌握、精度的保证、缺陷的种类及其程度等，都是以所压铸的零件本身的工艺性的优劣为前提的。压铸工艺对压铸件结构设计的要求见表 1-11。

表 1-11 压铸工艺对压铸件结构设计的要求

要 求	说 明
要能方便地将压铸件从模具内取出	一切不利于压铸件出模的障碍，应尽量设法在设计压铸件时就预先加以消除
要尽量消除侧凹、深腔	内部侧凹和深腔是脱模的最大障碍。在无法避免时，也应便于抽芯，保证铸件能顺利地压铸模中取出
要尽量减少抽芯部位	每增加一处抽芯，都使模具复杂程序提高，增添了模具出现故障的因素
要消除模具型芯出现交叉的部位	型芯交叉时，不但使模具结构复杂，而且容易出现故障
壁厚要均匀	当壁厚不均匀时，压铸件会因凝固速率不同而产生收缩变形，并且会在厚大部位产生内部缩孔和气孔等缺陷
要消除尖角	减少铸造应力

#### (2) 压铸件的基本结构设计

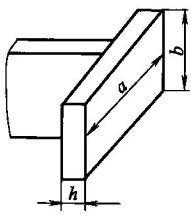
压铸件的基本结构设计包括壁厚、肋、铸孔、铸造圆角、脱模斜度、螺纹、齿轮、槽隙、凸纹、网纹、文字、标志、图案、嵌铸等的设计。

① 壁厚及肋 薄壁铸件的致密性好，可相对提高强度和耐磨性。压铸件壁厚增加，内部气孔、缩孔等缺陷也随之增加，故在保证铸件有足够强度和刚度的前提下应尽量减少厚度并保持各截面的厚薄均匀一致。对铸件的厚壁处，为了避免缩松等缺陷，应通过减薄厚度并增设加强肋来解决。设计肋来增加零件的强度和刚性，同时也改善了压铸的工艺，使金属的流路顺畅，消除单纯依靠加大壁厚而引起的气孔和收缩缺陷。肋的厚度一般不应当超过与其相连的壁的厚度，可取无肋处壁厚的  $2/3 \sim 3/4$ 。当铸件壁厚小于 2mm 时，容易在肋处憋气，故不宜设肋；如必须设肋，则可使肋与壁厚相连处加厚。

压铸件壁太厚虽对压铸件质量有不利的影晌，但也不能太薄，否则，金属液填充不良，铸件成型困难。压铸件适宜的壁厚：铝合金为 1~6mm，锌合金为 1~4mm，镁合金为 1.5~5mm，铜合金为 2~5mm。推荐采用的正常壁厚及最小壁厚见表 1-12。

表 1-12 压铸件的最小壁厚和正常壁厚

mm

	壁厚处的面积 ( $a \times b$ )/ $\text{cm}^2$	锌合金		铝合金		镁合金		铜合金	
		壁厚 $h$ /mm							
		最小	正常	最小	正常	最小	正常	最小	正常
~25	0.5	1.5	0.8	2.0	0.8	2	0.8	1.5	
>25~100	1.0	1.8	1.2	2.5	1.2	2.5	1.5	2.0	
>100~500	1.5	2.2	1.8	3.0	1.8	3	2.0	2.5	
>500	2.0	2.5	2.5	4.0	2.5	4.0	2.5	3.0	