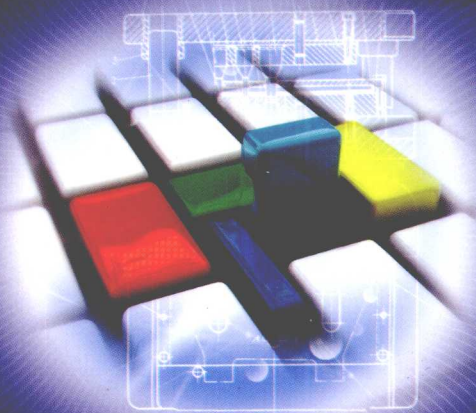


# 塑料模设计指导

主 编 叶久新



 **北京理工大学出版社**  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

## 内 容 简 介

本书共分5章：第1章为概述；第2章介绍了塑料模设计程序；第3章为注射模具设计举例；第4章为注射模设计常用标准汇编；第5章为注射模设计要求及参考题例汇编。

本书的特点是：内容简明、实用性强；尤其给出了一个典型设计实例，并按规范的设计步骤，从塑件如何到模具的全过程论述得极为详细；同时还选编了具有代表性的题例以供参考。

本书主要供工科院校材料成型与控制、机械设计与自动化、高分子科学与工程等专业以及高职高专院校的模具设计与制造专业的学生使用，也可供从事模具设计与制造的工程技术人员参考。

版权专有 侵权必究

---

### 图书在版编目 (CIP) 数据

塑料模设计指导/叶久新主编. —北京：北京理工大学出版社，  
2009. 8

ISBN 978 - 7 - 5640 - 2503 - 8

I. 塑… II. 叶… III. 塑料模具-设计 IV. TQ320.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 117462 号

---

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(总编室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 保定市中国画美凯印刷有限公司

开 本 / 787 毫米×960 毫米 1/16

印 张 / 7.5

字 数 / 148 千字

版 次 / 2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷

印 数 / 1~4 000 册

定 价 / 18.00 元

责任校对 / 申玉琴

责任印制 / 边心超

---

图书出现印装质量问题，本社负责调换

# 前 言

塑料成型工艺及模具设计是一门实践性很强的专业课程，要提高教学质量，必须重在“设计”二字。所以对模具专业的学生来说，安排进行模具课程设计与毕业设计是两个必不可少的实践性教学环节。为此，作者凭借几十年模具教学的经验，以及长期指导学生课程设计与毕业设计的心得与体会，在参考了国内有关教材的基础上，编写了《塑料模设计指导》这本书。

本书共分为5章：第1章为概述；第2章介绍了塑料模设计程序；第3章为注射模设计举例；第4章为注射模设计常用标准汇编；第5章为注射模设计要求及参考题例汇编。

本书具有如下特点：

1. 以“实用”为宗旨，明确规范了塑料模设计实践环节的步骤、内容与要求。
2. 内容全面，表述简明，篇幅较短，可与任意版本《塑料成型工艺及模具设计》教材配套使用。
3. 书中给出了一个典型结构塑件完整的注射模设计实例，按照规范的设计步骤，对该塑件工艺性分析、模具结构的确定、工艺参数的计算与选择、模架及标准间的选择以及模具冷却系统的布置等都论述得极为详细，便于老师指导和学生自学参考。
4. 书中选编了具有代表性、由浅入深的课程设计与毕业设计各15个典型参考例题供选用。
5. 该书集教材、设计手册及标准资料为一体，教师教学和学生自学时可不必借用另外的资料和手册。

本书主要供工科院校材料成型与控制、机械设计与自动化、高分子科学与工程等专业以及高职高专院校的模具设计与制造专业的学生使用，也可供从事模具设计与制造的工程技术人员参考。

本教程由湖南省模具设计制造学会理事长、湖南电子科技职业学院机电工程系主任叶久新教授主编，副主编有湖南工业职业技术学院胡彦辉、湖南涉外经济学院肖鹏、湖南机电职业技术学院林振清、郴州职业技术学院李灶福、长沙南方职业技术学院陈志明、湖南电子科技职业学院王井玲、张群。参编并给予帮助的人员有：周贤文、胡钢、徐文华、张建卿，在此一并感谢！

编 者

# 目 录

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| 第 1 章 概述.....                                   | 1  |
| 1.1 设计的前提 .....                                 | 1  |
| 1.2 设计的目的 .....                                 | 1  |
| 1.3 设计内容及基本要求 .....                             | 1  |
| 第 2 章 塑料模设计程序.....                              | 5  |
| 2.1 理解和明确设计任务 .....                             | 6  |
| 2.2 拟定制品成型工艺 .....                              | 6  |
| 2.2.1 塑料制品分析 .....                              | 6  |
| 2.2.2 拟定制品成型工艺参数 .....                          | 6  |
| 2.3 拟定模具结构方案 .....                              | 6  |
| 2.3.1 模具分型面的选择 .....                            | 7  |
| 2.3.2 型腔数量的确定与布置 .....                          | 7  |
| 2.3.3 浇注系统设计 .....                              | 7  |
| 2.3.4 排气系统设计 .....                              | 7  |
| 2.3.5 脱模机构设计 .....                              | 8  |
| 2.3.6 导向机构设计 .....                              | 8  |
| 2.3.7 侧向轴芯机构设计 .....                            | 8  |
| 2.3.8 主要零件结构设计 .....                            | 8  |
| 2.3.9 模具调温系统设计 .....                            | 8  |
| 2.4 选择成型设备的类型 .....                             | 9  |
| 2.4.1 按每次成型所需的最大注射量初选一种机型型号(即获得该型号的额定注射量) ..... | 9  |
| 2.4.2 注射压力的校核 .....                             | 9  |
| 2.4.3 锁模力的校核 .....                              | 9  |
| 2.4.4 模具厚度的校核 .....                             | 10 |
| 2.4.5 开模行程的校核 .....                             | 10 |
| 2.5 模架及标准件的选用.....                              | 11 |
| 2.5.1 模架的选择 .....                               | 11 |

|                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| 2.5.2 标准件的选用 .....             | 21        |
| 2.6 绘制模具装配草图 .....             | 21        |
| 2.7 绘制模具装配图(要求用计算机绘图) .....    | 22        |
| 2.8 绘制模具零件图 .....              | 22        |
| 2.9 编写设计说明书 .....              | 23        |
| 2.10 答辩,然后作进一步修改 .....         | 23        |
| <b>第3章 注射模设计实例</b> .....       | <b>24</b> |
| 3.1 塑件成型工艺性分析 .....            | 24        |
| 3.1.1 塑件的分析 .....              | 24        |
| 3.1.2 ABS的性能分析 .....           | 25        |
| 3.1.3 ABS的注射成型过程及工艺参数 .....    | 26        |
| 3.2 拟定模具的结构形式 .....            | 26        |
| 3.2.1 分型面位置的确定 .....           | 26        |
| 3.2.2 型腔数量和排列方式的确定 .....       | 26        |
| 3.2.3 注射机型号的确定 .....           | 27        |
| 3.3 浇注系统的设计 .....              | 29        |
| 3.3.1 主流道的设计 .....             | 29        |
| 3.3.2 分流道的设计 .....             | 30        |
| 3.3.3 浇口的设计 .....              | 32        |
| 3.3.4 校核主流道的剪切速率 .....         | 34        |
| 3.3.5 冷料穴的设计及计算 .....          | 34        |
| 3.4 成型零件的结构设计及计算 .....         | 34        |
| 3.4.1 成型零件的结构设计 .....          | 34        |
| 3.4.2 成型零件钢材的选用 .....          | 35        |
| 3.4.3 成型零件工作尺寸的计算 .....        | 36        |
| 3.4.4 成型零件尺寸及动模垫块厚度的计算 .....   | 41        |
| 3.5 模架的确定 .....                | 42        |
| 3.5.1 各模板尺寸的确定 .....           | 42        |
| 3.5.2 模架各尺寸的校核 .....           | 42        |
| 3.6 排气槽的设计 .....               | 43        |
| 3.7 脱模推出机构的设计 .....            | 43        |
| 3.7.1 推出方式的确定 .....            | 43        |
| 3.7.2 脱模力的计算 .....             | 43        |
| 3.7.3 校核推出机构作用在塑件上的单位压应力 ..... | 45        |

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 3.8 冷却系统的设计                        | 45 |
| 3.8.1 冷却介质                         | 45 |
| 3.8.2 冷却系统的简单计算                    | 45 |
| 3.8.3 凹模嵌件和型芯冷却水道的设置               | 48 |
| 3.9 导向与定位结构的设计                     | 48 |
| 3.10 总装图和零件图的绘制                    | 48 |
| <b>第4章 塑料模设计常用标准汇编</b>             | 50 |
| 4.1 常用热塑性塑料的性能与用途(表 4-1)           | 50 |
| 4.2 常用热塑性塑料的主要技术指标(表 4-2)          | 52 |
| 4.3 常用热塑性塑料注射成型的工艺参数(表 4-3)        | 56 |
| 4.4 部分国产(国家标准)注射成型机的型号及技术参数(表 4-4) | 59 |
| 4.5 塑料模具零件常用材料及热处理要求(表 4-5)        | 61 |
| 4.6 模具型腔、型芯零件常用材料(表 4-6)           | 61 |
| 4.7 内六角圆柱头螺钉(摘自 GB70—1985)(表 4-7)  | 63 |
| 4.8 螺钉、螺栓沉头孔尺寸(表 4-8)              | 64 |
| 4.9 螺钉连接尺寸及画法(表 4-9)               | 65 |
| 4.10 常用和优先的基孔制配合特性及应用举例(表 4-10)    | 65 |
| 4.11 轴的极限偏差值(表 4-11)               | 66 |
| 4.12 孔的极限偏差值(表 4-12)               | 68 |
| 4.13 常用形位公差符号(表 4-13)              | 69 |
| 4.14 平行度、垂直度和倾斜度公差(表 4-14)         | 70 |
| 4.15 直线度和平面公差(表 4-15)              | 71 |
| 4.16 圆度和圆柱度公差(表 4-16)              | 72 |
| 4.17 表面粗糙度 $R_a$ 值的应用范围(表 4-17)    | 72 |
| 4.18 导柱(GB4169.4~GB4169.5—1984)    | 74 |
| 4.19 导套(GB4169.2~GB4169.3—1984)    | 76 |
| 4.20 柱头推杆(GB4169.1—1984)           | 79 |
| 4.21 柱头推管(ISO8405—1986)            | 80 |
| 4.22 台肩推杆(ISO8694—1987)            | 81 |
| 4.23 扁推杆(ISO8693—1987)             | 82 |
| 4.24 斜导柱(ISO8404—1986)             | 83 |
| 4.25 垫块(GB4169.6—1984)             | 85 |
| 4.26 推板(推杆固定板)(GB4169.7—1984)      | 86 |
| 4.27 限位钉(GB4169.9—1984)            | 87 |

|                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| 4.28 模板(GB4169.8—1984) .....          | 88         |
| 4.29 模板、垫块、推板的组合(GB4169.8—1984) ..... | 89         |
| 4.30 支承柱(GB4169.10—1984) .....        | 90         |
| <b>第5章 塑料注射模设计要求及参考题例汇编</b> .....     | <b>91</b>  |
| 5.1 设计任务与要求 .....                     | 91         |
| 5.1.1 课程设计 .....                      | 91         |
| 5.1.2 毕业设计 .....                      | 91         |
| 5.2 设计时间与进度安排 .....                   | 92         |
| 5.2.1 课程设计 .....                      | 92         |
| 5.2.2 毕业设计 .....                      | 92         |
| 5.3 标题栏与技术要求 .....                    | 92         |
| 5.3.1 装配图标题栏及明细表 .....                | 92         |
| 5.3.2 装配图技术要求 .....                   | 92         |
| 5.3.3 零件图(定模座板)画法举例 .....             | 93         |
| 5.3.4 零件图标题栏 .....                    | 93         |
| 5.3.5 零件图技术要求 .....                   | 94         |
| 5.4 课程设计题例(无侧抽芯 15 例) .....           | 94         |
| 5.5 毕业设计题例(有侧抽芯 15 例) .....           | 101        |
| <b>参考文献</b> .....                     | <b>109</b> |



# 第 1 章

## 概 述

### 1.1 设计的前提

当学生已具备机械制图、公差与技术测量、机械设计基础、模具材料及热处理、模具制造工艺学、塑料成型工艺及模具设计等方面必要的基础知识和专业知识，并已通过金工和生产实习，在初步了解塑料制品的成型工艺和生产过程，熟悉多种塑料模具典型结构的基础上，在老师指导下，可以对典型塑料模具进行课程设计和毕业设计。

### 1.2 设计的目的

无论课程设计还是毕业设计，都是该课程重要的综合性与实践性教学环节。通过拟定一个塑料制品的成型工艺和整体模具结构设计以及制定典型零件的热处理与制造加工工艺规程，达到以下目的：

- ① 综合运用、巩固和扩大上述所学基础知识和专业知识；
- ② 熟悉拟定塑料成型工艺和模具设计的原则、步骤和方法；
- ③ 学会查阅有关技术文献、手册和资料；
- ④ 通过设计实践，基本掌握塑料模具设计的一般规律，培养分析问题和解决问题的能力。

### 1.3 设计内容及基本要求

课程设计是由老师给定一个形状比较简单的、无侧抽芯的塑件，而毕业设计是给定一个

至少有两个（或两个以上）侧抽芯的塑件，要求设计成单分型面或采用点浇口的多分型面、单型腔或多型腔的注射模。具体内容及要求包括：

（1）拟定成型工艺

独立拟定所指定塑件的成型工艺，正确选用成型设备。

（2）合理选择模具结构

根据塑件图样及技术要求，研究和选择适当的成型方法及成型设备，结合指导教师提供的机械加工方法，提出模具的结构设计方案，且模具操作方便、安全、取件顺利可靠。对工艺性较差的塑件，可以根据模具设计和加工的需要，向有关人员提出修改塑件图的建议，但不能擅自改动塑件图。

（3）正确确定模具成型零件的尺寸

模具成型零件的尺寸和表面粗糙度，对塑件的成型质量影响极大，必须特别注意。计算成型零件尺寸时，一般采用平均收缩率、平均制造公差和平均磨损量。极限收缩率、极限制制造公差和极限磨损量的计算方法主要用于高精度的塑件。

（4）设计的模具应便于制造

设计模具时，应尽量使所设计的模具制造容易，成本低。特别对那些比较复杂的模具，成型零件应考虑是采用一般机械加工方法还是采用特种加工方法，加工后如何进行装配，这些问题在设计模具时一定要认真研究和解决，同时还需考虑试模后具有足够的修模余量。

（5）模具设计时，应充分考虑塑件结构特点，尽量减少后加工

在允许的范围内，尽可能地由模具直接成型出塑件上的孔、槽、凸、凹等部位，避免塑件在成型后再用其他加工方法加工这些部位。

（6）设计的模具应满足生产率的要求且使用安全

设计的模具应能在很短的时间内使塑料填充并固化，脱模装置要安全可靠，不引起塑件的变形、破裂，切除浇口、浇道容易。

（7）模具成型零件工作表面应当耐磨，结构零件尽量选用标准件

模具零件应耐磨，使用寿命长，故障少，特别像推杆等销轴类零件，易卡住、弯曲、折断，占模具故障的绝大部分。因此，在设计模具时应写明这些零件的材料、加工方法及热处理要求等。

（8）根据塑料的成型特性设计模具

模具设计时，除了考虑塑料能满足使用要求（力学性能、电气性能、耐热性、耐化学性、耐候性）外，还应充分掌握塑料的成型工艺性，以便使所设计的模具能成型出优质塑件。各种塑料的成型特性及设计模具时应注意的问题见表 1-1。

表 1-1 常用热型性塑料在模具设计时的注意事项

| 塑料名称                         | 成型特性                                                                                                                                                                           | 设计模具时的注意事项                                                                                                                                                                            |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PE<br>聚乙烯 (结晶型)              | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 收缩大、易变形</li> <li>2. 冷却时间长, 成型效率不高</li> <li>3. 塑件上有浅侧凹, 也能强行脱模</li> <li>4. 模具温度对成型收缩率影响大, 收缩稳定性差</li> <li>5. 若有滞留树脂, 易发生烧伤</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 浇注系统要能使树脂快速充型</li> <li>2. 要有使塑件均匀冷却的冷却系统</li> <li>3. 采用螺杆式注射机</li> <li>4. 收缩率: 料流方向 2.75%<br/>垂直料流方向 2.0%</li> <li>5. 注意防变形措施</li> </ol>    |
| PP<br>聚丙烯 (结晶型)              | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 成型性能良好</li> <li>2. 易变形翘曲</li> <li>3. 有铰链特性</li> <li>4. 尺寸稳定性好, 成型后的 24 h 内尺寸不变</li> </ol>                                            | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 因有“铰链”特性, 注意浇口位置设计</li> <li>2. 收缩率为 1.3%~1.7%</li> <li>3. 防止缩孔、变形</li> </ol>                                                                |
| PA<br>聚酰胺 (尼龙)               | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 黏度低、流动性好, 易产生溢流、飞边</li> <li>2. 收缩稳定性差</li> <li>3. 熔融温度下较硬, 易损伤注射机螺杆或模具</li> <li>4. 主流道、型腔壁易黏模</li> </ol>                             | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 防止溢料</li> <li>2. 要提高结晶化程度, 应注意模具温度的控制</li> <li>3. 设计推出机构时, 防止由于塑件受力引起其尺寸不稳定</li> <li>4. 成型收缩率为 1.5%~2.5%</li> </ol>                         |
| POM<br>聚甲醛 (结晶型)             | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 易分解、流动性差</li> <li>2. 进料口易出现料流痕迹</li> <li>3. 易变形、缩孔</li> <li>4. 不待完全硬化即可取件</li> </ol>                                                 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 浇道阻力要小, 浇口设计要防止熔接痕和产生气孔</li> <li>2. 采用螺杆注射机</li> <li>3. 注意成型工艺中的塑化温度与模具温度的控制</li> <li>4. 收缩率在 2.5% 以下</li> </ol>                            |
| 氟化氯乙烯<br>(氟塑料结晶型)            | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 黏度大, 应高压成型</li> <li>2. 易变色</li> </ol>                                                                                                | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 分流道和浇口设计充分注意其流动性很差</li> <li>2. 防止成型时变色</li> <li>3. 模具要进行表面处理, 模具材料的抗蚀性能要好</li> <li>4. 收缩率为 0.5%</li> </ol>                                  |
| AS (非结晶型)<br>丙烯腈-苯乙烯共聚物      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 流动性、成型性能好</li> <li>2. 不易溢料</li> <li>3. 易产生裂纹</li> </ol>                                                                              | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 要有合理的推出机构和脱模机构, 防止产生裂纹</li> <li>2. 脱模斜度要大 (<math>1^\circ</math> 以上)</li> <li>3. 收缩率为 0.2%~0.7%</li> </ol>                                   |
| ABS (非结晶型)<br>丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 流动性差</li> <li>2. 塑性能稳定</li> <li>3. 易产生熔接痕, 浇口处外观不良</li> <li>4. 用高温高压注射可得高精度塑件</li> </ol>                                             | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 分流道截面、浇口截面可偏大, 也可在试模时逐渐扩大</li> <li>2. 注意浇口位置, 防止产生熔接痕</li> <li>3. 在高温高压成型时脱模斜度取 <math>2^\circ</math> 以上</li> <li>4. 收缩率取 0.5% 以上</li> </ol> |
| PMMA<br>聚甲基丙烯酸酯              | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 流动性差, 易造成充型不足, 易产生料流痕、缩孔, 易分解</li> <li>2. 透明性好, 塑件用于光学上绝不允许混有其他杂物</li> </ol>                                                         | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 合理设计浇注系统, 便于充型</li> <li>2. 脱模斜度尽可能大 (不超出图样要求)</li> <li>3. 成型工艺制订时, 严格控制料温与模温, 以防分解</li> <li>4. 收缩率取 0.35%</li> </ol>                        |
| PVC<br>聚氯乙烯<br>(硬质非结晶型)      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 热稳定性差, 成型温度范围很窄</li> <li>2. 流动性差</li> <li>3. 腐蚀性强</li> <li>4. 塑件外观差</li> </ol>                                                       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 合理设计浇注系统, 阻力要小</li> <li>2. 严格控制成型温度 (料筒、喷嘴、模具)</li> <li>3. 模具要进行表面处理 (镀铬)</li> <li>4. 收缩率取 0.7%</li> </ol>                                  |

续表

| 塑料名称                     | 成型特性                                                                                                                                                                 | 设计模具时的注意事项                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PC<br>聚碳酸酯<br>(非结晶型)     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 流动性差、黏度大、宜高温高压成型, 不易溢料</li> <li>2. 易产生残余应力, 甚至裂纹</li> <li>3. 质硬、易损伤模具</li> <li>4. 具有良好的使用性能 (机械强度、耐热、耐烯、耐候性、无毒)</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 合理设计浇注系统, 尽可能用直接浇口, 使流动阻力小</li> <li>2. 塑料要预热干燥</li> <li>3. 避免金属嵌件</li> <li>4. 脱模斜度宜大 (<math>2^{\circ}</math>以上)</li> <li>5. 收缩率取 0.6%</li> </ol> |
| CA 醋酸纤维素<br>CBA 丁酸-醋酸纤维素 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 流动性好, 成型性优良</li> <li>2. 尺寸不易保证</li> <li>3. 外观较好</li> </ol>                                                                 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 塑料需预热干燥</li> <li>2. 收缩率: 醋酸纤维素取 0.5%, 丁酸-醋酸纤维素取 0.4%</li> </ol>                                                                                  |



## 第 2 章

# 塑料模设计程序

塑料模设计步骤如图 2-1 所示。

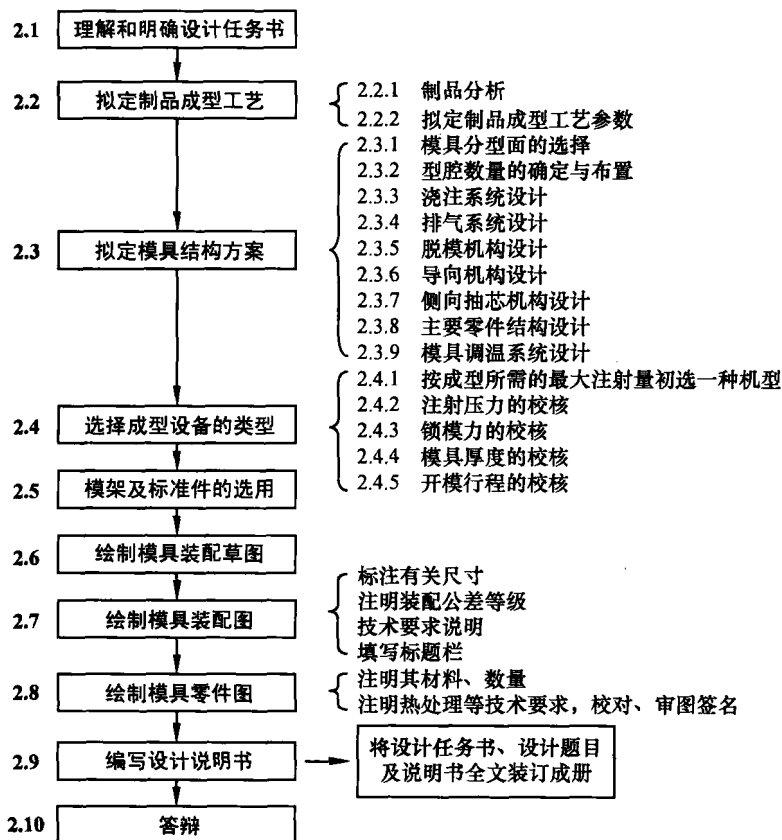


图 2-1 塑料模设计步骤

下面按图 2-1 所示设计步骤分别进行叙述。

## 2.1 理解和明确设计任务

模具设计任务书（参见第 5 章）一般由指导老师根据塑件的要求提出。该任务书的内容包括塑件图样、技术要求和生产数量（可能的情况下还附有塑件的样品），要求每个学生以设计任务书为依据完成一个独立的设计课题。

## 2.2 拟定制品成型工艺

### 2.2.1 塑料制品分析

#### （1）分析研究塑件图

了解塑件用途及塑件的结构工艺性、尺寸精度、技术要求等，如使用性能、塑件表面要求、颜色及透明度；塑件的几何结构、脱模斜度、嵌件等是否合理；熔接痕、缩孔等缺陷的允许程度，是否有涂装、电镀、胶接、钻孔等后加工；同时还要了解成型公差是否低于塑件的要求；是否要对制品图提出修改意见。

#### （2）制品原材料的选择

若设计任务书中未指明塑料原材料时，还要根据制品图的形状、大小以及使用的要求，可参考表 4-1 “常用热塑性塑料的性能与用途”和表 4-2 “常用热塑性塑料的主要技术指标”，正确地选择塑料原材料。

#### （3）计算制品的体积、质量以及制品的正面投影面积

#### （4）确定制品的成型加工方法（对热塑性塑料采用注射成型）

### 2.2.2 拟定制品成型工艺参数

根据制品结构特点及选定的原材料种类查表 4-3 “常用热塑性塑料注射成型的工艺参数”，选定如下工艺参数：料筒温度、喷嘴温度、模具温度、注射压力  $p_0$  (MPa)、注射时间  $t_{\text{注}}$  (s)、保压时间  $t_{\text{保}}$  (s)、冷却时间  $t_{\text{冷}}$  (s)、总的生产周期  $t$  (s)。

## 2.3 拟定模具结构方案

当塑件的结构和使用的材料满足成型工艺的要求后，即可着手筹划模具的结构。

理想的模具结构应能发挥成型设备的能力，最大限度地满足塑件的工艺技术要求（如几

何形状、尺寸精度、表面光洁度等)和生产经济性要求(成本低、效率高、使用寿命长、节省劳动力等),由于影响因素多,可从以下几个方面做起。

### 2.3.1 模具分型面的选择

模具上用来取出塑件或浇注系统凝料的可分离的接触表面称为分型面。模具的分型面设计是否合理,对塑件质量、工艺操作难易程度和模具复杂程度具有很大的影响。分型面的选择应注意以下几点。

- ① 不影响塑件外观,尤其是对外观有明确要求的制品,更应注意分型面对外观的影响;
- ② 有利于保证塑件的精度要求;
- ③ 有利于模具加工,特别是型腔的加工;
- ④ 有利于浇注系统、排气系统、冷却系统的设计;
- ⑤ 便于制品的脱模,尽量使塑件在开模时留在动模一边。

### 2.3.2 型腔数量的确定与布置

型腔数量的确定主要是根据制品的质量、投影面积、几何形状(有无侧抽芯)、制品精度、批量以及经济效益来确定。但是以上这些因素有时是互相制约的,所以在确定设计方案时,必须进行协调以保证满足其主要条件。

通常对中小型塑件优先采用一模一腔的结构,若采用多型腔时一般不超过4个。

型腔数目确定之后,紧接着的工作就是对型腔进行科学的布置与排列。型腔的排列涉及模具尺寸、浇注系统类型、浇注系统的平衡、侧抽芯机构的设计、镶件及型芯的设计以及温度调节系统的设计。以上这些问题又与分型面及浇口的位置选择有关,所以在具体设计过程中,要进行必要的调整,以达到较完善的结果。

### 2.3.3 浇注系统设计

浇注系统的设计包括主流道设计、分流道截面形状及尺寸的确定、分流道的布置、浇口的形式及尺寸的确定、浇口位置的选择。

在设计浇注系统时,首先是选择浇口的位置。浇口位置选择适当与否,将直接关系到制品的成型质量。

### 2.3.4 排气系统设计

排气系统对确保制品成型质量起着重要的作用,视情况有以下几种排气方式。

- ① 利用排气槽;
- ② 利用型芯、镶件、推杆等的配合间隙以及模具分型面的间隙;
- ③ 对于大中型、深腔制品,为了防止制品在推出时造成真空而变形,需设进气装置。

此外,选择排气槽的位置是很重要的,通常应开设在型腔最后充满的地方,而且应尽量把排气槽开在模具的分型面上。

### 2.3.5 脱模机构设计

制品在模具中脱出是制品成型过程中的最后一个环节,而且直接决定着制品的质量。通常在设计脱模机构时应遵循下列原则。

① 为使制品不致因推出而产生变形,推力点应尽量靠近型芯或难于脱模的部位,且布置应力求均匀。

② 推力点应作用在制品刚性好的部位,应尽量选择肋部、突缘、壳体形制品的壁缘等处。

③ 对于薄平面制品、壳体形制品及筒形制品,最好采用脱模板脱模。

④ 为了不影响制品的外观,推出位置应设在制品的隐蔽面或非装饰面,对于透明制品尤其应予以重视。

⑤ 对于形状复杂的制品,为了使其在推出时受力均匀,最好采用联合式或特殊形式的推出机构。

### 2.3.6 导向机构设计

一般情况下,模具的导向分为动、定模的导向与推出机构的导向。常用的导柱(导套)装置配合精度不高。因此对精度要求高的制品必须另设精定位装置。

### 2.3.7 侧向轴芯机构设计

在设计侧向抽芯机构时应确保其安全可靠,尽量避免与脱模机构发生干扰,否则应先设置复位机构。

### 2.3.8 主要零件结构设计

考虑成型与安装的需要以及制造与装配的可能,根据所选材料,通过理论计算(或经验公式和数据)确定定模座板、定模板(即凹模板)、动模座板、动模板(即型芯固定板)、支承板、垫块、推杆和推杆固定板等的外形尺寸;确定导柱、导套、滑块等的结构和尺寸;用相应的公式计算型腔与型芯的尺寸并确定公差;此外还要确定各零件的安装、定位和固定的方法及相应尺寸。

### 2.3.9 模具调温系统设计

对于注射模具主要是冷却系统的设计,这是一项比较烦琐的工作,既要考虑冷却效果及冷却的均匀性,又要考虑冷却系统对模具整体结构的影响。冷却系统的设计包括以下内容。

- ① 冷却系统的排列方式及冷却系统的具体形式；
- ② 冷却系统的具体位置及尺寸的确定；
- ③ 重点部位如型芯（包括侧型芯）及镶件的冷却；
- ④ 冷却元件的设计及冷却标准元件的选用；
- ⑤ 密封结构的设计。

## 2.4 选择成型设备的类型

注射机型号主要是根据塑件的外形尺寸、质量大小及型腔的数量和排列方式来确定的。设计者应对模具所需塑料注射量、注射压力、塑件在分型面上的投影面积，成型时所需用的锁模力、模具厚度、拉杆间距、安装固定尺寸以及开模行程等进行计算。具体可从以下四个方面进行。

### 2.4.1 按每次成型所需的最大注射量初选一种机型号（即获得该型号的额定注射量）

$$M_{\max} = nM_{\text{件}} + M_{\text{浇}} = 1.1nM_{\text{件}} \quad (\text{浇注系统的体积或质量为 } n \text{ 件制品的 } 10\%) \quad (2-1)$$

$$M_{\text{额定}} = M_{\max} / C_{\rho} \quad (2-2)$$

式中  $\rho$ ——塑料密度；

$C$ ——系数，对结晶型取 0.85，对无定型取 0.93。

用上述  $M_{\text{额定}}$  查表 4-4 预选出一种型号后，同时可知该机型的其他主要技术参数，如额定注射压力  $p$ 、额定锁模力  $F$ 、最大开模行程  $H$  等。

### 2.4.2 注射压力的校核

校核该塑件所选择的注射压力  $p_0$  是否小于所选机型的额定注射压力，通常塑件成型时的注射压力为  $p_0 = 70 \sim 150 \text{ MPa}$ ，由设计者根据塑件结构特点及成型要求选取，可参考表 3-4。

### 2.4.3 锁模力的校核

校核该模具型腔的胀型力是否小于所选机型的额定锁模力，即

$$F_{\text{胀}} = p_{\text{型}}(nA_1 + A_2) < F_{\text{锁}} \quad (2-3)$$

式中  $A_1$ ——单个塑件在分型面上的投影面积 ( $\text{mm}^2$ )；

$A_2$ ——流道凝料（包括浇口）在分型面上的投影面积 ( $\text{mm}^2$ )；

$p_{\text{型}}$ ——塑料熔体对型腔的平均压力 (MPa)， $p_{\text{型}} = (0.3 \sim 0.65)p_0$ ；

$F_{\text{胀}}$ ——塑料熔体对模具的胀型力 (N);

$F_{\text{锁}}$ ——所选机型的额定锁模力 (N)。

#### 2.4.4 模具厚度的校核

模具厚度  $H_m$  也称模具的闭合高度, 必须满足

$$H_{\min} < H_m < H_{\max} \quad (2-4)$$

式中  $H_{\min}$ ——注射机允许的最小模具厚度, 即动、定模之间的最小开合距离;

$H_{\max}$ ——注射机允许的最大模具厚度。

#### 2.4.5 开模行程的校核

开模行程是指从模具中取出塑件所需的最小开合距离, 用  $H$  表示, 它必须小于注射机移动模板与固定模板之间的最大行程  $S$ , 可按以下两种情况进行校核。

(1) 开模行程与模具厚度无关 (其锁模机构为液压-机械联合式)

① 对于单分型面注射模, 其开模行程为

$$H = H_1 + H_2 + (5 \sim 10) \leq S \quad (2-5)$$

式中  $H_1$ ——凸模高度 (或脱模距离) (mm), 但对于内表面为阶梯形的制品, 脱模距离可小于凸模高度;

$H_2$ ——包括主流道凝料在内的塑件高度 (mm)。

② 对于双分型面注射模, 其开模行程为

$$H = H_1 + H_2 + a + (5 \sim 10) \leq S \quad (2-6)$$

式中  $a$ ——取出浇注系统凝料所需的定模座板与中间板的分离距离 (mm)。

(2) 开模行程与模具厚度有关 (其锁模机构采用全液压的注射机以及带丝杠开模、锁模机构的角式注射机)

其开模行程  $H$  应小于移动模板与固定模板之间的最大开模行程  $S$  减去模具厚度  $H_m$  的差, 即

$$H \leq S - H_m \quad (2-7)$$

① 对于单分型面模具

$$H \leq S - [H_1 + H_2 + (5 \sim 10)] \quad (2-8)$$

② 对于双分型面模具

$$H \leq S - [H_1 + H_2 + a + (5 \sim 10)] \quad (2-9)$$

(3) 当模具有侧抽芯时的开模行程, 此时应考虑完成侧抽芯所需要的开模行程  $H_{\text{侧}}$

① 当  $H_{\text{侧}} \leq H_1 + H_2$  时, 仍按式 (2-5) 计算开模行程  $H$ ;

② 当  $H_{\text{侧}} > H_1 + H_2$  时, 其开模行程为  $H + H_{\text{侧}} + (5 \sim 10)$ 。 (2-10)