



21世纪全国高职高专机电系列技能型规划教材·机械制造类

# 注射模设计方法与技巧实例精讲

邹继强 编著



- 第一代模具设计专家编著
- 展示企业生产中实体模具
- 配套模具仿真模型爆炸图
- 提供三维动画多媒体课件



北京大学出版社  
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高职高专机电系列技能型规划教材·机械制造类

# 注射模设计方法与技巧实例精讲

编 著 邹继强

参 编 林莅莅 顾建森 杨红娟 苏 静

杨世汶 汤丽珍 唐建林 陈 雷

刘利奇 陈发启



北京大学出版社  
PEKING UNIVERSITY PRESS



## 内 容 简 介

本书是在作者的原著《塑料成型与模具设计》《模具制造与管理》(2004, 清华大学出版社)两书的基础上, 经过多年教学、培训实践的反复总结和多次修改而成。

本书更加强化了实用技术和技能的培训, 所列举的范例均为企业生产中的实例, 既具有突出的实用性, 又具有独特的典型性和代表性; 对基础理论的阐述更加精练、通俗易懂, 由浅入深、循序渐进并结合生产实例; 通过与之配套的《注射模典型结构设计实例图集》、典型结构设计实例(三维动画及其爆炸图)教学资源包的对照展示, 培养学生对三维空间的理解力、想象力以及举一反三、触类旁通的逻辑思维和分析的能力; 融合了当今塑料制品和模具设计与制造的新技术、新方法, 具有与时代同步的先进性; 在设计意识、设计方法和设计的范例中, 无处不强调资源的节约和环境的保护; 在附录中添加了常用的龙记标准模架、注射模标准件、课程设计指导等内容, 使内容更加丰富、完整和实用。

本书的第一部分适用于职业中专模具专业; 第二部分适用于高职高专模具专业; 第三部分可供材料成型专业的本科生、研究生参考。本书也可供从事塑模设计的专业人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

注射模设计与技巧实例精讲/邹继强编著. —北京: 北京大学出版社, 2014.3

(21 世纪全国高职高专机电系列技能型规划教材·机械制造类)

ISBN 978-7-301-23892-9

I. ①注… II. ①邹… III. ①注塑—塑料模具—设计—高等职业教育—教材 IV. ①TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 020575 号

书 名: 注射模设计与技巧实例精讲

著作责任者: 邹继强 编著

策划编辑: 邢 琛

责任编辑: 邢 琛

标准书号: ISBN 978-7-301-23892-9/TH·0384

出版发行: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> 新浪官方微博: @北京大学出版社

电子信箱: [pup\\_6@163.com](mailto:pup_6@163.com)

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

印 刷 者: 三河市北燕印装有限公司

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 26.75 印张 彩插 2 623 千字

2014 年 3 月第 1 版 2014 年 3 月第 1 次印刷

定 价: 54.00 元

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-62752024 电子信箱: [fd@pup.pku.edu.cn](mailto:fd@pup.pku.edu.cn)

# 作者简介

邹继强，男，1942 年出生，毕业于成都高级工业职业学校（现成都无线电高等专科学校），是我国解放后从事模具专业学习的第一批学生。毕业后分配到北京第 718 厂模具分厂设计室任塑模设计员，曾师从德国著名模具专家莱茵里克。此后 30 余年在军工企业模具设计与制造一线工作并兼管职工的职业技术培训工作，其间设计并参与了千余副军品模具的试制。曾兼任航空航天部浙江模具开发中心诸暨模具研究所和实验厂以及株洲 608 研究所技协塑模设计技术顾问，兼任长沙湘火炬公司灯具厂、株洲田心电力机车厂广缘研究所技术顾问，现仍兼任《模具制造》杂志社编委。1993 年内退后，先后被广州军区长城长信公司、余姚日化工艺制品厂、宁波华众等企业聘任为总经理助理兼总工程师，负责一线的生产、技术工作。在长期的工作实践中，积累了较为丰富的塑模设计、制造与生产管理经验，现在昆山登云学院机电工程系模具教研室任教。撰写的数篇塑模设计、制造与生产管理的论文，先后荣获全国“现代模具设计、制造与管理大奖赛”特等奖一次，一等奖两次，二、三等奖和优秀论文奖。2004 年编著《塑料制品及其成型模具设计》《模具制造与管理》《塑料模具设计资料汇编》《塑料模具实用典型结构图册》系列教材一套，分别由清华大学出版社和《模具制造》杂志社出版。

# 前言

目前,我国已成为世界制造业的大国,并通过企业的转型升级,朝着世界制造业强国的目标迈进。

模具既是制造业中最重要、最快捷、成本最低,也是最先进、应用最为广泛的工艺装备。在工业产品的生产中,70%以上的产品都离不开模具。因此,模具是衡量一个国家制造业水平的重要标准。工业生产中的五大支柱产业(机械、汽车、电子、石化和建筑)乃至航空航天、国防建设以及亿万人民的工作、学习和生活,无一不与模具有着密不可分的关系。

模具是工业产品的“效益放大器”。模具所成型的终端产品的价值,往往是模具实际成本的几十倍,甚至百余倍。工业产品质量的优劣、效益的盈亏及新品开发、创新的快慢与成败,多半取决于模具质量的优劣、模具整体技术进步和更新换代的速度与水平。因此,模具在我国被称为“工业之母”。模具无疑是我国国民经济可持续发展的催化剂,也是引导人民生活从“小康”直奔“大康”的“火车轮”。

随着我国现代化建设的飞速发展,塑料和模具工业也随之以前所未有的速度向前迈进。在此突飞猛进的形势之下,模具人才尤其是高技能型人才的奇缺,已成为当前塑料和模具工业飞速发展的瓶颈。加速为塑料和模具各企业培养、造就一大批综合素质好、专业技能强的高技能型人才,无疑已成为全国各高等院校尤其是高职院校责无旁贷的神圣使命和职责。而目前在各高等院校中进行的专业精品课建设、“双师型”师资队伍的培养和精品专业课教材的编著,以及由我院创建的、由江苏省教育厅在我院试点的“工学专班”教育、教学模式,乃解此燃眉之急的锦囊妙计和必由之路。

本书正是作为“工学专班”教育、教学模式的核心课程教学用书,为模具专业精品课的建设而编著的。

本书在内容方面,展示了企业生产中的实体模具;用1:1的模具仿真模型和三维动画多媒体课件演示,再与生产车间的实操实训相结合;与我院共建“工学专班”的多家台资企业的生产实际相结合,在实践中学、在学中实践,进行现场场景式的演练教学。

本书的编著及所试行的场景式的直观教学法,也是一次摸着石头过河式的探索。任,何其重;道,何其远。唯与同行们一道,群策群力,集思广益,共同努力,乃完成此重任之最佳途径。

本书是从事模具设计和制造的同行们多年实践经验的积累和总结,书中的很多宝贵资料乃诸多同行挚友无私相赠。与我院共建“工学专班”的多位企业技术主管,如唯安模具有限公司的刘利奇、及成模具有限公司的陈发启、恒源鑫模具有限公司和宏洋精密模具有限公司的相关技术骨干以及昆山工业设计的陈雷,积极、热诚地参与本书的编著工作,并提供了许多宝贵资料和建议,在此深表谢意!

限于篇幅和编者之水平,本书不足、纰漏甚至错误都可能存在,恳请同行及读者、专家不吝赐教,以期改正和完善。

匹夫老矣!且盼后起之秀写出新的华章,我再从头学起,逐一拜读。

编者

2013年11月



# 目 录

|          |   |
|----------|---|
| 绪论 ..... | 1 |
|----------|---|

## 第一部分 基础知识

|                          |   |
|--------------------------|---|
| 第 1 章 塑料和塑料制品的基础理论 ..... | 5 |
|--------------------------|---|

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 1.1 塑料的基础知识 .....                | 6  |
| 1.1.1 塑料的定义 .....                | 6  |
| 1.1.2 塑料的组成 .....                | 6  |
| 1.1.3 塑料的分类 .....                | 8  |
| 1.1.4 常用塑料简介 .....               | 9  |
| 1.1.5 常用塑料的成型特性 .....            | 17 |
| 1.1.6 常用塑料的优点和缺点 .....           | 21 |
| 1.2 塑料制品的基础知识 .....              | 22 |
| 1.2.1 塑料制品的定义 .....              | 22 |
| 1.2.2 塑料制品的注射成型原理 .....          | 22 |
| 1.2.3 塑料制品的成型工艺参数 .....          | 23 |
| 1.2.4 塑料制品的成型缺陷<br>及其产生的原因 ..... | 25 |
| 1.2.5 塑料制品常见成型缺陷的<br>解决方法 .....  | 25 |
| 1.2.6 塑料制品成型后的防变形<br>处理 .....    | 28 |
| 小组讨论与个人练习 .....                  | 29 |

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 第 2 章 注射机和注射模的基础知识 ..... | 30 |
|--------------------------|----|

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 2.1 注射成型机的基础知识 .....           | 31 |
| 2.1.1 注射机分类 .....              | 31 |
| 2.1.2 卧式注射机的结构和功能 .....        | 31 |
| 2.1.3 注射模与注射机的配合要求 ...         | 32 |
| 2.1.4 注射机各相关参数的校核<br>方法 .....  | 32 |
| 2.1.5 模具安装、调试要点 .....          | 33 |
| 2.2 注射模的基础知识 .....             | 35 |
| 2.2.1 注射模的定义 .....             | 35 |
| 2.2.2 注射模的基本结构和各部分<br>功能 ..... | 35 |

|                        |    |
|------------------------|----|
| 2.2.3 注射模的分类及其结构特点 ... | 39 |
|------------------------|----|

|                 |    |
|-----------------|----|
| 小组讨论与个人练习 ..... | 40 |
|-----------------|----|

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 第 3 章 塑料制品的结构设计 ..... | 41 |
|-----------------------|----|

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| 3.1 对塑料制品结构设计的要求 .....                  | 42 |
| 3.2 塑料制品的过渡圆角和塑料的<br>脱模斜度 .....         | 47 |
| 3.3 塑料制品各种孔的设计方法和技巧 ...                 | 48 |
| 3.4 塑料制品加强筋、支承面、凸耳<br>和凸台的设计方法和技巧 ..... | 51 |
| 3.4.1 塑料制品加强筋的设计<br>方法和技巧 .....         | 51 |
| 3.4.2 塑料制品上支承面的设计<br>方法和技巧 .....        | 52 |
| 3.4.3 塑料制品紧固用凸耳的设计<br>方法和技巧 .....       | 53 |
| 3.4.4 塑料制品凸台的设计<br>方法和技巧 .....          | 53 |
| 3.5 塑料制品螺纹及塑料齿轮的设计<br>方法和技巧 .....       | 54 |
| 3.5.1 塑料制品螺纹的设计<br>方法和技巧 .....          | 54 |
| 3.5.2 塑料齿轮的设计方法和技巧 ...                  | 56 |
| 3.6 带镶件塑料制品的设计方法和技巧 ...                 | 56 |
| 3.7 塑料制品上文字、标志与符号的设计<br>方法和技巧 .....     | 59 |
| 小组讨论与个人练习 .....                         | 60 |

## 第二部分 设计方法和技巧

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 第 4 章 注射模型腔、型芯的设计<br>方法和技巧 ..... | 63 |
|----------------------------------|----|

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 4.1 注射模设计的基本原则 .....           | 64 |
| 4.2 注射模设计前的准备工作及设计<br>步骤 ..... | 64 |

|                                         |            |                                              |            |
|-----------------------------------------|------------|----------------------------------------------|------------|
| 4.2.1 设计前的准备工作 .....                    | 64         | 5.2.2 浇口套的设计方法与技巧 .....                      | 112        |
| 4.2.2 注射模的设计步骤 .....                    | 65         | 5.2.3 定位圈和浇口套的组装、<br>配合结构的设计实例 .....         | 112        |
| 4.3 分型面的选择、确定方法、<br>技巧与实例 .....         | 65         | 5.3 分流道的设计方法与技巧 .....                        | 114        |
| 4.3.1 分型面的类型 .....                      | 66         | 5.4 进料浇口的设计方法与技巧 .....                       | 115        |
| 4.3.2 选择、确定分型面的方法 .....                 | 68         | 5.4.1 常用进料浇口的种类和<br>作用 .....                 | 115        |
| 4.3.3 选择、确定制品分型面的典型<br>实例 .....         | 73         | 5.4.2 进料浇口的设计要点 .....                        | 116        |
| 4.4 型腔、型芯结构的设计方法、技巧<br>及其典型结构设计实例 ..... | 78         | 5.4.3 进料浇口的形状、尺寸<br>及其位置 .....               | 116        |
| 4.4.1 对型腔、型芯的要求 .....                   | 78         | 5.4.4 主流道拉料杆与冷料穴的<br>设计方法 .....              | 126        |
| 4.4.2 型腔结构的设计方法与技巧 ...                  | 79         | 5.4.5 分流道拉料杆与冷料穴的<br>设计方法 .....              | 128        |
| 4.4.3 型腔结构的设计实例 .....                   | 84         | 5.5 型腔排位的原则及其典型实例 .....                      | 129        |
| 4.4.4 型芯结构的设计方法与技巧 ...                  | 89         | 本章总结 .....                                   | 135        |
| 4.4.5 型芯结构的设计实例 .....                   | 95         | 小组讨论与个人练习 .....                              | 136        |
| 4.4.6 加强筋镶拼结构的<br>设计实例 .....            | 99         | <b>第 6 章 侧向分型与抽芯结构的设计、<br/>计算方法与技巧 .....</b> | <b>137</b> |
| 4.4.7 小型芯安装、固定结构的<br>设计实例 .....         | 100        | 6.1 避免侧向分型与抽芯的方法和<br>技巧 .....                | 138        |
| 4.4.8 活动螺纹型芯的结构<br>设计实例 .....           | 102        | 6.2 侧向分型与抽芯结构的设计实例 .....                     | 140        |
| 4.5 影响制品成型尺寸精度的因素 .....                 | 102        | 6.2.1 手动侧向抽芯结构的设计<br>实例 .....                | 140        |
| 4.5.1 影响制品尺寸精度的<br>主要因素 .....           | 102        | 6.2.2 弹簧侧抽芯结构的设计<br>实例 .....                 | 140        |
| 4.5.2 确定模具成型尺寸的原则 .....                 | 103        | 6.2.3 斜导柱侧抽芯结构的设计<br>实例 .....                | 142        |
| 4.6 成型尺寸最简便的计算<br>方法与技巧 .....           | 104        | 6.2.4 油缸大抽芯距侧抽芯结构的<br>设计实例 .....             | 145        |
| 4.6.1 成型尺寸最简便的计算方法 .....                | 104        | 6.2.5 斜滑块侧抽芯结构的设计<br>实例 .....                | 146        |
| 4.6.2 成型尺寸计算的注意事项和<br>技巧 .....          | 105        | 6.2.6 斜推侧抽芯结构的设计<br>实例 .....                 | 149        |
| 4.6.3 塑料螺纹制品的成型方法 .....                 | 106        | 6.2.7 平移式推杆内侧分型与抽芯<br>结构的设计实例 .....          | 150        |
| 小组讨论与个人练习 .....                         | 108        | 6.2.8 变角弯销侧抽芯结构的设计<br>实例 .....               | 151        |
| <b>第 5 章 浇注系统的设计方法与技巧 .....</b>         | <b>109</b> |                                              |            |
| 5.1 浇注系统的设计要点 .....                     | 110        |                                              |            |
| 5.2 主流道、浇口套的设计方法与<br>技巧 .....           | 111        |                                              |            |
| 5.2.1 主流道的设计方法与技巧 .....                 | 111        |                                              |            |



|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 6.2.9 导滑板侧抽芯结构的设计<br>实例 .....    | 151 |
| 6.3 包紧力、抽芯距的计算方法 .....           | 153 |
| 6.3.1 包紧力的计算方法 .....             | 153 |
| 6.3.2 抽芯距的计算方法 .....             | 153 |
| 6.4 滑块的常用导滑结构的设计实例 .....         | 154 |
| 6.5 斜滑块的常用导滑结构的设计实例 .....        | 155 |
| 6.6 侧型芯与滑块的常用连接结构的<br>设计实例 ..... | 156 |
| 6.7 常用的滑块锁紧结构的设计实例 .....         | 157 |
| 6.8 确定斜导柱的倾斜角和导滑长度 .....         | 159 |
| 6.9 脱螺纹的典型结构的设计实例 .....          | 159 |
| 本章总结 .....                       | 163 |
| 小组讨论与个人练习 .....                  | 163 |

## 第 7 章 导向、定位结构, 推出脱模和 复位结构的设计方法和技巧 .....

|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| 7.1 导向与定位结构的设计<br>方法和技巧 .....                 | 166 |
| 7.1.1 导柱与导套的结构的设计<br>实例 .....                 | 167 |
| 7.1.2 精定位的结构特点及其应用<br>实例 .....                | 167 |
| 7.1.3 滑块的定位结构的设计实例 ..                         | 171 |
| 7.2 推出、脱模和复位结构的设计<br>方法和技巧 .....              | 173 |
| 7.2.1 推出、脱模与复位结构的<br>设计要点 .....               | 173 |
| 7.2.2 推杆推出脱模与复位结构的设<br>计方法、技巧及其设计实例 .....     | 173 |
| 7.2.3 推板推出脱模与复位结构的<br>设计方法、技巧及其设计<br>实例 ..... | 176 |
| 7.2.4 推管推出脱模与复位结构的<br>设计方法、技巧及其设计<br>实例 ..... | 181 |
| 小组讨论与个人练习 .....                               | 185 |

## 第 8 章 模温调节与控制, 排气、 溢料和引气结构的设计 方法和技巧 .....

|                                         |     |
|-----------------------------------------|-----|
| 8.1 模温调节与控制结构的设计<br>方法与技巧 .....         | 187 |
| 8.1.1 注射模循环冷却(或加热)<br>水道的设计要点和方法 .....  | 188 |
| 8.1.2 注射模常用冷却(或加热)<br>水道典型结构的设计实例 ..... | 189 |
| 8.2 排气、溢料和引气结构的设计<br>方法与技巧 .....        | 195 |
| 8.2.1 排气、溢料和引气的定义与<br>目的 .....          | 195 |
| 8.2.2 排气、溢料槽、引气的典型<br>结构实例 .....        | 196 |
| 小组讨论与个人练习 .....                         | 200 |

## 第 9 章 注射模设计须知 .....

|                                         |     |
|-----------------------------------------|-----|
| 9.1 标准模架的选择、确定的方法和<br>技巧 .....          | 202 |
| 9.2 注射模主要零件的配合精度、表面<br>质量、钢材及其热处理 ..... | 209 |
| 9.2.1 注射模主要零件的配合<br>精度 .....            | 209 |
| 9.2.2 注射模主要零件的表面质量<br>要求 .....          | 215 |
| 9.3 注射模零件钢材及其热处理要求 .....                | 216 |
| 小组讨论与个人练习 .....                         | 216 |

## 第三部分 技能提高

## 第 10 章 设计内容的深化和拓展 .....

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| 10.1 热塑性塑料的改性与增强 .....              | 220 |
| 10.1.1 改善、增强热塑性塑料的<br>常用方法 .....    | 220 |
| 10.1.2 提高 ABS 热变形温度方法的<br>实例 .....  | 221 |
| 10.2 塑料制品的造型设计精要 .....              | 221 |
| 10.3 塑料制品内、外强脱模结构的设<br>计方法和技巧 ..... | 222 |



|        |                                   |     |
|--------|-----------------------------------|-----|
| 10.4   | 塑料制品的强度结构设计 .....                 | 224 |
| 10.4.1 | 平面加强筋设计 .....                     | 224 |
| 10.4.2 | 侧壁加强筋设计 .....                     | 226 |
| 10.4.3 | 其他强度结构的设计 .....                   | 226 |
| 10.4.4 | 塑料制品受力部位的强度<br>设计实例 .....         | 228 |
| 10.4.5 | 塑料制品镶件四周的强度<br>设计要求 .....         | 229 |
| 10.4.6 | 塑料制品组合的强度结构的<br>设计实例 .....        | 231 |
| 10.5   | 刚体结构设计 .....                      | 232 |
| 10.6   | 大跨度承载悬臂结构制品结构的<br>设计实例 .....      | 233 |
| 10.7   | 塑料制品功能结构的设计实例 .....               | 234 |
| 10.8   | 塑料制品可拆卸式装配结构的<br>设计方法、技巧与实例 ..... | 236 |
| 10.9   | 塑料制品表面的修饰技术 .....                 | 242 |
| 10.9.1 | 塑料制品表面修饰前的<br>处理 .....            | 242 |
| 10.9.2 | 塑料制品表面的涂饰 .....                   | 243 |
| 10.9.3 | 塑料制品表面的金属涂覆 ...                   | 245 |
| 10.9.4 | 塑料制品的印刷 .....                     | 246 |
| 10.9.5 | 塑料的着色 .....                       | 249 |
| 10.9.6 | 植绒 .....                          | 249 |
| 10.10  | 复杂制品分型面的确定方法 .....                | 250 |
| 10.11  | 加深型浇口套的结构、尺寸 .....                | 250 |
| 10.12  | 倾斜式主流道的设计 .....                   | 252 |
| 10.13  | 精密和高精密度模具成型尺寸的<br>计算方法 .....      | 257 |
| 10.14  | 型腔与型芯定位的方法和技巧 .....               | 261 |
| 10.15  | 成型零件镶拼组合结构的镶拼<br>方法技巧和实例 .....    | 264 |
| 10.16  | 复杂型芯的镶拼组合结构实例 .....               | 265 |
| 10.17  | 浇道凝料推出脱模结构的设计<br>实例 .....         | 267 |
| 10.18  | 塑料制品的二次推出结构 .....                 | 273 |
| 10.19  | 先复位结构 .....                       | 275 |
| 10.20  | 冷却水道结构设计实例 .....                  | 277 |

|       |                             |     |
|-------|-----------------------------|-----|
| 10.21 | 侧向分型与抽芯的典型结构的<br>设计实例 ..... | 288 |
|-------|-----------------------------|-----|

## 第 11 章 热流道浇注系统结构的 设计和计算 .....

|        |                        |     |
|--------|------------------------|-----|
| 11.1   | 热流道技术简介 .....          | 291 |
| 11.2   | 热流道结构的优、缺点 .....       | 291 |
| 11.3   | 热流道的应用范围 .....         | 291 |
| 11.4   | 热流道浇注系统设计 .....        | 292 |
| 11.4.1 | 热流道浇注系统的整体<br>结构 ..... | 292 |
| 11.4.2 | 热流道板的结构 .....          | 293 |
| 11.4.3 | 热喷嘴的结构 .....           | 294 |
| 11.4.4 | 热流道浇注系统的其他<br>零件 ..... | 306 |
| 11.4.5 | 热流道尺寸的计算 .....         | 306 |
| 11.4.6 | 热流道板加热功率的计算 ...        | 307 |
| 11.4.7 | 热流道板热损失的计算 .....       | 308 |

## 第 12 章 特殊功能注射模典型结构的 设计实例 .....

|      |                                        |     |
|------|----------------------------------------|-----|
| 12.1 | 热固性塑料注射模典型结构的<br>设计实例 .....            | 310 |
| 12.2 | 大衣扣温流道注射模(一模 16 腔)<br>典型结构的设计实例 .....  | 312 |
| 12.3 | 火花塞外罩热流道注射模(一模<br>48 腔)典型结构的设计实例 ..... | 314 |
| 12.4 | 蒸发器上盖注射、压缩模的典型<br>结构的设计实例 .....        | 316 |
| 12.5 | 传感器外壳温流道注压模典型<br>结构的设计实例 .....         | 318 |
| 12.6 | 交换机按钮双清色注射成型模典型<br>结构的设计实例 .....       | 321 |
| 12.7 | 集线槽盖板 2×2 叠层式注射成型模的<br>结构 .....        | 326 |
| 12.8 | 筋条注射模气辅成型典型结构的<br>设计实例 .....           | 328 |
| 12.9 | 冰箱手柄气辅成型典型结构的<br>设计实例 .....            | 330 |

|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| 12.10 周转托盘热流道大型注射模的<br>结构的设计实例 .....          | 330 |
| 12.11 高仿真双频扬声器盆架精密<br>注压模结构的设计实例 .....        | 332 |
| 附录 1 注射模课程设计指导书 .....                         | 336 |
| 附录 2 为课程设计提供参考的 50 例<br>塑料制品结构尺寸图 .....       | 341 |
| 附录 3 内地与港、台地区模具零件<br>习惯称谓对照 .....             | 349 |
| 附录 4 常用注射模的标准模架 .....                         | 350 |
| 附录 5 注射模常用标准件 .....                           | 373 |
| 附录 6 常用热塑性塑料的成型工艺<br>参数 .....                 | 394 |
| 附录 7 常用塑料的收缩率 .....                           | 398 |
| 附录 8 常见注射成型制品的<br>成型缺陷和解决措施 .....             | 399 |
| 附录 9 常用国产注射机的主要技术<br>参数 .....                 | 401 |
| 附录 10 塑料模具型腔、型芯专用<br>优质钢材 .....               | 405 |
| 附录 11 注射模主要结构件的钢材及<br>热处理硬度 .....             | 406 |
| 附录 12 型腔壁厚的参考尺寸与<br>支承板厚度的经验值 .....           | 407 |
| 附录 13 工程塑料模塑制品尺寸公差<br>(GB/T 14486—1993) ..... | 409 |



# 绪 论

## 一、本课程的性质和任务

### 1. 性质

本课程既是模具设计与制造专业的一门独具专业特色的主要专业课——一门用以专门研究和讲授塑料注射成型技术及其成型模具设计技能和技巧，专门培养、造就塑料模具技术人才的专业课；同时也是一门综合性很强的，以数、理、化等基础课为支撑，以机械制图、机械设计与制造技术、互换性与测量技术及计算机辅助设计与应用技术等基础专业课为基础，并将其综合应用于现代塑料制品成型技术的一门专业课。

在塑料制品生产中，塑料成型工艺和塑料成型模具相辅相成，相得益彰。

### 2. 任务

(1) 对于学生而言——通过本课程中对塑料成型技术及其成型模具设计技术的讲授和在工厂的实操、实训以及模具拆装、课程设计、毕业设计等一系列与之配套的实践课的反复培训，学生在学中实践、在实践中学，使其所掌握的基础理论知识适用且够用，能够支撑所从事的工作；所掌握的技能，能满足相关企业对模具人才的实际要求。

(2) 对于企业而言——能为昆山、苏州和上海等周边地区各相关企业，特别是台资企业，培养、造就塑料制品设计、开发和塑料模具设计、制造、维护修理的技能型人才和相关基础管理工作的人才；并逐步将本专业建设成为企业可信赖的人才培训部，逐步与企业形成水乳交融、休戚相关、互利共赢的一体关系。

(3) 对于学院而言——所培育的学生在企业能受到普遍欢迎并能树立良好的口碑，从而获得良好的社会声誉，形成招生和就业的良性循环；使学生成为学院的优质产品、名牌产品；使模具专业成为学院名副其实的精品专业、名牌专业，成为学院不断发展壮大的催化剂，进而使模具设计与制造专业逐步走上真正的职业化、市场化和企业化的康庄大道。

## 二、本课程的学习方法

凡是力求学好本课程者，都应当树立明确的学习目标，并掌握正确的学习方法。有明确的目标才有正确的方向，才能少走或不走弯路；有正确的学习方法，才能取得事半功倍之效。

以下几点是笔者在长期自学和教学工作中对学习方法中的一些基本要点的总结。

(1) 课前预习。上课时认认真真听讲，实训时踏踏实实练习。

(2) 趁热打铁，及时复习。不懂的要问，要问清楚，不留疑问(以上两点对于在校生尤为重要)。

(3) 勤于观察，善于思索。目光所及的塑料制品比比皆是，对所见的制品(或模具)要与所学的内容或所从事的工作联系起来，多问几个为什么，深究到底。切勿视而不见，应做到过目不忘。

(4) 学习不仅仅是课堂听讲、设计室设计和车间实训。善于学习者，时时、处处、事事皆可向他人学习，皆有可学之处，皆可吸取营养丰富自己。要深知“世人皆可为师，万物皆可为师”之理。更何况，学习不是一朝一夕之事，而是一辈子的事，正所谓“活到老学到老”。

(5) 准备笔和笔记本，随时将所见所闻或偶尔闪现的想法或问题记下来。俗话说：一支笔胜过三个脑袋。对工作和学习中遇到的问题(无论是成功的经验还是失败的教训)也要随时记录，定期进行归纳、整理、分析和总结。

(6) 注意收集有关资料、信息和样品(尤其是有特点、有代表性的样品),建立并时时丰富自己的小资料库，定期进行归纳、分类和整理。书到用时方恨少，技术资料更是如此。

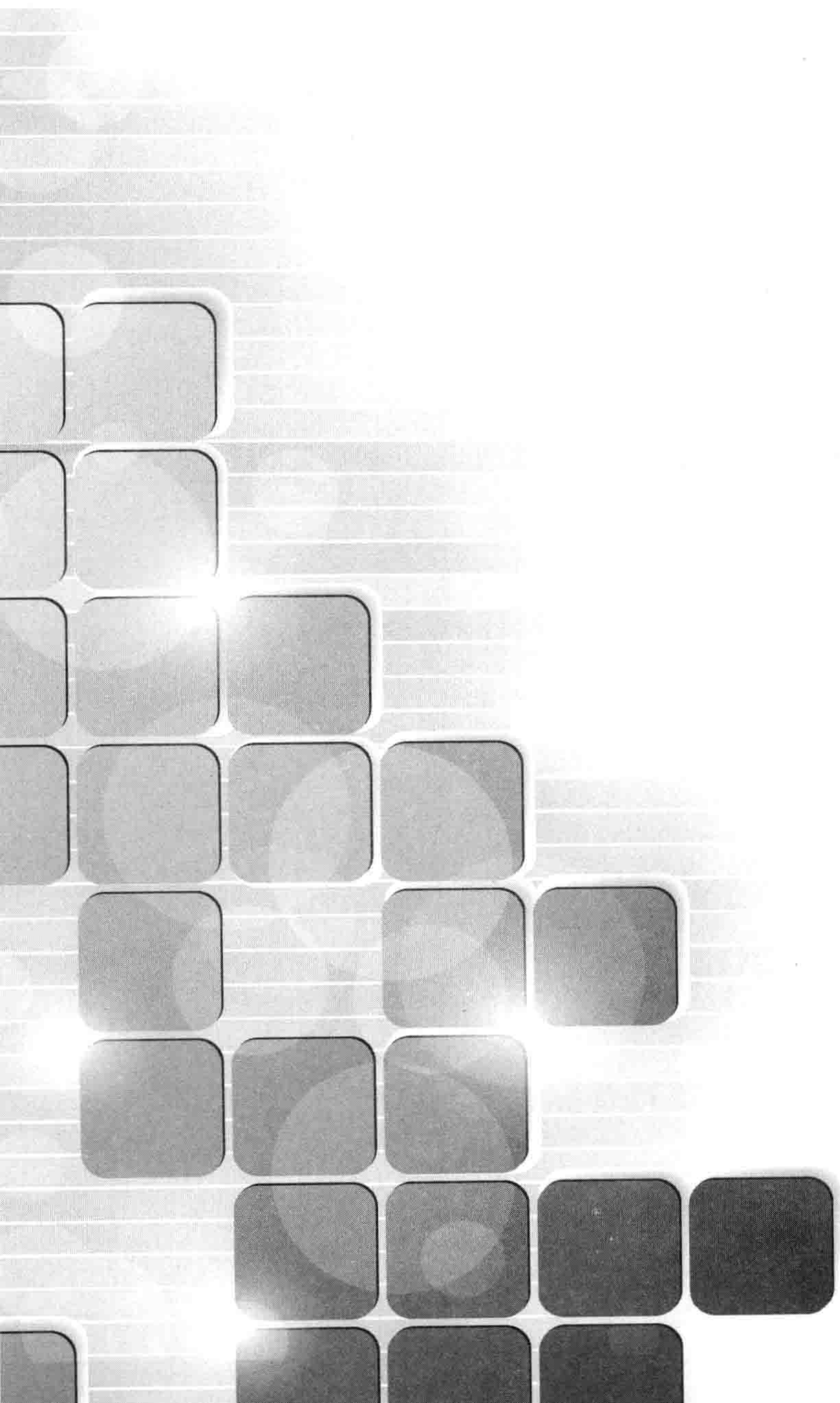
(7) 学习方法因人而异。每个人都有自己的具体情况，因此，每个人都应该努力寻求和创造适合自己的、行之有效的学习方法，并在实践中逐步改进和完善。

上述方法仅供参考，愿能达到抛砖引玉之目的。



# 第一部分

## 基础知识





# 第 1 章

## 塑料和塑料制品的 基础理论

### 本章重点

- ◆ 常用塑料的成型特性、成型条件、主要用途及对成型模具的要求。
- ◆ 塑料制品的成型原理。
- ◆ 塑料制品成型缺陷产生的原因及其解决方法。



## 1.1 塑料的基础知识

### 1.1.1 塑料的定义

塑料是以高分子合成树脂为主要原料,并添加旨在改善和提高其性能的各种添加剂而制成的合成材料。这种材料在一定的温度和压力下可塑化成型,成为具有一定形状和尺寸精度的、在常温下保持不变的塑料制品。

### 1.1.2 塑料的组成

塑料由合成树脂和各种添加剂(如填充剂、增塑剂、润滑剂、稳定剂、着色剂和固化剂等)共同组成,如图 1.1 所示。

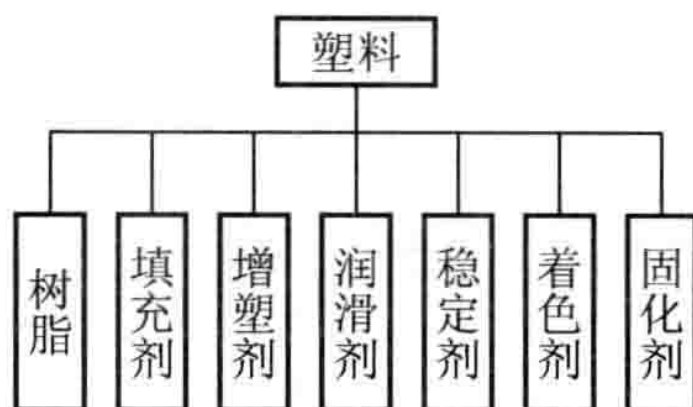


图 1.1 塑料的组成

**树脂:** 塑料中最主要的原料,决定着塑料的性质和类别。合成树脂在塑料中的比例为 40%~100%。

**填充剂:** 即填料。它一方面可以改善塑料的力学性能、物理性能、化学性能、电性能和成型收缩率等;另一方面又起到增量和降低成本的作用。

**增塑剂和润滑剂:** 用以改善塑料的成型性能,降低脆性,增加塑性和流动性。

**稳定剂:** 可以抑制和防止塑料因受到热、光(射线)的氧化作用或受到腐蚀而产生降解。

**着色剂:** 用以装饰和美化制品,还可以起到提高塑料对光、热的稳定性和耐候性的作用。

**固化剂:** 只用于热固性塑料,可促使塑料在一定温度下固化而定型。

#### 1. 树脂

树脂是天然树脂与合成树脂的总称。

树木的分泌物如橡胶、松油、桃胶等,热带昆虫的分泌物如虫胶、白蜡、蜂胶、蜂蜡等均为天然树脂。煤的裂解物及石油、天然气的附产物(如沥青等)也是塑料中的主要原料。

参照天然树脂的分子结构和特性,用人工合成的方法合成的树脂称为合成树脂。由于天然树脂的产量十分有限,难以满足与日俱增的市场需求,所以,只能靠大批量的合成树脂来满足市场之需。

#### 2. 高分子聚合物

所谓高分子聚合物(简称高聚物),一是含原子数量多,有几十万个原子;二是高分子化合物比一般的分子化合物的相对分子质量高得多,前者从几万到上千万,而后者只有几

十或几百；三是高分子长度比一般的分子长度长得多，前者为 6.8mm，而后者只有 0.0005mm(如高分子聚乙烯的分子长度为普通分子乙烯的 13600 倍)。

天然树脂或合成树脂都是高分子聚合物。

### 3. 高分子聚合物的分子结构

高分子聚合物的分子结构共有三种，即线形结构、支链形结构、网状体形结构，如图 1.2 所示。

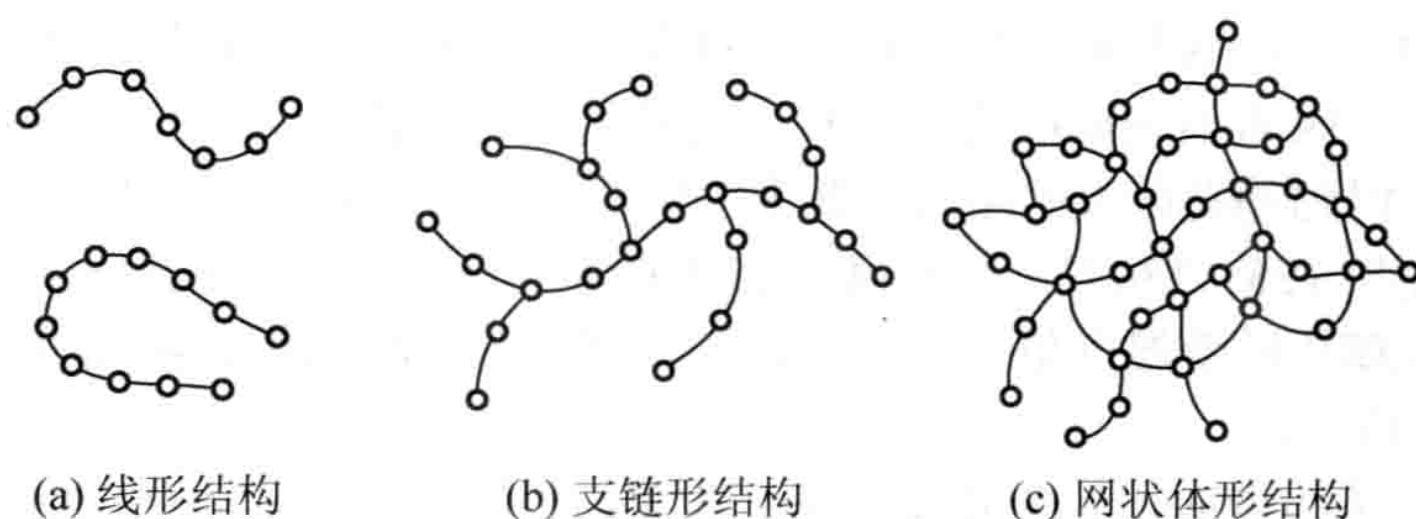


图 1.2 高分子聚合物的分子结构

### 4. 聚合物的状态

在不同温度段，聚合物呈现三种状态：

- (1) 低温态：即玻璃态(固态)。聚合物受外力的作用，即产生变形；外力消失，变形也随之消失。
- (2) 中温态：即高弹态(介于固体和熔融体之间，富有弹性，如橡胶状)。
- (3) 高温态：即黏流态(很稠的熔融体，在一定的压力下具有流动性)。

### 5. 聚合物的玻璃化转变温度

玻璃化转变温度( $T_{ag}$ )是聚合物的重要特征性温度之一，是无定形聚合物由玻璃态向高弹态的转变温度，或半结晶型聚合物的无定形相由玻璃态向高弹态的转变温度。从分子链运动的角度，玻璃化转变温度是聚合物分子链的链段开始运动的温度。一般而言，玻璃化转变温度是无定形塑料理论上能够工作的温度上限，超过玻璃化转变温度，塑料基本上就丧失了力学性能，而且其他的许多性能也会急剧下降。塑料连续受热时，一般会引引起其他变化而影响工作性能。因此，玻璃化转变温度并不能代表塑料实际上可以连续工作的最高温度。

### 6. 聚合物的熔点和流动温度

熔点是结晶型聚合物由晶态转变为熔融态的温度，用符号  $T_m$  表示。由于绝大多数结晶型塑料都是部分结晶的，因此，熔点成为一个很小范围内的熔融过程。对于结晶型塑料，熔点是比玻璃化转变温度更有实际意义的温度。许多结晶型塑料，虽然玻璃化转变温度很低，但由于分子链在结晶过程中的整齐排列和紧密堆砌，可以大大提高强度和刚度，高密度聚乙烯、聚酰胺、聚甲醛等就是典型的实例。

对于无定形塑料，出现熔融状态的温度即流动温度，用符号  $T_v$  表示。从分子运动观点看，流动温度是聚合物分子链整链能够运动、相互滑移的温度。结晶型聚合物只有达到熔