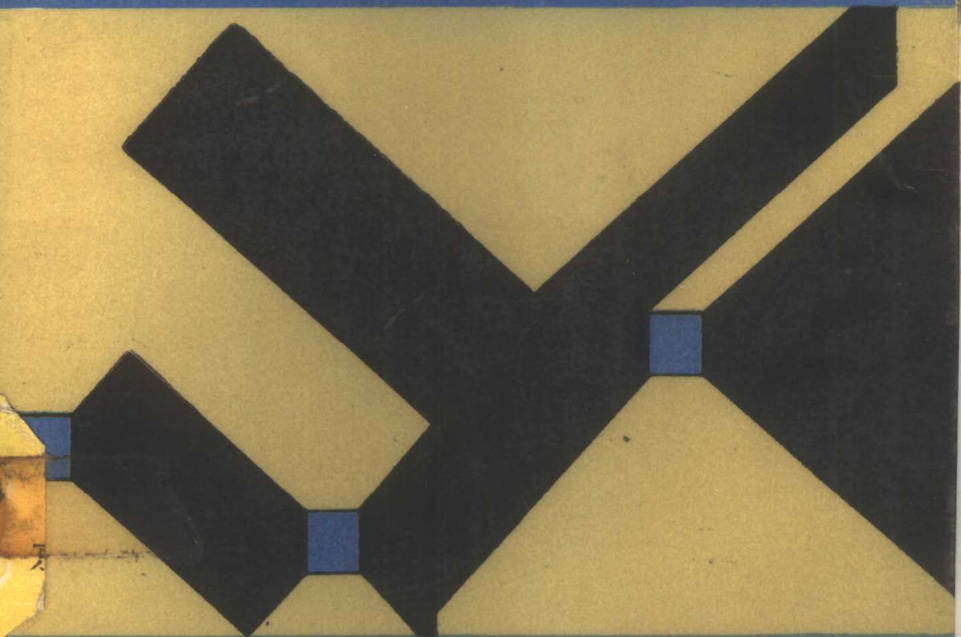


塑料模具设计 与制造

刘汉云 编著



江苏科学技术出版社

塑料模具设计与制造

刘汉云 编著

江苏科学技术出版社

内 容 提 要

本书系统地介绍了压塑模、挤塑模、注射(塑)模的成型原理、设计原则和计算方法以及塑料模具制造的基本手段。书中实例较多,并配有多幅插图,对于塑料制品成型容易发生的缺陷也进行了具体全面的分析。

本书可作高等专科学校、职业大学、职工大学、电视大学机械专业塑料模具课程教材;此外,本书适合中小型塑料制品厂和业余设计者作塑料模具设计参考用书。

塑料模具设计与制造

刘汉云 编著

出版发行:江苏科学技术出版社

经 销:江苏省新华书店

印 刷:宜兴市第二印刷厂

开本787×1092毫米 1/32 印张15 插页2 字数330.000
1989年7月第1版 1989年7月第1次印刷 印数1—5,200册

ISBN 7—5345—0639—5

1H·20

定价:5.10 元

责任编辑 孙广能

责任编辑 孙广能

封面设计 朱广巨

前 言

塑料工业的兴起，使塑料制品不断涌进人们的日常生活中，而且又跨入国民经济各个部门。据家用电器部门统计，某些家用电器，如收音机、收录机、电视机用工程塑料作其零件的，约占20%以上。在纺织机械、运输机械和电器仪表上，工程塑料也正在大显身手。

塑料要成为各种实用的制品，必须使固体塑料溶化以后，进入模腔成型。压塑、挤塑、注射（塑）工艺是塑料成型基本方法，所以本书主要介绍以上三类模具的设计和制造。此外，书中还增加了与上述工艺性质相近的橡胶模具设计一章。

塑料模具设计的目的，是保证塑料制品三个基本要求：形状正确；尺寸合格；光亮度高。上述要求决定了塑料模具设计有一定的难度和专业性质。作者在教学和工作中积累了一些资料和经验，现整理成章，企望对读者提供某些有益的帮助。本书可作机械专业大专层次教材，也可以作塑料模具设计的参考书。由于作者水平有限，书中难免出现错误，欢迎读者提出批评。

全书经无锡市模具厂丁战生总工程师审阅、唐山市刀具总厂马宝忠付总工程师、无锡县民政模具厂马元庆工程师提供某些图纸和设计资料。邱萍、顾晓萍同志绘图，郑燕同志帮助整理文稿，在此一并致谢。

刘汉云 于江南大学 1987.12

目 录

| | |
|---------------------------------|----|
| 第一章 塑料模具设计基础 | 1 |
| 第一节 塑料的基本概念和分类 | 1 |
| 一、 塑料的基本概念 | 1 |
| 二、 塑料型腔成型的工艺性 | 4 |
| 三、 塑料的分类 | 8 |
| 第二节 常用塑料名称、性能和用途 | 9 |
| 一、 常用热固性塑料..... | 9 |
| 二、 常用热塑性塑料..... | 10 |
| 第三节 塑料制品结构工艺性与结构设计 | 13 |
| 一、 塑料制品结构工艺性..... | 13 |
| 二、 塑料制品结构设计..... | 19 |
| 第四节 塑料成型模具常用钢材与热处理 | 34 |
| 一、 塑料成型模具选用材料原则..... | 34 |
| 二、 塑料模具零件常用材料..... | 35 |
| 三、 模具材料代用原则..... | 36 |
| 第五节 塑料模具的设计步骤 | 41 |
| 一、 模具设计步骤..... | 41 |
| 二、 试模—模具的试生产..... | 41 |
| 三、 模具的保养和维修..... | 44 |
| 第六节 塑料成型工艺参数 | 44 |
| 表1-28 常用热固性塑料成型工艺参数..... | 45 |
| 表1-29 常用热塑性塑料成型工艺参数..... | 50 |
| 第二章 压塑模具设计 | 53 |

| | | |
|-----|------------------|-----|
| 第一节 | 工艺特点和分类 | 53 |
| 一、 | 工艺特点 | 53 |
| 二、 | 压塑模的分类 | 54 |
| 三、 | 压塑模具选用原则 | 57 |
| 第二节 | 几种典型的压塑模具结构 | 57 |
| 一、 | 移动式压塑模具 | 58 |
| 二、 | 半固定式压塑模具 | 60 |
| 三、 | 固定式压塑模具 | 60 |
| 第三节 | 压塑模具设计设备校核计算 | 61 |
| 一、 | 成型压力的校核计算 | 62 |
| 二、 | 开模力和脱模力的校核计算 | 63 |
| 三、 | 压塑模具联接螺钉直径和数量的计算 | 64 |
| 四、 | 压机工作行程的校核计算 | 66 |
| 五、 | 压塑模电加热电功率的校核计算 | 67 |
| 第四节 | 压塑模设计注意事项 | 72 |
| 一、 | 压塑模制品加压方向的选定 | 72 |
| 二、 | 分型面的选定 | 76 |
| 三、 | 凹凸模配合结构 | 80 |
| 四、 | 加料室尺寸(H)计算 | 86 |
| 五、 | 开模和脱模方式的选定 | 94 |
| 第五节 | 压塑模导向机构设计 | 103 |
| 一、 | 导向机构的作用 | 103 |
| 二、 | 导柱和导套的固定 | 103 |
| 三、 | 导向机构设计注意事项 | 106 |
| 四、 | 导柱和导套结构 | 108 |
| 第六节 | 压塑模结构件 | 112 |
| 一、 | 手柄 | 112 |
| 二、 | 承压块 | 116 |
| 三、 | 模板(底板) | 117 |

| | |
|----------------------------|-----|
| 四、 垫板..... | 118 |
| 第七节 压塑成型可能发生的废次品及原因..... | 118 |
| 第八节 压塑模设计举例..... | 120 |
| 一、 设计任务书..... | 120 |
| 二、 设计步骤..... | 121 |
| 第三章 挤塑模具设计 | 126 |
| 第一节 工艺特点和分类..... | 126 |
| 一、 工艺特点..... | 126 |
| 二、 挤塑模的分类..... | 126 |
| 三、 挤塑模的组成和结构..... | 126 |
| 第二节 几种典型的挤塑模..... | 128 |
| 一、 多型腔单分型面移动式挤塑模..... | 128 |
| 二、 多型腔双分型面移动式挤塑模..... | 129 |
| 三、 普通压机用固定式挤塑模(一)..... | 130 |
| 四、 普通压机用固定式挤塑模(二)..... | 132 |
| 第三节 挤塑模设计..... | 133 |
| 一、 加料室设计..... | 133 |
| 二、 锁模力校核..... | 139 |
| 第四节 浇注系统的设计..... | 140 |
| 一、 浇注系统的组成..... | 140 |
| 二、 浇注系统设计注意事项..... | 141 |
| 三、 主浇道设计..... | 142 |
| 四、 分浇道设计..... | 144 |
| 五、 浇口设计..... | 147 |
| 六、 排气槽设计..... | 151 |
| 第四章 注射〔塑〕模具设计 | 152 |
| 第一节 概述..... | 152 |
| 一、 工艺特点..... | 152 |
| 二、 注射模具的组成和结构..... | 153 |

| | | |
|-----|--------------------------|-----|
| 三、 | 注射量和锁模力 | 155 |
| 第二节 | 几种典型的注射模具 | 156 |
| 一、 | 单分型面注射模具 | 156 |
| 二、 | 双分型面注射模具 | 157 |
| 三、 | 有横向抽芯机构的注射模具 | 158 |
| 四、 | 有活动型芯的注射模具 | 160 |
| 五、 | 定模一侧设置脱模装置的注射模具 | 161 |
| 六、 | 自动卸螺纹型芯的注射模具 | 163 |
| 七、 | 热流道注射模具 | 164 |
| 第三节 | 注射机的基本形式和技术规范 | 165 |
| 一、 | 注射机的基本形式和锁模方式 | 166 |
| 二、 | 部分国产注射机技术规范 | 169 |
| 三、 | 部分国产注射机模板联接尺寸 | 170 |
| 第四节 | 注射模具设计设备校核计算 | 176 |
| 一、 | 注射量的校核计算 | 177 |
| 二、 | 锁模力的校核计算 | 177 |
| 三、 | 成型面积的校核计算 | 178 |
| 四、 | 注射压力的校核计算 | 178 |
| 五、 | 注射模具与注射机联接部分的校核计算 | 183 |
| 六、 | 开模行程的校核计算 | 186 |
| 第五节 | 注射模具结构设计 | 190 |
| 一、 | 根据制品形状确定分型面 | 190 |
| 二、 | 决定型腔数目和型腔排列方式 | 190 |
| 三、 | 决定模具机构 | 192 |
| 第六节 | 横向抽芯机构设计 | 193 |
| 一、 | 横向抽芯机构的作用和种类 | 193 |
| 二、 | 抽芯距离 S 的确定和抽拔力 P 的计算 | 194 |
| 三、 | 镶块抽芯 | 195 |
| 四、 | 手动抽芯 | 197 |

| | | |
|-----------------------|------------------------|-----|
| 五、 | 螺纹型芯机动抽芯 | 202 |
| 六、 | 斜导柱抽芯 | 206 |
| 七、 | 齿轮齿条抽芯 | 232 |
| 八、 | 斜滑块抽芯 | 246 |
| 第七节 顶出机构设计 | | 251 |
| 一、 | 特点和组成 | 251 |
| 二、 | 顶杆顶出机构 | 253 |
| 三、 | 顶块顶出机构 | 261 |
| 四、 | 顶管顶出机构 | 263 |
| 五、 | 卸料板顶出机构 | 264 |
| 六、 | 拉板顶出机构 | 266 |
| 七、 | 复合顶出机构 | 267 |
| 八、 | 二次顶出机构 | 267 |
| 第八节 冷却和加热装置设计 | | 272 |
| 一、 | 常用热塑性塑料注射模具成型模温及对制品的影响 | 272 |
| 二、 | 冷却装置 | 274 |
| 三、 | 加热装置 | 284 |
| 第九节 分型面与浇注系统设计 | | 284 |
| 一、 | 分型面的选择 | 284 |
| 二、 | 浇注系统设计 | 287 |
| 第十节 注射成型质量分析 | | 319 |
| 一、 | 制品变形 | 316 |
| 二、 | 制品的收缩率不稳定 | 320 |
| 三、 | 成型不足 | 321 |
| 四、 | 熔接痕明显 | 321 |
| 五、 | 严重溢边 | 321 |
| 六、 | 主浇道粘模 | 322 |
| 七、 | 制品表面有裂痕 | 322 |
| 八、 | 制品脱模困难 | 322 |

| | | |
|------------------------|--------------------|-----|
| 九、 | 制品的尺寸达不到精度 | 323 |
| 十、 | 制品光亮亮度不够 | 324 |
| 第十一节 热浇道注射模具 | | 324 |
| 一、 | 热浇道模具对塑料性能的要求 | 324 |
| 二、 | 绝热浇道 | 325 |
| 三、 | 加热浇道 | 330 |
| 第十二节 热固性塑料注射模具 | | 334 |
| 一、 | 热固性塑料注射模具未能普遍使用的原因 | 334 |
| 二、 | 热固性塑料注射模具设计注意事项 | 335 |
| 第十三节 注射模具结构图例 | | 336 |
| 第十四节 注射模具结构零件 | | 349 |
| 表4-42 | 单阶导柱 | 349 |
| 表4-43 | 双阶导柱 | 350 |
| 表4-44 | 无阶导套 | 351 |
| 表4-45 | 有阶导套 | 352 |
| 表4-46 | 圆形顶杆 | 353 |
| 表4-47 | 小直径圆形顶杆 | 354 |
| 表4-48 | 复位杆 | 355 |
| 表4-49 | 斜导柱 | 356 |
| 表4-50 | 滑块 | 357 |
| 表4-51 | 导槽 | 358 |
| 表4-52 | 顶板导柱(一) | 359 |
| 表4-53 | 顶板导柱(二) | 360 |
| 表4-54 | 顶板导套 | 361 |
| 表4-55 | 支柱 | 362 |
| 表4-56 | 支承钉 | 363 |
| 图4-141 | 水管接头 | 363 |
| 第五章 成型零件结构与尺寸设计 | | 364 |
| 第一节 成型零件结构设计 | | 364 |

| | | |
|------------|---------------------|------------|
| 一、 | 几种典型的凹模结构 | 364 |
| 二、 | 几种典型的凸模和型芯结构 | 369 |
| 第二节 | 成型零件的尺寸计算 | 376 |
| 一、 | 影响制品尺寸因素和控制方法 | 376 |
| 二、 | 成型零件的尺寸计算 | 378 |
| 第三节 | 型腔和底板的尺寸计算 | 390 |
| 一、 | 型腔和底板尺寸计算的一般原则 | 390 |
| 二、 | 圆形型腔壁厚和底板厚度尺寸计算 | 391 |
| 三、 | 矩形型腔壁厚和底板厚度尺寸计算 | 394 |
| 四、 | 公式计算值的分析和经验数据 | 398 |
| 第六章 | 橡胶压注模具 | 400 |
| 第一节 | 橡胶压注成型工艺基本方法 | 400 |
| 一、 | 压延、压出工艺法 | 400 |
| 二、 | 型腔成型工艺法 | 400 |
| 第二节 | 橡胶压注模具分类 | 403 |
| 一、 | 压胶模(模压工艺) | 403 |
| 二、 | 挤胶模(压铸工艺) | 404 |
| 三、 | 注胶模(注射工艺) | 405 |
| 四、 | 橡胶压注成型工艺对制品的结构要求 | 406 |
| 五、 | 橡胶模设计注意事项 | 407 |
| 六、 | 橡胶模尺寸计算 | 410 |
| 七、 | 橡胶压注成型可能发生的次品和原因 | 412 |
| 第三节 | 典型橡胶模图例 | 412 |
| 第七章 | 模具制造 | 417 |
| 第一节 | 机械加工 | 417 |
| 一、 | 拟定零件加工工艺路线 | 417 |
| 二、 | 外圆加工 | 417 |
| 三、 | 孔加工 | 419 |
| 四、 | 平面加工 | 421 |

| | | |
|-------------------|---------------|-----|
| 五、 | 斜平面(孔)加工 | 422 |
| 六、 | 曲线和曲面加工 | 423 |
| 七、 | 电火花加工盲孔型腔 | 425 |
| 八、 | 电火花线切割加工穿孔型腔 | 435 |
| 九、 | 型腔的光整加工 | 441 |
| 十、 | 型腔的电镀 | 443 |
| 第二节 模具的热处理 | | 445 |
| 一、 | 热处理工序的安排 | 445 |
| 二、 | 塑料模具零件的淬火 | 446 |
| 三、 | 塑料模具零件的渗碳淬火 | 449 |
| 四、 | 塑料模具零件的氮化处理 | 451 |
| 附录 | | 453 |
| 1. | 力的工程制与国际单位制换算 | 453 |
| 2. | 热和功的换算 | 453 |
| 3. | 粗糙度与光洁度对比表 | 453 |
| 4. | 新旧公差配合对照 | 454 |
| 5. | 热处理代号 | 457 |
| 6. | 钢热处理一般规范和目的 | 458 |
| 7. | 沉头螺钉基本尺寸 | 461 |
| 8. | 圆头螺钉基本尺寸 | 462 |
| 9. | 内六角螺钉基本尺寸 | 463 |
| 10. | 圆柱销尺寸 | 464 |
| 11. | 常用热塑性塑料性能 | 465 |
| 主要参考资料 | | 470 |

第一章 塑料模具设计基础

目前塑料制品大都用型腔模具经过加压而成型的。从型腔成型原理分析，塑料模具的型腔就是塑料制品的母体，所以塑料模具设计通常是研究型腔设计以及与型腔设计有关的各个部件的结构设计。但是仅仅满足这一点是不够的，因为塑料模具设计专业性很强，一件合格的塑料制品除了需有高质量的模具以外，还与塑料自身的性能、成型工艺、制品结构等因素有关，所以研究塑料模具设计，首先应该掌握与塑料模具设计有关的一些基础知识。

第一节 塑料的基本概念和分类

一、塑料的基本概念

1. 塑料的组成

塑料是由粘结剂和各种辅料共同组成，粘结剂的物质是树脂，辅料的成分很多。

树脂是塑料中的主要成分，约占塑料总构成的40~70%左右。树脂在塑料中的作用是将各种辅料结合。树脂分为天然树脂和人工化学合成树脂。天然树脂是树木分泌出的脂肪性物质。因为天然树脂的产量和质量不能满足塑料工业发展的需要，所以目前塑料工业都用化学合成树脂作原料。化学合成树脂的种类很多，根据合成时化学反应不同，分为

缩聚树脂和聚合树脂两大类。

由于树脂的性质不同，所以塑料和塑料制品的各种性能，如机械性能，化学性能和电气性能也就不同。树脂对塑料性能起了重要的作用。

(1) 缩聚树脂 由两种以上的低分子物质相互作用而组成的产物。在化学反应过程中有副产物析出，例如有水析出。属于这一类的树脂有：酚醛树脂、环氧树脂、聚酯树脂、聚酰胺树脂、脲（甲醛树脂）、三聚氰胺（甲醛树脂）、有机硅树脂和氧杂茂类树脂等。用这一类树脂制造的塑料制品主要用作工程技术上的有关零件。

(2) 聚合树脂 也是由两种以上低分子物质相互作用而形成的产物，但是在反应过程中无副产物析出，属于这一类的树脂有：聚乙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚甲醛、聚甲基丙烯酸甲酯、聚乙酸乙烯酯和聚乙烯醇缩醛类。用这一类树脂制造的塑料制品主要用于一般工业中不重要之处。

辅料（添加剂）成分如下：

(1) 增量剂（又称填料、填充剂） 增量剂在塑料中的作用是增加塑料的产量、降低塑料的成本，如增量剂选择适当，还可以起到改善塑料性能的作用。例如在酚醛树脂中加入木粉作增量剂，不但可以增加塑料的产量，降低了成本，而且使塑料的脆性转变成具有较好的韧性。又如在聚乙烯、聚氯乙烯树脂中加入钙质增量剂，既降低了成本，又提高了刚度和耐热性。再如聚甲醛、尼龙等树脂中加入石墨、二硫化铜或聚四氟乙烯后，既使成本大幅度下降，又使塑料的硬度、强度、韧性等机械强度和抗水性、耐热性、自润性等物理性能大幅度提高。

(2) 增塑剂 增塑剂在塑料中的作用是降低塑料的融溶

温度，增加流动性，提高可塑性；降低塑料的脆性，增加柔软性，提高韧性。

(3) 稳定剂 稳定剂在塑料中的作用是防止塑料在一定的化学、物理条件下，如光、热、氧反应而过早的发生老化，延长制品的寿命。

(4) 硬化剂 硬化剂在塑料中的作用是塑料融溶在型腔成型时使塑料固体硬化过程加快，以缩短塑料制品的成型时间。

(5) 润滑剂 润滑剂在塑料中的作用是防止塑料制品脱模时发生粘模现象，有的润滑剂还有降低塑件表面粗糙度的作用，使塑料制品表面光亮。

(6) 着色剂 着色剂在塑料中起美观效果的作用，根据不同的色彩需要，在塑料中加入各种染料。

上述各种辅料在塑料中加入多少，是根据塑料的用途、塑料制品的使用性能而定。我国对塑料的分类和牌号都作了统一的规定。每一个塑料品种的组成、性能都作了详细说明。

2. 塑料的优点

目前，世界上许多国家的塑料工业都得到了迅速的发展。这是因为塑料是一种新兴的材料，具有很多的优点，在各个领域中表现出显著的优越性。

(1) 塑料制品质轻牢固，经久耐用，色彩鲜艳，不需重新美化。

(2) 塑料具有优良的化学稳定性能、物理性能、电绝缘性能和自身胶接性能。

(3) 工程塑料具有良好的机械性能，可以代替机器上的某些金属零件。

(4) 塑料可以通过模具型腔获得形状复杂的制品，又不

需要机械加工。

二、塑料型腔成型的工艺性

塑料制品是通过型腔成型工艺而获得的。因此掌握塑料成型工艺性质对模具设计工作十分重要。塑料成型工艺性质有以下几个内容：

1. 塑料液体在型腔内的流动性

塑料在一定压力和温度的作用下，具有填充型腔的能力称为流动性。流动性太大，型腔在很短的瞬间就得到充填，容易使制品组织疏松，并产生严重溢边。流动性太小，物料未能充满整个型腔即发生固化。为了满足工艺需要，生产塑料时将流动性配制成三个等级，以便客户使用。通常对热固性塑料的流动性以拉格西流动性来表示，见表1-1。对热塑性塑料的流动性，按其分子量大小、熔融指数、粘度及流动比等指数大致分成三类，见表1-2。

表1-1 热固性塑料流动级别与制品特点

| 流动级别 | 拉西格法值 (mm) | 制品特点 |
|------|---------------|------------------------|
| 第一级 | 100~130 | 压制无嵌件结构、形状不复杂、厚度不大的制品。 |
| 第二级 | 131~150 | 压制结构中中等复杂程度的制品。 |
| 第三级 | 151~180 | 压制结构复杂，型腔很深、嵌件很多，薄壁的制品 |

注：拉西格法试验流动性过程是，将一定重量的圆形试棒放入压模中，在一定温度、压力作用下，测定从模孔中挤出塑料的长度。