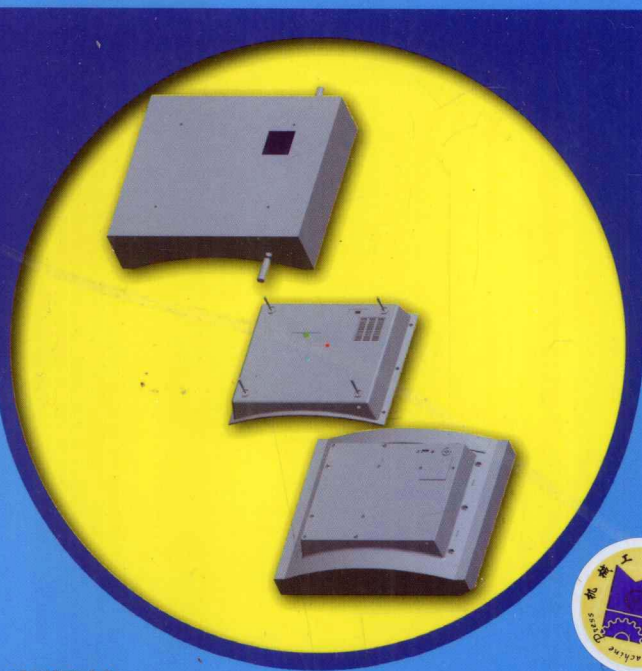


附赠光盘一张



塑料模具 设计步骤 与实例精解

● 和平设计培训工作室 曹丽平 赵祝和 编著



中/英文版适用



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

PRO/E WILDFIRE 4.0

塑料模具设计步骤 与实例精解

夏社,

和平设计培训工作室 曹丽平 赵祝和 编著



机械工业出版社

7032066
C124

本书以模具设计步骤为线,介绍了模具设计的基础知识、模具设计流程及各部分的设计要点。书中不但讲解了 Pro/Engineer 软件的使用方法,而且可使读者逐步培养模具设计的理念,掌握模具设计的各项要领。全书共分 11 章,主要内容有:塑料模具设计工程师基础知识、模具设计前的准备工作、塑料模具排位及模胚确定、各种分型面的设计方法、塑料模具成型零件设计、浇注系统设计、顶出机构设计、塑料模具设计变更、常用塑料模具零件的选用等。

本书供从事模具设计的业内人士使用,更是模具设计初学者的好帮手。本书还可作为计算机辅助设计、模具设计的实习及培训教材。

随书附赠一光盘,内容包含练习文件及多媒体视频,图声并茂,以实际操作详细讲解书中各范例的设计步骤。

图书在版编目 (CIP) 数据

塑料模具设计步骤与实例精解/曹丽平,赵祝和编著. —北京:机械工业出版社,2009.10

ISBN 978-7-111-28420-8

I. 塑… II. ①曹…②赵… III. 塑料模具—设计 IV. TQ320.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 175599 号

机械工业出版社 (北京百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:李万宇 责任编辑:李津秀 版式设计:霍永明

封面设计:鞠 杨 责任校对:李秋荣 责任印装:乔 宇

北京机工印刷厂印刷 (三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2010 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm·22.5 印张·449 千字

0 001—4 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-28420-8

ISBN 978-7-89451-231-4 (光盘)

定价:44.00 元 (含 1CD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者服务部:(010) 68993821 封面无防伪标均为盗版

前 言

时下，企业对模具人才的需求越来越大，现有的模具设计人才远远不能满足当前制造业的需求。在市场经济日益发达、技术分工日益精细的背景下，当今世界也正在进行着新一轮产业调整，作为中国人世后有竞争优势的模具制造行业，我国将日益成为世界模具大国。随着模具行业结构调整步伐逐步加快，凸显出的模具人才紧缺，加之企业对模具人才的要求更是越来越苛刻严格，以及模具业从业人才良莠不齐，因此，培养出一流的模具设计高手势在必行。

与此同时，应模具工业的快速发展，衍生出一系列 CAD/CAM 应用软件。美国参数技术公司（PTC）的旗舰产品 Pro/ENGINEER 自诞生之日起，就以其强大的功能脱颖而出，迅速引起业界的极大轰动。十多年来，一直在领跑着微软认证应用程序开发专家（MCAD，Microsoft Certified Application Developer）技术的发展，定义着该行业的设计标准，广泛用于多个行业，如机械、电子、模具、工业设计、汽车业、航天业等。利用该软件中的模具设计模块和 Pro/NC 数控加工系统，熟练的技术人员可以在较短的时间内完成模具产品的设计与制造，极大地提高了工作效率。然而，主流信息与社会实践的脱节，导致一些学员理论水平可以，但实际技能不够，不能满足模具企业的需求，初入道者必然会碰到设计中的种种困境或迷惘。为帮助和提升读者在模具设计行业中的实战水平和竞争力，作者萌生此想法，将工作数年的体会与所得整理成册，藉此，起到一个抛砖引玉的作用，尽作者对社会、对模具制造业微薄之力和点滴贡献！

本书经过广泛调查，全方面搜集资料，结合多年的工作积累和经验，本着“先讲解基础知识，后以实例具体说明”的原则，力求从简到繁，深入浅出，详细讲解各部分内容。书中范例采用中英文对照形式，方便读者学习。全书共分 11 章，主要内容有：塑料模具设计工程师基础知识，设计前的准备工作，塑料模具排位及模胚确定、分型面的设计方法（平面型分型面、延拓型分型面、靠破孔分型面、一模多腔的分型面、含滑块的分型面、含斜滑块的分型面、含镶件的分型面、裙状分型面、零件模块进行分型面的设计）、塑料模具成型零件设计、浇注系统设计、顶出机构设计、塑料模具设计变更、常用塑料模具零件的选用等。

随书附赠一光盘，内容包含训练文件及多媒体视频，图声并茂，以实际操作详细讲解书中各范例的设计步骤。

本书由和平设计培训工作室全体资深教员参与编写制作。和平设计培训工作室是由长期工作在科技发展最前沿的一批高级研发工程师创办的一个设计、培训机

构，机构以“把握时代的脉搏，捕捉最前沿的科技信息，设计出能引导消费者消费的产品！培养出一流的顶尖设计人才！”为使命，以“不育则罢，育则成才；不成高手，绝不离开！”为培训目标，来带动一批有志的年轻人实现自己的梦想，为各大中小型公司、工厂作出自己的贡献，实现自己的人生价值，造福于和谐社会。本书借用和吸收了部分能立竿见影的教学案典，参考了资深专业人员提供的宝贵资料 and 意见，希望能给大家的设计工作起到一个触类旁通的作用。

本书在编写过程中，得到了业内前辈的大力支持与指导，在此表示衷心的感谢！感谢光盘录音指导于洋女士！

由于作者水平有限，加之时间仓促，虽经过再三校对，但书中不足仍在所难免，恳请同行及读者提出宝贵意见和建议，待再版时加以修正。

联系方式：<http://www.hpkeji.com.cn>

E-mail：hpdesign@163.com

Caoliping2008@163.com

和平设计培训工作室

2009年4月

目 录

前言

第1章 塑料模具设计工程师基础

知识 1

1.1 塑料模具设计必备知识 1

1.1.1 设计前需掌握的资料 1

1.1.2 塑料模具设计依据 20

1.1.3 塑料模具设计步骤 21

1.2 Pro/E 塑料模具设计流程简介 29

第2章 模具设计前的准备工作 31

2.1 拔模检测 31

2.1.1 拔模相关知识 31

2.1.2 拔模的方法与技巧 33

2.1.3 拔模检测 33

2.1.4 训练实例 34

训练1：不分割拔模 34

训练2：根据拔模枢轴分割拔模 36

训练3：拔模检测 37

2.2 厚度要求及检测 39

2.2.1 厚度要求 39

2.2.2 厚度检测 40

2.2.3 训练实例 42

训练1：利用指定平面进行厚度

检测 42

训练2：利用等距平行平面进行厚度

检测 43

2.3 圆角 45

2.3.1 圆角简介 45

2.3.2 训练实例 47

第3章 塑料模具排位及模胚

确定 49

3.1 排位 49

3.1.1 型腔数量的确定 49

3.1.2 排位的分类 49

3.1.3 排位的方法 50

3.2 模胚的选择 51

3.2.1 模胚的分类 51

3.2.2 模胚的订购 55

3.3 塑料模具材料的选择 56

3.4 塑料模具设计文件 58

3.5 塑料模具设计开始 58

3.5.1 创建模具模型 58

3.5.2 设置收缩率 58

3.5.3 训练实例 59

训练1：单一型腔模具设计 59

训练2：一模多腔且参照模型相同

的模具设计训练实例1 64

训练3：一模多腔且参照模型相同

的模具设计训练实例2 68

训练4：一模多腔且参照模型不同

的模具设计 71

第4章 分型面的设计方法 82

4.1 分型面设计原则 82

4.1.1 分型面的形式 82

4.1.2 分型面的选取原则 82

4.1.3 分型面的选取范例 86

4.2 分型面设计方法 92

4.3 分型面设计训练实例 96

4.3.1 平面型分型面设计 96

4.3.2 延拓型分型面设计 98

4.3.3 含靠破孔的分型面设计 104

训练1：含靠破孔的分型面训练

实例1 104

训练2：含靠破孔的分型面训练

实例2 108

4.3.4 一模多腔的分型面设计 113

训练 1: 一模多腔且参照模型相同的 分型面设计—knob 训练实 例 (续)	113	训练 2: 一模多腔且参照模型不同的 分型面设计—knobs_compages 训练实例 (续)	115	训练 2: cabinet 训练实例	178
4.4 滑块部分设计	119	4.4.1 滑块的设计原则	119	训练 3: ring 训练实例	182
4.4.2 滑块的结构形式	128	5.2 直接创建模具体积块	184	5.2.1 创建模具体积块	184
4.4.3 含滑块的分型面训练 实例	133	5.2.2 修改模具体积块	186	5.2.3 训练实例	186
4.5 斜滑块部分设计	141	训练 1: 直接创建模具体积块训练 实例 1	186	训练 2: 直接创建模具体积块训练 实例 2	192
4.5.1 斜滑块的典型结构	141	5.3 装配模块进行成型零件设计	199	5.3.1 设计流程	199
4.5.2 含斜滑块的分型面训练 实例	147	5.3.2 训练实例	201	5.4 以切割法进行成型零件设计	209
4.6 镶件设计	152	第 6 章 浇注系统设计	215	6.1 浇注系统设计基础知识	215
4.6.1 镶件设计简介	152	6.1.1 浇注系统的组成	215	6.1.2 浇注系统的设计原则	215
4.6.2 含镶件的分型面训练 实例	153	6.1.3 主流道的设计	216	6.1.4 分流道的设计	217
4.7 侧面影像曲线与裙状曲面	157	6.1.5 浇口的设计	219	6.1.6 冷料井的设计	231
4.7.1 侧面影像曲线	157	6.1.7 流动平衡分析	233	6.1.8 浇注系统标准配件介绍	239
4.7.2 裙状曲面	157	6.2 Pro/E 模具组件特征简介	242	6.2.1 流道特征	243
4.7.3 训练实例	157	6.2.2 水线特征	243	6.2.3 推杆孔特征	243
训练 1: 侧面影像曲线与裙状曲 面训练实例 1	157	6.3 流道创建训练实例	244	第 7 章 顶出机构设计	250
训练 2: 侧面影像曲线与裙状曲 面训练实例 2	160	7.1 顶出机构形式	250	7.1.1 推杆顶出机构	250
4.8 零件模块设计分型面训练 实例	163	7.1.2 推板顶出机构	259	7.1.3 推块顶出机构	261
第 5 章 塑料模具成型零件设计 ..	173	7.1.4 气顶出机构	261	7.2 复位机构	262
5.1 拆模	173	7.2 复位机构	262	7.3 先复位机构	263
5.1.1 分割生成模具体积块	173	第 8 章 其他机构设计简介	266		
5.1.2 抽取模具元件	174				
5.1.3 生成铸模	174				
5.1.4 定义开模	174				
5.1.5 塑料模具成型零件设计训练 实例	175				
训练 1: rear 训练实例	175				

8.1 定位导向与支撑装置	266	10.2.3 创建工件	305
8.1.1 导向装置	266	10.3 设置收缩率	307
8.1.2 定位装置	268	10.4 创建浇注系统	308
8.1.3 支撑装置	268	10.5 创建分型曲面	310
8.2 加热、冷却系统	269	10.6 拆模	319
8.2.1 模温的控制原则	270	10.7 产生铸模	323
8.2.2 模温的控制方式	270	10.8 定义开模	324
8.2.3 常用塑胶料的注射温度	271	10.9 保存文件	325
8.2.4 冷却系统	271		
8.2.5 加热系统	275	第 11 章 常用塑料模具零件的	
8.2.6 相关配件	275	选用	326
8.3 排气设计	278	11.1 推杆类标准	326
8.3.1 排气不足的危害性	278	11.1.1 圆推杆	326
8.3.2 常用的排气方法	279	11.1.2 有托圆推杆	327
8.3.3 排气系统的设计要点	281	11.1.3 扁推杆	328
8.4 热流道浇注系统	281	11.1.4 推管	329
8.4.1 热流道的特点	281	11.2 紧固件类标准	331
8.4.2 设计原则	282	11.2.1 内六角螺钉	331
8.4.3 热流道模具分类	282	11.2.2 外六角螺钉	333
8.4.4 热浇口套和热流道模具结构		11.2.3 内六角紧固螺钉	333
示例	285	11.2.4 内六角圆柱头轴肩螺钉	334
8.4.5 热流道模具配件的选用	290	11.3 弹簧、橡胶弹性件	336
第 9 章 塑料模具设计变更	295	11.3.1 模具用蓝弹簧	336
9.1 解决环境概述	295	11.3.2 橡胶弹性件	337
9.2 找出问题并解决	296	11.4 浇口套和定位环	338
9.3 塑料模具设计变更训练实例	297	11.4.1 细水口浇口套	338
9.3.1 设计零件变更	297	11.4.2 大水口浇口套	339
9.3.2 模具设计变更	300	11.4.3 定位环	340
9.3.3 保存文件	303	11.5 密封胶圈	340
第 10 章 塑料模具设计总结性案		11.6 导柱、导套	341
 例剖析	304	附录	345
10.1 设计前的准备工作	304	附录 A 常用塑胶料特性	345
10.2 创建模具模型	305	附录 B 成型不良的主要原因和调节	
10.2.1 新建模具模型文件	305	方法	346
10.2.2 读取参考零件	305	参考文献	351

第 1 章 塑料模具设计工程师基础知识

1.1 塑料模具设计必备知识

1.1.1 设计前需掌握的资料

1. 制品图样或模型

这是设计的前提和依据。随着 CAD、CAM 的广泛应用, 3D 模型正逐渐取代原来尺寸完整的图样。

2. 制品材质及收缩率

这是保证制品尺寸正确的前提条件, 收缩率一般由塑料生产厂家提供, 因为不同厂家的同一种材质的收缩率都有可能不同。

3. 制品的使用要求

即制品外观部位、配合部位、传动部位的要求及其他特殊形位尺寸要求。这是选择制件在模具中的摆放方向、浇口形式和位置、加推杆的位置、有无热流道系统和气辅系统的依据。

4. 模具所用的注塑机相关参数

注塑机相关参数包括: 喷头球径、喷嘴口径、拉杆内距、最大与最小模厚、最大开模距、顶出杆孔位置、模具安装方式、注射量、锁模力等。

5. 其他协议条件

其他协议条件包括: 模穴取数、模具材质、注塑周期、使用寿命、加工工期等。

除了掌握以上资料外, 模具设计者必须了解以下基础知识。

1. 机械制图和 CAD 软件

机械制图是一个设计人员最起码的条件, 二维 CAD 软件应用是对现在设计人员的最低要求, 三维软件应用是对现在设计人员的基本要求。

2. 塑料知识

塑料是一种以合成的或天然的高分子为主要成分的物质, 通常含有添加剂等辅助成分, 广义地说, 它是一种在一定温度及压力下可塑造成一定形状的高分子有机材料。在 1996 年公布的新国标 (GB/T 2035—2008) 对塑料重新定义为: 以高聚物为主要成分, 并在加工为成品的某阶段为可流动成型材料。

(1) 塑料的成分 塑料主要成分是树脂, 还有一些添加剂。

1) 树脂。树脂有天然树脂和合成树脂两种, 主要以合成树脂为主。合成树脂即人工合成的有机高分子化合物, 其结构单元主要由碳原子、氢原子、氧原子及其他如硫原子、硅原子等通过化学键连接组成。其主要作用是将塑料的其他成分加以粘合, 并决定塑料的类型(热塑性或热固性)和主要性能, 如机械、物理、电、化学性能等。树脂在塑料中的比例一般为 40% ~ 65%。

2) 填充剂。又称填料, 常用的填充剂有玻璃纤维、碳素纤维、碳酸钙(CaCO_3)、二氧化硅(SiO_2)、金属粉、木粉、棉布、石棉、云母、石粉等。正确地选择填充剂, 可以改善塑料的性能和扩大它的使用范围。

3) 增塑剂。有些树脂的可塑性很小, 柔软性也很差, 为了降低树脂的熔融粘度和熔融温度, 改善其成型加工性能, 改进塑料的柔韧性、弹性以及其他各种必要的性能, 通常加入能与树脂相容的、不易挥发的高沸点有机化合物, 这类物质称增塑剂。

4) 着色剂。又称色料, 主要是起美观和装饰作用。

5) 稳定剂。凡能延缓塑料变质的物质称稳定剂, 有光稳定剂、热稳定剂、抗氧剂等。

6) 润滑剂。改善塑料熔体的流动性, 减少或避免对设备或模具的摩擦和粘附, 以及改进塑件的表面粗糙度。

(2) 塑料的工艺特性 塑料在常温下是玻璃态, 若加热则变成高弹态, 进而变成粘流态, 从而具有优良的可塑性, 可以用许多高生产率的成型方法来制造产品。这样就能节省原料、节省工时、简化工艺过程, 且对人工技术要求低, 易组织大批量生产。

1) 收缩率(或称缩水率)。设计前一定先问供货商的缩水率, 模具设计时遵循以下公式: 模具尺寸 = 塑件常温尺寸 $\times$ 缩水率(常用塑料缩水率见附录 A)。

2) 流动性。流动性是塑料成形中一个很重要的因素, 流动性好的易长毛边。在设计时配合的间隙、气槽的深度等要根据不同材料的流动性设计尺寸。

3) 吸湿性、热能性及挥发物含量。对于吸水的塑料, 有时在成型后直接放于水中让它吸饱水后再进行使用。

4) 结晶性。

5) 应力开裂及熔体液裂。

6) 定型速度。

7) 取向效应。塑料熔体的大分子在外力的作用下被拉伸而顺着流动方向互相平行排列, 这种排列在塑料冷却凝固之前来不及消除而冻结在固态制品中, 便形成了取向效应。塑料熔体在流动过程中的取向效应将影响制品性能, 它会使制品的整体性受到削弱, 表现为各个方向的物理力学性能不一致, 也可能导致各个方向收缩不均匀, 从而可能导致制品翘曲变形。按熔体中大分子受力的形式和作用性质可分

为切应力作用下的“流动取向”和受拉伸作用下的“拉伸取向”。影响取向的因素主要有：

- ① 熔体温度和模具温度的下降会加强取向效应。
- ② 注射压力增加可提高剪切速率和切应力而加强取向效应。
- ③ 制品厚度越薄，取向效应越强。
- ④ 较大的浇口尺寸将加强取向效应。

有时，采取某些特别的措施增强取向效应，使取向方向的拉伸强度和弯曲强度得到提高，如拉伸薄膜、铰链等。

(3) 塑料种类 一般而言，塑胶原料可大分为两大类：热塑性塑料和热固性塑料。

1) 热塑性塑料。这类塑料的合成树脂都是线型或支链型高聚物，因而受热变软，甚至成为可流动的粘稠液体，在此状态时具有可塑性，可塑制成一定形状的塑件，冷却后保持既得的形状，再加热又可变软成另一种形状，如此可以进行反复多次。这一过程中只有物理变化，无化学变化，其变化是可逆的，可反复多次成型。其种类有：丙烯腈-丁二烯-苯乙烯（ABS）、聚乙烯（PE）、聚丙烯（PP）、尼龙（PA）、聚甲醛（POM）、聚砜（PSU）、聚苯醚（PPO）、有机玻璃（PMMA）、聚酯树脂、氟塑料、聚碳酸酯（PC，可用于食品包装，镜片）、聚氯乙烯（PVC，产量大，有毒不能用作食品包装）、聚苯乙烯（PS，是最早的工业化塑料品种之一）等。

2) 热固性塑料。这类塑料的合成树脂是体型高聚物，在加热之初，分子呈线型结构，具有可熔性和可塑性，可以塑制成一定形状的塑件。当继续加热时，分子呈现网状结构，当温度达到一定程度后，树脂变成不溶和不熔的体型结构，使形状固定下来，不再变化。即使再加热也不软化，不再具有可塑性。这类塑料在一定变化过程中，既有物理变化，又有化学变化，因此，其变化过程是不可逆的，即一次成型。其种类有：氨基塑料、环氧树脂（EP）、酚醛塑料（PF，又称电木，用于电气开关）等。

按应用的范围塑料可分为通用塑料、工程塑料、特种塑料。

1) 通用塑料。常见的有：PP、PVC、PE、PS等。

2) 工程塑料。就是被用做工业零件或外壳材料的工业用塑料，它往往由一些通用塑料改性得到，如改变某些分子结构、添加其他成分如玻璃纤维等，它是强度高、耐冲击性、耐热性、硬度及抗老化性均优的塑料。其性能包括：

- ① 热性质：玻璃转移温度（ T_g ）及熔点（ T_m ）高、热变形温度（HDT）高、长期使用温度高（UL-746B）、使用温度范围大、热膨胀系数小。
- ② 力学性能。高强度、高机械模数、潜变性低、耐磨损、耐疲劳性等。
- ③ 其他。耐化学药品性、优良的抗电性、耐燃性、耐候性、尺寸安定性佳

等。

工程塑料常见的有：ABS、PC、PMMA、POM、PA6、PA66、聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）、聚对苯二甲酸丁二醇酯（PBT）、苯乙烯-丙烯腈共聚物（SAN）等。

3) 特种塑料。常见的有：聚苯硫醚（PPS）、聚醚酰亚胺（PEI）等。

3. 塑件

(1) 塑件的基本内容

- 1) 立体空间内容、几何结构、尺寸及精度。
- 2) 塑件表面的内容、标记、符号、文字、表面图案、图形、粗糙度等。
- 3) 静态、动态性能；力学、物理、化学等性能。
- 4) 环境、人机工程。
- 5) 塑料的选择。
- 6) 成本、价格。
- 7) 成型模具及成型方法的可行性、经济性等。

(2) 几何结构及尺寸精度

1) 形状。塑件的形状应尽可能保证有利于成型原则。胶件外形应符合各类型产品的安全标准要求。除特殊要求外，胶件上不应出现锋利边、尖锐点。对拐角处的内外表面，可增加圆角来避免应力集中，提高胶件强度，改善胶件的流动情况，如图 1-1 所示。

我们应尽量避免胶件表面出现褶皱或细小碎面，如图 1-2 所示，我们应改善产品造型或模具，以使曲面光滑。

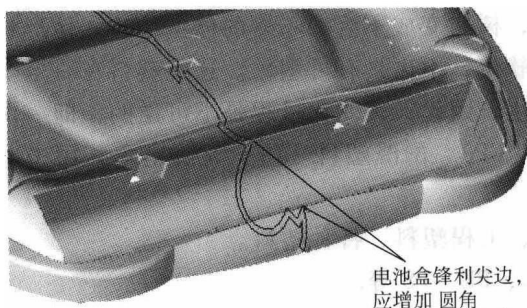


图 1-1

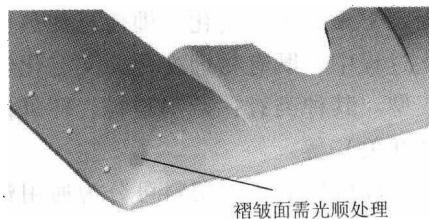


图 1-2

2) 脱模斜度（拔模度）。详情请参见 2.1 小节。

3) 壁厚。详情请参见 2.1 小节。

4) 加强肋。加强肋是塑件中经常会用到的增加塑件强度的办法，其优点有：

- ① 使塑件壁厚均匀，既节约了材料，又提高了强度，还可避免塑件中外观缺陷。

- ② 增加塑件的刚性。
- ③ 沿料流方向的加强肋还能降低塑料的充模阻力。

加强肋的设计要求有：

- ① 为了增强塑件的强度及刚性，加强肋应设计得矮一些、多一些为好。
- ② 加强肋之间的中心距应大于两倍的壁厚。
- ③ 对于薄壁塑件，也可将其设计成球面或拱曲面形状。
- ④ 由于加强肋（也称骨位）与胶件壳体连接处易产生外观收缩凹陷，所以，要求其厚度应小于等于 $0.5t$ （ t 为胶件壁厚），一般加强肋厚度在 $0.8 \sim 1.2\text{mm}$ 范围。若加强肋深 15mm 以上，易产生走胶困难、困气。此时，模具上可制作镶件，也方便省模、排气。加强肋深 15mm 以下，脱模斜度应有 0.5° 以上。加强肋深 15mm 以上，加强肋根部与顶部厚度差不小于 0.2mm ，如图 1-3 所示。

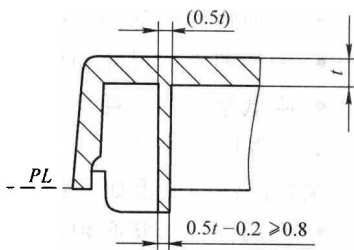


图 1-3

5) 支承面。以塑件的整个底面作为支承面是不合理的，尤其是底面面积较大的情况。通常利用的是边框支承或底脚支承，如图 1-4 所示。

6) 圆角。详情请参见 2.3 小节。

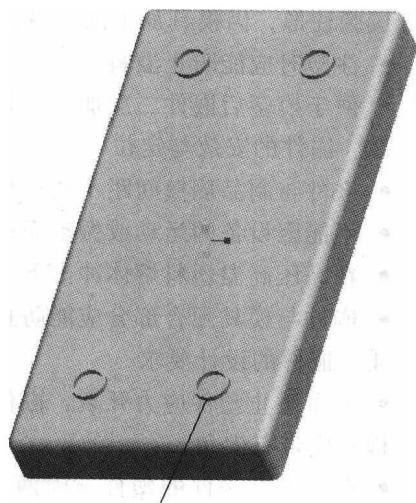
7) 孔。塑件上的孔是用模具的型芯来成型的，在设计上应注意以下几点：

① 孔应设置在不易削弱塑件强度的地方。

② 在孔与孔之间及孔与边缘之间均应有足够的距离（一般应大于孔径）。

③ 对于不通孔，在挤塑或注射成型时，其孔深不得大于孔径的 4 倍。

8) 止转凸凹。塑件上设计的止转凸凹一般是为了便握持和塑件成型后易于拧出，或用于限位。在设计时应当注意凸凹纹方向与脱模方向的一致性及模具便于加工性。



底壳不用整个底面支承，而是用四个底脚支承

图 1-4

9) 螺纹

- ① 塑件上的螺纹可以模塑时直接成型，也可在模塑后机械加工成型。
- ② 模塑的螺纹其外螺纹直径不宜小于 4mm ，内螺纹直径不宜小于 2mm ，精度不高于 3 级。

③ 为防止塑件上螺孔的最外围螺纹崩裂或变形,应使孔始端有一深度 $0.2 \sim 0.8\text{mm}$ 的台阶孔,螺纹末端也不宜延伸到与底面相接。

10) 嵌件。塑料成型过程中埋入的或成型后压入的螺栓、接线柱等金属或其他材质零件,统称嵌件。嵌件可增加制品功能和对制品进行装饰。模具采用嵌件结构使操作变繁,周期加长,一定程度上降低了生产率。

① 嵌件的用途

- 增加塑件局部的强度、硬度、耐磨性、导电性、导磁性。
- 增加塑件的尺寸和形状的稳定性,提高精度。
- 降低塑料的消耗及满足其他多种要求。

② 嵌件的种类。嵌件有塑料嵌件(如齿轮、凸轮、短轴等)和金属嵌件,对于金属嵌件的要求如下:

- 金属嵌件形状必须有良好加工工艺性。
- 具有足够机械强度。

• 金属嵌件与塑料基体间有足够结合强度,使用中不拔出、不旋转。嵌件表面要有环形沟槽或皮纹,不能有尖角,避免应力集中导致破坏,尽可能采用圆形或对称形状的嵌件,保证收缩均匀。

• 为便于在模具中安放与定位,嵌件外伸部分(即安放于模具中部分)最好设计成圆柱形,因模具加工圆孔最容易。

- 注塑时应能防止溢料。
- 便于模塑后嵌件二次加工,如攻螺纹、翻边等。

③ 嵌件的安放与定位

- 嵌件与制品侧壁间距不能过小,以保证强度。
- 不能因设备的运动或振动而松动甚至脱落。
- 在高压高温塑料熔体冲击下不产生位移与变形。
- 嵌件与模具配合部分应能防止溢料,避免出现毛刺、毛边,影响使用性能。

④ 嵌件的设计要求

• 为了防止塑件应力开裂,嵌件周围的塑料层应有足够的厚度,同时嵌件本身结构不应带有尖角。

• 单侧带有嵌件的塑件,因两侧收缩不均匀,造成很大的内应力,会使塑件产生弯曲或断裂,故在设计时要注意。

• 为了防止嵌件受到塑料流动压力产生位移或变形,嵌件应牢固固定在模具内。

- 嵌件设计应尽量用不通孔或不通螺孔。
- 为了避免鼓胀,套筒嵌件不应设置在塑件的表面或边缘附近。
- 为了提高嵌件装在模具里的稳定性,在条件许可时,嵌件上应有凸缘,并

使其凹入或凸起 1.5 ~ 2mm。

- 当嵌件自由伸出长度超过嵌件支承的直径 2 倍时，垂直于压塑方向的嵌件应有支承柱。

- 当嵌件为螺杆时，光杆部分与模具的配合部分应具有 IT9 级精度的间隙配合。

- 为了使嵌件与塑件牢固地连接在一起，嵌件的表面应具有止动的部分，以防嵌件移动。

11) 产品装配对胶件结构的要求。胶件在产品中的装配关系，会给模具制造提供一些有关胶件要求的信息，如与其他胶件的配合间隙、连接方式等。各胶件之间的装配间隙应均匀，一般胶件间隙（单边）如下：

① 固定件之间配合间隙 0.05 ~ 0.1mm，如图 1-5 所示。

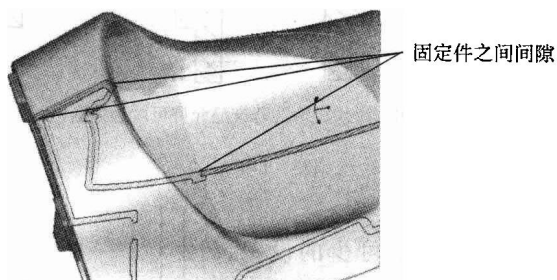


图 1-5

② 面壳、底壳止口间隙 0.05 ~ 0.1mm，如图 1-6 所示。

③ 规则按钮（直径 $\phi \leq 15\text{mm}$ ）的活动间隙（单边）0.1 ~ 0.2mm。规则按钮（直径 $\phi > 15\text{mm}$ ）的活动间隙（单边）0.15 ~ 0.25mm。异形按钮的活动间隙 0.3 ~ 0.35mm，如图 1-7 所示。

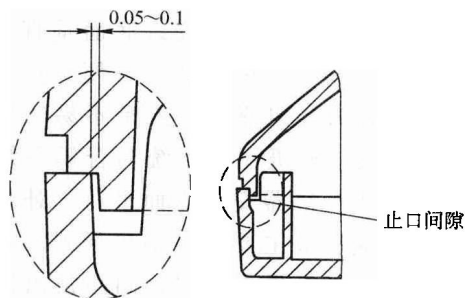


图 1-6

12) 塑件其他设计注意事项如图 1-8 ~ 图 1-10 所示。

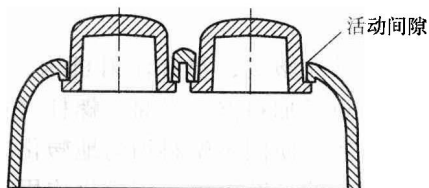
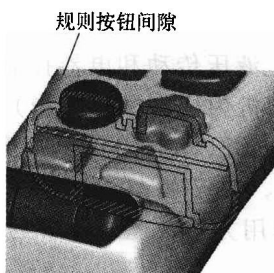


图 1-7

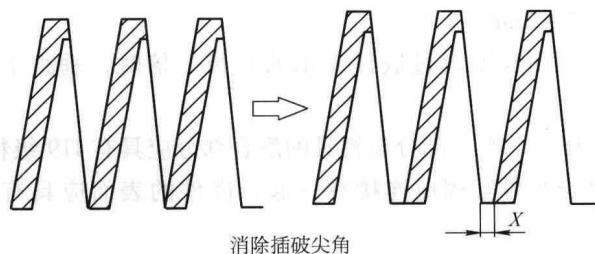


图 1-8

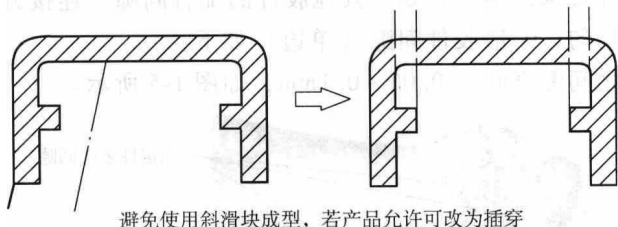


图 1-9

4. 注塑机简介

注塑机是用于注塑成型必不可少的设备, 主要有立式注塑机、卧式注射机、直角式注塑机三类。立式注塑机注射系统与合模系统的轴线重合, 并与机器安装底面垂直。其优点是占地面积小, 模具装拆方便, 安装嵌件和活动型芯筒可靠。缺点是不易实现自动操作。卧式注射机注射系统与合模系统的轴线重合, 并与机器安装底面平行。卧式注射机是最普遍、最主要的注塑机形式。其优点是机身低, 易于操作加料, 制品顶出后自动坠落, 易于实现机械化自动化。缺点是模具装拆不便, 占地面积大。直角式注塑机一般适于生产形状不对称及使用侧浇口的模具。缺点是加料困难, 嵌件、活动型芯安装不便。

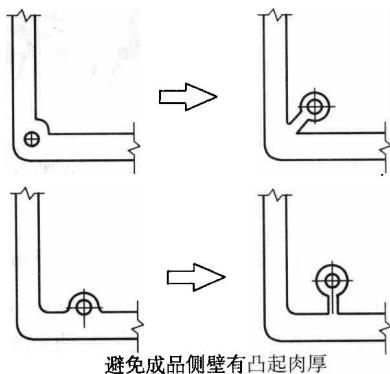


图 1-10

无论哪一种注塑机, 都有注射机构、锁模机构、液压传动和电器控制几大部分。注射机构包括加料器、料筒、螺杆(柱塞式注塑机为柱塞和分流梭)及喷嘴等组成。其作用是使固态塑料均匀地塑化成融溶状态, 并以足够压力和速度将塑料熔体注入到闭合的型腔中去。锁模机构用于锁紧模具, 实现模具的开闭动作, 开模时顶出模内制品。锁模机构可采用液压、机械联合作用方式, 也可采用全液压式。顶出机构有机械式和液压式两种。

按塑化方式注塑机可分为柱塞式注塑机和螺杆式注塑机。柱塞式注塑机不宜加

工流动性差、热敏性强的塑料制品。立式注射机与直角式注射机结构为柱塞式。螺杆式注塑机的螺杆可作旋转运动,亦可作往复运动。进入料筒的塑料,一方面在料筒的传热及螺杆与塑料之间的剪切摩擦发热的作用下逐步熔融塑化,另一方面被螺杆不断推向料筒前端,当靠近喷嘴处的熔体达到一次注射量时,螺杆停止转动,并在液压系统驱动下向前推动,将熔体注入模具型腔中去。卧式注塑机结构多为螺杆式。

(1) 注射部分的技术参数 公称注射量(g 或 m^3)、注射压力(Pa)、注射速度、线型时间、螺杆转速、注射行程、喷嘴接力、加热功率、喷嘴温度、料筒温度、喷嘴球半径、喷嘴孔直径、螺杆直径、螺杆有效长度、螺杆长径比、螺杆的压缩比等。

(2) 合模装置部分技术参数

1) 锁模力(合模力)(kN)。指注射机的合模机构对模具所能施加的夹紧力。

2) 合模速度(m/s)。动模移动最高速度。

3) 开模力(kN)。为取出制品,模具开启最大力。

4) 开模速度(m/s)。开模时,动模移动速度。

5) 顶出力(kN)。顶出装置的最大推力。

6) 模温控制参数($^{\circ}\text{C}$)。模具要求恒定的温度值。

7) 合模装置的基本尺寸。

常用注射成型系统包括:机身、液压泵、注射液压缸、齿轮箱、料斗、螺杆、加热器、料筒、喷嘴、定模固定板、模具、导柱、动模固定板、合模机构、合模液压缸、螺杆传动齿轮、螺杆花键、油箱等。其中,料斗用于干燥、储料(一般在成型之前要对塑料作干燥)。螺杆是成型系统的核心部位,起混料、碾料、产生压力、推料等作用。喷嘴与模具上的主流道相连接。注射成型的工作循环是:计量→加料→塑化→注射充模→保压增密→制品冷却→开模→顶件→取件→闭模→加料。

塑料成型种类有射出成型、压铸成型、吸塑成型、吹塑成型、发泡成型、挤压成型等。本书主要介绍用于注射成型的塑料模具设计。

5. 模具基本知识

(1) 模具的分类

1) 模具可分为大水口模具、简化细水口模具、细水口模具,又称单分型面模具、双(多)分型面模具。

2) 按流道分为:普通流道模具及热流道模具。

3) 按板数分为:两板模、三板模、热流道。其中,两板模最常用。三板模是在凹模板与凸模板之间,还有一块活动的模板,如图 1-11 所示,主要适用于成品表面针点进胶或进胶位置偏心的场合。热流道可减少废料,增加注射压力。