

21 世纪高职高专
机械设计制造类
专业教材

(第 2 版)

塑料模具设计

朱光力 万金保 等 编著
朱正心 主审

清华大学出版社

21 世纪高职高专机械设计制造类专业教材

朱光力 万金保 等 编著
朱正心 主审

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书主要介绍了注塑模具的基本结构和典型结构、标准零部件及选用、注塑成型工艺与设备、注塑模具设计、压塑模具设计、挤出模具设计、吹塑模具设计、塑料模具材料的国内外牌号以及相关性能和选用、塑料制品的结构工艺性,同时本书还简要介绍了模具 CAD/CAM/CAE 的知识,并以一个实例介绍了 Mold Wizard 软件在模具设计中的应用。

本书除可作为高职、高专“模具设计与制造”专业的教材之外,也可作为该行业工程技术人员的参考书。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

塑料模具设计/朱光力,万金保等编著. —2版. —北京:清华大学出版社,2007.6
(21世纪高职高专机械设计制造类专业教材)

ISBN 978-7-302-15101-2

I. 塑… II. ①朱… ②万… III. 塑料模具—设计—高等学校:技术学校—教材
IV. TQ320.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 058188 号

责任编辑:庄红权

责任校对:赵丽敏

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社总机:010-62770175

投稿咨询:010-62772015

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

邮购热线:010-62786544

客户服务:010-62776969

印 刷 者:北京国马印刷厂

装 订 者:三河市春园印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:20

字 数:445 千字

版 次:2007 年 6 月第 2 版

印 次:2007 年 6 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:29.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:023738-01

第1版前言

一本好的教科书,它的内容除了要与教学目标符合外,还要与时俱进,适应当前企业界的需求,适时补充新的知识。另外,作为教科书一定要易学易懂,本书正是基于此理念而编写的。

本书的主编以及大部分参编曾经在深圳一些外资企业从事模具设计与制造工作多年,又担任深圳职业技术学院的教师数年,根据自己在企业的实际工作情况及教学体验并综合各方面的资料编写了这本书。本书作为一本理论与实际相结合的塑料模具设计入门的书籍,特别适合高职及大专院校的学生作为教材,也适合作为该行业工程技术人员的参考书。

本书的特点是:

(1) 附有大量的模具结构图,有一些为三维立体彩色图,文字相对较少,模具结构及模具的动作过程以图的分解来代替文字说明,易学易懂。

(2) 内容新颖,非常符合当今沿海地区模具制造企业的实际情况。

(3) 每章附有习题,使学生能够测试对本章所涉及内容了解的程度,并可掌握学习重点,增进学习兴趣。

(4) 本书最后附录了有关的经验数据表、标准模架结构、典型模具结构以供学生进行课程设计之用。

全书共分12章及附录,第1章、第3章、第6章的6.5,6.6,6.7,6.8节和附录A的表1、表2、表8以及附录C由朱光力编写;第2章、第11章及附录A的表3、表4、表5、表6、表7由佛山职业技术学院李柏青编写;第4章、第6章的6.1,6.2,6.3,6.4节和第12章以及附录B由万金保编写;第5章由深圳职业技术学院刘小平编写;第7章、第8章、第9章由湖南省邵阳高等专科学校袁子良编写;第10章由深圳职业技术学院杨文明编写。另外,深圳职业技术学院的王学平、周旭光为本书绘制了部分插图,深圳爱义模具厂(中美合资)技术部经理袁军、康佳集团精密模具厂工程师周建安及深圳南方模具厂总工程师薛爱群为本书提供了一些技术资料及编写意见。周建安工程师对本书的第7章、第8章、第9章的插图进行了补充和修改。

全书由深圳职业技术学院朱光力统一编排定稿,湖南工程学院朱正心教授审阅。

感谢各位教授塑料模具设计的老师以及从事塑料模具设计的工程技术人员的支持与帮助,使编者有机会尝试以新的形式编写这本塑料模具设计教科书。由于水平有限,书中不妥和错误之处在所难免,敬请读者不吝赐教,以便得以修正,以臻完善。

编 者

2002年5月于深圳

第2版前言

与时俱进、不断补充新的知识以适应当前企业界的需求是本书第2版的编写目的,第2版延续第1版的安排,补充了下列新内容:

(1) 针对20世纪90年代出现的新注塑工艺——气体辅助注塑工艺越来越广泛的使用,本书在第3章增加了气体辅助注塑模具及工艺的介绍。

(2) 由于沿海企业在模具制造中广泛地使用模具标准部件,所以在第4章增加了一些常用的模具标准部件的介绍。

(3) 由于沿海企业在模具制造中基本上都采用进口模具钢材,所以在第10章增加了进口模具钢材的牌号及其性能介绍。

(4) 基于计算机辅助设计在模具企业的广泛应用,本书在第12章增加了当前在模具设计与制造企业中使用最广的软件UG、Mold Wizard的介绍。并以一个简单的设计实例(作为第13章)较全面地介绍了Mold Wizard软件的各个菜单的使用方法。

(5) 对第1章、第2章、第5章的习题进行了补充。

(6) 制作了配套本教材的电子教学课件,该课件包括各章的主要内容提要,链接有模具结构工作原理的动态演示、工厂现场生产录像、Mold Wizard软件使用实例设计的过程演示。

以上内容分别由下列教师完成:深圳职业技术学院朱光力对第2章、第5章的习题进行了补充,并补充了12.3节和第13章的内容,制作了配套本教材的电子教学课件;深圳职业技术学院洪建明补充了第3.8节、4.4节的内容;深圳职业技术学院周建安补充了第10.4节的内容;深圳职业技术学院谭赞雄协助制作了电子教学课件中的Mold Wizard软件模具设计实例的过程演示。

感谢广大师生使用本书作为教材,正是大家的支持与厚爱,使得编者有机会再版该书并介绍沿海企业先进的模具设计与制造理念,不妥之处敬请读者指正,以臻完善。

(本书订购50本以上可向清华大学出版社索取免费的电子教学课件光碟一张。)

编者

2007年4月于深圳

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 塑料模具基本概念	1
1.2 注塑模具基本结构	1
1.3 塑料模具分类	6
思考题和习题	6
第 2 章 塑料概论	7
2.1 塑料组成及分类	7
2.2 塑料材料的使用性能	8
2.3 塑料成型工艺特性	13
2.4 塑料成型原理	17
思考题和习题	21
第 3 章 注塑模具典型结构	22
3.1 概述	22
3.2 单分型面注塑模具	23
3.3 双分型面注塑模具	24
3.4 斜导柱侧向抽芯注塑模具	26
3.5 带活动镶件的注塑模具	31
3.6 齿轮齿条侧向抽芯注塑模具	31
3.7 热流道注塑模具	34
3.8 气体辅助注塑模具	39
思考题和习题	42
第 4 章 注塑模具的标准零部件	44
4.1 概述	44
4.2 注塑模具标准模架	44
4.3 注塑模具标准模架的选用	48
4.4 注塑模具其他标准件	51
思考题和习题	62

第5章 注塑成型设备	64
5.1 注塑成型设备的分类	64
5.2 部分国产及外国注塑机技术参数	67
5.3 注塑机与注塑模具的关系	73
思考题和习题	81
第6章 注塑模具设计	82
6.1 浇注系统设计	82
6.2 分型面的选择与排气系统的设计	93
6.3 成型零件设计	97
6.4 导向与定位机构设计	108
6.5 脱模机构设计	108
6.6 侧向抽芯机构设计	120
6.7 加热和冷却装置设计	134
6.8 注塑模具设计步骤及实例	137
思考题和习题	150
第7章 压塑模具设计	151
7.1 概述	151
7.2 典型压塑模结构	158
7.3 压塑模具设计	160
思考题和习题	172
第8章 挤出模具设计	173
8.1 概述	173
8.2 典型挤出机头及设计	175
思考题和习题	183
第9章 吹塑模具设计	185
9.1 概述	185
9.2 吹塑模具的类型及典型结构	190
9.3 吹塑模具设计要点	192
思考题和习题	195
第10章 塑料模具材料	196
10.1 钢材	196
10.2 材料的选择和热处理	200
10.3 其他制模材料	204
10.4 国外模具材料概况	207
思考题和习题	209
第11章 塑料制品的结构工艺性	210
11.1 塑料制品的尺寸、公差和表面质量	210

11.2	壁厚.....	213
11.3	脱模斜度.....	214
11.4	加强筋与凸台.....	215
11.5	圆角.....	218
11.6	孔.....	219
11.7	螺纹.....	221
11.8	嵌件.....	222
11.9	铰链与搭扣.....	224
11.10	文字、图案、标记符号及表面装饰花纹	225
11.11	塑件结构设计示例	226
	思考题和习题.....	229
第 12 章	模具 CAD/CAM/CAE 简介	230
12.1	概述.....	230
12.2	CAD/CAM/CAE 的基本概念	230
12.3	CAD/CAM/CAE 常用软件简介	232
第 13 章	Mold Wizard 注塑模具设计实例.....	240
附录 A	各种经验数据表	260
附录 B	部分标准模架图例	269
附录 C	注塑模具典型结构图例.....	287
	参考文献	301

第 1 章 概 论

1.1 塑料模具基本概念

日常生活中到处可见塑料制品。日用品(如塑料饭碗、脸盆、水桶、手机外壳等)和经常接触的家用电器(如电视机、收录机、电脑等)产品外壳等都是塑料制品。在工业设备中也经常看到塑料零件,那么这些塑料制品是怎样做成的呢?

塑料是由从石油生产出来的合成树脂加入增塑剂、稳定剂、填料等物质而组成的,原料为小颗粒状或粉状。如果将这些小颗粒塑料加热融化成液体,注入到一个具有所需产品形状的型腔中,待塑料冷却后取出,就得到了与型腔形状一样的塑件,这个具有型腔的部件称为模具,因为它专门用于制作塑料件(简称塑件),所以通常称为塑料模具。

1.2 注塑模具基本结构

下面以一个简单的例子来说明注塑模具结构的各个组成部分。

如图 1-1 所示的塑料盆子,制作它的模具是怎样组成的呢?

首先在两块金属板上挖出与盆子一样形状的型腔,其中一块金属板挖成盆子外形的型腔(俗称凹模板),如图 1-2 所示,另一块做成盆子内部形状,如图 1-3 所示(俗称凸模板),两块合起来构成完整的盆子形状的型腔。为了注入塑料,通常在凹模板上开一个进料口,如图 1-4 所示。现在只要把熔融的塑料从这个进料口注入型腔,待塑料冷却后打开,取出塑料件就得到了塑料盆子。

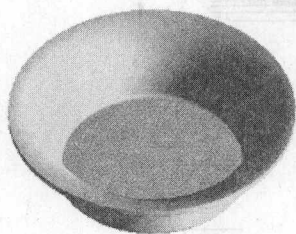


图 1-1 塑料盆子

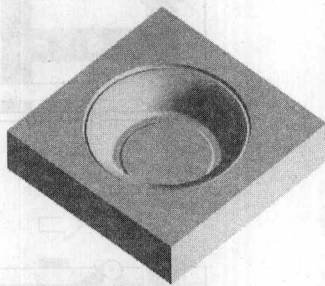


图 1-2 凹模板

工艺上通常采用注塑机将小颗粒塑料熔融并以一定的速度和压力向模具内注射塑料,注塑机外形如图 1-5 所示,注塑成型过程如图 1-6 所示。

现在要考虑的问题是怎样将凹、凸模板安装到注塑机上,又怎样将凹、凸模板以正确的位置准确地闭合,以及怎样将冷却后凝固在型腔里的塑料件取出来?

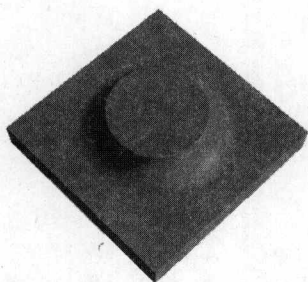


图 1-3 凸模板

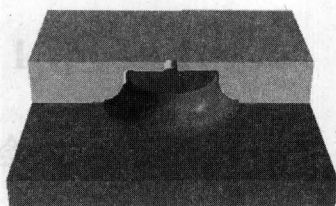


图 1-4 凹、凸合模状态剖面图

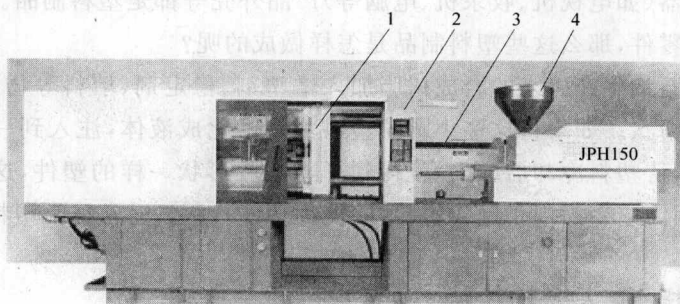


图 1-5 注塑机外形

1—动模座；2—定模座；3—喷塑枪；4—料斗

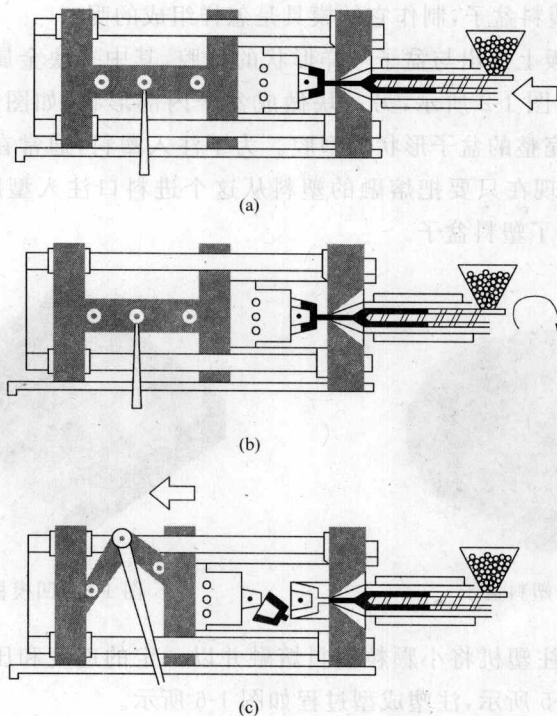


图 1-6 注塑成型过程

(a) 射出；(b) 保压，冷却；(c) 顶出

下面再介绍模具的其他部分。

凹、凸模构成零件形状的型腔,因受高温,且与塑件摩擦,所以制作它的材料各方面性能要好,当然价格也高。为降低成本,凹、凸模板在满足塑料制品形状大小的前提下做得尽可能小,同时分别将凹、凸模固定在较大的、价格低廉的金属板上,见图 1-7。这两块大一点的金属板分别称为凹、凸模固定板。

为了使得凹、凸模准确对位合模,分别在凹、凸模固定板上装有 4 根导柱与导套,见图 1-8。

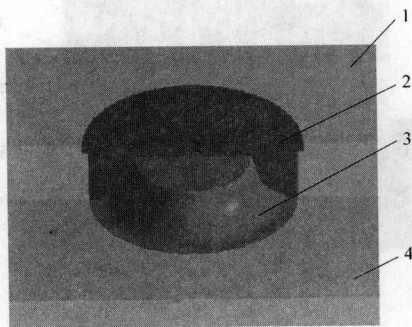


图 1-7 凹、凸模固定装置剖面图

1—凹模固定板; 2—凹模; 3—凸模; 4—凸模固定板

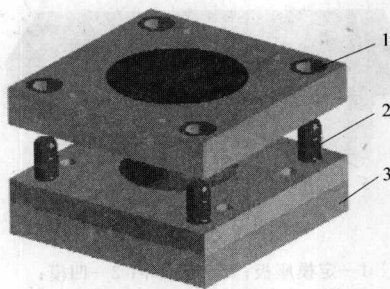


图 1-8 凹、凸模准确合模

1—导套; 2—导柱; 3—支承板

另外,由于塑件冷却收缩包紧在凸模上,所以在凸模的一侧还应装有带有几根顶料杆的顶出机构。为此,在凸模一侧支承板下面安装两块垫铁,以形成用于顶出机构运动的空间,以便开模后将塑件顶出模具外;为了在合模时,顶料杆能返回到原来的位置,还设置了回程杆,见图 1-9。

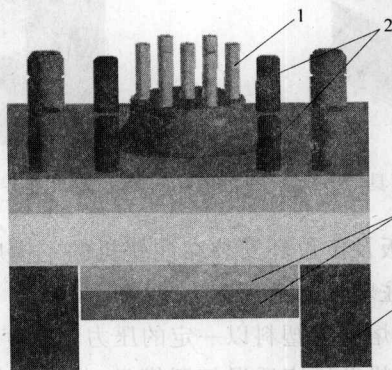


图 1-9 模具的顶出与回程机构

1—顶料杆; 2—回程杆; 3—顶料杆固定板; 4—垫铁

通常以凹、凸模为界,将凹模及其固定板连接在大一点的金属板上(俗称定模座板),依靠这块金属板将凹模及其固定板安装在注塑机的定模座上。另外,为方便安装模具,使得注塑机喷嘴与主浇套口对准,因此在定模座板上安装了定位环;又因为进料道与高温塑

料和注塑机喷嘴反复接触和碰撞,所以采用性能较好的材料单独制作一个主浇套,安装在定模座板内,见图 1-10。将凸模及其固定板、顶出机构一起安装在另一块大一点的金属板(俗称动模座板)上,将这块板安装在注塑机的动模座上,见图 1-11。将两部分合在一起就形成了一套完整的模具,见图 1-12。

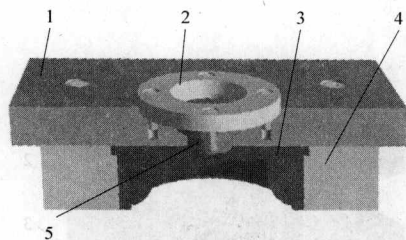


图 1-10 定模

1—定模座板; 2—定位环; 3—凹模;
4—凹模固定板; 5—主浇套

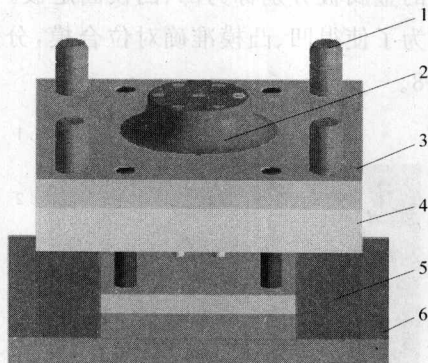


图 1-11 动模

1—导柱; 2—凸模; 3—凸模固定板;
4—支承板; 5—垫铁; 6—动模座板

为了更好地看清楚模具各零部件之间的装配关系,这里分别制作了模具的剖面图(见图 1-13)和爆炸图(见图 1-14)。

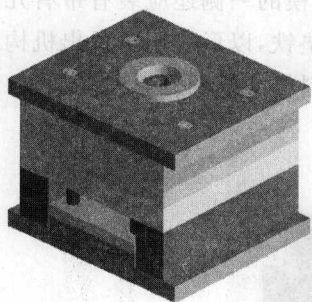


图 1-12 完整的模具

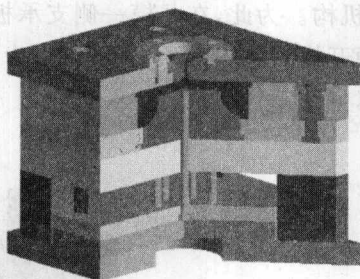


图 1-13 模具剖面图

定模部分借助于定模座板及定位环安装在注塑机的定模座上,动模部分借助于导柱对准位置将动模座板安装在注塑机的动模座上,见图 1-15。

在合模状态下,注塑机将熔融的塑料以一定的压力和速度通过模具进料口注入型腔,保压与冷却一段时间后,注塑机动模座后退打开模具,带动模具的凸模部分(此时塑料件抱紧在凸模上)退至一定位置时,注塑机动模座后面一顶杆往前推进,通过模具动模板上的孔,推动模具顶出机构将塑料件推出,见图 1-16。合模时由凹模板碰回程杆而使顶出机构复位。

以上介绍的是很简单的注塑模具,当然,很多塑料产品比这复杂得多,但模具的基本结构组成是一样的,通常模具的模架(包括定模板、动模板、凹凸模固定板、导柱导

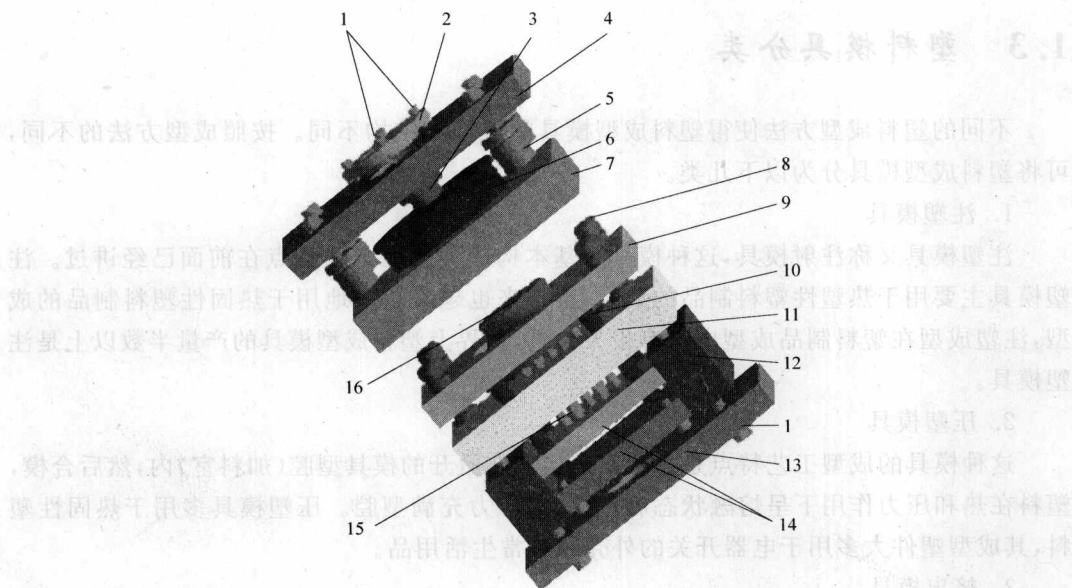


图 1-14 模具爆炸图

1—螺钉；2—定位环；3—主浇套；4—定模座板；5—导套；6—凹模；7—凹模固定板；8—导柱；9—凸模固定板；10—回程杆；11—支承板；12—垫铁；13—动模座板；14—顶料杆固定板；15—顶料杆；16—凸模

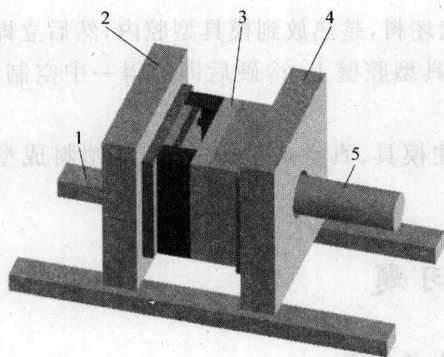


图 1-15 模具在注塑机上合模状态

1—注塑机导轨；2—动模座；3—模具；
4—定模座；5—注塑机喷枪

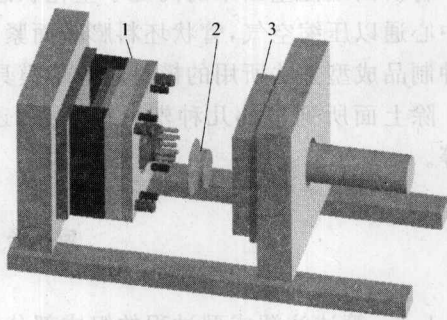


图 1-16 开模并顶出塑件

1—动模；2—塑件；3—定模

套、顶出机构、回程杆等)以及一些配件(如浇口套、顶杆)是标准的,有专门的厂家生产。设计制作模具时,根据开合模方式、塑料件脱模方式和塑料件尺寸大小等因素选购模架类型、模架尺寸大小及一些标准配件,但凹、凸模零件要根据塑料产品的形状自己加工制造。

后面章节将分别详细介绍各种注塑模具的结构,注塑模具设计的方法、步骤,标准模架类型以及模具的各种标准零部件及其他类型的塑料模具。

1.3 塑料模具分类

不同的塑料成型方法使得塑料成型模具的原理和结构不同。按照成型方法的不同,可将塑料成型模具分为以下几类。

1. 注塑模具

注塑模具又称注射模具,这种模具的基本构成和成型工艺特点在前面已经讲过。注塑模具主要用于热塑性塑料制品的成型,近年来也越来越多地用于热固性塑料制品的成型,注塑成型在塑料制品成型中占有很大比重,世界上塑料成型模具的产量半数以上是注塑模具。

2. 压塑模具

这种模具的成型工艺特点是将塑料直接加在敞开的模具型腔(加料室)内,然后合模,塑料在热和压力作用下呈熔融状态后,以一定压力充满型腔。压塑模具多用于热固性塑料,其成型塑件大多用于电器开关的外壳和日常生活用品。

3. 挤出模具

挤出模具又称挤出机头。挤出成型是用电加热的方法使塑料成为流动状态,然后在一定压力作用下使它通过机头口模获得连续的型材。它广泛应用于管材、棒材、板材、薄膜、电线电缆包层及其他异型材的成型。

4. 吹塑模具

将挤出或注塑出来的尚处于塑化状态的管状坯料,趁热放到模具型腔内,然后立即在其中通以压缩空气,管状坯料膨胀而紧贴于模具型腔壁上,冷硬后即可得一中空制品。这种制品成型方法所用的模具叫吹塑模具。

除上面所列举的几种塑料模具外,还有压注模具、真空成型模具、泡沫塑料成型模具等。

思考题和习题

1.1 简述注塑成型过程的组成部分及各部分的作用。

1.2 注塑模具由哪些基本零部件组成?

1.3 为什么顶出机构一般要设置在动模?

1.4 为什么浇口套与凹凸模要单独制造?

第2章 塑料概论

2.1 塑料组成及分类

2.1.1 塑料组成

塑料是以高分子合成树脂为主要成分,且在加工过程中能流动成型材料。塑料大多含有添加剂,其组成成分及其作用如下:

1. 合成树脂

合成树脂决定塑料的类型(热塑性或热固性)和基本性能,如机械、物理、电、化学性能等,并且在成型时,将塑料的其他成分粘合在一起。

2. 填充剂

填充剂又称填料,在塑料中起到增量和改性作用,塑料加入填充剂后,不仅能使塑料的成本大大降低,而且还能使塑料的性能得到显著改善。如酚醛树脂中加入木粉后,既克服了它的脆性,又降低了成本。用玻璃纤维作为填充剂,能使塑料的机械性能大幅度地提高。有的填充剂可以使塑料具有树脂所没有的性能,如导电性、导磁性等。

填料按其形状分为粉状、纤维状和片状三类。粉状填料有木粉、滑石粉、石墨、金属粉等;纤维状填料有玻璃纤维、石棉纤维、碳纤维等;片状填料有玻璃布、石棉布等。

3. 增塑剂

增塑剂是为改善塑料的性能和提高柔软性而加入塑料中的一种高沸点的有机物质。树脂中加入增塑剂后,增塑剂加大了塑料分子间的距离,因而削弱了大分子间的作用力,树脂分子在较低的温度下容易滑移从而具有良好的可塑性和柔软性。

常用的增塑剂有邻苯二甲酸二丁酯、邻苯二甲酸二辛酯、癸二酸二丁酯、癸二酸二辛酯、磷酸三苯酯等。

4. 着色剂

着色剂又称色料,主要起美观和装饰作用。在塑料中加入色料,还能改善塑件的耐候性,即提高抗紫外线能力。如用炭黑着色后就能在一定程度上有助于防止光老化。

着色剂包括无机颜料、有机颜料和染料三大部分。无机颜料(如钛白粉、铬黄、镉红、群青等)是不溶解的固体有色物质,与被着色物以机械拼合方式着色,具有良好的耐光性、耐热性与化学稳定性,但色泽不太理想。染料(如分散红)以溶解方式扩散在塑料中,其染色力强,色泽鲜艳,但耐光性、耐热性与化学稳定性较差。有机颜料的特性介于二者之间。要使塑料具有特殊的光学性能,可在塑料中加入珠光色料、荧光色料等。

5. 稳定剂

稳定剂是指能阻缓材料变质的物质。它分为光稳定剂、热稳定剂、抗氧剂等,常用的稳定剂有水杨酸苯酯、三盐基性硫酸铅、硬脂酸钡等。

6. 润滑剂

为改进塑料熔体的流动性,减少塑料对设备和模具的摩擦,以及改进塑件表面质量而加入的一类添加剂称为润滑剂。常用的润滑剂有石蜡、硬脂酸等。

2.1.2 塑料分类

塑料的品种繁多,按其加工性能不同可分为热塑性塑料和热固性塑料。

热塑性塑料是指合成树脂都是线型或支链型高聚物,在特定温度范围内能反复加热和冷却硬化的塑料。

热固性塑料的合成树脂加热前是线型结构,加热初期具有可熔性和可塑性,但加热到一定温度后,分子呈现网状结构并硬化定型,不再可熔和可塑。

常用的热塑性塑料和热固性塑料见表 2-1。

表 2-1 常用塑料名称及代号

类 别	汉 语 名 称	英文代号
热塑性塑料	聚乙烯	PE
	聚丙烯	PP
	聚苯乙烯	PS
	聚氯乙烯	PVC
	聚甲基丙烯酸甲酯(有机玻璃)	PMMA
	丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物	ABS
	丙烯腈-苯乙烯共聚物	AS
	聚对苯二甲酸乙二(醇)酯	PET
	聚对苯二甲酸丁二(醇)酯	PBT
	聚酰胺(尼龙)	PA
	聚甲醛	POM
	聚碳酸酯	PC
	聚苯醚	PPO
	聚砜	PSU
热固性塑料	酚醛塑料	PF
	脲甲醛	UF
	三聚氰胺甲醛	MF
	环氧树脂	EP

2.2 塑料材料的使用性能

2.2.1 聚乙烯(PE)

聚乙烯树脂为白色半透明粒料,手触似蜡。按密度不同可分为低密度、高密度、线形低密度聚乙烯等类别。

低密度聚乙烯(LDPE)的密度为 $0.910 \sim 0.925 \text{ g/cm}^3$,质轻,柔性、耐寒性、耐冲击性