

21 世纪高等职业教育

计算机辅助设计与制造技术规划教材

模具 CAD/CAM 实践教程

—UG NX3 注塑模具设计与制造

朱光力 主编

精选当代工程图例

引入工程实践环节

全部采用案例教学

重点图例汇集成册

强调练习
与实践相结合
免费提供
电子教案、课件
和习题答案

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

21 世纪高等职业教育计算机辅助设计与制造技术规划教材

模具 CAD/CAM 实践教程

——UG NX3 注塑模具设计与制造

朱光力 主编

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

模具 CAD/CAM 实践教程: UG NX3 注塑模具设计与制造 / 朱光力主编.

—北京: 人民邮电出版社, 2006.1

21 世纪高等职业教育计算机辅助设计与制造技术规划教材

ISBN 7-115-14107-X

I. 模... II. 朱... III. ①注塑—塑料模具—计算机辅助设计—应用软件, UG②注塑—塑料模具—计算机辅助制造—应用软件, UG IV. TQ320.66-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 122840 号

内 容 提 要

本书是一本模具 CAD/CAM 实践教程。书中首先简单介绍了注塑模具设计的基础知识及 Moldwizard 软件, 然后采用 4 个不同形式的注塑模具设计例子 (如二板模、三板模、点浇口、侧浇口、直浇口、斜导柱侧抽芯、一模一腔及一模多腔等), 详细介绍使用 UGNX3 模块中的 MoldWizard 模块自动模具设计、采用 UG-CAM 模块对模具的型腔零件数控编程加工的过程。

本书适于高职及大专院校的学生使用, 也可作为企业相关人员的自学用书。

21 世纪高等职业教育计算机辅助设计与制造技术规划教材 模具 CAD/CAM 实践教程——UG NX3 注塑模具设计与制造

- ◆ 主 编 朱光力
责任编辑 杨 堃
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 15
字数: 357 千字 2006 年 1 月第 1 版
印数: 1-3 000 册 2006 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-14107-X/TN · 2623

定价: 28.00 元 (附光盘)

读者服务热线: (010) 67170985 印装质量热线: (010) 67129223

21 世纪高等职业教育数控、模具技能教材 编写委员会

主 任 翁其金 王其昌 李迈强 李 华

副 主 任 刘亚琴 邱国庆 钱泉森 陈洪涛 虞建中 向 伟

委 员 (排名不分先后)

马西秦 邓志久 朱江峰 胡照海 周 虹 徐志扬

宋文学 贾崇田 刘战术 朱登洁 朱国平 唐 健

廖兆荣 首 珩 朱光力 蔡冬根 苏 珉 张光明

林海岚 罗学科 李 奇 张志鸣 周明湘 李名望

王浩钢 潘春燕 瞿川钰 朱国平 窦 凯 杨 堃

迟之鑫 王春海 刘小群 孟 奎 余少玲 郑 金

陈福安 左文钢 王泽中 陈智刚 黎 震 张国文

赵先仲 蔡向朝 杨好学 陈加明 丁学恭 黄 海

刘向东 杨化书

执行主编 杨 堃

执行副主编 蔡冬根 王浩钢 林海岚 李 奇

审 读 主 任 翁其金 张歧生 段来根 彭炎荣

丛书前言

在当今世界上，高度发达的制造业和先进的制造技术已经成为衡量一个国家综合经济实力和科技水平的最重要标志之一，成为一个国家在竞争激烈的国际市场上获胜的关键因素。目前，中国制造业已跻身世界第四位，中国已成为制造业大国，但尚不是制造业强国。中共十六大明确提出：“用高新技术和先进适用技术改造传统产业，大力振兴装备制造业”。当前，要从制造大国走向制造强国，必须优先发展先进制造业。这就要求，必须大力发展以数控技术为主的先进制造技术，提高模具设计制造水平，提升计算机辅助设计与制造（CAD/CAM）的技术水平。

自改革开放以来，到目前为止制造业在中国国民经济中的比重已占到45%，制造业部门成为GDP增长的主要支撑力量。无论从制造业占国民生产总值和财政收入的比重来讲，还是从扩大就业、保持社会稳定来讲，我们都可以肯定地说，至少在21世纪前50年制造业仍然是我国国民经济增长的主要源泉。

制造业要发展，人才是关键。尽快拥有一批高技能人才和高素质劳动者，是先进制造业实现技术创新和技术升级的迫切要求。高等职业教育担负着培养高技能人才的根本任务。中国打造“世界工厂”，为中国高等职业教育的发展提供了难得的机遇和艰巨的挑战。

为顺应中国制造业的深层次发展和现代设计方法、数控技术的广泛应用，人民邮电出版社组织全国知名专家，经过与现代数控、模具生产制造企业技术人员的反复研讨，编写了适合当前技术改革、紧跟技术发展的本套高职高专教材。本套教材包括数控技术、模具设计与制造技术、机械专业基础、辅助设计与制造技术四个系列。

全书以高等职业教学中的实际技能要求为主旨，内容简明扼要，突出重点。编写方法上注重发挥实例教学的优势，引入众多生产应用实例和操作实训题，便于读者对全书内容的融会贯通，加深理解。丛书特色主要有如下几点：

1. 全套教材的重点实例全部编入图册，形成全套教材的整体配合。图册既可以作为全套教材的总结，又可以作为工程实例中的模板。既可以使学生们在三年的学习之后，通过图册加以回顾；又可以在工作中，通过对已学实例加以修改完成工程项目要求。

2. 本套教材的例图尽量使用当前常用的新图，尽量贴近工程。

3. 辅助设计的教材全部采用“案例教学”的教学方法，并且设计了软件学会之后与工程实践相结合的实践教程（实践教程配有视频教学光盘）。

4. 采用螺旋结构、分四层逐级深入的教学方法，形成各系列教材的整体配合。

5. 课程的整体设计上，特别强调与工程实践的联系。各系列中最后的几门课程，尽量联系到当代工程的实例，使学生们在学习了一定的知识、掌握了相关的技能后，能够应用于工程中。

本套教材适合于高职高专院校机械类专业的数控、模具、基础和辅助设计的课程教学，也可选作数控、模具技能培训教材或从事数控加工和模具设计的广大工程技术人员的参考书。

我们衷心希望，全国关心高等职业教育的广大读者能够对本套教材的不当之处给予批评

指正；我们也热切盼望从事高等职业教育的教师、专家和我们联系，共同探讨数控、模具教学的课程组织方案和教材编写等相关问题，来信请发至 yangkun@ptpress.com.cn。

21 世纪高等职业教育数控、模具技能教材编写委员会

编者的话

一本好的教科书，它的内容除了要与教学目标相符合外，还要与时俱进，配合当前企业界的需求，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。

本书的作者都曾经在深圳一些外资企业使用 UG 软件进行模具设计与制造工作多年，后又在学校及大型的培训机构从事多年的 UG 软件及塑料模具设计教学工作，根据自己在企业实际工作情况及教学体验并综合了各方面的资料编写了这本书。全书首先介绍注塑模具设计的基础知识及 MoldWizard 软件，然后以几个具体的实例一步一步地讲述如何从产品的零件图到设计出模具以及模具型腔零件的加工，读者跟着本书实例步骤学完后，就能基本掌握 MoldWizard 软件的应用。本书是一本理论与实践兼顾的模具 CAD/CAM 实例教学的书籍，既适合高职及大专院校的学生作为教材，也适合企业相关人员自学。

本书具有以下特点。

1. 计算机软件采用 Unigraphics

UG 软件具有 CAD/CAM 一体化的功能，其 CAM 模块优于 Pro/E 和 MasterCAM，非常适合注塑模具设计与数控自动编程加工。

2. 实例多

本书采用 4 个不同形式的注塑模具设计例子（如二板模、三板模、点浇口、侧浇口、直浇口、斜导柱侧抽芯、一模一腔及一模多腔等），使用 UG 模块中的 MoldWizard 模块自动模具设计，采用 UG-CAM 模块对模具的型腔零件数控编程加工。读者通过这些例子能很快地掌握 MoldWizard 自动模具设计的方法以及 UG-CAM 自动数控编程的方法。

3. 软件版本新

本书使用的软件为当前最新版本：UGNX 3.0，MoldWizard 3.0。

4. 本书附有教学光盘，全过程演示本书的 MoldWizard 自动模具设计、UG-CAM 自动数控编程的实例，某些例子还配有声音解释。

全书共分 4 章，第 1 章、第 2 章和第 3 章的 3.1 节由深圳职业技术学院朱光力编写，第 3 章的 3.2 节、第 4 章的 4.2、4.3 节由深圳职业技术学院周建安编写，第 4 章的 4.1 节由深圳职业技术学院王学平编写，第 3 章的 3.4 节由广州今明科技有限公司周智鹏编写。

在本书的编写过程中，深圳南方模具厂总工程师薛爱群、深圳康佳精密模具厂工程师洪建明、深圳爱义模具厂（中美合资）技术部经理袁军等工程技术人员对书中的一些具体技术问题给予了帮助并提供了一些技术资料，在此深表感谢。

正是各位教授模具设计、CAD/CAM 软件的老师以及从事模具设计、数控编程加工的工

程技术人员的支持与帮助，才使得编者有机会尝试以新的形式编写这本模具 CAD/CAM 软件实际应用书，由于水平有限，书中难免存在不妥和错误之处，敬请读者不吝赐教，以便得以修正，以臻完善，则不胜感激。

编者

2005年8月

目 录

第 1 章 注塑模具设计基础	1
1.1 塑件制品分析	1
1.2 模具设计的有关计算	1
1.3 模具结构设计	3
1.4 模具零件材料	15
1.5 选购模架及其他标准件	15
第 2 章 MoldWizard 简介	18
2.1 MoldWizard 设计过程	18
2.1.1 加载产品	18
2.1.2 定义模具坐标系	18
2.1.3 计算收缩率	20
2.1.4 定义成型镶件/模型嵌件	20
2.1.5 多腔模布局	21
2.1.6 MoldWizard 工具	21
2.1.7 定义分型线、分型面、型腔和型芯	21
2.1.8 加入模架	21
2.1.9 加入标准件	22
2.2 项目装配成员简介	23
2.2.1 主项目装配成员	23
2.2.2 子项目装配成员	24
第 3 章 MoldWizard 注塑模具设计实例	26
3.1 放大镜注塑模具设计	26
3.1.1 绘制放大镜三维图	26
3.1.2 放大镜模具设计	33
3.2 塑料杯注塑模具设计	84
3.2.1 绘制塑料杯三维图	84
3.2.2 塑料杯注塑模具设计	86
3.3 手机壳注塑模具设计	97
3.3.1 绘制手机壳三维图	97
3.3.2 手机壳注塑模具设计	114
3.4 线路盒注塑模具设计	137
第 4 章 模具型腔零件自动数控编程	187
4.1 放大镜型腔零件加工自动编程	187

4.2 手机模具型腔零件数控加工自动编程	206
4.3 手机模具型芯零件数控加工自动编程	221
参考文献	229

第 1 章

注塑模具设计基础

注塑模具设计通常的步骤是首先对注塑的产品或图纸进行分析，确定模具型腔数，然后确定分型面，确定浇注系统形式，大致确定型腔零件的大小和结构，确定塑件脱模方式，选用标准模架及其他标准零部件（如浇口套、顶杆等）以及设计冷却系统等等，最后设计出整套模具。

1.1 塑件制品分析

1. 明确制品设计要求

仔细阅读塑件制品零件图，从制品的塑料品种、塑件形状、尺寸精度和表面粗糙度等各方面考虑注塑成型工艺的可行性和经济性，必要时，要与产品设计者探讨制品的材料种类与结构修改的可能性。

2. 明确制品的生产批量

塑料制品在小批量生产时，为降低成本，模具应尽可能简单；在大批量生产时，应在保证塑件质量前提下，尽量采用一模多腔或高速自动化生产，以缩短生产周期，提高生产效率，因此对模具的推出机构，塑件和流道凝料的自动脱模机构提出了严格要求。

3. 计算制品的体积和重量

计算制品的体积和重量是为了选用注射机，提高设备利用率，确定模具型腔数。

1.2 模具设计的有关计算

1. 型腔型芯工作尺寸的计算

塑料在高温熔融状态注入模具型腔里面，冷却后从模具型腔中取出，由于热胀冷缩现象，冷却后的塑件尺寸小于模具型腔相应的尺寸，因此，模具型腔尺寸主要考虑的是塑料收缩率的问题。另外还有一些相关的公差尺寸。

(1) 凹模的工作尺寸计算

凹模是成型塑件外形的模具零件，其工作尺寸属包容尺寸，在使用过程中凹模的磨损会使包容尺寸逐渐地增大。所以，为了使得模具的磨损而留有修模的余地以及装配的需要，在设计模具时，包容尺寸尽量取下限尺寸，尺寸公差取上偏差。具体计算公式如下。

凹模的径向尺寸计算公式:

$$L = [L_{\text{塑}}(1+k) - (3/4)\Delta]^{+\delta} \quad (1-1)$$

式中: $L_{\text{塑}}$ ——塑件外形公称尺寸;

k ——塑料的平均收缩率;

Δ ——塑件的尺寸公差;

δ ——模具制造公差, 取塑件相应尺寸公差的 1/3~1/6。

凹模的深度尺寸计算公式:

$$H = [H_{\text{塑}}(1+k) - (2/3)\Delta]^{+\delta} \quad (1-2)$$

式中: $H_{\text{塑}}$ ——塑件高度方向的公称尺寸。

(2) 凸模的工作尺寸计算

凸模是成型塑件外形的模具零件, 其工作尺寸属被包容尺寸, 在使用过程中凸模的磨损会使被包容尺寸逐渐地减小。所以, 为了使得模具的磨损而留有修模的余地以及装配的需要, 在设计模具时, 被包容尺寸尽量取上限尺寸, 尺寸公差取下偏差。具体计算公式如下。

凸模的径向尺寸计算公式:

$$l = [l_{\text{塑}}(1+k) + (3/4)\Delta]_{-\delta} \quad (1-3)$$

式中: $l_{\text{塑}}$ ——塑件内形径向公称尺寸。

凸模的高度尺寸计算公式:

$$h = [h_{\text{塑}}(1+k) + (2/3)\Delta]_{-\delta} \quad (1-4)$$

式中: $h_{\text{塑}}$ ——塑件深度方向的公称尺寸。

(3) 模具中的位置尺寸计算

模具中的位置尺寸(如孔的中心距尺寸)计算公式:

$$C = C_{\text{塑}}(1+k) \pm \delta/2 \quad (1-5)$$

式中: $C_{\text{塑}}$ ——塑件位置尺寸。

2. 型腔壁厚、底板厚度的确定

型腔壁厚、底板厚度的确定, 理论上是通过力学的刚度及强度公式进行计算的。刚度不足将产生过大的弹性变形, 并产生溢料间隙; 强度不足会导致型腔产生塑性变形甚至破裂。

由于注塑成型受温度、压力、塑料特性及塑件复杂程序等因素的影响, 所以以理论计算并不能完全真实地反映结果。通常模具设计中, 型腔壁厚及支承板厚度不通过计算确定, 而是凭经验确定。表 1-1、表 1-2 中列举了一些经验数据供设计时参考。

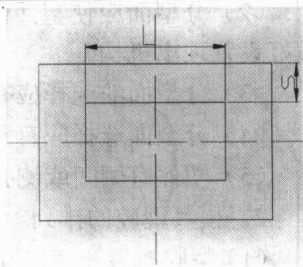
3. 模具加热、冷却系统的确定

对于大多数热塑性塑料, 模具上不需设置加热装置。为了缩短成型周期, 需要对模具进行冷却, 通常用水对模具进行冷却, 即在注塑完成后通循环冷水到靠近型腔的零件上或型腔

表 1-1

型腔侧壁厚度 S 的经验数据

型腔压力 (MPa)	型腔侧壁厚度 S (mm)
<29 (压塑)	$0.14L+12$
<49 (压塑)	$0.16L+15$
<49 (注塑)	$0.20L+17$

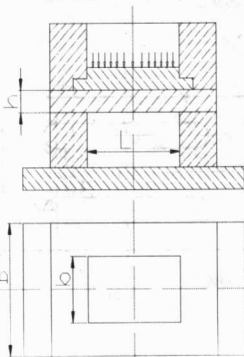


注：型腔为整体式， $L > 100\text{mm}$ 时，表中值需乘以 0.85~0.9。

表 1-2

支承板厚度 b 的经验数据

b (mm)	$b \approx L$ (mm)	$b \approx 1.5L$ (mm)	$b \approx 2L$ (mm)
<102	$(0.12 \sim 0.13) b$	$(0.10 \sim 0.11) b$	$0.08b$
102~300	$(0.13 \sim 0.15) b$	$(0.11 \sim 0.12) b$	$(0.08 \sim 0.09) b$
300~500	$(0.15 \sim 0.17) b$	$(0.12 \sim 0.13) b$	$(0.09 \sim 0.10) b$



注：当压力 $P < 29\text{MPa}$ ， $L \geq 1.5b$ 时，取表中数值乘以 1.25~1.35；当 $29\text{MPa} \leq P < 49\text{MPa}$ ， $L \geq 1.5b$ 时，取表中数值乘以 1.5~1.6。

零件上的孔内，以便迅速使模具冷却。设计水道时通常应注意以下原则。

(1) 冷却水孔数量应尽可能多，孔径尽可能大。冷却水孔中心线与型腔壁的距离应为冷却通道直径的 1~2 倍（通常为 12mm~15mm），冷却通道之间原则上中心距约为水孔直径的 3~5 倍。通道直径一般在 8mm 以上。

(2) 冷却水孔至型腔表面的距离应尽可能相等。当塑件壁厚均匀时，冷却水孔与型腔表面的距离应尽可能的处处相等，当塑件壁厚不均匀时，应在厚壁处强化冷却。

(3) 浇口处要加强冷却。

(4) 冷却水孔道不应穿过镶块或其接缝部位，以防漏水。

(5) 冷却水孔应避免设在塑件的熔接痕处。

(6) 进出口水管接头的位置应尽可能设在模具的同一侧，通常设在注射机的背面。

1.3 模具结构设计

1. 产品成型分型面选择

分型面的选择应遵循以下原则。

- (1) 分型面应取在塑件尺寸最大处，产品可顺利脱模。
- (2) 分型面应使塑件留在动模部分，即凸模（型芯）设置在动模部分，因为动模部分比较好设置顶出机构。
- (3) 分型面的选择应有利于保证塑件的外观质量和精度要求。
- (4) 分型面选择应有利于成型零件的加工制造。
- (5) 塑件有侧凹或侧孔时，侧向滑块型芯宜放在动模一侧，这样模具结构较简单。

2. 模具型腔的排列

(1) 型腔布置和浇口开设部位力求对称，以防止模具承受偏载而产生溢料现象。如图 1-1 所示，其中图 (b) 的布置比图 (a) 合理。

(2) 型腔排列要尽可能地减少模具外形尺寸。如图 1-2 所示，其中图 (b) 的布置比图 (a) 合理。

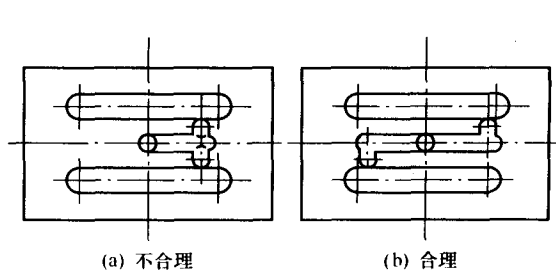


图 1-1

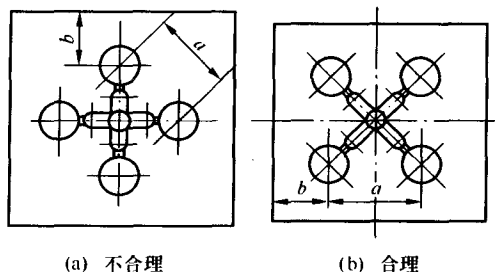


图 1-2

(3) 浇注系统流道应尽可能短，断面尺寸适当（太小则压力及热量损失大，太大则塑料耗费大），尽量减小弯折，表面粗糙度要低，以使热量及压力损失尽可能小。

(4) 对多型腔应尽可能使塑料熔体在同一时间内进入各个型腔的深处及角落，即分流道尽可能采用平衡式布置。

3. 流道设计

(1) 冷料井设计

冷料井位于主流道正对面的动模板上，或处于分流道末端，其作用是捕集料流的前锋的“冷料”，防止“冷料”进入型腔而影响塑件质量；开模时又能将主流道的凝料拉出。冷料井的直径宜大于主流道大端直径，长度约为主流道大端直径。

各种冷料井的结构如图 1-3 所示。

(2) 分流道设计

流道分主流道和分流道，主流道是由标准的浇口套尺寸决定，分流道尺寸由自己设计，分流道截面形状可以是圆形、半圆形、矩形、梯形和 U 形等，如图 1-4 所示。在实际生产中较常用的截面形状为圆形、梯形、半圆形和 U 形。

分流道尺寸由塑料品种、塑件的大小及流道长度确定。对于重量在 200g 以下，壁厚在 3mm 以下的塑件，可用下面的经验公式计算分流道的直径。

$$D = 0.2654W^{1/2}L^{1/4}$$

式中：D——分流道的直径 (mm)；

W——塑件的质量 (g)；

L ——分流道的长度 (mm)。

此式计算的分流道直径限于 $3.2\text{mm} \sim 9.5\text{mm}$ 。对于 HPVC 和 PMMA 材料, 则应将计算结果增加 25%。对于梯形分流道, $H=2D/3$; 对于 U 形分流道, $H=1.25R$ 、 $R=0.5D$; 对于圆形大分流道, $H=0.45R$ 。D 算出后一般取整数。

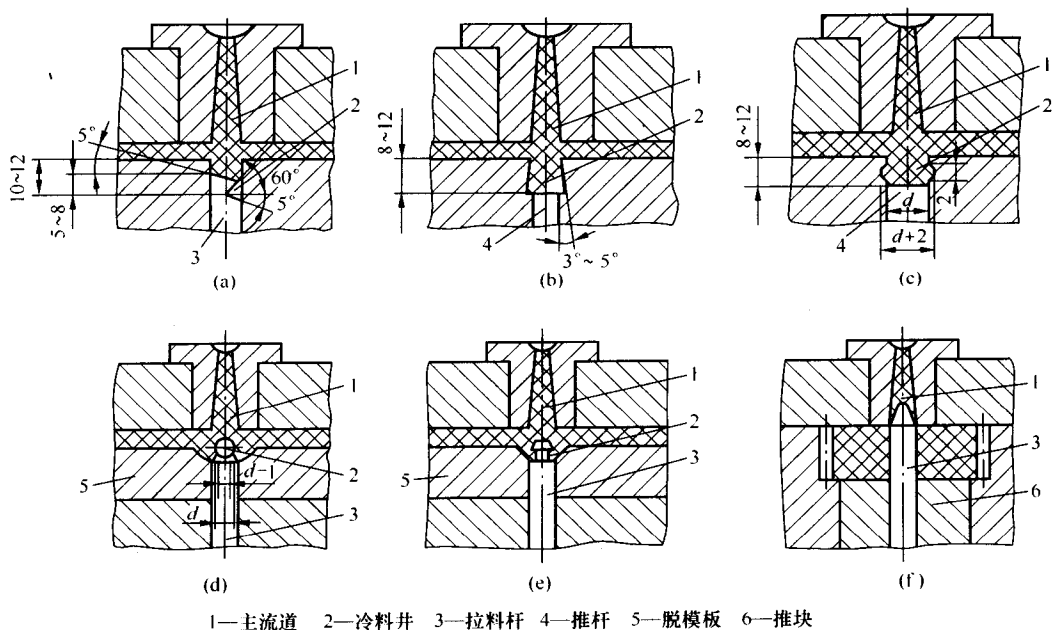


图 1-3

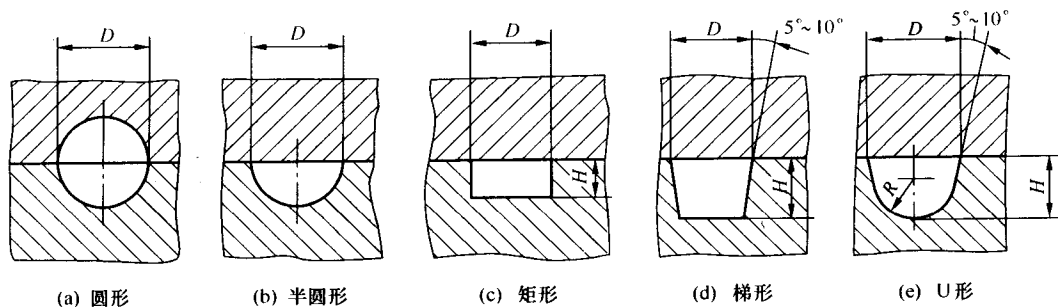


图 1-4

常用塑料的分流道直径列于表 1-3 中。由表中可见, 对于流动性极好的塑料 (如 PE、PA 等), 当分流道很短时, 其直径可小到 2mm 左右; 对于流动性差的塑料 (如 PC、HPVC 及 PMMA 等), 分流道直径可以大到 13mm。大多数塑料所用分流道的直径为 6mm~10mm。

分流道设计要点如下。

- ① 在保证足够的注射压力使塑料熔体顺利充满型腔的前提下, 分流道截面积与长度尽量取小值, 分流道转折处应以圆弧过渡。
- ② 分流道较长时, 在分流道的末端应开设冷料井。

③ 分流道与浇口连接处应加工成斜面，并用圆弧过渡。

表 1-3 常用塑料分流道直径推荐值

材料名称	分流道直径 (mm)	材料名称	分流道直径 (mm)
ABS、SAN、AS	4.5~9.5 1.6~10	PC	6.4~10
POM	3.0~10	PE	1.6~10
PP	1.6~10	HIPS	3.2~10
CA	1.6~11	PS	1.6~10
PA	1.6~10	PSF	6.4~10
PPO	6.4~10	SPVC	3.1~10
PPS	6.4~13	HPVC	6.4~16

分流道与浇口的连接方式如图 1-5 所示。

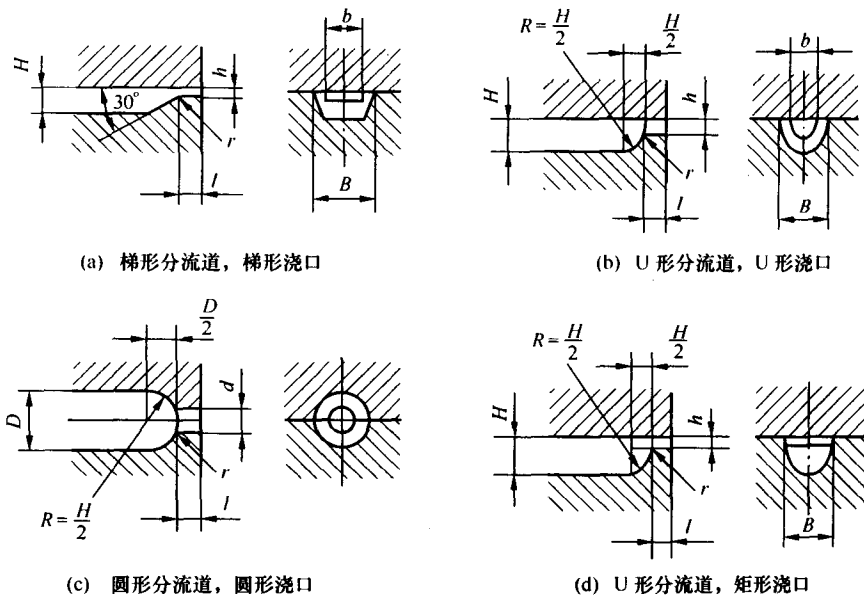


图 1-5

(3) 浇口设计

浇口又称进料口，其截面积约为分流道截面积的 0.03~0.09。浇口长度约为 0.5mm~2mm，浇口具体尺寸一般根据经验确定，取其下限值，然后在试模时，逐步纠正。

浇口的形式有以下几种。

① 直浇口：在单型腔模具中常用来成型大而深的塑件，如图 1-6 所示。它对各种塑料都适用。特别是粘度高、流道性差的塑料，如 PC、PSF 等。

用直浇口成型浅而平的塑件时会产生弯曲和翘曲现象，同时去除浇口不便，有明显的浇

口痕迹，所以设计时，浇口应尽可能小些。成型薄壁塑件时，浇口根部的直径最多等于塑件壁厚的2倍。

② 侧浇口：侧浇口又称边缘浇口，其断面为矩形，一般开在分型面上，从塑件侧面进料，它可按需要合理选择浇口位置，尤其适用于一模多腔，如图1-7所示。一般取宽 $B=1.5\text{mm}\sim 5\text{mm}$ ，厚 $h=0.5\text{mm}\sim 2\text{mm}$ （也可取塑件壁厚的 $1/3\sim 2/3$ ），长 $L=0.7\text{mm}\sim 2\text{mm}$ 。

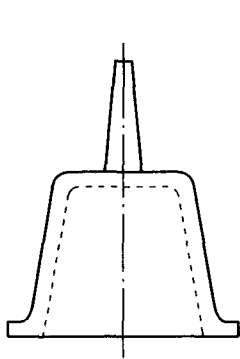


图 1-6

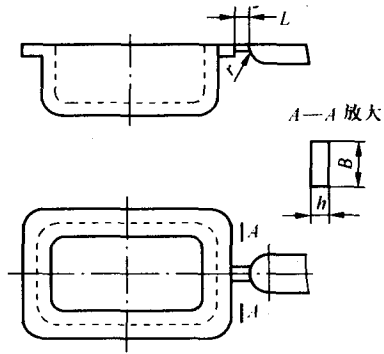


图 1-7

对于不同形状的塑件，侧浇口可设计成多种变异形式，如图1-8所示。

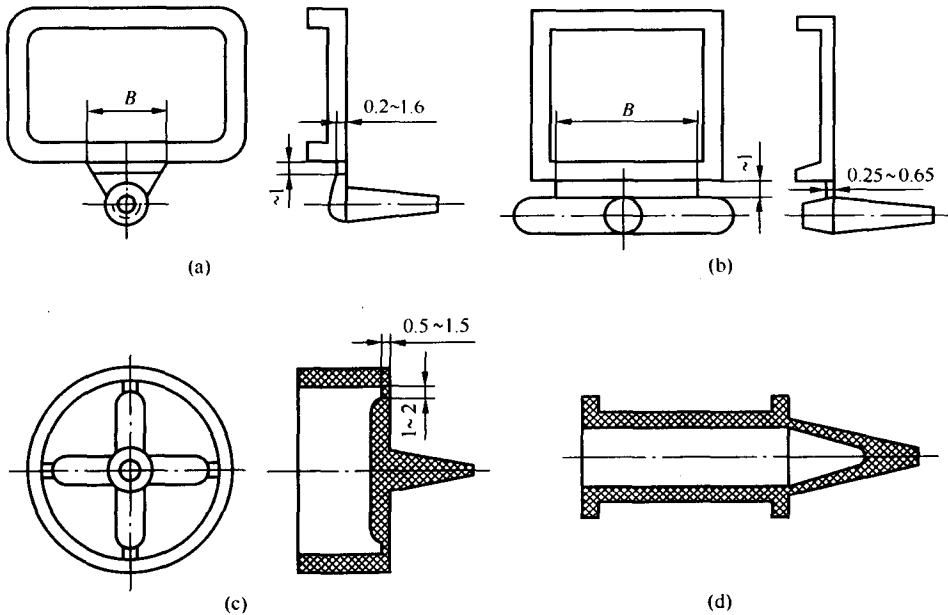


图 1-8

③ 点浇口：点浇口又称针点式浇口，如图1-9所示。点浇口广泛应用于各类壳型塑件。开模时，浇口可自行拉断。

图1-9中， $L=0.5\text{mm}\sim 2\text{mm}$ ， $d=0.5\text{mm}\sim 1.5\text{mm}$ ， $R=1.5\text{mm}\sim 3\text{mm}$ 。浇口与塑件连接处，为防止点浇口拉断时损坏塑件，可设计成具有小凸台的形式，如图1-9（b）所示。