

设计专家

UG NX 4.0 模具设计

精选实例详解教程

彭响方 陈己明 常春藤 编著



附光盘



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

设计专家

TG76-39/127D

2007

UG NX 4.0 模具设计

精选实例详解教程

彭响方 陈己明 常春藤 编著

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

UG NX 4.0 模具设计精选实例详解教程/彭响方, 陈已明, 常春藤编著. —北京: 人民邮电出版社, 2007.12
ISBN 978-7-115-16709-5

I. U… II. ①彭…②陈…③常… III. 模具—计算机辅助设计—应用软件, UG NX 4.0—教材 IV. TG76-79

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 130777 号

内 容 提 要

UG NX 4.0 的 MoldWizard 模块是 UGS 公司最新推出的注塑模具设计的专业平台, 它具有强大的模具设计功能。本书按照 MoldWizard 的模具设计思路, 以实例的方式介绍了使用它进行注塑模具设计的全过程, 主要包括: 项目初始化、产品模型修补、产品模型验证、分型线与分型面的创建、分型过程、设计变更、标准模架库及常用标准件的设计与加载、滑块与斜顶设计、浇注系统与冷却系统的设计、BOM 报表与模具工程图的制作、模具部件的建腔以及电极设计等内容, 并在每节给出了相应的综合练习, 以帮助读者迅速提高模具设计能力。

本书内容丰富, 讲解清晰透彻, 适用于模具设计人员, 也可作为模具设计培训机构以及大中专院校的教材。

UG NX 4.0 模具设计精选实例详解教程

- ◆ 编 著 彭响方 陈已明 常春藤
责任编辑 刘 洋
- ◆ 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>
北京顺义振华印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 30.75
字数: 757 千字
印数: 1—4 500 册
- 2007 年 12 月第 1 版
2007 年 12 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-16709-5/TN

定价: 58.00 元 (附光盘)

读者服务热线: (010)67129258 印装质量热线: (010)67129223

UG NX 4.0 是 UGS 公司推出的功能非常强大的 CAD/CAM/CAE 软件,在机械设计与制造和模具等行业应用十分广泛,其中的 MoldWizard 模块更是注塑模设计行业中的一面旗帜,它依据注塑模设计的基本思路,为用户提供了方便快捷的设计步骤,集成了大量的常用标准模架库和标准件库,具有强大的镶件设计以及电极设计功能,把模具设计过程变成一个简单的开发过程,大大降低了模具设计人员的工作强度,提高了模具开发速度。

本书以最新推出的中文版 MoldWizard 4.0 和注塑模的成型工艺为基础,以实例和技术讲解为主线,由浅入深、循序渐进地介绍了 MoldWizard 4.0 在注塑模具设计中的应用,主要包括注塑成型工艺基础、项目初始化、产品模型修补、产品模型验证、分型线与分型面的创建、分型过程、设计变更、标准模架库及常用标准件的设计与加载、滑块与斜顶的设计、浇注系统与冷却系统的设计、BOM 报表与模具工程图的制作、模具部件的建腔以及电极设计等内容,通过大量的典型实例对该模块各项功能的具体应用进行了剖析,并通过综合实例来演示这些功能在实际的模具设计中的综合应用。

对模具设计涉及的每部分内容,本书首先以入门引例为引导,通过实例的讲解使读者对每部分内容有个初步的认知,然后进行相关技术内容的剖析,对每部分内容给出了大量的操作实例及相关练习,以帮助读者迅速提升应用该软件进行模具设计的能力。

本书作者具有丰富的模具设计经验,对模具的注塑成型工艺有着深刻的认识,因此,本书的很多设计实例来自于实际生产,希望读者能紧随作者的讲解思路,迅速掌握其中的技巧,为日后从事模具设计工作奠定良好的基础。

本书所附的光盘包含了书中所提及的所有实例模型以及操作结果文件,读者可以在学习过程中参照实例进行演练,以迅速掌握使用 MoldWizard 进行模具设计的技术要领。

本书内容丰富,讲解清晰透彻,实用性非常强。可作为 UG NX 4.0 软件应用者和产品设计人员以及从事塑料注塑模具设计的技术人员的自学教材和参考书,也可作为模具设计培训机构以及大中专院校的教材。

本书在编写过程中得到了彭响方教授的大力支持,同时也得到了各界同仁和朋友的支持、鼓励和帮助,他们是常春藤、覃孟然、陈开源、赖鹏、童玉宝、梁泉水、刘泽等,在此对他们表示衷心的感谢!

最后要感谢胡晓琴女士，没有她的支持和鼓励，本书很难完成。

由于作者水平有限，书中难免会有疏漏或不足之处，恳请广大读者批评指正。

本书责任编辑邮箱：liuyang@ptpress.com.cn。

华南理工大学聚合物国家工程研究中心 陈己明

2007年6月于广州

第 1 章 模具设计基础	1
1.1 注塑成型工艺	1
1.1.1 注塑工艺参数	1
1.1.2 注塑成型工艺过程	2
1.1.3 工艺控制	5
1.2 成型零件的设计	7
1.3 注塑模具的分类与结构	15
1.3.1 注塑模具的分类	15
1.3.2 注塑模具的结构	16
1.4 注塑模具的设计过程	18
1.5 MoldWizard 简介	19
1.5.1 MW NX4.0 的主要工作阶段	19
1.5.2 MW 设计过程	20
1.5.3 MW 菜单功能简介	21
本章小结	22
第 2 章 项目初始化	23
2.1 入门引例——剃须刀盖	23
2.2 知识要点	26
2.2.1 装载产品	27
2.2.2 模具坐标系	29
2.2.3 产品收缩率	30
2.2.4 模坯设置	31
2.2.5 模腔布局	34
2.2.6 多件模布局	40
2.2.7 参数设置	41
2.3 综合实例	46
2.3.1 综合实例 1——塑料面板	46

2.3.2	综合实例 2——多件模项目初始化	50
2.4	精选练习	58
2.4.1	练习 1——塑料盖	58
2.4.2	练习 2——固定扣	59
2.4.3	练习 3——手机外壳	60
	本章小结	61
第 3 章	模型修补	62
3.1	入门引例——电机盖	62
3.2	知识要点	67
3.2.1	创建工具体	67
3.2.2	实体分割工具	69
3.2.3	修补工具	74
3.2.4	面分割工具	92
3.2.5	其他工具	94
3.3	综合实例	97
3.3.1	综合实例 1——塑料底座模型修补	97
3.3.2	综合实例 2——鼠标底盖模型修补	107
3.4	精选练习	116
3.4.1	练习 1——塑料盖	116
3.4.2	练习 2——电表外壳	117
3.4.3	练习 3——手机外壳	119
	本章小结	123
第 4 章	分型工具	124
4.1	入门引例——剃须刀盖分型	124
4.2	知识要点	132
4.2.1	模型验证 (MPV)	133
4.2.2	提取区域与分型线	138
4.2.3	创建/删除补片面	143
4.2.4	编辑分型线	145
4.2.5	定义/编辑分型段	150
4.2.6	创建/编辑分型面	155
4.2.7	创建型腔和型芯	161
4.2.8	抑制分型	162
4.2.9	模型比较	163
4.2.10	交换模型	165
4.3	综合实例	180
4.3.1	综合实例 1——塑料底座分型实例	180

4.3.2 综合实例 2——鼠标底盖分型实例	189
4.4 精选练习	201
4.4.1 练习 1——塑料盖分型	201
4.4.2 练习 2——电表外壳分型	203
4.4.3 练习 3——手机外壳分型	206
本章小结	209
第 5 章 模架库与标准件	210
5.1 入门引例——电机盖加载模架与标准件	210
5.2 知识要点	216
5.2.1 标准模架库	216
5.2.2 常用标准件	221
5.2.3 滑块和斜顶	229
5.2.4 顶杆的成型	249
5.2.5 材料清单 (BOM 表)	250
5.2.6 模具图	252
5.3 综合实例	258
5.3.1 综合实例 1——塑料底座模具加载模架与标准件实例	258
5.3.2 综合实例 2——鼠标盖模具加载标准模架与标准件实例	266
5.4 精选练习	275
5.4.1 练习 1——塑料盖模具加载标准件	275
5.4.2 练习 2——塑料玩具盖模具加载标准件	278
5.4.3 练习 3——显示器前盖模具加载标准件	281
本章小结	289
第 6 章 完成模具设计的其他功能	290
6.1 入门引例——电机盖	290
6.2 知识要点	301
6.2.1 浇注系统	301
6.2.2 冷却系统	317
6.2.3 镶件	334
6.2.4 建腔	347
6.2.5 电极	351
6.3 综合实例	366
6.3.1 综合实例 1——玩具盖	366
6.3.2 综合实例 2——手机外壳	375
6.4 精选练习	387
6.4.1 练习 1——塑料盖	387
6.4.2 练习 2——电表盖	394

6.4.3 练习3——显示器前盖	401
本章小结	409
第7章 综合实例	410
7.1 综合实例一——支撑套模具设计	410
7.1.1 项目初始化	411
7.1.2 分割跨越面与模型修补	414
7.1.3 分型	419
7.1.4 加载标准件	426
7.1.5 浇注系统设计	435
7.1.6 冷却系统设计	439
7.1.7 镶件制作	444
7.1.8 建腔	450
7.1.9 保存文件	452
7.2 综合实例二——塑料底座模具设计	452
7.2.1 项目初始化	453
7.2.2 模型修补	457
7.2.3 分型	461
7.2.4 加载标准件	466
7.2.5 浇注系统设计	471
7.2.6 冷却系统设计	474
7.2.7 建腔	481
7.2.8 保存文件	483
本章小结	483

1.1 注塑成型工艺

注塑成型工艺是塑料制品成型的一种非常常用的方法，它的工艺流程如图 1-1 所示。

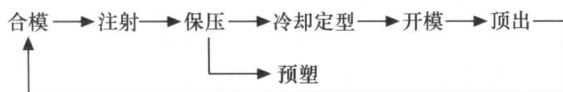


图 1-1

从以上工艺流程可以看出，注塑成型是一个循环过程，完成注塑成型需要经过预塑、注塑、冷却定型 3 个阶段。

(1) 预塑阶段：螺杆开始旋转，然后将从料斗输送过来的塑料向螺杆前端输送，塑料在高温和剪切力的作用下塑化均匀并逐步聚集在料筒的前端，随着熔融塑料的聚集，压力越来越大，最后克服螺杆背压将螺杆逐步往后推，当料筒前部的塑料达到所需的注塑量时，螺杆停止后退和转动，预塑阶段结束。

(2) 注塑阶段：螺杆在注塑油缸的作用下向前移动，将储存在料筒前部的塑料以多级速度和压力向前推压，经过流道和浇口注入已闭合的模具型腔中。

(3) 冷却定型阶段：塑料在模具型腔中经过保压，直至型腔中压力消失，然后进入冷却定型阶段。在一个生产周期中，冷却定型时间占的比例最大。

注塑过程是一个周期性循环过程，每个循环都要完成合模、填充、保压、冷却、开模、顶出制品等操作。其中，注塑（熔体填充）、保压和冷却是关系到能否顺利成型的 3 个关键环节。然而熔体的流动行为和填充特性又和填充的压力、速度以及熔体的温度密切相关，了解熔体的流动行为等相关特性，对于设计整个注塑工艺意义重大。

1.1.1 注塑工艺参数

1. 注塑压力

注塑压力是由注塑系统的液压系统提供的。液压缸的压力通过注塑机螺杆传递到塑料熔体上，塑料熔体在压力的推动下，经注塑机的喷嘴进入模具的主流道、分流道，并经浇口进

入模具型腔，这个过程即注塑过程，或者称为填充过程。压力的存在是为了克服熔体流动过程中的阻力，或者反过来说，流动过程中存在的阻力需要注塑机的压力来抵消，以保证填充过程顺利进行。

在注塑过程中，注塑机喷嘴处的压力最高，以克服熔体在全程中的流动阻力。其后，压力沿着流动长度往熔体最前端波前处逐步降低，如果模腔内部排气良好，则熔体前端最后的压力就是大气压。

影响熔体填充压力的因素很多，概括起来说有 3 类：一类是材料因素，如塑料的类型、粘度等；一类是结构性因素，如浇注系统的类型、数目和位置，模具的型腔形状以及制品的厚度等；一类是成型的工艺因素。

2. 注塑时间

这里所说的注塑时间是指塑料熔体充满型腔所需要的时间，不包括模具开、合等辅助时间。尽管注塑时间很短，对于成型周期的影响也很小，但是注塑时间的调整对于浇口、流道和型腔的压力控制有着很大作用。合理的注塑时间有助于熔体理想填充，而且对于提高制品的表面质量以及减小尺寸公差有着非常重要的意义。

注塑时间要远远低于冷却时间，大约为冷却时间的 $1/10 \sim 1/15$ ，这个规律可以作为预测塑件全部成型时间的依据。在作模流分析时，只有在熔体完全是由螺杆旋转推动注满型腔的情况下，分析结果中的注塑时间才等于工艺条件中设定的注塑时间。如果在型腔充满前发生螺杆的保压切换，那么分析结果将大于设定的工艺条件。

3. 注塑温度

注塑温度是影响注塑压力的重要因素。注塑机料筒有 5~6 个加热段，每种原料都有其合适的加工温度（详细的加工温度可以参阅材料供应商提供的数据）。注塑温度必须控制在一定的范围内。温度太低，熔料塑化不良，影响成型件的质量，增加工艺难度；温度太高，原料容易分解。在实际的注塑成型过程中，注塑温度往往比料筒温度高，高出的数值与注塑速率和材料的性能有关，最高可达 30°C 。这是由于熔料通过注料口时受到剪切而产生很高的热量造成的。在作模流分析时可以通过两种方式补偿这种差值：一种是设法测量熔料对空注塑时的温度，另一种是建模时将射嘴也包含进去。

4. 保压压力与时间

在注塑过程将近结束时，螺杆停止旋转，只是向前推进，此时注塑进入保压阶段。保压过程中注塑机的喷嘴不断向型腔补料，以填充由于制件收缩而空出的容积。如果型腔充满后不进行保压，制件大约会收缩 25% 左右，特别是筋处由于收缩过大而形成收缩痕迹。保压压力一般为充填最大压力的 85% 左右，当然要根据实际情况来确定。

5. 背压

螺杆反转后退储料时所需要克服的压力。采用高背压有利于色料的分散和塑料的融化，但却同时延长了螺杆回缩时间，降低了塑料纤维的长度，增加了注塑机的压力，因此背压应该低一些，一般不超过注塑压力的 20%。注塑泡沫塑料时，背压应该比气体形成的压力高。

1.1.2 注塑成型工艺过程

塑件的注塑成型工艺过程主要包括填充—保压—冷却—脱模等 4 个阶段，这 4 个阶段直接决定着制品的成型质量，而且它们是一个完整、连续的过程。下面对这 4 个工艺过程进行

介绍。

1. 填充阶段

注塑过程是整个注塑循环过程中的第一步，从模具闭合开始注塑算起，到模具型腔填充到大约 95% 为止。理论上，填充时间越短，成型效率越高，但是实际中，成型时间或者注塑速度要受到很多条件的制约。

(1) 高速填充。高速填充时剪切率较高，塑料由于剪切变稀的作用而存在粘度下降的情形，使整体流动阻力降低；局部的粘滞加热影响也会使固化层厚度变薄。因此在流动控制阶段，填充行为往往取决于待填充的体积大小。即在流动控制阶段，由于高速填充，熔体的剪切变稀效果往往很大，而薄壁的冷却作用并不明显，于是速率的效用占了上风。高速填充如图 1-2 所示。

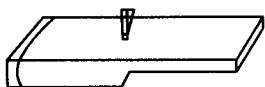


图 1-2

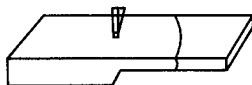


图 1-3

由于喷泉流动的原因，在流动波前面的塑料高分子链排向几乎平行于流动波前。因此两股塑料熔胶在交汇时，接触面的高分子链互相平行；加上两股熔胶性质各异（在模腔中滞留时间不同，温度、压力也不同），造成熔胶交汇区域在微观上结构强度较差。在光线下游件摆放适当的角度用肉眼观察，可以发现明显的接合线产生，这就是熔接痕的形成机理。熔接痕不仅影响塑件外观，而且由于微观结构的松散，易造成应力集中，从而使得该部分的强度降低而发生断裂。

一般而言，在高温区产生熔接的熔接痕强度较佳，因为在高温情形下，高分子链活动性较佳，可以互相穿透缠绕，此外，高温区域两股熔体的温度较为接近，熔体的热性质几乎相同，增加了熔接区域的强度；反之在低温区域，熔接强度较差。

2. 保压阶段

保压阶段的作用是：持续施加压力，压实熔体，增加塑料密度（增密），以补偿塑料的收缩行为。在保压过程中，由于模腔中已经填满塑料，背压较高。在保压压实过程中，注塑机螺杆仅能慢慢地向前作微小移动，塑料的流动速度也较为缓慢，这时的流动称作保压流动。在保压阶段，由于塑料受模壁冷却固化加快，熔体粘度增加也很快，因此模具型腔内的阻力很大。在保压的后期，材料密度持续增大，塑件也逐渐成型。保压阶段要一直持续到浇口固化为止，此时保压阶段的模腔压力达到最高值。

在保压阶段，由于压力相当高，塑料呈现部分可压缩特性。在压力较高的区域，塑料较为密实，密度较高；在压力较低的区域，塑料较为疏松，密度较低。因此造成密度分布随位置及时间发生变化。保压过程中塑料流速极低，流动不再起主导作用，压力为影响保压过程的主要因素。保压过程中塑料已经充满模腔，此时逐渐固化的熔体作为传递压力的介质。模

腔中的压力借助塑料传递至模壁表面,有撑开模具的趋势,因此需要适当的锁模力进行锁模。涨模力在正常情形下会微微将模具撑开,对于模具的排气具有帮助作用;但若涨模力过大,易使成型品产生毛边、溢料,甚至撑开模具。因此在选择注塑机时,应选择具有足够大锁模力的注塑机,以防止涨模现象并能有效进行保压。

3. 冷却过程

在注塑成型模具中,冷却系统的设计非常重要。这是因为成型塑料制品只有冷却固化到一定刚性,脱模后才能避免因受到外力而产生变形。由于冷却时间占整个成型周期的约 70%~80%,因此设计良好的冷却系统可以大幅缩短成型时间,提高注塑生产率,降低成本。设计不当的冷却系统会使成型时间拉长,增加成本;冷却不均匀更会进一步造成塑料制品的翘曲变形。

塑料制品的冷却过程,根据实验,由熔体进入模具的热量大体分两部分散发:一部分有 5%,经辐射对流传递到大气中;其余 95%从熔体传导到模具。塑料制品在模具中由于冷却水管的作用,热量由模腔中的塑料通过热传导经模架传至冷却水管,再通过热对流被冷却液带走。少数未被冷却水带走的热量则继续在模具中传导,直至接触外界后散发于空气中。

注塑成型的成型周期由合模时间、填充时间、保压时间、冷却时间及脱模时间组成。其中以冷却时间所占比重最大,大约为 70%~80%。因此冷却时间将直接影响塑料制品成型周期长短及产量大小。脱模阶段塑料制品温度应冷却至低于塑料制品的热变形温度,以防止塑料制品因残余应力导致的松弛现象或脱模外力所造成的翘曲及变形等情况发生。

影响制品冷却速率的因素如下。

(1) 塑料制品设计方面。塑料制品壁厚越厚,冷却时间越长。一般而言,冷却时间约与塑料制品厚度的平方成正比,或是与最大流道直径的 1.6 次方成正比。即,塑料制品厚度加倍,冷却时间增加 4 倍。

(2) 模具材料及其冷却方式。模具材料,包括模具型芯、型腔材料以及模架材料,对冷却速度的影响很大。模具材料热传导系数越高,单位时间内将热量从塑料传递出去的效果越好,冷却时间也越短。

(3) 冷却水管配置方式。冷却水管越靠近模腔,管径越大,数目越多,冷却效果越好,冷却时间越短。

(4) 冷却液流量。冷却液流量越大(一般达到紊流为佳),冷却液以热对流方式带走热量的效果也越好。

(5) 冷却液的性质。冷却液的粘度及热传导系数也会影响到模具的热传效果。冷却液粘度越低、热传导系数越高、温度越低,冷却效果越好。

(6) 塑料选择。塑料的热传导系数的定义是塑料将热量从热的地方向冷的地方传导速度的量度。塑料热传导系数越高,代表热传导效果越好,或是塑料比热低,温度容易发生变化;因此热量容易散逸,热传导效果较好,所需冷却时间较短。

(7) 加工参数设定。料温越高,模温越高,顶出温度越低,所需冷却时间越长。

冷却系统的设计规则如下。

(1) 所设计的冷却通道要保证冷却效果均匀而迅速。

(2) 设计冷却系统的目的在于维持模具适度而有效率的冷却。冷却孔应使用标准尺寸,以方便加工与组装。

(3) 设计冷却系统时, 模具设计者必须根据塑件的壁厚与体积决定下列设计参数: 冷却孔的位置与尺寸、孔的长度、孔的种类、孔的配置与连接以及冷却液的流动速率与传热性质。

4. 脱模

脱模是注塑成型循环中的最后一个环节, 虽然制品已经冷固成型, 但脱模还是对制品的质量有很重要的影响。脱模方式不当, 可能会导致产品在脱模时受力不均, 顶出时引起产品变形等缺陷。脱模的方式主要有两种: 顶杆脱模和脱料板脱模。设计模具时要根据产品的结构特点选择合适的脱模方式, 以保证产品质量。

对于选用顶杆脱模的模具, 顶杆的设置应尽量均匀, 并且位置应选在脱模阻力最大以及塑件强度和刚度最大的地方, 以免塑件变形损坏。

而脱料板则一般用于深腔薄壁容器以及不允许有推杆痕迹的透明制品的脱模, 这种机构的特点是脱模力大而且均匀, 运动平稳, 无明显的遗留痕迹。

1.1.3 工艺控制

注塑成型工艺对制品的成型质量有着非常重要的影响, 合理的模具结构和优化的工艺参数是成型优良制品的前提。因此, 为了保证制品的质量, 要对注塑成型工艺进行相应的控制, 主要包括填充过程控制、保压过程控制、保压切换控制以及冷却与模温控制等, 下面对这些工艺控制作具体的介绍。

1. 填充过程控制

塑料在填充过程中, 在料筒中受到螺杆的剪切和加热圈加热而塑化。塑料熔体在螺杆运动的驱使下通过喷嘴注入模具型腔。由于在填充过程中料筒的体积保持不变(塑料的压缩比较小, 密度的变化相对来说可以忽略), 因此注塑机的体积注射速率正比于螺杆的线性推进速度。利用这种关系, 通过控制螺杆的运动进而控制注塑机体积注射速率。螺杆的运动是由注塑机的液压回路控制的。现在的注塑机基本上都采用了封闭的控制系统, 因而可以实现对注塑过程的多级控制, 以达到精确控制的目的。

螺杆推进速度的变化, 将引起注射体积速率的变化, 进而达到填充过程中相对均匀的熔体前端速度。如前所述, 由于注塑过程中, 制品的截面是不断变化的, 即熔前面积是不断变化的, 要想使注塑过程中的熔前速度保持一致, 必须根据变化的熔前面积实时调整螺杆的推进速度, 这一点在实际使用中非常困难。实际使用中, 只能采用分段控制螺杆速度的办法来达到这个目的。

2. 保压过程控制

保压压力控制对于减小飞边和防止机械损伤有非常重要的意义。良好的保压压力控制方式有助于减小制品收缩, 提高制品的外观质量。保压压力一般为注塑压力的 80%~90%。保压时间过长或过短都对成型不利。过长会使得保压不均匀, 塑件内部应力增大, 塑件容易变形, 严重时会发生应力开裂。过短则保压不充分, 制件体积收缩严重, 表面质量差。保压曲线分为两部分, 一部分是恒定压力的保压, 大约需要 2~3 s, 称为恒定保压曲线; 另一部分是保压压力逐步减小释放, 大约需要 1 s, 称为延迟保压曲线。延迟保压曲线对于成型制件的影响非常明显。如果恒定保压曲线变长, 制件体积收缩会减小, 反之则增大; 如果延迟保压曲线斜率变大, 延迟保压时间变短, 制件体积收缩会变大, 反之则变小; 如果延迟保压曲线分段且延长, 制件体积收缩变小, 反之则变大。

可以通过特定的软件工具如 Moldflow 的分析结果来判定保压数据。当型腔完全充满时, 保压开始; 当熔料前端停止流动时, 说明型腔补缩已经达到一定程度, 或者说熔料已经不再前进, 此时恒定保压结束, 延迟保压开始; 当浇口完全凝固时, 喷嘴对型腔的补料结束, 保压结束。任何一种塑料原料都有自己的不流动温度, 不流动温度的值略大于该原料的玻璃化转变温度。当熔料温度下降到它所对应的不流动温度后, 熔料便不再流动。通过填充过程的动态温度显示可以很容易地获取熔前的不流动温度, 从而确定延迟保压的准确开始时刻。如图 1-4 所示, 凝固层的厚度值也可以通过软件进行模拟, 将分析结果动态地显示出来。

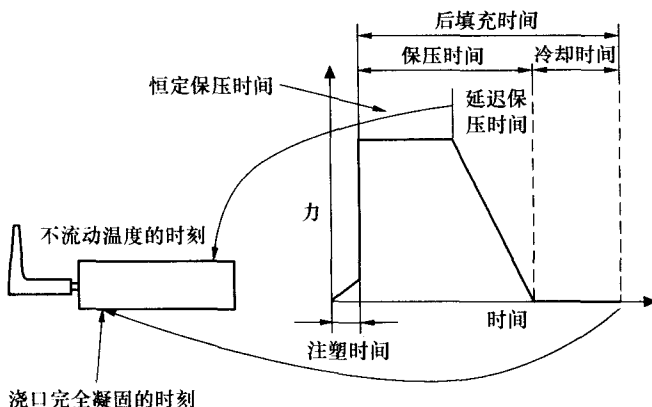


图 1-4

3. 保压切换控制

注塑填充过程中当型腔快要充满时, 螺杆的运动从流动速率控制转换到压力控制。这个转化点称为保压切换控制点, 即 V/P 转换点。保压切换对于成型工艺的控制有非常大的意义。保压切换点以前主要是通过螺杆的旋转, 使熔料前进, 熔体的速度和压力很大。保压切换以后, 螺杆停止旋转, 只是通过螺杆的向前挤压推动熔料前进, 压力较小。如果不进行保压切换, 只是通过螺杆旋转推进塑料前进, 那么当型腔充满时压力仍旧很大, 造成注塑压力陡增, 所需锁模力也会变大, 甚至会出现飞边等一系列的缺陷。保压切换的选择应该适当, 过早或过迟的保压切换都对成型不利。过早地进行保压切换会使充模压力降低, 充模困难, 甚至出现打不满的现象。过迟的保压切换将导致注塑压力增大, 甚至于出现飞边。保压切换可以根据位置、体积、压力等进行。例如, 当注塑压力达到某一定值时即进行保压切换。如果按照体积值进行切换, 一般选择型腔填充到 95% (注塑体积) 时进行切换。注塑机中的保压切换一般都是按照注塑位置进行的, 也就是说当螺杆行进到某一位置随即发生保压切换。

4. 冷却与模温控制

模具温度对成型工艺的影响很大。如果模具温度太低, 一方面塑料熔体冷却变快, 凝固层厚度增加, 熔体粘度也增加, 导致成型压力变大, 成型相对困难; 另一方面, 塑料熔体的流动不顺畅, 容易出现流动痕迹, 制品的轮廓不光滑, 同时熔接痕的长度和清晰度都变大, 制品外观质量下降。模温对制品的性能也有一定的影响, 特别是结晶型塑料制品。模具温度直接影响到结晶型塑料的结晶程度和结晶质量。例如, PA6 属于半结晶型材料, 其结晶程度随着模温的升高而变大, 结晶质量也随着模温的升高而增高。随着结晶程度的逐渐提高, 晶相和非晶相的比例逐渐接近, 制品透明程度下降。当模温为 60℃ 时, 制品是完全不透明的;

当模温降到 20℃ 左右时,制品是完全透明的。但模具温度也不能太高,太高会使冷却时间变长,生产效率下降。模具的前后温度对制品的变形有很大的影响,实践证明,制品总是向模温较高的一侧弯曲,如图 1-5 所示,所以模具的前后温度应尽量相等,差异最大不应超过 10℃。

模温是由模具冷却系统控制的。可以通过调节冷却水的温度和流速来控制制品的变形趋势和变形量。冷却系统的控制有两种,一种是流速控制,另一种是压力控制。现在有专门用于冷却水调节的冷却控制机。

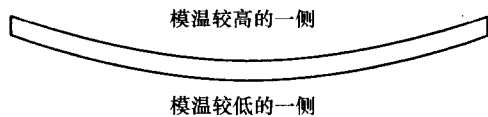


图 1-5

5. 其他工艺控制方式

工艺控制的方法还有很多,例如热流道温度的控制。热流道温度一般与制品的成型温度相当,但加热圈必须保证均匀加热。如果受热不均匀,局部温度过高,结果会使塑料分解,容易产生水花等注塑缺陷。热流道控制系统必须做到精确控温。另外阀式浇口也是控制工艺的一种好方法。可以灵活地调整浇口的打开和关闭时间,从而控制进浇早晚,进而控制熔料在型腔中的流动,达到避免熔接痕出现,提高制品外观质量等目的。

1.2 成型零件的设计

对注塑成型制品,塑件的设计对塑件成型有着非常重要的影响,因此,在进行塑件设计时,需要遵循一定的设计原则,这些原则包括塑件的壁厚、加强筋、脱模角、支柱、卡扣位、嵌件、洞孔以及公差螺纹等,只有在设计时综合考虑相关原则,才能设计出合理的产品,并且为后续能够注塑成型出优良的制品作保证。本节主要介绍塑件的一些设计原则及有关要领。

1. 壁厚

壁厚的大小取决于产品需要承受的外力、是否作为其他零件的支撑、承接柱位的数量、伸出部分的多少以及选用的塑胶材料。一般的热塑性塑料壁厚设计应以 4mm 为限。从经济角度来看,过厚的产品不但会增加物料成本,而且会延长生产周期冷却时间,增加生产成本。从产品设计角度来看,过厚的产品会增加气穴产生的可能性,大大削弱产品的刚性及强度。

最理想的壁厚分布无疑是截面在任何地方都是均匀的厚度,但为满足功能上的需求以致壁厚有所改变总是无可避免的。此时,厚胶料与薄胶料相接的地方应尽可能过渡顺滑。否则会因冷却速度不同和产生乱流而造成尺寸不稳定和表面问题。

此外,采用固化成型的生产方法时,流道、浇口和部件的设计应使塑料由厚胶料的地方流向薄胶料的地方。这样可使模腔内有适当的压力,以避免在厚胶料的地方出现缩水及模腔不能完全充填的现象。

产品在转角过渡处也同样要求壁厚均一,以免冷却时间不一致。冷却时间长的地方就会有收缩现象,因而发生部件变形和挠曲。此外,尖锐的圆角位通常会导致部件有缺陷及应力集中,尖角的位置也常在电镀过程后引起物料聚积。应力集中的地方会在受负载或撞击的时候破裂。较大的圆角可克服这种缺点,不但可以减低应力集中的因素,而且会使流动的塑料更顺畅,成品脱模时更容易。图 1-6 可供参考使用。

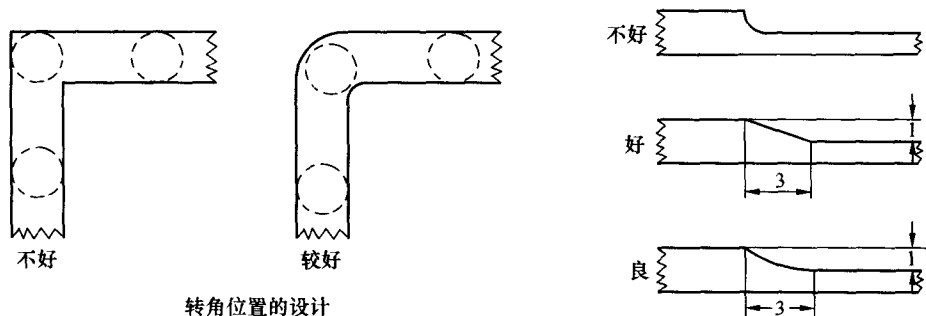


图 1-6

很多时候可以通过变更产品设计来使产品壁厚均匀, 图 1-7 所示是一些实例, 供参考使用。

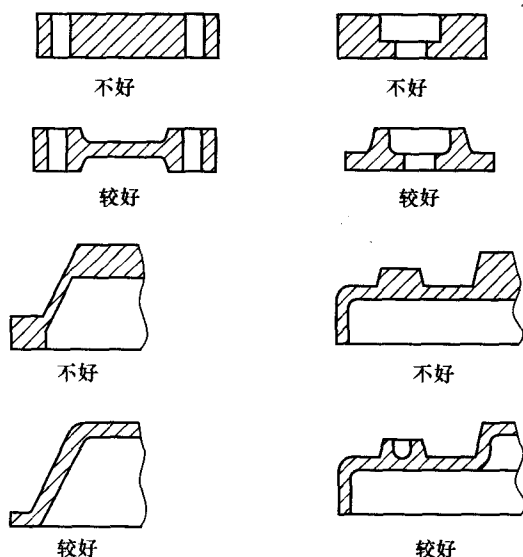


图 1-7

2. 加强筋

加强筋在塑胶部件上是不可或缺的功能部分。加强筋可以有效地增加产品的刚性和强度, 对一些经常受到压力、扭力、弯曲的塑胶产品尤其适用。此外, 加强筋更可充当内部流道, 有助于模腔的填充, 对帮助塑料流入部件的支节部分有很大的作用。加强筋一般被放在塑胶产品的非接触面上, 其伸展方向应与产品最大应力和最大偏移量的方向一致, 使用加强筋还可能出自于一些生产因素上的考虑, 如模腔填充、缩水及脱模等。加强筋的长度可与产品的长度一致, 两端接于产品的外壁, 或只占据产品的部分长度, 以局部增加产品某部分的刚性。如果加强筋没有接上产品外壁, 末端部分就不应突然终止, 应该逐渐将高度减低, 直至完结, 从而减少出现困气、填充不满及烧焦痕等问题, 这些问题经常发生在排气不足或封闭的位置上。

加强筋最简单的形状是一条长方形的柱体附在产品的表面上, 不过为了满足一些生产上或结构上的要求, 往往需要给加强筋增加一定的拔模角和过渡圆角, 如图 1-8 所示。