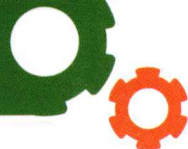


模具技术丛书



塑料模设计及案例精选

SULIAOMUSHEJIJIANLIJINGXUAN

张杰 主编

阎亚林 高雪芹 赵兰蓉 副主编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

模具技术丛书

塑料模设计及案例精选

電子工業出版社·

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以实用性为指导思想,以指导塑料模具设计实践为重点,首先介绍塑料制品设计、塑料模标准化和模具常用材料,为塑料模设计提供常用资料;然后重点介绍常规注射模和特种注射模(包括无流道凝料注射模、气体辅助注射成型模具、双色注射模等),各种模具设计均辅以精选案例加以剖析;最后介绍模具的装配、试模、验收和维护等知识,具有技术方法先进,典型结构图例丰富、标准数据资料新,实用性强等特点。

本书可作为高分子材料加工、塑料模具设计与制造等专业学生的教材或参考书,也可供从事塑料模设计、制造以及塑料制品设计与生产的工程技术人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

塑料模设计及案例精选 / 张杰主编. —北京: 电子工业出版社, 2011.1
(模具技术丛书)

ISBN 978-7-121-12380-1

I. ①塑… II. ①张… III. ①塑料模具—设计 IV. ①TQ320.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 229262 号

策划编辑: 李 洁

责任编辑: 刘真平

印 刷: 北京市海淀区四季青印刷厂

装 订: 三河市鹏成印业有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 20.5 字数: 524.8 千字

印 次: 2011 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 42.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

塑料作为 20 世纪发展起来的一大类新材料,在机械、汽车、家电、办公用品、工业电器、建筑材料、电子通信等领域得到了广泛应用,带动了我国塑料模具行业的快速发展。目前,我国有 2 万多家塑料模具生产企业,年产值超过 600 亿元,塑料模具占整个模具行业比重的 40%。塑料模具结构和工艺参数的合理性对于塑料制品质量、生产成本和模具的使用寿命都会产生极大的影响。塑料模,特别是大型、精密塑料模具的造价都比较高,如果设计制造不合理造成模具多次反复试模和修模,势必增加模具成本和延长产品的生产周期,将会带来很大的经济损失。

本书以实用性为编写指导思想,以模具设计的基本知识和典型案例为出发点,希望能使读者尽快掌握模具设计要点,并以案例中的典型结构为参考,较快地掌握模具设计技巧。主要内容如下。

1. 前 3 章分别为塑料制品设计、塑料注射模标准化和塑料模常用材料及热处理,可以为塑料模具的设计提供相关资料和数据。其中注射模的标准化采用了新的国家标准。

2. 普通注射模设计是本书的重点内容之一。在该章的编写中以实用性为原则,侧重于基本结构的讲解,并辅以精选案例。对于相关理论及公式推导则从简,或只给出最后结论,以供计算所用。

3. 特种注射模设计,包括无流道凝料注射模、气体辅助注射成型模具、双色注射模、热固性塑料注射模、低发泡注射模等内容,由于相应的新型成型方法的推广已得到了越来越广泛的应用,但相应的模具设计资料还较少。本书对相关内容进行了较为系统的介绍,并介绍了设计案例。

4. 最后两章可使读者了解注射模的装配、试模、维修和保养等方面的知识,具有较强的实用性。

全书由四川大学张杰教授担任主编,成都电子机械高等专科学校的阎亚林教授、四川大学高雪芹副教授、四川大学赵兰蓉馆员担任副主编。具体分工为,高雪芹副教授编写第 1、3、6、7 章,赵兰蓉馆员编写第 2 章,阎亚林教授编写第 4 章,张杰教授编写第 5 章。参加编写工作的还有成都电子机械高等专科学校的彭志平、李波、黎仲宇、何永虎、蔡长青、段继伟、邹明曦,四川大学的朱计、类彦威、杨良波、刘洪、吴显、郭超等。全书由张杰教授进行文字整理并统稿。

本书从选题、内容安排到最后定稿都得到了四川大学王鹏驹教授的指导与关怀,在此表示衷心感谢。同时,我们参考了许多国内外的论著资料,谨向所有参考文献的作者们表示深深的谢意。由于本书编者们的学识水平有限,疏漏与错误之处在所难免,敬请读者不吝赐教,并致以衷心的感谢。

编 者
于四川大学

目 录

第 1 章 塑料制品设计	(1)
1.1 概述	(2)
1.2 塑件尺寸精度和表面质量	(2)
1.2.1 塑件尺寸	(2)
1.2.2 塑件尺寸精度	(2)
1.2.3 塑件表面质量	(6)
1.3 塑件的形状和结构设计	(7)
1.3.1 塑件的形状	(8)
1.3.2 塑件的壁厚	(9)
1.3.3 脱模斜度	(11)
1.3.4 塑件的加强筋	(12)
1.3.5 支承面	(14)
1.3.6 凸台	(14)
1.3.7 圆角设计	(15)
1.3.8 孔的设计	(16)
1.3.9 螺纹设计	(17)
1.3.10 标记符号及表面彩饰	(19)
1.4 嵌件设计	(19)
1.4.1 嵌件形式	(19)
1.4.2 嵌件设计要点	(20)
第 2 章 塑料注射模标准化	(23)
2.1 模具标准化的重要性	(24)
2.1.1 模具标准化的意义	(24)
2.1.2 新塑料注射模标准的特点	(24)
2.2 注射模模架标准	(25)
2.2.1 标准模架组合形式	(25)
2.2.2 基本型模架组合尺寸	(27)
2.3 注射模零件标准	(36)
2.3.1 导柱	(36)
2.3.2 导套	(39)
2.3.3 推杆和推管	(41)
2.3.4 复位杆	(43)
2.3.5 定位圈和浇口套	(44)
2.3.6 定位元件	(45)
第 3 章 塑料模具常用材料及热处理	(47)
3.1 概述	(48)

3.2	塑料模具材料	(48)
3.2.1	塑料模具材料的选择原则	(48)
3.2.2	塑料模具常用钢	(53)
3.3	塑料模具的热处理	(57)
第4章	普通注射模设计	(62)
4.1	概述	(63)
4.1.1	注射模的分类	(63)
4.1.2	注射模的组成	(63)
4.1.3	注射模与注射机的关系	(63)
4.1.4	主要注射机生产厂家及产品基本参数	(67)
4.2	浇注系统设计	(69)
4.2.1	浇注系统的组成	(69)
4.2.2	熔体在浇注系统和型腔中的流动分析	(71)
4.2.3	主流道和冷料井的设计	(73)
4.2.4	分流道设计	(77)
4.2.5	浇口设计	(79)
4.2.6	浇注系统截面尺寸计算	(87)
4.3	分型面与排气槽设计	(88)
4.3.1	分型面设计	(88)
4.3.2	排气槽设计	(93)
4.4	成型零件设计	(94)
4.4.1	成型零件的结构设计	(94)
4.4.2	成型零件工作尺寸计算	(101)
4.4.3	型腔壁厚计算	(108)
4.5	导向与定位机构设计	(111)
4.5.1	机构的功能	(111)
4.5.2	导柱导向机构的设计	(111)
4.5.3	锥面定位机构的设计	(115)
4.6	脱模机构设计	(116)
4.6.1	设计原则及分类	(117)
4.6.2	脱模力的计算	(117)
4.6.3	简单脱模机构	(118)
4.6.4	定模脱模机构	(125)
4.6.5	双脱模机构	(126)
4.6.6	二级脱模机构	(127)
4.6.7	顺序脱模机构	(127)
4.6.8	浇注系统凝料脱出机构	(130)
4.6.9	螺纹塑件脱出机构	(130)
4.6.10	强制脱模机构	(133)
4.7	侧向分型与抽芯机构的设计	(134)

4.7.1	机构分类	(134)
4.7.2	抽拔距和抽拔力的计算	(134)
4.7.3	手动分型抽芯机构	(135)
4.7.4	机动分型抽芯机构	(136)
4.7.5	液压或气压抽芯机构	(150)
4.8	模具温度调节系统的设计	(150)
4.8.1	概述	(150)
4.8.2	冷却系统设计计算	(152)
4.8.3	冷却回路的布置与设计	(154)
4.8.4	模具加热	(160)
4.9	普通注射模案例精选	(164)
4.9.1	大家电零件注射模结构	(164)
4.9.2	小家电零件注射模结构	(170)
4.9.3	汽车零件注射模结构	(175)
4.9.4	通信零件注射模结构	(186)
4.9.5	管件注射模结构	(191)
4.9.6	瓶盖注射模结构	(196)
第 5 章	特种注射模设计	(203)
5.1	无流道凝料注射模	(204)
5.1.1	无流道凝料注射模的典型结构及特点	(204)
5.1.2	绝热流道注射模	(205)
5.1.3	延伸式喷嘴注射模	(209)
5.1.4	热流道注射模	(210)
5.1.5	热流道注射模案例精选	(225)
5.2	气体辅助注射成型模具	(229)
5.2.1	气辅注射成型原理及工艺	(229)
5.2.2	气辅注射成型制件设计	(239)
5.2.3	气辅注射成型模具设计要点	(241)
5.2.4	气辅注射成型模具案例精选	(247)
5.3	热固性塑料注射模	(252)
5.3.1	热固性塑料注射成型原理及特点	(252)
5.3.2	热固性塑料注射模总体结构	(253)
5.3.3	热固性塑料注射模设计	(254)
5.3.4	热固性塑料注射模案例精选	(262)
5.4	双色注射模	(268)
5.4.1	双色注射成型工艺的分类及特点	(268)
5.4.2	双色注射制品及模具设计要点	(272)
5.4.3	双色注射模案例精选	(272)
5.5	低发泡注射模	(278)
5.5.1	注射成型低发泡制品及成型方法和特点	(278)

5.5.2 低发泡注射模设计要点 (280)

5.5.3 低发泡注射模案例精选 (283)

5.6 反应成型注射模 (284)

5.6.1 反应成型的工艺特点 (284)

5.6.2 反应成型注射模设计要点 (288)

第 6 章 注射模的装配与试模 (291)

6.1 概述 (292)

6.2 注塑模的装配 (292)

6.2.1 注塑模零件的组装 (292)

6.2.2 塑料模总装 (301)

6.3 试模 (303)

第 7 章 注射模的验收、维修及保养 (305)

7.1 制品及模具的验收 (306)

7.1.1 制品的验收 (306)

7.1.2 模具的验收 (306)

7.2 模具的维修 (308)

7.2.1 塑料模修理的几种常用方法 (308)

7.2.2 常见磨损及维修 (310)

7.2.3 意外损坏及维修 (312)

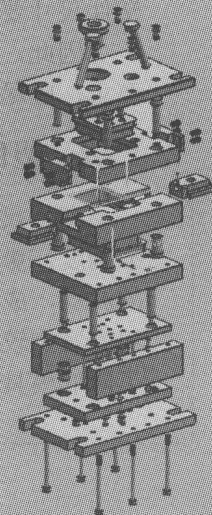
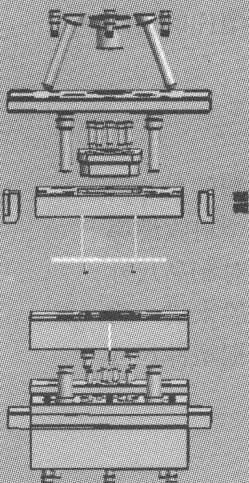
7.3 塑料模的保养和维护 (312)

参考文献 (315)

第1章

塑料制品设计

- 概述
- 塑件尺寸精度和表面质量
- 塑件的形状和结构设计
- 嵌件设计



1.1 概述

塑料制品设计是指塑料制品的形状、结构和使用性能的科学预测和判定,在准确了解所用材料特性的基础上,制定出制作制品的具体方法和程序。塑料成型方法很多,成型工艺也各不相同。因此也就出现了各种各样的塑料制品。塑料制品主要根据使用要求进行设计,在满足使用要求的前提下,塑件的形状结构、尺寸大小、精度和表面质量,要与成型工艺和模具结构相适应,以便尽可能地简化模具,设计出合理的模具结构。这样既能保证塑件(塑料制品的简称)顺利成型,防止塑件产生缺陷,又能达到提高生产率和降低成本的目的。

设计塑件时必须充分考虑以下因素。

(1) 材料的选择和利用率。在满足强度的条件下尽量采用便于采购、价格便宜的材料。利用率是指热塑性聚合物回头料再次利用,使生产成本大幅度降下来。

(2) 成型方法。根据塑件形状和所选材料等的不同选择合适的成型方法,不同的成型方法,其塑件的工艺要求也不相同。

(3) 塑料的成型工艺性。如流动性等。

(4) 要素数目。塑件的各种型面和尺寸数目越多的产品,工艺性越差。

(5) 结构的合理性。新设计的产品在满足使用性能的前提下,采用经过生产实践和实际使用的结构要素越多,越容易生产,质量也越易保证,工艺性也越好。

(6) 成型后的收缩。塑件收缩情况及各向收缩率差异。

(7) 模具结构及加工工艺性。塑件形状应有利于简化模具结构,还要考虑模具零件尤其是成型零件的加工工艺性。

1.2 塑件尺寸精度和表面质量

1.2.1 塑件尺寸

塑件尺寸是指塑件的总体外形尺寸,而不是壁厚、孔径等结构尺寸。塑件尺寸应根据使用要求进行设计,但要受到塑料流动性的制约。在一定的设备和工艺条件下,流动性好的塑料可以成型较大尺寸的塑件,反之能成型的塑件尺寸就较小。塑件尺寸还受成型设备的限制,注射成型的塑件尺寸要受到注射机的注射量、锁模力和模板尺寸的限制;压缩和压注成型的塑件尺寸要受到压机最大压力和压机工作台面最大尺寸的限制。

因此,从原材料性能、模具制造成本和成型工艺性等条件出发,只要能满足塑件的使用要求,应尽量将塑件设计得紧凑、尺寸小巧一些。

1.2.2 塑件尺寸精度

塑件尺寸精度是指所获得的塑件尺寸与产品图中尺寸的符合程度,即所获得塑件尺寸的准确度。影响塑件尺寸精度的因素很多,如模具制造精度及使用后的磨损程度,塑料收缩率的波动,成型工艺条件的变化,塑件的形状等。对小尺寸的制品来说,制造误差对制品尺寸精度影响较大,而大尺寸的制品,收缩率波动则是影响塑件尺寸的主要因素。一般来讲,为了降低模具的加工难度和模具制造成本,在满足塑件使用要求的前提下应尽可能把塑件尺寸

精度设计得低一些。

塑件尺寸公差可根据国家标准 GB/T14486—2008《塑料模塑件尺寸公差》确定，尺寸公差见表 1-1。该标准中塑件尺寸公差的代号为 MT，公差等级分为 7 级。该标准只规定公差，基本尺寸的上、下偏差可根据塑件使用要求来分配。例如，基孔制的孔可取表中数值冠以 (+) 号；基轴制的轴取表中数值冠以 (-) 号；中心距尺寸取表中数值的一半再冠以 ($\pm$) 号；其余情况的上、下偏差可根据材料特性和配合性质对公差值进行分配。表 1-1 中 a 行是由一个成型零件成型的尺寸，即不受模具活动部分影响的尺寸，如图 1-1 所示； b 行是由两个或更多零件组合成型的尺寸，即受模具活动部分影响的尺寸，如图 1-2 所示，由于组合会造成附加的误差，其公差值较大。

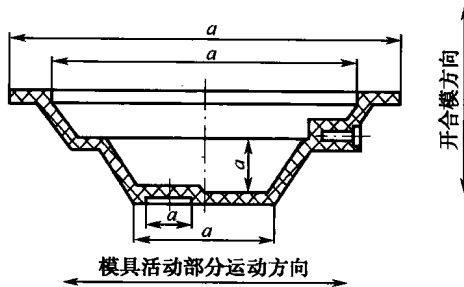


图 1-1 不受模具活动部分影响的尺寸 a

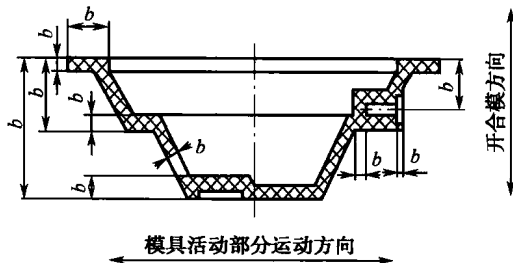


图 1-2 受模具活动部分影响的尺寸 b

对塑件的精度要求要根据具体情况来分析，一般配合部分尺寸精度高于非配合部分尺寸精度。塑件的精度要求越高，模具的制造精度要求也越高，模具的制造难度及成本亦越高，而塑件的废品率也会增加。根据塑料收缩特性不同，对每种塑料建议选取其中的三个等级，即标注尺寸公差的高精度等级、一般精度等级和未注尺寸公差的低精度等级，按表 1-2 选取。其中，高精度和一般精度只差一个精度等级，而一般精度和低精度相差两个精度等级。表中高精度要求较高，一般不予选用。先按常用材料模塑件公差等级选用表 1-2 和塑件使用要求决定塑件公差等级，当公差等级决定后即可按表 1-1 查公差值。

对于表 1-2 中未列入的塑料，可根据其收缩特性值来确定其公差等级。所谓收缩特性值，是指塑料在成型时流动方向收缩率加上流动方向和垂流向收缩率之差。该值越大，则应选用较低的等级，按表 1-3 选择。

表 1-1 模塑件尺寸公差表 (单位: mm)

公差等级	公差种类	基本尺寸																											
		>0 ~3	>3 ~6	>6 ~10	>10 ~14	>14 ~18	>18 ~24	>24 ~30	>30 ~40	>40 ~50	>50 ~65	>65 ~80	>80 ~100	>100 ~120	>120 ~140	>140 ~160	>160 ~180	>180 ~200	>200 ~225	>225 ~250	>250 ~280	>280 ~315	>315 ~355	>355 ~400	>400 ~450	>450 ~500	>500 ~630	>630 ~800	>800 ~1000
		标注公差的尺寸公差值																											
MT1	a	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20	0.23	0.26	0.29	0.32	0.36	0.40	0.44	0.48	0.52	0.56	0.60	0.64	0.70	0.78	0.86	0.97	1.16	1.39
	b	0.14	0.16	0.18	0.20	0.21	0.22	0.24	0.26	0.28	0.30	0.33	0.36	0.39	0.42	0.46	0.50	0.54	0.58	0.62	0.66	0.70	0.74	0.80	0.88	0.96	1.07	1.26	1.49
MT2	a	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20	0.22	0.24	0.26	0.30	0.34	0.38	0.42	0.46	0.50	0.54	0.60	0.66	0.72	0.76	0.84	0.92	1.00	1.10	1.20	1.40	1.70	2.10
	b	0.20	0.22	0.24	0.26	0.28	0.30	0.32	0.34	0.36	0.40	0.44	0.48	0.52	0.56	0.60	0.64	0.70	0.76	0.82	0.86	0.94	1.02	1.10	1.20	1.30	1.50	1.80	2.20
MT3	a	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20	0.22	0.26	0.30	0.34	0.40	0.46	0.52	0.58	0.64	0.70	0.78	0.86	0.92	1.00	1.10	1.20	1.30	1.44	1.60	1.74	2.00	2.40	3.00
	b	0.32	0.34	0.36	0.38	0.40	0.42	0.46	0.50	0.54	0.60	0.66	0.72	0.78	0.84	0.90	0.98	1.06	1.12	1.20	1.30	1.40	1.50	1.64	1.80	1.94	2.20	2.60	3.20
MT4	a	0.16	0.18	0.20	0.24	0.28	0.32	0.36	0.42	0.48	0.56	0.64	0.72	0.82	0.92	1.02	1.12	1.24	1.36	1.48	1.62	1.80	2.00	2.20	2.40	2.60	3.10	3.80	4.60
	b	0.36	0.38	0.40	0.44	0.48	0.52	0.56	0.62	0.68	0.76	0.84	0.92	1.02	1.12	1.22	1.32	1.44	1.56	1.68	1.82	2.00	2.20	2.40	2.60	2.80	3.30	4.00	4.80
MT5	a	0.20	0.24	0.28	0.32	0.38	0.44	0.50	0.56	0.64	0.74	0.86	1.00	1.14	1.28	1.44	1.60	1.76	1.92	2.10	2.30	2.50	2.80	3.10	3.50	3.90	4.50	5.60	6.90
	b	0.40	0.44	0.48	0.52	0.58	0.64	0.70	0.76	0.84	0.94	1.06	1.20	1.34	1.48	1.64	1.80	1.96	2.12	2.30	2.50	2.70	3.00	3.30	3.70	4.10	4.70	5.80	7.10
MT6	a	0.26	0.32	0.38	0.46	0.52	0.60	0.70	0.80	0.94	1.10	1.28	1.48	1.72	2.00	2.20	2.40	2.60	2.90	3.20	3.50	3.90	4.30	4.80	5.30	5.90	6.90	8.50	10.60
	b	0.46	0.52	0.58	0.66	0.72	0.80	0.90	1.00	1.14	1.30	1.48	1.68	1.92	2.20	2.40	2.60	2.80	3.10	3.40	3.70	4.10	4.50	5.00	5.50	6.10	7.10	8.70	10.80
MT7	a	0.38	0.46	0.56	0.66	0.76	0.86	0.98	1.12	1.32	1.54	1.80	2.10	2.40	2.70	3.00	3.30	3.70	4.10	4.50	4.90	5.40	6.00	6.70	7.40	8.20	9.60	11.90	14.80
	b	0.58	0.66	0.76	0.86	0.96	1.06	1.18	1.32	1.52	1.74	2.00	2.30	2.60	2.90	3.20	3.50	3.90	4.30	4.70	5.10	5.60	6.20	6.90	7.60	8.40	9.80	12.10	15.00
		未注公差的尺寸允许偏差																											
MT5	a	±0.10	±0.12	±0.14	±0.16	±0.19	±0.22	±0.25	±0.28	±0.32	±0.37	±0.43	±0.50	±0.57	±0.64	±0.72	±0.80	±0.88	±0.96	±1.05	±1.15	±1.25	±1.40	±1.55	±1.75	±1.95	±2.25	±2.80	±3.45
	b	±0.20	±0.22	±0.24	±0.26	±0.29	±0.32	±0.35	±0.38	±0.42	±0.47	±0.53	±0.60	±0.67	±0.74	±0.82	±0.90	±0.98	±1.06	±1.15	±1.25	±1.35	±1.50	±1.65	±1.85	±2.05	±2.35	±2.90	±3.55
MT6	a	±0.13	±0.16	±0.19	±0.23	±0.26	±0.30	±0.35	±0.40	±0.47	±0.55	±0.64	±0.74	±0.86	±1.00	±1.10	±1.20	±1.30	±1.45	±1.60	±1.75	±1.95	±2.15	±2.40	±2.65	±2.95	±3.45	±4.25	±5.30
	b	±0.23	±0.26	±0.29	±0.33	±0.36	±0.40	±0.45	±0.50	±0.57	±0.65	±0.74	±0.84	±0.96	±1.10	±1.20	±1.30	±1.40	±1.55	±1.70	±1.85	±2.05	±2.25	±2.50	±2.75	±3.05	±3.55	±4.35	±5.40
MT7	a	±0.19	±0.23	±0.28	±0.33	±0.38	±0.43	±0.49	±0.56	±0.66	±0.77	±0.90	±1.05	±1.20	±1.35	±1.50	±1.65	±1.85	±2.05	±2.25	±2.45	±2.70	±3.00	±3.35	±3.70	±4.10	±4.80	±5.95	±7.40
	b	±0.29	±0.33	±0.38	±0.43	±0.48	±0.53	±0.59	±0.66	±0.76	±0.87	±1.00	±1.15	±1.30	±1.45	±1.60	±1.75	±1.95	±2.15	±2.35	±2.55	±2.80	±3.10	±3.45	±3.80	±4.20	±4.90	±6.05	±7.50

注：1. a 为受模具活动部分影响的尺寸公差值；b 为受模具活动部分影响的尺寸公差值。

2. MT1 级为精密级，只有采用严密的工艺控制措施和高精度的模具、设备、原料时才有可能选用。

注: 1. a 为不受模具活动部分影响的尺寸公差值; b 为受模具活动部分影响的尺寸公差值。

2. MT1 级为精密级, 只有采用精密的工艺控制措施和高精度的模具、设备、原料时才有可能选用。

表 1-2 常用材料模塑件尺寸公差等级的选用

材料代号	模塑材料		公差等级		
			标注公差尺寸		未注公差尺寸
			高精度	一般精度	
ABS	(丙烯腈-丁二烯-苯乙烯) 共聚物		MT2	MT3	MT5
CA	乙酸纤维素		MT3	MT4	MT6
EP	环氧树脂		MT2	MT3	MT5
PA	聚酰胺	无填料填充	MT3	MT4	MT6
		30%玻璃纤维填充	MT2	MT3	MT5
PBT	聚对苯二甲酸丁二酯	无填料填充	MT3	MT4	MT6
		30%玻璃纤维填充	MT2	MT3	MT5
PC	聚碳酸酯		MT2	MT3	MT5
PDAP	聚邻苯二甲酸二烯丙酯		MT2	MT3	MT5
PEEK	聚醚醚酮		MT2	MT3	MT5
PE-HD	高密度聚乙烯		MT4	MT5	MT7
PE-LD	低密度聚乙烯		MT5	MT6	MT7
PESU	聚醚砜		MT2	MT3	MT5
PET	聚对苯二甲酸乙二酯	无填料填充	MT3	MT4	MT6
		30%玻璃纤维填充	MT2	MT3	MT5
PF	苯酚-甲醛树脂	无机填料填充	MT2	MT3	MT5
		有机填料填充	MT3	MT4	MT6
PMMA	聚甲基丙烯酸甲酯		MT2	MT3	MT5
POM	聚甲醛	≤150mm	MT3	MT4	MT6
		>150mm	MT4	MT5	MT7
PP	聚丙烯	无填料填充	MT4	MT5	MT7
		30%无机填料填充	MT2	MT3	MT5
PPE	聚苯醚; 聚亚苯醚		MT2	MT3	MT5
PPS	聚苯硫醚		MT2	MT3	MT5
PS	聚苯乙烯		MT2	MT3	MT5
PSU	聚砜		MT2	MT3	MT5
PUR-P	热塑性聚氨酯		MT4	MT5	MT7
PVC-P	软质聚氯乙烯		MT5	MT6	MT7
PVC-U	未增塑聚氯乙烯		MT2	MT3	MT5
SAN	(丙烯腈-苯乙烯) 共聚物		MT2	MT3	MT5
UF	脲-甲醛树脂	无机填料填充	MT2	MT3	MT5
		有机填料填充	MT3	MT4	MT6
UP	不饱和聚酯	30%玻璃纤维填充	MT2	MT3	MT5

注：表中未列入的塑料品种其公差等级按收缩特性值确定。

表 1-3 模塑收缩率特性值和选用的公差等级

收缩特性值 $\bar{S}_v$ (%)	公差等级		
	标注公差尺寸		未注公差尺寸
	高精度	一般精度	
>0~1	MT2	MT3	MT5
>1~2	MT3	MT4	MT6
>2~3	MT4	MT5	MT7
>3	MT5	MT6	MT7

1.2.3 塑件表面质量

塑件表面质量包括表面粗糙度和表观质量等。

1. 塑件表面粗糙度

塑件的外观要求越高，表面粗糙度值应越小。塑件表面粗糙度的高低，主要与模具型腔表面的表面粗糙度有关。一般说来，模具表面的表面粗糙度要比塑件低 1~2 级。模具在使用过程中，由于型腔磨损而使表面粗糙度值不断加大，所以应随时给予抛光复原。透明塑件要求型腔和型芯的表面粗糙度相同，而不透明塑件则根据使用情况来决定它们的表面粗糙度，非配合面和隐蔽的面可取较大的表面粗糙度。还可以用表面粗糙度的差异来使塑件在开模时留在表面粗糙度较大的型芯上或留在凹模中。

塑件的表面粗糙度可参照 GB/T 14234—1993《塑料件表面粗糙度标准——不同加工方法和不同材料所能达到的表面粗糙度》选取，见表 1-4，一般取 Ra 值为 1.6~0.2 μm 。

表 1-4 不同加工方法和不同材料所能达到的表面粗糙度（GB/T 14234—1993）

加工方法	材 料		Ra 值参数范围/μm										
			0.025	0.050	0.100	0.200	0.40	0.80	1.60	3.20	6.30	12.50	25
注 射 成 型	热 塑 性 塑 料	PMMA	—	—	—	—	—	—	—				
		ABS	—	—	—	—	—	—	—				
		AS	—	—	—	—	—	—	—				
		聚碳酸酯		—	—	—	—	—	—				
		聚苯乙烯		—	—	—	—	—	—	—			
		聚丙烯			—	—	—	—	—				
		尼龙			—	—	—	—	—				
		聚乙烯			—	—	—	—	—	—	—		
		聚甲醛		—	—	—	—	—	—	—			
		聚砒				—	—	—	—	—			
		聚氯乙烯				—	—	—	—	—			
		氯苯醚				—	—	—	—	—			
		氯化聚醚				—	—	—	—	—			
		PBT				—	—	—	—	—			

续表

加工方法	材 料		Ra 值参数范围/μm											
			0.025	0.050	0.100	0.200	0.40	0.80	1.60	3.20	6.30	12.50	25	
注射成型	热固性塑料	氨基塑料				—	—	—	—	—				
		酚醛塑料				—	—	—	—	—				
		呋胺塑料				—	—	—	—	—				
压注和挤出成型		氨基塑料				—	—	—	—	—				
		酚醛塑料				—	—	—	—	—				
		呋胺塑料			—	—	—	—						
		硅酮塑料				—	—	—						
		DAP					—	—	—	—				
		不饱和聚酯					—	—	—	—				
		环氧塑料				—	—	—	—	—				
		机械加工	有机玻璃	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
			尼龙							—	—	—	—	
聚四氟乙烯								—	—	—	—	—		
聚氯乙烯									—	—	—	—		
增强塑料									—	—	—	—	—	

2. 塑件表观质量

塑件的表观质量指的是塑件成型后的表观缺陷状态，如常见的缺料、溢料、飞边、凹陷、气孔、熔接痕、银纹、翘曲与收缩、尺寸不稳定等。它们是由塑件成型工艺条件、塑件成型原材料选择、模具总体设计等多种因素造成的。

1.3 塑件的形状和结构设计

塑件的结构设计，包括功能结构、工艺结构和造型结构三个方面的设计。

(1) 功能结构设计是结构设计的核心，其制品形状、尺寸和壁厚，可实现使用功能。

(2) 合理的工艺结构设计是制品生产的前提，关系到塑件质量、生产率和成本。聚合物流变学是工艺结构设计的理论基础，用以考虑模塑成型的可行性。必须合理处理流动性、收缩率、嵌件和脱模等技术问题。另外，塑件的合理连接设计，不但简化了单个塑件，实现与非塑件的连接，还保证了流水线上对塑件的高效装配。

(3) 外部造型设计给人以美感，如滚花、抛光、彩饰、植绒、镀覆金属和模塑图案等修饰与美术相结合。

在结构设计的最后阶段，慎重确定塑件的尺寸精度、形位公差和表面质量要求是重要的工作。

1.3.1 塑件的形状

1. 塑件形状的要求

塑件的几何形状除应满足使用要求外，还应尽可能使模具结构简单、便于加工。应尽量避免侧壁凹槽或与塑件脱模方向垂直的孔，以免采用瓣合分型或侧抽芯等复杂的模具结构。否则，不但使模具结构复杂，制造周期延长，成本提高，模具生产率降低，而且还会在分型面上留下飞边，增加塑件的修整工作量。

2. 塑件形状的设计

图 1-3 (a) 所示塑件的侧孔，必须采用侧型芯来成型，并要用斜导柱或其他抽芯机构来完成侧抽芯，这样使模具结构复杂。如改用如图 1-3 (b) 所示的结构，即可克服上述缺点。

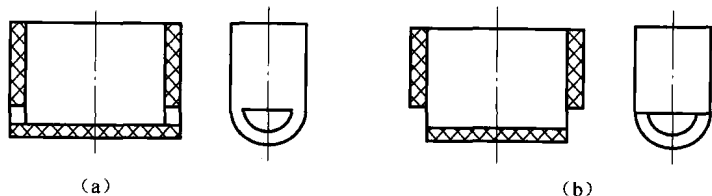


图 1-3 带侧孔容器改进

图 1-4 (a) 所示塑件的内侧凹必须用镶拼式型芯来成型，否则塑件无法取出。采用镶拼结构不但使模具结构复杂，而且还会在塑件内表面留下镶拼痕迹，使修整困难。在允许的情况下，改用图 1-4 (b) 所示的形状较为合理。

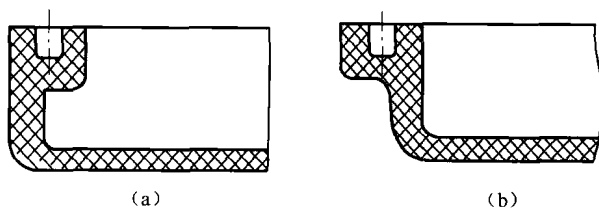


图 1-4 内侧凹的改进

当结构不允许改动时，需要采用侧型芯来成型，并要用斜导柱或其他抽芯机构来完成侧抽芯，但也应注意抽芯的方向。如图 1-5 (a)，(b) 所示塑件的改进，图 1-5 (a) 中抽芯困难，改进后图 1-5 (b) 中横向抽芯容易保证。

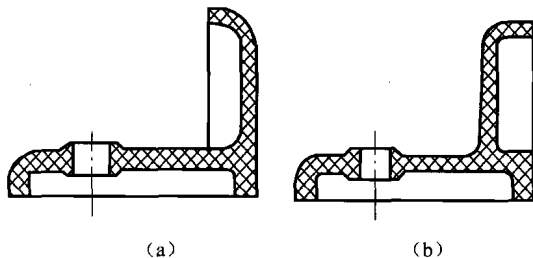


图 1-5 侧抽芯的改进

图 1-6 (a), (b) 所示的塑件, 带有整圈内侧或外侧凹槽, 当凸起或凹槽较浅并允许带有圆角时, 可以采用整体式型芯, 可利用塑件在脱模温度下具有的弹性, 强制脱模。如 POM 塑件允许模具型芯有 5% 的凹陷, 强制脱模不会损坏塑件, PE、PP 等塑料也可采取类似的设计。其尺寸满足以下关系。

$$\frac{A-B}{B} \times 100\% \leq 5\%, \quad \frac{A-B}{C} \times 100\% \leq 5\%$$

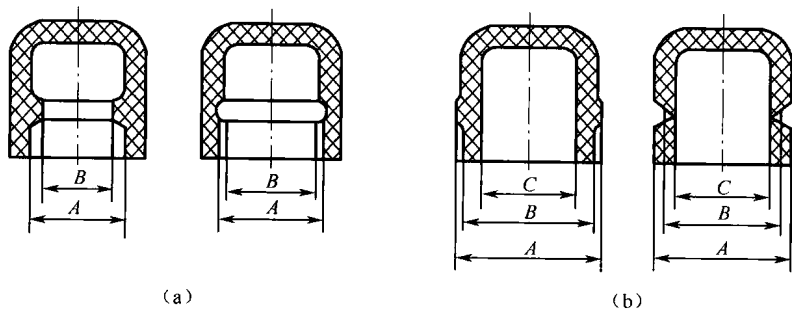


图 1-6 浅侧凹(或侧凸)可强制脱模的结构尺寸

1.3.2 塑件的壁厚

由于塑料强度和刚度比金属低, 结构上不能完全照搬金属件。塑件的壁厚与使用要求和工艺要求有关, 因此, 合理地选择塑件的壁厚是很重要的。

1. 塑件壁厚的要求

- (1) 使塑件具有确定的结构及一定的强度和刚度, 满足塑件的使用要求。
- (2) 成型时具有良好的流动状态(如壁不能过薄)以及充填和冷却效果(如壁不能太厚)。
- (3) 合理的壁厚使塑件能顺利地 from 模具中顶出。
- (4) 满足嵌件固定及零件装配等强度的要求。
- (5) 防止制品翘曲变形。

2. 塑件壁厚的设计

在成型工艺上, 塑件壁厚不能过小, 否则熔融塑料在模具型腔中的流动阻力加大, 尤其是形状复杂和大型的塑件, 成型比较困难; 塑件壁厚过大, 不但造成用料过多而增加成本, 而且会给成型工艺带来一定困难, 如会延长成型时间, 增加塑化及冷却时间, 使生产效率显著降低。此外, 壁厚过大也易产生气泡、缩孔、凹痕、翘曲等缺陷, 从而影响产品质量。热塑性塑料易于成型薄壁塑件, 最薄可达 0.25mm, 但一般不宜小于 0.6~0.9mm, 通常选取 2~4mm。常用塑件壁厚选用范围如表 1-5 所示。

有了合理的壁厚还应力求同一塑件上各部位的壁厚尽可能均匀, 否则会因冷却速度不同而引起收缩率不一致, 结果在塑件内部产生内应力, 致使塑件产生翘曲、缩孔、裂纹, 甚至开裂等缺陷。一般壁厚差应保持在 30% 以内。壁厚差过大, 可采用将塑件过厚部分挖空的方法改进。作为壁厚结构设计参考, 表 1-6 列出了一些塑件壁厚设计的不合理结构与合理结构的对比情况。