



塑料模具设计

李秦英 主编
西北工业大学出版社

塑料模具设计

(1988年修订本)

李秦蕊 主编

李秦蕊 郭进宝 杨和笙 编

西北工业大学出版社

1995年9月 西安

内 容 简 介

本书介绍了塑料压制模具、注射模具、热塑性塑料挤出成型机头及气动成型模具的设计,并以结构分析为重点,着重介绍注射模具的结构和设计。为适应我国塑料工业生产现状和发展,书中也概略地介绍了铸压模具及橡胶模具的设计及注射模具的发展近况、计算机辅助设计、模具标准化等内容。本书为高等院校高分子材料专业教材,也可供从事塑料成型工艺及模具设计工程技术人员参考。

塑 料 模 具 设 计

(修订本)

主 编 李秦蕊
责任编辑 刘 红
责任校对 杨长照

*

© 1995 西北工业大学出版社出版发行

(西安市友谊西路127号)

陕西省新华书店经销

咸 阳 市 印 刷 厂 印 装

ISBN 7-5612-0078-1/TH·5

*

开本:787×1092毫米 1/16 23.5印张 4插页 585千字

国防工业出版社1980年12月第1版

1988年12月第2版 1995年9月第3次印刷

印数:18 001—21 000

定价:21.80元

前 言

“塑料模具设计”的第一版于1980年12月由国防工业出版社出版为内部发行，它是根据航空高等院校教材编审规划编写的，作为航空非金属材料及成型工艺专业的教材已使用了九届。

本书介绍塑料成型模具基本设计原理和设计方法，为避免课程间的重复、着重讨论各类模具的结构，并以注射模的结构分析为重点，橡胶模具只介绍一些入门知识。

书中选用的一些结构、经验数据是汇集了广大技术人员和工人的劳动成果。

根据多届教学实践及社会的发展，根据航空工业部1985年修订的“塑料模具设计教学大纲”进行修订，现作为航空非金属材料及成型工艺教材继续出版。

由于第一版的内容主要是针对航空工业部所属厂的生产现状编写的，故在修订本中仍保留了这部分基本内容，但在文字、结构图方面作了很多修改，以求更结合实际、简明扼要及反映当前水平；另一方面又增加了如计算机辅助设计概略介绍，低发泡塑料注射成型模具，逻辑密封冷却装置，热塑性塑料挤出机头的设计以及塑料中空成型、真空成型、压缩空气成型等内容，以加强教材的适应性。

在修订过程中，我们力求注意理论联系实际和培养学生分析问题、解决问题的能力、在内容安排上尽量做到符合由浅入深、由简到繁循序渐进的学习方法。

本书是由西北工业大学、北京航空学院联合编写的，由西北工业大学李秦蕊主编，并编写绪言、第一章至第四章、第八章(8-4、8-5)；郭进宝编写第六、七、九、十章，北京航空学院杨和笙编写第五章、第八章(8-1、8-2、8-3)。

本书由西安交通大学王有道高级工程师审稿，对教材内容及编写提出许多宝贵意见和建议；编写过程中还得到西北工业大学四〇五教研室、北京航空学院一〇四教研室领导及同志们的大力支持和帮助，在此一并表示衷心感谢。

由于我们调查研究不够、实践经验缺乏、书中尚未能把我国的先进经验和先进水平完全地反映出来，也难免有错误或不当之处，希望广大同行在共同讨论中提出意见和建议，以便改进和提高。

编 者

1988年8月

目 录

绪 言	1
第一章 塑料制品的工艺性	4
1-1 收缩性	4
1-2 出模斜度	6
1-3 壁厚	7
1-4 加强筋	8
1-5 支承面和凸台	9
1-6 圆角和边缘修饰	10
1-7 孔	11
1-8 侧孔和侧凹	12
1-9 金属嵌镶件	14
1-10 螺纹	16
1-11 滚花	18
1-12 挂模槽	19
1-13 标记、符号	20
1-14 表面装饰	20
1-15 塑件的精度和粗糙度	20
1-16 毛边	22
第二章 压制模设计	25
2-1 压制模分类	25
2-2 压模与压机的关系	29
2-3 压制模的结构分析	32
2-4 压制模的组成零件及设计	37
2-5 压制模计算	72
第三章 铸压模设计	82
3-1 铸压成型的优缺点	82
3-2 铸压模的结构分析	82
3-3 铸压模的浇注系统	86
3-4 铸压模外加料室及柱塞(压柱)的设计	91
第四章 橡胶模设计	94
4-1 橡胶制件的工艺性	94

4-2	橡胶模具的设计	95
4-3	橡胶的收缩率	103
4-4	橡胶模具的几种结构举例	104
第五章	注射模设计	107
5-1	概述	107
5-2	注射模与注射机的关系	113
5-3	分型面的选择	125
5-4	浇注系统	129
5-5	拉料杆	147
5-6	排气系统	150
5-7	顶出机构	151
5-8	抽芯机构	172
5-9	模具温度调节系统	196
5-10	低发泡注射成型模	202
第六章	注射模具的发展近况	209
6-1	热固性塑料注射模具	209
6-2	高速成型与自动成型模具	216
6-3	无浇道模具	221
6-4	逻辑密封冷却装置	235
6-5	注射压缩延伸成型用模具	235
第七章	模具主要零件的计算与技术要求	238
7-1	模具成型零件尺寸计算	238
7-2	模具零件的强度计算	258
7-3	设计模具零件时要考虑加工性能	271
7-4	其它技术要求	275
第八章	热塑性塑料挤出成型机头	291
8-1	概述	291
8-2	管材挤出成型机头	296
8-3	吹塑薄膜、棒材、线缆包覆挤出成型机头	307
8-4	板材和片材的挤出成型机头	316
8-5	异型材挤出成型	322
第九章	气动成型模具的设计	333
9-1	真空成型模具	333
9-2	压缩空气成型模具	341

9-3 吹塑成型模具.....	345
第十章 塑料模具的设计步骤	357
10-1 设计模具应注意的问题.....	357
10-2 塑料模具设计步骤.....	360
10-3 模具设计的标准化问题.....	365
参考文献	368

绪 言

塑料工业是现代新兴工业之一，它包括塑料原料（树脂和助剂）生产和塑料制品成型加工两大部分。由于塑料具有比重小、化学稳定性好、电绝缘性能高、比强度大等优异性能，所以在机械、仪表、无线电、电讯、日用品、国防和尖端科学技术等方面应用甚广。

塑料根据其热性能基本可以分为热固性塑料和热塑性塑料两大类。由于二者性能不同，塑料制品的生产亦将分别通过不同方式，在相应的模具内得到成型。目前，生产塑料制品最广泛采用的是压制成型法、铸压成型法、注射成型法、挤出成型法、中空吹塑成型法、真空成型法、压缩空气成型法，其中包括近年来得到发展的热固性塑料注射成型、低发泡塑料注射成型及微型注射成型等。

塑料制品成型模具是成型塑料制品的主要工艺装备之一，它使塑料获得一定的形状和尺寸，并在外观及物理性能、电性能、机械性能等各方面均能满足使用要求。由于所要成型的塑料制品的形状、尺寸的不同，塑料模具的结构形式也就很多，并随成型方法、制品结构以及需要的产量和使用设备的改变而改变。

塑料制品的质量好坏与许多因素有关，在选定材料和工艺条件的情况下，模具设计与模具制造的好坏直接影响到塑料制品的精度和质量。因此，对于从事塑料模具设计的人员来讲，除对塑料一般情况应有所了解外，还需熟悉塑料制品结构、工艺性与模具设计间的关系及其相互要求和一定的机械加工基础知识，这样，才能使塑料模具设计达到预期的效果。这对于保证塑料制品质量、提高生产效率以及推广塑料的应用都有重要意义。

根据塑料成型加工方法可将塑料模具分为：

一、压制成型模具（简称压模）

塑料装于加热的模具型腔或加料室内，模具闭合后加压，型腔内的塑料在加热、加压的条件下，开始熔化并充满模具型腔各处，同时由于化学和物理变化使塑料固化定型，获得所需形状和尺寸的塑料制品的成型方法称压制成型法，所用模具称压制成型模具，简称压模。压模多用于成型热固性塑料，也有用来成型热塑性塑料的。另外，还有不加热的冷压成型模具称冷压模。

二、铸压模具（又称挤胶模具）

塑料装入独立于已闭合的模具外又与模具相连系的加料室内，在加热和通过压柱加压的情况下，开始塑化成半熔化状态，并经模具浇注系统充满型腔各处，达一定固化时间塑料固化成型的方法称铸压成型，所用模具称铸压模或挤胶模。铸压模具多用于成型热固性塑料制品。

三、注射模具

这种模具主要用于热塑性塑料制品的成型，模具本身没有加料室，塑料是加在注射机有

规定温度的加热料筒内。塑料受热转变成可流动的熔体，经注射机的螺杆或活塞以一定的压力与速度的推动，通过注射机喷嘴和模具的浇注系统被注入已闭合的模具型腔各处，经一定时间冷却、硬化定型得到所需形状的塑料制品。这种成型方法称为塑料注射成型，所用模具称注射模具。随着塑料工业的发展，注射成型已用于热固性塑料成型，但所用模具具有其特点。

四、挤出成型模具（又称挤出机头）

挤出成型模具是用于挤出机上的模具。挤出机内的塑料原料在一定温度和压力条件下熔融塑化，并在挤出机螺杆的推动下连续通过具有特定断面形状的口模，并经冷却定型设备冷却硬化定型得到所需断面形状的连续型材的成型方法称挤出成型法，用于挤出成型的模具称挤出成型模具。挤出法几乎能加工所有的热塑性塑料和部分热固性塑料。

五、中空制品吹塑成型模具

中空制品吹塑成型是由挤出机挤出的熔融状态的塑料型坯置于模具内，然后闭合模具，塑料型坯借压缩空气吹胀而贴于模腔壁，冷却后得到一定形状中空制品的一种加工方法，所用模具称吹塑成型模具。它多用于聚氯乙烯、聚乙烯、聚偏氯乙烯、聚苯乙烯等热塑性塑料原料。

六、真空成型模具

用辐射加热器加热固定在模具上的热塑性塑料板、片至软化温度，而后用真空泵把板材和模具之间的空气抽掉，借大气的压力使板材紧贴在模具上成型，冷却后塑件收缩，借助压缩空气使塑件从模具中脱出的成型方法称真空成型法，所用模具称真空成型模具。

另外，压缩空气成型方法有很多地方与真空成型法是相同的，所用模具的型腔与真空成型模具的型腔基本相同，所不同的只是真空成型模具上的抽气孔在压缩空气成型中作为排气孔用，压缩空气成型时所用模具称压缩成型模具。

除上面所列举的几种塑料模具外，尚有泡沫塑料成型模具，玻璃纤维增强塑料低压成型模具等。近年来，塑料成型加工机械和成型模具发展十分迅速，高效率、自动化、大型、微型、精密、高寿命的模具在整个模具产量中所占的比重越来越大。这是由于工业塑件和日用塑件的品种和产量需求量很大，对塑料模具也提出了越来越高的要求，从而促使塑料模具生产不断向前发展。

当今标准化的应用加快了塑料模具生产的速度，而计算机辅助设计与辅助制造系统（即CAD/CAM系统）在国外塑料工业中的应用更是塑料模具生产中一项革命性的措施，也是模具技术发展的一项重要里程碑，它的出现从根本上改变了模具生产的面貌，其技术的经济效益也是十分巨大的，不仅可以使模具生产效率提高几倍乃至几十倍，更重要的是可以保证模具质量水平的提高。

CAD是在人的参与下，以计算机为中心的一整套系统对产品自动进行最优化设计，其中包括资料检索、计算、确定形状结构，自动制图和打出数控加工纸带。CAM也是在人的参与下，用计算机对产品的制造进行监督、控制和管理。CAM的输入信息直接来自于CAD的输出信息，二者密切的结合。总的来说，CAD/CAM就是由计算机控制的自动化信息流

对从产品的最初构思、设计直至最终的制造、装配、检验、管理进行控制的集成系统。

据美国数控协会声称其 Compu Tool 从设计到加工完毕所需的时间减少达 90%。可见其明显的经济效果。但由于投资大，其使用在国外也局限于一些大公司而未普及。我国目前也开展了这方面的工作。

“塑料模具设计”课程是本专业的一门专业课，通过“塑料模具设计”课的学习，要求学生初步掌握模具设计的基本知识和基本原理，达到能够从事一般难度的模具设计。

“塑料模具设计”课也是一门实践性很强综合运用基础知识的课程。为了掌握本课程的中心环节——模具设计，学习时除了系统讲授课程内容外，很重要地是向生产实际学习。因此，还要适当地组织现场教学、在学完全部课程内容后，安排进行课程设计，对所学内容进行全面复习与应用，达到理论联系实际，培养学生分析问题和独立设计模具的能力。

第一章 塑料制品的工艺性

塑料制品（或称塑件）的成型，有它独有的特点：

其一，塑件成型的可能性受一定条件的限制，也就是说，在许多情况下，从塑料的成型工艺性如流动性方面考虑，不是设计人员设计的每一个制品都可以从模具中生产出来，而是需要重新审查制品的结构，用类似的塑料制品代替原材料缺乏的金属制品时尤为重要。

其二，塑件的结构与用来成型塑件的塑料的物理、力学性能有关，它在很大程度上将影响到塑件的成型和尺寸精度。换言之，设计塑料制品时，应该遵守的基本条件之一是制品结构的工艺性。一个塑料制品结构的产生，既要考虑到必须充分发挥所用塑料性能上的优点，避免或补偿其缺点，还应考虑到与塑件在模具中成型时的特点有关的许多要求，并力求在不影响塑件的使用性能的情况下，简化塑件的结构，以利于塑件和模具制造时简单、节约。

塑料制品设计的主要内容包括塑件的形状、斜度、壁厚、尺寸精度、表面粗糙度以及塑件上加强筋、支承面和凸台、圆角、嵌件、孔、螺纹等的设置，即制品设计既应考虑所用塑料的性能特点，也应考虑模具结构特点。合理地设计塑件结构是保证塑件符合使用要求和满足成型条件的一个关键性问题。通常，从事模具设计的人员并不设计塑料制品，但模具设计人员必须善于对塑件的结构进行分析，并能提出符合模具设计及制造要求的工艺结构，以便设计出合理的模具结构。

一付成功的模具，既能保证塑件顺利成型，防止产生缺陷，又能达到降低成本、提高生产率的目的。因此，模具设计人员必须熟悉与设计模具有关的塑件工艺性方面的要求。

1-1 收 缩 性

塑料经成型后所获得的制品从热模具中取出后，因冷却及其它原因而引起尺寸减小或体积收缩小的现象称塑料的收缩性。收缩性是每种塑料都具有的固有特性之一，它因塑料的种类以及模塑条件的不同而不同。

为了得到符合图纸要求的塑件，在设计模具时，对于收缩性总是给以适当的补偿，但现有的资料还不足以使模具设计者准确地估计塑件各个部位的收缩程度。对于收缩本身的复杂性以及造成收缩的许多原因间的相互关联，还需要进行研究。但是，可以认为影响塑件收缩的因素，大致可分为塑料的性质、塑件结构、模具结构、成型工艺等几个方面。这里着重介绍塑件结构和模具结构对收缩性的影响。

一、塑件结构设计对塑件收缩的影响

塑件的结构设计要求塑件有一个均匀的截面，即通常所说的塑件壁厚要均匀。如果一个塑件中有一、二处的截面较其它处的截面厚些，而采用的成型条件又只适宜于模塑薄处截面，则在厚截面处会发现缺料或塑件不密实或熟化不足以致造成收缩的不均，且薄壁塑件比厚壁塑件的收缩要小。另外，塑件上带有嵌件者比不带嵌件者收缩要小，塑件形状复杂的比形状

简单的收缩要小；且直径方向的尺寸比高度方向的尺寸收缩要小。

二、模具结构对塑件收缩性的影响

模具设计所选用的结构及浇口的位置和大小均与模制压力有密切关系。对热固性塑料的模塑成型来讲，模具结构设计合理时，可提高作用在物料上的压力，增加流动性，从而填充密实，促使成型后的产品收缩值小，如密闭式压模模具能将承受到的压力全部传递给型腔中的物料，而敞开式压模模具却只能传递一部分压力；而热塑性塑料的模塑成型时，注射模具浇口的位置和大小对塑件的收缩影响很大，浇口过小则会过多地限制原料流动，同时浇道的长度、直径和塑料进入模具流道的曲折点都会引起压力的损失，相应地减小“有效压力”以致影响塑料的压缩程度。而浇口的位置又决定原料流动的方向，从而影响塑料的收缩。对热固性塑料铸压模具来讲，其浇口位置和大小对塑件收缩亦有同样的影响。

塑料的收缩值与塑料流动方向亦有关，与塑料流动方向相平行的收缩大于与流动方向相垂直的收缩，这一点，在设计模具时是必须加以注意的。

除上述关于模塑过程中以及模塑刚完成后所发生的收缩现象外，有些塑料在老化过程中还有一些收缩，这种老化收缩现象对热固性塑料尤为显著。对纤维酯类如醋酸纤维，则根据所用的增塑剂类型和比例也有不同程度的收缩，因此将在模塑过程中塑件的收缩值补偿到模具的相应尺寸中去，再从工艺条件来控制收缩范围，这样，就有可能得到比较符合图纸要求的塑件。

收缩率是表示塑料收缩性大小的一个数字指标。确定收缩率的方法是在一个标准试验模具里（系用型腔尺寸为 $\phi 100 \pm 0.3$ 毫米、厚 4 ± 0.2 毫米的圆片模具或每边长 25 ± 0.5 毫米的立方体模具）选用适应该塑料所要求的工艺条件进行模塑，计算出模具与塑件在室温下测定的直线尺寸的差除以模具尺寸。

$$Q = \frac{A - B}{A} \quad (1-1)$$

$$AQ = A - B$$

$$A - AQ = B$$

$$A = \frac{B}{1 - Q} \quad (1-2)$$

式中 Q ——塑料的收缩率，

A ——室温下模具的实际尺寸，

B ——室温下塑件的实际尺寸。

而由数学知 $\frac{1}{1 - Q} = 1 + Q + Q^2 + Q^3 + \dots$

当塑料的 Q 很小时，则比 Q 更高次的 Q 的二阶微量就可以被忽略

因此 $A = B(1 + Q) \quad (1-3)$

即用收缩性较小的塑料来模塑中、小型塑件时，模具尺寸可以用上述公式进行计算。

如用收缩性较大的塑料模塑大型塑件时，则仍建议采用 (1-2) 公式为好。

收缩率通常以%表示, 即 $Q = \frac{A-B}{A} \cdot 100\%$ 。由于塑料的收缩数据是以标准试样测得的, 设计模具时, 由于塑件形状各异, 设计者虽力图将收缩率取准, 但所取收缩率与实际收缩率不可能完全符合, 这将造成塑件尺寸精度降低。因此, 在选用塑料生产厂的收缩数据时, 必须根据过去经验加以调整, 同时, 还必须考虑各种影响收缩的因素。

如果塑件的一个或几个尺寸必须很精确, 就应该首先设计、制造出一个试用模具, 根据试压成的样品尺寸对模具加以修改, 最后做成实际生产所需之模具。但应考虑模具由小修改大的可能性。

1-2 出模斜度

由于塑料冷却后产生收缩, 会使塑件很紧地包住模具型芯或型腔中凸出的部分, 如何使脱模容易是很重要的问题。为了便于使塑件从模具内取出或从塑件内抽出型芯, 防止塑件与模具成型表面的粘附, 以及塑件表面被划伤、擦毛等情况产生, 塑件的内、外表面沿脱模方向都应有倾斜角度即出模斜度或脱模斜度。

出模斜度还没有精确的计算方法或公式, 但所取数值必须在制造公差范围内, 而所取斜度的方向, 对轴来讲应保证大端斜度向小的方向取, 对孔来讲应保证小端斜度向大的方向取。

塑件上所取斜度的大小与塑料性质、收缩率大小、塑件的壁厚和几何形状有关, 亦应随塑件的深度不同而改变。型芯长度及型腔深度越大, 斜度应适当缩小, 反之则大。一般最小斜度为 $15'$, 通常取 0.5° 即可, 如图 1-1 所示。

只有塑件高度不大时才允许不设计斜度。一般情况下, 若斜度不妨碍制品的使用, 则可将斜度值取得大一些。

热固性塑料一般较热塑性塑料收缩率要小一些, 故出模斜度也相应小一些; 复杂及不规则形状的塑件, 其斜度应大一些。一般为了更便于使塑件自模内取出, 其内表面的斜度设计得比外表面的斜度更大一些。有时也需根据塑件预留的位置 (是希望留在型芯、还是希望留在型腔) 来确定出模斜度。为了在开模后让塑件留在阳模上, 则有意将阳模斜度减小而将阴模斜度放大。反之亦同。

总括起来, 选取出模斜度既要考虑脱模方便, 又要考虑塑件尺寸的公差要求, 在满足塑件尺寸公差要求的前提下, 出模斜度可以取得大些, 这样有利于脱模。表 1-1 是塑件高度与光滑成型零件的脱模斜度间的关系中光滑成型零件斜度的最小允许值。

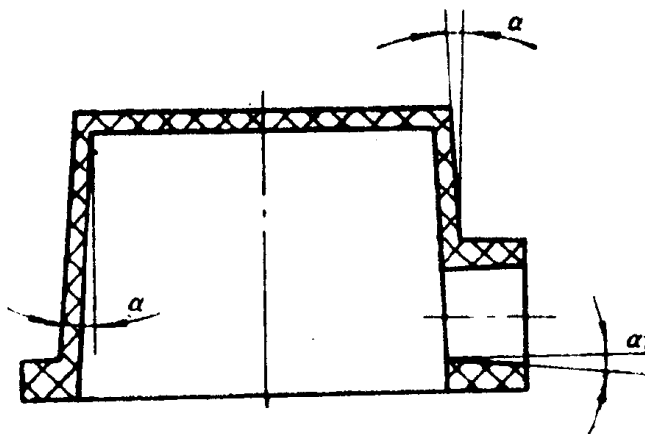


图 1-1 出模斜度

表 1-1 光滑成型零件斜度的最小允许值

(毫米)

制 件 高 度		10以下	大于 10~20	大于 20~40	大于 40~60	大于 60~80	大于 80~100	大于 100~120	大于 120~150
斜度最小允许值	凸模	—	0.04	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.40
	凹模	—	—	0.05	0.08	0.10	0.12	0.15	0.20

1-3 壁 厚

塑件都必须有一定的壁厚,这不仅使塑料在成型时有良好的流动状态,而且也为了塑件在使用中有足够的强度和刚度、有时塑件在使用中需要的强度虽然很小,但是为了便于从模具里顶出以及部件的装配操作,仍须有适当的厚度,因此,合理地选择塑件壁厚是很重要的。

一般来说,结构是决定壁厚的一个最重要的因素,而模塑条件,如流动性,硬化和顶出要求对选择壁厚也都有影响,因此,在设计时,必须对上述各种条件的相互关系加以考虑,以便得到最理想的壁厚设计。

由于塑料的收缩与硬化是同时发生的,厚度不同就造成收缩不一致。在塑件脱模时,薄的部分比厚的部分冷却较快,厚的部分比薄的部分收缩较多,而厚的部分还由于中心变硬时发生的内收缩,不是形成凹陷即“沉陷点”,就是产生翘曲。为了解决这个问题,在可能的条件下,常常是将厚的部分挖空,使壁厚尽量均匀一致。如果结构要求必须有不同壁厚时,不同壁厚的比例不应超过 1:3,且不同壁厚应采用适当的修饰半径以缓慢过度厚薄部分空间的突然变化。

热固性塑料制品的厚度一般在 1~6 毫米之间选,最大不得超过 13 毫米。壁过厚则既要增加塑压时间,又促使塑件内部不易压实与多气孔,并很难达到完全固化,而且其强度并不随其壁厚的增加而增加,还造成原料的浪费。壁过薄的塑件刚度差,不易承受住内应力的作用,同时,卸模及放置时,稍不注意即会引起变形,再者塑件对湿度的敏感性大,易于吸湿而使形状不规则。因此,在保证成型和使用条件下,要求有均匀的截面和最小的壁厚,以得到快速、完全的固化。表 1-2 是热固性塑料制件最小壁厚的参考值。

表 1-2 热固性塑料制件最小壁厚参考值

(毫米)

塑 件 高 度	最 小 壁 厚		
	酚醛塑料	氨基塑料	纤维素塑料
~40	0.7~1.5	0.9~1.0	1.5~1.7
>40~60	2.0~2.5	1.3~1.5	2.5~3.5
>60	5.0~6.5	3.0~3.5	6.0~8.0

热塑性塑料制品的最大壁厚,希望尽可能控制在 2~4 毫米之间。如果壁太厚,则易产生气泡和因收缩不均匀引起凹痕,这在较厚的尼龙、聚乙烯等塑件上尤为明显,同时,壁太厚也增加冷却时间,从而降低生产效率。如果强度不够时,可设置加强筋来加强。表 1-3 是热塑性塑料制件最小壁厚的参考值。

表 1-3 热塑性塑料制件壁厚参考值

(毫米)

塑料种类	制件厚度流程 50 毫米 的最低限值	一般制件壁厚	大型制件壁厚
尼 龙	0.45	1.75~2.60	>2.4~3.2
聚 苯 乙 烯	0.75	2.25~2.60	>3.2~5.4
改性聚苯乙烯	0.75	2.29~2.60	>3.2~5.4
有机玻璃(372)	0.80	2.50~2.80	>4~6.5
聚 甲 醛	0.80	2.40~2.60	>3.2~5.4
软聚氯乙烯	0.85	2.25~2.50	>2.4~3.2
聚 丙 烯	0.85	2.45~2.75	>2.4~3.2
氯化聚醚	0.85	2.35~2.80	>2.5~3.4
聚 碳 酸 酯	0.95	2.60~2.80	>3~4.5
硬聚氯乙烯	1.15	2.60~2.80	>3.2~5.8
聚 苯 醚	1.20	2.75~3.10	>3.5~6.4
聚 乙 烯	0.60	2.25~2.60	>2.4~3.2

如模塑带有金属嵌件或虽不带金属嵌件,但以后需与金属嵌件紧紧地装配在一起的塑件,则设计壁厚时,需考虑热膨胀系数。很多塑料的热膨胀系数是黄铜或钢的 3 至 12 倍,如金属嵌件附近的塑料厚度太小,就会产生辐射状的裂纹,这是必须注意的。

1-4 加 强 筋

加强筋的作用是在不增加整个模塑件厚度的条件下,加强模塑件的刚度和强度。适当地使用加强筋,常可克服扭歪现象。在某些情况下,加强筋还使塑料在模塑时易于流动。设计

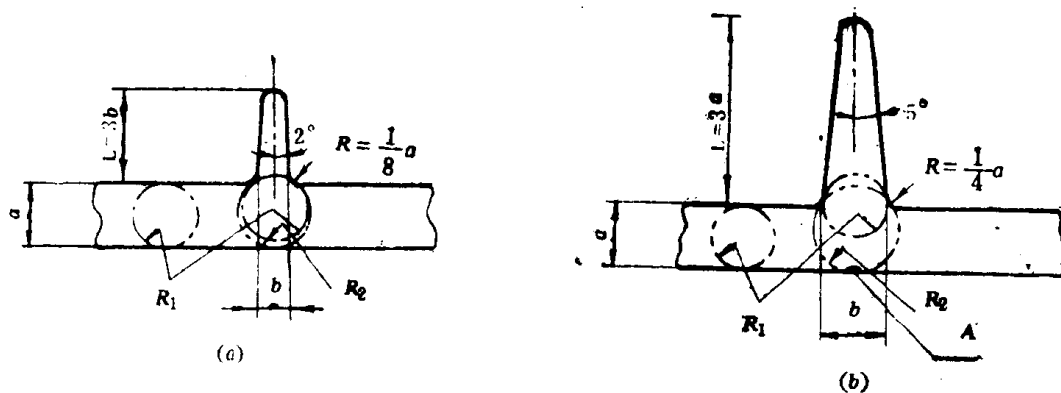


图 1-2 加强筋比例

$$L = 3b$$

$$R = \frac{1}{8}a$$

$$b = \frac{1}{2}a$$

$$a = b$$

$$R = \frac{1}{4}a$$

$$L = 3a$$

加强筋时，必须考虑加强筋的布置以减小因壁厚不均而产生的内应力，或由于塑料局部集中而产生缩孔、气泡。而且，加强筋底部的宽度应当比它所附着的壁厚小。如图 1-2 所示。

图 1-2(a) 中所标明的加强筋比例，不易产生“沉陷点”，图 1-2(b) 中 $b \geq a$ 在 A 处表面产生“沉陷点”。

加强筋以设计得矮一些多一些为好。加强筋之间中心距离不应小于 $2b$ 。加强筋的端面，不应与支承面相平，至少应低于支承面 0.5 毫米，如图 1-3。

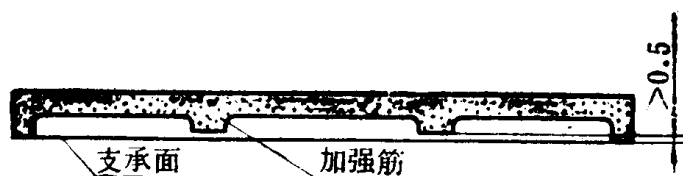


图 1-3 加强筋与塑件支承面

除了采用加强筋外，薄壳状的塑件可作成球面或拱曲面，这样可以有效地增加刚性和减少变形，如图 1-4 所示。对于薄壁容器的边缘，可按图 1-5 所示设计来增加刚性和减小变形。

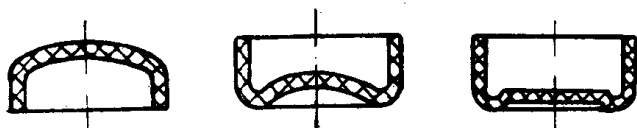


图 1-4 容器底和盖的增强

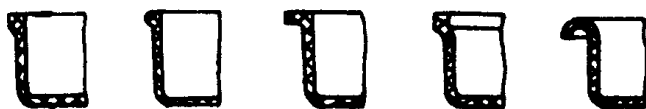


图 1-5 容器边缘的增强

1-5 支承面和凸台

使用单独的突缘或底部边缘代替整体支承面其效果较好，因为实际上不可能达到塑件的整个平面绝对平直，故以塑件的整个平面做为支承面是不适宜的。

凸台是用来增强孔或装配附件的凸出部分。设计凸台时，除应考虑采用加强筋所应考虑的一般问题外，在可能范围内，凸台应当位于边角部位，其几何尺寸应小，高度不应超过其直径的两倍，并应具有足够的倾斜角度以便脱模。设计固定用的凸台时，除应保证有足够的强度以承受紧固时的作用力外，在转折处不应有突变。如图 1-6 所示。

1-6 圆角和边缘修饰

塑件的边缘和边角带有圆角，可以增加塑件某部位或整个塑件的机械强度、造成成型时塑料在模具内流动的有利条件，也有利于塑件的顶出，因此，塑件除了使用上要求采用尖角或者由于不能成型出圆角之处外，应尽可能采用圆角。塑件上采用圆角还可以使模具成型零件加强，排除模具成型零件热处理或使用可能产生的应力集中。

从图 1-7 可以看出应力是趋向于集中在两个部位的交接点上，边缘修饰对减小应力集中的效用，当内圆角半径小于厚度的四分之一时应力集中表现很明显，而当采用大于厚度四分之三的半径时，对进一步减小应力集中效果并不明显。因此，理想的内圆角半径应大于四分之一壁厚。

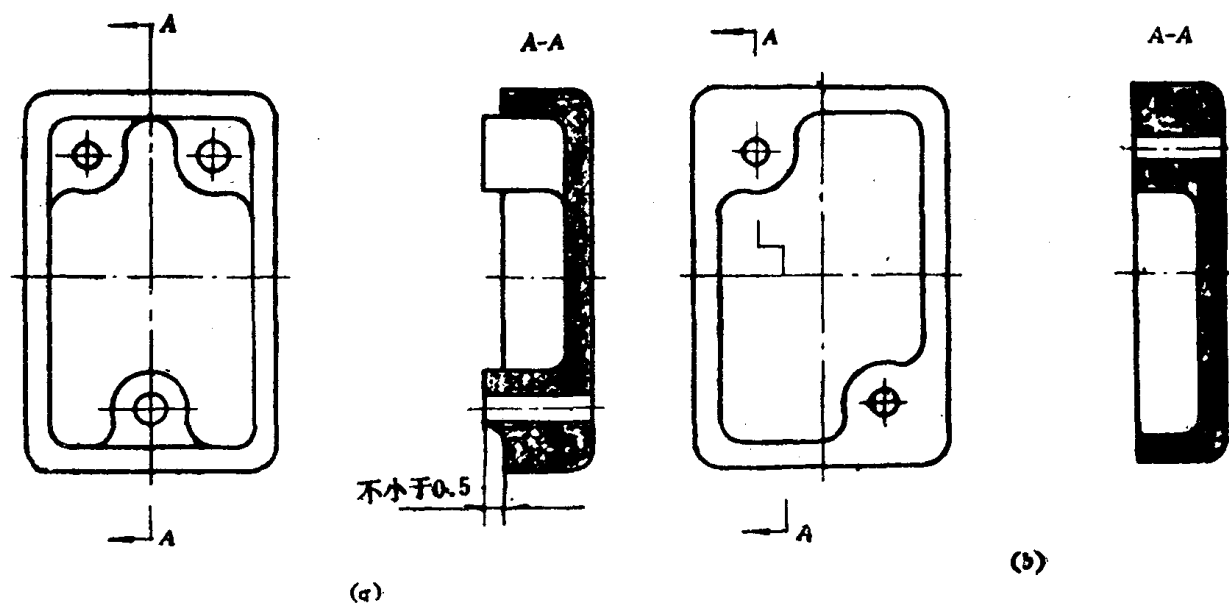


图 1-6 支承面和凸台

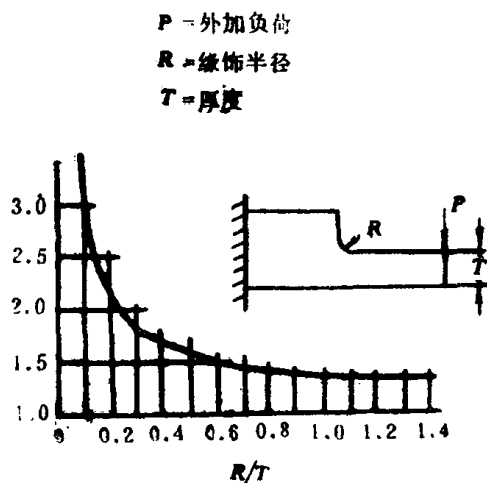


图 1-7 边缘修饰与张力集中

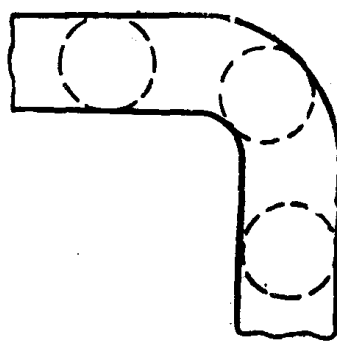


图 1-8 圆弧过渡

在两部位交接处的外角上采用圆弧过渡能进一步减小应力的集中，如图 1-8 所示。