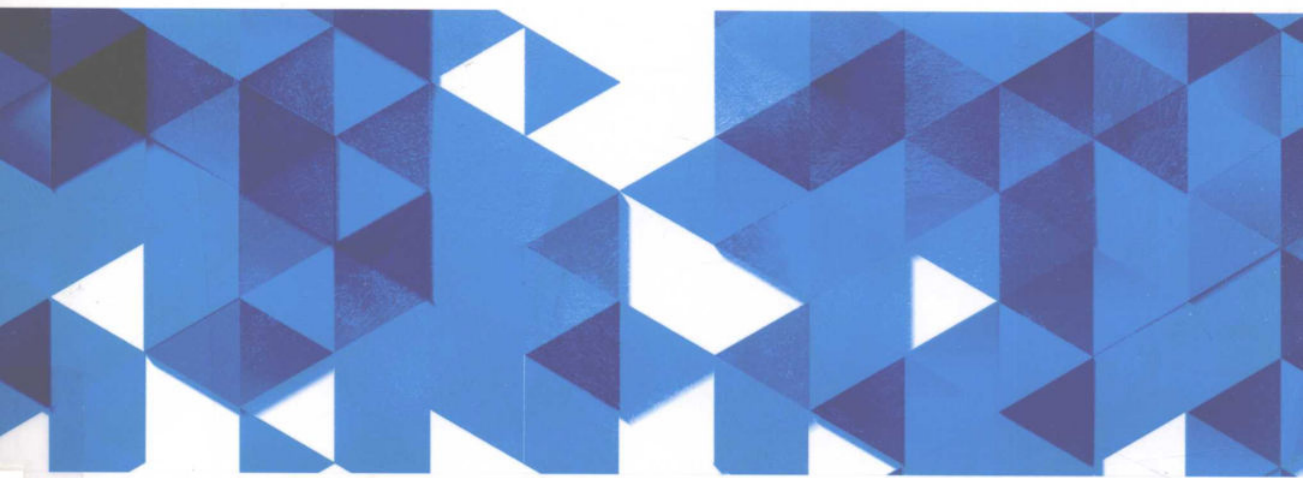




“十三五”江苏省高等学校重点教材

塑料成型工艺 与模具设计

王春艳 陈国亮 主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



电子课件、二维码资源



“十三五”江苏省高等学校重点教材

塑料成型工艺与模具设计

主编 王春艳 陈国亮
参编 黄艳伟 冯伟 袁俊



机械工业出版社

本书以塑料模具设计工作流程为主线,系统、详细地讲解了塑料模具设计所必备的知识,重点强化塑料模设计方面实用技术的介绍和综合能力的培养,所选实例既有典型性,又具有实用性和代表性;同时兼顾课程设计与理论知识有机融合,可实现学做一体,使内容更加丰富、完整和实用。

本书共分三篇,包含19个任务,主要内容包括塑件结构分析、塑件材料分析、塑件成型工艺分析,注射机初选、分型面确定、成型零件设计、浇注系统设计、推出机构设计、模架选取与标准件选用、模具温度控制系统设计、模具工程图绘制、定距分型拉紧机构设计、侧向分型与抽芯机构设计、热流道浇注系统设计、气体辅助注射模设计,压缩模设计、压注模设计、挤出模设计及气动成型模具设计;每个任务配套相应的设计范例、思考与练习题。

本书为高等职业院校及应用型本科院校模具设计与制造专业、机械类相关专业的教学用书,也可供相关专业人员参考。

本书有配套电子课件(内含大量的图片、动画及视频,部分资源以二维码的形式直接嵌入教材),凡选用本书作为教材的教师可登录机械工业出版社教育服务网(<http://www.cmpedu.com>)注册后免费下载,咨询电话:010-88379375。

图书在版编目(CIP)数据

塑料成型工艺与模具设计/王春艳,陈国亮主编. —北京:机械工业出版社,2017.9

“十三五”江苏省高等学校重点教材

ISBN 978-7-111-58121-5

I. ①塑… II. ①王… ②陈… III. ①塑料成型-工艺-高等学校-教材
②塑料模具-设计-高等学校-教材 IV. ①TQ320.66

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第237394号

江苏高校品牌专业建设工程资助项目(TAPP)(课题编号:PPZY2015B187) “十三五”江苏省高等学校重点教材(编号:2016-2-059)

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:于奇慧 责任编辑:于奇慧 王丹

责任校对:郑婕 封面设计:马精明

责任印制:孙炜

北京中兴印刷有限公司印刷

2018年2月第1版第1次印刷

184mm×260mm·21.25印张·585千字

0001—1900册

标准书号:ISBN 978-7-111-58121-5

定价:49.50元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线:010-88379833

读者购书热线:010-88379649

网络服务

机工官网:www.cmpbook.com

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

金书网:www.golden-book.com

封面防伪标均为盗版

前 言

“塑料成型工艺与模具设计”是高等职业院校及应用型本科院校模具设计与制造专业的一门专业核心课程。本书是在基于工作岗位的“双证融通、学做合一”人才培养模式实践和江苏省品牌专业建设的基础上，以培养模具设计与制造专业学生综合素质为目标，以模具设计岗位能力要求为本位，根据塑料模具设计课程教学标准编写的，被评为“十三五”江苏省高等学校重点教材。

本书根据企业模具设计岗位的主要工作流程编排内容，分为三篇、共 19 个教学任务，以够用、实用为原则，引入企业实际生产案例，着重培养学生合理编制塑料成型工艺、优化塑料模具结构设计、解决生产实际问题的能力。

本书以塑料模具设计工作流程为主线，力求理论知识与生产实际紧密结合。每个任务均包含理论知识与模具设计能力的相关要求，既强调知识的系统性，又强调任务完成的质量，注重培养学生的职业能力。在内容结构方面，通过任务引入、相关知识、任务实施、任务训练与考核、思考与练习等模块不断强化学生的模具设计能力，体现任务驱动和学做一体的高职教育理念，实效性较强。

本书以单分型面注射模设计流程为例，阐述塑料成型工艺及模具结构设计，并结合双分型面、侧向分型与抽芯注射模设计等案例介绍复杂模具结构的设计，实现由简单模具设计向复杂模具设计的平稳过渡；再通过对压缩模设计、压注模设计、挤出模设计等内容的介绍，全面阐释不同类型塑料成型模具的结构和设计步骤，使学习者能够掌握不同类型塑料模具结构的设计方法。本书配套课件包含丰富的图片、动画和教学视频等资源，部分数字化资源以二维码的形式直接嵌入教材，便于关键知识点的教学和自主学习。

本书遵循从简单到复杂、从单一到复合的原则，循序渐进，以任务为单元，在训练中完成知识的巩固和设计能力的培养，注重学生素质教育、知识掌握与技术能力的过程评价和综合表现，在教学过程中可以实现学生自评和教师互评，完善课程的考核，注重塑料模具设计岗位职业能力的达成。

本书由王春艳、陈国亮担任主编，黄艳伟、冯伟、袁俊在教材大纲、教学内容上给予了充分的指导，并编写了热流道注射模和侧向抽芯注射模部分。本书得到常州华威模具有限公司、常州博赢模具有限公司的大力支持与帮助，以及众多专家的热情指导和鼎力相助，谨此表示衷心感谢！

限于篇幅与编者水平有限，纰漏甚至错误之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一篇 塑件工艺分析

任务 1 塑件结构分析	1	2.2.4 常用塑料的鉴别	28
1.1 任务导入	1	2.3 任务实施	30
1.2 相关知识	2	2.4 任务训练与考核	30
1.2.1 塑件结构设计的一般原则	2	2.5 思考与练习	30
1.2.2 塑件的尺寸、精度与表面质量	5	任务 3 塑件成型工艺分析	32
1.2.3 塑件常见的结构设计	8	3.1 任务导入	32
1.3 任务实施	17	3.2 相关知识	32
1.4 任务训练与考核	18	3.2.1 注射成型工艺	32
1.5 思考与练习	19	3.2.2 压缩成型工艺	39
任务 2 塑件材料分析	21	3.2.3 压注成型工艺	43
2.1 任务导入	21	3.2.4 挤出成型工艺	44
2.2 相关知识	21	3.3 任务实施	48
2.2.1 塑料的概念	21	3.4 任务训练与考核	49
2.2.2 塑料的特性	23	3.5 思考与练习	50
2.2.3 常用塑料的性能及用途	26		

第二篇 注射模设计

任务 4 注射机初选	52	5.4 任务训练与考核	73
4.1 任务导入	52	5.5 思考与练习	74
4.2 相关知识	52	任务 6 成型零件设计	76
4.2.1 注射机的基本结构及规格	52	6.1 任务导入	76
4.2.2 模具在注射机上的安装形式	54	6.2 相关知识	76
4.2.3 注射机与模具的参数校核	54	6.2.1 成型零件结构设计	76
4.3 任务实施	59	6.2.2 成型零件工作尺寸确定	82
4.4 任务训练与考核	60	6.2.3 成型零件的强度、刚度计算	88
4.5 思考与练习	61	6.3 任务实施	91
任务 5 分型面确定	62	6.4 任务训练与考核	93
5.1 任务导入	62	6.5 思考与练习	93
5.2 相关知识	62	任务 7 浇注系统设计	95
5.2.1 塑料模分类及注射模基本组成	62	7.1 任务导入	95
5.2.2 型腔数目确定	67	7.2 相关知识	95
5.2.3 分型面选择	68	7.2.1 浇注系统的组成及设计原则	95
5.3 任务实施	73	7.2.2 主流道设计	96



7.2.3 分流道设计	98	11.3 任务实施	183
7.2.4 拉料杆与冷料穴设计	103	11.4 任务训练与考核	187
7.2.5 浇口的设计	105	11.5 思考与练习	187
7.2.6 排气与引气系统设计	117	任务 12 定距分型拉紧机构设计	188
7.3 任务实施	119	12.1 任务导入	188
7.4 任务训练与考核	120	12.2 相关知识	188
7.5 思考与练习	121	12.2.1 定距分型拉紧机构的定义	188
任务 8 推出机构设计	122	12.2.2 定距分型拉紧机构的类型	189
8.1 任务导入	122	12.2.3 三板式模具拉杆行程的计算	192
8.2 相关知识	122	12.3 任务实施	192
8.2.1 推出机构的组成、分类及设计 原则	122	12.4 任务训练与考核	194
8.2.2 脱模力的计算	124	12.5 思考与练习	195
8.2.3 简单推出机构	125	任务 13 侧向分型与抽芯机构设计	196
8.2.4 定模推出机构	134	13.1 任务导入	196
8.2.5 二级推出机构	134	13.2 相关知识	197
8.2.6 螺纹制品推出机构	135	13.2.1 侧向分型与抽芯机构的分类	197
8.2.7 浇注系统凝料的取出	139	13.2.2 抽芯力的计算	197
8.3 任务实施	142	13.2.3 抽芯距离的计算	198
8.4 任务训练与考核	142	13.2.4 机动侧向分型与抽芯机构	199
8.5 思考与练习	143	13.2.5 液压或气动侧向分型与抽芯 机构	222
任务 9 模架选取与标准件选用	144	13.2.6 手动侧向分型与抽芯机构	223
9.1 任务导入	144	13.3 任务实施	224
9.2 相关知识	144	13.4 任务训练与考核	231
9.2.1 塑料注射模模架	144	13.5 思考与练习	232
9.2.2 模架的选择	148	任务 14 热流道浇注系统设计	234
9.2.3 合模导向机构设计	152	14.1 任务导入	234
9.2.4 模架标准件的选择	155	14.2 相关知识	234
9.3 任务实施	161	14.2.1 热流道模具的分类及特点	234
9.4 任务训练与考核	162	14.2.2 热流道注射成型对塑料原料的 要求	235
9.5 思考与练习	163	14.2.3 热流道注射模的结构	235
任务 10 模具温度控制系统设计	164	14.2.4 热流道浇注系统的设计	238
10.1 任务导入	164	14.2.5 热流道注射模设计的关键参数	243
10.2 相关知识	164	14.2.6 热流道注射模的设计步骤	244
10.2.1 模具温度调节的重要性	164	14.3 任务实施	244
10.2.2 模具冷却系统设计	165	14.4 任务训练与考核	248
10.2.3 常见冷却水路结构形式	171	14.5 思考与练习	249
10.2.4 模具加热系统设计	174	任务 15 气体辅助注射模设计	250
10.3 任务实施	176	15.1 任务导入	250
10.4 任务训练与考核	177	15.2 相关知识	250
10.5 思考与练习	178	15.2.1 气体辅助注射成型原理	250
任务 11 模具工程图绘制	179	15.2.2 气体辅助注射成型工艺	250
11.1 任务导入	179	15.2.3 气体辅助注射成型设备	252
11.2 相关知识	179	15.2.4 气体辅助注射成型的特点	252
11.2.1 模具装配图绘制	179	15.2.5 气体辅助注射模设计	253
11.2.2 模具零件图绘制	180	15.3 任务实施	257
11.2.3 模具材料选择	181		

15.4 任务训练与考核 258

15.5 思考与练习 259

第三篇 其他类型塑料模设计

任务 16 压缩模设计 260

16.1 任务导入 260

16.2 相关知识 260

16.2.1 压缩模的分类及结构 260

16.2.2 压缩模与压力机的关系 263

16.2.3 压缩模的设计 266

16.2.4 压缩模相关尺寸计算 270

16.2.5 压缩模推出机构设计 272

16.2.6 压缩模温度控制系统设计 276

16.2.7 侧向分型与抽芯机构设计 278

16.3 任务实施 279

16.4 任务训练与考核 280

16.5 思考与练习 280

任务 17 压注模设计 282

17.1 任务导入 282

17.2 相关知识 282

17.2.1 压注模的结构及分类 282

17.2.2 压注模的结构设计 284

17.2.3 压注模浇注系统的设计 287

17.2.4 液压机的选择 289

17.2.5 排气槽和溢料槽的设计 290

17.3 任务实施 290

17.4 任务训练与考核 295

17.5 思考与练习 295

任务 18 挤出模设计 297

18.1 任务导入 297

18.2 相关知识 297

18.2.1 挤出成型机头的结构、分类及

设计原则 297

18.2.2 管材挤出成型机头设计 299

18.2.3 异形型材挤出成型机头设计 301

18.2.4 电线电缆挤出成型机头设计 304

18.3 任务实施 305

18.4 任务训练与考核 306

18.5 思考与练习 307

任务 19 气动成型模具设计 309

19.1 任务导入 309

19.2 相关知识 309

19.2.1 中空吹塑成型工艺与模具设计 309

19.2.2 真空成型工艺与模具设计 315

19.2.3 压缩空气成型工艺与模具设计 318

19.3 任务实施 320

19.4 任务训练与考核 321

19.5 思考与练习 321

附录 323

附表 1 常用热塑性塑料的成型工艺参数 323

附表 2 部分常用国产注射机的主要技术
参数 325

附表 3 矩形凹模壁厚尺寸 325

附表 4 圆形凹模壁厚尺寸 326

附表 5 部分基本型模架尺寸组合(摘自
GB/T 12555—2006) 326

参考文献 332

第一篇 塑件工艺分析

任务1 塑件结构分析

1.1 任务导入

在实际生产中，产品研发和模具设计往往由不同的人员负责，如果负责人对彼此的相关领域不了解，极有可能导致产品在技术和经济等方面产生问题。因此，产品研发人员必须熟悉模具结构、模具制造及模具生产的特点；而模具设计人员必须熟悉塑件的开发过程及结构工艺，并能够提出改良塑件结构及简化模具的建议。某些情况下，对塑件的部分结构稍做改进，便能极大地简化模具结构，改进成型工艺，降低模具制造及生产的成本。这也是本部分内容的学习目的。

本任务是对图 1-1 所示的肥皂盒进行塑件结构分析。通过学习，掌握塑料制品结构设计

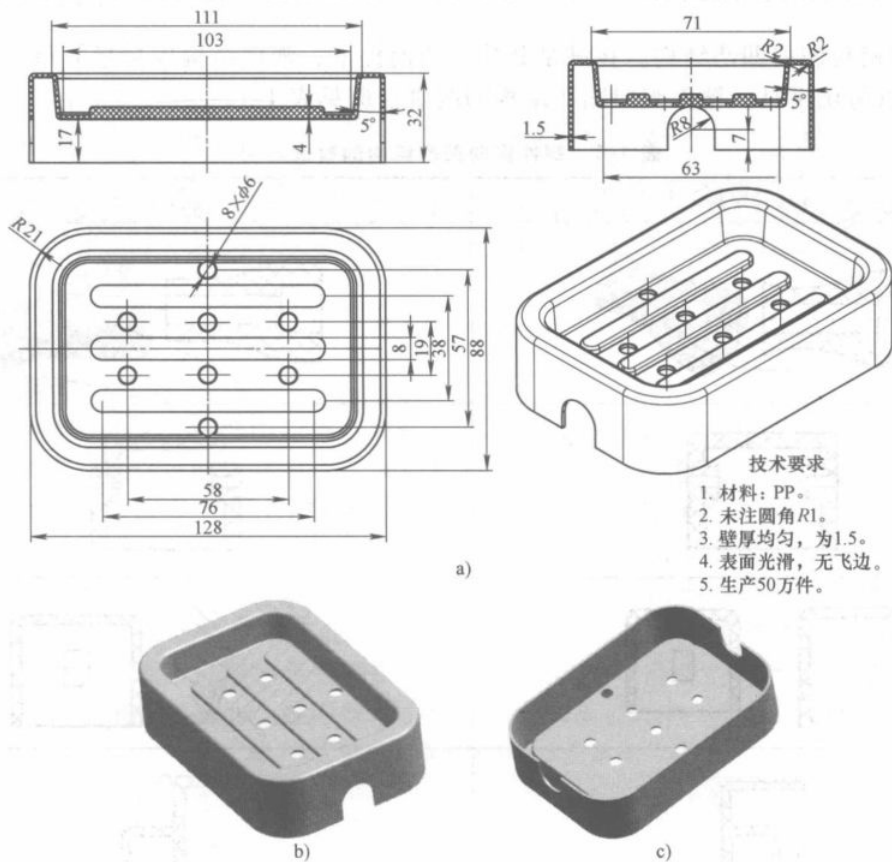


图 1-1 肥皂盒塑件图

a) 肥皂盒零件图 b) 肥皂盒三维模型 (正面) c) 肥皂盒三维模型 (底面)

的相关知识，能够分析塑件结构的工艺合理性，并对不合理结构进行改进。

1.2 相关知识

1.2.1 塑件结构设计的一般原则

塑件的结构不仅要充分体现其使用功能，而且必须符合塑料成型工艺要求，并尽可能使模具结构简单，便于制造。因此，塑件的结构设计必须满足下述基本原则：

1. 力求结构简单，易于成型

1) 结构及分型面力求简单。简单的结构及分型面有利于模具的设计和制造，有利于在生产时防止溢料，避免产生飞边。图 1-2a 所示的分型面较复杂，图 1-2b 所示的分型面结构则更加简单。

2) 成型零件力求简单，易于加工。图 1-3a 所示的型芯不便于加工，图 1-3b 所示的型芯则方便加工。

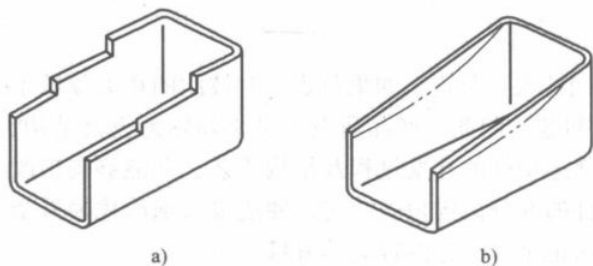


图 1-2 分型面比较

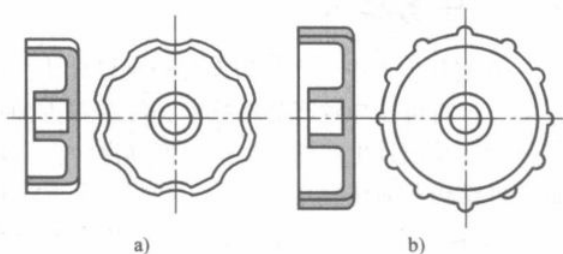


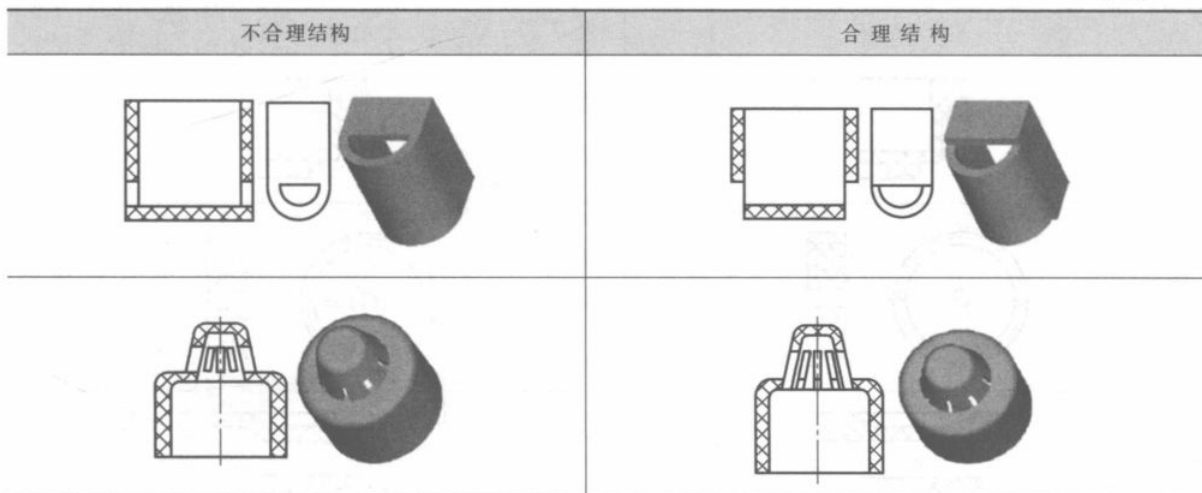
图 1-3 型芯比较

3) 尽量避免侧向凹凸结构。在满足其功能的前提下，塑件结构应尽量简单，避免侧向的凹凸结构，以简化模具。塑件侧向凹凸结构的改进示例见表 1-1。

表 1-1 塑件侧向凹凸结构的改进示例

不合理结构	合理结构

(续)



4) 避免尖角或薄弱结构。模具上的尖角或薄弱结构会影响模具强度及使用寿命,在设计塑件时要尽量避免。如图 1-4 所示,塑件中的封闭加强筋会导致模具镶件结构薄弱,容易在塑料熔体冲击下变形断裂,可以采用开放式加强筋或加大封闭空间来进行改进。图 1-5a 所示的型芯尖角处强度低,容易变形,在加工、装配、使用、维修的过程中极易损坏,改进成图 1-5b 所示的结构,则更加合理。

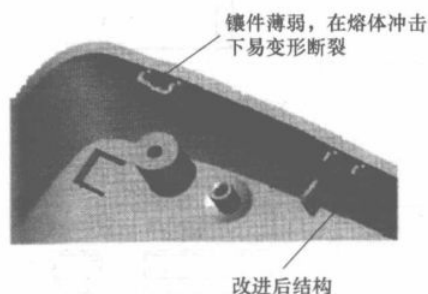


图 1-4 塑件薄弱结构

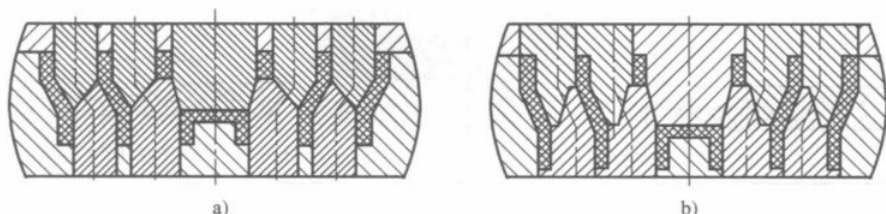
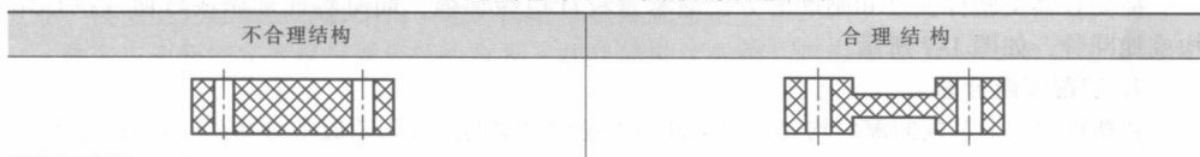


图 1-5 避免尖角

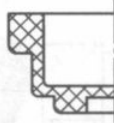
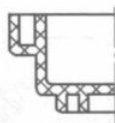
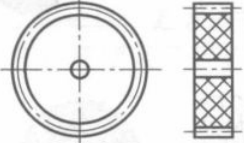



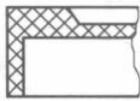
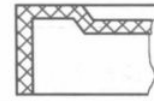


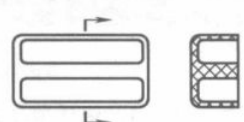
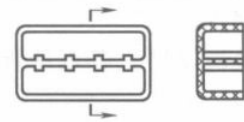
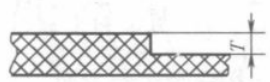
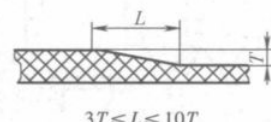
2. 力求壁厚均匀

塑件的壁厚直接影响塑件的质量、成型工艺和使用要求。在使用过程中,塑件需要有足够的强度和刚度,以保证脱模时能承受推出机构的冲击力,装配时能承受紧固力,并且能承受运输中的振动,确保不变形、不损坏。塑件壁厚过大,用料过多,则成本高,成型周期长,生产效率低,易导致冷却收缩不均匀;壁厚过小,成本低,成型周期短,易导致熔体在型腔内的流动阻力增大,尤其使形状复杂和大型的塑件不易成型,易因缺料产生废品。塑件壁厚不均匀时,熔融塑料在型腔内的流动速度和冷却速度不一致,容易导致应力变形或者开裂,料流在汇集处也会产生熔接痕,显著降低塑件的质量。为了避免上述现象的发生,塑件各个部分的壁厚均匀是很有必要的。塑件壁厚不均匀结构的改进示例见表 1-2。

表 1-2 塑件壁厚不均匀结构的改进示例



(续)

不合理结构	合理结构
	
	
	
	
	
	
	

3. 保证强度和刚度

提高塑件强度和刚度最简单的方法是设计加强筋。加强筋的加强方式包括侧壁加强、边缘加强和底部加强等，如图 1-6 所示。

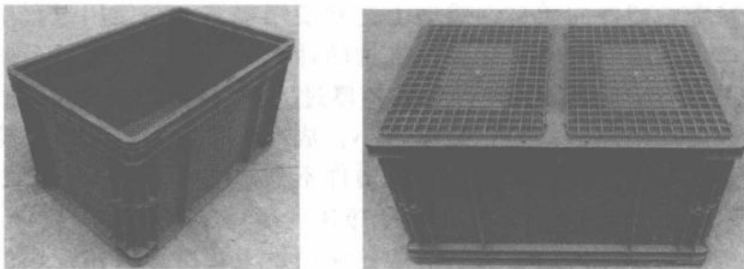


图 1-6 加强筋加强方式

提高容器类塑件强度和刚度的方法通常是设计边缘加强，同时将底部做成球面或拱形结构或加圆骨，如图 1-7 所示。

4. 装配间隙合理

各塑件之间的装配间隙应均匀，固定件与固定件之间的配合间隙通常为 0.05~0.1mm，如图

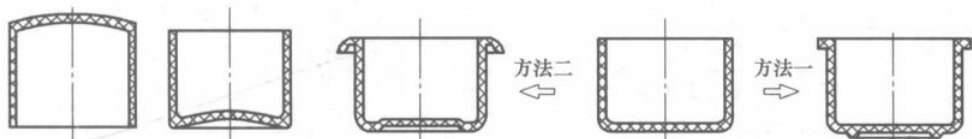


图 1-7 容器类塑件的加强

1-8 所示。面壳、底壳的止口间隙通常为 $0.05 \sim 0.1 \text{mm}$ ，如图 1-9 所示。直径 $\leq 15 \text{mm}$ 的规则按钮的活动间隙（单边）通常为 $0.1 \sim 0.2 \text{mm}$ ；直径 $> 15 \text{mm}$ 的规则按钮的活动间隙（单边）通常为 $0.15 \sim 0.25 \text{mm}$ ；异形按钮的活动间隙（单边）通常为 $0.3 \sim 0.35 \text{mm}$ ，如图 1-10 所示。

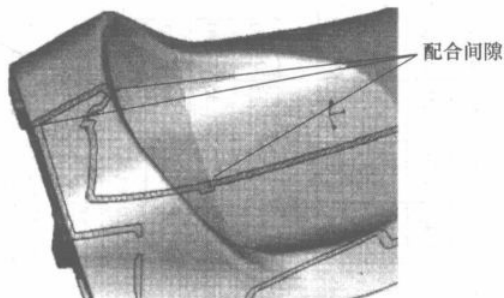


图 1-8 固定件之间的配合间隙

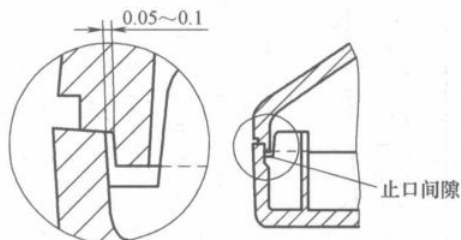


图 1-9 面壳、底壳的止口间隙

5. 其他原则

1) 塑件的形状、尺寸、外观及材料由其功能决定。当对塑件外观要求较高时，应先设计外观，再设计内部结构。

2) 塑件应尽量设计成回转体或其他对称形状。这种结构工艺性好，能承受较大的载荷，容易保证温度平衡，塑件不易产生翘曲变形等缺陷，易于保证精度。

3) 在满足功能的前提下，塑件所有转角应尽量做成圆角或者采用圆弧过渡。

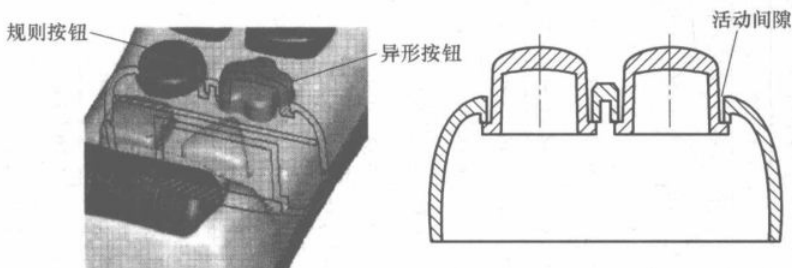


图 1-10 按钮的活动间隙

1.2.2 塑件的尺寸、精度与表面质量

1. 塑件的尺寸

塑件的尺寸受塑料流动性的限制，在相同的设备和工艺条件下，流动性好的塑料的成型塑件尺寸较大，流动性差的塑料的成型塑件尺寸较小。塑件的尺寸还受成型设备的影响，注射成型时需要考虑注射机的注射量、锁模力和拉杆空间等因素，压缩和压注成型时需要考虑压力机的最大压力和工作台的最大尺寸等因素。

2. 塑件的尺寸精度

塑件的尺寸精度是指生产所得的塑件尺寸与设计图中尺寸的符合程度，即生产所得塑件尺寸的准确度。影响塑件尺寸精度的主要因素有模具制造精度及其磨损程度、塑料收缩率的波动、成型工艺参数、模具结构、塑件形状结构及成型工艺等。

许多工业化国家都根据塑料特性制定了塑件的尺寸公差，我国也于 2008 年修订了《塑料模塑件尺寸公差》(GB/T 14486—2008)，设计者可根据所选塑料原料和塑件的使用要求，结合该标准确定塑件的尺寸公差。模塑件尺寸公差见表 1-3。

(单位: mm)

表 1-3 模塑件尺寸公差

公差等级种类	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	0.10	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	0.92	1.00	1.10	1.20	1.30	1.44	1.60	1.74	2.00	2.40	3.00		
	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	0.62	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	0.72	0.76	0.84	0.92	1.00	1.10	1.20	1.30	1.50	1.80	2.20	2.40	2.60	3.00	3.30	4.00	4.80	6.90		
	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	0.82	0.86	0.94	1.02	1.10	1.20	1.30	1.44	1.60	1.74	2.00	2.40	2.60	3.00	3.30	4.00	4.80	6.90		
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	2.60	3.00	3.30	4.00	4.80	6.90				
	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	3.00	3.30	4.00	4.80	6.90							
	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	3.00	3.30	4.00	4.80	6.90							
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	3.30	3.70	4.10	4.70	5.80	7.10								
	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。



由于影响塑件尺寸精度的因素很多,因此,在塑件设计中合理确定尺寸公差是非常重要的。一般情况下,在保证功能的前提下,塑件精度应尽量设计得低一些。常用材料模塑件尺寸公差等级的选用见表 1-4。

表 1-4 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		MT2	MT3	MT5

3. 塑件的表面质量

塑件的表面质量包括有无斑点、条纹、凹痕、气泡、变色等缺陷，还包括表面光泽性和表面粗糙度。塑件的表面缺陷必须避免，塑件的表面光泽性和表面粗糙度应根据塑件的使用要求而定，尤其是透明制品，对表面光泽性和粗糙度有严格要求。一般模具型腔表面粗糙度值比塑件的要求低 1~2 级。

1.2.3 塑件常见的结构设计

塑件的结构设计主要包括脱模斜度、壁厚、加强筋、圆角、支承面、孔、嵌件、搭扣、标记符号、螺纹和齿轮等。

1. 脱模斜度

为了便于脱模，防止塑件表面在脱模时被划伤或产生变形，在设计时，必须要考虑塑件内外表面沿脱模方向的脱模斜度。通常脱模斜度取 $30' \sim 1^{\circ}30'$ 。脱模斜度的大小与塑料的材质和收缩率、塑件的结构形状等因素有关，在具体设计时应综合考虑以下因素：

1) 脱模斜度的取向。内孔以小端为准，满足图样要求，斜度向扩大方向取得；外形则以大端为准，满足图样要求，斜度向缩小方向取得，如图 1-11 所示。脱模斜度一般不包括在塑件尺寸的公差范围内，但塑件的精度要求高时，脱模斜度应包含在公差范围内。

2) 不同塑料材质采用的脱模斜度不同。硬脆塑料比柔韧塑料采用的脱模斜度大；收缩率大的塑料比收缩率小的塑料采用的脱模斜度大；增强塑料比普通塑料采用的脱模斜度大；自润滑塑料采用的脱模斜度较小。常用塑件的脱模斜度见表 1-5。

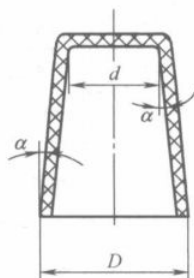


图 1-11 脱模斜度的取向

表 1-5 常用塑件的脱模斜度

塑件材料	脱模斜度 α	
	型 腔	型 芯
聚乙烯、聚丙烯、软质聚氯乙烯、尼龙、氯化聚醚	$25' \sim 45'$	$20' \sim 45'$
ABS、聚甲醛、聚苯乙烯、聚甲基丙烯酸甲酯	$35' \sim 1^{\circ}30'$	$30' \sim 40'$
未增塑聚氯乙烯、聚碳酸酯、聚砜	$35' \sim 40'$	$30' \sim 50'$
热固性塑料	$25' \sim 40'$	$20' \sim 50'$

3) 塑件的几何形状对脱模斜度有一定的影响。塑件高度越大，孔越深，脱模斜度应取得小些。形状复杂、壁厚尺寸大，以及成型孔较多的塑件，脱模斜度应取得大些。由于脱模时的表面黏附力和收缩率大，所以塑件的内表面脱模斜度要比外表面大。

4) 未注明脱模斜度的塑件，通常内孔以下极限偏差尺寸为起点（已考虑收缩率），斜度沿上极限偏差尺寸方向扩大；外形以上极限偏差尺寸为起点，斜度沿下极限偏差尺寸方向缩小。即利用内孔和外形的尺寸公差范围构成脱模斜度。但是对于精度较低的塑件，脱模斜度不受此限制。

5) 型腔表面粗糙度不同，脱模斜度不同。塑件中未标注脱模斜度的部位，参照技术说明中的一般脱模斜度要求。塑件的表面要求不同，其脱模斜度也不同，不同表面要求塑件的脱模斜度见表 1-6。

表 1-6 不同表面要求塑件的脱模斜度

塑 件	脱模斜度 α	
模具型腔表面需要镜面抛光的透明塑件	小型塑件, $\alpha \geq 1^{\circ}$	大型塑件, $\alpha \geq 3^{\circ}$
模具型腔表面要喷砂或腐蚀的蚀纹塑件	$Ra < 6.3 \mu\text{m}$ 时, $\alpha \geq 3^{\circ}$	$Ra \geq 6.3 \mu\text{m}$ 时, $\alpha \geq 4^{\circ}$
模具型腔在电极加工后不再抛光的塑件	$Ra < 3.2 \mu\text{m}$ 时, $\alpha \geq 3^{\circ}$	$Ra \geq 3.2 \mu\text{m}$ 时, $\alpha \geq 4^{\circ}$

2. 壁厚

塑件的壁厚是最重要的结构要素。塑件壁厚越大，塑料在模具中的冷却时间越长，成型周期也会越长。塑件壁厚太薄，在成型过程中容易增大熔体流动阻力，使充填困难，在脱模、装配及使用过程中容易发生损伤或变形。因此，在确定壁厚尺寸时，需要考虑塑件的结构、强度与脱模斜度，以及塑料的流动性、收缩性和其他特性。热固性塑件的壁厚一般为1~6mm，最大不超过13mm；热塑性塑件的壁厚一般为2~4mm。常用塑件的壁厚推荐值见表1-7。

表 1-7 常用塑件的壁厚推荐值

(单位: mm)

塑件材料	最小塑件壁厚	小塑件壁厚	中等塑件壁厚	大型塑件壁厚
聚酰胺(PA)	0.45	0.75	1.6	2.4~3.2
聚乙烯(PE)	0.6	1.25	1.6	2.4~3.2
聚苯乙烯(PS)	0.75	1.25	1.6	3.2~5.4
改性聚苯乙烯	0.75	1.25	1.6	3.2~5.4
聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)	0.8	1.5	2.2	4~6.5
未增塑聚氯乙烯(PVC-U)	1.15	1.6	1.8	3.2~5.8
聚丙烯(PP)	0.85	1.45	1.75	2.4~3.2
聚碳酸酯(PC)	0.95	1.8	2.2	3~4.5
聚苯醚(PPE)	1.2	1.75	2.5	3.5~6.4
氯化聚醚(CPT)	0.85	1.25	1.8	2.5~3.4
乙酸纤维素(CA)	0.7	1.25	1.9	3.2~4.8
乙基纤维素(EC)	0.9	1.25	1.6	2.4~3.2
聚丙烯酸(PAA)	0.7	0.9	2.4	3.0~6.0
聚甲醛(POM)	0.8	1.4	1.6	3.2~5.4
聚砜(PSU)	0.95	1.8	2.2	3~4.5

通常将壁厚小于1mm的塑件称为薄壁塑件。薄壁塑件要用高压高速注射成型，熔体热量很快被带走，有时无须采用冷却水冷却。

塑件壁厚一般应力求均匀，使熔体充模、冷却收缩均匀，从而使塑件形状好、尺寸精度高、生产率高。塑件壁厚的设计要求为：①在满足塑件结构和使用要求的前提下，尽可能采用较小的壁厚；②塑件的壁厚能承受推出机构等装置的冲击和振动；③塑件的紧固连接处、嵌件埋入处、塑料熔体在孔窗的汇合（熔接痕）处，要具有足够的厚度；④塑件的壁厚应保证贮存、搬运过程中所需的强度；⑤塑件的壁厚应保证成型时熔体顺利充模，既要避免导致充料不足的薄壁，又要避免熔体破裂或易产生凹陷的厚壁。如图1-12a所示，有时壁厚不合理会导致型腔内熔体流动速度不一致，容易产生明显的熔接痕，既影响塑件外观，又会降低内部强度；为了保证塑件顶部的质量，应增大顶部壁厚，使熔体流动通畅，避免熔接痕的产生，如图1-12b所示。

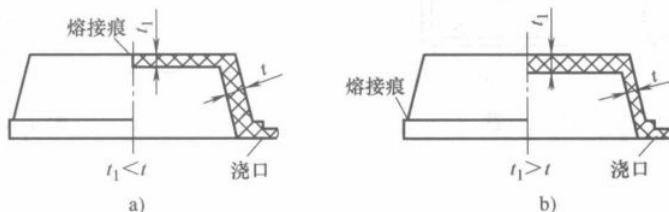


图 1-12 塑件壁厚改进

3. 加强筋

为确保塑件的强度和刚度，且不增加壁厚，可在塑件的适当部位设置加强筋。图 1-13a 所示的塑件壁厚尺寸大而且不均匀，如图 1-13b 所示，若采用加强筋，可使壁厚均匀，既省料又能提高塑件的强度和刚度，还可避免气泡、缩孔、凹痕、翘曲等缺陷。加强筋的常用形状和尺寸如图 1-14 所示。

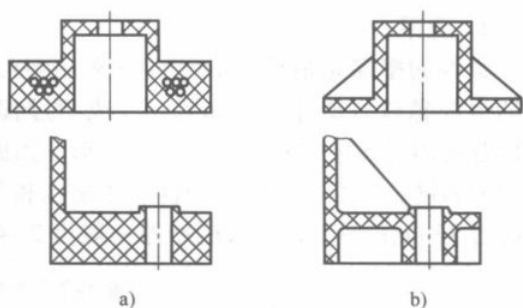


图 1-13 加强筋优化结构

塑件加强筋的设计要求为：加强筋厚度一般小于壁厚，与塑件壁连接处应采用圆弧过渡，如图 1-14 所示；加强筋端面与塑件支撑面的间隙应大于 0.5mm，相邻加强筋之间的距离大于塑件壁厚的 4 倍，如图 1-15 所示；加强筋的方向应与成型时熔体流动方向一致，以减少熔体流动阻力，利于塑件成型；加强筋应尽量减少塑料的局部集中，以免产生缩孔、气泡。图 1-16 所示为容器底或盖上加强筋的布置情况，若采用图 1-16a 所示结构，在中心部位有气泡产生，因此采用图 1-16b 所示的结构更合理。

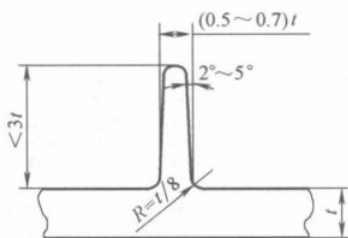


图 1-14 加强筋形状和尺寸

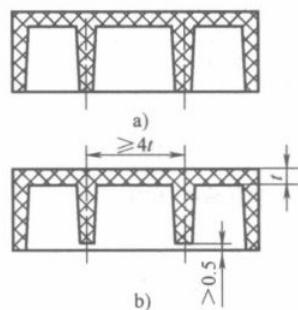


图 1-15 加强筋的设计

a) 不合理结构 b) 合理结构

4. 圆角

塑件上所有转角应尽可能采用圆角。圆角能增强塑件造型的美观度；可避免应力集中，提高塑件强度；同时改善熔体在型腔中的流动状态，利于充型，便于脱模。没有特殊要求时，塑件各连接处的圆角半径一般不小于 0.5mm。通常，塑件内、外表面转角处的圆角可参照图 1-17 进行设计。对于塑件某些特定部位，如成型时须位于分型面、型芯与型腔配合处等位置，则不便采用圆角，需要以尖角过渡。

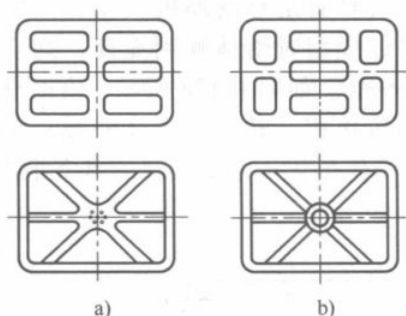


图 1-16 加强筋的布置

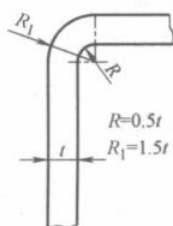


图 1-17 圆角的设计

5. 支承面

以塑件的整个底面作为支承面是不合理的，因为塑件稍有翘曲或变形就会使底面不平。