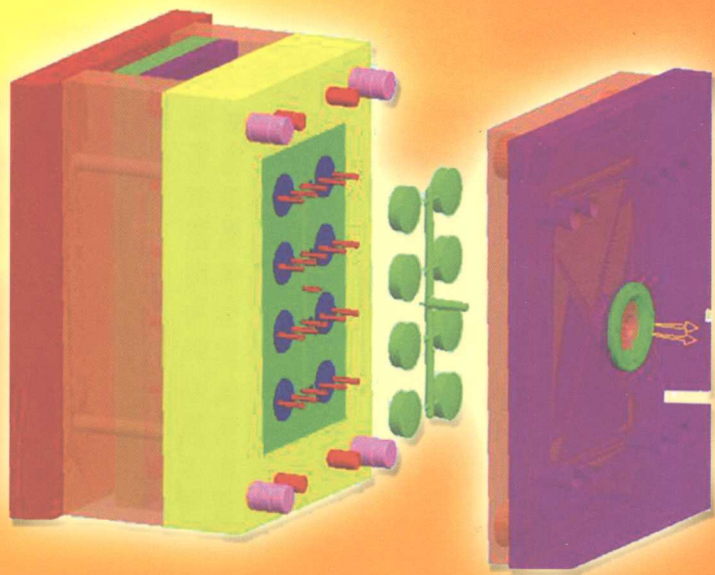


注塑模具技术 入门与提高

李金川 赵瑞 肖兴华 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



注塑模具技术入门与提高

李金川 赵 瑞 肖兴华 编著



机械工业出版社

本书介绍了注塑模具各部分设计的基本要求和设计方法,一般注塑模具的加工制造程序与基本要求,现行比较特殊的加工方法,试模及试模样品缺陷分析。

本书配有学习光盘。光盘中有注塑生产录像和模具动画,模具制造现场录像。

本书可供具有初中文化程度和具备一般识图能力的初入注塑模具设计、制模新手使用,也可作为注塑模具从业人员的培训教材和模具等相关专业的高职高专、中职中专、技校学生的教材。

图书在版编目(CIP)数据

注塑模具技术入门与提高/李金川等编著. —北京:机械工业出版社, 2008. 1

ISBN 978-7-111-22802-8

I. 注… II. 李… III. 注塑-塑料模具 IV. TQ320.66

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第175518号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:周国萍 版式设计:冉晓华 责任校对:王欣

封面设计:王奕文 责任印制:邓博

北京市朝阳展望印刷厂印刷

2008年1月第1版第1次印刷

169mm×239mm • 8印张 • 309千字

0001—4000册

标准书号:ISBN 978—7—111—22802—8

ISBN 978—7—89482—461—5(光盘)

定价:36.00元(含1CD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379782

封面无防伪标均为盗版

前 言

为了帮助有志学习模具设计与制造的年轻朋友们，本人将自己在深圳外资厂设计、制造模具的详细过程与具体步骤，以及近五年来在学校任模具设计课教师期间所讲授的部分内容，以文字、图片、动画等多种形式帮助年轻朋友们更快、更多地了解和掌握模具设计和制造方面的技术。通过近几年的模具设计授课实践和学员上岗后的工作情况证明：经过我们培训后毕业的学员，不但应聘上岗成功率很高，而且都得到了较高的工资待遇，我们的教学成果得到了工厂的认同。

此书的完成应该感谢深圳宝山模具技能培训学校教务主任邓志久先生和我的朋友程培全老师，他们为此书的修改提出了许多宝贵意见和建议。还要感谢我的学员董功占（河南籍，大学学历，现在任龙华某公司跟模助理工程师）、陈由华（湖北籍，现任东莞凤岗沙岭某公司模具助理设计员）、赵岸（湖北籍，大学学历，现任东莞雁田某厂助理工程师）、罗盛欢（广东籍，现任横岗奥普电子厂助理工程师）、林冲（广东籍，现任宝安西乡固戍某模具厂设计员）、姚永宇（广东籍，大学学历，现任横岗保安村工业区某厂设计员），他们的作业和练习题即是此书内的部分模具立体图、开模状态图、模具零部件图。学员在学校学习的最长时间为10个月。例如学员林冲、朱天延、倪晓东都是普通高中毕业后来校学习的，入校时对机械制图和机械加工都是从零开始，对模具完全不了解。到毕业之前，他们都能用AutoCAD和Pro/E两种计算机软件进行一般结构的模具设计，成了合格的模具设计员。他们进厂后，最低的月薪是800元，现在月薪都在2000元以上。又如学员赵岸、罗盛欢、姚永宇，他们的学习时间一般为3个月左右，在入校之前对机械制图有初步知识，对计算机软件AutoCAD和Pro/E有一定的基础，但对于模具知识还是从头开始。通过在校注塑模具设计理论学习和设计实习，能对较复杂的产品图进行Pro/E分模，画出全套模具立体图和平面图。他们毕业后都是自己到人才市场去应聘的，进厂月薪在1800元至2000元以上。还有较早毕业的周爱民（重庆市人，大学学历，现在东莞清溪某厂任模具部工程师，进厂10个月后月收入2700多元）、周立强（江西籍，现在坪山坪环工业城某厂任工程师，进厂月薪2200多元）。书中选用他们画的这些图，一方面是在我们的讲授和指导之下画出来的，既反映了学校模具设计课的教学成果，同时也反映了学员的学习成绩和已经具备的模具设计水平和计算机软件应用水平。现在借此机会向塑胶模具行业的同仁展示他们的能力和才华。

非常希望从事模具设计和制造的年轻朋友们，在掌握了一定的基础知识、有

了一定的制模经验和设计基础以后，一定要从理论上提高自己。还应当多学习发达国家的先进技术，从而提升我国模具行业的整体水平。

书中的插图和图例——其中较复杂的模具图大多数是作者亲身参加设计制造的模具实例，少部分是以后收集采编的。排除了沿袭、照搬、照抄其他同类书籍中图例的做法。作者希望达到的效果是：只要具备初中文化程度和具备一般机械制图、识图能力的人都可以看懂此书和书中的插图。

书中难免有缺点错误之处，希望专家和同行批评指正。

作 者

目 录

前言

第 1 章 塑料与塑料制品..... 1

- 1.1 塑料成分 1
- 1.2 塑料分类 2
- 1.3 塑料产品的性能、用途及缺点 3
- 1.4 塑料的三种物理形态 4
- 1.5 塑料的其他特性 4
- 1.6 常见的塑胶产品 7
- 1.7 塑胶产品与塑胶模具 7
- 复习题 16

第 2 章 注塑成型原理与设备 18

- 2.1 注塑机 18
- 2.2 注塑厂概况 19
- 2.3 注塑成型的工艺过程 20
- 2.4 注塑成型原理 22
- 2.5 注塑成型过程压力消耗情况 23
- 2.6 注塑成型参数 23
- 复习题 23

第 3 章 注塑模具的基本结构 24

- 3.1 注塑模具的基本概念 24
- 3.2 注塑模具的基本结构和标准
模坯 25
- 3.3 工字模与直身模 28
- 3.4 注塑模模坯的分类 30
- 3.5 大水口模具的结构 32
- 复习题 34

第 4 章 注塑模具的排位设计 35

- 4.1 排位设计 35
- 4.2 排位设计的基本原则 35
- 4.3 产品在模具上的排列方式 36
- 复习题 49

第 5 章 分型面的选择 51

- 5.1 分型面的概念 51

- 5.2 分型面的类型 52

- 5.3 选择分型面的原则 52

- 复习题 59

第 6 章 成型设计..... 60

- 6.1 成型设计的概念 60
- 6.2 凹模与前模型腔的设计 61
- 6.3 凸模与后模芯的设计 68
- 6.4 靠破位、扣位、行位、斜顶、
加强肋（骨位）、柱位的设计 73
- 6.5 各种成型位置上的斜度 80
- 复习题 81

第 7 章 浇注系统的设计 82

- 7.1 浇注系统 82
- 7.2 浇注系统的设计原则 85
- 7.3 主流道与分流道的设计 86
- 7.4 浇口的设计 89
- 7.5 点浇口的优缺点 100
- 7.6 热流道简介 101
- 复习题 102

第 8 章 排气与冷却 104

- 8.1 排气槽的作用 104
- 8.2 排气槽位置的选择 104
- 8.3 开设排气槽的方法 107
- 8.4 冷却系统的作用 107
- 8.5 冷却效率 108
- 8.6 冷却系统的设计和制造 109
- 8.7 模具加热 112
- 复习题 113

第 9 章 侧抽芯和旋转抽芯机构的 设计 114

- 9.1 侧抽芯的概念 114

9.2 常见侧抽芯机构的结构形式	114	12.7 顶出机构零部件的加工	224
9.3 侧抽芯的动作原理	122	12.8 会模配模	227
9.4 旋转抽芯	127	12.9 抛光	228
9.5 主要零件的设计	129	12.10 装模与试冷却水	231
复习题	134	第 13 章 现行比较特殊的加工	
第 10 章 脱模机构的设计	135	方法	234
10.1 脱模机构的概念	135	13.1 细孔放电和激光穿孔	234
10.2 脱模机构的形式	136	13.2 慢走丝大锥度线切割	234
10.3 脱模机构的设计原则	160	13.3 电解电铸软胶模	235
复习题	160	13.4 晒纹蚀字	235
第 11 章 注塑模具的设计程序	162	13.5 抄数机抄数	235
11.1 用 AutoCAD 设计注塑模具的 程序	162	第 14 章 试模及试模样品缺陷	
11.2 用 Pro/E W 设计注塑模具的 程序	173	分析	237
11.3 模坯与模具材料订购清单	173	14.1 吊模与运模的安全须知	237
第 12 章 一般注塑模具的制造		14.2 试模	238
程序	176	14.3 试模样品常见缺陷分析及解决 方案	239
12.1 铜公	176	附录	242
12.2 前后模芯与凸模的加工	181	附录 A 注塑模具设计与制造部分 参考辅助资料	242
12.3 模坯的加工	193	附录 B 常见的顶尖板优先复位机构 (斜面碰撞、摆杆)	244
12.4 行位机构零部件的加工	213	参考文献	246
12.5 浇注系统的加工	218		
12.6 排气、冷却及加热部分的加工	222		

第 1 章 塑料与塑料制品

1.1 塑料成分

(1) 塑料定义 塑料是以高分子合成树脂为主要成分，在一定的温度和压力下具有可塑性和流动性，可以被塑制成一定形状，且在一定条件下保持形状不变的新型材料。

塑料在常温下为固态，又称为玻璃态；加热后变软且有一定的弹性，称为高弹态；再加热到熔化温度（各种塑料的熔化温度不同）成为浆糊状态，叫做粘流态；如果再加热到熔化温度以上（50 ~ 60℃）就会分解汽化，就会烧焦成炭，直至变成烟雾。

(2) 塑料成分 一般塑料内的合成树脂的质量分数为 40% ~ 100%；透明塑料的合成树脂为 100%，它不允许掺进其他颜色和其他成分；而其他塑料大多要加入辅助材料，如增塑剂、发泡剂、填充剂（如滑石粉）、稳定剂、润滑剂、着色剂，增强材料（如玻璃纤维）等。加入辅助材料是为了改善塑料的性能、节约昂贵的塑料。正像在水泥中加入石子和黄沙一样，水泥是粘结剂，而石子和黄沙则是起填充作用的。

树脂分为天然树脂和人工合成树脂。天然树脂如：橡胶、树脂油（桐油、木梓油、蓖麻油等）和树脂油漆（俗称国漆）。橡胶、国漆是在橡胶树或漆树皮上用刀割几道斜口，在斜口下端用容器接住刀口内流下的胶汁，再经人工提炼而成。桐油、木梓油、蓖麻油是从它们的果实内榨出的油脂。

人工合成树脂主要是从石油中（天然气、煤炭）提炼出来的多种化学元素聚合而成。例如：聚氯乙烯（Poly vinyl chloride，简称 PVC）、聚乙烯（Polyethylene，简称 PE）、聚苯乙烯（Polystyrene，简称 PS）、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯三元共聚物（Acrylonitrile-butadiene-styrene，简称 ABS）。

塑料的主要成分是 C（碳）、H（氢）、N（氮）等原子的聚合物，像 PA、PC、POM 等塑料内还含有 O（氧）原子。它们的相对分子质量一般不低于 10^4 ，也叫做大分子物质，是将低分子物质经聚合反应而成。就像化学肥料厂那样，送进去的是煤炭、水，输出的是白色的碳酸氢胺一类的化肥。

我们知道物质是由分子构成，分子又是由许多原子构成的，在相同体积的情况下，有的密度大，有的密度小。在标准大气压、温度为 4℃ 的条件下：水的密

度为 1.00g/cm^3 ，铝的密度为 2.70g/cm^3 ，铁的密度为 7.87g/cm^3 ，铅的密度为 11.34g/cm^3 。而常温下塑料的密度大多数为 $1.0 \sim 1.4\text{g/cm}^3$ ，经过发泡的塑料（如电器产品的防振包装垫）密度只有 $0.01 \sim 0.5\text{g/cm}^3$ 。当我们用刀切开发泡塑料，就会看到里面有很多小气孔，所以体积很大的发泡塑件重量却很轻。

1.2 塑料分类

塑料按分子结构不同可分为两大类：

(1) 热固性塑料 一般是粉末状（又称胶木粉、电木粉、酚醛塑料），加热之前是线性或支链形结构，加热到熔化温度后成粘流态，加压冷却后固化，内部已发生化学变化，线型分子链交联成网状分子链结构，所以再加热不能熔化。加热时间过长、温度过高就会烧焦、汽化。图 1-1 为塑料的分子链放大图。它有良好的绝缘绝热性能和抗热变性能——在烧焦汽化之前不会产生蠕变。在加入玻璃纤维或其他化学纤维混合压制而成的产品，耐冲击能力更强，摔不碎、砸不烂，多用于高压电器产品的绝缘零件。

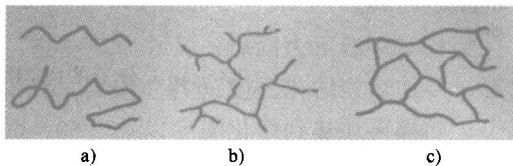


图 1-1 塑料的分子链放大图

a) 线型分子链 b) 支链分子 c) 网状分子链

(2) 热塑性塑料 出厂的原料一般是颗粒形状，如图 1-2 所示。具有线性分子链或支链形结构（见图 1-1a、b），加热后熔化、冷却后固化，再加热后又可熔化，可以反复多次进行。但高于熔化温度过多、加热时间过长也会烧焦汽化。热塑性塑料又分为通用塑料和工程塑料。通用塑料产量大、用途广、价格

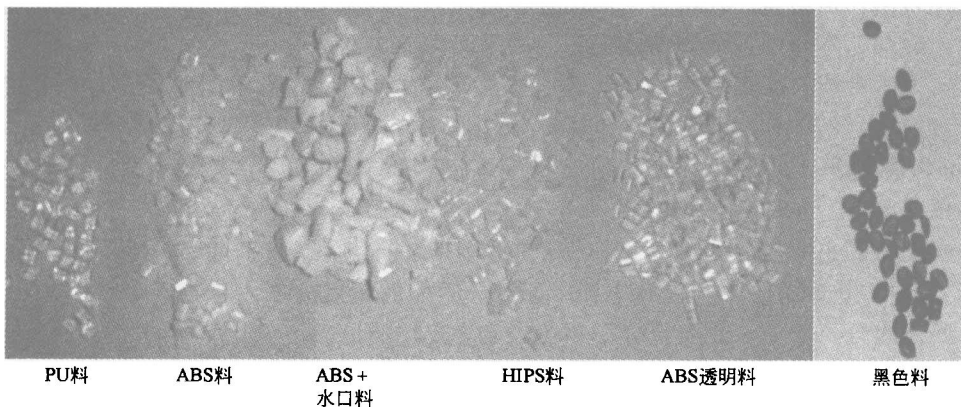


图 1-2 颗粒状态的塑料

低，例如 PE、PP、PVC、PS、AS 等塑料。工程塑料一般机械强度较高，它可以代替金属，例如 ABS、POM（俗称赛钢，中文名称聚甲醛）、PC（俗称防弹胶，中文名称聚碳酸酯），PA（中文名称尼龙、聚酰胺）。

1.3 塑料产品的性能、用途及缺点

塑料产品的性能及用途：

(1) 质量轻 密度一般为 $0.9 \sim 2.3 \text{g/cm}^3$ ，发泡塑料密度更小，只有 0.018g/cm^3 左右。它可用于航空航天等飞行器上，能大量节约动力能源消耗，增加载重量。

(2) 化学稳定性好 一般金属，尤其是铁，遇上水、酸、碱、盐很快就会氧化生锈、或腐烂，而塑料在抗腐蚀方面表现出极优的性能。以前某工厂电镀车间用 3mm 厚的钢板做了一个容积为 2m^3 的水箱，用于酸洗后的零件再清洗。因为每天都有硫酸、硝酸、盐酸、或碱性液体的腐蚀，只用了 8 个月就烂穿孔了。后来用 8mm 厚的 PVC 胶板做水箱，在相同地点、相同环境下用了五年还完好无损。

(3) 电气绝缘性能好 合成树脂内大多数不存在能传输电荷的自由电子，并且不吸水，能像陶瓷、橡胶一样不导电。电器产品的外壳、内部的印制电路板，电源插头插座、电线外面的包皮等，如果没有塑料这样的绝缘材料真不知道该要做成什么样子！正是有了塑料才可以做得如此精巧实用。

(4) 绝热性能好 热导率低，只有金属的 $1/200 \sim 1/600$ 。像泡沫塑料、化纤棉都是很好的隔热保温材料。现在很多保暖衣服，保暖被都是用化纤棉制成的。

(5) 可以减振、耐磨、隔音、密封 用发泡塑料做成玻璃器件的软包装材料，不但质量轻且能减振。不少水剂药品外层都是发泡塑料包装。发泡塑料还可以隔音消声。

加入各种颜色，不用涂色、染色，从里到外都可以选择人们喜欢的颜色。还有透明和半透明的塑料，既有玻璃的优点又不像玻璃那样脆。玻璃钢——玻璃纤维增强塑料，可以代替钢板和铝板，做机床外壳、油盘、汽车外壳；还可以代替木材做桌子、凳子、座椅等，既减轻了重量又耐腐蚀。

(6) 有极好的加工性能 塑料加热后可以注射、压制、吹塑（像口小肚大的塑料瓶）。塑料吹制成本很低，如果用金属薄板加工，其成本将是吹塑的几十倍。塑料加热后还可以拉成细丝，如化学纤维比棉纤维还细，且抗拉强度比棉纤维的抗拉强度高许多倍。将塑料熔化稀释后还可以用来浇注、喷涂。

塑料产品的缺点：

(1) 刚度、强度不及相同尺寸的金属材料 例如在相同面积和相同厚度的铁板和塑料板上用相同的力量进行冲击试验，肯定是塑料板先损坏，铁板最多只是变形。

(2) 膨胀系数大，热导率低，不易散热 一般塑料在温度高于 $80 \sim 100^{\circ}\text{C}$ 就会变形，而大部分金属都可以承受 200°C 以上的高温。

(3) 易于老化 特别是在露天环境下，经风吹雨打、日晒夜露、时高温时低温的恶劣环境下，极易加快褪色和脆化变形。

(4) 大部分塑料易分解出对人体有害的毒素 塑料不宜做餐具和食品包装材料。即使是无毒塑料，在高温条件下也会分解出一些对人体有害的物质。

1.4 塑料的三种物理形态

常温下的塑料为固态，又称为玻璃态。新出厂原包装的塑料有白色、淡黄色、透明的，形状像高粱米粒那么大小的颗粒（见图 1-2）。其他颜色多半是另外加入色粉或色母着色而成。

其物理形态变化过程如下：

固态 $\xrightarrow{\text{加热}}$ 变成高弹态 $\xrightarrow{\text{再加热}}$ 变成粘流态 $\xrightarrow{\text{冷却后}}$ 回到固态
 （玻璃态） （有弹性） （像胶水一样可以流动）

1.5 塑料的其他特性

(1) 吸湿性 除了聚乙烯、氟塑料等是憎水的外，其余的都是亲水的，在常温下都含有一定的水分。因此，塑料在加热注射以前都要预热干燥，否则产品内部会出现气泡，外部局部地方会出现气纹、银丝，造成产品不合格。

(2) 流动性和流变性 塑料经加热成粘流态后，像牙膏、胶水一样可以流动。注塑机料筒内粘流态的塑料经过挤压，可以射入模具型腔的各个部位，模具间隙大于 0.05mm ，塑胶就可以进入；像尼龙（PA）、PP、PVC 软胶，模具间隙大于 0.02mm ，塑胶就可以进入。流动性好的塑料需要的注射压力小，流动性差的塑料需要的注射压力大。塑料的流动性主要取决于塑料本身的结构和分子构成，以及加工时的温度和注射压力的大小。温度升高粘度减小、流动性增大；反之粘度增大，流动性降低。加入填料，可以降低流动性；加入增塑剂和润滑剂，可以增加流动性。

(3) 结晶性 熔融的塑料冷凝时能否结晶的性能，称为塑料的结晶性。一

般外观不透明或半透明的是结晶型塑料，如尼龙（PA）、聚甲醛（POM）、聚丙烯（PP）、聚乙烯（PE）等。结晶的性能与成型的冷却速度有关。

（4）热敏性、水敏性 热敏性是塑料对热降解的敏感性。有些塑料对温度很敏感，高温下容易降解，即变色、变形，直至分解为气体，变成烟雾。因此，模具流道和注塑机料筒内不能有死角和滞料，并且模具内要开排气槽；还可以在塑料内加入稳定剂。水敏性即是在高温下对水降解的敏感性。因此，大部分塑料在成型前都要进行预热烘干，去除水分，特别是 PC（聚碳酸酯），其预热温度在 90℃ 左右。

（5）相容性 这是指两种塑料在熔融状态能互相混溶——互相混合在一起的性能。两种塑料是否相溶要看它们的分子结构是否相似，相似的就能溶合成一体，否则就不相溶，就会出现分层脱皮等现象。我们看到有的塑料产品虽是五颜六色的不规则花纹，但却不是印上去的花纹，那就是能相溶的混色、杂色塑料溶合在一起的结果。

（6）热性能及冷却速度 所谓热性能是指塑料的比热容及热导率、聚集态转变速度、膨胀系数——耐热性。比热容高的塑料熔化时需要的热量大，应选择大的注塑机。热导率低的塑料必须加强模具的冷却效果。各种塑件的尺寸形状不同，所用材料的热性能也不相同，在设计制造模具时，必须按不同的塑料设计加热系统或冷却系统。一般的塑料都是要让模具冷却，保持一定的温度（大部分为 35℃ 左右）。有的塑料（如 PC、POM）需要给模具加热，产品才能成型，模具低于一定的温度，产品不能成型。

（7）收缩率 这是与模具设计制造联系非常紧密的特性。塑料是经加热到粘流态再射入模具型腔的，此时塑料的体积已经膨胀，尺寸是在较大的状态下；经过冷却定型又回到室温状态，产品尺寸比在模具之内时的尺寸小，说明塑料的热膨胀冷收缩变形系数比模具（钢材）变形系数大。要使产品达到所需要的尺寸，模具尺寸必须做大。应该大多少？正好应该是塑件加热到注射温度的膨胀率，即塑料冷却后的收缩率。不同的塑料由于膨胀系数不同，收缩率也不相同。比如已知 ABS 的收缩率为 0.5%（0.005），现产品尺寸为 100mm，那么模具尺寸应该为

$$100\text{mm} + 100\text{mm} \times 0.005 = 100 \times (1 + 0.005) \text{mm} = 100 \times 1.005 \text{mm} = 100.5 \text{mm}$$

就是说产品尺寸为 100mm 时，模具尺寸应该做到 100.5mm，待产品出模冷却后，正好收缩到 100mm，其他收缩率不同的塑料依此方法计算。

注意：塑件脱离模具后也不能套上原有凸模了，产品脱模后尺寸在 8 ~ 10h 内收缩比较明显，真正冷却定型应在 24h 以后。收缩量的大小还受注射压力的大小、模具温度的高低、保压和冷却时间的长短等因素的影响。

表 1-1 是常用塑料的相关参数表，供参考。

表 1-1 常用塑料的相关参数

一般习 惯用名	PS	HIPS	ABS	LDPE	HDPE	PP	PVC	PMMA	PA6	PA66	CA	PC	POM	SAN
中文名	聚苯 乙烯	高抗冲 聚苯乙烯	丙烯腈- 丁二烯- 苯乙烯 三元共 聚物	低密度 聚乙烯	高密度 聚乙烯	聚丙烯	聚氯 乙烯	聚甲基 丙烯酸 甲酯	聚酰胺, 尼龙 6	尼龙 66	醋酸 纤维素	聚碳 酸酯	聚甲醛	苯乙烯 丙烯腈 共聚物
密度 /(g/cm ³)	1.0~7	1.0~6	1.05	0.9~2	0.95	0.9~1	1.4~5	1.1~9	1.03	1.1~4	1.3	1.2	1.4~1	1.0~9
熔点/℃	100	100	110	120	130	176	90	100	216	265	230	150	175	115
收缩率 (%)	0.04	0.04	0.05	0.15~ 0.5	0.25	0.18~ 0.25	0.01~ 0.05	0.05	0.08~ 0.15	0.22~ 0.5	0.05	0.08	0.2	0.02

1.6 常见的塑胶产品

- (1) 日用品类 牙刷、水杯、盆、桶、凳子、玩具、化纤布、写字的笔管、雨伞、鞋等。
- (2) 电子产品类 计算机的大部分硬件、电线包皮、开关、插头、插座，家用电器产品外壳等。
- (3) 机械产品类 机器上的手柄手轮、齿轮、部分汽车和机器外壳。
- (4) 房屋建筑类 门窗、水管、地板、地毯等。

1.7 塑胶产品与塑胶模具

塑胶产品是将塑料加热熔化后，加压力注射到模具型腔内，冷却后成型的塑胶制成品。产品设计得合理，成型容易、品质好、外观好、生产效率高。模具设计制造的优劣同样影响到产品的品质和外观以及生产效率。产品设计上应注意如下：

(1) 产品的形状设计 在满足使用要求和外观要求的前提下尽量简单，以便于成型。尽量避免侧孔、侧凹，因为产品上的侧孔、侧凹在模具的相应位置要做侧抽芯机构，会大大延长制模时间和增加制模成本；同时在注塑生产时会延长生产周期和降低生产效率。

如图 1-3a 所示孔位在两侧的样式在模具上很难做，如果将孔位改在如图 1-3b 所示的顶部或顶部圆弧处，在模具上此处就好做多了。如果允许，应优先选择 b，因为这种孔在模具上不需要做侧抽芯（行位），在模具上易于成型，模具结构简单，而且注塑生产效率高。

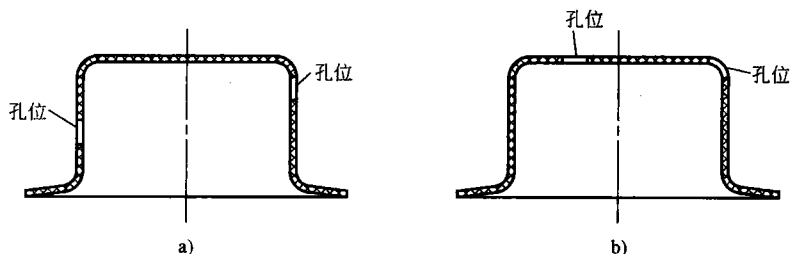


图 1-3 产品孔位设计

a) 孔位在两侧 b) 孔位在顶部或圆弧处

用塑料模具制成如图 1-4 所示实心圆柱的方案显然不可取。如果要实心圆柱，倒不如去买塑胶圆棒，用自动车床切断；普通空心圆管也可以购买管材。用

模具注塑加工成空心圆管，首选做成两半圆装配而成；如果产品不允许两半结合的形式，只有做成圆筒。但是圆筒的长度尺寸在脱模时受注塑机行程开档大小的限制，产品尺寸长，模具必然做得很高或模板面积很大，如果注塑机不够大，此模必然无法装模。

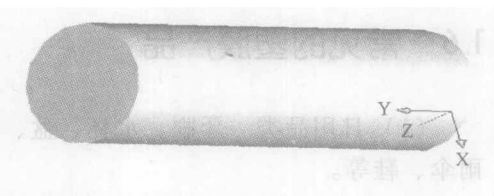


图 1-4 实心圆柱

(2) 脱模斜度 为什么大多数塑胶产品要有斜度，而不能将两头做成同样大小？是由于塑料是在 200°C 左右的高温状进入模具型腔的，冷却时会向心部收缩，对模具型芯和凸模产生包紧力。当冷却成型的产品要从型芯上脱下时，一是要克服包紧力，二是要克服产品与凸模之间的摩擦力；凸模的脱模斜度越大、越光滑，脱模力和摩擦力就越小，反之就越大。但是，不能将产品的斜度做得太大，要根据产品的外观要求和使用要求，以及产品的高度或长度尺寸来确定。一般情况下，取 $0.5^{\circ} \sim 1.5^{\circ}$ ，尺寸越长的度数要小（两头尺寸相差太大，影响外观）；尺寸越短的度数应适当加大，如果大小头尺寸只相差 $0.005^{\circ} \sim 0.02^{\circ}$ ，那几乎没有斜度，就不利于产品脱模。图 1-5 为有脱模斜度的空心圆筒。

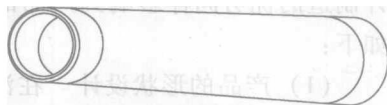


图 1-5 有脱模斜度的空心圆筒

前模型腔的脱模斜度应略大于后模凸模或型芯的脱模斜度，避免产品粘前模。加强肋、支承面的脱模斜度应适当加大。

(3) 壁厚（产品外壁的胶厚） 与产品的使用要求和工艺要求有关，在保证产品有足够的强度和刚度的前提下，壁厚尽量小。但外形部分壁厚一般在 $1.5 \sim 3.0\text{mm}$ ，个别的壁厚在 5mm 左右，如用尼龙或 PP 做内部零件、小零件，有 1mm 胶厚就可以了。例如音箱外壳胶厚在 $3 \sim 5\text{mm}$ ，是为了防止声波与外壁产生共振发出杂音（除了增加壁厚以外，还在内壁加粘泡沫塑料用于吸音）。

(4) 加强肋 像那些大的塑料包装箱、周转箱（图 1-6a），为了既不增加壁厚又能提高强度，在箱子外壁做了很多纵横交织的、有一定高度和厚度的格子一样的加强肋。有些面积大的胶件，如果按一般的胶厚去做会产生翘曲变形，而且强度也不够，就在产品四周做一圈边围，内部再做很多肋与边围相连，虽然只增加了很少的胶量，却使胶板的强度基本等同于与肋的厚度相同的实心胶板。像计算机显示器底座等（图 1-6b），内部由许多加强肋组成了格子，这既节约了昂贵的塑料，减轻了重量，又避免了单纯增加壁厚带来的气泡、缩孔、凹坑、变形等缺陷。还有，像有些机壳、机箱内较细而又高的柱子，如装配螺钉柱，如果周围没有 $3 \sim 4$ 条加强肋，柱子就会歪斜、弯曲变形而导致无法装配，例如图 1-7 示

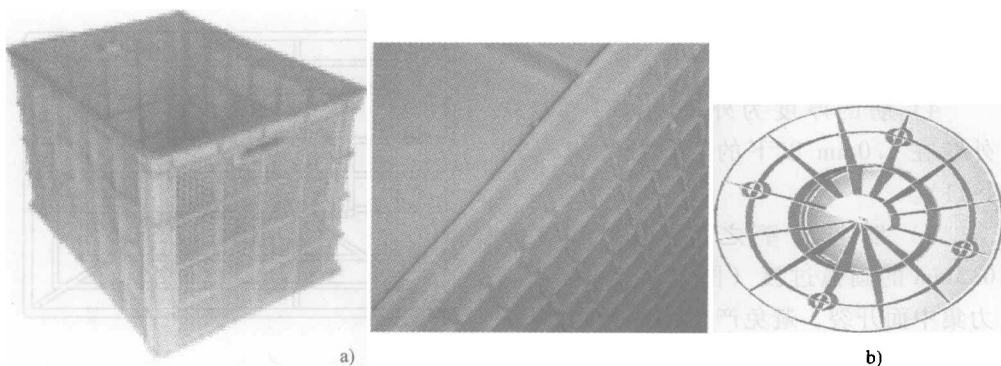


图 1-6 加强肋

a) 塑料包装箱、周转箱 b) 计算机显示器底座

出的柱子加强肋。

加强肋设计制造的要求：

1) 减少局部集中，集中处胶位太厚处会缩水凹陷，如图 1-8 所示。

2) 加强肋略低于周边，如图 1-9 所示。

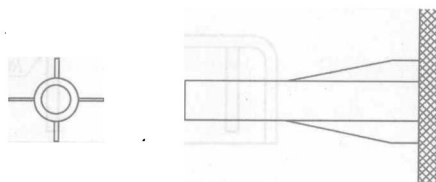


图 1-7 柱子加强肋

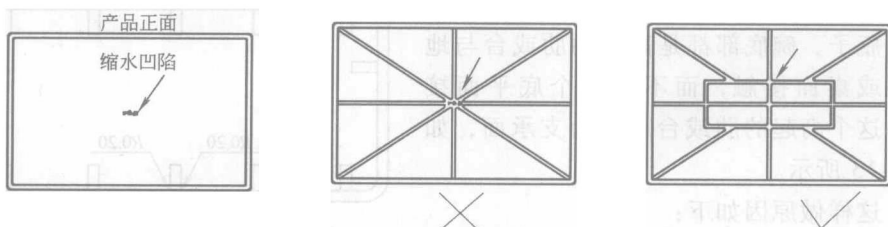


图 1-8 加强肋集中处胶位太厚会缩水凹陷

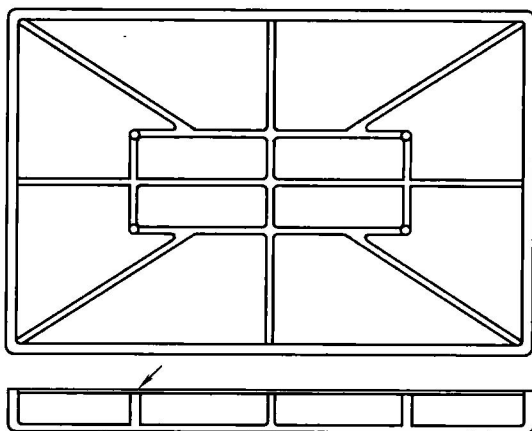


图 1-9 加强肋略低于周边

3) 加强肋不要太密, 如图 1-10 所示。

4) 肋的厚度为外壁的 $1/2 \sim 2/3$, 外壁在 1.0mm 以下的可做成 $1:1$ (图 1-11)。

5) 肋与外壁之间做成 $R0.2 \sim 0.3\text{mm}$ 的圆弧过渡 (图 1-12), 避免应力集中而开裂, 避免产生倒扣不能出模, 但圆弧太大又会缩水凹陷。

6) 用 800 号至 1000 号砂纸抛光, 避免粘模。

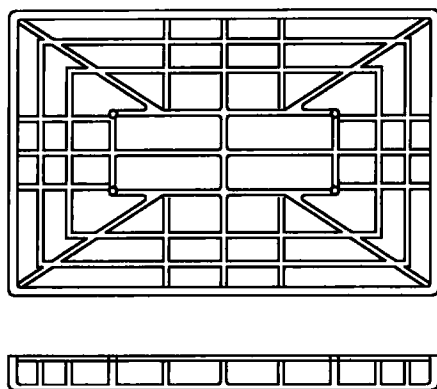


图 1-10 加强肋不要太密

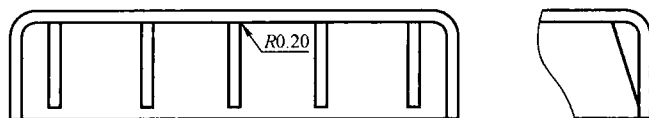


图 1-11 外壁在 1.0mm 以下

(5) 支承面 日常所见的盆、杯、桶、瓶子、碗底部都是高起的肋或台与地平面或桌面接触, 而不是整个底平面接触。这个高起的肋或台就称为支承面, 如图 1-13 所示。

这样做原因如下:

1) 由于地面、桌面都不可能是绝对平面, 器物底面由于制造时变形、尺寸误差等原因, 也不可能是一个绝对平面, 两个面之间可能还有其他异物, 这就会造成器物摆放不平稳。有了支承面就不是器物的整个底面接触, 而是局部的小支承面接触, 就可以避开那些异物, 使器物摆放平稳。桌子、板凳都是四条脚接地或

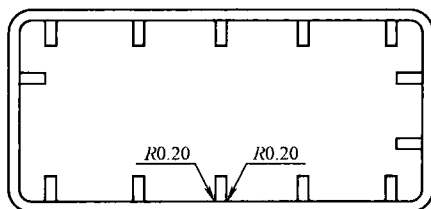


图 1-12 肋与外壁之间做成 $R0.2 \sim 0.3\text{mm}$ 的圆弧过渡

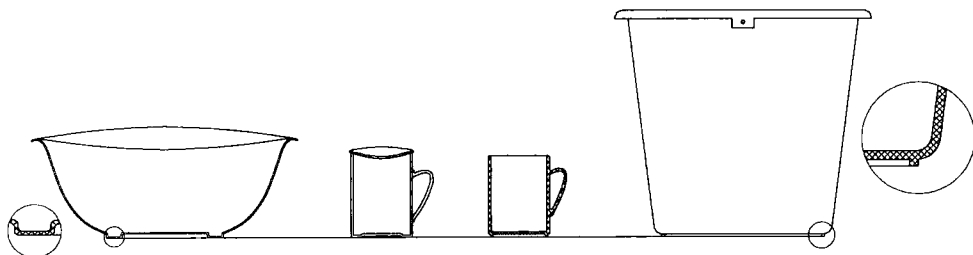


图 1-13 支承面