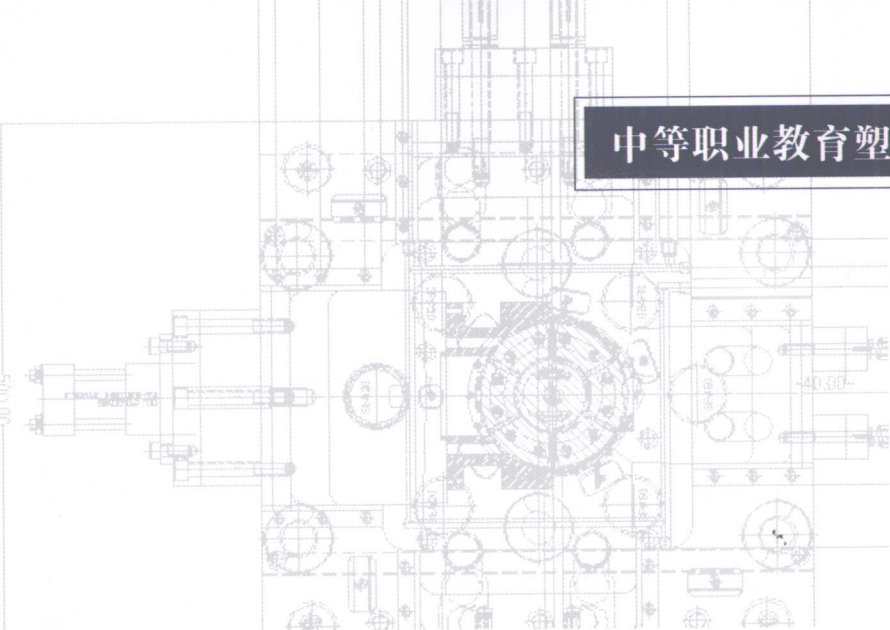


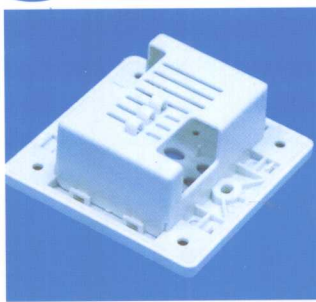
中等职业教育塑料成型专业规划统编教材



塑料成型模具

MOLD
FOR
PLASTICS

冉新成◎编



中等职业教育塑料成型专业规划统编教材

塑料成型模具

冉新成 编

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

塑料成型模具/冉新成编. —北京: 中国轻工业出版社,
2009. 2

中等职业教育塑料成型专业规划统编教材

ISBN 978-7-5019-6763-6

I. 塑… II. 冉… III. 塑料模具-塑料成型-专业学校-教材
IV. TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 191141 号

责任编辑: 赵红玉 郭雪娇

策划编辑: 赵红玉 责任终审: 孟寿萱 封面设计: 锋尚设计

版式设计: 王培燕 责任校对: 杨琳 责任监印: 张可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印刷: 三河市世纪兴源印刷有限公司

经销: 各地新华书店

版次: 2009 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 9

字数: 320 千字

书号: ISBN 978-7-5019-6763-6 定价: 18.00 元

读者服务部邮购热线电话: 010-65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010-85119845 65128898 传真: 85113293

网址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换

70870J4X101ZBW

出版说明

以行业发展需求为导向,以学生就业为导向,是职业教育的出发点和落脚点,为了适应塑料成型专业中等职业教育发展的需求,我们组织了全国塑料成型专业院校召开了“全国中等职业教育塑料成型专业教材编写会议”,确定了“塑料成型专业”急需的6种专业课教材:《塑料成型工艺》、《塑料成型机械》、《塑料成型模具》、《塑料性能测试》、《塑料材料》、《高分子物理及化学》。参加编写的院校有:北京自动化工程学校、天津涉外工业学校、湖南科技职业技术学院、湖北长江大学高职部、郑州轻工学院职业技术学院等6所院校的专业负责人和执教多年的骨干教师。本系列教材具有以下几个特点:

1. 反映近年来教学改革成果,适应中职教学的需求,以产业为导向、以就业为导向、以能力为导向。
2. 充分反映产业发展的情况,包括新材料、新技术、新设备和新工艺。编写体例要根据不同的课程要求,采用模块教学、项目引导和案例教学,把基本知识的教学和实训/实践相结合;把设备和工艺的教学和生产实践相结合。
3. 教材涵盖有关国家职业标准所要求中级工掌握的基本知识、相关知识和技能要求。
4. 为了适应现代多媒体教学的需要,每本教材都配有相关课件、资料等多媒体,助学助教。

2009年2月

前 言

塑料成型模具设计与制造技术近年来得到了快速发展。我国各地尤其是东南沿海及环渤海地区,模具企业的数量急增,塑料模具人才需求巨大。

要适应企业对模具设计与制造的要求,首先要对模具结构有深入的了解。本教材正是以读模具结构图为重点编写的。

该教材由纸质书与多媒体教学资料组成。作为教材,既要将最新的生产技术加以反映,又要通俗易懂。本书的许多资料来自生产一线,反映了最新的生产技术。教学资料中附有许多模具结构的三维结构文档(.prt、.asm)、流动分析动画、三维结构仿真录像文档。在多媒体教室播放这些资料,有助于学生对模具结构、充模流动状态及模具动作的理解。资料中附有纸质书中所附图片的二维结构图(含.dwg、.jpg等文档),供多媒体教学使用。

通过本教材的学习,能够使学生们熟悉塑料模具的结构并掌握以下几点:

- ① 结合制品的使用要求,对注射制品进行结构要素分析及改进。
- ② 熟悉注射模的结构,能看懂模具装配图及零件图,能设计简单的小型注射模具。
- ③ 熟悉常用挤出机头的结构及特点。
- ④ 熟悉塑料模具有关标准,能正确选用标准模架及模具标准零件。具有选择制模材料的能力。

除了掌握上述几点以外,还应该注重书本的理论学习,多阅读塑料模具结构图册,特别要注意理论联系实际,多进行现场教学,拆装各类具典型结构的模具。为了综合所学知识,还要熟悉与模具设计及制造有关的计算机软件如AutoCAD、Pro/ENGINEER、UG、Moldflow(MPI)等。塑料模具设计与制造技术近年来得到了突飞猛进的发展,我们还应注意学习塑料模具设计与制造中的新技术、新工艺、新方法,为我国的塑料成型模具全面赶上世界先进水平作出贡献。

本书由冉新成编写。陈皓制作了多媒体教学资料。陈枝晴参与编写了部分内容。

罗永高、刘锦文为本书提供了资料,特此致谢。

本书为中职塑料成型专业教学用书,也可供模具设计与制造专业教学使用。

编 者

2008.5

注:选用本书作为教材的老师请与中国轻工业出版社联系,以便提供教学资料光盘。联系方式:010-85119826. zhaohyu004@163.com. 多媒体文件也可从 <http://www.chlip.com.cn/kejian/slcxmj/index.htm> 下载。

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 塑料成型模具的基本概念	1
1.2 塑料成型模具的现状与发展趋势	1
1.3 塑料成型模具分类	3
第 2 章 塑料制品的结构工艺性	4
2.1 塑件的尺寸精度和表面质量	4
2.1.1 尺寸精度	4
2.1.2 表面质量	8
2.2 壁厚	8
2.3 脱模斜度	9
2.4 加强筋	10
2.5 圆角	10
2.6 孔	11
2.7 螺纹	13
2.8 嵌件	14
2.9 标记与图案	17
第 3 章 塑料注射成型模具	18
3.1 注射模的装配视图	18
3.2 塑料注射模具的典型结构	24
3.2.1 两板模	24
3.2.2 三板模	30
3.2.3 热流道模	30
3.3 塑料注射模具的标准零部件	32
3.4 模具与注射机的关系	34
3.4.1 注射机的技术参数	34
3.4.2 注射机的技术参数校核	34
3.5 浇注系统	41
3.5.1 概述	41
3.5.2 普通浇注系统	43
3.6 成型零部件设计	54
3.6.1 分型面及型腔布置	55
3.6.2 成型零部件设计	63
3.7 排气系统设计	71
3.7.1 排气方式	71
3.7.2 排气槽的设计	72

3.8 脱模机构设计	73
3.8.1 设计原则与分类	73
3.8.2 简单脱模机构设计	75
3.8.3 二级脱模机构设计	81
3.8.4 双脱模机构设计	82
3.8.5 浇注系统凝料脱模机构设计	86
3.8.6 螺纹塑件脱模机构设计	86
3.9 侧向分型与抽芯机构设计	89
3.9.1 概述	89
3.9.2 抽拔距的确定	89
3.9.3 机动式侧向分型与抽芯机构设计	90
3.9.4 手动式侧抽芯机构设计	104
3.9.5 液压式侧向分型与抽芯机构设计	104
3.10 其他机构设计	105
3.10.1 导向及定位机构设计	105
3.10.2 开模控制机构设计	107
3.10.3 安全机构设计	110
3.11 模温调节系统	110
3.11.1 设计冷却系统应遵循的原则	110
3.11.2 冷却回路布置	110
3.12 读图	113
3.12.1 模具装配图	113
3.12.2 模具零件图	114
第4章 塑料挤出机头简介	119
4.1 挤出机头的典型结构、设计原则与分类	119
4.2 管材挤出机头结构类型	120
4.3 吹膜机头	121
4.4 异型材机头	123
第5章 模具材料简介	125
参考文献	135

第 1 章 绪 论

1.1 塑料成型模具的基本概念

模具是利用其特定形状成型具有一定形状和尺寸制品的工具。

日常生活中的塑料制品随处可见，如塑料饭盒、塑料水桶、塑料杯、手机外壳、电工插座、塑料薄膜等。这些塑料制品的成型都离不开模具。用于塑料制品成型的一类模具统称为塑料成型模具。

在塑料材料、制品设计及加工工艺确定后，塑料模具对制品的质量与生产效率具有决定性的作用，模具成本对制品的成本也有很大的影响。在现代塑料制品生产中，合理的加工工艺、高效的设备和先进的模具，被称为塑料制品成型技术的“三大支柱”。尤其是模具对实现塑料制品加工工艺要求、制品外观造型要求及制品其他使用要求，起着无可替代的作用。就塑料工业而言，可以说没有塑料模具就没有塑料制品。

1.2 塑料成型模具的现状与发展趋势

自 20 世纪 90 年代以来，我国塑料模技术的发展进入了一个新的阶段。以汽车保险杠、双缸洗衣机连体桶、64cm (25in) 以上彩电机壳和仪表用小模数齿轮、表面微小信号深度 $0.11\mu\text{m}$ 的 PC 数码光盘等产品为代表的大型、精密、复杂和高寿命塑料模，我国已能自行设计、制造，已部分替代进口模具。电加工、数控加工和快速经济制模、特种制模技术已进入许多模具生产厂以代替通用机床加工，引进了 P20、718、S45C、S50C 和 S55C 等新牌号钢种并在国内许多钢厂生产，宝钢集团的模具钢生产和销售已逐步建立了自己的品牌和塑料模具钢系列，如 B20、B30、B40 等，并有几十种尺寸规格、多种硬度（从 150HB 到 40HRC）供用户选用，打破了长期以来用 45 钢制作模具型腔的局面，使模具型腔的抛光性能和寿命有了很大提高。标准模架及模具标准件已有很多工厂定点生产，越来越多的企业采用标准件以改变过去完全由本企业包干生产的生产方式，标准件质量也有明显提高，注射模架除向东南亚地区出口外，已有达到国际水平的高质量注射模架出口美国。我国自行研制的高技术塑料模 CAD/CAE/CAM 集成系统软件已取得很大进展，该项技术的推广及应用水平日益提高。在上海举办的最近的几届国际模展表明，我国的塑料模有些已达到国际先进水平。这些都反映出我国在塑料模设计与制造方面取得的显著进步。同时要看到，我国的塑料模具工业与先进工业国家相比仍有较大差距。模具标准化程度和应用水平与工业发达国家相比还存在较大差距；专用塑料模具钢品种少，规格不全，质量尚不稳定。在 CAD/CAE/CAM 应用普及程度和计算机在管理中的应用方面，我国与日、欧、美等工业发达国家相比，仍有较大差距。

为满足国民经济对塑料模的需求，我国模具行业“十一五规划”提出，经过努力，将争取使我国模具水平到 2010 年时进入亚洲先进水平的行列，其中模具精度达到

±0.001mm, 模具生产周期比现在缩短 30% 左右, 机床数控化率和 CAD/CAM 技术应用率比现在提高 1 倍。再经过 10 年的努力, 2020 年时基本达到国际水平, 使我国不但成为模具生产大国, 而且进入世界模具生产制造强国之列。骨干企业基本实现信息化管理, 通过 ISO9000 等质量管理体系认证, 大型、精密、复杂等技术含量高的中高档模具的比例从目前的约 30% 提高到 2010 年的 40% 和 2020 年的 50% 以上; 国产模具国内市场占有率目前不足 80%, 2010 年要达到 85% 以上, 2020 年要达到 90% 以上; 模具出口以 2010 年 10 亿美元, 2020 年 25 亿~30 亿美元为目标; 模具标准件使用覆盖率从目前的约 45% 提高到 2010 年的 60%, 2020 年的 70% 以上; 模具商品化程度从目前的 45% 左右提高到 2010 年的 55% 和 2020 年的 65% 左右。“十一五规划”将塑料模具及模具标准件的生产作为发展的重点。其中, 为汽车和家电配套的大型注塑模具, 为集成电路配套的精密密封模具, 为电子信息产业和机械及包装配套的多层、多腔、多材质、多色精密注塑模, 为新型建材及节水农业配套的塑料异型材挤出模及管路和喷头模具等, 是塑料模发展的重点。模架、导向件、推杆推管、弹性元件, 氮气缸和热流道元件为标准件发展的重点。

塑料模在设计与制造方面的发展趋势如下。

(1) 塑料模设计软件的发展

由于塑料模 CAD/CAE/CAM 技术对生产的巨大作用, 许多国家的政府部门和研究机构投入大量的人力、物力进行研究, 相继推出了一些商品化软件, 一些著名的软件公司也独立开发或购买相应软件, 配置接口, 将已有的通用机械 CAD/CAM 系统改造为适用于塑料模的 CAD/CAE/CAM 集成系统。目前, 美国、澳大利亚、日本、德国、意大利、法国等国已有商品化的软件。我国自 20 世纪 90 年代以来, 自行开发了一些塑料模 CAD/CAE/CAM 系统, 如华正海尔有限公司(北京航空航天大学)的 CAD/CAE/CAM 系统 CAXA, 该系统以 CAM 为基础, 有用于数控系统的 CAXA-MILL, 用于线切割的 CAXA-WEDM, 以及设计制造系统的计算机“制造工程师”CAXA-ME, 随后又推出用于注塑模具设计的 CAXA-IMD, 用于注塑工艺分析的 CAXA-IPD 和电子图板。华中科技大学研制的 HSC 系统, 软件包括注塑流动分析、保压分析、冷却分析(HSCAE)、模具强度/刚度校核、模具结构设计等功能(HSCAD), 现已商品化出售。郑州大学工学院开发了注塑模 CAE 软件 Z-MOLD 系统。浙江大学开发了精密注塑模 CAD/CAM 系统。中国科技大学研制了注塑模 CAD/CAM 系统。上海交通大学研制了注塑模 CAD 系统。国内自行开发的 CAD/CAE/CAM 软件特点是: 绝大多数基于微机环境, 以 AutoCAD 为图形支承。软件系统多数商品化程度偏低, 开发时对软件的产业化要求低, 距离普及型的实用软件尚有一段距离。但国内软件常用汉化界面, 其中注塑模 CAE 技术在流动、保压、冷却等方面基本上实现了国外同类软件的功能。

(2) 塑料模制造技术发展趋势

① 模具零件加工高精度、高速度化 数字控制(NC)和计算机数控(CNC)的机床在模具制造中得到日益广泛的应用。镶嵌件加工主要采用成型磨削。加工设备的不断更新和 NC 或 CNC 化, 使塑料模具零件加工进入微米级精度, 促进精密零件的塑料化和通过塑料化达到零件复合化的进程。

② 测量技术的系统化 三坐标测量仪的引入和有效使用, 使模具检测技术得到重大改进, 缩短产品试制过程和模具制造过程的周期。

③ 发展经济模具和特殊快速制模方法 为适应多品种、小批量生产用模具的需要,从模具材料到模具制造都进行改进,如采用透气性陶瓷、ZAPREC 锌基合金作注塑模型腔,采用电铸、压力铸造、精密铸造工艺加工型腔。

④ 研磨、抛光加工的自动化。

(3) 塑料模专用钢材系列化

随着塑料应用范围的扩大及种类的增加,塑料制品的多样化和模具加工技术的快速发展,对塑料模具的质量也要求更高;塑料模具钢的品种也在扩大,质量水平也在不断的提高,其用量占模具钢总量的 50% 以上,2004 年我国塑料模具钢产量已达到 31.4 万吨。由此可见,塑料模具钢在模具钢中占有十分重要的地位。以日本为例,其塑料模具钢,无论是产量还是质量水平,都在世界上占有领先地位。日本的主要模具钢生产企业都有本企业的塑料模具钢的钢种系列。如日立金属公司的塑料模具钢包括 16 个钢号,大同特殊钢公司有 14 个钢号,日本高周波钢业公司有 14 个钢号。奥地利 BOHLER 公司有 12 个钢号,UDDEHLM 有 10 个钢号。美国 ASTM-A681-87 中规定的典型的塑料模具钢(P 系列)的钢号为 7 个,但主要生产模具钢的企业 Crucible 公司和 Carpenter Technology 公司远不止这些钢号。我国的塑料模具钢生产也处于发展中。

(4) 塑料模标准化

随着我国塑料工业的快速发展,虽然国内的塑料模具成为模具行业中发展最快的品种,但国内塑料模具的标准化率仍有待提高。制约我国模具出口、导致模具国产化率低的一个重要因素是模具标准化率不足。标准化率低,导致交货期延长,同时造成用户更换零部件的困难。目前,塑料模标准模架、标准推杆和弹簧等在中国越来越广泛地得到应用,并且出现了一些国产商品化的热流道系统元件。但模具标准件的使用覆盖率仅为 35%,2010 年的目标是 70% 以上。因而,提高模具标准件的使用覆盖率,增加标准件的品种是模具行业今后重要的努力方向。

1.3 塑料成型模具分类

按塑料成型加工方法,可将塑料成型模具分为以下几类:

① 注射模 用于塑料制件注射成型的模具,称注射模。在塑料模中,注射模是一类用途广、比重大、技术较成熟的模具。这类模具主要用于热塑性塑料制品成型,近年来也越来越多地用于热固性塑料制品成型。

② 压缩模 用于塑料制品压缩成型的模具,称压缩模。塑料压缩模主要用于热固性塑料制品的成型,也可用于热塑性塑料制品的成型。

③ 传递模 用于塑料制品传递成型的模具,称传递模。塑料传递模多用于热固性塑料制品成型。

④ 挤出机头 用于挤出成型塑料制品的模具,称挤出机头。用此类模具生产的塑料制品有棒材、管材、板材、片材、薄膜、电线电缆包覆,网材、单丝、复合型材等。这种模具也可用于塑料中空制品的型坯成型。

此外,还有中空吹塑模具及热成型模具、泡沫塑料成型模具等。

第 2 章 塑料制品的结构工艺性

• 应知应会要点 •

- 1. 会使用塑料制品公差数值表。
- 2. 记住常用塑料注射制品结构参数的范围。
- 3. 能分析制品结构不良造成的制品缺陷，能提出改进方案。

课前制品分析：请每位同学在日常生活用品中选一塑料注射件，如塑料水桶、塑料茶杯、手机塑料外壳等。针对选定的制品，回答以下问题：

- ① 制品用的是哪种塑料材料？
- ② 制品各部位的壁厚是多少？
- ③ 制品在轴向方向有没有斜度？
- ④ 制品的转角处有没有圆角？
- ⑤ 制品结构中有没有加强筋？
- ⑥ 请构思模具型腔的结构。

上述问题均为与塑料制品结构工艺性有关的内容。

2.1 塑件的尺寸精度和表面质量

2.1.1 尺寸精度

目前，我国使用的塑件公差标准有部颁标准和国家标准两类。部颁标准有 SJ1372 和 WJ1266。其中，SJ1372 标准应用较多，影响较大。国家标准有 GB/T 14486—1993。

(1) 部颁标准

SJ1372 标准如表 2-1-1、表 2-1-2 所示。两个表配合使用，先根据塑料材料类别，由表 2-1-1 选用适宜的精度等级，再由表 2-1-2 查出尺寸公差值。该标准适用于注塑、压缩及传递成型的热塑性与热固性塑件的尺寸公差。

表 2-1-1 塑件精度等级选用 (摘自 SJ 1372)

类别	塑料名称	建议采用的精度等级			类别	塑料名称	建议采用的精度等级		
		高精度	一般精度	低精度			高精度	一般精度	低精度
1	聚苯乙烯	3	4	5	2	聚酰胺 6、66、610、1010	4	5	6
	ABS					氯化聚醚			
	聚甲基丙烯酸甲酯					聚氯乙烯(硬)			
	聚碳酸酯				3	聚甲醛			
	聚砒					聚丙烯	5	6	7
	聚苯醚					聚乙烯(高密度)			
	酚醛塑料粉				4	聚氯乙烯(软)			
	氨基塑料					聚乙烯(低密度)			
	30%玻璃纤维增强塑料						6	7	8

- 注：1. 其他材料可按加工尺寸的稳定性，参照本表选择精度等级。
2. 1、2 级精度为精密级，只在特殊条件下才采用。
3. 当沿脱模方向两端尺寸均有要求时，应考虑脱模斜度对精度的影响。

表 2-1-2

SJ 1372 公差数值表

单位: mm

基本尺寸	精度等级							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	公差数值							
≤3	0.04	0.06	0.08	0.12	0.16	0.24	0.32	0.42
>3~6	0.05	0.07	0.08	0.14	0.18	0.28	0.36	0.56
>6~10	0.06	0.08	0.10	0.16	0.20	0.32	0.40	0.64
>10~14	0.07	0.09	0.12	0.18	0.22	0.36	0.44	0.72
>14~18	0.08	0.10	0.12	0.20	0.24	0.40	0.48	0.80
>18~24	0.09	0.11	0.14	0.22	0.28	0.44	0.56	0.82
>24~30	0.10	0.12	0.16	0.24	0.32	0.48	0.64	0.94
>30~40	0.11	0.13	0.18	0.26	0.36	0.52	0.72	1.00
>40~50	0.12	0.14	0.20	0.28	0.40	0.56	0.80	1.20
>50~65	0.13	0.16	0.22	0.32	0.46	0.64	0.92	1.40
>65~80	0.14	0.18	0.24	0.38	0.52	0.76	1.04	1.60
>80~100	0.16	0.22	0.30	0.44	0.60	0.88	1.20	1.80
>100~120	0.18	0.25	0.34	0.50	0.68	1.00	1.36	2.00
>120~140	0.20	0.28	0.38	0.56	0.76	1.12	1.52	2.20
>140~160	0.23	0.31	0.42	0.62	0.84	1.24	1.68	2.40
>160~180	0.25	0.34	0.46	0.68	0.92	1.36	1.84	2.70
>180~200	0.27	0.37	0.50	0.74	1.00	1.50	2.00	3.00
>200~225	0.30	0.41	0.56	0.82	1.10	1.64	2.20	3.30
>225~250	0.33	0.45	0.62	0.90	1.20	1.80	2.40	3.60
>250~280	0.36	0.50	0.68	1.00	1.30	2.00	2.60	4.00
>280~315	0.39	0.55	0.74	1.10	1.40	2.20	2.80	4.40
>315~355	0.43	0.60	0.82	1.20	1.60	2.40	3.20	4.80
>355~400	0.48	0.65	0.90	1.30	1.80	2.60	3.60	5.20
>400~450	0.53	0.70	1.00	1.40	2.00	2.80	4.00	5.60
>450~500	0.58	0.80	1.10	1.60	2.20	3.20	4.40	6.40

SJ1372 标准将塑件分成 8 个精度等级, 每种材料可选用其中 3 个精度等级。1、2 级精度要求较高, 一般不采用或很少采用。表 2-1-2 中只给出公差值, 分配上下偏差时, 可根据塑件配合性质确定。对塑件上无配合要求的自由尺寸, 建议采用表中的 8 级精度。对孔类尺寸, 取表中数值冠以“+”号, 作为上偏差, 下偏差取零; 对轴类尺寸, 取表中数值冠以“-”号, 作为下偏差, 上偏差为零; 对中心距尺寸, 取表中数值之半, 并冠以“±”号表示。模具活动部分对塑件精度影响较大, 其公差值应为表中数值与附加值之和。2 级精度附加值为 0.05mm, 3~5 级精度的附加值为 0.10mm, 6~8 级精度的附加值为 0.20mm。

(2) 国家标准

国家标准 GB/T 14486—1993 如表 2-1-3、表 2-1-4 所示。该标准根据塑料收缩特性值划分公差等级。收缩特性值指料流方向收缩率的绝对值与料流方向和垂直于料流方向收缩率之差的绝对值之和。按此原则，如某种塑料的收缩特性值在 0~1% 之间（如 ABS、PC 等），则归为第一类材料，塑件公差等级可选为 MT2，MT3，MT5；如收缩特性值 S 在 1%~2% 之间，则归为第二类材料，塑件公差等级可选择 MT3，MT4，MT6。依此类推，将常用塑料分成 4 大类 7 个公差等级。

表 2-1-3 常用材料分类和公差等级选用（摘自 GB/T 14486—1993）

材料类别	材料名称		收缩特性值 S/%	公差等级		
	代号	模塑件材料		标注公差的尺寸		未注公差的尺寸
				高精度	一般精度	
一	ABS AS EP UF/MF PC PA PPO PPS PS PSU RPVC PMMA PDAP PETP PBTP PF	丙烯腈/丁二烯/苯乙烯 丙烯腈/苯乙烯 环氧树脂 脲醛/三聚氰胺甲醛塑料(无机物填充) 聚碳酸酯 玻纤填充尼龙 聚苯醚 聚苯硫醚 聚苯乙烯 聚砜 硬聚氯乙烯 聚甲基丙烯酸甲酯 聚邻苯二甲酸二烯丙酯 玻纤填充 PETP 玻纤填充 PBTP 无机物填充酚醛塑料	0~1	MT2	MT3	MT5
二	CA UF/MF PA PBTP PETP PF POM PP	醋酸纤维素 脲醛/三聚氰胺甲醛塑料(有机物填充) 聚酰胺(无填料) 聚对苯二甲酸丁二醇酯 聚对苯二甲酸乙二醇酯 酚醛塑料(有机物填充) 聚甲醛(尺寸≤150mm) 聚丙烯(无机物填充)	1~2	MT3	MT4	MT6
三	POM PP	聚甲醛(尺寸≥150mm) 聚丙烯	2~3	MT4	MT5	MT7
四	PE SPVC	聚乙烯 软聚氯乙烯	3~4	MT5	MT6	MT7

一般情况下，推荐使用“一般精度”，塑件精度要求较高者，可选用“高精度”。未注尺寸公差采用表中比其对应的“一般精度”低两个公差等级的尺寸公差。MT1 级一般不采用，仅供设计精密塑件时参考。表 2-1-4 所列公差值，可根据塑件使用要求，将公差分配成各种极限偏差。一般情况下，孔类尺寸采用单向正偏差，轴类尺寸采用单向负偏差，长度尺寸与孔间距采用双向等值偏差。

单位: mm

基本尺寸

表 2-1-4

公差等级	公差种类	大于	标注公差的尺寸允许偏差																								
			0	3	6	10	14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450
1	A	到	0.07	0.08	0.1	0.11	0.12	0.13	0.15	0.16	0.18	0.2	0.23	0.26	0.29	0.33	0.36	0.39	0.42	0.46	0.49	0.54	0.58	0.64	0.7	0.78	0.84
			0.14	0.16	0.2	0.21	0.22	0.23	0.25	0.26	0.28	0.3	0.33	0.36	0.39	0.43	0.46	0.49	0.52	0.56	0.59	0.64	0.68	0.74	0.8	0.88	0.94
2	A		0.1	0.12	0.14	0.16	0.18	0.2	0.22	0.24	0.26	0.3	0.34	0.38	0.42	0.46	0.5	0.54	0.6	0.66	0.7	0.76	0.84	0.92	1	1.1	1.2
			0.2	0.22	0.24	0.26	0.28	0.3	0.32	0.34	0.36	0.4	0.44	0.48	0.52	0.56	0.60	0.64	0.7	0.76	0.8	0.86	0.94	1.02	1.1	1.2	1.3
3	A		0.12	0.14	0.18	0.2	0.22	0.26	0.28	0.32	0.36	0.4	0.46	0.52	0.58	0.66	0.72	0.78	0.86	0.92	1	1.1	1.2	1.3	1.44	1.6	1.74
			0.32	0.34	0.38	0.4	0.42	0.46	0.48	0.52	0.56	0.6	0.66	0.72	0.78	0.86	0.92	0.98	1.06	1.12	1.2	1.3	1.4	1.5	1.64	1.8	1.94
4	A		0.16	0.2	0.24	0.28	0.3	0.34	0.38	0.42	0.48	0.56	0.64	0.72	0.84	0.94	1.04	1.14	1.24	1.36	1.48	1.62	1.78	1.96	2.2	2.4	2.6
			0.36	0.4	0.44	0.48	0.5	0.54	0.58	0.62	0.68	0.76	0.84	0.92	1.04	1.14	1.24	1.34	1.44	1.56	1.68	1.82	1.98	2.16	2.4	2.6	2.8
5	A		0.2	0.24	0.28	0.34	0.38	0.44	0.48	0.56	0.64	0.74	0.86	1.1	1.16	1.3	1.46	1.6	1.76	1.94	2.1	2.3	2.6	2.8	3.1	3.5	3.9
			0.4	0.44	0.48	0.54	0.58	0.64	0.68	0.76	0.84	0.94	1.06	1.3	1.36	1.5	1.66	1.8	1.96	2.14	2.3	2.5	2.8	3	3.3	3.7	4.1
6	A		0.26	0.32	0.4	0.48	0.54	0.62	0.7	0.8	0.94	1.1	1.28	1.48	1.72	1.96	2.2	2.4	2.6	2.9	3.2	3.5	3.8	4.3	4.7	5.3	5.8
			0.46	0.52	0.6	0.68	0.74	0.82	0.9	1	1.14	1.3	1.48	1.68	1.92	2.16	2.4	2.6	2.8	3.1	3.4	3.7	4	4.5	4.9	5.5	6
7	A		0.38	0.48	0.58	0.68	0.76	0.88	1	1.14	1.32	1.54	1.8	2.1	2.4	2.8	3.1	3.4	3.7	4.1	4.5	4.9	5.4	6	6.7	7.4	8.2
			0.58	0.68	0.78	0.88	0.96	1.08	1.2	1.34	1.52	1.74	2	2.3	2.6	3	3.3	3.6	3.9	4.3	4.7	5.1	5.6	6.2	6.9	7.6	8.4

未注公差的尺寸允许公差

5	A	± 0.10	± 0.12	± 0.14	± 0.17	± 0.19	± 0.22	± 0.24	± 0.28	± 0.32	± 0.37	± 0.43	± 0.53	± 0.58	± 0.65	± 0.73	± 0.80	± 0.88	± 0.97	± 1.05	± 1.15	± 1.30	± 1.40	± 1.55	± 1.75	± 1.95
		± 0.20	± 0.22	± 0.24	± 0.27	± 0.29	± 0.32	± 0.34	± 0.38	± 0.42	± 0.47	± 0.53	± 0.63	± 0.68	± 0.75	± 0.83	± 0.90	± 0.98	± 1.07	± 1.15	± 1.25	± 1.40	± 1.50	± 1.65	± 1.85	± 2.05
6	A	± 0.13	± 0.16	± 0.20	± 0.24	± 0.27	± 0.31	± 0.35	± 0.40	± 0.47	± 0.55	± 0.64	± 0.74	± 0.86	± 0.98	± 1.10	± 1.20	± 1.30	± 1.45	± 1.60	± 1.75	± 1.90	± 2.15	± 2.35	± 2.65	± 2.90
		± 0.23	± 0.26	± 0.30	± 0.34	± 0.37	± 0.41	± 0.45	± 0.50	± 0.57	± 0.65	± 0.74	± 0.84	± 0.96	± 1.08	± 1.20	± 1.30	± 1.40	± 1.55	± 1.70	± 1.85	± 2.00	± 2.25	± 2.45	± 2.75	± 3.00
7	A	± 0.19	± 0.24	± 0.29	± 0.34	± 0.38	± 0.44	± 0.50	± 0.57	± 0.66	± 0.77	± 0.90	± 1.05	± 1.20	± 1.40	± 1.55	± 1.70	± 1.85	± 2.05	± 2.25	± 2.45	± 2.70	± 3.00	± 3.35	± 3.70	± 4.10
		± 0.29	± 0.34	± 0.39	± 0.44	± 0.48	± 0.54	± 0.60	± 0.67	± 0.76	± 0.87	± 1.00	± 1.15	± 1.30	± 1.50	± 1.65	± 1.80	± 1.95	± 2.15	± 2.35	± 2.55	± 2.80	± 3.10	± 3.45	± 3.80	± 4.20

注: A——不受模具活动部分影响的尺寸的公差; B——受模具活动部分影响的尺寸的公差。

2.1.2 表面质量

塑件的表面粗糙度主要取决于模具成型零件表面，也与成型工艺条件有关。因工艺参数控制不当引起的银丝、气泡、斑点、凹陷、波纹等会使表面粗糙度数值增大。塑件材料中增强材料类型及含量也影响塑件表面粗糙度。长玻璃纤维增强的塑件，表面粗糙度数值较大；短玻璃纤维增强的塑件，其表面粗糙度数值较小；不含增强材料的塑件，表面粗糙度数值会更小些。模具成型表面的拉毛或锈蚀，会使塑件粗糙度数值变大。因此，应精心护理模具表面。为保证塑件的表面质量，模具型面粗糙度数值应小于对应塑件要求的一个等级。此外，透明制品要求型芯和型腔的表面粗糙度相同。

2.2 壁 厚

制品壁厚应保证制品的强度与刚度。此外，应有足够的壁厚，使塑料熔体能顺利地充满模腔。制品各部位的壁厚还应尽量均匀一致。一般而言，减小制品壁厚，则有利于节省塑料材料、有利于缩短成型周期。

热固性塑件的壁厚一般在 1~6mm，一般不超过 13mm，最薄可达 1mm 以下，如玻璃纤维增强的酚醛塑件的壁厚可达 0.8mm 左右。热塑性塑件的壁厚一般为 2~4mm，小塑件取偏小值，中等塑件取偏大值，大塑件可适当加厚。热塑性塑件的最小壁厚取决于塑料的流动性，如流动性好的尼龙、聚乙烯等塑件，其最小壁厚为 0.2~0.4mm；流动性较差的聚氯乙烯、聚碳酸酯等塑件，其最小壁厚为 1mm。表 2-2-1、表 2-2-2 为热塑性塑料与热固性塑料制品壁厚的常用范围。

表 2-2-1

常用热塑性塑料制品壁厚推荐值

单位：mm

塑料制品材料	最小壁厚	最大壁厚	推荐壁厚	塑料制品材料	最小壁厚	最大壁厚	推荐壁厚
聚甲醛(POM)	0.4	3.0	1.6	聚丙烯(PP)	0.6	7.6	2.0
ABS	0.75	3.0	2.3	聚砜(PSU)	1.0	9.5	2.5
丙烯酸类	0.6	6.4	2.4	改性聚苯醚(MPPO)	0.75	9.5	2.0
醋酸纤维素(CA)	0.6	4.7	1.9	聚苯醚(PPO)	1.2	6.4	2.5
乙基纤维素(EC)	0.9	3.2	1.6	聚苯乙烯(PS)	0.75	6.4	1.6
氟塑料	0.25	12.7	0.9	改性聚苯乙烯	0.75	6.4	1.6
尼龙(PA)	0.4	3.0	1.6	苯乙烯-丙烯腈共聚物(SAN)	0.75	6.4	1.6
聚碳酸酯(PC)	1.0	9.5	2.4	硬质聚氯乙烯(RPVC)	1.0	9.5	2.4
聚酯(PET)	0.6	12.7	1.6	甲基丙烯酸甲酯(有机玻璃)(372*)	0.8	6.4	2.2
低密度聚乙烯(LDPE)	0.5	6.0	1.6	氯化聚醚(CPT)	0.9	3.4	1.8
高密度聚乙烯(HDPE)	0.9	6.0	1.6	聚氨酯(PU)	0.6	38.0	12.7
乙烯-醋酸乙烯共聚物(EVA)	0.5	3.0	1.6				

塑件壁厚应尽量均匀，否则会导致各部分固化收缩不均匀，使塑件上产生气孔、裂纹及变形等缺陷，并导致内应力集中。塑件相邻两壁厚应尽量相等，需要有差别时，设相邻两壁厚分别为 S_1 和 S_2 ，则应满足如下条件：热塑性塑件， $S_1/S_2 \leq 1.5 \sim 2$ ；热固性塑件， $S_1/S_2 \leq 3$ 。图 2-2-1 为壁厚设计实例。

表 2-2-2

常用热固性塑料制品壁厚推荐值

单位: mm

塑料制品材料	最小壁厚	最大壁厚	推荐壁厚
醇酸树脂(玻璃纤维填充)	1.0	12.7	3.0
醇酸树脂(矿物填充)	1.0	9.5	4.7
邻苯二甲酸二烯丙酯(DAP)	1.0	9.5	4.7
环氧树脂(玻璃纤维填充)	0.76	25.4	3.2
三聚氰胺甲醛树脂(纤维素填充)	0.9	4.7	2.5
氨基塑料(纤维填充)	0.9	4.7	2.5
酚醛塑料(通用型)	1.3	25.4	3.0
酚醛塑料(棉短纤填充)	1.3	25.4	3.0
酚醛塑料(玻璃纤维填充)	0.76	19.0	2.4
酚醛塑料(织物填充)	1.6	9.5	4.7
酚醛塑料(矿物填充)	3.0	25.4	4.7
硅酮(玻璃纤维填充)	1.3	6.4	3.0
聚酯预混物	1.0	25.4	1.8

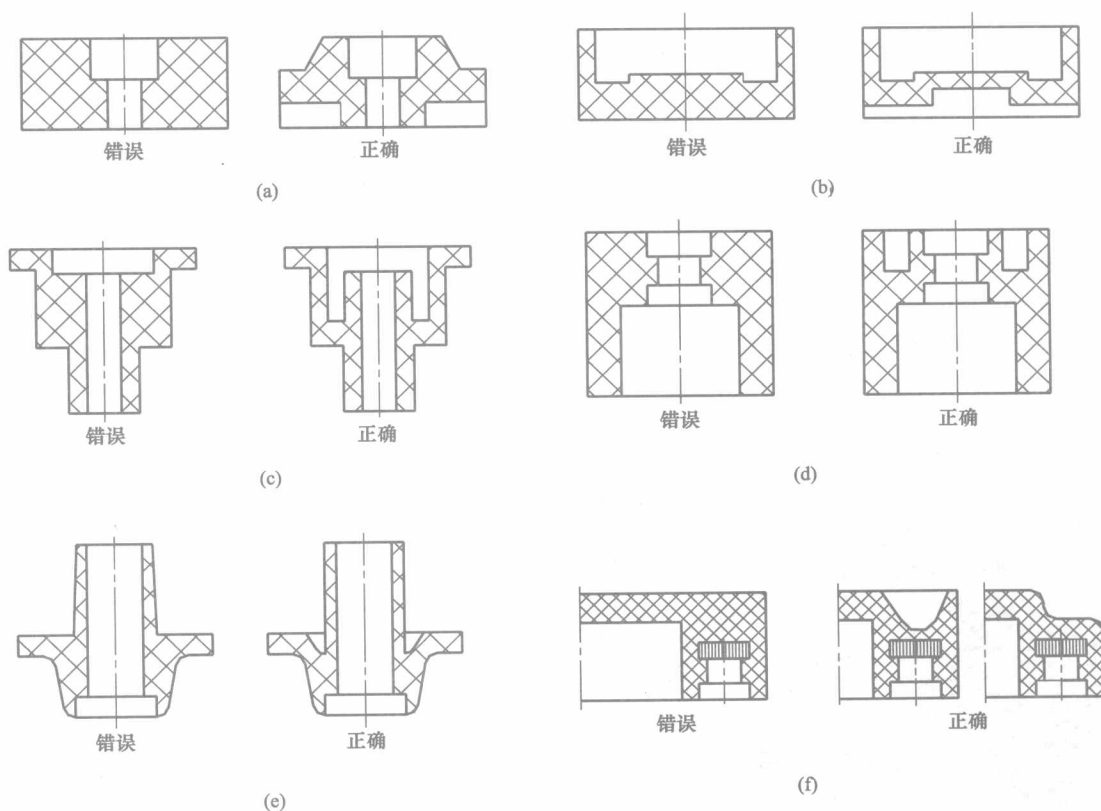


图 2-2-1 壁厚设计实例

2.3 脱模斜度

为便于脱模,塑料制品在脱模方向上应设计脱模斜度。形状复杂不易脱模的制品,应选用较大的脱模斜度;塑料材料收缩率大,则其制品的斜度也应加大;制品壁厚大,其脱模斜度也应大。制品精度要求越高,其脱模斜度应越小;尺寸大的制品,应采用较小的脱模斜度。

模斜度。增强塑料制品宜选大斜度，具有自润滑性的塑料制品可用小斜度。表 2-3-1 为热塑性塑料的最小脱模斜度。

表 2-3-1 热塑性塑件脱模斜度最小值

塑料名称	斜 度		塑料名称	斜 度	
	型腔	型芯		型腔	型芯
聚酰胺	25'~40'	20'~40'	ABS	40'~1°20'	35'~1°
聚乙烯	25'~45'	20'~45'	聚碳酸酯	35'~1°	30'~50'
聚苯乙烯	35'~1°30'	30'~1°	氯化聚醚	25'~45'	20'~45'
聚甲基丙烯酸甲酯	35'~1°30'	30'~1°	聚甲醛	35'~1°30'	30'~1°

注：1. 脱模斜度的取向根据塑件的内外形尺寸而定：塑件内孔，以型芯小端为准，尺寸符合图样要求，斜度由扩大方向取得；塑件外形，以型腔（凹模）大端为准，尺寸符合图样要求，斜度由缩小方向取得。一般情况下，脱模斜度不包括在塑件的公差范围内。

2. 当要求开模后塑件留在型腔内时，则塑件内表面的脱模斜度应大于塑件外表面。

2.4 加 强 筋

加强筋的作用是：①在不加大制品壁厚的条件下，增强制品的强度和刚性，以节约塑料用量，减轻重量，降低成本；②克服制品壁厚不均匀引起的应力集中所造成的制品翘曲变形；③在充模过程中，对塑料熔体的流动起导流作用。图 2-4-1 为计算机显示器支座，该制品结构中设计有加强筋。

教学资料中附有该制品的动画，请在多媒体教学资料/第 2 章/图 2-2 中打开阅读。

设计加强筋后，可能在其背面引起凹陷。但只要尺寸设计得当，就可以有效地予以避免。图 2-4-2 为加强筋的尺寸比例关系。

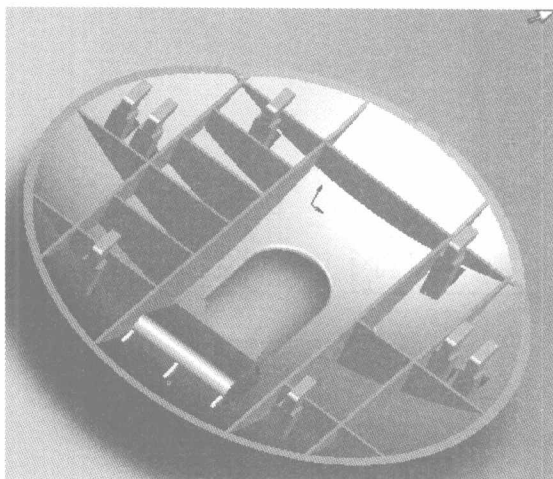


图 2-4-1 加强筋

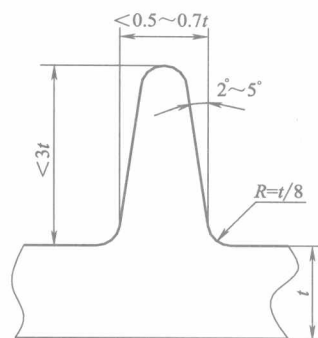


图 2-4-2 加强筋的尺寸

2.5 圆 角

制品的相交面之间应尽可能以圆弧过渡。这种做法有以下好处：①圆角能减小塑料制