



塑料成型工艺与实例丛书



塑料模压成型 工艺与实例

● 张玉龙 张永侠 主编



化学工业出版社

塑料成型工艺与实例丛书

塑料模压成型工艺与实例

张玉龙 张永侠 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书重点介绍了模压用模塑料、模压成型工艺以及热固性塑料模压成型、热塑性塑料模压成型、层压成型和挤塑成型的基本特点、工艺设备、工艺过程和常见故障与排除方法,精选实例,并按照选材与配方设计、制备工艺、性能与效果(或应用)的编写格式逐一进行了阐述。

本书是塑料工业领域材料研究、产品设计、制品加工、管理、销售和教学人员的必读必备之书,也可用作培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

塑料模压成型工艺与实例/张玉龙,张永侠主编. 北京:化学工业出版社,2010.12

(塑料成型工艺与实例丛书)

ISBN 978-7-122-09666-1

I. 塑… II. ①张…②张… III. 塑料制品-模压 IV. TQ320.66

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第200806号

责任编辑:仇志刚

文字编辑:冯国庆

责任校对:陈静

装帧设计:杨北

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装:大厂聚鑫印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张11¼ 字数305千字 2011年2月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:35.00元

版权所有 违者必究

编写人员名单

主 编：张玉龙 张永侠

副 主 编：刘景春 徐丽新 赵峰俊 朱洪立

参编人员：（按姓氏笔画排序）

王仲平	王兆德	邓桃益	石 磊	石元昌
闫 军	庄明忠	刘小兰	刘洪章	刘荣田
刘景春	刘恩骞	刘 燕	刘锡鼎	杜仕国
朱洪立	吕春健	宋兴民	李 萍	李 静
吴宝玉	张广成	张玉龙	张永侠	张军营
张 伟	张福田	杨振强	杨士勇	杨守平
岳乃凤	陈 国	陈德展	赵峰俊	侯京陵
律微波	徐丽新	徐勤福	崔应强	柴 娟
葛圣松	蔡玉海	蔡志勇	解海华	薛维宝

前 言

近几年，塑料成型加工技术得到快速发展，材料改性与配方设计逐步深入，设备不断创新与改进，成型工艺技术也得到长足进步，致使塑料产品质量不断提高，更新换代制品不断涌现。塑料制品已经成为国民经济建设、国防建设和人们日常生活中不可短缺的制品之一，极大地丰富了消费市场，满足了工业建设和人们物质生活的需要。

为满足塑料加工发展的需求，特别是满足塑料成型加工技术人员与工人迫切需要，普及塑料成型加工基础知识，宣传推广近年来塑料成型加工出现的新成果，我们组织编写了《塑料成型工艺与实例丛书》一套五册，即《塑料注射成型工艺与实例》、《塑料挤出成型工艺与实例》、《塑料吹塑成型工艺与实例》、《塑料模压成型工艺与实例》和《塑料低压成型工艺与实例》。各册书均在介绍工艺装备、工艺过程、工艺条件与注意事项的基础上，列举了大量实例，每一实例均按照选材与配方设计、工艺设备、制备方法、性能与效果的格式编写，逐一做了详细介绍。是塑料材料研究、产品设计、制品加工、管理营销和教学人员，特别是产品加工技术人员和技术工人必备之书。也可作为培训教材。

本丛书突出实用性、先进性、可操作性和仿效性，以生产实例为中心，以技术操作为导线，由浅入深加以介绍。本丛书结构严谨清晰、语言简练、通俗易懂，凡具有中等文化程度而无专业知识的人员，也可看懂学会。相信本丛书的出版发行将有助于进一步提高现有塑料产品的档次，改善生产工艺，开发新型产品，进而为企业的技术创新和经济效益提高起到积极

作用。

由于水平有限，文中不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2010 年 10 月

目 录

第一章 概述	1
第一节 简介	1
一、基本概念与内涵	1
二、压制工艺的特点	1
三、适用性	2
第二节 模压成型技术	2
一、简介	2
二、成型设备	3
三、模压成型模具	7
四、模压成型工艺	9
五、模压成型中易出现的问题与解决的方法	23
第二章 压制模塑料制备技术	36
第一节 简介	36
一、模塑料的特点	37
二、压制模塑料的分类	38
三、压制模塑料(预浸料)的要求	39
四、热固性树脂基体预浸料的制备	42
第二节 连续纤维预浸料的制备	47
一、浸胶布制造工艺	47
二、胶纱带制造工艺	55
三、无纬布制造工艺	61
四、带状模塑料制造	64
第三节 压制用短切纤维预浸料制备	65
一、高强度短切纤维模塑料的制造工艺	65

二、片状模塑料	70
三、团状模塑料与散状模塑料	77
四、其他模塑料	79
五、胶衣	83
六、预成型坯模塑料制造	85
第四节 模塑粉料的制造	88
一、日用 (R) 类酚醛塑料粉	89
二、电气 (D) 类酚醛塑料粉	90
三、绝缘 (U) 类酚醛塑料粉	92
四、无氨 (A) 类酚醛塑料粉	94
五、耐高频 (P) 类酚醛塑料粉	96
六、耐高电压 (Y) 类酚醛塑料粉	98
七、耐酸 (S) 类酚醛塑料粉	100
八、耐湿热 (H) 类酚醛塑料粉	101
九、耐冲击 (J) 类酚醛塑料粉	103
十、耐热 (E) 类酚醛塑料粉	104
十一、特种 (T) 类酚醛塑料粉	106
十二、耐电弧酚醛塑料粉	108
第三章 热固性塑料模压成型	111
第一节 简介	111
一、热固性塑料的特性	111
二、热固性塑料成型加工过程的基本特点	111
三、热固性塑料成型加工过程中应注意事项	112
第二节 环氧塑料	113
一、环氧塑料模压料	113
二、环氧塑料模压成型制备实例	116
第三节 酚醛塑料	132
一、酚醛模塑料简介	132
二、酚醛塑料模压成型制备实例	138
第四节 不饱和聚酯塑料	162

一、不饱和聚酯模塑料简介	162
二、不饱和聚酯塑料模压成型实例	164
第五节 聚氨酯	197
第六节 氨基塑料	212
一、氨基塑料模塑料简介	212
二、模塑料制备实例	215
三、氨基塑料制品制备实例	216
第七节 其他热固性塑料	223
一、双马来酰亚胺制备实例	223
二、二苯醚模压成型制备实例	228
第四章 热塑性塑料模压成型	236
第一节 超高分子量聚乙烯	236
一、超高分子量聚乙烯模压成型工艺	236
二、制备实例	238
第二节 聚丙烯	252
第三节 聚氯乙烯	256
第四节 聚四氟乙烯	264
一、聚四氟乙烯简介	264
二、制备实例	268
第五节 聚苯乙烯泡沫塑料模压成型与制备实例	286
一、聚苯乙烯泡沫塑料模压成型	286
二、制备实例	291
第五章 层压成型技术	295
第一节 简介	295
一、原材料	295
二、层压成型工艺特点	296
三、层压成型制品的类型	296
第二节 底材的制备	297
一、底材表面处理	297
二、树脂胶液的配制	298

三、底材浸渍·····	299
四、底材干燥·····	301
五、底材树脂含量的测定·····	302
第三节 层压成型工艺过程·····	303
一、层压设备·····	303
二、层压模具·····	303
三、层压成型的操作步骤·····	305
四、制品缺陷与解决办法·····	307
第四节 塑料层压成型制备实例·····	312
第六章 挤塑成型技术 ·····	333
第一节 简介·····	333
第二节 挤塑成型模具·····	334
一、挤塑成型模具的分类·····	334
二、模具设计中应注意的事项·····	336
第三节 挤塑成型工艺·····	338
一、基本原理·····	338
二、成型工艺·····	339
三、“拾模”现象分析与解决的方法·····	339
第四节 挤塑制品设计与制备实例·····	341
一、设计实例·····	341
二、制备实例·····	344
参考文献 ·····	348

第一章 概 述

第一节 简 介

一、基本概念与内涵

塑料压制成型工艺主要包括模压、层压和挤塑料（传递成型）三种工艺。它们主要是将粉料、粒料、纤维预浸料等模塑料置于阴模中，合闭阳模，在热量与压力的作用下，使物料产生流动充满型腔，形成与型腔模具形状类似的制品，再经加热使之固化，然后冷却脱模，使之成为压制产品，通常将这一工艺过程称为压制成型工艺。

二、压制工艺的特点

① 历史悠久，技术成熟，该工艺可追溯至 100 多年前，在注射成型尚未用于塑料加工之前，压制工艺是塑料加工的唯一方法。

② 压制成型设备和模具简单，投资相对偏小，占地面积和空间小，工艺技术娴熟，并具有丰富的技术储备，积累了极其丰富的实践经验。

③ 制品结构致密，质量好，收缩率小，精度高，几何尺寸均称，尺寸稳定性好。

④ 压制成型工艺同样也有自身的缺点：成型周期长、生产效率低、劳动强度大，不易实现机械化或自动化生产，且产品质量重复性差，难以制备厚壁制品，装有细小嵌件和带有深孔的制品，以及结构复杂的制品。

三、适用性

压制成型工艺主要用于热固性塑料（环氧、酚醛、不饱和聚酯、氨基塑料等）和某些难加工的热塑性塑料制品。

模压成型工艺用途最广，适应用各种压制制品的加工，故而人们也将模压成型称为压制成型。而层压成型工艺主要生产平面尺寸大、厚度大的塑料板材、覆铜板材和结构简单的产品；塑料挤塑成型又称为传递模塑成型，是先将模塑料置于加热室或传递料筒内进行预热软化，然后再置入已预热好的型腔内加热固化得到制品，主要用于高精度制品，结构复杂的制品，以及模压和注射工艺难以加工的产品。

第二节 模压成型技术

一、简介

模压成型工艺适用于热固性塑料，如酚醛、环氧、氨基塑料、不饱和聚酯和聚酰亚胺等塑料，以及某些热塑性塑料制品的加工生产。

模压成型使用的主要设备是压机和模具。压机最常用的是自给式液压机，其吨位从几十吨到几百吨不等，有上压式、下压式和转盘式压机等。

其模具分为三种：溢料式模具、半溢料式模具和不溢式模具。

模压成型分为三个过程。

（1）预压 主要目的是改善制品质量，提高模塑效率等。预压是将模塑粉或纤维预浸料以及其他预成型织物结构等预先压制成为一定形状的操作过程。

（2）预热 其目的主要是改进模塑料的加工性能，缩短成型周期等。它是把模塑料在成型前先行加热的操作过程。

（3）模压 将计量的物料加入模具型腔内，闭合模具，排放气

体，在规定的模塑温度和压力下保持一段时间，然后脱模，取出制品，清理模具。

二、成型设备

热固性塑料模压成型所使用的设备为油压机或水压机，这两种压机通常称为液压机。在我国塑料加工行业，以使用油压机居多。

（一）液压机的分类

热固性塑料模压成型通常采用立式闭启模形式。其分类方法较多，现仅介绍三种。

1. 按动作方式分类

可分为上压式液压机、下压式液压机和转盘式液压机。

（1）上压式液压机（图 1-1） 此液压机在压机的上部设有主压缸，主压缸中主油缸柱塞与模板直接或间接连接。主要依靠高压柱塞液流下推动而下行，上行动作则要借助液压传动实现。上压式液压机的下模板为固定式的，模具的阳模与阴模分别被固定在上下模板上，借助模板的升降动作实现模具的开启与加压工序。制品一旦固化完全，便由其中的机座上的顶出机构使制品脱模。由于这种压机的闭模油缸固定在横梁顶部，而活动横梁下落施加压力，所以制品脱模或取制品比较方便。

对于大型的上压式液压机来说，除了在压机中间设置了单动活塞油缸用于向模具施加高压外，还在压机左右分别设置了两个辅助油缸，用于控制活动横梁的上下动作。

上压式液压机的另一种形式是滑动板式油压机。此种压机的下横梁上装有一块滑动式模板，可进行左右往复动作，并将两个相同的下模分别固定在滑动式模板上。

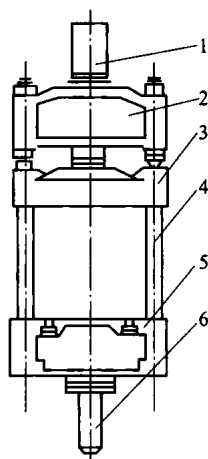


图 1-1 上压式液压机

1—工作油缸；2—上横梁；
3—活动横梁；4—立柱；
5—下横梁；6—顶
出缸的柱塞

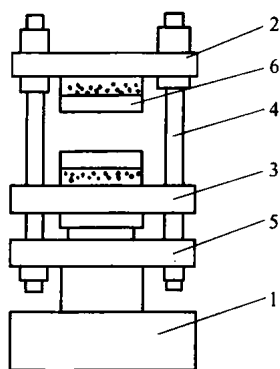


图 1-2 下压式液压机

- 1—主机活塞油箱；2—上横梁；
3—活动横梁；4—立柱；
5—下横梁；6—垫板

在模压成型操作过程中，一个下模进行压塑动作，而另一个下模则可进行其他工序的动作。为了节约时间，提高生产效率，两个下模交替进行成型加工。但这种结构的上压式液压机装置比较复杂，对模具精度要求极高，装卸模具比较困难，不允许出现任何差错。

(2) 下压式液压机 (图 1-2) 这种压机的装置布局与上压式液压机截然相反，其高压油缸设置在压机的下部，并借助活动板上的装置使制品脱模。与上压式液压机相比，下压式液压机机台稳固性更好，重心更低，便于安装与维护保养。

下压式液压机开启和闭合模具的动作主要靠从油缸底部输入的压力油，由活塞带动活动横梁上升使模具闭合。若从油缸顶部侧向注入压力油使活塞台阶受压，则活动横梁的下落便可开启模具。

若在活塞内部安装一个加速活塞，则可成为快速闭模装置，有效缩短启闭模时间，提高生产效率。

(3) 转盘式液压机 (图 1-3) 这是一种组合式压机机组，在

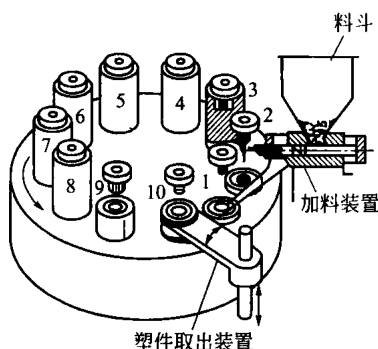


图 1-3 转盘式液压机

- 1—加料；2—闭模；3—8—热压；9—启模；10—取塑件

压机的转盘上分别安装几组合模装置，而每个合模装置中都装有一副模具。其模压工序按合模装置的数量区分开来，并由继电器控制其转盘的转动间隔。每个转盘上可设置5~8组合模装置，仅用2~3名工人操作，自动化程度较高，操作人员只需做装嵌件、加料、取制品及清理型腔的简单动作。其他工序均由压机自动完成，属于机械化或自动化程度高、生产效率高的设备。转盘式液压机适于小型或中型制品的大批量加工。

2. 按机身结构分类

可分为柱式液压机和框式液压机。

3. 按操作方式分类

可分为手动式液压机、半自动式液压机和全自动式液压机三种。

4. 按传动方式分类

可分为泵直接传动液压机和泵蓄压器传动液压机等。

(二) 液压机的工作原理

液压机的工作原理是在巴斯加定律的基础上建立起来的。巴斯加定律认为在一个密闭的容器内向液体施加的力，会由液体自身均匀地传递到容器内壁的各个部位，而且由液体传递到容器内壁上力的大小与内壁的面积成正比。根据这一定律可设定，在一个密闭容器内，设置一个面积(A_1)为 1cm^2 的小活塞1和面积(A_2)为 100cm^2 的大活塞2，假如向小活塞1施加 9.8N 的压力，那么大活塞2就要承受 980N 的压力(图1-4)。

在液压机中，可以把小活塞1看成液压泵的活塞，而把大活塞2看成液压机的主活塞。由电机驱动施加到小活塞上的外力为 P_1 ，而它对液体产生的力 p_1 应为： $p_1 = \frac{P_1}{A_1}$ 。

按照巴斯加定律，此压力 p_1 要传递到大活塞上，而大活塞面积为 A_2 ，则大活塞上受到的力 P_2 为： $P_2 = p_1 \times A_2 = \frac{P_1}{A_1} \times A_2$ 。

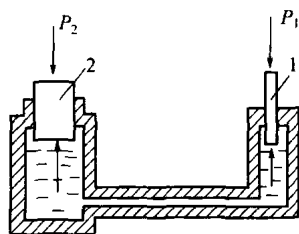


图1-4 液压机的工作原理

1—小活塞；2—大活塞

P_1 、 P_2 —作用在小活塞和大活塞上的力

(A_2)，那么大活塞能产生的总压缩力应为： $P_2 = p_1 A_2$

由此把 P_1 称为液压机的工作压力，并按照 P_1 大小，将油泵最高压力分为 5 个等级，即：15.7MPa、29.4MPa、31.4MPa、39.2MPa 和 49MPa。知道液压机主活塞面积 (A_2) 就可求得液压机的最大压塑力——压机吨位。实际上还应从最大总压力中扣除活塞空行程、克服摩擦阻力以及其他阻力而消耗掉的那一部分压力，液压机实际最大总压力要比计算最大总压力小 10%~15%。了解这个基本原理，在购买液压机选型时会有一定帮助。

(三) 液压机的主要技术参数及使用中注意事项

1. 液压机的主要技术参数

(1) 最大总压力 液压机的最大总压力是说明机器的压制能力，用此表示液压机的规格。如 SY-250 液压机就是说明此液压机最大总压力为 2500kN。

(2) 工作液的压力 工作液压力高低会影响工作油缸的大小、压机的结构尺寸、传动系统和维修等一系列问题。在确定工作液压力时一定要考虑到各方面因素的影响，按压力标准系列确定。

(3) 最大回程力 通常把液压机活动横梁回程所需要的力称为最大回程力。液压机的最大回程力仅等于液压机最大总压力的 20%~50%。

(4) 升压时间 为确保物料在型腔内，在其黏度和流动性最佳时尽快充满型腔的各个部位，制得理想的制品，在模压过程中既要 对物料施加足够的压力，又要在较短的时间内使压力升至所需点。压力升至所需压力点所用的时间称为升压时间，这也是确保模压成型的重要参数之一。

(5) 其他参数 液压机其他技术参数还包括主活塞直径、工作台尺寸、行程、最小开挡等。这些参数可决定锁模力和模具尺寸的选定，而且与模具内制品的投影面积和模具总高度的确定有关。

2. 注意事项

(1) 应根据模压制品所需压制压力来确定最大总压力，因为压制压力是压机对模具内物料应施加的压力。也就是说，根据压制压

力来选定树脂品种、制品尺寸与形状、模具的制造以及模压温度等条件。

(2) 目前我国国产液压机所用的工作液压力为 25~30MPa, 选购压机时, 应注意压机的工作压力不宜太低, 如果太低, 会使工作油缸加大, 使液压机结构庞大, 重量增加。

(3) 升压时间是模压成型的重要因素, 常用的压机升压时间通常为 10~15s。

(4) 为确保制品质量和防止压机超载, 应预先对模具成型压力进行核校。模压制品所需要的成型压力不得超过压机总压力的 80%。

三、模压成型模具

模压成型模具分上下模, 又称阴阳模, 其加料腔位于阴模上, 并通过导柱定位与导向使模具正确闭合。为了制品形状和结构或模具的加工需要, 有的模压模具还设置了中圈 (又称中模)。模具是模压成型的主要工具, 典型的模压模具均由钢材制成。其基本构造为: 型腔、加料室、导向机构、型芯、加热冷却系统、脱模机构和装配件等部分。

模压模具的分类方法较多, 按结构特征分类可分为溢料模 (开口式)、半溢料模 (半密封式) 和不溢料模 (密封式) 三种。

1. 溢料模模具

又称平压模或敞开式压模模具。模具无加料腔, 型腔就是加料腔, 其高度等于所加工制品的高度。上下模型腔无配合部分, 因此施加压力时多余的物料就会以从分型面溢出, 形成飞边。所以, 每次加料量不宜精确计量, 而应留出加料余量, 宁多勿少。

优点: 此类模具结构简单, 制造成本低, 由于上下模之间无配合面, 不发生相互摩擦, 故而使用期长, 耐用性好, 排气性好且安装嵌件比较方便, 容易取出制品。

缺点: 制品压实程度差, 会影响制品的物理性能; 溢料多, 飞边厚, 原材料浪费较为严重, 制品后加工量大, 且制品薄厚度难以