

陈中一编写

热固性塑料模塑成型工艺



浙江科学技术出版社

REGLIXING SUJIAO MO SU CHENG XING GONG
GYI

热固性塑料模塑成型工艺

陈中一 编写

浙江科学技术出版社

责任编辑 赵益矛

封面设计 詹良善

热固性塑料模塑成型工艺

陈中一 编写

*

浙江科学技术出版社出版

浙江印校印刷厂排版

浙江新华印刷厂印刷

浙江省新华书店发行

开本787×1092 1/32 印张10.375 插表1 字数232,000

1985年2月第一版

1985年2月第一次印刷

印数: 1—11,213

统一书号: 15221·74

定 价: 2.00 元

内 容 提 要

本书详细地阐述了热固性塑料压缩模塑、传递模塑和注射成型的加工工艺和成型原理，对塑件的质量和各种塑料的性能也有较全面的分析。同时，还介绍了塑料模具的设计、结构和塑料制品的设计、后加工以及塑料电镀等方面的有关内容。

本书可供从事热固性塑料成型加工的工人学习，或作为工人技术培训教材；也是有关工厂、科研单位的技术人员和管理人员的一本较好的参考书。

前 言

热固性塑料是高分子合成材料中的一个大大类，近年来发展速度非常快。

热固性塑料由于原料来源丰富，加工工艺简单，并具有优良的电绝缘性能和机械性能，因此，已成为机械、家用电器、仪表、纺织、国防、宇航等工业不可缺少的材料。它在国民经济和人民生活占有很重要的地位。

为普及和推广运用热固性塑料成型加工技术，交流这方面的经验，现根据作者多年的实际经验，写了这本《热固性塑料模塑成型工艺》一书，以适应社会的需要。

本书共分九章：即概述、热固性塑料的种类、压缩模塑成型、传递模塑成型、注射成型、热固性塑料的二次加工、塑件质量分析、热固性塑料模具和热固性塑料制品的结构设计。编写时力求做到既能反映国内外先进水平，又能结合生产实际。内容具体系统、注重实用；文字通俗易懂，便于自学。

该书在编写过程中得到王初泰、章人豪、姚永政等同志的热情支持和帮助，谨此表示感谢。

由于编者水平所限，错误和不当之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者 1984年2月

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 引言	(1)
第二节 热固性塑料的特性	(2)
第三节 热固性塑料的成型工艺特性	(4)
一、流动性	(4)
二、收缩性	(9)
三、颗粒度和均匀性	(12)
四、固化速度	(14)
五、水分及挥发物的含量	(14)
六、压缩性	(16)
七、比容	(16)
八、热态刚性	(17)
第四节 热固性塑料成型原理	(17)
一、热固性塑料成型条件和过程	(17)
二、热固性塑料受热粘度变化情况	(18)
三、热固性塑料成型情况	(20)
第五节 热固性塑料的组成	(22)
一、合成树脂	(23)
二、填料	(23)
三、固化剂	(25)
四、增塑剂	(25)
五、着色剂	(25)
六、润滑剂	(25)

七、固化促进剂	(26)
第二章 热固性塑料的种类	(27)
第一节 酚醛塑料.....	(27)
一、酚醛树脂	(28)
二、酚醛塑料的制造	(29)
三、酚醛塑料的特性	(30)
四、用途	(43)
第二节 氨基塑料.....	(46)
一、脲甲醛树脂	(46)
二、三聚氰胺甲醛树脂	(47)
三、三聚氰胺酚醛树脂	(48)
四、氨基塑料的组成	(48)
五、氨基塑料的特性	(48)
六、用途	(56)
第三节 不饱和聚酯塑料	(56)
一、不饱和聚酯树脂	(56)
二、不饱和聚酯塑料	(57)
三、不饱和聚酯塑料的特性	(59)
四、用途	(67)
第四节 DAP塑料.....	(68)
一、DAP预聚物.....	(68)
二、DAP塑料的组成	(68)
三、DAP塑料的性能	(70)
四、用途	(75)
第五节 环氧树脂	(75)
一、环氧树脂的聚合	(75)
二、环氧塑料的组成	(76)
三、塑封环氧树脂的特性	(76)
四、用途	(84)

第六节 其他热固性模塑材料	(85)
一、有机硅塑料	(85)
二、聚酰亚胺	(85)
第三章 压缩模塑成型	(90)
第一节 压缩模塑成型的原理	(90)
第二节 压机	(91)
一、压机发展过程	(91)
二、油压机技术规格和成型压力的校核	(92)
三、油压机种类	(93)
第三节 压塑模	(96)
一、压塑模分类	(96)
二、加料腔	(100)
三、手动抽芯机构	(102)
第四节 模塑材料预处理	(102)
一、压锭	(102)
二、预热	(107)
第五节 压塑成型工艺	(113)
一、模具温度	(114)
二、安放嵌件	(115)
三、加料	(116)
四、成型压力	(117)
五、热压时间	(118)
六、放气	(118)
七、压冷模	(119)
八、清理模具	(119)
第六节 压缩模塑成型的故障原因分析	(121)
第七节 压缩模塑成型的优缺点	(121)
第四章 传递模塑成型	(127)
第一节 挤塑成型原理	(127)

第二节 挤塑成型的种类	(128)
一、罐式挤塑成型	(128)
二、活络模板式挤塑成型	(129)
三、柱塞式挤塑成型	(129)
四、卧式挤塑成型	(131)
五、螺杆挤塑成型	(133)
第三节 传递料筒	(135)
第四节 浇注系统	(136)
一、主流道	(136)
二、分流道	(136)
三、浇口	(138)
第五节 挤塑成型工艺	(139)
一、成型压力	(139)
二、模具温度	(140)
三、预热温度	(140)
四、热压时间	(141)
第六节 低压塑封成型	(141)
一、塑封材料	(141)
二、塑封模具	(141)
三、塑封成型要点	(142)
第七节 挤塑成型的优缺点	(142)
第五章 注射成型	(145)
第一节 热固性塑料注射成型原理	(145)
第二节 热固性塑料注射机	(148)
一、注射装置	(149)
二、合模装置	(153)
三、顶出装置	(155)
四、控制系统	(156)
五、注射机附属装置	(157)

六、特殊的注射机	(160)
第三节 注射模	(162)
一、热固性注射模的要求	(162)
二、注射模结构形式	(162)
三、浇注系统	(167)
四、浇口平衡和分流道平衡布置	(176)
第四节 注射模塑材料	(179)
第五节 注射成型工艺	(180)
一、成型工艺条件	(180)
二、料筒温度控制	(180)
三、料筒加热方式	(184)
四、模具温度	(187)
五、螺杆转速	(188)
六、注射压力	(188)
七、合模力	(189)
八、背压	(189)
九、注射速度	(190)
十、注射量	(191)
十一、热压时间	(191)
十二、保压	(192)
十三、加料方式	(192)
第六节 注射成型中出现的故障及解决方法	(192)
一、设备方面的故障	(193)
二、熔料方面的故障	(194)
三、模具方面的故障	(194)
四、塑件方面的疵病	(194)
第七节 注射成型的优缺点	(197)
第八节 无流道注射成型	(199)
一、热固性塑料注射成型带来的问题	(199)

二、延伸式喷嘴注射成型	(200)
三、隔热衬套注射成型	(201)
四、温流道注射成型	(201)
第九节 注压成型	(206)
一、半开启式注压法	(206)
二、全开启式注压法	(208)
三、注压法的优点	(211)
第六章 热固性塑料的二次加工	(212)
第一节 清理飞边	(212)
一、飞边发生部位	(212)
二、清理飞边方法	(214)
第二节 抛光	(217)
一、抛光加工种类	(217)
二、抛光加工注意事项	(217)
第三节 钻孔	(218)
一、为什么要对塑件钻孔	(218)
二、塑件上钻孔的特点和注意事项	(218)
三、钻孔工艺	(218)
第四节 自攻螺纹与粘接	(219)
一、自攻螺纹	(219)
二、粘接	(220)
第五节 塑料电镀	(222)
一、塑料电镀的目的	(222)
二、塑料电镀原理	(223)
三、热固性塑料电镀特性	(225)
四、电镀塑件的成型要点	(225)
第六节 嵌件热插	(226)
第七节 塑件后烘	(226)
第七章 塑件质量分析	(229)

第一节 固化度同塑件质量的关系	(229)
一、固化度判断方法	(229)
二、固化度对塑件性能的影响	(229)
第二节 填料定向同塑件质量的关系	(232)
一、两种填料定向现象	(233)
二、填料定向发生过程	(234)
三、填料定向对塑件质量的影响	(236)
四、减少填料定向的措施	(242)
第三节 影响塑件尺寸精度的因素	(247)
一、影响塑件尺寸精度的各种因素	(247)
二、模具同塑件尺寸精度的关系	(247)
三、各种收缩原因引起的塑件尺寸精度变化	(250)
四、使用环境和条件与塑件尺寸精度的关系	(255)
第四节 影响塑件电性能和机械强度的因素	(257)
一、温度同电性能的关系	(257)
二、影响塑件强度的因素	(259)
三、加工变量对塑件性能的影响	(261)
第五节 热固性塑料性能测试	(262)
一、物理性能	(262)
二、机械性能	(263)
三、电性能	(267)
四、食品卫生试验	(268)
五、成型性试验	(270)
第八章 热固性塑料模具	(271)
第一节 模具结构的选定	(271)
一、从生产数量考虑	(271)
二、从塑件性能考虑	(272)
三、从塑件尺寸精度考虑	(272)
四、从填料种类考虑	(272)

五、从塑件形状考虑	(272)
第二节 成型零件的尺寸计算和型腔数目计算	(273)
一、成型零件尺寸计算	(273)
二、型腔数目计算	(273)
第三节 强度计算	(274)
一、镶拼式型腔壁厚计算	(275)
二、整体式型腔壁厚计算	(276)
三、圆形型腔强度计算	(278)
四、动模垫板厚度参考尺寸	(279)
第四节 顶出机构	(279)
一、热固性塑模顶出机构的特点和要求	(279)
二、顶出机构种类	(280)
第五节 加热系统	(284)
一、加热功率计算	(284)
二、模具加热方式	(285)
第六节 模具材料	(287)
一、热固性塑料模具的材料要求	(287)
二、常用热固性塑模钢材	(288)
第七节 热固性塑模设计要点	(288)
一、排气槽	(289)
二、关于滑配合零件的间隙	(291)
三、成型零件表面处理	(293)
四、分型面处理	(294)
五、推板导柱	(296)
六、型腔结构	(296)
第九章 热固性塑料制品的结构设计	(299)
第一节 塑件设计原则	(299)
第二节 塑件的几何形状	(299)
一、分型面	(299)

二、脱模斜度	(301)
三、壁厚	(301)
四、加强筋	(303)
五、圆角连接	(304)
六、支承面	(306)
七、凸台	(306)
八、成型孔	(307)
九、成型螺纹	(308)
第三节 金属嵌件	(310)
一、塑件内用金属嵌件的目的	(310)
二、设置金属嵌件需注意的事项	(311)
第四节 便于加工的结构设计	(313)
第五节 热固性塑件的尺寸公差	(316)
附：有关计量单位的换算关系	

第一章 概 述

第一节 引 言

热固性塑料在合成树脂中占有相当重要的位置。它的特点是：有较高的机械强度、良好的电性能、耐热、耐磨、耐腐蚀、尺寸稳定性好。由于它具有这些优异性能，因此被大量用于电工器材、通讯设备、电子仪器、宇航、化工、纺织、机械、轻工等部门，成为现代化工业中不可缺少的重要材料。

什么是热固性塑料呢？用简单的话来说：就是塑料受热后软化，在一定的温度下，经过一定时间的加热或加入固化剂后，发生化学变化。待塑料固化后，它就变得质地坚硬，不溶于溶剂中，也不能用加热的方法使之再软化变形。如酚醛塑料、氨基塑料、环氧树脂、不饱和聚酯塑料、有机硅塑料以及DAP（电酯塑料）等都属于热固性塑料。

自从1909年酚醛塑料首先用压缩模塑成型法实现工业化生产以来，热固性塑料在成型加工方面经历了三次大的变革。

第一次变革是在1926年发明了传递模塑成型。采用专用的塑化装置，改变了塑料在型腔内塑化的状况，解决了复杂制品的成型问题。

第二次变革是在1945年开始采用高频预热技术，这种工艺克服了以往几种预热方式的缺点，塑件质量和生产效率都有明显提高。

第三次变革是在1963年研究成功注射成型技术，提高了热

固性塑料成型加工的自动化程度，大幅度地提高了生产效率。

推广应用注射成型技术十几年来，热固性塑料得到了很大的发展。二十年间世界总产量增加十余倍，目前产量仍在不断上升。

其迅速发展的原因，首先是随着工业的高度发展，人们要求塑料的难燃化、耐热性和尺寸稳定性的趋势越来越强烈。欲改善热塑性塑料的这些性能，势必提高制品的价格或降低其他某些特性。而热固性塑料所具备的特性正符合人们的要求，一般，它的耐热温度比普通热塑性工程塑料提高 30°C 以上，能在 $150\sim 200^{\circ}\text{C}$ 环境中长期使用，即使在非常高的温度下也不会软化变形，仅在表面发生烧焦等现象而保持其原有的形状；可以通过添加填料来实现难燃性和提高使用寿命；其制品尺寸稳定性好、刚性大、价格低廉等特点更是热塑性塑料所不及。

其次，由于新的成型设备相继研制成功，无流道注射成型等新技术的出现，各种加工工艺日臻完善，使得热固性塑料的新品种不断增多，产品质量也不断提高。

由于上述原因，使得热固性塑料中一些古老的品种再度进入二次发展阶段，以崭新的姿态出现在塑料工业的舞台上。

第二节 热固性塑料的特性

热固性塑料的特性可以归纳为下面十个方面。

一、机械强度高

对塑料制品的实用强度影响最大的是它的刚性，而塑料制品的刚性则受温度的变化而变化。热固性塑料的固有特点就在于它在高温中能维持刚性，或者说温度对刚性只有相当小的作用。特别是用玻璃纤维作填料的热固性塑料制品，抗冲强度非

常高。

二、耐热性能好

热固性塑料固化后再也不能软化，制品对热相当稳定。用18.6公斤/厘米²载荷测试热固性塑料的热变形温度时，一般都有150~260℃，玻璃纤维填充的酚醛塑料在300℃左右，而用玻璃纤维填充的聚酰亚胺最高热变形温度可达350℃。

三、尺寸稳定好

热固性塑料制品在常态下的尺寸稳定性特别好，在加工以后发生的后收缩很小。

四、原料价格低廉

热固性塑料中需要大量的木粉、纸浆、矿石粉、布屑等作为填充剂。这些填料来源广泛，价格也较低廉，相应地降低了原料的成本。

五、加工性能好

热固性塑料能适应多种模塑加工方法，只要我们根据制品的具体情况，选择正确的加工方法和工艺条件，就可以做到形状复杂、尺寸精度较高的塑件一次成型。

六、电性能优良

热固性塑料的电性能一般都很优良。若以云母为填料的制品其电性能更为优异，可以用它来制造需要耐电弧性、耐电压、感应特性优越的特殊零件。

七、不容易发生蠕变

塑料的蠕变又称为冷流性，是指塑料制品在长时间的连续载荷作用下发生形状和尺寸变化的现象，蠕变量取决于载荷的大小、温度高低和加载时间长短等因素。在固定的载荷和温度条件下，长时间加载后热固性塑料的蠕变量比热塑性塑料要小得多。