

塑料制品配方设计与加工实例丛书

橡塑压制成型制品

配方设计与加工实例

主编 张玉龙 张子钦



国防工业出版社

National Defense Industry Press

塑料制品配方设计与加工实例丛书

橡塑压制成型制品 配方设计与加工实例

主 编 张玉龙 张子钦

副主编 王化银 蔡志勇 王喜梅 齐贵亮

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书主要介绍了热固性塑料制品、热塑性塑料制品、橡胶制品、层压制品和挤塑制品的选材、配方设计、组分调整、成型设备与工艺、制品性能、效果与评价等。特别是对每一制品的配方设计及组分调整,花了大量篇幅加以论述,使读者能够掌握各组分功能作用、用量确定、影响要素。本书是塑料行业从业人员必读之书,可供材料研究人员、塑料制品设计人员、成型加工技术人员、技术工人、销售人员、教学人员参阅,亦可作为教材使用。

图书在版编目(CIP)数据

橡塑压制成型制品配方设计与加工实例 / 张玉龙, 张子钦主编. — 北京: 国防工业出版社, 2006.1
(塑料制品配方设计与加工实例丛书)
ISBN 7-118-04179-3

I. 橡... II. ①张...②张... III. ①压制-塑料成型-配方-设计②压制-塑料成型-生产工艺
IV. TQ320

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 116304 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

涿中印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 18½ 458 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月北京第 1 次印刷

印数: 1—4000 册 定价: 34.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

丛书编委会名单

主 编 张玉龙 张子钦

副主编 王化银 徐亚洲 郭斌

编 委 (按姓氏笔画)

王化银	王永连	王金为	王树魁	王泰松	王喜梅
牛新光	艾克聪	石 磊	卢瑞乾	邓 丽	帅 琦
田清波	刘志成	齐贵亮	齐晓声	闫 平	李 凤
李长德	李 军	李传清	李迎春	李桂变	李 萍
李 强	李惠元	杨艺竹	杨玉芬	杨 耘	杨振强
吴光宁	何 杰	邹积洋	宋志广	张广玉	张子钦
张玉龙	张永亮	张庆华	张喜生	陈万社	陈晓东
陈 瑞	陈瑞华	陈耀波	金川川	周国萍	庞丽丽
庞丽萍	官周国	赵中魁	郝向阳	官 洁	侯京陵
姜晓菊	夏 敏	商 悦	姬荣斌	郭 斌	贾兴华
徐亚洲	徐 苓	曹根顺	盖国胜	程映昭	韩志强
韩 辉	曾泉雁	蔡志勇	潘 辉		

序

随着高新技术在塑料工业中应用步伐的加快,塑料材料研究、制品设计、成型技术、工装设备制造技术均得到快速发展,塑料制品的质量和档次也有了明显提高,市场上种类繁多、形态各异、色彩斑斓的塑料制品不断满足人们的日常生活需要,在工程和高尖端工业领域,塑料制品的用量也不断增大,应用领域逐步拓展。这些都充分展示了作为新材料技术的塑料制品技术强劲的发展势头。在这一系统工程中除了塑料成型工艺设备外,很大程度上都取决于对塑料制品配方设计和工艺技术的研究与实践的长足进步。

为了推广和宣传近年来塑料制品技术的研究成果和实际的经验技术,我们在广泛收集国内外文献的基础上,结合多年来的研究与实践经验教训和体会,组织编写了《塑料制品配方设计与加工实例丛书》。该丛书包括《塑料注射制品配方设计与加工实例》、《塑料挤出制品配方设计与加工实例》、《塑料吹塑制品配方设计与加工实例》、《橡塑压制成型制品配方设计与加工实例》、《功能塑料制品配方设计与加工实例》、《塑料低压成型制品配方设计与加工实例》、《泡沫塑料制品配方设计与加工实例》和《塑料专用料配方设计与加工实例》。

本套丛书注重先进性、实用性和可操作性,由浅入深,以实例叙述为主,理论表述从简,易学好懂,可操作性强,语言简练,表文并茂,是塑料工业从业人员良好的指导教材,更是塑料材料研究与应用人员、制品设计人员、成型加工人员、制品检验人员和教学人员必读之书。相信本丛书的出版发行对我国的塑料加工业的发展,具有积极的指导作用。然而,随着科学技术的进步,本丛书还应不断增加新内容,扩充新技术,补充新知识,使之更贴近读者,更贴近实践。

丛书编委会
2006年1月

前 言

压制成型包括模压、层压和传递模塑工艺,是热固性塑料和橡胶制品以及难以成型材料最常用的一种成型工艺。其设备投资少,技术十分成熟,便于掌握,制品质量高,重复率好,是高性能、高精度、结构制品最常用的成型工艺,但效率较低。此工艺应用时间较长,尽管其他新工艺已广泛应用,但在加工高质量、高精度制品时,人们首先考虑到的还是压制成型工艺,特别是模压成型工艺。所加工制品质量可靠性是压制工艺长盛不衰的源泉。

为进一步推广压制成型工艺及其制品配方设计技术,我们在收集国内外大量资料的基础上,根据我们长期的研究和工作经验,编写了本书。本书对热固性塑料制品、热塑性塑料制品、橡胶制品、层压制品和挤塑制品的配方设计、组分调整、成型工艺、制品性能与效果或评价进行了较为详尽的介绍。要加以说明的是书中对每一制品配方设计各组分的功能作用、用量确定、影响要素进行了较为详尽论述,力求使读者了解并掌握配方设计与制备技术的真谛。

本书以实例为主,由浅入深,表文并茂,直观易学,可查性、可操作性较强,是塑料行业从业人员,如材料研究人员、成型加工技术人员、技术工人、销售人员、管理人员及教学人员等必备书,亦可作为教材使用。

由于水平有限,文中错误难免,敬请批评指正。

作者
2005年6月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 简介	1
1.1.1 概念	1
1.1.2 发展	1
1.1.3 运用范围	1
1.1.4 设备与工艺简介	1
1.2 模具	2
1.3 模压成型工艺	3
1.3.1 模压成型的基本原理与条件	3
1.3.2 模压成型的工艺过程	4
1.3.3 温度、压力、时间三要素的影响与控制	5
1.3.4 模压成型中易出现的问题与解决的方法	7
第 2 章 热固性塑料制品	14
2.1 简介	14
2.1.1 主要品种、特点与应用	14
2.1.2 热固性塑料的特性	14
2.1.3 热固性塑料的成型加工特点与因素控制	17
2.2 酚醛塑料制品	18
2.2.1 工业制品	18
2.2.2 军用制品	27
2.2.3 摩擦制品	35
2.2.4 模压料	45
2.3 环氧塑料制品	49
2.3.1 工业制品	49
2.3.2 环氧塑料板材及其他环氧塑料制品	55
2.4 不饱和聚酯制品	61
2.4.1 玻璃纤维增强不饱和聚酯塑料工业零部件的成型	61
2.4.2 不饱和聚酯机床床头箱盖	64
2.4.3 SMC、DMC 制 3kV 和 F 型开关底座	65
2.4.4 纺织机用 DMC 倍捻机压轮	67
2.4.5 不饱和聚酯团状模塑料(DMC)MK2 母线绝缘框	69
2.4.6 雷达配电柜用 DMC 面板	71
2.4.7 ZN12-10 型真空断路器用 DMC 触头盒	73

2.4.8	DMC 制点火电器	76
2.4.9	轿车用 SMC 模塑料制品	79
2.4.10	塑料卫生间	81
2.4.11	SMC 大型盆状制品	82
2.4.12	SMC 防眩板	86
2.5	聚氨酯塑料制品	88
2.5.1	聚氨酯实心轮	88
2.5.2	聚氨酯增速轮	90
2.6	其他热固性塑料制品	93
2.6.1	三聚氰胺酚醛/玻璃纤维模压料(MPF/GFP)	93
2.6.2	改性脲醛树脂/植物纤维复合板材	94
2.6.3	密胺餐具	96
2.6.4	氨基塑料电工制品	98
2.6.5	高强高模杆状天线	98
第 3 章	热塑性塑料制品	101
3.1	聚乙烯制品	101
3.1.1	聚乙烯切菜板	101
3.1.2	废旧聚乙烯蓄电池槽与盖	101
3.1.3	超高相对分子质量聚乙烯滤板	103
3.1.4	超高相对分子质量聚乙烯人工髌白	105
3.1.5	工程防护用轻质复合板	105
3.1.6	UHMWPE 滚压头	107
3.1.7	煤矿用 UHMWPE 制品	109
3.2	聚丙烯制品	112
3.2.1	PP 压滤机过滤板	112
3.2.2	玻璃纤维增强 PP 模具	113
3.2.3	燃料电池用石墨/PP 复合板材	115
3.2.4	汽车保险杠	115
3.3	聚氯乙烯制品	118
3.3.1	聚氯乙烯头梳、洗衣板	118
3.3.2	赤泥、粉煤灰填充聚氯乙烯地板砖	119
3.3.3	汽车用塑料挡泥板	120
3.3.4	PVC 画板	121
3.4	聚四氟乙烯制品	122
3.4.1	聚四氟乙烯单向拉伸膜	122
3.4.2	聚四氟乙烯大型模压板材	125
3.4.3	聚四氟乙烯耐磨船舶尾轴套	129
3.4.4	碳纤维增强聚四氟乙烯(CF/PTFE)潜艇减振垫	131
3.4.5	蒸汽锤用聚四氟乙烯(PTFE)活塞环	134
3.4.6	聚四氟乙烯(PTFE)/橡胶复合波纹管	136

3.4.7	PTFE 纳米复合材料滑动轴承	138
3.4.8	滑动零部件	140
3.5	其他热塑性塑料制品——酚酞聚芳醚酮摩擦制品	142
第 4 章	橡胶制品	145
4.1	天然橡胶制品	145
4.1.1	游泳橡胶手蹼	145
4.1.2	叠层橡胶隔震支座	146
4.1.3	天然橡胶瓦斯球	149
4.1.4	橡胶道路缓冲块	150
4.1.5	铁路钢轨橡胶垫板	152
4.1.6	剥铅机提升铅片输送带	154
4.1.7	汽车发动机用缓冲块	157
4.1.8	轿车筒式减振器垫	159
4.2	丁腈橡胶制品	161
4.2.1	变压器用软木橡胶密封制品	161
4.2.2	深沟球轴承骨架橡胶圈	163
4.2.3	MF-062 橡胶膜片	165
4.2.4	超高压橡胶油封	167
4.2.5	风力空压机用内骨架橡胶防护罩	169
4.2.6	耐油医药胶塞	170
4.2.7	大载荷客运架空索道导向轮衬垫	172
4.2.8	坦克履带橡胶垫	174
4.3	三元乙丙橡胶制品	177
4.3.1	大头阀用耐热橡胶垫	177
4.3.2	耐 150℃EPDM 密封圈	179
4.3.3	录像机精密橡胶件	181
4.3.4	蝶阀橡胶密封圈	184
4.3.5	耐 175℃活塞密封圈	186
4.4	氯丁橡胶制品	188
4.4.1	微侧向充油橡胶极板	188
4.4.2	外观单侧波形橡胶防护套	190
4.4.3	隔膜泵用橡胶膜片	192
4.4.4	静电复印机传送带	193
4.4.5	电解液槽输液管支架	194
4.5	丁苯橡胶制品	196
4.5.1	联合收割机挠性联结片	196
4.5.2	望远镜饰皮	198
4.6	硅、氟橡胶制品	201
4.6.1	硅橡胶复合绝缘子	201
4.6.2	硅橡胶辊	203

4.6.3	彩色显像管用阻燃橡胶楔子	205
4.6.4	医用电极板	207
4.6.5	耐高温橡胶密封件	209
4.6.6	硅橡胶键盘	210
4.6.7	航空用接插件材料	213
4.6.8	肼燃料检泄指示片	216
4.6.9	精密轧机用氟橡胶密封圈	217
4.7	其他橡胶制品	219
4.7.1	氯磺化聚乙烯橡胶制品	219
4.7.2	丙烯酸酯橡胶制品	223
4.7.3	L形特种聚异戊二烯橡胶帽	228
4.7.4	氯化丁基抗生素橡胶瓶塞	233
第5章	层压成型技术	236
5.1	简介	236
5.1.1	原材料	236
5.1.2	层压成型工艺特点	236
5.1.3	层压成型制品的类型	236
5.2	层压板材的成型加工实例	237
5.2.1	开环聚合酚醛树脂基复合材料	237
5.2.2	玻璃纤维增强塑料防弹板	239
5.2.3	汽车用环氧复合材料板簧	241
5.2.4	三聚氰胺/聚乙烯复合层压板	243
5.2.5	双马来酰亚胺(BMI)-二烯丙基双酚A(DABPA)-二苯基硅二醇 (DPSD)三元共聚物玻璃布层压板	245
5.2.6	覆铜层压板材的成型	247
5.2.7	覆厚铜箔环氧玻璃布层压板	247
5.3	超混杂结构层压制品的成型——环氧树脂基 PEMG 超混杂复合材料层 压板	249
5.4	耐热高强度环氧玻璃布层压板的成型	252
5.4.1	环氧/酚醛树脂乳液 3240 玻璃布层压板	252
5.4.2	改性聚双马来酰亚胺/玻璃布层压板	256
5.4.3	环氧树脂改性氰酸酯/玻璃布层压板	257
5.4.4	玻璃纤维增强环氧改性双马来酰亚胺绝缘层压板	259
5.4.5	改性二苯醚树脂及其玻璃布层压板	260
5.4.6	苯并噁嗪改性二苯醚玻璃布层压板	262
第6章	挤塑成型技术及制品	266
6.1	概述	266
6.2	挤塑成型工艺	267
6.2.1	基本原理	267
6.2.2	成型工艺	267

6.3 挤塑成型实例	267
6.3.1 聚氨酯摩擦盘	267
6.3.2 复合仿玛瑙制品	270
6.3.3 聚丙烯塑料板框	274
6.3.4 FX-501 玻璃纤维挤塑专用料	276
6.3.5 雷达罩用改性双马来酰亚胺(BMI)压铸料	278
6.3.6 复杂内衬制品的 FEP 传递模塑专用料	279
参考文献	283

第 1 章 概 述

1.1 简 介

1.1.1 概念

模压成型又称压制成型,它是将模塑料(粉料、粒料、碎屑或纤维预浸料等)置于阳模型腔内,合上阳模,借助压力和热量作用,使物料熔化充满型腔,形成与型腔形状相同的制品。再经加热使其固化,冷却后脱膜便制得模压制品。

1.1.2 发展

在塑料和橡胶成型技术中,模压成型的历史最长,可追溯到一百年前。在注射成型未被用于热固性塑料成型加工之前,模压成型是热固性塑料和橡胶制品生产的惟一方法。就是到了科学技术发达的今天,尽管出现了多种热固性塑料和橡胶制品成型加工技术,特别是注射成型技术,但由于热固性塑料和橡胶的注射品较少,再加上注射成型热固性塑料固化温度较难控制,致使模压成型技术迄今仍是热固性塑料和某些热塑性塑料品种及橡胶主要的成型加工法。与其他成型工艺相比,模压成型设备和模具较为简单,投资相对偏低,空间、面积占有量小,工艺技术十分成熟且积累了丰富的实践经验;制品致密质量高,收缩率低,精度高,各向性能均匀,尺寸稳定性较好。然而,模压成型工艺生产周期长、效率低、劳动强度大,不易实现力学化或自动化生产,而且制品质量重复性差,难以成型厚壁制品、装有细小而薄嵌件的制品、具有深孔的制品,以及结构和形状复杂的制品等。

1.1.3 运用范围

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以及橡胶制品的加工生产。

1.1.4 设备与工艺简介

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。

1.2 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。

模压模具的分类方法较多,按结构特征可分为溢料模(开口式)、半溢料模(半密封式)和不溢式模(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,多余的物料就会从分型面延溢出,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,且制品薄厚度难以控制;凹模无加料室,不能成型外观密度小的粉料等。

因此,溢料模只适合于成型加工厚度小、密度低、尺寸和温度要求不高的平盘形制品。另外,用溢料模成型加工大体积制品时,装料比较困难,需要用装料框装料(见图 1-1)。脱模时从型芯上顶出制品。

2. 半溢料模模具

又称半封闭式模和半压入式模模具等。这种模具又包括半溢式模和半不溢式模两种。

(1) 半溢式模:如图 1-2 所示。半溢式模的溢料量受到一定的限制,因此当凸模伸入凹模时,溢料只能从凸模上开设的孔槽中溢出。若在阴模进口处开设一向外的斜面也可。由于采取了上述措施,所以每次加料量精确度和制品密度都有明显提高。但此类模具不宜压制抗冲击性大的物料,否则物料容易积聚在支承面上而使型腔内的物料受压不足,要是形成较厚的飞边,则清理也较困难。

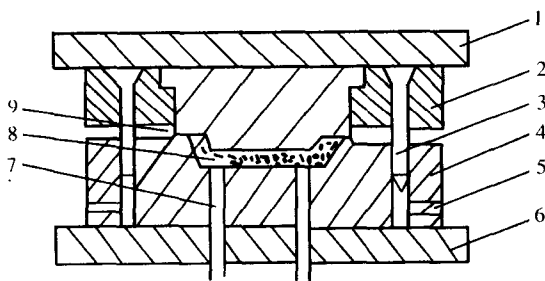


图 1-1 溢料模模具

1—上模板; 2—组合式凸模; 3—导柱; 4—凹模;
5—气口; 6—下模板; 7—顶杆; 8—制品; 9—溢流道。

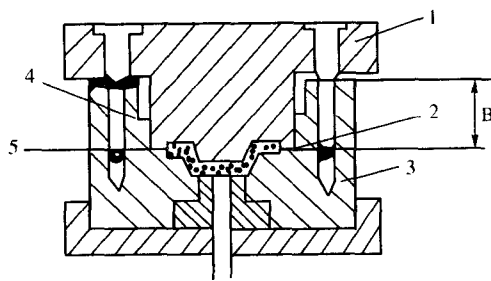


图 1-2 半溢式模

1—凸模式; 2—制品; 3—凹模; 4—刻槽;
5—支承面; B—B 段加料室。

(2) 半不溢式模:如图 1-3 所示。它的特点是在凹模 A 段以上有 3° 的倾斜度,这样在凸凹模之间就形成了一个溢料槽。A 段长度约 $1\text{mm} \sim 3.5\text{mm}$ 。模压时,凸模伸入凹模还未达到 A

段之前,物料仍然可从溢料槽中溢出,但也受到限制。一旦凸模到达 A 段之后,就完全与不溢式模相同。所以此模加料量应略有过量,不求十分准确,这对加料带来方便,然而制品尺寸精度高,且密实性好。

3. 不溢式模模具

不溢式模模具(见图 1-4)的特点是不会让物料从型腔中外溢,而将压机所施加的压力全部都压制在物料上,故而可成型那些流动性差或压缩率大的物料(如织物质增强酚醛等),而且还可成型牵引度较长的制品。制品压实性好,密度高且均匀,无明显的溢流痕迹。

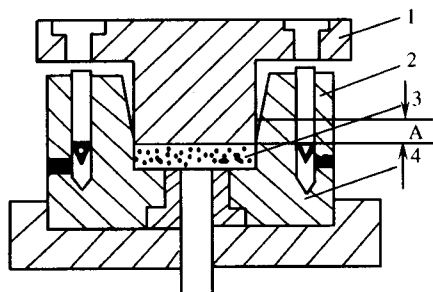


图 1-3 半不溢式模

1—凸模; 2—溢料档; 3—制品; 4—凹模; A—段面平直段。

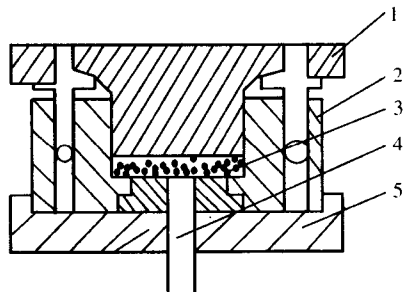


图 1-4 不溢式模模具

1—阳模; 2—阴模; 3—制品; 4—顶杆; 5—下模板。

由于此模在压制时几乎无溢料损失,因此,应按制品质量规定称装料。若装料过量,则制品厚度难以符合要求;若加料量不足,则制品强度又会受到影响,甚至造成废品。此类模具不宜排气,制品固化时间较长,成型周期也随之延长。

该种模具的缺点是每次加料必须精确称量;上下模配合要紧凑,配合面易受摩擦而损伤,因而其使用期短、耐久性差。同时,顶出制品时极容易划伤制品外表面。

1.3 模压成型工艺

1.3.1 模压成型的基本原理与条件

热固性塑料在模压成型加工中所表现的流变行为,要比热塑性塑料复杂得多,整个模压过程始终伴随着化学反应,加热初期物料呈低分子黏流态,流动性尚好,随着官能团的相互反应,部分发生交联,物料流动性逐步变小,并产生一定程度的弹性,使物料呈胶凝态,再继续加热,分子交联反应更趋于完善,交联度增大,物料由胶凝态变为玻璃态,树脂体内呈体形结构,成型即告结束。

在塑料成型工艺学上往往把物料的“三态”变化(黏流态、胶凝态、玻璃态)看成三个阶段:流动阶段、胶凝阶段和固化阶段。

在流动阶段,树脂分子呈无定形的线型,或带有支链分子结构,树脂的流动模式属于整个大分子位移。树脂的相对分子质量大小和结构复杂程度决定其流动性好坏,一般认为:相对分子质量小的线型结构或带有少量支链的分子结构的树脂流动性好,反之则流动性差。流动阶段是物料充满型腔的最佳阶段,是确保制品成型的关键时期,应掌握好这一时期,在流动最佳期间充填型腔。

在胶凝阶段物料的分子结构属于支链密度较大的线型结构,也可能是大部分已交联的网

状结构。故其流动性差,流动比较困难,但仍可流动。此时物料黏度明显增大。了解物料这一阶段的流变行为目的是操作人员可利用此阶段物料尚可流动进一步充填型腔。

固化阶段树脂逐步变成不溶不熔状态,完全丧失流动性,制品已成型,分子结构已呈体型结构,尽管此时还有极少量的低分子存在,但可使制品脱模。

在上述三个阶段中,必须由外界条件的作用方可实现。这就是众所周知成型加工的“三要素”,即温度、压力和时间。通常又称为成型工艺条件。热固性塑料加工中对温度的控制显得格外重要。现将热固性塑料模压成型条件列于表 1-1。

表 1-1 常用热固性塑料的模压成型条件

序号	压塑料类别	牌号	预热条件		模压条件		
			温度/℃	时间/min	模压温度/℃	模压压力/MPa	保持时间/(min/mm)
1	酚醛压塑粉	塑 11~1	100~140	4~5	160±5	30±5	0.8~1.2
2	酚醛压塑粉	塑 11~10	120~130	4~8	160±5	30±5	1~1.5
3	酚醛压塑粉	塑 17~1	140~160	4~8	155±5	>25	1~1.5
4	酚醛压塑粉	塑 14~1	140~160	4~8	155±5	>25	1.5~2
5	酚醛压塑粉	塑 14~3	150~160	5~10	165±5	>40	2~2.5
6	酚醛压塑粉	塑 35~1	155~165	4~10	170±5	45±5	2~2.5
7	酚醛压塑粉	塑 32~3	120~140	5~10	170±5	>40	1.5~2
8	氨基塑料	4220			165±5	35±5	1.5~2.5
9	三聚氰胺	塑 33~4	100~120	6~10	170±5	30±5	2~5
10	脲醛塑料		70~80	4~6	140±5	30±5	1~1.5
11	酚醛玻璃纤维压塑料	FX-501			155±5	45±5	1~1.5
12	酚醛玻璃纤维压塑料	FX-502			155±5	45±5	1~1.5
13	酚醛玻璃纤维压塑料	FQBX-1			155±5	45±5	1~1.5
14	酚醛玻璃纤维压塑料	FQBX-12			155±5	45±5	1~1.5
15	酚醛玻璃纤维压塑料	351-1	90±5	2~5	150±5	35±5	1~1.5
16	酚醛玻璃纤维压塑料	351-2	90±5	2~5	150±150	35±5	1~1.5
17	聚酯料团				140±150	10~15	0.3~1
18	DAP 压塑料	D100	85~90	10	140±150	15~20	1~2
		D200	85~90	10	140±5	15~20	1~2

1.3.2 模压成型的工艺过程

预压成型又称压锭,是采用液压机将那些松散的粉状塑料和纤维状预浸料模压成具有一定形状、一定质量的坯料过程。

预压成型的作用与特点:

- (1) 为防止加料量不均匀和避免溢料,实现准确、简便和高效加料。
- (2) 为有效降低料粒间的空气含量,提高物料的导热效率,缩短预热和固化时间,从而提高生产效率。
- (3) 通过预压使模塑料成为坯件形状,可有效地减少物料体积,提高制品质量,也可使加料室深度降低,从而降低模具重量。
- (4) 通过预压可使物料成为与制品形状类似的料坯,再进一步加工可使凹凸不平的表面

易于成型,特别是带有嵌件的制品,经预压后,其受压可更加均匀,这样有利于成型加工形状复杂或带有嵌件的制品。

(5) 可有效改善物料的压缩率,经预压后,物料的压缩率可由原来的 2.8~3.1 降至 1.25~1.4,这样,物料受热会更均匀,对于提高物料流动性,改进黏度很有帮助。

(6) 由于粉状模塑料在加料时会飞扬,容易污染环境,经预压后就消除了这一问题。

(7) 可有效地增大预热温度和缩短固化时间。由于模塑料和预浸料在高温加热时会烧焦或粘附在支承物上,而预压过的坯料就不会发生此类现象,如酚醛模塑料预热温度不能超过 $100^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$,而预压坯料却可在 $170^{\circ}\text{C} \sim 180^{\circ}\text{C}$ 下高温预热。

(8) 可将模塑料和预浸料预压成型为圆柱形、长方形、扁球形和类似于制品的形状等。

但要制备混色波纹状制品最好还是采用模塑粉为好,这样制品外观质量高。

1.3.3 温度、压力、时间三要素的影响与控制

热固性树脂及橡胶在成型过程中,不仅有物理变化,而且有复杂的化学反应,随着这些物理和化学变化的进行,模具内的压力、塑料的体积以及温度随之变化。图 1-5 是在两种模具中压力-温度-体积的变化。在无凸肩模具的情况下,模腔的容积随模具压力和所加物料量而变化。图中 A 点表示加料的情况。B 点为对模具加热和施加压力后物料受压缩而体积(厚度)逐渐减小,当模腔内压力达到最大值时,体积(厚度)也压缩到所对应的数值。但是,物料因吸热膨胀,在模腔压力保持不变的情况下,体积胀大(或厚度增大),如 C、D 点所示。缩合、交联反应开始后,因反应放热,物料温度甚至还高于模温,但放出低分子物的过程使体积减小(或厚度减小)。模压完成后,于 E 点卸压,模内压力迅速降低到常压,成型物体体积再次膨胀。F 点脱模,制品在常压下逐渐冷却到常温,体积也逐渐缩小到与室温相对应的数值。

在有凸肩的模具内,物料的体积-温度-压力关系则稍有不同,如图中虚线所示,这是因为有凸肩的模具成型腔的容积保持不变,多余的物料通过阳模上的气隙和分型间隙而溢流,所以模压过程中塑料的体积或尺寸不变。由于物料在高压下溢料,所以初期模腔压力(B 点以后)上升到温度最大值以后很快下降,后因物料吸热但无法膨胀,导致压力有所回升。交联反应脱除低分子物过程中也因凸模不能下移,物料体积不能减少,以致模内压力逐渐下降。

在实际模压过程中,模腔中物料显示的行为是上述两种情况的复合,体积-压力-温度并非单独发生,往往是互相影响而又同时进行的。

1. 温度

与热塑性塑料不同,热固性塑料模具温度更为重要。模温是模压时所规定的模具温度,它是使热固性塑料流动、充模,并最后固化成型的主要条件之一。树脂需要在一定的温度范围内才能进行固化,低于这一温度,压力再大也难以固化。在固化温度范围内,温度越高,时间越短,固化速度越快,保压时间越短。同时随着温度的升高,塑料的流动性将减小,因此需要提高

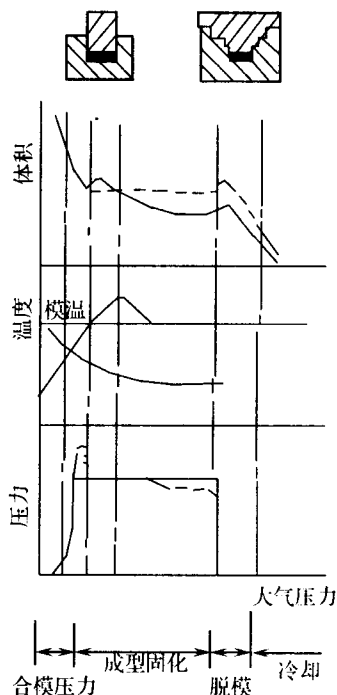


图 1-5 热固性塑料模压成型时体积-温度-压力关系

压力,才能使塑料在完全固化前充满模腔。在同样的保压时间内,压制温度越高,制品固化越好,未固化的可溶性树脂越少,其力学强度越高。可见温度的高低不仅影响制品的质量,而且制约着压制压力的大小和保持时间的长短。

热固性塑料受到热的作用后,其黏度和流动性发生很大的变化,这种变化是在热的作用下的聚合物松弛,表观上表现为黏度降低,流动性增加,并伴随交联反应而使黏度增大,流动性降低。温度上升的过程,就是固体粉料逐渐熔化、黏度由大到小的过程。交联反应开始,随着温度的升高,交联反应速度增大,聚合物熔体黏度则经历由减小到增大的变化。

闭模后,迅速增大成型压力,使塑料温度不很高时发生流动,而后流动变大充满模腔各部位。模压成型时熔体的流量有一最大峰值,流量减小说明聚合物交联反应迅速,交联速度大,流动性降低快,应将固化保持在合适的温度下进行。温度过高,固化加快,流动性迅速降低,使物料很难充满型腔,特别是结构复杂、薄壁制品更是这样。温度过高还会引起有机物料分解和色料变色,使制品表面暗淡、无光泽,而且物料外层固化要比内层快,从而内层挥发难于排除,这不仅降低了制品的力学性能,而且在模具开启时,会使制品发生肿胀、开裂、变形和翘曲等。因此,在模压厚度较大的制品时,往往不是提高温度,而是在降低温度的情况下用延长模压时间的方法来达到。

温度过低时,不仅固化慢,而且效果差,也会造成制品灰暗,甚至表面发生肿胀,这是由于固化不完全的外层经受不住内部挥发物压力作用的缘故。一般经过预热的塑料进行模压时,由于内外层温度均匀,流动性好,故模压温度可以高些。

模压过程中对塑料的加热方法,常用蒸汽法和电热法。蒸汽法是上下模内直接通蒸汽,此法升温快、冷却方便,缺点是设备复杂。电加热法用电热丝加热模具,此法温度可升很高,但均匀性差,不易冷却,但易自控,设备显得整洁。

2. 压力

压力指压机作用于模具上的压力,其作用如下:

- (1) 使物料在模腔中加速流动;
- (2) 增加塑料的密实性;
- (3) 克服树脂在缩聚反应中放出的低分子物和塑料中其他挥发物所产生的压力,避免出现肿胀、脱层等缺陷;
- (4) 使模具紧密闭合,从而使制品具有固定的尺寸、形状和毛边少;
- (5) 可防止制品在冷却过程中变形。

模压压力的大小不仅取决于塑料种类,而且与模温、制品的形状以及物料是否预热等因素有关。对物料来说,流动性越小,固化速度越快,物料的压缩率越大,所需模具压力越大。反之所需的成型压力低。可见模压压力是受物料在模腔内的流动情况制约的(主要受温度的影响)。

一般增大模压,除增加流动性之外,还会使制品更密实,成型收缩率降低,性能提高,但模压压力增加太多时,对模具使用寿命有影响,并增大设备的功率损耗,甚至影响制品的性能。而过小时,模压压力不足以克服交联反应中放出的低分子物的膨胀,也会降低制品的质量。

为了减少和避免低分子物的这种不良影响,在闭模压制不久,就应卸压放气。

适当提高模温,使物料的流动性增大,可降低模压压力,但不适当地增高预热温度,塑料会发生交联反应,造成熔体黏度上升,抵消了较低温度下预热增加流动性的效果,反而需要更大的模压压力。