

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2013.08.025

我国滚塑行业的历史、现状及研究状况

温原¹,王傅延²

(1. 浙江瑞堂塑料科技有限公司,浙江慈溪 315323; 2. 山东特种工业集团有限公司,山东淄博 255201)

摘要: 简要介绍了我国滚塑行业的发展历史,对目前我国滚塑行业的现状进行了简要分析,主要介绍了我国滚塑技术的研究状况。我国滚塑技术至少落后欧美工业发达国家 20 年,基础研究的缺乏是制约我国滚塑技术发展的瓶颈。

关键词: 滚塑; 历史; 现状; 研究状况

中图分类号: T-1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2013)08-0113-07

History, Current Situation and Research Status of Rotational Molding Industry in China

Wen Yuan¹, Wang Fuyan²

(1. Zhejiang Rotoun Plastic Technology Co. Ltd., Cixi 315323, China; 2. Shandong Special Industry Group Co. Ltd., Zibo 255201, China)

Abstract : The history of development of rotational molding industry in China was briefly introduced, the present situation of rotational molding industry in China was briefly analyzed, the research status of rotational molding technology in China was mainly introduced. The rotational molding technology in china is at least 20 years behind advanced industrial countries in European and American, the lack of basic research is the bottleneck of the development of rotational molding technology in China.

Keywords : rotational molding ; history ; current situation ; research status

滚塑是制备大型和复杂中空塑料制品重要的加工成型方法,是旋转成型中应用最广的一个分支。自 1855 年诞生世界上第一个旋转成型的专利以来,滚塑的发展极其缓慢,这种现象到 20 世纪 60 年代才有所缓解^[1]。到 2011 年为止,全球的滚塑企业约有 3 000 家^[2],滚塑用材料的使用量至少 153 万 t^[3]。我国作为世界上的塑料加工大国,关于滚塑行业的整体状况的信息比较模糊,许多统计数据已经极度落后于现实。因此,了解我国滚塑行业的最新情况,为今后的发展和趋势判断提供基本的参考,已经是业内迫切的愿望。

1 我国滚塑行业的历史

从目前可查询到的资料来看,我国滚塑的研究并不很晚。1969 年,上海塑料三厂应贵州汞矿的要求,研制了电加热烘箱式滚塑机,使用兰州石化生产的 WJG11 聚乙烯粉末试制钢衬塑汞罐,由于低温冲击性能不过关,该产品最终选择用吹塑成型工艺进行加工^[4]。这是目前公开文献中可查到的最早的开展滚塑研究的报道。20 世纪 70 年代中期,北京玻璃钢研究所开发成功滚塑尼龙容器并在森林灭火器等产品中得到应用^[5]。1982 年,大连塑料研究所研制的“双轴滚塑工艺和设备”通过轻工部的技术鉴定^[6],这是可查到的滚塑得到国家部委关注的最早资料。

1983 年,佳木斯第二塑料制品厂引进了国内第一台进口滚塑机——德国恩斯特莱茵哈特公司的滚塑试验机组^[7],1986 年,江苏省东台县塑料总厂引进了日本 ATMO 公司的

穿梭式滚塑机组和磨粉机组,这是我国聚乙烯滚塑大规模工业化的开始^[8]。1989 年 9 月,福建省三明市达发科研所引进了香港陈世杰先生的全塑船专利技术,建立了滚塑生产线,批量生产全塑船等专利产品。11 月,该所研制的“4.1 m 全塑工作艇”通过福建省省级第 I 类新产品技术鉴定,经专家论证,属国内首创^[9]。1990 年 1 月,中石化齐鲁石化公司为了开发滚塑级的线型低密度聚乙烯 (PE-LLD) 材料,成立的烟台齐鲁联合塑料制品厂正式投产,引进了美国大型三臂三工位滚塑机组,主要产品为船和大型储罐^[10]。20 世纪 90 年代初期,在江苏、浙江、广东等地,涌现出一批如无锡海溪防腐设备厂、远东(宁波)塑胶金属工业有限公司、珠海波利马塑胶制品有限公司等优秀的滚塑制品企业,二十多年来,带动当地形成了相当规模的产业集群。

我国滚塑行业的快速发展始于 20 世纪末和 21 世纪初,目前,我国滚塑行业的大部分龙头企业,都是在这个时期成立的,如生产军品箱的河北金后盾塑胶有限公司,生产医教模型的天津市天堰医教科技开发有限公司,生产游乐设施的温州永浪集团有限公司、南京万德游乐设备有限公司,生产全塑储罐的台州市仁生塑胶有限公司,生产工程机械部件的宁国天亿滚塑有限公司,生产滚塑模具的上海春旭模具工业

联系人: 温原,中塑协滚塑专委会副秘书长,中塑协专家委员会委员,长期从事滚塑专用料的研究

收稿日期: 2013-05-20

有限公司,生产滚塑设备的烟台方大滚塑有限公司等。

随着滚塑工艺和产品逐渐被社会接受,国内滚塑企业同行也逐渐增加了与世界其它国家的沟通交流,2005 年,中塑协滚塑专委会主办了第一届国际滚塑论坛,使国内滚塑同行逐步认识到滚塑工艺的延展性和产品的多样性。之后,我国滚塑行业迎来了至今仍在持续的高速增长时期,这期间,滚塑厂家不断增加,新型滚塑产品层出不穷,应用领域不断扩大。根据目前掌握的资料,我国有可能是全世界滚塑企业数量最多的国家之一。

2 我国滚塑行业的现状

笔者自 2004 年开始接触滚塑行业,一直从事滚塑专用料的研究开发和销售工作,由于业务关系走遍了全国大部分地区,联系和接触了许多滚塑企业。根据这些年了解的情况,基本掌握了我国滚塑行业的状况。

到 2012 年底为止,中国滚塑相关企业一共有 900 多家,其中滚塑制品生产厂 800 多家,主要分布在浙江、江苏、上海、广东、山东等地,这一情况和我国塑料生产的地区分布类似,其中浙江的宁波、温州和台州地区、江苏的无锡地区、广东的广州和佛山地区,都是滚塑企业相对集中的区域,另外,作为直辖市的上海、北京和天津,滚塑企业也较为集中。表 1 给出了我国滚塑企业的省市分布状况。

表 1 我国滚塑企业的省市分布状况

省份	数量 / 家	省份	数量 / 家	省份	数量 / 家	省份	数量 / 家
浙江	260	四川	15	重庆	5	青海	2
江苏	218	河南	14	甘肃	4	云南	2
上海	84	辽宁	12	广西	4	内蒙古	1
广东	82	湖北	10	吉林	3	山西	1
山东	56	江西	7	陕西	3	台湾	1
天津	34	新疆	6	贵州	2	澳门	0
河北	28	福建	5	海南	2	西藏	0
北京	24	湖南	5	黑龙江	2		
安徽	19	香港	5	宁夏	2		

我国滚塑行业的产业产值规模约 89 亿元,整体呈小而散的局面,目前尚没有大型企业,中型企业也不足 50 家,最大的滚塑制品企业 2012 年年产值约 3 亿元。全国滚塑制品企业材料使用量约为 25 万 t/a。表 2 给出了我国滚塑行业产业产值规模及材料用量。

表 2 我国滚塑行业产业产值规模及材料用量

年产值规模	数量 / 家	总产值预估 / 亿元	年材料用量预估 / 万 t
1 亿元以上	10	25	3.2
5000 万元 ~ 1 亿元	20	15	2.6
1000 ~ 5000 万元	100	25	7.5
500 ~ 1000 万元	250	19	8.8
500 万元以下	532	5	2.9
合计	912	89	25

我国滚塑行业的主要产品集中在游乐设施、防腐管道、

防腐设备、储罐等方面,这与国外有较大区别。在美国,游乐设施和储罐占滚塑产品应用的 60% 左右^[1],我国仅有 28%,而在国外数量很少的防腐方面的应用,在我国却占到近 40%。按照国家统计局的标准分类方法,我国的滚塑制品已经在至少 46 个行业中得到应用。表 3 给出了我国滚塑行业主要产品应用领域。

表 3 我国滚塑行业主要产品应用领域

应用领域	制造商数量 / 家	年产值 / 亿元
游乐设施	150	20
防腐管道	100	20
防腐设备	130	15
储罐	70	5
包装箱	20	5
皮划艇	20	2
交通设施	20	1.5
灯饰	30	1
车辆配件	15	1

3 我国滚塑技术的研究状况

3.1 文献发表状况

我国滚塑技术研究开始时间较早,但受重视程度远远不够,多年来很少有高质量的研究成果出现。乐观估计,我国的滚塑技术水平落后欧美工业发达国家 20 a 左右。

2005 年后,我国滚塑技术申请的国家专利数量呈迅速发展势头,几乎每 2 年增长一倍。由中华人民共和国国家知识产权局专利检索系统查询可知,到 2012 年底,我国公开的滚塑技术专利总数为 436 件。图 1 给出了 1988 ~ 2012 年我国滚塑技术专利公开数量。

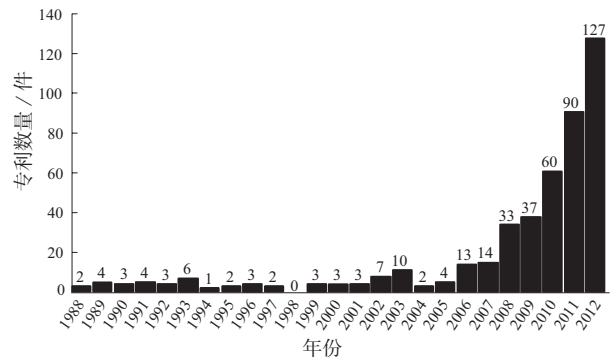


图 1 1988~2012 年我国滚塑技术专利公开数量

从 1979 年到 2012 年,我国滚塑技术公开文献发表的数量很少,只有 2005 年中国塑协滚塑专委会成立后,出现了一个小高峰,近 3 年来,年文献数量又日渐减少,由中国学术文献网络出版总库查询可知,到 2012 年底,公开发表的滚塑文献数量仅有 358 篇,其中介绍性和综述性的文献占 2 / 3 左右。图 2 给出了 1979 ~ 2012 年我国滚塑技术公开文献数量。

我国有超过 100 所高等院校具备高分子或塑料专业的研究生和博士生招生资格,由中国学术文献网络出版总库查询可知,到 2012 年,仅有 6 所高等院校发表了 11 篇滚塑方

面的硕博论文(见表4)。这么多年来,我国仅有6本滚塑方面的专著出版(见表5),其中还有2本译著。

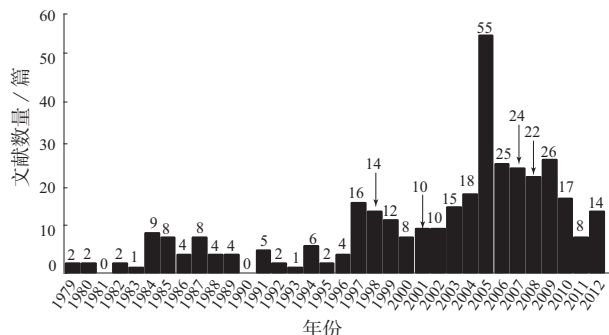


图2 1979~2012年我国滚塑技术公开文献数量

表4 我国滚塑行业发表的硕博论文

序号	论文题名	发表时间	作者	文献来源
1	基于Pro/TOOLKIT的回转体零件三维自动建模技术研究	2005-03-01	朱琦琦	【硕士】 昆明理工大学
2	液态反应性聚合物的旋转模塑成型工艺研究	2006-05-10	蔡红	【硕士】 郑州大学
3	卡车翼子板旋转模塑成型工艺开发	2006-11-01	张巍	【硕士】 吉林大学
4	卡车翼子板滚塑工艺研究	2007-04-05	史新星	【硕士】 吉林大学
5	液态反应性聚合物复合材料的旋转模塑成型工艺研究	2007-05-01	张军	【博士】 郑州大学
6	纤维复合材料旋转模塑成型工艺研究	2007-05-14	宋本超	【硕士】 郑州大学
7	微波塑化工艺在滚塑中的应用研究	2007-06-05	杨乐	【硕士】 北京化工大学
8	可视化滚塑设备的研究以及滚塑工艺的开发	2007-06-08	粟志彪	【硕士】 北京化工大学
9	聚乙烯水处理罐滚塑设备优化设计及仿真	2007-11-01	郝振洁	【硕士】 武汉理工大学
10	游艇滚塑工艺研究及制品优化设计	2009-05-25	何跃龙	【硕士】 北京化工大学
11	结合电弧喷涂与快速原形技术快速制造钢基模具的研究	2010-07-02	张洪兵	【博士】 沈阳工业大学

表5 我国滚塑行业公开出版的专著

序号	专著名称	作者/编者	出版年份
1	塑料滚塑与搪塑	陈昌杰	1997
2	塑料及其复合材料的旋转模塑成型	张恒	1999
3	塑料旋转模塑制造技术	王政,杨荆泉,陈世谦	2003
4	旋转模塑设计、材料、模具及工艺	(美)格伦L.比尔著,马秀清译	2004
5	塑料浇铸成型与旋转成型	马东卫	2005
6	中空塑料制品设计和制造	(美)比尔,(美)特罗尔编著,王克俭等译	2007

3.2 滚塑原材料的研究状况

(1) 交联改性材料。

交联改性材料一直是滚塑行业研究的热点。

苏州康斯坦普工程塑料有限公司^[11]使用硅烷交联工艺

制备滚塑级交联聚乙烯(PE),该材料可用于汽车燃油箱、化学容器、耐高温储罐和小型游艇,但在其专利中未提到案例实施数据。

广州金发科技股份有限公司等^[12]同样使用硅烷交联工艺制备滚塑级交联PE,实施案例中交联度可大于55%,耐环境应力开裂性能大于1000 h,该材料可用于热水器钢衬复合内胆上。

中国石油化工股份有限公司^[13]使用线型低密度聚乙烯(PE-LLD)和高密度聚乙烯(PE-HD)共混技术,制备了改良型滚塑级交联PE,交联度高达80%~84%,拉伸强度高达21~25 MPa,邵氏硬度达到62~68,制备的滚塑制品内外表面光滑,无明显气泡,易于脱模。

南京聚隆科技股份有限公司^[14]使用纳米蒙脱土改性,制备了滚塑级交联PE,通过配方设计,最大程度地降低了结晶度,交联后的材料具有优异的刚性和硬度,具有优异的耐化学腐蚀和阻隔性。在实施案例中,交联度高达70%~80%,弯曲弹性模量为950~1100 MPa,冲击强度为15~30 kJ/m²,但专利未说明最终制品的用途。

慈溪市德顺容器有限公司^[15]使用硅烷交联工艺制备免蒸煮型交联烯烃滚塑专用料,使用该材料可提高储罐的耐热性和抗渗透性,但未给出具体数据。

四川吉鑫管业科技有限公司^[16]使用过氧化物交联工艺制备了滚塑级交联PE,交联度可达67%~77.5%,磨损率为 $5 \times 10^{-10} \sim 6 \times 10^{-10}$ kg/(N·m),可显著提高管道的耐磨性能。

仲恺农业工程学院^[17]研究了不同过氧化物对制备滚塑级交联PE的影响。以2,5-二甲基-2,5-二叔丁基过氧化己烷为交联剂时,滚塑容器用交联PE的最佳交联温度为180℃,比较适宜的交联时间为5 min。

(2) 其它改性材料。

南京聚隆科技股份有限公司^[18]制备了仿大理石滚塑材料,用来制作假山、移动厕所和灯外壳。

南京工业大学等^[19]研究了使用超高分子量聚乙烯(PE-UHMW)和通用聚烯烃共混技术,制备了改性滚塑料,磨损率最小可达到 2.1×10^{-10} kg/(N·m),并在耐磨管道制品生产中得到应用。

刘立文^[20]研究认为,在PE中添加20%~30%的硫酸钙晶须,制备的复合材料的拉伸强度可达到20~28 MPa,冲击强度为35~69 kJ/m²,同时可以提高制品的光泽度和透明度,适合滚塑生产。

长兴清华粉体及新材料工程中心有限公司^[21]利用新型颗粒复合系统,工作转速为500~6000 r/min,处理时间为1~10 min,可以大幅提高滚塑粉体的流动性,粉体堆积密度由处理前的0.42~0.45 g/cm³,提高到处理后的

0.51~0.57 g/cm³,休止角由处理前的41°~44°,降低到处理后的32°~39°。

中国石油化工股份有限公司^[22-23]制备了滚塑级增强聚烯烃专用料和滚塑级发泡专用料。利用玻纤增强PE-LLD和PE-HD的混合物制备的滚塑级增强聚烯烃专用料,其拉伸强度可达到20 MPa,弯曲弹性模量达到1205 MPa,冲击强度为35 kJ/m²;使用不同结构的A、B组分,控制A、B组分之间的粒径分布,可制成一次成型的滚塑双层发泡制品,发泡层的冲击强度可达到16 kJ/m²,滚塑制品外观完美,力学性能优异,流动性适中,易于加工。

张彦军等^[24]利用共混聚丙烯(PP)增强及纳米碳酸钙母料改性PE生产的滚塑包装箱制品外表面光滑,刚性明显提高。试验表明,与我军现行装备的医疗箱相比,采用PE与PP共混增强树脂制造的箱体质量可减少约30%,采用纳米CaCO₃填充PE增强树脂制造的箱体质量可减少约20%。同时PP的添加量不能超过20%,纳米CaCO₃的填充量不能超过5%。刘圣军等^[25]在旋转模塑PE中添加2%~3%的纳米SiO₂,提高PE的结晶度,晶粒尺寸变小,有效地提高了复合材料的拉伸强度、弯曲强度、硬度等力学性能,PE/纳米SiO₂复合材料的熔体流动速率、平衡扭矩及加工温度基本不受影响,仍具有良好的滚塑加工性能。

安宝山^[26]研究了在滚塑级PE中添加尼龙和玻璃微珠后的性能变化,研究表明,分别添加15%的尼龙和玻璃微珠,可使材料的弯曲弹性模量提高到1100 MPa,维卡软化点提高到109℃,但熔体流动速率降低到4 g/(10 min),继续提高尼龙和玻璃微珠的含量,复合材料的加工性能下降,不能满足滚塑加工的要求。

刘少成等^[27]对滚塑料DNDB7149U的特性和加工工艺对性能的影响进行了研究,通过滚塑工艺考察,确定了DNDB7149U的最佳滚塑工艺为加热室温度为260℃、滚塑时间为35 min。苑东兴等^[28]研究认为,冷却速率对DNDB7149U的晶体结构和性能影响较大。随着冷却速率的减小,材料的结晶尺寸逐渐增大,在偏光显微镜下甚至能看到不规则的消光同心圆环;随着冷却速率的提高,材料的刚性降低,韧性提高。

3.3 滚塑设备和模具的研究状况

滚塑设备的研究和改进是业内的研究热点,是我国滚塑工业技术中进步最快、成果最多的一个领域。近2年来,公开了80余项专利,分别对滚塑整体设备设计、转动臂充气结构、烘箱的门变形问题和传动机构设计等提出了不同的解决方案,另外,在滚塑温度测量、二次加料、自动控制方面也有较好的技术成果。

北京化工大学^[29]发明的滚塑无线测温系统,弥补了国

内这一领域的空白。该系统主要包括测温仪隔热盒、测温仪端盖、信息采集模块、FSK射频发射器、电源、FSK射频接收器、信息处理模块和数据处理系统,信息采集模块对滚塑机烘箱内部的温度、模具内外壁的温度和物料的温度进行采集并转化为电信号,FSK射频发射器将处理后的电信号发送到接收装置,FSK射频接收器接收FSK射频发射器发出的信号,数据处理系统处理、分析FSK射频接收器接收和采集的温度变化信号,并反馈给滚塑设备控制系统。测温仪隔热盒与测温仪端盖的五层结构可有效保证仪器设备的测温环境和精度。这套测温装置可对温度变化进行实时监测,可显著提高滚塑效率、降低能耗,提高制品的质量和精度。

慈溪市德顺容器有限公司^[30-31]将齿轮传动工艺引入到滚塑设备中,在摇摆型滚塑机中,采用相啮合的小齿轮和半齿轮结构,其中小齿轮连接在驱动电机的电机轴上,半齿轮连接在摇摆架的支承轴上,改进了目前常用的液压结构的传动装置,避免了液压机构需安装和频繁维护液压站、容易增加购置成本等缺陷;在旋转型滚塑机中,该公司在主轴上设有与电机齿轮直接啮合并作动力传递的直齿齿轮,代替传统U臂结构中的链传动结构,避免了采用链传动结构而导致主轴在转动时存在脉动的问题。

应革^[32]制备了双层车壳模具及设备,这套设备包括机架、模具、旋转模架、主轴和副轴。旋转模架安装在机架上并能同时绕主、副轴旋转。模具由动模和定模组成,定模固装在旋转模架上,动模由模具自动开合装置控制升降而与定模呈闭合或打开状态,动模和定模的壁体内设有通油管道,根据工艺要求,模温机通过油泵和油管为通油管道提供循环热油或循环冷油。这套技术不仅能降低工人的劳动强度,提高工作效率,而且还能提升模具加热时的热转换效率,并使模具受热均匀,保证制品壁厚达到理想要求。

林宝树^[33]设计了低开口式摇摆滚塑机。该设备由支架和加热室组成,加热室为底部开口,支架上设有升降装置,升降装置与加热室的底部连接并带动其升降,底部上设有模具架,在支架的底部设有轨道,加热室的底部安装在轨道上并可沿轨道移动。该设备具有加工周期短、能耗低、厂房要求低的特点,避免了滚塑加工过程中高空作业的难度。

沈阳工业大学^[34]和常熟市方园纺织器材厂^[35]分别使用快速金属热喷涂方法制作滚塑模具的新工艺。该方法是在获得快速原型的基础上,通过在其表面实施锡合金或镁合金涂层,电镀镍层,然后喷涂自结合涂层,喷涂足够厚度的锌铝合金层,最后去除型腔内填充物,获得要求的滚塑加工成型模具。该工艺具有制模速度快、制造周期短、模具寿命长、成本低的特点。

无锡市澳富特成型技术科研有限公司^[36]和温岭市旭日

滚塑科技有限公司^[37]分别利用金属板材数控渐进成型技术作为制造模具的核心,实现模具的大部分机械特性的单点渐进成型制作滚塑模具的方案。该套方案包括利用金属板材数控渐进成型技术、表面积获得、材料选择、厚度选择、纹路制作与控制、测量泄压孔制作、法兰边制作、模具框架制作、锁紧装置制作等内容。板材直接无模成型相对于铸造,无需考虑伸缩比,直接由塑料产品要求尺寸产生模具,并由数控无模成型设备得出表面积,作为滚塑原料投料量的依据。由于利用一台数控无模成型设备可以完成滚塑机滚塑模具制造中的大部分工艺步骤,制造中的自动化、精度、效率、柔性水平大幅度提高,成本也明显低于传统制造工艺。

无锡市澳富特成型技术科研有限公司^[38]对微波加热方式下的滚塑模具设计提出了解决方案。其特征是:含有微波源、模具上模、上模法兰、下模法兰和可移动恒温加热箱。模具下模上固定有卡槽,卡槽和支撑滚轮配合支撑起模具下模,模具下模上的上模法兰与下模法兰由模具夹具锁紧成模具整体。模具上模通过传动装置与电机连接形成轴向旋转。微波热源通过微波传输管与模具上模连接将微波输入模具腔内,安装测温仪的恒温加热箱包覆在模具上模和模具下模组成的模具整体上,以上部件整体设置在底座上,底座两端分别与底座铰链和底座摇摆机构连接形成摇摆结构。该套技术具有热传导效率高、加热均匀,成本低、噪音低的特点。

重庆康伯特塑胶有限公司^[39]对滚塑检查井的模具进行了改良,提出了积木式组合模具方案。该方案通过半圆法兰接口,设置模具不同部分标准化连接方案,能在一个检查井室壳体模,利用半圆筒模尺寸大小变化,生产出不同型号的产品,模具具有生产周期短、费用低等特点。

温岭市旭日滚塑科技有限公司^[40]发明了滚塑模具快速装卸装置,它包括设置于一模具上的螺栓组以及设置于另一模具上的螺母组。该套模具快速装卸装置在5~10 s内即可将螺栓和螺母拧紧或松开,装卸方便、省时,工效提高10倍以上。

3.4 滚塑工艺的研究状况

彭威等^[41]针对烘箱内部存在的温度场分布不均问题,提出了改变热气流流入方向的改进方案,并对改进方案进行了三维数值模拟,综合考虑烘箱内部流场和温度场的均匀性,以及模具周围温度场的平均温度,得出最佳改进方案:热气流在进风口处分为两股,分别左、右偏30°,并均向下斜偏30°。这种进风方式不仅能使烘箱内部热气流的流场和温度场较为均匀,还能使模具周围热气流的平均温度保持在较高水平,有利于滚塑过程中对模具内原料的加热。

刘学军^[42]对滚塑加工工艺进行了计算机模拟,建立了一种新型的流动与传热理论模型,提高外部加热温度可以缩

短滚塑工艺的加热时间。但在加热温度达到300℃时,继续增加外部加热温度,加热时间减少的速度明显变慢,即通过提高加热温度来缩短加热时间的有效性开始变差。增大外部对流换热系数也可以缩短滚塑工艺的加热时间。但在对流换热系数超过 $22 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 之后,加热时间随之减少的速度开始逐步放缓。与提高外部加热温度相比,增大外部对流换热系数能更有效地缩短加热时间。

刘军^[43]提出了控制滚塑制品尺寸精度的方案。该技术方案需事先制作一个尺寸定型夹具,在产品脱模之后至产品定型之前,将脱模后的产品夹持在尺寸定型夹具上,产品上设有充气口和排气口,由充气口向产品内腔充入压缩空气,使产品内腔承受正向气压 $0.2 \sim 0.3 \text{ MPa}$,逐步调节夹持部件作用方向上的开合距离,当需要控制的尺寸达到产品上对应的公称尺寸时,停止调节夹持部件,同时使产品内腔的气压控制在 $0.4 \sim 0.5 \text{ MPa}$,保持产品内腔气压直至产品完全固化,停止充气,松开夹持部件,取下产品。该套技术方案可大幅提高滚塑产品的尺寸精度等级。

徐春富等^[44]对多层滚塑复合工艺申请了相关专利。该方案通过多次投料,利用二烯丙基双酚A醚接枝聚乙烯作为中间层,外层使用PE-LLD,内层使用聚碳酸酯(PC),使用氮气置换模具内的空气,将PE-LLD和PC制成复合制品,使不同料优势互补,克服了单一树脂滚塑制品性能单一的缺点。

东莞市永耐防腐设备有限公司^[45]对滚塑制品的模内热转印技术进行了研究,该工艺是以滚塑工艺为基础,在模具内成型图案的部位先按图案的形状、大小附着一层有色溶剂,合模,投入原料,最后以滚塑工艺条件成型,使有色溶剂与滚塑产品溶为一体。该工艺所得的图案与产品结合牢固,不易脱落,不褪色,图案鲜明、耐久,使用寿命长,且图案与产品结合部位平整顺滑,外形美观大方,图案与滚塑产品达到同等的使用周期,性价比高。

4 结论

虽然近年来我国的科技工作者在滚塑技术研究方面取得了一些成果,但从研究情况和研究的质量上看,呈现出理论基础研究异常薄弱,课题涉及广度和深度不够,行业技术人员对滚塑技术的关注度、参与度不够,缺乏原创性的成果的特点,这是我国滚塑产业落后于世界发展水平的真实写照,也是制约我国滚塑行业发展的瓶颈。

我国作为塑料加工的大国,很多产品的规模已经是世界第一,但大而不强是多年的通病,滚塑行业尤为如此。近年来,国家及相关塑料行业协会逐步开始重视滚塑的发展,《中国塑料加工业“十二五”发展规划指导意见》中首次将滚塑列为未来重点发展项目^[46]。2013年4月,新一届的中塑协滚塑专委会成立,并和国际滚塑联盟进行了合作,有望成

为国际滚塑联盟第十一个成员国,这也是中塑协下33个专委会中第一个进入国际性组织的机构。

滚塑作为一种独特的塑料加工方式,在国民经济发展中起到重要的作用。未来数十年,我国的滚塑行业仍然处于高速发展期,在民生、工农业、国防、日用消费品等领域,滚塑产品有着独特的发展优势。在大口径复合管道、大型道路检查井、雨水收集系统、农用机械配件、军用包装箱、儿童游乐设施、户外家具灯饰、园林用品、医疗器械配件等相关产品方面,有着广阔的发展空间。

参考文献

- [1] 格伦 L. 比尔. 旋转模塑——设计、材料、模具及工艺 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
Glenn L. Bill. Design, Material, Mould and Techniques of Rotational Molding [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2005.
- [2] Paul Nugent. 澳富特国际滚塑交流研讨会 [R]. 上海: 上海市塑料工程技术学会, 2011.
Paul. Nugent. AFT international rotational molding seminar [R]. Shanghai: Shanghai Plastic Engineering Technology Institute, 2011.
- [3] The state of global rotomoulding [R]. Melbourne: Rotational Moulding Australasia Inc, 2012.
- [4] 黄家桂. 塑料科技, 1979(1): 20-27.
Huang Jiagui. Plastic Technology, 1979(1): 20-27.
- [5] 陈昌杰, 等. 塑料滚塑与塘塑 [M]. 北京: 化学工业出版社, 1997.
Chen Changjie, et al. Plastic-rotational molding and slush molding [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 1997.
- [6] 张广山. 塑料科技, 1983(1): 50-51.
Zhang Guangshan. Plastic Technology, 1983(1): 50-51.
- [7] 傅继红. 一九八三年引进国外先进技术和设备情况 [G]// 黑龙江经济年鉴. 哈尔滨: 学习与探索杂志社, 1984: 353-361.
Fu Jihong. The Status of Foreign Advanced Technology and Equipments Introduced In 1983 [G]// Heilongjiang Economic Yearbook, Haerbin: Study & Exploration, 1984: 353-361.
- [8] 姜德滨. 东台县引进日本滚塑成型机 [G]// 中国包装年鉴. 北京: 中国包装联合会, 1987.
Jiang Debin. Dongtai County Introduced In Rotational Molding Machines from Japan [G]// China Packing Yearbook. Beijing: China Packaging Federation, 1987.
- [9] 潘为抒, 等. 中国海洋平台, 1992(1): 29-37.
Pan Weishu, et al. China Ocean Platform, 1992(1): 29-37.
- [10] 孙克琪. 国内塑料旋转加工成型第一家 [G]// 烟台年鉴. 烟台: [出版者不详], 1991: 151-152.
Sun Keqi. The First Manufacturer of Plastic Rotational Molding in China [G]// Yantai Yearbook, Yantai: [s.n.], 1991: 151-152.
- [11] 苏州康斯坦普工程塑料有限公司. 中国, 201010506076.3 [P]. 2011-02-09.
Suzhou Constab Engineering Plastics Co. Ltd.. CN, 201010506076.3 [P]. 2011-02-09.
- [12] 金发科技股份有限公司. 中国, 201010125886 [P]. 2010-08-18.
Kingfa Scientific & Technological Co. Ltd.. CN, 201010506076.3 [P]. 2010-08-18.
- [13] 中国石油化工股份有限公司. 中国, 201210089752.0 [P]. 2012-10-17.
China Petroleum & Chemical Corporation. CN, 201210089752.0 [P]. 2012-10-17.
- [14] 南京聚隆科技股份有限公司. 中国, 201010582979.X [P]. 2011-05-18.
Nanjing Julong Technology Co. Ltd.. CN, 201010582979.X [P]. 2011-05-18.
- [15] 慈溪德顺容器有限公司. 中国, 201210206838.7 [P]. 2012-10-03.
Cixi Deshun Container Co. Ltd.. CN, 201210206838.7 [P]. 2012-10-03.
- [16] 四川吉鑫管业科技有限公司. 中国, 201110428970.8 [P]. 2012-06-13.
Sichuan Jixin Pipe Technology Co. Ltd.. CN, 201110428970.8 [P]. 2012-06-13.
- [17] 张桂云, 等. 包装工程, 2011(7): 58-61.
Zhang Guiyun, et al. Packaging Engineering, 2011(7): 58-61.
- [18] 南京聚隆科技股份有限公司. 中国, 201010582971.3 [P]. 2011-04-13.
Nanjing Julong Technology Co. Ltd.. CN, 201010582971.3 [P]. 2011-04-13.
- [19] 南京工业大学. 中国, 201010018252.9 [P]. 2010-06-16.
Nanjing Industry University. CN, 201010018252.9 [P]. 2010-06-16.
- [20] 刘立文. 中国, 201110096033.7 [P]. 2011-11-16.
Liu Liwen. CN, 201110096033.7 [P]. 2011-11-16.
- [21] 长兴清华粉体及新材料工程中心有限公司. 中国, 201010274062.3 [P]. 2011-02-16.
Changxing Tsinghua Powder and New Material Engineering Center Co. Ltd.. CN, 201010274062.3 [P]. 2011-02-16.
- [22] 中国石油化工股份有限公司. 中国, 201010516180.0 [P]. 2012-05-16.
China Petroleum & Chemical Corporation. CN, 201010516180.0 [P]. 2012-05-16.
- [23] 中国石油化工股份有限公司. 中国, 200910018972.2 [P]. 2011-04-20.
China Petroleum & Chemical Corporation. CN, 200910018972.2 [P]. 2011-04-20.
- [24] 张彦军, 等. 塑料工业, 2010(4): 54-47.
Zhang Yanjun, et al. China Plastics Industry, 2010(4): 54-47.
- [25] 刘圣军, 等. 塑料, 2010(3): 60-62.
Liu Shengjun, et al. Plastics, 2010(3): 60-62.
- [26] 安宝山. 工程塑料应用, 2011, 39(3): 31-35.
An Baoshan. Engineering Plastics Application, 2011, 39(3): 31-35.
- [27] 刘少成, 等. 齐鲁石油化工, 2012(4): 287-289, 293.
Liu Shaocheng, et al. Qilu Petrochemical Technology,

- 2012(4):287-289,293.
- [28] 苑东兴,等. 齐鲁石油化工,2012(4):282-286.
Yuan Dongxing, et al. Qilu Petrochemical Technology, 2012(4):282-286.
- [29] 北京化工大学. 中国,201210154562.2[P].2012-08-15.
Beijing University of Chemical Industry.CN, 201210154562.2[P]. 2012-08-15.
- [30] 慈溪市德顺容器有限公司. 中国,201220161820.5[P].2012-11-28.
Cixi Deshun Container Co. Ltd.. CN,201220161820.5[P].2012-11-28.
- [31] 慈溪市德顺容器有限公司. 中国,201120260919.6[P].2012-03-14.
Cixi Deshun Container Co. Ltd.. CN,201120260919.6[P].2012-03-14.
- [32] 应革. 中国,201210125335.7[P].2012-09-05.
Ying Ge. CN,201210125335.7[P].2012-09-05.
- [33] 林宝树. 中国,200920225600.2[P].2010-06-02.
Lin Baoshu. CN,200920225600.2[P].2010-06-02.
- [34] 沈阳工业大学. 中国,201010138207.7[P].2010-07-28.
Shenyang University of Industry. CN,200920225600.2[P].2010-06-02.
- [35] 常熟市方园纺织器材厂. 中国,201210050022.X[P].2012-07-18.
Changshu Fangyuan Textile Equipment Factory. CN, 201210050022.X[P].2012-07-18.
- [36] 无锡市澳富特快速成型技术科研有限公司. 中国,201010224469.5[P].2010-12-22.
Wuxi Alft Forming Technique Research Co. Ltd.. CN, 201010224469.5[P].2010-12-22.
- [37] 温岭市旭日滚塑科技有限公司. 中国,201110030116.6[P].2011-09-07.
Wenling Xuri Rotomolding Technology Co.Ltd..CN, 201110030116.6[P].2011-09-07.
- [38] 无锡市澳富特精密快速成形科技有限公司. 中国,201010599782.7[P].2011-06-29.
Wuxi Alft Forming Technique Research Co. Ltd.. CN, 201010599782.7[P].2011-06-29.
- [39] 重庆康伯特塑胶有限公司. 中国,201220258910.6[P].2012-12-26.
Chongqing Kangbote Plastic Co. Ltd..CN, 201220258910.6[P]. 2012-12-26.
- [40] 温岭市旭日滚塑科技有限公司. 中国,201220173969.5[P].2012-12-05.
Wenling Xuri Rotomolding Technology Co. Ltd.. CN, 201220173969.5[P].2012-12-05.
- [41] 彭威. 机械设计与制造,2012(9):105-107.
Peng Wei. Machinery Design & Manufacture,2012(9):105-107.
- [42] 刘学军. 中国塑料,2012(11):88-92.
Liu Xuejun. China Plastics,2012(11):88-92.
- [43] 刘军. 中国,201010582896.0[P].2011-06-29.
Liu Jun. CN,201010582896.0[P].2011-06-29.
- [44] 徐春富,等. 中国,200910153502.7[P].2010-04-14.
Xu Fuchun, et al. CN,200910153502.7[P].2010-04-14.
- [45] 东莞市永耐防腐设备有限公司. 中国,201210232268.9[P].2012-11-14.
Dongguan Yongnai Anticorrosion Equipment Co.Ltd.. CN, 201210232268.9[P].2012-11-14.
- [46] 中国塑料加工工业协会.[2012-04-17]. <http://www.cppia.com.cn/cppia1/zdbd/2012530130444.htm>.
China Plastics Processing Industry Association.[2012-04-17]. <http://www.cppia.com.cn/cppia1/zdbd/2012530130444.htm>.

PVC 专用树脂中试实验室通过中检

不久前,石河子化工中发有限责任公司承担的科技基础条件平台项目——聚氯乙烯(PVC)专用树脂中试实验室通过新疆建设兵团八师科技局兴石办组织的中期检查。专家认为,该实验室专项资金使用到位,实验室操作人员能熟练掌握新购仪器的各项操作技能,满足检查条件。

石河子化工中发有限责任公司的 PVC 专用树脂中试实验室项目,旨在适应 PVC 专用树脂的市场需求,加快特种、专用 PVC 的开发进度,以优化企业产品结构,提升企业经济效益,实现公司产品的多元化发展目标。(工程塑料网)

生物降解塑料前路漫长,5 大难题直面行业

随着科学技术的发展,环境污染问题已成为世界各国面临的最重要的问题之一。生物降解塑料制品成为人们维护环境的首选。然而,由于开发研究生物降解塑料的技术还不够成熟,制造成本太高,使生物降解塑料的应用推广也异常困难。

据调查,目前市面上的生物降解塑料比普通塑料贵 1~3 倍,与发泡聚苯乙烯(EPS)塑料盒相比,生物降解塑料盒也比 EPS 塑料盒贵 1.5~2.5 倍。这使得生物降解塑料制品犹如塑料行业的奢侈品。虽然生物降解塑料制品绿色环保,但是花费太高,性价比不如普通塑料制品。因此,开发研究降解塑料仍有很长的路要走。生物降解塑料产业发展正面临 5 大难题:

(1) 技术不够成熟。生物降解塑料制品的性能还无法完全满足各种消费需求;(2) 成本问题;(3) 缺乏有力的政策或法律法规支撑;(4) 企业资金不足和融资难问题;(5) 评价体系尚不完善。

如果国家能在法律上明确生物降解塑料在现代循环经济体系中的地位和重要性,在政策上给予大力支持,对生物降解塑料制品的应用和发展采取补贴政策,在税收上细化优惠措施,并设立国家专项发展基金,引导各种资金进入,相信将会推动生物降解塑料产业发展。(工程塑料网)