

2010年我国工程塑料加工技术进展

谈桂春 吕召胜 赵志鸿

(《工程塑料应用》杂志社, 济南 250031)

摘要 根据2010年国内公开发表有关工程塑料的文献,从加工工艺、加工设备、模具设计及二次加工等方面综述了我国工程塑料加工技术的进展。

关键词 工程塑料 加工技术 注塑 挤出 设备 模具 模拟

2010年我国工程塑料在加工工艺、加工设备及模具设计等方面得到进一步发展。特别是基于CAE等的模拟技术的发展使得成型工艺与模具设计更加合理、快捷。笔者现根据2010年国内正式期刊发表的有关工程塑料加工技术的文献加以汇总,以飨读者。

1 成型加工工艺及研究

1.1 新型成型工艺研究

高光无痕注射成型流动分析 南昌大学^[1]以车载蓝牙外壳为例,对高光无痕注射成型过程中的流动填充进行了模拟,并以填充时间和填充结束时压力分布进行流动分析,提高了试模一次成功率,降低了高光无痕注射成型成本。

面向跌落仿真破坏的注射成型工艺优化 西华大学^[2]针对电子产品在环境测试中出现的塑料外壳破裂现象,借助计算机模拟技术对塑料外壳的注射成型过程和跌落冲击过程进行了模拟和仿真,结合跌落仿真得到的最大应力应变分布情况,优化出提高产品抗跌落冲击性能的成型工艺方案。

基于CAE和DOE技术的注射成型工艺优化 华南理工大学^[3]以打印机上盖为例,以体积收缩率、翘曲量和沉降斑指数为考察指标,结合CAE和DOE技术研究了模具温度、熔体温度、注射时间、保压压力和保压时间等工艺参数对考察指标的影响,用DOE软件回归拟合得到体积收缩率、翘曲量和沉降斑指数的预测模型,并运用该模型求解最佳的工艺参数,通过试验验证了该方法的可行性。

真空辅助RTM工艺中孔隙的实时控制 中北大学^[4]研究了几种真空辅助树脂传递成型(RTM)实时过程控制方法。研究表明,实时过程控制能够减少孔隙形成的几率,改善流动前沿均匀性,缩短注胶时间,是提高复合材料产品质量的重要方法。

高速铁路用TPEE发泡材料挤出成型 北京化工大学^[5]采用挤出成型工艺制备热塑性聚酯弹性体(TPEE)发泡材料。研究表明,采用压缩比为3:1的销钉式单螺杆挤出机,在转速为70 r/min、挤出温度为205℃,并且不加入过氧化二异丙苯(DCP)的工艺条件下制得的TPEE发泡材料的泡孔结构更为规整,整体性能更为理想。

基于Taguchi的气体辅助注射成型工艺参数优化 江苏大学^[6]运用Taguchi试验结合MPI模拟技术,以带筋板类零件的气体辅助注射成型为例,以模具型腔有无短射、气指程

度和气道气体穿透率为质量指标,分析模具温度、熔体注射温度、熔体预注射量、气体延迟时间、气体注射压力以及气体注射时间等工艺参数对气体辅助注射成型制品质量的影响规律。运用变量分析确定工艺参数对质量指标的影响度,并利用加权综合评分法获得最优的工艺参数组合。

熔体温度对水穿透行为影响的可视化研究 长江大学等^[7]利用水辅助注塑可视化模具和自主研发的注水系统,以聚苯乙烯(PS)为原料,对不同熔体温度下的水辅助熔体流动充模过程进行了观察,并研究了水的穿透行为。结果表明,熔体温度低,水前缘熔体的惯性力增大,产生“折线”水道,水在后半模腔熔体的穿透中,水前缘速度与水前缘熔体速度相近;熔体黏度高,水前缘速度大于水前缘熔体速度;熔体温度越高,射流穿透的时间越长,水在前半模腔穿透用时越少。

高分子材料先进制造的微积分思想 北京化工大学等^[8]提出了高分子材料先进制造的微积分思想。基于这一思想,在高分子材料注射成型、挤出成型、静电纺丝、纳米复合材料制备和制品结构创新等先进制造技术领域开展了比较系统的原理探索和方法研究,发明了一系列加工成型新方法、新装备和制品应用新技术。通过部分工业化应用的实践检验,证明了高分子材料先进制造的微积分思想对于突破传统制造模式的束缚、发展加工成型新方法和制品应用新技术具有一定的指导意义。

基于神经网络集的注射成型工艺参数多目标优化 中南林业科技大学^[9]以CAE数值仿真正交试验所得工艺参数与质量指标的数据作为训练样本,对经过优化的BP神经网络进行训练,得到工艺参数与制品质量指标之间的神经网络集近似计算代理模型,该模型快速准确,可以利用遗传算法进行全局寻优,得到使多个质量指标综合最优的工艺参数组合。通过对比验证,这种多目标优化方法可以在正交试验结果数据较少的情况下较大程度地提高制品的多个质量指标。

挤出牵引速度对PE/Sn导电复合材料性能的影响 煤炭科学研究总院重庆研究院^[10]采用高温挤出热拉伸-低温注射成型的加工工艺,制备了聚乙烯/金属锡(PE/Sn)导电复合材料,研究了挤出造粒时不同切粒机转速(即热牵引速

度)和Sn用量对其微观结构、导电性能及力学性能的影响。结果表明,当切粒机的转速由常规的35 r/min提高到50 r/min时,Sn在PE基体中成纤更细更长,PE/Sn复合材料导电所需的Sn最低含量由常规时的9.2%(质量分数,下同)降低到6.2%,即导电逾渗值降低,且复合材料的力学性能略有上升。

注射成型工艺对透明PP光学性能的影响 中国石油化工股份有限公司北京燕山分公司^[11]采用不同的工艺条件注射成型无规共聚透明聚丙烯(PP)。得出透明PP的最佳注塑工艺为:加工温度220~230℃,模具温度40~60℃。在保证制品顺利成型的情况下应尽量采用较小的注塑压力,注塑速率和注塑时间对制品的光学性能影响较小。

注射微泡成型熔体固化过程数值模拟 郑州大学^[12]通过研究微孔塑料注射成型熔体固化过程,基于合理的假设并进行必要的简化,建立了熔体固化过程的数学模型。采用有限元/有限差分耦合法对模型进行求解,预测固化过程型腔内的压力分布,以帮助注射成型加工人员确定工艺参数,提高第一次试模成功率。

CAD/CAE集成注塑工艺参数优化设计 南昌工程学院^[13]提出一种采用有限元模型转换代替几何模型转换的方法,克服几何模型转换不足,实现有限元模型从CAD系统到CAE系统方便快捷的“零失真”转换,利用Moldflow软件进行模拟,获取训练样本,应用人工神经网络技术建立注塑工艺参数值快速预测BP网络模型。将网络预测结果与模拟所得验证数据进行比较和误差分析,显示出BP网络的稳定性和可靠性。

矩形型腔熔体充填规律的可视化实验 北京化大大学^[14]通过精密注射成型可视化实验系统,直观地研究了3种典型矩形型腔内高温熔体在型腔中的流动行为,得到矩形型腔内制品熔接痕和喷射缺陷形成机理。通过分析模具结构设计、成型工艺参数与熔体宏观流动行为及制品宏观缺陷之间的内在联系,提出解决熔接痕和喷射缺陷的具体措施。

GFRP真空辅助成型工艺实验研究 威海中复西港船艇有限公司等^[15]通过真空辅助成型工艺实验,对树脂黏度和凝胶时间随温度的变化规律进行了研究,并对影响玻璃钢(GFRP)制件力学性能的主要工艺参数进行了测试。结果表明,真空度大小和充模时间对制件力学性能有显著影响,真空度越大力学性能越好,充模时间长不利于力学性能的提高;在实验范围内,温度的影响不明显。

复合材料铺层曲面铺设仿真技术 西北工业大学^[16]提出了一种平面二维复合材料纤维垫铺设到三维自由曲面的铺设模拟算法。针对复合材料铺层在铺设过程中随剪切角变化而出现的非线性剪切力的特性,采用了一种非线性对角弹簧模型,该模型能精确描述材料在铺设过程中的剪切力学性能。该方法可以预测出纤维垫在自由曲面上铺设时可能会产生缺陷的区域并可快速得到复合材料铺层的展开外形。

方型口模气辅挤出的数值模拟 大连海事大学等^[17]以

方型口模为例,建立描述其成型过程的理论模型,运用Polyflow软件,对方型口模传统口模和气辅口模挤出成型过程分别进行三维等温数值模拟分析。结果表明,气辅挤出过程中聚合物熔体各点的速度和压力趋于一致,能有效减小挤出过程中的挤出胀大,有利于控制产品的形状和尺寸,提高产品精度。

基于NSGA-II和神经网络的GFRP拉挤工艺优化 哈尔滨工业大学等^[18]根据经实验验证的GFRP拉挤工艺过程数学模型,以数值模拟结果为样本数据,建立反向传播(BP)神经网络,得到拉挤工艺参数(固化温度、拉挤速度)与GFRP固化度间非线性相关关系。采用神经网络结合带精英策略的快速非支配排序遗传算法(NSGA-II)解决拉挤过程中固化炉温度和拉挤速度多目标优化问题,得到了拉挤优化问题的Pareto最优解集。实验结果表明,优化后的工艺参数能有效提高生产率,降低固化炉温度,效果显著。

1.2 塑料制品加工工艺

基于二次回归正交设计的注塑件件重预测方法 大连理工大学^[19]针对注塑件成型过程中的非线性及多因素耦合作用对注塑件质量的影响,提出了一种基于二次回归正交设计的质量预测方法。以注塑件件重为质量指标,通过对注塑件成型时的模具温度、熔体温度、注塑压力和注射速度及其耦合作用进行回归分析及方差计算,建立了注塑件件重的预测模型。预测模型计算结果显示,注塑件件重与实验测量值最大误差仅为0.05%。

高光注射成型技术在超薄塑料件中的应用 南昌大学^[20]运用Moldflow软件对超薄花盆塑料件的高光注射成型进行模拟分析。结果表明,采用高光注射成型超薄塑料件解决了普通注射成型难以解决的短射问题,避免了普通注射成型需依赖高注塑压力的现象,且缩短了熔接痕的长度,改善了塑料件的表现质量。

轿车保险杠顺序注射成型CAE分析 广东工业大学^[21]采用Moldflow软件对轿车后保险杠三点进浇顺序注射成型的过程进行模拟。发现阀浇口不同的延迟开启时间可以对熔接痕的形成施行动态控制,从而影响熔接痕形成的时间、压力及熔体前沿温度的变化,这样有利于降低注塑压力、消除熔接痕或把熔接痕控制在不影响其外观质量的位置,获得最佳制品质量。

汽车保险盒上盖注射成型的数值模拟 湘潭大学^[22]利用Moldflow软件对汽车保险盒上盖的注射成型过程进行了数值模拟。通过分析填充过程中各时间段熔体的流动情况及最终的填充时间和填充效果,得出了制品的最佳填充时间和保压时间;通过分析成型过程中型腔的温度变化,预测了制品的熔接痕和气穴的分布,以及缩水、翘曲变形等成型缺陷,并通过实际注射成型对模拟进行了验证。实验证明,模拟结果非常真实地体现了制品实际的成型过程,其对成型缺陷的预测也比较准确。

基于二次开发的汽车饰件收缩均匀性表征及其优化

国家复合改性聚合物材料工程技术研究中心^[23]基于 Moldflow 二次开发,提出了表征制件体积收缩率均匀性的算法,采用 Moldflow 并结合正交实验设计对汽车外饰件进行体积收缩率分析,研究了不同工艺参数对制件收缩均匀性的影响程度,进而得到了一组最优工艺参数及其影响规律。

新型复合支撑插管挤出成型工艺 天津市塑料研究所^[24]在医用导管的加工中,引入一种新型复合支撑插管挤出成型工艺。该工艺适合不同材料的复合成型,包括熔融温度相差较大的材料的复合成型,间断式复合支撑管材的成型(中间支撑物可以是变径、异形),异型管材(径向、轴向)的复合成型,内、外多腔管材的复合成型,超细内径管的复合成型(管内径可小于 0.2 mm),可用于生产多种医用导管。

工艺参数对注塑制品沉降斑影响的敏感性分析与优化 江苏大学等^[25]以电子词典下盖为例,运用数值模拟技术,通过 Moldflow 流动分析,对注塑工艺参数影响制品沉降斑进行了敏感性分析。引入敏感度因子来衡量各项工艺参数的独立作用对沉降斑的敏感程度,从而确定影响制品沉降斑的主次因素。结果表明,保压压力、熔体温度和注射时间是影响制品沉降斑的主要工艺参数,而模具温度和保压时间为次要参数。根据参数水平影响趋势图,分析得出最优组合方案,并对该方案进行了模拟验证。

塑料油箱单管坯挤出-两腔吹塑的成型工艺 重庆理工大学^[26]在传统挤出吹塑成型技术的基础上,从应用和生产实际出发,通过对挤出机头、吹塑模具结构设计,研究挤出一个管坯,吹塑成型两个油箱塑料件的成型工艺,以提高生产效率,满足大批量生产的需要。

利用 TAGUCHI 法优化后视镜翘曲变形 昆明理工大学^[27]以轻型货车后视镜为研究对象,应用 Moldflow 有限元分析,以翘曲变形量作为质量指标,采用 Taguchi 方法设计了 L16 实验矩阵,并采用标准变量分析方法,获得塑料件在不同的熔料温度、模具温度、注射时间、保压压力、保压时间等工艺因素时成型的翘曲变形量,预测最优的工艺参数组合。研究表明,各工艺因素对翘曲变形的影响程度从高到低依次为注射时间(30%)、保压压力(29%)、保压时间(21%)、熔体温度(13%)、模具温度(7%),该预测结果与实际结果较相符合。

选择性激光烧结 PS 制件尺寸精度的影响因素研究 苏州大学^[28]采用正交试验的方法,研究激光功率、扫描速度、扫描间距、粉底温度各工艺参数对烧结件的尺寸精度的影响规律。结果表明,激光功率、扫描间距、扫描速度的调整加大了热交换区对扫描平面内尺寸精度的影响,粉底温度对收缩的影响较小。最优的烧结参数组合为 40% 的激光功率、0.11 mm 的扫描间距、2000 mm/s 的扫描速度、90℃ 的粉底温度。

微齿轮注射成型正交优化及数值模拟 江苏大学等^[29]介绍了采用高聚物成型微齿轮的主要成型方法——微注射成型。比较了不同种类的注射原料丙烯腈-丁二烯-苯乙

烯塑料(ABS)、PP、聚碳酸酯(PC)的成型工艺,并就影响微注射成型中影响微制件质量的主要工艺过程进行数值模拟,采用正交优化方法对成型方案进行优化,获得了优化的成型参数。

基于正交试验的微泵成型工艺参数优化设计 北京化工大学^[30]采用 Moldflow 有限元分析软件,对微泵的注射成型过程进行了数值模拟,并采用正交试验设计方法,研究模具温度、熔体温度、保压压力、保压时间等工艺参数对塑料件性能的影响,得出不同工艺参数条件下的微泵密度,通过正交试验数值计算方法得到最佳工艺参数组合。

曲面薄板注射成型翘曲数值模拟及优化 青岛理工大学^[31]利用 Moldflow 的 MPI/Warp 分析模块对曲面薄板的注射成型冷却过程进行数值模拟,预测其成型后的翘曲变形。确定影响该塑料件翘曲变形的主要因素为材料收缩性能,其次为模具温度、注射保压冷却时间和熔体温度,并给出了工艺优化方案。

双色电器外壳的注射成型 北华大学^[32]利用专业模拟分析软件 Moldflow/MPI,对双色电器外壳的注射成型填充过程进行了模拟分析。结果表明,内、外层壳体的最佳浇口位置均位于底部外表面圆心处;气穴易出现在制品边缘;翘曲主要表现为径向翘曲。还对内外层壳体的填充时间、冷却时间、体收缩率等进行分析比较,确定了最大注塑压力等主要工艺参数,从而使双色电器外壳的注射成型工艺和模具结构得到优化。

不等开口压力容器非测地线缠绕的 CAD/CAM 技术 西安航天复合材料研究所^[33]针对两端封头开口比大的复合材料容器在缠绕工艺中遇到的纤维滑线问题,对圆筒段路径采用非测地线,封头为近测地线的轨迹,探讨了不同结构形式容器缠绕角的求解方法,从而实现非测地线路径设计。并给出非测地线稳定缠绕的判别公式,对缠绕可行性进行了分析判断。在此基础上开发了缠绕程序,实现了缠绕工艺的自动化铺层设计和缠绕成型,对不等开口容器的缠绕设计和工艺具有指导性作用。

气辅成型制品气道优化设计研究 吉林大学等^[34]采用数值模拟技术对气辅成型制品设计中带有半圆形气道和矩形气道的 2 种基本气道类型的 PS 板件进行了模拟分析和物理模拟实验。根据气体穿透长度、气腔形状、残余壁厚及气道缺陷等主要参数,建立了气道质量评价标准。结果表明,对于半圆形气道,当气道半径为制品壁厚的 2 倍左右时气腔质量最佳;对于矩形气道,在气道宽度和壁厚相同的情况下,随着气道高度和气道宽度的增加,气体穿透后形成的气腔质量逐渐提高,当气道高度和气道宽度的比值达到 2 时,且气道宽度对制品壁厚的比值也达到 2 时,气腔质量最好,气道最优。

基于 Moldflow 的汽车保险杠注射成型分析 中石化北京化工研究院^[35]利用 Moldflow 软件,采用扬子石化的汽车保险杠专用料高抗冲 PS K9015,对威姿轿车前保险杠比例

缩小模型进行了填充、保压、冷却以及翘曲模拟分析,讨论了2种浇注系统方案及产品产生翘曲变形的原因。结果表明,2种进胶方案的注射时间基本相同;采用3个浇口在一侧的进胶方案得到的制品外观质量更好,装配尺寸更合适;但2种进胶方案都会产生较大的翘曲变形,通过优化保压曲线可以减少制品的翘曲变形量。

基于稳健优化的注塑件变形预补偿方法研究 嘉兴学院等^[36]针对凭经验进行预补偿设计容易造成预补偿失败的问题,提出了基于稳健优化的注塑件变形预补偿方法,综合考虑了塑料物性参数、浇注系统、冷却系统及工艺参数对注塑件翘曲变形量的影响,使变形预补偿更具有针对性。

非均匀壁厚对注塑流动过程的影响 重庆大学^[37]应用实验和数值方法研究了塑料件壁厚的不均匀性对注塑填充过程熔体流动的影响,总结了注射温度、压力以及壁厚差异程度对非均匀壁厚塑料件注塑流动过程的影响规律。

温度控制保压过程对制件质量重复精度的影响 北京化工大学等^[38]分别在注射时间转压、螺杆位置转压、型腔压力转压3种不同的转压方式下比较了2种保压方式(恒定压力保压和PT保压)对制件质量重复精度的影响,其中PT保压是采用型腔温度控制的阶梯降压力保压。结果表明,采用PT保压比传统的恒压保压方式获得的制件具有更好的表面质量和质量重复精度;采用型腔压力转压与PT控制保压过程结合的方式生产的制件质量重复精度最高。

2 设备及其改进

基于PLC和智能温控表的塑料挤出机温度控制系统设计 青岛农业大学^[39]开发了一种基于西门子公司S7-300 PLC和日本理化智能温控表CD901的塑料挤出机温度控制系统,利用CP340通信模块,S7-300 PLC可与智能温控表进行双向、高速的串行通信,实现对其读写控制。

全电动注塑机差动式合模机构的设计与分析 北京化工大学^[40]对全电动注塑机差动式合模机构进行结构设计,并对差动式齿轮机构的功率流向进行分析。差动式合模机构将异步电动机和步进电机生成的输入运动通过两个自由度的ZUWGW型2K-H差动轮系合成后,产生可编程的输出运动。同时异步电动机和步进电机混合驱动,其中异步电动机提供较大的功率,步进电机起调节的作用,二者的组合有效地代替了大功率步进电机,从而能实现高锁模力、高效率、运行速度快、低能耗、低成本。

响应曲面法优化啮合同向双螺杆挤出机固体输送段主机电功率消耗和固体输送量 北京化工大学^[41]采用响应曲面法中Box-Behnken方法设计试验并分析,建立了啮合同向双螺杆挤出机固体输送段功率消耗和固体输送量的多因素二次多项式数学模型。模型所预测的功率和输送量与试验得到的数据误差小于10%。利用试验得到功率和固体输送量的回归方程,可实现对啮合同向双螺杆挤出机固体输送段功率消耗和固体输送量的预测和优化,提高能效,节约能源。

注塑机驱动系统噪声和振动研究 西华大学^[42]针对注

塑机驱动系统高速度、高精度和低噪声之间的矛盾,提出了对电机和泵联接方式的结构改进设计。用当量扭振系统的理论对两质量和三质量系统进行了分析,对扭振系统进行了仿真并进行了运行实验。实验表明,电机和泵同轴的两质量系统有利于减少振动和噪声。

基于ADAMS软件的全电动混合驱动式合模机构设计及优化分析 北京化工大学^[43]针对现有全电动注塑机肘杆式合模机构,将混合驱动理论引进合模机构中,设计出以常规电机和伺服电机为驱动源的二自由度混合驱动式合模机构;然后利用ADAMS(机械系统动力学自动分析)软件对虚拟样机的开合模过程进行运动学仿真;针对样机进行坐标参数化、设计研究分析,确定结构中各参数的灵敏度;并以关键参数为设计变量,对动模板的速度曲线进行优化设计。

一种注塑机预热阶段等时控温方法 北京化工大学^[44]介绍了一种新的注塑机料筒预热过程各个加热段等时控温方法。该方法是在原温度控制系统上用延时加热的方法实现注塑机料筒各段等时到达设定温度的控温方法。经实践验证,采用该温控方法可以降低在温控设备上无意义的电能浪费,达到节能的目的。

便携式高精度注塑机数据采集系统的设计与实现 华中科技大学等^[45]介绍了一种高精度的实时注塑机数据采集系统的设计结构与实现方法。该系统基于USB型高速数据采集卡和笔记本电脑硬件平台,采用了多线程、多媒体计数器等技术将数据采样精度从以前的20 ms提高到了1 ms。同以往的采集系统相比,该系统具有采集精度高、速度快、能大批量数据采集、使用方便等优点。

同向双螺杆挤出机混合型螺杆头均温效果三维非等温数值模拟 北京化工大学^[46]应用Polyflow软件对同向双螺杆挤出机标准型、偏心锥形和混合型3种螺杆头流道内物料的流动过程进行了三维非等温数值模拟,并引入流道出口截面平均温度和温度方差量化分析对比3种螺杆头的均温性能。通过FEM与正交试验设计相结合的方法,分析了不同几何参数对混合型螺杆头均温效果的影响,得出最优的混合型螺杆头几何参数因素水平组合。

超高速注塑机电液系统的分析与仿真研究 华南理工大学等^[47]通过分析超高速注射液压系统中的比例压力阀、比例流量阀、蓄能器和液压缸的物理结构,建立了注射系统的理论数学模型,搭建了MATLAB模型并对其进行系统仿真。通过系统的动态特性找到了控制超高速注射速度的关键因素。仿真结果表明,注射系统对注射速度的响应时间要求比较严格时可采用控制伺服阀的方式;注射系统对注射速度的幅值要求比较严的可采用控制比例方向阀的方式。

螺旋沟槽单螺杆挤出机双螺棱推动理论模型的研究 北京化工大学^[48]通过在单螺杆挤出机固体输送段机筒内壁开设螺旋沟槽,建立了将机筒与螺杆视为一个对物料协同作用的新物理模型——弧板模型;同时将嵌入机筒沟槽与螺杆螺槽中的物料视为固体塞,提出了新型“双螺棱推动理论”,

弥补了单螺杆挤出机不能实现正位移输送的传统理论缺陷;并通过理论分析确定了螺旋沟槽挤出机由摩擦拖曳输送向正位移输送转换的边界条件方程及正位移输送下沟槽结构参数的设计准则。

计量段结构对注塑螺杆建压能力的影响 北京化工大学等^[49]采用IMP软件对不同结构注塑螺杆的塑化过程进行了模拟,该方法可以避免大量纷繁复杂的实验过程而获得规律性的结论。为了研究螺杆计量段槽深和导程对建压能力的影响,分别对不同槽深及不同导程的螺杆进行了模拟,得到不同螺杆结构的沿程压力,通过分析沿程压力曲线及压力梯度,得出螺杆计量段槽深和导程与建压能力的关系。结果表明,槽深和导程越小,螺杆的建压能力越强。

销钉单螺杆混炼段分布混合性能的数值研究 北京理工大学^[50]用正交设计法设计了9组不同排布的销钉单螺杆。采用混合熵作为评价混合性能的指标,数值模拟了不同销钉结构的单螺杆混炼段内PP熔体的等温流动过程,考察了一个导程内销钉排数、每排销钉个数和销钉高度对销钉单螺杆混炼段混合性能的影响。结果表明,在所设计的正交试验中,沿螺杆挤出方向各截面的混合熵逐渐增大,出口处该值达到最大;在销钉螺杆混炼段一个导程内安装5排,每排5个高度为12 mm的销钉时,其混合性能较优。

双转子连续混炼机混炼段拉伸作用的研究 华东理工大学^[51]采用有限元分析软件Polyflow对双转子连续混炼机混炼段的三维非等温流场进行了模拟,并通过PP/PS混炼实验进行验证。结果表明,在混炼过程中,螺棱交汇区物料所受的拉伸作用比正向输送区和反向输送区物料受到的拉伸作用大;在同一截面上,螺棱顶部附近物料受到的拉伸作用较大,C形区物料受到的拉伸作用比较小;转子螺棱顶部形成了收敛流道,可提供高的拉伸作用。

基于熔体温度均匀性的注射螺杆性能评价 北京化工大学^[52]设计了一套用于在线测量注射成型过程中塑化熔体沿轴向及径向温度分布的温差测量系统,对4根不同结构类型的注射螺杆进行实验分析,研究了通过测量塑化熔体温度均匀性进而评价注射螺杆塑化性能的方法。结果表明,使用某一根螺杆加工PS时,在相同的操作条件下,当塑化熔体的轴向平均温差小于0.45℃、径向平均温差小于2℃时,获得制品的质量重复精度能够达到0.035%,冲击强度大于10.0 kJ/m²,熔体压力波动小于0.7 MPa,表明此螺杆在温度均匀性方面能够满足PS精密制品的注射成型要求。

波状双螺杆元件混合性能的研究 北京化工大学^[53]对同向波状双螺杆元件和常规螺纹元件的分散混合性能进行了数值模拟,分析了2种元件流场的平均剪切应力、最大剪切应力分布、最大拉伸应力分布等混合性能参数,并对其进行了实验研究。结果表明,模拟结果与实验结果基本吻合,波状双螺杆元件有较强的分散混合能力。

基于PROFIBUS的注塑机网络控制系统 五邑大学等^[54]采用PLC加PC机的监控站模式,以PLC为1类主站,

PC机为2类主站,现场设备及从站接口电路一起构成智能从站,应用PROFIBUS现场总线把PC机与现场注塑机连接起来,构建注塑机网络控制系统。采用单片机加协议芯片方式开发PROFIBUS-DP从站接口电路,使注塑机能够连入整个PROFIBUS总线网络,实现生产管理与过程控制的信息化。

3 模具研究、设计及加工

注塑模伺服同步自动脱螺纹系统的改进 顺德职业技术学院^[55]以含螺纹注塑件自动脱螺纹为目标,设计和改进了伺服同步自动脱螺纹系统。该系统通过伺服电机的转动带动推板推出注塑件,使用步进电机带动螺纹型芯脱出螺纹,控制两个机构之间同步的PLC系统经改进和优化,可有效解决自动脱螺纹机构与推板推出机构之间的同步问题。

微流控芯片超声振动注射成型模具设计 中南大学^[56]针对目前微流控芯片注射成型中微通道充填困难、成型精度低等问题,研究超声振动辅助注射成型微流控芯片的方法,设计出微流控芯片超声振动模具。创新性地引入热流道系统,实现了超声振动系统与注射成型模具的有效集成;独特的流道和型腔布置实现了芯片的基片和盖片同模同时成型;改进的二次顶出机构实现了芯片的无损脱模。

家用吸尘器盖板的侧轨道抽芯注塑模设计 景德镇陶瓷学院等^[57]针对家用吸尘器盖板注塑件两斜侧面具有4个安装定位孔的实际情况,拟定模具成型方案,设计了侧轨道抽芯注塑模。采用此模具实现了从注射到抽芯落料的自动化生产,生产的注塑件符合质量要求,提高了生产效率。

薄壁深腔塑料件注塑模设计 广东轻工职业技术学院等^[58]结合传统的模具结构形式,通过对模具浇注系统、冷却系统以及脱模系统的分析,设计出一套实用的薄壳注射成型模具。该模具采用点浇口,上下模镶块均采用多个楔块精确定位,利用推板配合限位拉条机构顶出塑料件,有效地减少了模具的高度。经生产验证,该模具结构合理可靠,在实际生产中取得了理想效果。

韩式六轨推拉框型材模具设计 连云港杰瑞模具技术有限公司^[59]介绍了韩式六轨推拉框型材的断面特征和要点,分析了其与普通型材的显著区别。阐述了韩式六轨推拉框型材模具的设计要点和设计技巧,重点讨论了模头平直段间隙设计、发散段流道设计、新的芯体支撑结构设计、干定型段冷却水与真空体系的平衡设计、湿定型段定型板与真空度的设计。

汽车音响面板注射成型模具开发与制造 北京电子科技职业学院等^[60]以开发汽车音响面板塑料成型模具为例介绍注射成型模具设计与关键成型零件制造过程,包括型腔数量及模架确定、浇注系统设计、推出方式确定及冷却系统设计,重点探讨了成型数万个直径为1.5 mm的小孔用型芯加工等难点解决方案。

水嘴注塑模设计 湖南城建职业技术学院^[61]设计了主要由大倾斜角的斜导槽侧抽芯机构、斜导柱侧向分型机构、

大升角的螺旋机构与齿轮组合的自动脱螺纹机构、推管推出机构等组成的两型腔注射模具,实现了水嘴成型后,开模时先由斜导槽驱动侧型芯抽芯一段距离后,斜导柱再同时驱动瓣合凹模滑块垂直分型,侧抽芯和垂直分型同时结束;最后利用卧式注塑机的顶出动作,通过固定在推板上的大升角螺母驱动与之旋合的螺杆旋转,一对直齿圆柱齿轮增速传动使螺纹型芯旋转而自动脱出螺纹,随后由推管推出制件。模具结构紧凑,运动可靠。

注射成型与模具结构一体化分析统一网格生成技术 郑州大学^[62]针对目前注射成型与模具结构分析分别采用相互独立的网格,二者的分析数据无法实现相互无缝输入,导致成型与模具一体化分析边界条件加载存在困难的问题,提出了统一网格的概念,并基于 APDL 参数化语言给出了统一网格生成的技术与方法,实现了成型分析与结构分析在互为边界上网格节点的一一对应,达到了数据相互无缝输入的目的。该技术解决了在真实成型压力或温度作用下开展模具变形分析面临的网格匹配及数据共享难题,具有极强的应用价值。

带把双色塑料杯的注塑模设计 华东交通大学等^[63]针对带把双色水杯内外层包覆结构的特点,采用转盘式双色注塑机成型,设计了单件两腔的转盘式绝热延长喷嘴的双色注塑模。在该模具中,水杯内层采用整体型腔,外层采用哈夫型腔,利用液压机构实现哈夫块的开与合;在定模的半成品成型区域采用瓣合滑块来缩短其型腔高度,利用弹簧斜导柱机构来实现瓣合滑块的开与合。实践表明,该模具动作可靠、成本较低,用该模具生产出的产品品质较好。

基于 UG 的轿车内饰件注塑模设计 沈阳理工大学等^[64]以轿车内饰件为例,介绍了在 UG 环境下进行注塑模设计的流程。着重阐述塑料件的分型设计方法,包括孔的修补,分型线和分型面等的选取与创建方法,型芯和型腔的创建过程,侧向分型和抽芯机构的设计方法和技巧。模具采用了一模两腔平衡式布局,点浇口凝料自动脱落机构,侧向分型与抽芯机构。

基于 CAE 技术的 CRT 显示器后壳注塑模设计 华东交通大学等^[65]基于 CAE 技术进行了 CRT 显示器后壳的注塑模设计。通过浇口位置分析确定了浇注系统的位置,通过成型窗口分析确定了成型工艺参数;通过流动分析查看了充填效果、最大注塑压力、锁模力、熔接痕位置以及气穴位置;最后基于 CAE 分析结果进行了模具的总体结构设计。

CAD/CAE 集成多型腔模注射浇口优化设计 南昌工程学院^[66]建立了注射模浇口位置的优化模型,提出了一种采用有限元模型转换代替几何模型转换的方法,克服了几何模型转换不足,实现了有限元模型从 CAD 系统到 CAE 系统的方便快捷的“零失真”转换,利用 Moldflow 软件进行模拟,获取训练样本,运用参数优化系统对多型腔情况下浇口的位置进行了优化设计。

基于 Pro/E 的螺纹法兰注塑模具及模架设计 华东交

通大学等^[67]在对螺纹法兰进行结构和工艺分析的基础上,确定了模具的结构和自动脱螺纹方案,采用液压马达和链轮-齿轮机构实现机动旋转脱螺纹。同时应用 Pro/Engineer Wildfire3.0 设计模具分型面和模具成型零件,通过 EMX4.1 模架库生成标准模架。该模具设计合理,对其它同类模具的设计工作具有一定的借鉴意义。

基于 Moldflow 的热流道双色注射模具的流动平衡优化 北华大学^[68]利用模流分析软件 Moldflow 的充填分析和流动平衡分析模块,分析了双色牙刷热流道注射模具的不平衡流动。通过调整流道的截面尺寸,得到良好的流动平衡,一次注射充填时间的不平衡率从 38.2% 降低为 1.7%,充填末端压力的不平衡率从 39.6% 降低为 4.1%;二次注射充填时间的不平衡率为 0.37%,充填末端压力的不平衡率为 4.5%。通过模拟确定了注射时间、注塑压力、熔体温度和模具温度等主要工艺参数。

立体声调频收音机后壳注射模设计 景德镇陶瓷学院^[69]针对立体声调频收音机后壳零件的工艺特点,设计了斜滑块侧抽芯、潜伏式浇口注塑模具。采用此模具结构实现了从注射到抽芯落料的自动化生产,经生产实践验证,模具结构合理,生产的塑料件符合质量要求,能够取得很好的经济效益。

类 U 形挤出模具优化设计 盐城工学院等^[70]以类 U 形塑料异型材为例,比较传统挤出模具设计方法和基于 iSIGHT 的挤出模具优化设计方法的优缺点。首先根据传统的挤出模具设计方法,建立相应的几何模型和有限元模型,对传统方法存在的问题进行分析。然后以模流平衡系数为优化目标,使用 iSIGHT 优化软件对传统方法设计的模具进行优化。最后用实验对优化的结果进行验证。结果表明,基于 iSIGHT 的优化设计的模具达到了生产实践的要求。

4 二次加工

注塑按键制品表面丝印电镀复合新工艺 珠海格力电器股份有限公司等^[71]通过对丝印油墨和电镀液的改良以及表面处理工序的调整,探索研究了在 ABS 注塑按键制品上丝印电镀的复合新工艺,该工艺已成功应用于有表面复合工艺要求的家电注塑制品,实践效果可行,有效解决了电镀注塑制品表面文字、图案附着力差的技术难题。

GFRP 加肋折形模板施工过程模拟试验 同济大学等^[72]研究了带有 T 形肋板的 GFRP 折形底板施工过程模拟试验,通过肋板孔中混凝土、贯通筋与混凝土浇筑形成桥面板的结构形式,制作了由两个 GFRP 底板单元组成的模板试件,通过灌沙的方式模拟施工时混凝土浇筑过程的荷载作用,探讨了 GFRP 加肋折形底板作为无支撑模板使用的可行性。结果表明,所设计的 GFRP 加肋折形模板的刚度和强度满足相关施工规范的要求。

PMMA 微流控芯片高效键合工艺 中南大学^[73]利用有限元软件对聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA) 微流控芯片键合过程进行仿真分析,而后以缩短键合时间为目的,针对键合温

度、键合压力进行了相应的实验研究。结果表明,当键合温度低于聚合物材料的玻璃化转变温度时,芯片易产生未键合区域,当键合温度高于玻璃化转变温度时,微通道随温度的升高发生严重变形,最佳键合温度值应在材料玻璃化转变温度附近进行选取;键合温度 105℃、键合压力 1.0 MPa 时,可在 5 min 的键合时间内得到微通道变形较小且完全键合的微流控芯片,满足模内键合的需求,大大缩短了芯片的制造周期。

参 考 文 献

[1] 胡文文,等. 工程塑料应用,2010,38(5):32-34.
[2] 冯权 和,等. 工程塑料应用,2010,38(5):38-41.
[3] 黄松,等. 工程塑料应用,2010,38(7):29-32.
[4] 郑澎,等. 工程塑料应用,2010,38(10):44-47.
[5] 冯刚,等. 塑料工业,2010,38(2):76-81.
[6] 黄瑶,等. 塑料工业,2010,38(8):43-46,53.
[7] 刘旭辉,等. 中国塑料,2010,24(4):65-69.
[8] 杨卫民. 中国塑料,2010,24(7):1-6.
[9] 胡泽豪,等. 中国塑料,2010,24(8):64-71.
[10] 何全国,等. 中国塑料,2010,24(8):72-74.
[11] 卢金重. 合成树脂及塑料,2010(3):53-56.
[12] 谢英,等. 合成树脂及塑料,2010(4):53-55,63.
[13] 刘国亮. 塑料,2010,39(3):121-123,33.
[14] 杜彬,等. 塑料,2010,39(6):1-4.
[15] 吴忠友,等. 玻璃钢/复合材料,2010(4):62-64.
[16] 符文贞,等. 玻璃钢/复合材料,2010(5):24-28,34.
[17] 李萍,等. 塑料,2010,39(4):18-20.
[18] 陈幸开,等. 玻璃钢/复合材料,2010(5):57-61.
[19] 于同敏,等. 工程塑料应用,2010,38(1):30-34.
[20] 张杨,等. 工程塑料应用,2010,38(4):39-42.
[21] 章柱衡,等. 工程塑料应用,2010,38(10):31-35.
[22] 林启权,等. 工程塑料应用,2010,38(10):36-39.
[23] 单志,等. 塑料工业,2010,38(3):43-45,62.
[24] 王铭,等. 中国塑料,2010,24(9):53-55.
[25] 刘祥军,等. 塑料工业,2010,38(10):35-38.
[26] 黄虹,等. 塑料,2010,39(2):48-50.
[27] 王戈,等. 塑料工业,2010,38(12):38-40.
[28] 董渠,等. 塑料工业,2010,38(S1):93-95.
[29] 戴亚春,等. 塑料工业,2010,38(7):46-48,53.
[30] 王晓娜,等. 塑料,2010,39(5):76-78.
[31] 郭星星,等. 塑料,2010,39(5):94-96.
[32] 李冬梅,等. 中国塑料,2010,24(3):68-71.

[33] 李翠云,等. 玻璃钢/复合材料,2010(3):21-24.
[34] 付庆兴,等. 中国塑料,2010,24(7):55-59.
[35] 李永泉,等. 中国塑料,2010,24(7):69-73.
[36] 黄风立,等. 中国塑料,2010,24(10):71-75.
[37] 付忠亮,等. 塑料工业,2010,38(1):39-42.
[38] 吴廷,等. 中国塑料,2010,24(5):94-96.
[39] 张还. 工程塑料应用,2010,38(1):76-79.
[40] 胡静,等. 工程塑料应用,2010,38(10):79-82.
[41] 伊大龙,等. 工程塑料应用,2010,38(11):43-48.
[42] 宋春华. 塑料工业,2010,38(3):46-49.
[43] 邵珠娜,等. 塑料工业,2010,38(8):47-49,53.
[44] 常士家,等. 塑料工业,2010,38(8):50-53.
[45] 徐凯,等. 塑料工业,2010,38(9):35-39.
[46] 邱国庆,等. 塑料,2010,39(5):71-75.
[47] 蔡康雄,等. 中国塑料,2010,24(2):103-108.
[48] 潘龙,等. 中国塑料,2010,24(11):94-99.
[49] 刘迎,等. 中国塑料,2010,24(12):107-112.
[50] 李晓翠,等. 中国塑料,2010,24(2):109-112.
[51] 张霞,等. 中国塑料,2010,24(3):108-113.
[52] 周雅文,等. 中国塑料,2010,24(6):91-96.
[53] 武学伟,等. 中国塑料,2010,24(7):98-101.
[54] 杜遥雪,等. 塑料,2010,39(2):17-19.
[55] 杨国,等. 工程塑料应用,2010,38(1):69-71.
[56] 李常峰,等. 工程塑料应用,2010,38(2):67-71.
[57] 于盛睿,等. 工程塑料应用,2010,38(4):65-67.
[58] 何亮,等. 工程塑料应用,2010,38(8):74-77.
[59] 刘阳. 工程塑料应用,2010,38(9):66-68.
[60] 付宏生,等. 工程塑料应用,2010,38(9):72-74.
[61] 李细章,等. 工程塑料应用,2010,38(11):80-83.
[62] 黄明,等. 工程塑料应用,2010,38(12):69-72.
[63] 匡唐清,等. 中国塑料,2010,24(2):100-102.
[64] 李艳娟,等. 中国塑料,2010,24(3):114-117.
[65] 匡唐清,等. 中国塑料,2010,24(4):104-108.
[66] 刘国亮. 中国塑料,2010,24(4):109-112.
[67] 周慧兰,等. 中国塑料,2010,24(9):90-93.
[68] 徐岩,等. 中国塑料,2010,24(10):100-103.
[69] 于盛睿,等. 塑料,2010,39(4):111-113.
[70] 张广冬,等. 塑料,2010,39(6):8-10,96.
[71] 李飞,等. 塑料工业,2010,38(8):85-87.
[72] 刘玉擎,等. 玻璃钢/复合材料,2010(6):18-20,17.
[73] 蒋炳炎,等. 塑料工业,2010,38(4):33-36.

ADVANCE IN PROCESSING TECHNOLOGY OF ENGINEERING PLASTICS OF CHINA IN 2010

Tan Guichun, Lü Zhaosheng, Zhao Zhihong
(The Magazine House of EPA, Jinan 250031, China)

ABSTRACT On the basis of the domestic literatures in China in 2010, the advance in the processing technology of engineering plastics in the respects of the processing technology, processing equipment, mould design and finishing is summarized.

KEYWORDS engineering plastics, processing technology, injection, extrusion, machinery, mould, simulation