

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2013.05.021

2012 年我国工程塑料加工技术进展

吕召胜,赵志鸿,谈桂春,王洪茹

(中国兵器工业集团第五三研究所,济南 250031)

摘要:根据2012年国内公开发表有关工程塑料加工技术的文献,从成型加工工艺、成型加工设备、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

中图分类号: TQ322

文献标识码: A

文章编号: 1001-3539(2013)05-0093-010

Advance in Processing Technology of Engineering Plastics of China in 2012

Lü Zhaosheng, Zhao Zhihong, Tan Guichun, Wang Hongru

(CNGC Institute 53, Jinan 250031, China)

Abstract : On the basis of domestic literatures in China in 2012, the advance in processing technology of engineering plastics in the respects of processing technology, processing equipment, mould design and finishing is summarized.

Keywords : engineering plastic ; processing technology ; injection, extrusion ; machinery ; mould ; simulation

2012年我国在工程塑料成型加工工艺研究、成型加工设备、模具设计、二次加工等方面得到进一步发展。其中,基于CAE等的模拟技术更加成熟,而在新工艺理论研究、电动注塑机设计等方面的研究也获得了较大的发展。笔者现根据2012年国内主要塑料类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

2012年我国科研技术人员对新型成型加工工艺的研究(包括新工艺的模拟仿真研究、新理论模型的建立、采用新方法或新思路对传统工艺进行改进等)在逐渐增多。同时,在塑料制品加工工艺研究中,通过工艺参数优化等改善成型质量的研究也比较多。而在研究方法上,大多采用数值计算与模拟、模流分析、正交试验、单因素实验等方法。

1.1 新型成型加工工艺研究

PA6冷压变形行为研究 广东工贸职业技术学院等^[1]采用微粗变形对结晶型聚合物尼龙(PA)6进行3种变形速度和4种变形程度的冷压微粗变形实验。实验结果表明,PA6的屈服应力随变形速度增大而提高的现象与许多材料单向拉伸屈服现象相似。同时,冷压微粗PA6的延性大变形属于“类塑性”,其性质和数值与聚合物及其“相-态”结构和变形回弹相关。虽然PA6冷压微粗后的回弹率很大,但回弹随变形速度提高而减小,因此为了研发PA6锻造技术,需要提高变形速度或采用加热措施及改用闭式锻造变形模式。

聚合物微型机械模内组装成型流固耦合变形分析研究 南昌大学^[2]通过有限元数值模拟技术,系统研究了聚合

物微型机械模内组装的二次成型聚合物熔体流变性能参数对一次成型固体微型零件的流固耦合作用效应和流固耦合变形的影响规律。结果表明,随着二次成型熔体材料的零剪切黏度增加,使二次成型熔体的充填流动与一次成型固体微型轴表面间的流固耦合的作用效应增强,则微型轴外表面流固耦合作用压力增加,而微型轴整体温度场趋于均匀,从而导致一次成型固体微型轴流固耦合作用压力场的弯曲应力和弯曲变形增加,而温度场不均的热应力和热变形减小。

聚合物挤出热压印成型工艺 北京化工大学^[3]介绍一种新的连续热压印工艺,在此工艺中热压印机与聚合物片材挤出机串联使用,聚合物片材经挤出机挤出后先要对其进行压平和调厚,以保证待压印片材的厚度及其均匀性,然后再进行热压印步骤。应用此工艺结合所设计的压印机成功制备出了聚合物微透镜扩散板。

滚塑成型工艺加热阶段的数值研究 北京工商大学^[4]为一个球形中空塑料制品的滚塑成型工艺的加热阶段建立了一种新的流动与传热理论模型,并采用Fluent软件对其进行数值计算。该理论模型将模具的导热、塑料层的导热和随后的熔融及内部空气的自然对流换热耦合起来求解。数值计算所得的加热时间、模具外壁面温度和内部空气温度都与实验结果吻合较好,从而证明了本理论模型的有效性。最后采用该理论模型分别计算了在不同外部加热温度、外部对流换热系数及塑料粉末层厚度下的加热时间,从而确定了这些

联系人:吕召胜

收稿日期:2013-04-19

参数对加热时间的影响,并得出了提高外部对流换热系数比提高外部加热温度能更有效地缩短加热时间等结论。

超声波测量技术在精密挤出成型中的应用 北京化工大学^[5]在分析影响精密挤出制品质量因素的基础上,提出将超声波测距技术应用于精密医用导管挤出成型过程中,实现管材壁厚及外径的在线测量。通过挤出管材米重 G_m (单位长度质量) — 牵引机速度的闭环反馈控制,完成管材壁厚及圆度的在线精确控制,达到精密挤出导管几何截面尺寸高精度的要求。

真空混合烘干技术在塑料加工行业中的应用 天津金发新材料有限公司^[6]利用真空干燥原理,以双螺杆挤出机产生的废热为热源,采用单螺旋混合干燥机在真空状态下混合烘干物料。实践表明,该真空混合烘干技术节能效果明显,可满足物料的干燥要求,尤其适用于热敏性塑料的干燥。

高速微注射成型中熔体充填模式及裹气机理研究 郑州大学等^[7]分析了高速微注射成型中气孔产生的原因和可能出现的位置,开展了实际产品的高速微注射成型实验,比较了模拟结果和实验结果。研究表明,熔体充填模式与注射速度、材料特性、型腔尺寸密切相关,在喷射充填模式下可能产生裹气。

微尺度效应和壁面滑移对微挤出成型的影响分析 中南大学^[8]研究分析了聚合物在微细管道中的微尺寸效应及壁面滑移机理,在采用数值模拟软件 Polyflow 的基础上分析了黏度和壁面滑移对聚合物微尺寸流动的影响,并结合不同的边界条件分析了机头压缩段长度对制品变形的影响。结果表明,有壁面滑移条件下,熔体流动阻力减小,速度分布更加均匀,制品变形较小。

超声振动作用下的聚合物塑化机理研究 重庆大学^[9]利用理论并结合实验对超声振动作用下聚合物的塑化进行了研究,探讨了超声波熔融塑化中的摩擦热效应和超声空化效应。结果表明,低频及较高声压幅值有利于空化效应的发生。利用自制的超声振动塑化装置,实验研究了不同声压幅值对超声振动成型塑料制品质量的影响,进一步验证了空化效应在聚合物超声波熔融塑化的主导作用。

振动力场下螺旋芯棒式管材机头内熔体流动的数值模拟 佛山职业技术学院等^[10]为了研究振动力场作用下螺旋芯棒式管材机头内熔体的流动特性,考虑非定常流动,使用 Polyflow 软件首次对熔体的流场进行了全三维非牛顿等温数值模拟。研究表明,随着振动力场的引入,流道内熔体的剪切速率、黏度、剪切应力、压力和速度等呈周期性规律变化。另一方面,随着振动频率或振幅的增加,流场的剪切速率平均值增加,而流场的黏度平均值、剪切应力平均值和压力平均值下降。

基于 SIM 的多型腔注塑模具流动平衡优化 重庆文理学院^[11]以充填结束时间差、体积收缩率、缩痕指数等为评价指标,利用 Moldflow 软件对基于顺序注射成型 (SIM) 的多型腔模具流动平衡优化过程进行分析,并确定合理的 SIM 方案和浇口时间参数。结果表明,采用延时充填的 SIM 优化方案可显著提高多型腔模具的流动平衡性,流动不平衡率由优化前的 44.1% 降低为 1.6%,同时其它成型质量指标也都有所改善。

基于外置式感应加热的注塑缺陷模拟及实验研究 上海交通大学^[12]针对注塑过程中常见的欠充缺陷,应用感应加热原理,对模腔表层金属进行快速加热,由此改善了因料流冷却过早产生的欠充缺陷。最后通过实验验证了局部加热对注塑件欠充的改善效果,以及温度设置对欠充的影响。

水辅与气辅成型的对比研究 浙江大学等^[13]在实验的基础上,首先分析了水辅注射成型 (WAIM) 与气辅注射成型 (GAIM) 的特点,并从机理上分析了 WAIM 和 GAIM 制品残余壁厚的形成,进而对比分析了 WAIM 和 GAIM 制品残余壁厚的大小。结果表明,对于具有流动方向偏转结构的模具, WAIM 制品的壁厚均匀性优于 GAIM 制品; WAIM 更易于生产截面为圆形的制品。

基于 DSC 法的复合材料拉挤工艺研究 解放军理工大学^[14]为提高碳纤维 / 玻璃纤维混杂增强树脂基复合材料拉挤型材的固化质量和力学性能,通过差示扫描量热分析 (DSC) 法,得出了相同配方条件下复合材料的 4 种不同升温速率下的固化 DSC 曲线,运用 $T-\beta$ 外推法初步确定了三段式加热拉挤成型方法的温度工艺参数范围。通过以上方法所得到的复合材料拉挤工艺参数能够满足制备混杂纤维复合材料型材的要求。

微孔注射成型 PPS 西南科技大学等^[15]以超临界氮气 ($SC-N_2$) 作为发泡剂,采用注射成型法制备了微孔化聚苯硫醚 (PPS) 泡沫塑料。随着模具流道的延长,微孔化 PPS 泡沫塑料的泡孔孔径逐渐变大,泡孔密度降低; $SC-N_2$ 含量对泡孔孔径、力学性能及介电性能影响不大,但泡孔密度随 $SC-N_2$ 含量的增大而增大;随着 PPS 熔胶量位置的降低,微孔化 PPS 泡沫塑料的泡孔孔径增大,泡孔密度降低,力学性能及介电常数也相应逐渐降低。

泡沫夹芯结构复合材料 VARI 工艺模拟研究 中国船舶重工集团公司第七二五研究所^[16]采用等效建模法和细化建模法对矩形泡沫夹芯结构复合材料平板的真空辅助树脂灌注 (VARI) 工艺进行了模拟仿真分析,并结合工艺成型实验进行了验证。结果表明,由两种方法计算得到的理论充模时间与实测树脂充模时间基本一致,采用等效建模法所得树脂流动前锋位置曲线与工艺成型实验测试值更加吻合。

1.2 塑料制品成型加工工艺研究

汽车后灯壳翘曲分析与模具反变形技术研究 南昌大学机电工程学院^[17] 基于 CAE 模流分析技术,对汽车后灯壳进行了注射成型模流分析的数值仿真计算,并对后灯壳进行了现场跟踪测量。结果表明,得出的后灯壳翘曲残余变形仿真计算结果与测量值基本吻合,误差在 50% 以内。结合所制定的反变形方案,在这个仿真模型的基础上,对后灯壳注射成型时的反变形量进行了数值仿真优化,与无反变形量的注射成型相比,最优方案可使翘曲变形量减少 90% 以上。

基于空调面板收缩优化的分段保压曲线研究 重庆大学等^[18] 以空调面板为研究对象,制品顶出时体积收缩率为质量指标,研究了 3 段保压方案中各段压力大小及保压时间对制品质量的影响。结果表明,3 段递减保压方案在降低制品顶出时体积收缩率方面最为有效,第 1 段保压压力和保压时间对体积收缩率的影响最显著。当 3 段保压压力依次为 85, 70, 55 MPa, 且 3 段保压时间依次为 1, 3, 2 s 时,制品顶出时的体积收缩率比恒定保压降低了 37.46%。

人脸反求模型的注射成型翘曲变形分析与优化 吉林大学^[19] 以人脸修复体为研究对象,应用逆向工程技术将测量所得的三维人脸点云数据反求成 NURBS 曲面模型,并用有限元方法对人脸修复体注射成型工艺进行模拟仿真分析。通过正交试验,对影响翘曲的相关工艺参数进行优化,从而获得最优工艺参数组合。采用该方法能够获得良好的人脸修复体,有效解决了人体软组织修复体的制备问题。

基于响应面模型的汽车反光罩工艺参数混合优化 华东理工大学^[20] 以汽车反光罩作为研究对象,选取模具温度、熔体温度、保压压力、保压时间作为试验变量,以体积收缩率和翘曲变形作为优化目标,采用 Box-Behnken 试验设计方法,建立试验变量与优化目标之间的二阶响应面模型,通过 Design-Expert 软件进行方差分析得到最优序列,并且由此预测最优结果。结果表明,应用二阶响应面模型进行优化设计是提高制品质量的一种有效途径。

外角撑制件双物料注射成型研究 西华大学等^[21] 基于界面扩散结合理论,利用 Moldflow 软件研究温度相关工艺参数对外角撑制件界面结合强度和翘曲变形的影响。结果表明,提高先、后注射材料的熔体温度和后注射材料的模具温度及缩短先注射材料的模内冷却时间均可增加外角撑制件界面结合强度;除冷却时间外,外角撑制件总体变形随材料注射温度和模具温度的提高均有不同程度的增加,但高度方向的变形却在减小。

彩电前壳 GAIM 工艺参数优化研究 南昌大学^[22] 以 21 英寸彩电前壳作为研究对象,将 Moldflow 2010 作为 CAE 模拟试验平台,以熔体温度、模具温度、熔体注射时间、气体

延迟时间、气体压力为关键工艺因素,考察了 GAIM 复杂壳体类塑料制品的翘曲变形量和气体穿透情况。以正交试验设计方法为基础,利用遗传算法并结合径向基神经网络建立 GAIM 工艺参数优化系统,可用于工艺参数组合的快速确定,为 GAIM 工艺参数优化提供了一种新的求解思路。

基于 BP 神经网络的高光无流痕成型工艺优化 南昌大学^[23] 在对高光无流痕成型深入研究的基础上,以 OPPO 手机外壳为例将正交试验方法和 CAE 模拟相结合,以翘曲变形量为主要评价指标,研究工艺参数对高光制品翘曲变形量的影响趋势,然后利用 BP 神经网络建立主要工艺参数和制品翘曲变形量之间的数学模型,并通过模型对制品翘曲变形量进行预测,并经实验验证了该方法的可靠性。新技术和新思路的运用,在控制 OPPO 手机外壳翘曲变形方面产生了良好的效果,对实践生产具有一定的指导意义。

薄壳多孔塑料制品高光注射成型工艺研究 南昌大学等^[24] 对手机壳体进行了常规注射成型 CAE 研究,分析存在较为严重的表现质量问题。通过采用高光成型技术,以沉降指数、体积收缩率和翘曲变形为质量指标,利用正交试验和多目标综合平衡法分析研究得出该制品的最佳成型工艺参数组合。分析结果表明,高光注射成型技术在改善薄壳多孔塑料制品缺陷方面比常规注射成型有着更大的优越性。

剪切拉伸双向复合应力场挤出 PE-HD/PP/SGF 管材研究 重庆工商大学等^[25] 利用自行设计制造的剪切拉伸双向复合应力场挤管装置制备了双向增强的高密度聚乙烯/聚丙烯/短玻璃纤维 (PE-HD/PP/SGF) 管材。剪切拉伸双向复合应力场挤管装置中剪切套筒旋转转速的有效形成可有效促进 PE-HD/PP/SGF 体系分子的取向,改善体系分子的取向度,但随着该转速的加快和该装置剪切应力场段温度的升高,PE-HD/PP/SGF 体系分子的取向改善逐渐变弱,而解取向效应变得更加严重。

PE 弯头管件的挤出压缩工艺研究 深圳大学^[26] 采用挤出压缩工艺制备了聚乙烯 (PE) 弯头管件,对管件尺寸精度的影响因素进行了研究,着重探讨了模腔温度、压缩时间与管件尺寸精度之间的关系。结果表明,当压缩压力为 25 MPa、熔体温度为 220℃、定模内腔温度为 60℃、压缩时间为 12 min 时,利用挤出压缩工艺制备的 PE 弯头管件尺寸精度最高,且高于优化后的注塑工艺。

单腔医用微管挤出成型管径壁厚变化规律 华南理工大学^[27] 分别推导计算微管挤出成型中经过离模膨胀、注气胀大及牵引拉伸后的管径和壁厚值表达式,得出注气压力和牵引速度对管径和壁厚的影响规律。并利用 PA11 进行微管挤出实验,根据实验数据分析讨论了注气压力和牵引速率对管径壁厚的影响规律。其结果表明,理论曲线和实验曲线

的变化趋势一致,但理论值随气压的改变波动较小。

PE-MD 厚壁燃气管道阀门缩孔研究 深圳大学^[28]针对厚壁中密度聚乙烯(PE-MD)燃气管道阀门内部缩孔问题,设计并制造了相应的模具,从模具结构、注塑工艺、制品脱模后热处理等方面提出了解决制品内部缩孔问题的方案。通过对各种工艺参数的优化研究,得出了各因素对内部缩孔问题的影响程度及最佳工艺参数。结果表明,合理的工艺条件及模具结构能够解决厚壁制品内部缩孔问题。

汽车零部件应力发白原因分析及解决 上海天原胜德塑料有限公司等^[29]从原材料、模具设计及注塑工艺方面分析导致PP材料成型后发白现象的原因。结果表明,材料配方中加入均聚PP和无规PP可以改善材料受应力时发白情况,模具设计及注塑工艺也是造成材料应力发白的原因。汽车零部件应力发白情况须从多方面因素综合考虑来寻求解决。

薄壁塑料件顺序注射压缩成型热残余应力仿真研究 中南大学等^[30]使用Moldflow MPI/Injection-compression模块对薄壁塑件顺序注射压缩成型工艺进行了仿真。结果表明,顺序注射压缩成型薄壁制品热残余应力分布规律与常规注射成型相似,但是前者热残余应力较小且沿流动方向更为均匀;热残余应力随熔体温度、模具温度、压缩距离、压缩速度的增加而减小,随延迟时间和保压压力的增加而增大;压缩压力大于熔体流动阻力后,继续增大压缩力对热残余应力无影响。

注射成型参数对透明制品双折射影响仿真研究 泰瑞机器股份有限公司等^[31]以透明塑料制品的平均双折射为质量目标,利用Moldflow分析计算了不同工艺条件下的制品平均双折射。保压时间和熔体温度对制品平均双折射影响最为显著,但二者对平均双折射的影响机理却不一样,保压时间仅对近浇口区域的双折射值影响显著,熔体温度则对制品整个区域的双折射值有较大影响。

注塑制品喷射纹的形成机理及其解决措施 金发科技股份有限公司^[32]阐述了注塑制品喷射纹的形成根本机理,分析了喷射纹对制品性能的影响,并结合大量实例,从模具设计、成型工艺、材料、产品设计等方面提出避免或减轻喷射纹的措施。

基于粘弹性模型的PMMA微流控芯片模内键合微通道变形研究 中南大学^[33]针对聚合物微流控芯片模内键合过程中微通道变形的问题,采用粘弹性材料模型对聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)微流控芯片模内键合过程中具有梯形截面的微通道变形进行了仿真分析;研究了在105℃下,芯片微通道在不同键合压力和键合时间下微通道的变形。结果表明,微通道不能保持键合前的尺寸,温升对微通道变形影

响很小;微通道顶部与两侧的黏合使得微通道顶部宽度和微通道高度变形远大于底部宽度变形,并随着键合压力的增大而增大;当键合时间超过50 s后,键合时间对微通道变形影响很小,可以采用较长的键合时间来保证键合强度而不影响微通道形貌。

PE-UHMW 塑烧板基板成型压力与烧结时间研究 中南大学^[34]利用超高分子量聚乙烯(PE-UHMW)粉末代替传统材料成型塑烧板基板,通过研究冷压压力对PE-UHMW粉末坯体孔隙率的影响及烧结颈随烧结时间的演变,确定了采用粉末压制烧结成型时成型压力应小于6 MPa,烧结时间应为30 min左右。

满足平整度与力学性能要求的注塑聚乙烯垫板制备研究 河北翼辰实业集团有限公司^[35]以不同牌号的PE-HD为基体,加入聚烯烃弹性体(POE)及其它助剂,通过挤出共混、造粒、注塑等工序制得20 mm厚注塑PE垫板。选择具有增强排气、压实物料功能的螺杆组合方式,采用牌号为5502的PE-HD并加入5份的POE,并通过优化注塑工艺参数及机加工,可制得满足平整度与力学性能指标要求的20 mm厚注塑PE垫板。

微孔薄膜挤出成型研究 南昌航空大学^[36]利用Unigraphics NX软件设计了8孔微孔薄膜挤出模,并对挤出模成型段及挤出物部分进行了CAE模拟,利用参数渐变法研究了不同拉伸应力下挤出物外形及横截面形状尺寸的变化。结果表明,随着拉伸应力的增大,挤出物横截面尺寸越来越小;气孔由圆形变为菱形、椭圆形;挤出物表面具有明显的波纹特征。

常温过程聚合制作有机玻璃工艺品研究 广西工业职业技术学院^[37]采用紫外光间歇照射引发甲基丙烯酸甲酯(MMA)反应,频率为照射3 min 歇息30 min,光引发剂加入量为单体质量的0.12%,每次加料厚度1~3 cm,常温过程($\leq 40^\circ\text{C}$)制作有机玻璃工艺品。结果发现,该法单体损失率仅为热引发法的14.8%,且适用于40℃以上易变形的内嵌物,电能消耗也大幅下降。

软模/真空灌注工艺成型带复杂孔圆盘 三一重工股份有限公司等^[38]采用硅橡胶制备软模,利用其柔韧性解决常规模具无法一次成型复合材料构件的问题。并通过软模/真空灌注工艺制备了带复杂孔圆盘,以验证其工艺可行性。通过比较与其它工艺制备的复合材料性能,探讨其使用前景。结果表明,采用软模/真空灌注工艺可一次整体成型带复杂孔圆盘等复杂构件,制品性能稳定。

大型汽车塑料装饰件表面质量控制 南昌大学等^[39]从产品设计、原料选用、成型设备、成型方式、模具结构设计与产品加工精度、成型工艺条件等方面进行分析研究,查清造

成大型汽车塑料装饰件各种表面缺陷的原因,研究查找到解决问题的方法,以求最大程度地解决制品表面质量问题,更好地控制大型汽车塑料制品的表面质量。

2 设备及其改进

基于软 PLC 的总线型全电动注塑机控制系统设计 清华大学新材料国际研发中心等^[40]介绍全电动注塑机新型控制系统的设计方法。硬件架构采用软 PLC 和 CANopen 总线搭建。软件设计借鉴面向对象的思想和方法,采用 UML 建模,用符合 IEC61131-3 标准的编程工具 CoDeSys 实现代码。此外还介绍了多任务划分的经验和技巧。经测试验证,这种新型控制系统满足工艺生产的需要,并且具有强大、高效、简洁、灵活的优点,非常具有推广价值。

电动注塑机用滚珠丝杠副的动态应力分析 浙江申达机器制造股份有限公司等^[41]通过建立电动注塑机用滚珠丝杠副接触角等结构参数以及速度和加速度的动态受力模型,利用螺母和丝杠的速度关系,得到二者之间加速度的关系。应用赫兹应力公式推导出螺母侧和丝杠侧的接触应力公式,并进一步分析了接触角等结构参数及速度和加速度对丝杠副接触应力的影响。结果表明,对于电动注塑机用滚珠丝杠副,速度的增大会造成接触应力的明显增加,加速度的增加也会造成接触应力的增加。

全电动注塑机的研究与开发 广州数控设备有限公司^[42]研制出适用于全电动注塑机的大功率伺服电机及驱动、短行程大负载滚珠丝杠和控制系统等核心功能部件,并成功开发出精密级的全电动注塑机。所研制的全电动注塑机的关键性能参数经测试表明,注射终止位置重复精度达到 0.02 mm,锁模力重复精度达到 0.136%,制品质量重复精度达到 0.08%,完全满足精密注塑机的要求。

全电动注塑机混合驱动式合模机构优化分析 北京化工大学^[43]优化设计出一种新型混合驱动式合模机构,并对该合模机构的开合模过程进行运动学仿真和动力学仿真。结果表明,相比于现有全电动注塑机混合驱动合模机构,新型混合驱动式合模结构在移模速度上有了显著提高,移模速度曲线也更接近理想的正弦曲线。新型全电动精密注塑机混合驱动合模结构具有低成本化的优势,同时其机构运动学和动力学的性能也超越了已有全电动混合驱动合模结构。

全电动注塑机智能自动清洗系统控制方法设计 华中科技大学等^[44]在原有注塑装置不改变的前提下,提出对料筒中螺杆进行智能自动清洗功能的控制方案,构建智能自动清洗控制系统。以预设的清洗工艺参数对 150 g PP 原料进行自动清洗测试,并与手动清洗进行对比试验,结果表明,自动清洗效率比手动清洗平均提高 33.7%,一次清除残料率比手动清洗高 1.84%,因此智能自动清洗效率更高,清洗效果

更佳,避免了手动清洗方式下操作人员依靠经验手工清洗的不确定性。

新型液电复合互补动力驱动系统 宁波海达塑料机械有限公司^[45]介绍了液电复合互补动力驱动系统,该系统为注塑设备绿色技术的新型模式。50 000 g 托盘注塑机的独立塑化驱动液电复合互补驱动的三阶挤注复合系统说明,液电复合互补驱动系统革新了传统注塑机动力驱动系统,达到节能降耗、革新成型工艺以及扩大塑化原料处理能力的目的。

桌面型微注塑机锁模机构设计与分析 天津大学等^[46]为了设计桌面型微注塑机的锁模机构,在对注塑机锁模肘杆机构的运动学特性和力学特性进行理论分析的基础上,确定了最佳的肘杆几何参数,对肘杆机构进行了运动学仿真分析和静力学分析。设计的桌面型微注塑机的肘杆锁模机构能够满足慢-快-慢的理想速度特性,并且在能够提供 100 kN 锁模力的前提下,满足刚度和强度的要求。

基于遗传模拟退火算法的注塑机增力机构优化研究 沈阳化工大学^[47]对注塑机五铰链斜排双曲肘增力机构进行了运动和力学特性分析,采用遗传模拟退火算法对该增力机构进行了优化设计,以机构行程比较大、力的放大倍数较大和机构总长较小为目标函数建立了优化数学模型,该优化设计属于多目标函数优化问题,通过对增力机构实例优化计算与传统设计方法进行了比较,结果表明行程比增加 5.97%,力的放大倍数增加 14.10%,机构总长减小 5.25%。

注塑机伺服泵多回路控制技术的研究 泰瑞机器制造(中国)有限公司^[48]研究了德国博世力士乐公司的伺服泵多回路控制技术,从电气控制和液压传动两方面深入研究,并将此技术应用到注塑机上,通过实验测试相关性能,并提出改进方案,从电气控制和液压传动两方面分析改进后的控制原理,并在原机器上进行改造,进而测试相关性能。通过比较改进前后的数据表明,新方案性能更稳定、运行更可靠、应用更方便。

加热方式对注塑机塑化能力和比能耗的影响 北京化工大学^[49]以注塑机机筒加热和机筒内物料的塑化过程为研究对象,通过理论分析和实验,分析感应加热升温过程和特点,研究螺杆转速变化对感应加热和电阻加热下注塑机产量和比能耗的影响。结果表明,在一定转速下,加热方式对塑化产量影响不大,但感应加热比电阻加热节能。

基于 BP 神经网络的套筒式串联推力轴承组优化设计 北京化工大学^[50]为完善套筒式串联推力轴承组优化设计理论,为大型、高端推力轴承组国产化提供理论支持,利用有限元数值模拟方法,对轴承组进行静态力学分析,研究轴承组几何设计参数对其均载性能和承载能力的影响。通过

BP神经网络建立轴承组几何设计参数与轴承组均载率的数学模型,并用于轴承组的优化设计。

基于机头压力曲线的挤出机智能换网控制系统设计 华南理工大学^[51]提出用可编程控制器对传统挤出换网装置进行改进,建立了一个简单的机头模型,用于设定机头压力上限值,对机头熔体流动情况和最佳换网时机进行判定和控制。还分析机头压力曲线在控制系统中作用,最后简述了人机交互的实现,对换网装置自动化、智能化和人性化的提升。

开槽机简单螺杆挤出机的对比研究 北京化工大学^[52]针对轴向直槽机简单螺杆挤出机和螺旋沟槽机简单螺杆挤出机的结构、固体输送机理和优缺点进行了对比分析,并对其比产量和比能耗进行了对比实验研究。结果表明,通过正确的沟槽结构设计,可实现螺旋沟槽机简单螺杆挤出机固体输送段的正位移输送,螺旋沟槽机简单螺杆挤出机在比产量、比能耗等挤出性能指标方面均优于轴向直槽机简单螺杆挤出机。

三聚氰胺泡沫双螺杆反应挤出机设计 天华化工机械及自动化研究设计院^[53]通过实验确定了三聚氰胺泡沫塑料的工业化生产流程,通过计算确定了三聚氰胺反应挤出发泡专用的反应型双螺杆挤出机的关键技术参数。为满足泡沫生产过程中黏度差较大组分的快速均化和反应热的快速移除等要求,专门设计了特殊的反应挤出机筒体和专用混合螺杆元件。通过实际工业化生产检验了流程设计及反应挤出机设计的可行性。

中空成型机型坯壁厚控制系统的设计与研究 浙江师范大学等^[54]设计了以高性能电液比例阀为核心的型坯壁厚电液位置控制系统。该系统采用高性能电液比例阀作为控制元件,由贮料缸和控制缸组成型坯壁厚控制系统的执行元件。试验证明,该系统有利于整机的周期性控制,保证运动平稳性要求,达到较高的位置控制精度,同时也有利于提高系统的动态品质。

双工位塑料挤出吹塑中空成型机的改进设计 顺德职业技术学院等^[55]通过对双工位挤出吹塑中空成型机缓冲液压油缸及缓冲液压油缸回路、吹瓶控制方法、吹气装置的改进,从而保证设备工作运行平稳、定位准确、操作方便。改进后设备生产的安全性、生产效率、产品合格率都有提高。

幅宽 14 m PO 涂布膜机组设计 广东金明精机股份有限公司^[56]研究了聚烯烃(PO)涂布膜对在线涂布膜机组螺杆、机头、自动膜厚控制系统、牵引张力控制及收卷的特殊要求。结果表明,采用 $\varnothing 150$ 低剪切分离型螺杆可以很好地加工长支链茂金属树脂;采用新型中心进料机头和自动横向厚度控制系统可以提高 PO 膜的厚度均匀性,满足涂覆的要求;

采用 S 型牵引装置可以解决宽幅牵引夹紧时两头紧、中间松的“哈壳”现象;采用摆动折叠方法可以解决宽幅膜较难卷绕的有关问题。试验表明,配置合理、技术先进的 PO 涂布膜机组可以生产幅宽 14 m 的 PO 膜。

双转子连续混炼机混炼段相似放大研究 华东理工大学^[57]根据双转子连续混炼机自身特性和等效平均停留时间、等价转子顶部剪切速率的原则,以能量等效为衡量混合效果的准则,提出双转子连续混炼机混炼段相似放大设计的流程及其理论模型。在该模型确定的转子转速和喂料速率下,利用 Polyflow 软件模拟了机筒内径分别为 30 mm 和 100 mm 的双转子连续混炼机混炼段和卸料段内的流场特征,以能量等效为指导准则,通过对流场特征和混合效果进行分析,对所提出的相似放大设计理论模型进行了验证。

同步转子密炼机混合效率的数值模拟研究 辽宁石油化工大学^[58]利用 CFD 软件 Polyflow 对 banbury 转子和 roller 转子的两种密炼机内熔体流场进行二维数值模拟。利用粒子跟踪法对两种类型转子密炼机的分散混合性能、分布混合性能、线拉伸以及混合效率进行了统计和比较。结果表明,由于 roller 转子截面的棱数多于 banbury 转子,在相同周期内,roller 转子密炼机对熔体的剪切与拉伸作用次数多于 banbury 转子密炼机,因而提高了拉伸速率和剪切速率,roller 转子密炼机具有较高的分散性和分布性混合效率。

聚氨酯高压注射枪枪头失效分析与对策 长沙学院^[59]采用理论计算和取样观察的方法分析了高压注射枪枪头的失效形式及其机理,并做了改进试验研究。分析和试验结果表明,枪头失效的形式主要是磨损和卡死。磨损是缘于有相对运动的零件表面粘附的污垢对表面产生了磨擦,配合间隙缩小及腐蚀更加剧了这种磨损;卡死是因为污垢积聚造成配合间隙缩小,甚至产生偏载,使活塞杆运动受阻,活塞杆尺寸膨胀也是引起卡死的原因之一。可通过正确选材、制订合理的热处理工艺及机加工工艺改善磨损和卡死的情况,且效果显著。

双曲肘合模机构优化 CAD 系统设计性能研究 北京化工大学^[60]根据建立的双曲肘合模机构的设计流程开发出用于双曲肘合模机构优化设计的计算机辅助设计(CAD)系统,着重研究了该系统的设计性能。通过对优化设计系统所设计的设备进行运动学仿真及变形模拟分析,验证了设计结果的合理性。通过与现有相同规格注塑机合模机构的对比实验,表明该系统设计的设备结构合理、性能良好;该 CAD 系统能够高效地优化并设计出不同系列规格的合模机构。

注塑制品表面缺陷自动识别软件的构建 华南理工大学^[61]以注塑制品的四种常见表面缺陷(油污、点缺陷、压痕、划痕)为研究对象,设计了基于机器视觉技术和图像处理技

术的自动识别系统,对注塑制品表面缺陷进行检测。介绍了软件系统结构及人机界面设计,并对图像处理的实验结果进行了讨论,制品缺陷的平均识别率达84.44%。

聚合物配比优化系统开发 国家复合改性聚合物材料工程技术研究中心^[62]为摆脱聚合物复合改性过程中依赖经验的“试错法”,基于支持向量机和遗传算法在Microsoft Visual C++平台上开发出聚合物配比优化系统,系统主要包括材料性能预测模块和材料性能优化模块。在该系统的指导下,用较少的实验获得较为理想的性能预测模型,得到了性能优化值及其配比。

3 模具研究、设计及加工

CAE技术整合随形水路设计的电机盒模具研究 宁波职业技术学院^[63]以电机盒塑料件为例,在相同的模具设计条件下,将传统冷却水路设计更改为随形冷却水路设计,利用实体三维网格的Moldex3D模流分析软件分析了两种冷却水路对模具的冷却效果。结果表明,随形冷却水路改善了模具的热平衡问题,电机盒的最大翘曲变形量从1.2 mm下降到0.5 mm,模具冷却时间从9 s下降到6 s,生产效率提高了12.5%。经实际验证,该模具已投入批量生产。

大型注塑模具设计经验与技巧 广东科技学院^[64]以某电冰箱透明储物柜注塑模具为例,简述了大型注塑模具的设计经验与技巧。模具采用液压油缸进行外侧斜向抽芯,采用分体式斜顶进行内侧斜向抽芯,采用气压和推块联合推出塑料件。模具侧向抽芯机构复杂,冷却系统设计合理。实际运行表明,成型周期和塑料件质量符合客户要求。

汽车方向盘座塑料件热流道注塑模设计 常州机电职业技术学院^[65]根据汽车方向盘座塑料件的材料与结构特性,模具采用热流道与多潜伏式浇口浇注系统型式,成型零件采用多块镶拼结构;为实现多方位的抽芯,外侧抽芯采用斜滑块侧向抽芯机构、内侧抽芯采用斜顶抽芯机构;采用二次推出方式实现推出,均匀布局冷却管道保证冷却效果;解决了多活动型芯及复杂抽芯机构设计问题。

控制开关面板双色注射模设计 福建工程学院^[66]介绍了控制开关面板双色注射模的设计方法。塑料件采用一模二腔、平衡式4点浇口注料的成型方案,解决了塑料件各部分仅依靠0.3 mm厚的薄片连接导致型腔充模困难的问题;采用浇道凝料与塑料件能自动分离的点浇口浇注系统,以及两种颜色塑料件分别设置推杆推出机构,实现了第一色注射只取出浇道凝料而塑料件不脱模,第二色注射浇道凝料与塑料件同时脱模的动作要求。

水准仪前盖复杂抽芯注塑模设计 广东科技学院^[67]设计了一款既有外侧抽芯,又有内侧抽芯,既有动模抽芯,又有定模抽芯,既有斜顶抽芯,又有斜滑块抽芯的水准仪的前盖

注塑模,该模具冷却系统采用冷却水胆和冷却水管联合冷却方式,其中冷却水管沿型腔立体布置,有效提高了塑料件精度和模具的劳动生产率。

翼形罩注塑模设计 湖南城建职业技术学院^[68]根据翼形罩塑料件较特殊的结构,设计了两瓣合斜滑块凹模成型塑料件外形、组合式可滑移、凸模成型塑料件内形的注塑模具;开模时,在顺序推出机构配合下,依次实现两斜滑块凹模先侧向分型、组合式凸模的固定型芯再沿开模方向抽出、滑移型芯最后内侧抽芯的动作过程。

手机面盖精密注塑模具设计 广东科技学院^[69]介绍了一款薄壁手机面盖注塑模具的设计要点和注意事项,模具采用定模斜顶进行内侧成型,动模则采用“斜导柱+滑块”进行外侧抽芯,采用二次脱模结构,设计了先进的模具排气系统和导向定位系统,该模具结构紧凑,刚性极佳,是一副长寿命的精密注塑模具。

一种具有二级内侧抽芯机构的汽车门把手座注塑模设计 常州机电职业技术学院^[70]以汽车门把手座为研究对象,针对该塑料件所具有的复杂内部结构,采用液动二级内侧抽芯机构、通过两级机构运动换向实现侧孔抽芯,解决了塑料件内小空间的内部侧孔结构成型问题;模具采用潜伏式浇口的热流道浇注系统,合理设计冷却方案,保证冷却均匀,采用斜顶等模具结构,实现注塑塑料件成型并满足质量技术要求。

基于ANSYS的LED电视面壳高光模具方案设计 厦门理工学院^[71]基于高光成型工艺原理,为实现LED电视面壳的高光效果,提出采用油加热、油冷却方式对其型腔表面进行变模温控制。构建基于多种不同模具材料和结构变模温注塑工艺分析模型,利用ANSYS对其加热响应、冷却过程进行数值模拟。最终采用以AMPCOLOY 972作为模具材料且带隔热方式的高光模具结构方案。

滑块延时分型脱模的注塑模设计 广东轻工职业技术学院^[72]分析了套管塑件的结构特点,介绍了套管注塑模的结构与工作过程。采用滑块延时分型实现塑件的脱模,在型芯中开设隔片式冷却回路加强对型芯的冷却,保证了塑料件的质量。

一种异向复动抽芯机构的设计与应用 南昌大学等^[73]应用斜面原理,设计了一种大滑块内置小滑块的机构,实现了先完成小孔型芯正向抽芯,再进行侧型芯抽芯的顺序动作。阐述了倾斜角和导滑长度设计要点,及该机构的工作过程。该机构避免了产品出现拼缝、毛边,降低了模具制造成本。该机构构造简单,工作可靠,已在实际生产中稳定使用。

基于CBR的注塑模具侧向抽芯机构设计研究 大连理工大学^[74]在全面分析注塑模具侧向抽芯机构设计内容和知

识特点的基础上,应用基于实例推理(CBR)的智能化设计技术,建立了模具侧向抽芯机构智能化设计的总体结构。采用知识引导法与最近邻算法相结合进行相似实例的检索与匹配,再以基于规则的推理(RBR)技术对匹配成功的最相似实例进行修改,得到符合目标塑料件要求的模具侧向抽芯机构设计方案。

同步轮塑件精密注塑模具设计 南京化工职业技术学院^[75]通过对同步轮塑料件的结构工艺分析,设计出精密注塑模具。采用一模四腔、点浇口的成型方案,模具型腔重要尺寸的计算需考虑模具制造误差、磨损误差,选择合适的模具分型面以保证塑件的形位公差,采用楔面定位结构来消除侧抽芯滑块配合间隙对侧抽芯镶块定位精度和刚度的影响,增设支撑柱和精密定位锁扣以加强模具的总体刚度和合模精度。

油缸式自动脱螺纹碳粉瓶盖注塑模具设计 广东科学技术职业学院^[76]通过分析碳粉瓶盖制品的结构,为实现自动脱模,设计了液压传动齿轮脱螺纹机构,利用油缸带动齿条等零件将动力传递给型芯,使之旋转完成脱模动作。齿条设置在模架外,油缸固定板与模架相连,齿条长度不受模具厚度限制,简化了模具结构。

塑料门窗用胶条后共挤模具的设计 连云港杰瑞模具技术有限公司^[77]介绍了塑料门窗用胶条后共挤模具的设计过程,并提出了渐变增压式流道、增设预热块、螺钉点定位等设计思路。生产实践证明,此后共挤模具定位准确、操作简单,有效解决了塑料异型材定位不准、胶条粘结不牢等问题。

组合式芯棒在共挤复合管材机头中的设计应用 新疆天业集团有限公司^[78]介绍一种组合式芯棒在共挤双层复合塑料管材机头的模具设计应用;为了提高复合管材的密实度和物料的加工性能,对机头的结构特点进行了优化设计,在芯棒处增设了阻流和缓冲槽装置。结果表明,机头设计合理,与普通挤出管材机头相比,物料具有塑化性能好,挤出稳定,管材密实强度高。

注塑模具成型零件工作尺寸工程算法研究 南京信息职业技术学院等^[79]针对注塑模具成型零件工作尺寸现有计算方法存在计算量大、过程复杂等问题,提出了该类尺寸的一种实用型工程算法。通过对塑料件基本尺寸直接加放收缩率,再分类调整尺寸的制造公差带,同时在计算中引入修模余量,能有效避免因塑料收缩率波动导致模具的报废率,也大大简化了计算过程。

4 二次加工

酚醛塑料环保型电镀精饰新工艺 漳州职业技术学院等^[80]研究了一种在酚醛塑料表面直接电镀的环保经济型新工艺。提出在酚醛塑料表面喷涂以次纳米级铜粉为导电金

属的导电金属漆层,采用以次亚磷酸钠作为还原剂的化学镀铜工艺,在涂层表面镀覆一层薄铜。该工艺对酚醛塑料表面可直接进行电镀,在实现重金属等污染物零排放的同时大幅降低了生产成本。

塑料红外预加热振动摩擦焊接技术研究 常州星宇车灯股份有限公司^[81]比较了红外预加热振动摩擦焊接技术即清洁摩擦焊接技术(CVT)相对于传统塑料焊接技术的优势,论述了CVT的原理,并对CVT的可行性和实际应用进行了分析。结果表明, CVT可大幅改善塑料焊接件的外观质量,减少焊接过程中的颗粒排放并提高其焊接强度,是一种清洁高效的新型塑料焊接技术。

参考文献

- [1] 牛克忠,等. 工程塑料应用,2012,40(6):43-48.
Niu Kezhong, et al. Engineering Plastics Application, 2012, 40(6):43-48.
- [2] 周国发,等. 中国塑料,2012,26(2):68-73.
Zhou Guofa, et al. China Plastics, 2012, 26(2):68-73.
- [3] 刘文龙,等. 塑料,2012(2):28-30, 77.
Liu Wenlong, et al. Plastics, 2012(2):28-30, 77.
- [4] 刘学军. 中国塑料,2012,26(11):88-92.
Liu Xuejun. China Plastics, 2012, 26(11):88-92.
- [5] 许红,等. 塑料,2012(5):103-106.
Xu Hong, et al. Plastics, 2012(5):103-106.
- [6] 李东,等. 工程塑料应用,2012,40(5):50-52.
Li Dong, et al. Engineering Plastics Application, 2012, 40(5):50-52.
- [7] 张世勋,等. 中国塑料,2012,26(1):65-70.
Zhang Shixun, et al. China Plastics, 2012, 26(1):65-70.
- [8] 傅志红,等. 中国塑料,2012,26(6):112-116.
Fu Zhihong, et al. China Plastics, 2012, 26(6):112-116.
- [9] 吴诗仁,等. 塑料工业,2012,40(10):66-69.
Wu Shiren, et al. China Plastics Industry, 40(10):66-69.
- [10] 陈开源,等. 工程塑料应用,2012,40(11):46-51.
Chen Kaiyuan, et al. Engineering Plastics Application, 2012, 40(11):46-51.
- [11] 杨方洲,等. 工程塑料应用,2012,40(9):44-47.
Yang Fangzhou, et al. Engineering Plastics Application, 2012, 40(9):44-47.
- [12] 王祖明,等. 工程塑料应用,2012,40(3):37-41.
Wang Zuming, et al. Engineering Plastics Application, 2012, 40(3):37-41.
- [13] 陈英龙,等. 中国塑料,2012,26(6):71-75.
Chen Yinglong, et al. China Plastics, 2012, 26(6):71-75.
- [14] 赵启林,等. 工程塑料应用,2012,40(3):42-45.
Zhao Qilin, et al. Engineering Plastics Application, 2012, 40(3):42-45.
- [15] 李静莉,等. 中国塑料,2012,26(9):72-78.
Li Jingli, et al. China Plastics, 2012, 26(9):72-78.

- [16] 魏俊伟,等. 工程塑料应用,2012,40(4):33-38.
Wei Junwe, et al. Engineering Plastics Application,2012,40(4):33-38.
- [17] 涂恒强,等. 中国塑料,2012,26(12):81-86.
Tu Hengqiang, et al. China Plastics,2012,26(12):81-86.
- [18] 王梦寒,等. 工程塑料应用,2012,40(9):40-43.
Wang Menghan, et al. Engineering Plastics Application,2012,40(9):40-43.
- [19] 严庆光,等. 工程塑料应用,2012,40(2):39-42.
Yan Qingguang, et al. Engineering Plastics Application,2012,40(2):39-42.
- [20] 孙骏,等. 中国塑料,2012,26(11):79-82.
Sun Jun, et al. China Plastics,2012,26(11):79-82.
- [21] 傅建,等. 塑料工业,2012,40(2):52-55.
Fu Jian, et al. China Plastics Industry,40(2):52-55.
- [22] 赖家美,等. 工程塑料应用,2012,40(7):36-40.
Lai Jiamei, et al. Engineering Plastics Application,2012,40(7):36-40.
- [23] 罗华云,等. 塑料,2012(6):81-83.
Luo Huayun, et al. Plastics,2012(6):81-83.
- [24] 赵苗,等. 工程塑料应用,2012,40(1):32-35.
Zhao Miao, et al. Engineering Plastics Application,2012,40(1):32-35.
- [25] 袁毅,等. 中国塑料,2012,26(7):63-65.
Yuan Yi, et al. China Plastics,2012,26(7):63-65.
- [26] 成升文,等. 工程塑料应用,2012,40(9):36-39.
Cheng Shengwen, et al. Engineering Plastics Application,2012,40(9):36-39.
- [27] 郑婧玲,等. 塑料,2012(2):24-27.
Zheng Jingling, et al. Plastics,2012(2):24-27.
- [28] 梁业兴,等. 工程塑料应用,2012,40(7):27-31.
Liang Yexing, et al. Engineering Plastics Application,2012,40(7):27-31.
- [29] 游茵,等. 现代塑料加工应用,2012(5):39-41.
You Yin, et al. Modern Plastics Processing and Applications,2012(5):39-41.
- [30] 邱庆军,等. 塑料工业,2012,40(7):35-39.
Qiu Qingjun, et al. China Plastics Industry,40(7):35-39.
- [31] 岳钦杨,等. 中国塑料,2012,26(11):74-78.
Yue Qinyang, et al. China Plastics,2012,26(11):74-78.
- [32] 欧相麟,等. 塑料工业,2012,40(5):44-48.
Ou Xianglin, et al. China Plastics Industry,40(5):44-48.
- [33] 廖竞,等. 塑料工业,2012,40(6):61-64.
Liao Jing, et al. China Plastics Industry,40(6):61-64.
- [34] 侯文潭,等. 工程塑料应用,2012,40(6):36-39.
Hou Wentan, et al. Engineering Plastics Application,2012,40(6):36-39.
- [35] 常杰,等. 工程塑料应用,2012,40(9):48-52.
Chang Jie, et al. Engineering Plastics Application,2012,40(9):48-52.
- [36] 肖建华,等. 中国塑料,2012,26(5):109-111.
Xiao Jianhua, et al. China Plastics,2012,26(5):109-111.
- [37] 尹沾合. 现代塑料加工应用,2012(5):14-16.
Yin Zhanhe. Modern Plastics Processing and Applications,2012(5):14-16.
- [38] 康中志,等. 玻璃钢 / 复合材料,2012(3):55-58.
Kang Zhongzhi, et al. Fiber Reinforced Plastics / Composites,2012(3):55-58.
- [39] 刘小明,等. 塑料工业,2012,40(1):123-126.
Liu Xiao-ming, et al. China Plastics Industry,40(1):123-126.
- [40] 孙正昌,等. 工程塑料应用,2012,40(1):62-65.
Sun Zhengchang, et al. Engineering Plastics Application,2012,40(1):62-65.
- [41] 沈雪明,等. 中国塑料,2012,26(3):103-107.
Shen Xueming, et al. China Plastics,2012,26(3):103-107.
- [42] 邓荣坚,等. 塑料,2012(2):112-114,63.
Deng Rongjian, et al. Plastics,2012(2):112-114,63.
- [43] 边旭东,等. 塑料工业,2012,40(4):71-74,105.
Bian Xudong, et al. China Plastics Industry,40(4):71-74,105.
- [44] 于盛睿,等. 塑料工业,2012,40(8):45-50.
Yu Shengrui, et al. China Plastics Industry,40(8):45-50.
- [45] 张友根. 现代塑料加工应用,2012(6):57-60.
Zhang Yougen. Modern Plastics Processing and Applications,2012(6):57-60.
- [46] 王寰宇,等. 工程塑料应用,2012,40(8):54-58.
Wang Huanyu, et al. Engineering Plastics Application,2012,40(8):54-58.
- [47] 李铁军,等. 中国塑料,2012,26(2):99-103.
Li Tiejun, et al. China Plastics,2012,26(2):99-103.
- [48] 魏建鸿. 中国塑料,2012,26(10):116-120.
Wei Jianhong. China Plastics,2012,26(10):116-120.
- [49] 董燕卓,等. 塑料,2012(4):52-54,43.
Dong Yanzhuo, et al. Plastics,2012(4):52-54,43.
- [50] 林桂强,等. 工程塑料应用,2012,40(7):50-53.
Lin Guiqiang, et al. Engineering Plastics Application,2012,40(7):50-53.
- [51] 廖芳明,等. 塑料工业,2012,40(11):47-49.
Liao Fangming, et al. China Plastics Industry,40(11):47-49.
- [52] 贾明印,等. 工程塑料应用,2012,40(10):50-53.
Jia Mingyin, et al. Engineering Plastics Application,2012,40(10):50-53.
- [53] 张国强,等. 中国塑料,2012,26(9):98-101.
Zhang Guoqiang, et al. China Plastics,2012,26(9):98-101.
- [54] 杜巧连,等. 塑料工业,2012,40(12):59-62,83.
Du Qiaolian, et al. China Plastics Industry,40(12):59-62,83.
- [55] 吴裕农,等. 中国塑料,2012,26(11):110-113.

- Wu Yunong, et al. China Plastics, 2012, 26(11):110-113.
- [56] 李浩. 塑料科技, 2012, 40(8):44-49.
- Li Hao. Plastics Science and Technology, 2012, 40(8):44-49.
- [57] 龚树云, 等. 工程塑料应用, 2012, 40(3):57-61.
- Gong Shuyun, et al. Engineering Plastics Application, 2012, 40(3):57-61.
- [58] 孙大鹏, 等. 工程塑料应用, 2012, 40(10):33-37.
- Sun Dapeng, et al. Engineering Plastics Application, 2012, 40(10):33-37.
- [59] 李国锋, 等. 工程塑料应用, 2012, 40(2):48-52.
- Li Guofeng, et al. Engineering Plastics Application, 2012, 40(2):48-52.
- [60] 赵俊, 等. 中国塑料, 2012, 26(7):95-100.
- Zhao Jun, et al. China Plastics, 2012, 26(7):95-100.
- [61] 刘斌, 等. 工程塑料应用, 2012, 40(2):61-64.
- Liu Bin, et al. Engineering Plastics Application, 2012, 40(2):61-64.
- [62] 单志, 等. 塑料, 2012(6):102-104, 28.
- Shan Zhi, et al. Plastics, 2012(6):102-104, 28.
- [63] 王正才, 等. 工程塑料应用, 2012, 40(9):68-71.
- Wang Zhengcai, et al. Engineering Plastics Application, 2012, 40(9):68-71.
- [64] 张维合. 工程塑料应用, 2012, 40(11):52-56.
- Zhang Weihe. Engineering Plastics Application, 2012, 40(11):52-56.
- [65] 张金标. 塑料, 2012(5):107-109.
- Zhang Jinbiao. Plastics, 2012(5):107-109.
- [66] 范有发, 等. 工程塑料应用, 2012, 40(1):51-54.
- Fan Youfa, et al. Engineering Plastics Application, 2012, 40(1):51-54.
- [67] 张维合, 等. 工程塑料应用, 2012, 40(5):53-56.
- Zhang Weihe, et al. Engineering Plastics Application, 2012, 40(5):53-56.
- [68] 李文晋. 工程塑料应用, 2012, 40(5):57-61.
- Li Wenjin. Engineering Plastics Application, 2012, 40(5):57-61.
- [69] 张维合. 工程塑料应用, 2012, 40(9):61-64.
- Zhang Weihe. Engineering Plastics Application, 2012, 40(9):61-64.
- [70] 张金标, 等. 工程塑料应用, 2012, 40(11):57-59.
- Zhang Jinbiao, et al. Engineering Plastics Application, 2012, 40(11):57-59.
- [71] 李辉, 等. 工程塑料应用, 2012, 40(11):60-63.
- Li Hui, et al. Engineering Plastics Application, 2012, 40(11):60-63.
- [72] 周铭杰. 塑料科技, 2012, 40(2):80-82.
- Zhou Mingjie. Plastics Science and Technology, 2012, 40(2):80-82.
- [73] 孙雪娇, 等. 工程塑料应用, 2012, 40(7):54-56.
- Sun Xuejiao, et al. Engineering Plastics Application, 2012, 40(7):54-56.
- [74] 于同敏, 等. 塑料科技, 2012, 40(5):81-85.
- Yu Tongmin, et al. Plastics Science and Technology, 2012, 40(5):81-85.
- [75] 蔡华, 等. 塑料科技, 2012, 40(7):79-83.
- Cai Hua, et al. Plastics Science and Technology, 2012, 40(7):79-83.
- [76] 詹春毅, 等. 现代塑料加工应用, 2012(2):49-51.
- Zhan Chunyi, et al. Modern Plastics Processing and Applications, 2012(2):49-51.
- [77] 杨宁. 中国塑料, 2012, 26(5):112-115.
- Yang Ning. China Plastics, 2012, 26(5):112-115.
- [78] 张友新. 塑料工业, 2012, 40(3):78-80.
- Zhang Youxin. China Plastics Industry, 40(3):78-80.
- [79] 任长春, 等. 现代塑料加工应用, 2012(5):53-56.
- Ren Changchun, et al. Modern Plastics Processing and Applications, 2012(5):53-56.
- [80] 朱惠莲, 等. 工程塑料应用, 2012, 40(8):47-49.
- Zhu Huilian, et al. Engineering Plastics Application, 2012, 40(8):47-49.
- [81] 刘勇, 等. 工程塑料应用, 2012, 40(9):53-56.
- Liu Yong, et al. Engineering Plastics Application, 2012, 40(9):53-56.

《工程塑料应用》杂志开设“技术转让与合作”、“企业风采”栏目

为作好广大作者、读者单位最新科研成果及新产品、新技术的推广服务,《工程塑料应用》杂志和“工程塑料网”(www.epa1973.com)网站已开设“技术转让与合作”栏目,以方便买卖双方的有效交流与沟通。栏目内容可涉及科研成果及专利技术的转让,公司新产品、新技术简介等方面。另外,为了全方位宣传塑料行业精英企事业单位形象,《工程塑料应用》杂志增设“企业风采”栏目。报道内容主要是企业发展历史、企业文化、企业管理、研发创新能力、新产品发布、攻关项目介绍,人物专访等。来稿字数控制在 5 000 字以内,可以附带图片。

《工程塑料应用》为中文核心期刊,是中国合成树脂供销协会会刊,国内外公开发行,屡获国家期刊奖,是中国塑料行业的权威媒体,知名度高,发行量大,可确保您发布的信息有足够的浏览量。欢迎各有关企事业单位踊跃投稿!

投稿时请加盖单位公章。具体刊登事宜请与编辑部直接联系。

地址:济南市天桥区田庄东路 3 号 邮编:250031

联系电话:0531-85878223 85878057