

2023 年度江西省科学技术奖提名项目公示

项目名称：医用塑料微管气辅挤出成型机制和工艺优化调控研究

候选单位：江西科技师范大学，南昌工程学院

候选人：任重，邓小珍

项目简介（不超 800 字）：

本项目属于智能装备制造技术领域。针对医用塑料微管在生产制造过程中存在“离模膨胀”、“熔体破裂”和“挤出变形”等制约产品品质的问题，在国际上率先提出了采用气辅技术来解决，并就医用塑料微管气辅挤出成型这项新技术和关键科学问题，开展了一系列的创新性理论、机制和实验研究，包括：创制医用塑料微管气辅挤出成型装置、创新设计气体辅助挤出口模和结构优化、调控优化工艺参数等一系列创新性研究，提高了医用塑料微管制品的品质和良率。期间，在国际上率先提出了一些创新性的理论研究方法，包括：提出了“气/液/气”多相流耦合模型，使得医用塑料微管气辅挤出成型理论研究更符合实际情况；采用唯象法创新性提出了统一化的熔体层间滑移表征机理模型，很好地解释了泊松流熔体相存在层间滑移现象；针对医用塑料微管气辅挤出成型中气体相具有可压缩性特点，在国际上率先提出可压缩气辅挤出模式，采用有限元法成功实现了医用塑料微管可压缩气辅挤出成型数值模拟，并探究了气体可压缩性对医用塑料微管气辅挤出成型的影响及机理，很好地解决了过去气辅挤出无法考虑气体可压缩性的不足；在国际上首次提出了长度校正 Mooney 法，很好地解决了熔体在口模流道中产生熔体滑移但却难以直接测量其滑移速率的问题。另外，采用理论结合实验方法，系统地研究了医用塑料微管气辅挤出成型中各种因素的影响规律及其机理，并获得了医用聚乙烯气辅挤出成型的最佳工艺参数组合。该研究为医用塑料微管气辅挤出成型技术的发展和实际加工生产提供了强有力的技术指导，并且在促进医用塑料微管挤出生产装备研发和介入式医疗导管等制品生产国产化方面具有十分重要的意义。

目前该项目和技术得到了相关企业的高度关注，相关研究成果被多篇国际顶刊和权威期刊(*Adv. Mater.*、*Compos. Part A*、*Appl. S.*、*Phys. Fluids*、*Polymer*、*J. Rheol.* 等)引用和正面评价。该项目获批国家自然科学基金 1 项、江西省自然科学基金面上项目 2 项、江西省教育厅科技项目 1 项，发表 SCI 和 EI 论文 30 余篇，授权专利 4 项。

代表性论文专著目录

序号	论文（专著）名称/刊名	作者（按发表顺序）	年卷页码（××年××卷-××页）	发表时间 年 月 日	是否国内完成
1	Experimental and numerical studies for the gas-assisted extrusion forming of polypropylene micro-tube/ <i>International Journal of Material Forming</i>	任重*、黄兴元、熊志华	2020 年 13 卷 235 至 256 页	2019 年 4 月 8 日	是
2	Wall slip velocity measurement of molten polypropylene in capillary flow based on length-corrected Mooney technique/ <i>Journal of Applied Polymer Science</i>	任重、黄兴元*、柳和生	2017 年 134 卷 1 至 14 页	2017 年 3 月 15 日	是
3	Numerical and experimental studies for gas assisted extrusion forming of molten polypropylene/ <i>Journal of Applied Polymer Science</i>	任重、黄兴元*、柳和生、邓小珍、何建涛	2015 年 132 卷 12365 至 12377 页	2015 年 10 月 10 日	是
4	A novel unified wall slip model for Poiseuille flow of polymer melt in the circular tube/ <i>Polymer Engineering and Science</i>	任重、黄兴元*、柳和生	2016 年 56 卷 328 至 341 页	2015 年 12 月 12 日	是
5	基于气液两相流的聚合物气辅挤出数值模拟/高分子材料科学与工程	任重,黄兴元*,柳和生,邓小珍	2016 年 32 卷 6-10 页	2016 年 03 月 1 日	是

主要完成人情况

排名	姓名	职务	职称	工作单位	对本项目的贡献
1	任重	无	教授	江西科技师范大学	(1) 提出了医用塑料微管气辅挤出技术,来解决传统挤出中存在的“离模膨胀”、“熔体破裂”和“挤出变形”等问题。 (2) 提出了“气/液/气”多相流模型来探究医用塑料微管气辅挤出成型机理。 (3) 提出了可压缩气体辅助的塑料微管挤出成型机制,并研究了气体可压缩性对医用塑料微管气辅挤出成型的影响。 (4) 提出了长度校正 Mooney 方法来测量塑料熔体在毛细管口模流道中滑移速度。 (5) 用唯象法提出了统一化的泊松流熔体在毛细管流道内的滑移速率模型,很好地解释了大流率情况下存在熔体层间滑移而导致挤出的塑料表面凹凸不平现象。 (6) 构建了医用塑料微管气辅挤出成型系统和气辅装置,设计了气辅挤出口模,并理论和实验探究了多种因素对医用塑料微管气辅挤出成型的影响及机理。
2	邓小珍	无	副教授	南昌工程学院	(1) 在“气/液/气”多相流模型基础上,通过有限元方法探究了气体和熔体相互作用对医用塑料微管气辅挤出成型的影响及机理。 (2) 协助构建医用塑料微管气辅挤出成型系统和气辅装置,优化了气辅挤出口模,并理论探究了熔体和气体工艺参数等对医用塑料微管气辅挤出成型的影响及规律。