

双转子连续混炼机新型多棱棒状转子结构与混炼工艺特性研究

缪国斌

谢林生

(江苏工业学院,常州 213164) (华东理工大学,上海 200237)

摘要 研究了新型多棱棒状转子的结构、混炼原理和工艺特性。结果表明,多棱棒状转子混炼能力强、分散混合效果好、混炼能耗低。其混炼功率随转速、加料量加大而增加,随卸料门开启度增大而减小。混炼时加料量与物料停留时间成反比,转速对物料停留时间影响不大。

关键词 双转子连续混炼机 多棱棒状转子 工艺特性 混炼功率

双转子连续混炼机是在密炼机基础上开发、制造的一种新型混炼机械。这种混炼机既保留了密炼机优异的混炼特性,又可以连续工作^[1-3]。由于这种混炼机具有较高的填充能力和极强的分散混合能力,且操作、维护方便,能耗低、产量高^[3-4],因此备受人们关注,在石油化工等行业被广泛应用于高分子材料的混合。国内对连续混炼机的研究方兴未艾。混炼转子作为混炼机的核心部件已成为重点研究的对象。为了适应不同聚合物和添加剂的混合要求,必须不断变换混炼转子的构型。

针对高填充物料的混合,我们从提高加工能力和混合效率等方面出发,对目前常用的混炼转子进行了改进,开发出一种新型的高效混炼转子——新型多棱棒状混炼转子。现对新型多棱棒状混炼转子的结构、工作原理、混炼工艺特性和混合效果等进行介绍。

1 新型多棱棒状混炼转子的结构

1.1 总体构成

新型多棱棒状混炼转子的结构如图1所示。该转子分为进料段、混炼段和卸料段3段。混炼段又由第一混炼段、第二混炼段及中间过渡输送段3段组合而成。这与目前常用的转子结构相似。

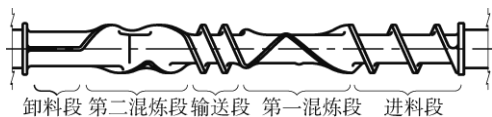


图1 新型转子结构示意图

1.2 混炼段构型

新型转子混炼段断面如图2所示。它是以目前常用的转子构型为基础,将转子的非工作面挖去一部分而形成棒状。非工作面形状的改变使其断面面积明显减少。同时,转子上的螺棱数由2对增加至4对。转子螺棱顶部平面的一部分为斜面,斜面与

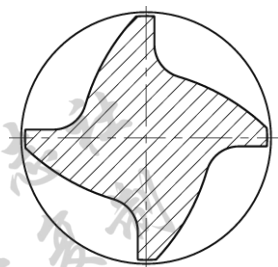


图2 新型转子断面示意图

平面的夹角为 $16^{\circ} \sim 22^{\circ}$ 。

另外,在第二混炼段的螺棱交汇点至卸料段之间设一变径段,其压缩比为2。同时将卸料段长度由原来的 $1D$ (D 为转子直径)延长为 $1.3D$ 。这与目前常用的转子构型相比有较大的差异。

2 新型多棱棒状混炼转子的混炼工艺

2.1 工作原理

混炼转子的工作过程为:当物料到达转子的进料段时,进料段的螺棱将物料送到混炼段。在转子的混炼段,物料首先被与进料段螺棱相连的那部分螺棱向前推动,而与卸料段相连的那部分螺棱则迫使物料向相反方向运动。这样,物料便在混炼段堆积,并被剪切、辊压、粉碎、熔融和混合。随着新物料的加入,已经混合好的物料被迫移向卸料段,最终通过混炼机的卸料门排出。

2.2 混炼段特点

对混炼转子而言,混炼段的工作特性最为关键。目前常用混炼转子的混炼段端面形状通常为椭圆形,而且螺棱数为2对。该类转子断面面积大,所占料筒空间大,料筒内的自由体积小,混炼能力和物料在料筒内的停留时间受到限制。理论上说,转子每转一圈,转子对物料的剪切只有2次。这类转子的

构型设计, 对物料在混合过程中的流动情况考虑不够, 混炼时相当一部分物料随转子在混炼腔内空转, 并没有被螺棱顶部剪切、混合, 白白消耗了功率。

新型多棱棒状转子有效地解决了普通混炼转子存在的这些问题。将转子断面改成棒状使断面面积减小, 料筒内的自由体积增大, 混合能力明显提高。其螺棱顶部部分为斜面, 既增加了转子顶部对物料的剪切速率, 又可以提高物料在混炼过程中通过螺棱顶部的几率, 有效防止了物料在混炼腔中随转子空转, 提高了混炼效率。加之其螺棱数为 4 对, 比目前常用的转子多 2 对, 这使得转子每转一圈, 便可以对物料剪切 4 次, 同样提高了剪切混合效率。每段螺棱的螺旋角各不相同, 各对螺棱交汇点的轴向位置也各不相同, 在混炼段中部便形成了一个由各对螺棱的交汇点共同形成的交汇区, 转子每转一圈, 物料的轴向运动将形成多次循环流动, 提高了物料的轴向混合次数和效率。从实验情况推断, 根据混合物料的不同, 多棱棒状转子的螺棱数可设计为 3 ~ 5 对。

2.3 卸料段特点

第二混炼段的螺棱交汇点至卸料段之间设置了一个变径段, 且增加了卸料段长度, 使得物料能充满转子的卸料段和料筒之间的间隙, 保证其能从卸料口连续排出, 并促使物料在混炼段保持一定的填充率, 保证混合时物料的界面更新和分散混合的顺利进行。从实验情况推断, 根据混合物料的不同, 多棱棒状转子变径段的压缩比一般可设计为 1.2 ~ 3.0, 卸料段长度一般可设计为 1.2 ~ 1.5D。

3 新型多棱棒状混炼转子的混炼特性

3.1 基本实验条件

(1) 设备

双转子连续混炼机: 配有新型多棱棒状转子, 当量直径 50 mm, 异向同速旋转, 直流调速电机驱动, 最高转速 1 150 r/min, 剖分式料筒, 料筒采用电加热、水冷却控制温度, 双螺旋计量加料机加料, 自制。

(2) 物料

线性低密度聚乙烯 (LLDPE): DFDA7072, 熔体流动速率 (MFR) 为 2 g/10 min, 扬子石化公司;

示踪剂: 高浓缩 CaCO_3 母粒 (CaCO_3 质量分数 85%), 市售。

3.2 转子混炼工艺特性测定与分析

(1) 转子混炼功率

在变换转速、加料量和卸料门开启度情况下进

行 3 次实验: ① 恒定料筒温度 150℃、转子转速 500 r/min, 变换卸料门开启度, 逐渐增加加料量, 并测算功率, 得出不同卸料门开启度下功率与加料量之间的关系曲线, 如图 3 所示; ② 恒定料筒温度 150℃、卸料门开启度 20%, 变换加料量, 逐渐加大转速, 并测算功率, 得出不同加料量下功率与转子转速之间的关系曲线, 如图 4 所示; ③ 恒定加料量 7.6 kg/h、料筒温度 145℃, 变换卸料门开启度, 逐渐加大转速, 并测算功率, 得出不同卸料门开启度下功率与转子转速之间的关系曲线, 如图 5 所示。每次测定数据均在混炼机运行正常并稳定后进行。

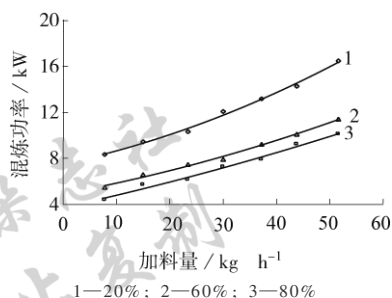


图 3 不同卸料门开启度下加料量对混炼功率的影响

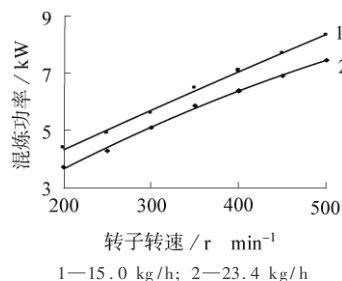


图 4 不同加料量下转子转速对混炼功率的影响

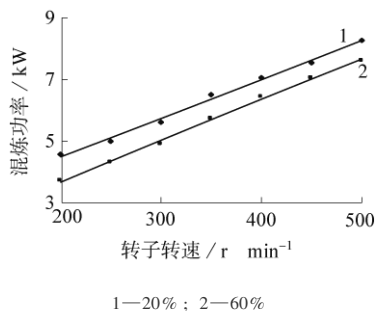


图 5 不同卸料门开启度下转子转速对混炼功率的影响

从图 3 ~ 图 5 可以看出, 其一, 混炼功率随转子转速的加大而增加。随着转速提高, 转子螺棱顶部线速度增加, 物料的混合循环次数增加, 轴向混合作用更加强烈, 所消耗的功率也就随之增加。其二, 混炼功率随加料量的增加而增大。随着加料量的增加, 物料在混炼腔中的填充率提高, 转子剪切物料的

几率增大,阻力也就增加,功率消耗便提高。其三,混炼功率随卸料门开启度的增大而减小。这是因为开启度加大,物料在混炼腔中的填充率下降,混合剧烈程度减缓,同时物料通过卸料门的阻力也变小了,所以消耗功率降低。图3~图5中的数据与目前常用转子的数据相似,只是混炼功率稍偏高。

将卸料门开启度调到80%,转速调到1000 r/min,加料量恒定为150 kg/h,待混炼机运行正常并稳定后,进行功率测算。实验测算出的功率为18.3 kW。可以认为,混炼机正常生产能力下的功率消耗值与此相近。由此可以推算出新型多棱棒状双转子混炼机在这一条件下的混合能耗比约为 $0.12 \text{ kW} \cdot \text{h/kg}$,与目前国内广泛采用的双螺杆配混料挤出机混合能耗比($0.22 \sim 0.25 \text{ kW} \cdot \text{h/kg}$)相比可节能约50%。

(2) 转子混炼停留时间

待双转子连续混炼机运行正常并稳定后,从加料口加入高浓缩 CaCO_3 母粒,同时在出料口每隔一段时间取一次样,采用烧损法测定 CaCO_3 的质量分数。采用同样的实验方法,在两种条件下完成:①恒定转子转速600 r/min、料筒温度 190°C 、卸料门开启度25%,考察不同加料量对物料停留时间分布的影响,结果见图6;②恒定加料量12.5 kg/h、料筒温度 190°C 、卸料门开启度25%,考察不同转子转速对物料停留时间分布的影响,结果见图7。

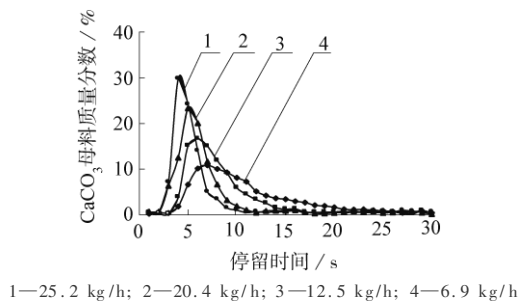


图6 不同加料量对物料停留时间分布的影响

由图6可看出,物料停留时间分布曲线呈对数正态分布,存在一个峰值,表示对应于一个物料质量比的脉冲,其在混炼机中的停留时间的分布存在一个峰值,该峰值的位置随着加料量的增加而前移,峰值的大小随加料量的增加而增大。由此可以认为,

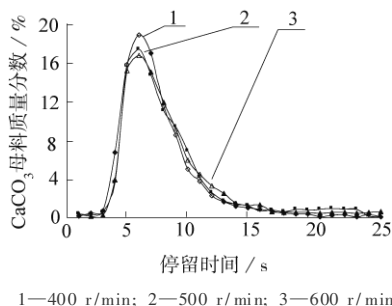


图7 不同转子转速对物料停留时间分布的影响

对该转子来说,物料停留时间与其加料量成反比。

从图7可以看出,随着转子转速的提高,峰值略有降低。可以认为,对该转子来说,转子的转速对物料的停留时间影响不大,但随着转子转速的提高,对物料在轴向上的混合效果产生一定的负面影响。

3.3 转子混炼效果测定与分析

待双转子连续混炼机运行正常后,通过计量加料装置同时加入LLDPE粒料和高浓缩 CaCO_3 母粒(加入量为2%左右),保持加料比例稳定,在出料口每隔20 s取样1次,共取5次。将取得的样品通过吹膜机吹膜,再取膜样用扫描电镜进行测试分析,结果表明,样品的分散效果好,且比通常的混炼转子分散混合效果优越。

4 结论

新型多棱棒状混炼转子构型合理、混炼能力强、分散效果好、混炼能耗低,混合工艺性能优于普通转子。转子的混炼功率随转速加大而增加,随加料量增加而增大,随卸料门开启度增大而减小。加料量与物料停留时间成反比,转子转速对物料停留时间影响不大。目前,多棱棒状混炼转子已应用于实际生产中,它的混合能力和分散效果已初步得到用户的认可。

参考文献

- [1] 耿孝正,张沛.塑料混合及设备[M].北京:轻工业出版社,1992:148.
- [2] 段予忠,谢林生.材料配合与混炼加工:塑料部分[M].北京:化学工业出版社,2001:179.
- [3] 谢林生,缪国斌,陈小洪.双转子连续混炼机混合工艺特点及影响因素[J].工程塑料应用,1999,27(1):10-12.
- [4] Tadmor Z, Cogos C.聚合物加工原理[M].耿孝正,等译.北京:化学工业出版社,1990:84.

RESEARCH ON STRUCTURE AND CHARACTERISTICS OF THE NEW TENON TYPE ROTOR WITH MULTI-RHOMBUS OF DOUBLE ROTOR CONTINUOUS MIXER

Miao Guobin

Xie Linsheng

(Jiangsu Polytechnic University, Changzhou 213164, China) (East China University of Science and Technology, Shanghai 200237, China)

ABSTRACT The stucture, mixing principle and mixing technological characteristics of new tenon type rotor with multi-rhombus were studied. As the result indicated, the tenon type rotor with multi-rhombus had high mixing efficiency, well dispersive effect and low mixing energy-consume. The mixing power increased as the rotor speed and feeding rate increased, decreased as the opening stroke of discharge door increased. The rotor speed had little effect on the residence time of the materials, and the feeding capacity was in in-verse proportion to the residence time during the mixing process.

KEYWORDS double rotor continuous mixer, tenon type rotor with multi-rhombus, technological characteristic, mixer power

可用于汽车前挡泥板的 ABS/PA 共混材料

朗盛公司新推出了一种牌号为 Triax 的 ABS/PA 共混材料, 这种材料是首次进入市场, 用于生产 BMW 3 系列 E92 型汽车的前挡泥板。以前这种挡泥板通常是用 PPO/PA 共混材料加工而成的, 而使用 ABS/PA 共混材料后可以将前挡泥板的质量减轻约 3 kg。

(塑料改性网)

中国工程塑料工业协会加工应用专业委员会发展会员单位的通知

各有关单位:

中国工程塑料工业协会加工应用专业委员会隶属于中国工程塑料工业协会, 是一个跨地区、跨部门、跨行业、跨学科的, 本着自愿原则, 以工程塑料加工应用为纽带, 集工程塑料原料生产、加工、应用, 仪器设备及模具制造的企事业单位于一体的社团组织。其宗旨是贯彻为行业、为企业服务的原则, 产学研相结合, 通过经济技术研讨, 新产品开发、技术改造、难题招标等多种交流形式, 推动我国工程塑料行业的发展, 同时促进大专院校、科研院所与生产企业之间的相互了解和合作。本专委会愿意吸收更多的单位以及专家和企业家人会, 我们将以协会会刊《工程塑料应用》和“工程塑料网”为会员提供全方位的服务, 积极开展各种形式的交流活动。

网络版期刊 12 期, 网上展厅展示 3 个月, 发布企业信息 50 条, 浏览信息不限制。并可在“供求栏目”发布信息, 在“人才招聘”栏目发布求职和招聘信息。6. 免费获得《工程塑料应用》全年 12 期杂志。7. 赠送专委会论文集《2000 年 ~ 2006 年》光盘。8. 优先在本协会会刊《工程塑料应用》和《化学分析计量》杂志上发表论文。9. 优先取得本专委会提供的信息资料和咨询服务。10. 在技术合作、成果转让、人才培养等方面享受优先和优惠待遇。11. 会员应遵守本会章程, 执行本会决议, 完成本会委托的工作, 按期缴纳会费, 会费每年 2000 元。

二、入会手续

由单位提出书面申请, 填写中国工程塑料工业协会加工应用专业委员会会员单位登记表(见附表), 加盖单位公章后寄回或传真至专委会秘书处, 经专委会审批通过, 交纳会费, 即可成为会员单位。

专委会秘书处联系人: 李桂珍 张锐 孙安恒
通信地址: 山东省济南市 108 信箱 邮编: 250031
电话: 0531-85878057 85878278
传真: 0531-85947355 85878224
E-mail: epa@epa1973.com 网址: www.epa1973.com

中国工程塑料工业协会加工应用专业委员会会员单位登记表 编号:

单位名称					邮 编	
详细地址					传 真	
法人代表		电 话			手 机	
联系人		电 话			手 机	
网 址			E-mail			
入会时间	年 月 日					
单位简介	请另附纸填写, 可传真、可发电子邮件。请注明业务范围、产品名称、产量、产值及利税情况等。					
会 费	贰仟元整(可通过邮局或银行办理汇款, 汇款时请注明会费)					
汇 款	邮局汇款: 收款单位: 山东省济南市 108 信箱杂志社 邮编: 250031 银行汇款: 户 名: 中国兵器工业集团第五三研究所 开户银行: 济南市工商银行经十一路支行 帐 号: 1602001229014425546					