

# 高分子材料微型加工设备

施镇江, 史同娜, 朱冰洁, 郑伟龙, 朱蕾, 许佳丽, 吴文华

(东华大学材料科学与工程学院纤维材料改性国家重点实验室, 上海 201620)

**摘要:** 高分子材料加工实验常用的加工设备, 如: 螺杆挤出机、混炼机、注塑机、纺丝机等, 均为大型加工设备, 涉及原料消耗大、操作要求高、实验耗时长等问题, 很难让学生独立开展此类加工实验。实验室立足经济、环保、方便、快捷、操作简单等理念, 利用本学科成熟的材料加工技术和设备设计技术, 自主设计开发自有知识产权的微型加工设备, 单次用料仅需 5~10g, 即可开展高分子材料共混、拉丝、拉膜、注塑加工实验。学生通过简单培训, 即可独立操作微型加工设备, 开展高分子材料加工研究。

**关键词:** 微型共混仪; 微型注塑机; 高分子材料; 加工工艺

**中图分类号:** TQ340.5

**文献标识码:** B

## Micro Processing Equipment for Polymer Materials

Shi Zhenjiang, Shi Tongna, Zhu Bingjie, Zheng Weilong, Zhu Lei, Xu Jiali, Wu Wenhua

(State Key Laboratory for Modification of Chemical Fibers and Polymer Materials, College of Materials Science and Engineering, Donghua University, Shanghai 201620, China)

**Abstract:** The commonly used processing equipment for polymer material processing experiments, such as screw extruders, mixers, injection machines, spinning machines, etc., are all large processing equipment that involve high raw material consumption, high operational requirements, and long experimental time. It is difficult for students to independently carry out such processing experiments. Based on the concepts of economy, environmental protection, convenience, speed, and simple operation, the laboratory utilizes mature material processing technology and equipment design technology in this discipline to independently design and develop micro processing equipment with its own intellectual property rights. With a single material consumption of only 5-10g, experiments on polymer material blending, wire drawing, film drawing, and injection can be carried out. Through simple training, students can independently operate micro processing equipment and conduct research on polymer material processing.

**Keywords:** micro mixer; micro injection machine; polymer materials; processing technology

## 1 微型加工设备组成

微型加工设备使用少量原料即可开展多种加工实验，制备不同形状及用途的样品。微型共混仪和微型注塑机如图 1 所示。



微型双锥共混仪



微型注塑机

图 1 微型加工设备照片

### 1.1 微型共混仪

微型共混仪是集高分子材料共混改性、熔融纺丝、流延成膜一体化的加工设备。设备采用双锥混炼螺杆及螺旋型混炼室以提高混炼效果，可以对高分子材料（如 PP、PA、PET 等）及其共混物进行加工研究。

### 1.2 微型注塑机

微型注塑机主要适用于高分子材料或复合材料的各种样条的制备，如拉伸样条、冲击样条、弯曲样条、流变样条等制作，以便对所研究的材料进行进一步的测试。可以和微型共混仪配合使用，也可单独使用，特别适合于大专院校和研究机构材料性能研究。

## 2 微型加工设备技术特点

### 2.1 微量整体设计

1) 微量原料使用：微型共混仪单次投料 5~10g，即可开展高分子材料的混炼、挤出加工实验。微型注塑机料腔容积 20ml，每次投料 5~10g，即可开展高分子材料的注塑实验。

2) 微量机械设计：微型共混仪整机尺寸为 580\*360\*780mm，微型注塑机整机尺寸为 400\*300\*980mm，占地小，能在实验台和通风橱操作使用。

## 2.2 科学化机械结构

1) 六区独立加热：微型共混仪采用六区独立加热，温区独立可控，加热温度范围 50~400℃，精度±0.5℃，加热速度 15min（室温加热至 300℃），可用于多类高聚物熔融加工实验，如图 2 所示。



图 2 微型共混仪加热设置图

2) 锥形双螺杆：微型共混仪螺杆为拥有自主知识产权的双螺旋变距变径螺杆，有效防止高粘高分子材料爬杆。

3) 物料回流通道：微型共混仪混炼腔内有物料回流的内循环通道，通过出料阀门开关可使高分子熔体在料腔内循环流动，模拟在不同长径比双螺杆中高分子熔体的共混停留时间，达到与大型混炼机同样的共混效果，如图 3 所示。

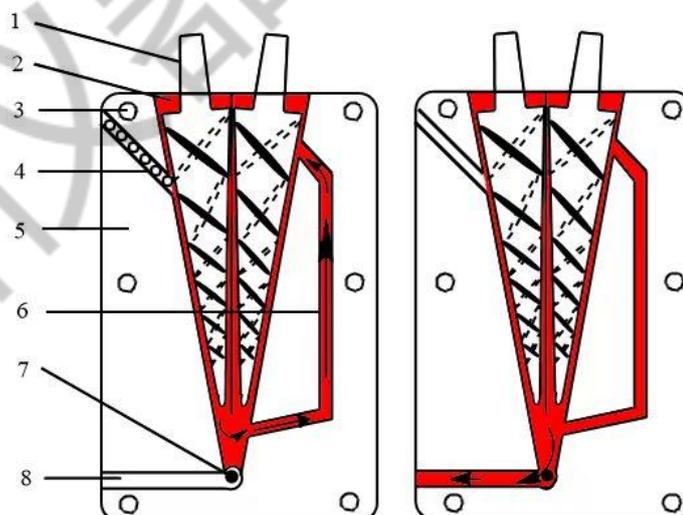


图 3 微型共混仪混炼腔内循环通道与出料阀门开关结构示意图

1 为螺杆、2 为料腔、3 为密封孔、4 为进料孔、5 为铸铜电加热器、6 为内循环通道、7 为出料阀门、8 为出料孔；出料阀门关闭，料腔内红色的高分子熔体通过内循环通道在料腔内持续共混，出料阀门打开，高分子熔体从出料孔流出。

### 2.3 多样化样品加工

1) 定制化软件：配备自主设计的流变控制软件，具有轴向力测量，可实现单次循环共混、定时循环共混、连续加料共混、定速共混、定扭矩共混加工实验模式。

2) 可更换加料方式：微型共混仪料腔上有单次加料口与连续加料口，配有充氮保护系统及气流冷却系统，装有自动喂料机，可根据需求更换加料方式。

3) 扩展化接口：出料口口模可更换为不同喷丝孔孔径、长径比，形状的喷丝口模，便于加工制备各类不同形状的纤维，也可更换为一字型口膜用于流延膜加工。微型注塑机的注塑模具通过气动弹出更换，可定制各类测试要求的样品形状模具。

### 2.4 简易化实验操作

1) 快速化实验：实验操作简捷高效，从熔融、聚合、挤出到注塑样条仅需十几分钟。

2) 简易化维护：单人即可操作，料筒可 180°平开，方便料腔和螺杆的清洗及保养；螺杆和料腔均采用进口模具钢，并进行最低磨损和耐化学处理。

## 3 微型加工设备成果

### 3.1 授权发明专利<sup>[1-3]</sup>



一种立式双锥微型共混仪专利已转化（10 万元）

### 3.2 获奖证书



### 3.3 教学与科研应用

1) 使用微型加工设备，开设了“聚合物共混改性及其基本性能的测定”实验（高分子材料大型综合设计性实验《材料加工实验》），取得了良好实验教学效果，增加了学生动手能力培养，激发学生的实验兴趣，有效提高了学生工程实践能力，有效地培养了学生探索未知的意识和创新能力，此教学成果，发表中文核心论文 2 篇<sup>[4, 5]</sup>。

2) 科研开放预约使用，年使用机时达 1600 小时，支撑了百余项科研项目。该设备已推广至十余所高校和科研院所使用。

#### 参考文献:

- [1]吴文华, 罗伟强, 杨伟, 史同娜, 施镇江. 一种立式双锥微型共混仪[P]. 上海: CN103752195A, 2014-04-30.
- [2]吴文华, 罗伟强, 杨伟, 朱娟娟. 一种立式微型注塑机[P]. 上海: CN203765893U, 2014-08-13.
- [3]吴文华, 罗伟强, 杨伟, 王小平, 施镇江. 一种微型高温纺丝机[P]. 上海: CN103753790A, 2014-04-30.
- [4]吴文华, 史同娜, 施镇江, 等. 微型实验在材料加工中探索与实践[J]. 实验室研究与探索,

2015, 34(1): 48-51.

[5]施镇江, 朱蕾, 郑伟龙, 等. 微型加工设备在高分子材料综合实验教学中的应用[J]. 高分子通报, 2023, 36(7): 894-900.

中国仪器网