EVA 树脂熔料造粒系统技术研究

刘亚楠

（大连橡胶塑料机械有限公司，辽宁　大连　116036）

摘要：本文采用同向双螺杆挤出机试验平台进行典型 EVA 树脂的工艺性试验研究，试验验证并找到合适的螺杆组合和操作温度等，产出合格的 EVA 粒子并进行第三方检测机构的性能指标检测，检测结果合格，打通并验证了合适的 EVA 熔料造粒同向双螺杆挤出机的工艺流程。

关键词：EVA；熔料造粒；同向双螺杆挤出机；工艺性试验

引用论文：刘亚楠 .EVA 树脂熔料造粒系统技术研究 [J]. 橡塑技术与装备，2026, 52(11):40-45.

中图分类号：TQ320.66　　**文章编号**：1009-797X(2026)11-0040-05

文献标识码：B　　DOI:10.13520/j.cnki.rpte.2026.11.008

EVA 树脂是乙烯和醋酸乙烯酯共聚而成的乙烯－醋酸乙烯共聚物。EVA 树脂是一种高端聚烯烃材料，一般醋酸乙烯（VA）的含量在 5%~40%，具有较好的韧性、抗冲击性、填料相溶性和热密封性能，广泛用于发泡鞋材、功能性棚膜、包装膜、热熔胶、电线电缆及玩具等领域，市场需求广阔。近年受益于下游光伏、电缆等领域的高速发展，我国 EVA 表观需求量持续增长，已经成为国内众多炼化企业争相布局的业务。从消费市场前景来看，预计光伏胶膜领域将会成为 EVA 消费增速最快的市场，到 2025 年其消费量占比将超过 50%，其次是发泡和电缆线的消费量占比均在 10% 以上。目前，中国 EVA 市场供需失衡，呈现供不应求状态，需要依赖进口补充。

国内用于 PP、PE 的固体粉末造粒设备比较成熟，而用于 EVA 树脂熔料造粒的挤出造粒设备则全部依赖进口，一直处于国外垄断状态。进口的机型大多数是单螺杆挤压造粒机组的机型，极少数机组采用双螺杆挤压造粒机组。为了解 EVA 树脂采用双螺杆挤压造粒机组熔料造粒的特性及效果，本文采用双螺杆挤压造粒机组试验平台进行 EVA 树脂的工艺性试验研究，打通并验证双螺杆挤压造粒机组流程的可行性，记录试验参数用于放大理论的研究，为大型 EVA 挤压造粒机组的研发成功提供有力的技术支持。

1　试验部分

1.1　试验原料

本文选取了两种典型 EVA 物料进行工艺性试验，物料牌号分别为 18J3 和 UL01833，两种典型 EVA 物料覆盖了工业化生产的常见区间。因为 VA 含量是影响 EVA 物料特性的关键因素，不同 VA 含量会显著改变 EVA 树脂的化学结构和物理性能。牌号 18J3 物料 VA 含量 18%，接近聚乙烯（PE）的性能，硬度较高、熔点较高，柔韧性和黏接性较弱，但耐化学腐蚀和机械强度较好，主要应用于注塑件、薄膜、鞋材中底等。牌号 UL01833 物料 VA 含量 28%，醋酸乙烯基团含量增加，分子链柔性增强，熔点低，黏接性、弹性和透明度提升，主要应用于热熔胶、光伏胶膜、鞋材发泡料、软管等。

表 1　EVA 树脂试验原料

序号	牌号	MFI/[g·(10 min)$^{-1}$]	VA 含量	密度 /(g·cm^{-3})
1	18J3	2.8	18	0.939
2	UL01833	18	33	0.955

1.2　试验平台设备

EVA 树脂同向双螺杆挤出机试验平台包括：主线同向双螺杆挤出机 + 侧线同向双螺杆挤出机，试验平台主要设备如下：

（1）主线同向双螺杆挤出机：SJSHL－72×24

螺杆型式：积木组合式；

螺杆直径：2－Φ72mm；

作者简介：刘亚楠（1984－），女，硕士，工程师，主要从事塑料混炼挤出成套装置及工艺技术设计开发工作。

螺长径比：L/D=24；

螺杆转速：60~600 r/min；

螺杆旋向：同向旋转；

主电机功率：250 kW；

主电机转速：1500 r/min；

侧线同向双螺杆挤出机：DKTE−46×36。

（2）喂料同向双螺杆挤出机（模拟熔料喂料）：DKTE−46×36

螺杆型式：积木组合式；

螺杆公称直径：2−Φ46 mm；

螺杆长径比：L/D=36；

螺杆旋向：同向旋转；

螺杆转速：50~500 r/min；

主电机功率：55 kW；

主电机转速：1 500 r/min。

还包括换网装置、机头模板、水下切粒装置、干燥机、自动加料机、失重秤、体积喂料机、主加料装置、热油系统、液压系统、BCW 系统、平台、电控仪表系统等。

1.3 试验流程

本试验在同向双螺杆挤出机试验平台上进行如图 1，图 2。首先，模拟熔料喂料同向双螺杆机组将 EVA 粒料加工至熔融状态，确认开车阀排出的 EVA 熔料塑化状态良好，无气泡杂质，将熔料注入熔体储料罐。同时，开启侧线同向双螺杆挤出机，螺杆转速 40 r/min，开车阀排出熔料塑化状态良好，将熔料注入主线同向双螺杆挤出机。打开熔体储料罐与 Φ72 双螺杆机组加料机筒之间的闸板阀，开启双螺杆挤出机，螺杆转速 40 r/min 进行拉料，待确认切粒开车阀挤出熔料塑化良好，无气泡杂质，连接水下切粒系统。逐步提高双螺杆转速，记录机组运行状态及工艺参数。在工艺条件稳定的情况下，按取样工艺点取样，对产出粒子进行检测。

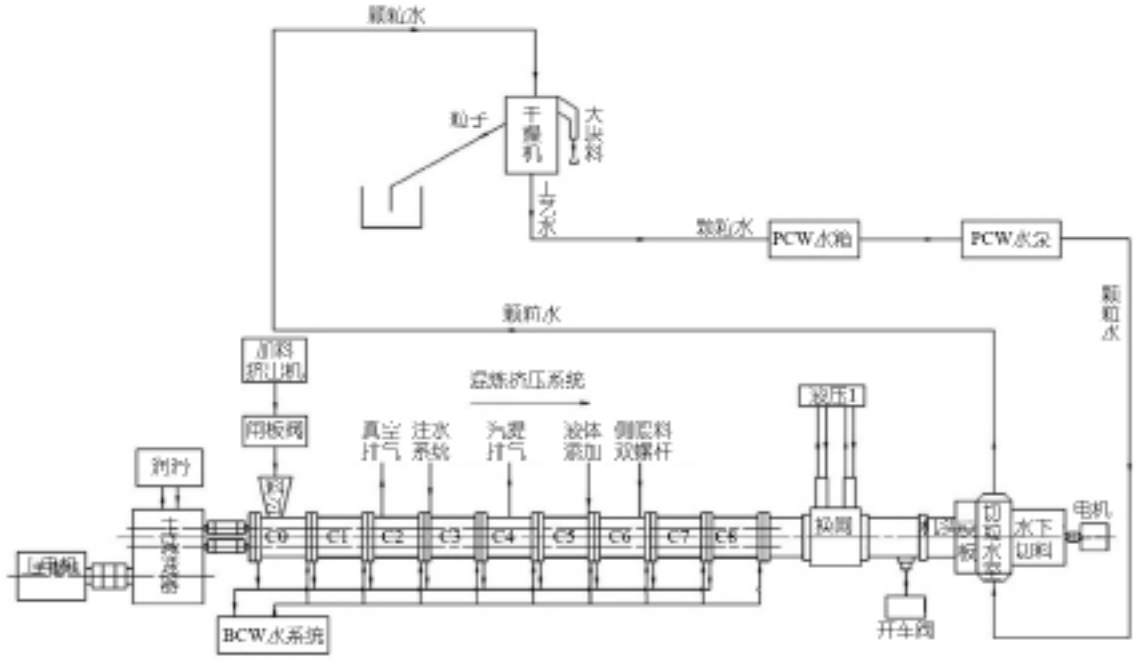


图 1　EVA 树脂双螺杆造粒机组试验平台工艺流程图



图 2　主线同向双螺杆构型图

2　试验数据分析及讨论

2.1 熔料温度对产量的影响

本文分别在不同熔料温度、螺杆转速下进行了牌号 18J3 和牌号 UL01833 物料的工艺性试验。螺杆转速分别是 40 r/min、50 r/min、60 r/min 时，对比分析了牌号 18J3 和牌号 UL01833 物料熔体温度和产能的关系。

通过对比分析得出，螺杆转速 40 r/min、50 r/min、60 r/min 时，牌号 18J3 物料熔体温度 187 ℃的产量均高于熔体温度 200 ℃的产量。说明熔体温度 187 ℃是适宜此物料挤出造粒的操作温度，此温度下 EVA 树

脂能够形成熔融状态均匀稳定，流动性良好，更有利于产量提升，如图 3 所示。

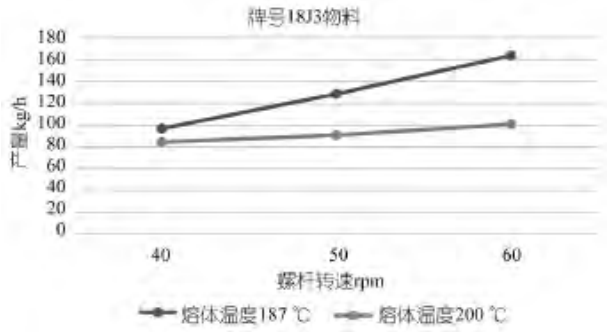


图 3　熔体温度和产量的关系

通过对比分析得出，在螺杆转速 40 r/min、50 r/min、60 r/min 时，牌号 UL01833 物料熔体温度 145 ℃的产量高均高于熔体温度 174 ℃的产量。说明熔体温度 145 ℃是适宜牌号此物料挤出造粒的操作温度，此温度下 EVA 树脂能够形成熔融状态均匀稳定，流动性良好，更有利于产量提升，如图 4 所示。

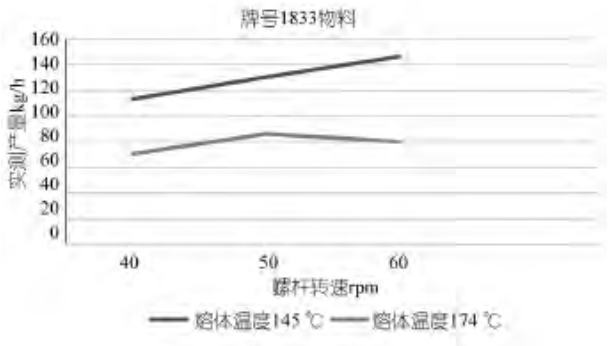


图 4　熔体温度和产量的关系

EVA 物料中醋酸乙烯（VA）基团热稳定性较差，高温下易发生热降解，醋酸乙烯（VA）基团增加，分子链柔性增强，熔点降低，熔融黏度显著下降，熔体更易流动，且热稳定性越差，当温度过高时，会发生脱羧反应或分子链断裂，导致 EVA 熔体黏度随温度升高呈指数级下降，黏度过低可能导致物料在螺杆内打滑，输送效率下降，从而降低产量。

EVA 树脂的 VA 含量与挤出机操作温度呈负相关趋势：VA 含量越高，所需挤出机操作温度越低，且需更严格控制温度范围以平衡流动性和热稳定性，避免长时间高温停留。

通过工艺性试验结果分析得出：适合牌号 18J3 和牌号 UL01833 物料的双螺杆挤出机操作温度如表 2、表 3 所示。

2.2　螺杆转速对产量的影响

本试验分别进行了螺杆转速 40 r/min、50 r/min、60 r/min、70 r/min、80 r/min 下的工艺性试验，并得到相应的产量。由图 3 分析可知：同一牌号 EVA 树脂的产量随螺杆转速增大而增加。牌号 18J3 的产量随着螺杆转速增大，产量的上升趋势较缓慢；牌号 UL01833 的产量随着螺杆转速增大，产量的上升趋势较明显。螺杆转速 40~60 r/min 时，两种 EVA 树脂的产量差距很小，转速升高后，两种 EVA 树脂的产量差距较大。从 EVA 树脂物性看，熔融指数（MFI）是 EVA 树脂的重要参数。MFI 值越大，则分子量和熔料黏度越小，物料流动性越好，这应该是统一螺杆转速下牌号 UL01833 比牌号 18J3 产量较高的主要原因。

表 2　牌号 18J3 物料主线双螺杆挤出机操作温度

部件	加料机筒	机筒 2#	机筒 3#	机筒 4#	机筒 5#	机筒 6#	开车阀	换网装置	机头	模板
温度 /℃	175	162	155	155	152	152	173	180	180	146

表 3　牌号 UL01833 物料主线双螺杆挤出机操作温度

部件	加料机筒	机筒 2#	机筒 3#	机筒 4#	机筒 5#	机筒 6#	开车阀	换网装置	机头	模板
温度 /℃	140	124	126	128	128	122	135	135	143	112

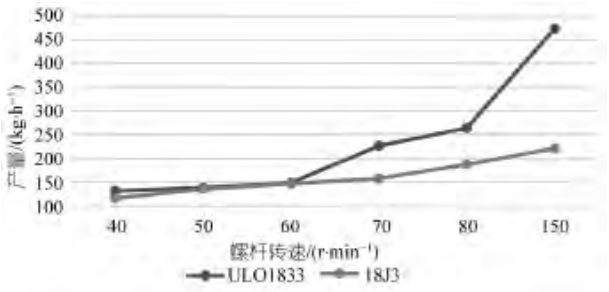


图 5　螺杆转速与产量关系图

2.3　螺杆转速对比能耗的影响

本试验分别进行了螺杆转速 40 r/min、50 r/min、60 r/min、70 r/min、80 r/min 下的工艺性试验，并得到相应的工艺参数，并通过计算得到相应的比能耗。由图 6 分析可知：同一牌号 EVA 树脂的比能耗随螺杆转速增大而降低。牌号 18J3 的比能耗随着螺杆转速增大，比能耗的下降趋势较缓慢；牌号 UL01833 的比能耗随着螺杆转速增大，比能耗的下降趋势较明显。

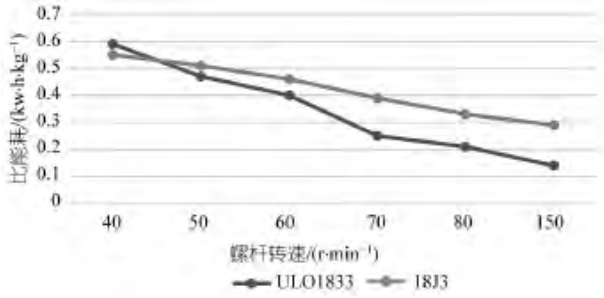


图 6　螺杆转速与比能耗关系图

2.4　螺杆转速对熔融指数的影响

在工艺条件稳定的情况下，按取样工艺点取样，测定其熔融指数，检测熔融指数漂移情况。按照《GB/T3682.1—2018》方法 A 进行检测，测试条件：2.16 kg，190 ℃。

表 4　熔融指数漂移情况

序号	转速 /r/min	目标值 g/10min	实测 g/10min	熔指漂移
1	40	2.8±0.70	2.95	0.15
2	50		2.95	0.15
3	60		2.95	0.15
4	70		2.95	0.15
5	80		2.94	0.14
6	150		2.78	−0.02

物料产品质量合格证中熔指质量指标为 2.8±0.70，由表 4 中熔指漂移符合质量指标。

物料在所设加工温度及剪切速率下，物性保持稳定。虽然购买的颗粒原料中已经加入抗氧剂，但是颗粒原料放置了一段时间，经过挤出后熔指有所变化。EVA 树脂挤出造粒过程中温度偏高、停留时间长、螺杆剪切过强等原因，导致分子链结构变化，热氧化降解，都是可能导致熔融指数漂移的原因。

2.5　性能指标检测结果

在螺杆转速 80 r/min 条件下，牌号 18J3 和牌号 UL01833 各选择一个样品，送到第三方检测机构进行性能指标检测，对表 5 和表 6 的原料和试验产出样品的性能指标检测结果进行分析。两种 EVA 树脂的 VA 含量变化微小可以忽略；MFI、拉伸断裂应力和断裂标称应变均有较小的降低，试验产出样品的性能指标检测结果均符合原料生产厂家产品质量合格证的质量指标，如图 7，图 8 所示。

EVA 树脂的热稳定性有限，高温易分解，加工中热分解取决于熔体的温度和螺杆内停留时间，本试验对 EVA 树脂原料进行二次熔融加工导致了相应的力学性能变化。一般断裂拉伸应力越大，则表示材料受力时承受的变形量愈大，材料的可塑性也就愈强。反之，断裂伸长率愈低，则表示材料在拉伸过程中存在着严重的脆性破断现象，破裂伸长会受到较大的限制。

表 5　牌号 UL01833 物料性能指标对比

检测项目	分析测试方法	质量指标	原料检测性能	样品检测性能
MFI(190 ℃ ,2.16 kg)/[g·(10 min)$^{-1}$]	GB/T 3682.1—2018	18±2	19.0	18.5
VA 含量	SH/T 1591—1994	33±2	31%	31.1%
拉伸断裂应力	GB/T 1040.3—2006		10.1	9.11
断裂标称应变	GB/T 1040.3—2006		680%	670%

表 6　牌号 18J3 物料性能指标对比

检测项目	分析测试方法	质量指标	原料检测性能	样品检测性能
MFI(190 ℃ ,2.16kg)/[g·(10 min)$^{-1}$]	GB/T 3682.1—2018	2.8±0.70	3.73	2.68
VA 含量	SH/T 1591—1994	18±1.5	17.2%	17.2%
拉伸断裂应力	GB/T 1040.3—2006		20.3	18.1
断裂标称应变	GB/T 1040.3—2006		520%	450%

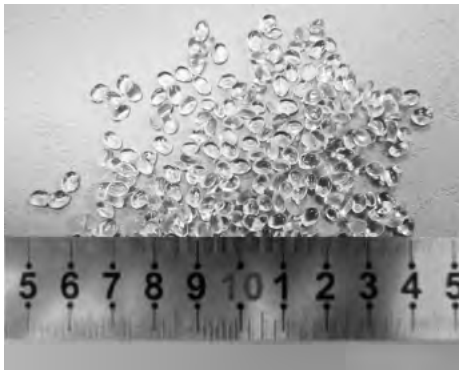


图 5　牌号 UL01833 试验产品粒子

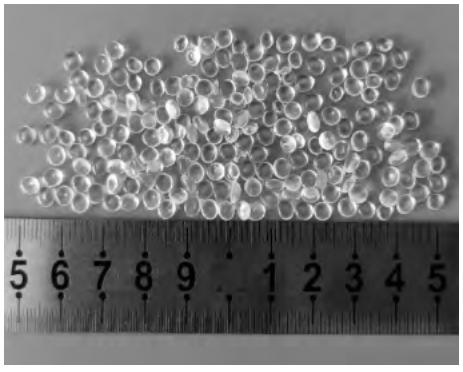


图 6　牌号 UL01833 试验产品粒子

3 结论

本文在双螺杆挤压造粒机组试验平台上进行两种典型 EVA 树脂的工艺性试验。物料牌号为 18J3 和 UL01833。通过工艺性试验了解了 EVA 树脂采用双螺杆挤压造粒机组熔料造粒的特性及效果，得到了适合两种典型 EVA 树脂的双螺杆挤出机操作温度等工艺参数。同时工艺性试验验证并找到合适的螺杆组合；产出合格的 EVA 粒子并进行第三方检测机构的性能指标检测，检测结果合格；打通并验证了合适的 EVA 熔料造粒双螺杆挤压造粒机组的工艺流程，为大型 EVA 挤压造粒机组的研发成功提供有力的技术支持。

Research on EVA resin melt granulation system technology

Liu Yanan

(Dalian Rubber & Plastics Machinery Co. LTD., Dalian 116036, Liaoning, China)

Abstract: This article utilizes a co-rotating twin-screw extruder test platform to conduct process testing research on typical EVA resin. Through experimental verification, suitable process parameters such as screw combinations and operating temperatures were determined, successfully preparing qualified EVA particles, which were then sent to a third-party testing agency for performance index testing. The test results were satisfactory, thus validating the co-rotating twin-screw extruder process flow suitable for EVA melt granulation.

Key words: EVA; melt granulation; co-rotating twin-screw extruder; processability test

(R-03)

瞄准新能源配套市场，福麦斯 15.71 亿扩产半钢胎

Targeting the new energy supporting market, Fumax invests 1.571 billion yuan to expand production of semi-steel tires

2026 年 9 月 20 日，山东省潍坊市生态环境局发布官方公示，拟对寿光福麦斯轮胎有限公司年新增 1 200 万套超高性能环保型半钢子午线轮胎项目环境影响评价文件开展审查。

据公示信息显示，该项目为企业厂区改扩建项目，坐落于寿光市羊口镇福麦斯现有厂区内，无需新增用地。项目总投资达 15.71 亿元，规划占地面积 25.01 万 m^2，总建筑面积 30.72 万 m^2。

项目采用分期建设模式，一期、二期工程完工后将分别新增 600 万套产能，全部建成后可实现年产 1 200 万套超高性能环保型半钢子午线轮胎的生产规模。

该项目聚焦高端轮胎市场需求，主打超高性能、绿色环保核心优势，引入氮气硫化、电子束辐照等先进绿色生产工艺，搭配全流程数字化管理体系，构建全密闭生产闭环，有效降低生产能耗与污染物排放，契合轮胎行业低碳升级的发展趋势，主要适配新能源汽车及高端乘用车轮胎配套市场。

寿光福麦斯轮胎有限公司成立于 2011 年 7 月，坐落于寿光羊口临港工业园，是国家级高新技术企业、省级制造业单项冠军、省级绿色工厂与省级工业设计中心。企业打造多品牌矩阵，核心品牌为 FIREMAX 福麦斯，同时拥有 Involvic、Runtek、驰翼行等子品牌，产品覆盖乘用车、SUV、轻卡轮胎，含新能源专用轮胎系列。

摘编自“中国轮胎商务网”

(R-03)