

基于废聚乙烯塑料再生利用的 直接制膜工艺研究

何秀院¹, 吕永康¹, 任守仁², 王锐¹, 何敏¹

(1. 太原理工大学, 山西太原 030024; 2. 稷山县科洁塑料应用有限公司, 山西稷山 043200)

摘要:介绍了废聚乙烯塑料膜及制品的循环再生利用技术。原料采用100%废聚乙烯塑料膜, 不需二次造粒、熔粒, 直接一次熔融制成新塑料膜; 突破了传统工艺在废聚乙烯塑料再生利用过程中只能添加10%废料, 而且必须经过造粒、熔粒二次熔融才能成膜的技术难题。

关键词:废聚乙烯塑料膜; 一次熔融; 再生利用; 新工艺

中图分类号: TQ320.4; TQ325.1

文献标识码: A

文章编号: 0253-4320(2010)12-0080-03

Study on direct membrane preparation process by recycling of waste polyethylene plastic

HE Xiu-yuan¹, LV Yong-kang¹, REN Shou-ren², WANG Rui¹, HE Min¹

(1. Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China;

2. Jishan Secco Clean Plastic Application Co., Ltd., Jishan 043200, China)

Abstract: The recycling utilization technology of waste polyethylene plastic and products is introduced. Waste polyethylene plastic is adopted as 100%, without secondary granulation and melt tablets, the new plastic film is directly prepared. The technical problem which exists in the traditional recycling process of waste polyethylene plastic is resolved, in which it needs 10% of waste plastic added only, and the new plastic film is so prepared after such technical difficulties are to be overcome as granulation, melt tablets of the second melting.

Key words: waste polyethylene plastic film; once melting; recycling; new process

1 废聚乙烯塑料处理与再生利用现状

目前国内外废聚乙烯塑料再生比较成熟的技术是把污染少的聚乙烯塑料膜、塑料袋清洗粉碎后第1次熔融造粒, 然后再经过第2次熔融成膜再生利用(山西省科学技术情报研究所科技查新报告: 废聚乙烯塑料一次熔融成膜技术, 2010-05-11)。世界发达国家对废旧塑料膜的处理方法大体为: 回收加工造粒后, 再添加大量的新料二次熔融制膜, 以及焚烧发电或填埋等几种方式, 再生利用的主要设备为破碎机、洗涤和脱水分离装置、挤出造粒机等, 我国对废旧塑料膜的处理方法主要是焚烧和填埋, 在回收利用废塑料膜方面起步较晚, 目前技术尚不完善, 现有的薄膜回收生产线, 通常采用人工挑选分类—粉碎—清洗—干燥—捏合—塑化—造粒的工序, 所用设备有粉碎机、输送机、清洗机、干燥机、捏合机、挤出机、造粒机等。但都存在着浪费资源和能源、污染环境、经济效益低下等问题。其中焚烧法处

理对焚烧炉要求较高, 而且废塑料膜在焚烧过程中会产生大量的有毒有害气体, 对大气环境造成二次污染; 填埋法存在占用空间大、难以降解、污染土壤和水资源等缺点; 现有的回收造粒再利用技术, 必须以90%的新聚乙烯为原料, 只能添加10%的少量废料; 而且必须经过二次熔融才能制成产品, 而通过二次熔融后的产品分子结构链缩短, 强度和拉力等性能大幅度降低, 所以, 生产出的塑料膜产品质量指标大幅下降, 达不到使用要求, 并且费用大、成本高、附加值低, 利润低, 回收利用价值不大, 存在不易规模化和真正产业化的问题。因此, 综合利用废旧塑料膜, 防止白色污染已成为当今世界各国科学研究和科技开发的热点。

基于上述情况, 为了解决这一技术难题, 笔者从20世纪90年代开始, 在废聚乙烯塑料再生利用的原料配比、添加剂、加工设备等方面进行试验探索和研究开发, 研发出“废聚乙烯塑料膜一次熔融直接成膜工艺技术”。

收稿日期: 2010-06-28; 修回日期: 2010-09-19

基金项目: 山西省科学技术发展计划(050013)

作者简介: 何秀院(1956-), 博士, 高级工程师, 高级农艺师, 主要从事工农业副产品清洁加工生产与节能减排工程、有机废弃物资源化综合利用与生态环境工程、沙化荒漠治理与农业水土保持等技术领域的研究开发, 0351-6011316, hexiuyuan1956@163.com。

2 一次熔融直接制膜工艺技术

2.1 技术方案

将废塑料膜经预处理,除去有机杂质,粉碎水洗后成为平均片径不大于8 mm的废膜片,经甩干后加入A、B、C、D 4种添加剂(含有交联剂、偶联剂,成核剂和自制催化剂等),以改善物料在吹塑机中的理化性能与状态,借助具有“一松一紧”螺纹结构的螺杆(松紧螺杆)挤压成形,使废膜片一次熔融成型,产品性能指标大幅度提高^[1]。

本工艺技术方案包括废膜料预处理、粗粉碎水洗、细粉碎水洗、甩干、投放添加剂、搅拌、烘干、进料挤压、熔融、吹塑成型、制膜产品等工序。添加剂与废膜料的质量配比为(0.05%~0.12%):(99.88%~99.95%),添加剂由碳酸氢钠、粉状低压聚乙烯、粉状聚丙烯和复合助剂构成, $m(\text{碳酸氢钠}):m(\text{粉状低压聚乙烯}):m(\text{粉状聚丙烯}):m(\text{复合助剂})=(0.8\sim 1.2):(1.0\sim 1.4):(0.8\sim 1.2):(2.7\sim 3.3)$,其中复合助剂由交联剂、偶联剂、成核剂、开口剂按质量比 $(11\pm 10\%):(7\pm 10\%):(3\pm 10\%):(6\pm 10\%)$ 构成,塑料成膜采用配置有专用松紧螺杆的成膜挤出机^[1]。

2.2 松紧螺杆

该工艺提供成膜专用挤出机的松紧螺杆结构。

加料段。将普通螺杆的单螺纹改为双头螺纹,并改变其断面形状,形成斜推进挤压。试验结果表明,这种结构不仅起到普通螺杆对物料的辅送和排气作用(结合添加剂A),而且使废膜片间的余微量气体全部排出,使产品密实无气泡。

熔融段(压缩段)。同样采用双头螺纹结构,逐步调整压缩段的压缩比(结合添加剂B、C),使物料挤出平稳。

均化段(计量段)。研究人员将均化段分为3个分段,每分段结构均由螺距相等的三头螺纹组成,顺着物料挤出方向规律变换螺槽深度(结合添加剂D)。使产出的塑料膜产品各项性能指标非常理想。

2.3 添加剂

添加剂分为A、B、C、D 4种,在搅拌烘干时一次性加入,分析认为各添加剂分别在加料段、熔融段、均化段发挥不同作用。

2.4 工艺流程

废聚乙烯一次熔融成膜工艺技术及清洁生产工艺流程见图1。

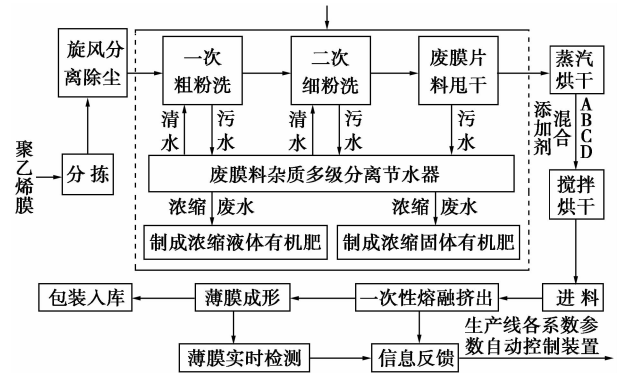


图1 废聚乙烯膜料一次熔融成膜工艺技术路线及清洁生产工艺流程

2.5 采用的原料与设备

全部使用废聚乙烯塑料膜做原料,添加质量分数0.08%~0.10%的交联剂、偶联剂、成核剂和自制催化剂。

笔者研究的挤出机松紧螺杆结构示意图见图2。

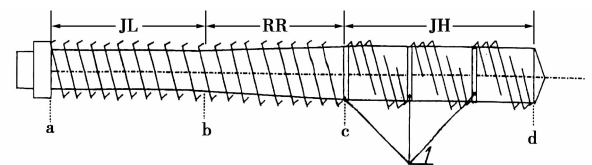


图2 松紧螺杆的结构示意图

松紧螺杆是沿物料挤出方向分成加料段JL、熔融段RR、均化段JH,设置为具有直角三角形螺纹断面的双头螺纹,均化段JH设置螺距相等的三头螺纹,并且顺着物料挤出的方向,三头螺纹中的各螺纹的螺槽深度有由浅渐深、由深渐浅的间隔变化(如第1螺纹的螺槽深度为由浅渐深,第2螺纹的螺槽深度就为由深渐浅,第3螺纹的螺槽深度又为由浅渐深),均化段JH分为等长的三分段,分段间有段间间隔槽,间隔槽的槽深2~4 mm,槽宽8~14 mm^[1]。加料段JL、熔融段RR和均化段JH各占螺杆上螺纹总长度(如图2所示a点到d点)的1/3。此种长度比例为最优比例,有利于产品品质的进一步提高。熔融段RR沿物料挤出方向螺杆的公称直径渐次加大,其一端(b端)与另一端(c端)的直径之比为(1.8~2.2):(2.9~3.6)。加料段JL和熔融段RR的双头螺纹的螺槽深3~11 mm,螺距45~70 mm。

综上所述,设备的关键部件——松紧螺杆、添加剂、综合参数三要素有机结合,实现了一次熔融成膜技术。

3 新工艺技术产品质量检测分析

3.1 农用地膜质量指标

山西省质量监督局检验站对以废聚乙烯塑料膜为原料,采用该工艺生产的农用地膜检验结果见表1。

表1 利用废聚乙烯塑料膜生产的农用地膜质量指标

检验项目	国标	检验结果	备注
纵向拉伸强度/MPa	≥10	21	符合
横向拉伸强度/MPa	≥10	22	符合
纵向断裂伸长率/%	≥130	508	符合
横向断裂伸长率/%	≥130	645	符合

3.2 包装膜质量指标

山西省质量监督局检验站对稷山县科洁塑料应用有限公司利用废聚乙烯塑料膜,采用新工艺生产的聚乙烯包装膜检验结果见表2^[2]。

表2 利用废聚乙烯塑料膜生产的包装膜质量指标

检验项目	企标	国标	实测结果
纵向拉伸负荷/N	≥1.5	≥1.3	2.5
横向拉伸负荷/N	≥1.5	≥1.3	1.8
纵向断裂伸长率/%	≥150	≥150	393
横向断裂伸长率/%	≥150	≥150	695
纵向直角撕裂负荷/N	≥0.6	≥0.5	1.1
横向直角撕裂负荷/N	≥0.6	≥0.5	1.4
人工加速老化后性能/%			
拉伸负荷纵向、横向/N	≥1.0	≥1.0	1.2
断裂伸长率,纵向、横向/%	≥100	≥100	108

3.3 市场相关技术比较表

该技术与相关技术比较,更具有先进性、新颖性、经济性、推广性,具体数据见表3。

表3 与当前国内外同类技术主要参数、效益、市场竞争力的比较表

项目	相关技术		废膜一次 熔融成膜
	全部新料	掺入10%废膜	100%废膜
废膜加入量	无	<10%	100%
熔融次数	一次	两次	一次
原料价格/元·t ⁻¹	6000	5700	1840
生产过程	生产稳定	挤出快慢不稳 定,容易产生气泡	生产稳定

产品质量	符合国标要求	强度大幅度下降,弹性抗老化能力差,产品有气泡、破裂等现象	符合国标要求
生产成本/元·t ⁻¹	6400	6200	3882
销售价格/元·t ⁻¹	6600	6500	6200
上交税/%	17	17	免税
利润/元·t ⁻¹	200	300	2318
社会效益	能节约资源	节约资源	
环境效益	能减少环境污染	大幅度减少环境污染	

用该工艺技术生产的《循环利用聚乙烯环保农用地膜》的质量技术标准,经山西省质量技术监督局备案,备案号为Q/140000SJKS001—2005,第1个获得此类产品的企业标准。近年来,经省级质检单位多次检验后,各项质量指标均达到国标,个别指标超过国标要求5倍以上,并且生产的塑料袋产品性能也非常优异^[3]。

4 结语

传统工艺是将废塑料膜预处理后,第1次熔融10%的废塑料膜造粒先制成粒状,再掺入90%以上的新原料再进行第2次熔融制成塑料薄膜。其附加值低,回收利用价值不大,且有二次污染环境的弊端。

本工艺技术采用100%废聚乙烯为原料,废膜资源化利用率高;不用造粒,一次性熔融成膜,其生产工艺独特、合理,投资少、成本低、易操作;生产过程中无“三废”产生,所用添加剂无毒,对农作物生长无害。在机组简化、提高效益、降低成本方面有独特优势,在该技术领域有重大突破。

综上所述,面临大量的废弃聚乙烯塑料膜不断产生,针对传统工艺在再生利用过程中同量利用率低、需二次熔融的技术难题,创造了一次熔融成膜先进技术,实现了产品质量高、成本低的理想,具有良好的市场前景。

参考文献

- [1] 任守仁. 废聚乙烯膜料一次性熔融成膜工艺及成膜专用挤出机的松紧螺杆结构:中国,03146155.7[P]. 2008-02-27.
- [2] 山西省质量技术监督局. Q/140000SJKS001—2005 循环利用聚乙烯环保农用地膜[S]. 2005-08-01.
- [3] 山西省质量技术监督局. Q/140000SJKS002—2006 循环利用聚乙烯包装用吹塑薄膜[S]. 2006-08-01. ■