

机械共混在聚丙烯材料回收中的应用

余绵钰, 阙戴楠, 江怡坪, 樊谨超

(佛山科学技术学院, 广东 佛山 528000)

摘要:每年被丢弃的口罩数量庞大,为此带来的环境问题不可忽视。为解决丢弃口罩带来的环境问题,以PP聚丙烯为例,从化学反应的提升与再造、利用机械共混技术的角度入手,对一次性口罩回收机进行研究,提出在DMMs回收机的再利用过程中,利用化学改性等方式对废旧DMMs进行重复使用与可持利用,以期为相关人员(或工程)提供参考。

关键词:废弃一次性医用口罩;聚丙烯;回收利用;机械共混

中图分类号:X705

文献标识码:A

文章编号:1004-7344(2023)47-0169-03

0 引言

由于不同发达国家和地方政府对一次性医疗口罩(disposable medical masks, DMMs)主要成分为大品种高分子材料聚丙烯(PP)等医用物品需求量持续增加,截至2022年10月底,在中国DMMs的每日平均产能已达一亿只,也就意味着,我国每天要面对的废弃口罩数量之庞大。如何正确处理疫情时期和之后所形成的口罩废弃物,充分认识到了DMMs资源回收的重要性,同时尽快发展利用新科技新模式新产业,也是当前环保的迫切要求。通过关注废旧高分子资源处理应用的最新技术,并探寻其更环保、有效的处理再利用方法,将为美国经济社会的可持续发展作出积极努力。而美国能源部将在2019年首次指出,化学物质的升级与再造技术是未来处理废旧高分子物质污染问题的最高效方法。论文主要从药用高分子物质化学升级再造研究的观点入手,以机械共混为例全面总结了DMMs中核心物质PP的再生应用及其化学升级再造研究进展情况,对PP等药用高分子物质的化学增值应用问题提出新思路。

1 一次性医疗口罩回收的现状和问题

1.1 一次性医疗口罩简介

DMMs通常分为3层,包括了最内侧过滤层(熔喷无纺布)和最外层防水层(纺粘无纺布),一般用的是专门用作医疗卫生的纤维无纺布,并采用了PP无纺布以超细玻璃纤维为核心材料中间层则采用的是有过滤抗菌功能的溶喷布,鼻梁上的塑料条则用的是环保型全塑条,不含任何金属。

1.2 一次性医疗口罩回收的必要性

口罩作为防御病毒的主要物资在民用防御和医疗防范领域普遍使用,特别在冬季呼吸道感染高发的状

况下,口罩对于阻断病菌传染具有非常关键的意义。近年来由于公众医疗卫生事故的时有发生,口罩被更多的人所采用。在专家学者的不断呼吁下,“口罩文化”也开始成为人们防治传播感染性疾病的一条重要途径。口罩应用后怎样妥当处置、怎样防止潜在的“二次传染”等话题,都应该尽快引发社会重视。北京、杭州、上海等多地的疾控中心发布了科普提醒信息,向普通民众宣传口罩戴好后的正确处理方式,而这种公众科普无疑亡羊补牢时的必要。不过,细看多地发布的一些提示信息,在内容大体趋同的基础上,也有部分信息出现矛盾^[1]。例如,在有些地区就不建议“开水烫一次”“剪碎后扔掉”和“火烧”等方法。不过上述方法都并没有很好地对口罩进行降解,因为口罩的制作主体材料PP聚丙烯,如果没有专门装置可以进行降解后再使用,所以已经废弃的口罩也无法在天然状况下自行分解。在当前情况下,大量废弃的小口罩究竟应该怎么管理、妥善处理,是一个十分亟待去处理的大课题,而智能口罩管理终端就是在这个大形势下应运而生的新产品,怎么管理好每一个小口罩,这将是重要的问题,决不能使小口罩变成新型的病毒传播载体和污染环境的白色废弃物。

1.3 口罩回收现阶段存在的问题

现阶段国内学者围绕计算机和技术融合,以及人工智能对防疫和环境保护的探索,更多的是基于基础理论和应用方面的研究成果,但是这些基础研究成果落地的很少,目前国内智能处理终端面临接口简单、智能不够、识别有效性低的困难,不能实现识别处理的需求^[1]。

2 废弃口罩的升级再造——机械共混

细胞或病毒的化学结构决定了它不能耐高温,因

此在确保工作人员安全的情况下,通过与简单的高温机械材料共混回收或将废弃 DMMs 升级再造的方法可行方式。DMMs 在生产过程中的熔喷过程,使 PP 有较大的熔融指数和较大的流动性,所以熔喷 PP 具备相对原子质量较小和相对原子质量范围较窄的特性,而这种的分子结构特性也使废弃 DMMs 和其他物质在机械共混中产生了较好的生产可控性^[2]。

2.1 填料复合改性

将废旧 DMMs 粉碎后,再引入较常用而便宜的无机纳米颗粒加以共混改性,是利用 PP 增强重塑性的最常用措施。虽然 DMMs 的 PP 相对分子质量较小,模量和硬度也不如一般 PP,但经过简单的熔融处理后注入纳米颗粒,就能达到所预期的各种特性,不但能够实现材料强化、增刚,而且还能够增强耐冲击功能,从而大大提高了 PP 透水性、阻燃性、导磁性、热稳定性等。通常,引入无机纳米颗粒时必须注意两个方面,即纳米颗粒在聚合物中的分布状况以及纳米颗粒与聚合物之间的表面相互作用。例如,为了提高力学性能,通常需要纳米颗粒在聚合物基体中产生很高的表面分散度,并且纳米颗粒与聚合物间也必须产生良好的表面作用但针对导电/导热的功能性材料来说,则必须在高分子基体上建立导电/导热通道,并且要求纳米颗粒的分布状况为“宏观均匀,微观聚集”^[2]。由此可见,构筑无机纳米颗粒表面在聚合物基质中合理的分布状态对复合材料的宏观特性至关重要。此外,通过修改无机纳米颗粒表面,以加强二者的界面作用,也可对改性 PP 材料形成事半功倍的效应,但此法也必须防止将无机纳米颗粒表面改造后的各种功能基团在高温机械切割时会损坏,同时由于各种功能基团的脱离也会形成自由基或分子根,从某种程度上对 PP 形成催化剂分解,从而导致材料特性的降低。

2.2 共混聚合物合金改性

将废旧 PP 和其他高分子材料通过共混改造,就是对 PP 提升再造的一种方法,最经典的实例即为 PP/PE 共混合物。PP 与 PE 均是较大品种、非极性的通用塑料制品,将二者废弃物进行共混,前已多有研究。由于 PP 表面张力很大,分子间呈非稳定性,当与其他高分子共混后呈现为热力学非相容性,在各自相畴面积较大或二相界面性质很弱下,极易劣化材料的热力学性能。这样,增容剂的应用就成为在 PP 和其他高分子,特别与双极性高分子共混时,提高兼容性的必然选择。由于增容物中大多是小分子有机物质,在进行增容的时候也

会产生塑化效应,从而导致了共混体系的硬度和刚性降低。发展高分子增容物技术,例如,生产 PP 和其他高分子的接枝及嵌段共聚物已势在必行,但 PP 非极性的物理化学特性使之和其他化合物生成共聚物时,往往包含了许多化学反应类型和反应机制,因而产生了许多挑战^[2]。学者们正在研发高效可控的催化剂。同时研制出了具有对称分子结构的锆系催化剂,并成功生产出了 PP-b-PE 共聚物,聚合反应完全可控,由于 PP 段存在着较大的立构规整性且很容易融合,因此能够达到对 PP 与 PE 段的增容,但同时由于该催化剂进行了 β -氢化的去除,使得分子链增长速度有限,因此所得共聚物分子数量较少。某学者研制出对丙烯和乙炔等单体具备相同选择功能的吡啶基催化剂,并通过调节投料过程的复合单体比例,能够生产分子数量可调的多嵌段 PP-b-PE 共聚体,从而完成了商品用 PP 与 PE 的黏合化。

3 产品理念以及应用场景

3.1 产品理念

通过设计先进的口罩处理器,并集成人工智能技术,可以提升对废弃口罩的处理效果,并可避免因口罩随意废弃而产生的二次污染。帮助市民改掉了乱丢、乱扔旧口罩以及新口罩反复佩戴的不良生活习惯。该公司还通过内部的消毒降解处理一体化技术,提取了口罩内部的聚丙烯(PP)材质,既实现了较大的循环效益,也增强了对废旧口罩处理的系统性、安全性和处理效果,解放大量劳动力资源,减轻医用废品回收、分类、降解、运输等环节工作量。另外,通过机器内的智能终端可以实时记录回收数据,并上传至后台的数据库系统和国家疾控防疫管理中心,以方便管理人员及时处理,也为传染病的有效防控和卫生健康的维护管理工作提供了最基本的数据保障。

3.2 应用价值

3.2.1 口罩资源化回收利用的应用价值

据估计,口罩在各行业中的使用量至少约为 5.33 亿每人每天,则全国每天将产生至少 2600t 以上的医疗垃圾,对我国环境造成极大的压力。该项目将一次性口罩中占比 90% 以上的 PP 材质作资源化回收利用,有利于抑菌降污保健康,对缓解资源紧缺、解决环境污染问题具有很大帮助。另外,它可使回收提炼后的 PP 材料具备很高的力学性能、防霉特性等,为节省新材料的开发,走向可持续开发路线打下良好的基础,具有极佳的环境与经济性能^[2]。

3.2.2 环保与经济并驾齐驱的应用价值

习近平总书记提出,将促进改善环境生态效益和支持民营经济发展有机融合起来,为此,应积极探索环境治理与经济增长协调共生的新路径。本项目精准定位大学生、常外出的社会人士等应用人群,通过实行商家奖励机制,将理论运用到实际上,发展环保的同时以大量回收口罩中PP材料进行再生产的方式提升经济效益,减少环境负担的同时,提高社会经济运转,促使实现产业生态化的步子越迈越实,推进民营企业走上高质量的绿色发展之路。

3.3 智能口罩回收终端的设计思路

3.3.1 硬件设计

硬件的基础网络,包含计数功能、无线模块、高温模块等。

(1)测量系统方面,口罩的材料、外形、大小不一,研发过程中采取了机械系统搭配光电感应器的方法,多通道的捕获来测量的口罩位置及操作。

(2)无线模块技术,是指使用 ZigBee 技术,是一个简单方便的,低功耗的近距离无线局域网通信方式。通过该功能,将区域内的收集终端覆盖到同一网络下,并即时收集所有智能口罩收集终端的信息,以便监测与调整。

(3)高温模块方面,使用应用型加热管,是一种较为普遍的应用组件,常用于发热管等应用场景。

3.3.2 软件设计

软件系统方面,考虑到以上要求,设计软件包括服务器、设备端及 Web 客户端软件设计。

(1)服务端方面采用阿里云服务器(ECS)技术,可打造简洁有效、数据处理时间可弹性伸缩的计算平台,用以高效构建更加安全、可靠的服务,且能协助企业运营管理部门提高运维工作效率,从而减少企业 IT 成本^[4]。

(2)设备端在软件需求流程中采用了 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{ii}$ 实时操作系统,该操作系统是一种全新的、灵活的抢占型实时多任务内核,能够使各个任务独立、准时且无误的工作。采用了时间片轮转调度和信号量限制等方式,准确地实现了数据同步。

3.3.3 结构展示

(1)材质方面,以钢化玻璃和镀锌板^[5]为机身的主体材质,镀锌板结实耐磨、防腐防潮、视觉效果好且性价比也比较高,可以使产品在户外的繁杂工作环境下平稳地工作,而且,还可以降低成本。

(2)造型方面,造型设计以长方体为基底,运用大

量线条结构,风格简约浑厚,整体安全系数更高、空间使用率也更大。另外,采用了模块化结构,在室内板的形状上添加了 LED 广告显示屏、隔板、太阳能电池板,与其他无异。

(3)功能方面,回收机主要由箱体外壳、废弃口罩投递嘴、取物口、刀具组件、低密度分离箱、高温分离区、太阳能板等模块所构成。具备了红外线传感、消毒杀菌、溢满感应、防盗、网络控制、语音报警、实时监控、太阳能补充、避雨、底部排水等功用。

4 结语

口罩资源化回收机制的探索性研究成果可以转化至其他领域产品的资源化回收成果,为其提供新思路,目标是将核心回收物产业化。在环境保护和经济发展协同共生的当代社会,产品资源化回收行业高速发展。随着项目的实施,可回收产物经营体系中的激励机制和循环激励机制适用性强、实效性高,可促进经济社会高效协调发展,以及为协同推动环境优先和绿色文明的道路做出新的更大努力,以便适应现代社会与经济发展的实际需求。

参考文献

- [1] 李茜.智能口罩回收终端设计与应用研究[J].现代信息科技, 2020, 4(22): 127-129.
- [2] 陈海明,董侠,赵莹,等.废弃一次性医用口罩的回收利用与化学升级再造[J].高分子学报, 2020, 51(12): 1295-1306.
- [3] 傅杨祉,于竞贤,李泓杉,等.新型废弃口罩回收装置设计[J].上海化工, 2021, 46(6): 26-29.
- [4] 范昊,李珊珊,热孜亚·艾海提.机器学习算法在我国情报学研究中的应用与影响:基于 CSSCI 期刊论文的视角[J].图书情报知识, 2022, 39(5): 96-108.
- [5] 高恺,李坤,顾红历.镀锌量对低合金钢/5052 铝合金感应静压焊接头微观组织与力学性能的影响[J].中国机械工程, 2023, 34(10): 1220-1229.

作者简介:余绵钰(2001—),女,汉族,广东汕头人,本科在读,研究方向为工业设计与机械运用。

阙戴楠(2001—),女,汉族,广东汕尾人,本科在读,研究方向为现代经济与信息化实际应用。

江怡坪(2001—),女,汉族,广东江门人,本科在读,研究方向为人力资源管理。

通信作者:樊谨超(1989—),男,汉族,广东佛山人,博士研究生,讲师,主要从事创新创业教育、实践和思想政治教育。