

烟用包装胶性能对比与应用发展

李华文 李力 于法月 雷万军 罗进奔

红云红河烟草(集团)有限责任公司昆明卷烟厂 云南 昆明 650202

摘要: 烟用包装胶是卷烟生产过程中的重要辅料之一。烟用包装胶按存在形态分类可分为烟用冷胶与烟用热熔胶,其中烟用冷胶主要使用乙酸乙烯酯-乙烯共聚(VAE)乳液为基础的包装胶,烟用热熔胶主要使用乙烯-乙酸乙烯酯共聚物(EVA)为基础的包装胶。从物理特性、喷胶系统等6方面对比分析了两类烟用包装胶包装性能,以及两类包装胶在烟草行业中的应用。介绍了烟用包装胶的发展趋势。

关键词: 烟用冷胶; 烟用热熔胶; 分类; 烟用包装胶性能对比; 烟用包装胶发展

一、烟用包装胶发展演变

我国卷烟消费量占全球43%以上,烟用包装胶消耗用量也居全球第一。作为卷烟包装生产的重要辅料之一,烟用包装胶广泛用于成型机滤嘴制造,卷烟机烟支卷制搭口、烟支滤嘴接装,包装机小盒包装、条盒包装,以及封箱机烟箱封装等。烟用包装胶在卷烟包装生产辅料中占比较小,但其对卷烟包装质量有较大影响。

烟用包装胶的发展随着卷烟包装设备工作方式及加工速度的发展而发展。在手工包装、低速包装设备包装时期,以生产无滤嘴香烟为主,这一阶段烟用包装胶通常使用包装行业通用型包装胶即可满足生产需求,用胶主要是糊精胶、淀粉胶、热熔胶及羧甲基纤维素(CMC)。随着引进国外PROTOS、PASSIM、FOCKE及GD系列中速卷烟包装设备,卷烟机卷接速度提升至7000支/min,包装胶开始使用聚乙酸乙烯(PVAc)乳液、乙酸乙烯酯-乙烯(VAE或EVA)共聚乳液替代淀粉胶、糊精胶、热熔胶。2000年以后,高速、超高速卷烟包装设备开始引进和国产化,引进安装德国HAUNI公司的M5、M8型卷烟机运行速度达到12000和20000支/min^[1],对应的包装机速度达600-1000包/min,喷胶方式也由原先的接触式滚轮上胶变更为无接触式喷胶上胶,传统烟用包装胶初粘力、粘度、干燥速度、胶体残留单体等均不完全适应高速卷包设备粘接需求,需对其进行改性以提升粘接性能。

同时,随着新型包装材料引入、新型涂布方式应用、“降焦减害”需求、绿色环保需求等,对烟用包装胶的粘接性能提出新的要求。初粘力大、粘结速度快的热熔胶,经过技术

改良的新型淀粉胶开始应用于卷烟包装设备中。

二、常用烟用包装胶分类

烟用包装胶按其存在形态可分为冷胶(也称白乳胶、白胶、水基胶)和热熔胶两类。按照所含主要成分分类,常用烟用包装冷胶可分为聚乙酸乙烯酯(PVAc)乳液、乙酸乙烯酯-乙烯共聚物(VAE或EVA)乳液、乙酸乙烯酯丙烯酸丁酯共聚(VAB)乳液和淀粉胶4种,其中乳液型VAE是目前应用最广泛的烟用包装冷胶。热熔胶可分为乙烯-乙酸乙烯酯共聚物(EVA)、聚烯烃(PO)、聚氨酯(PUR)、聚酰胺(PA)、嵌段共聚物(SBS、SIS、SEBS)、聚酯类(PES)等。烟用热熔胶主要使用EVA热熔胶及PO热熔胶,其中EVA热熔胶使用最广泛,在烟用热熔胶中占比约70%。

1. 烟用冷胶分类

(1) 聚乙酸乙烯酯乳液

聚乙酸乙烯(PVAc)乳液合成工艺简单,俗称白乳胶。PVAc乳液具有无味、不含挥发性有机化合物、粘接力大及节省资源等特点。PVAc乳液以聚乙烯醇为保护胶体,以水为分散介质,将乙酸乙烯单体在常压条件下经乳液聚合而成^[2]。单组分的PVAc乳液在卷烟工业应用中存在一定的缺陷,其耐水性、耐寒性、稳定性相对较差,不能完全适应高速卷包设备的运行需求。为获得性能满足要求的PVAc乳液,须对其进行改性。

(2) 乙酸乙烯酯-乙烯共聚乳液

乙酸乙烯酯-乙烯共聚物乳液,简称VAE或EVA乳液,外观为乳白色。具有安全、无毒、环保防水、不变色、抗氧化等特点。VAE以聚乙烯醇(PVA)为保护胶体,以水为

分散介质, 乙酸乙烯酯和乙烯在高压下通过乳液聚合而成^[3]。PVAc 乳液相比, 由于能够通过掺入乙烯单体来改变玻璃化转变温度, 使其具有永久的内增塑性能, VAE 乳液具有更好的粘接强度, 其固化速度更快、耐碱性、耐久性更好, 适用于高速卷烟包装设备, 是目前使用最广泛的烟用冷胶原料。VAE 乳液胶膜的耐水性低, 耐溶剂性和耐酸碱性一般, 因此烟用冷胶都是以 VAE 为基质, 再做进一步的改性处理得到^[4]。

(3) 乙酸乙丙烯酸丁酯共聚乳液

乙酸乙丙烯酸丁酯共聚乳液, 简称 VAB 乳液。VAB 乳液一般可以通过两种方式获得, 一是将乙酸乙烯与甲基丙烯酸甲酯、丙烯酸丁酯及 N-羟甲基丙烯酰胺共聚后获得, 其具有耐寒性、流动性和稳定性好等优点; 二是将乙酸乙烯与丙烯酸丁酯、不饱和羧酸等单体共聚后获得, 其具有低黏度、无毒无味、成膜温度低和固化快等优点^[5]。VAB 乳液具有耐油性和耐溶剂性差的缺点。

(4) 淀粉胶

淀粉胶是一种天然高分子粘黏剂, 其原料淀粉是一种可再生的天然植物多糖, 价格低廉、无污染、易生物降解。淀粉胶利用氧化淀粉为主体, 通过羧甲基化及磷酸化接枝, 交联剂进行交联、改性, 不同的改性对淀粉胶性质和结构的改变也不同。淀粉胶具有来源广泛、天然环保、燃烧无异味等优点, 随着烟草行业对卷烟绿色安全标准的要求, 作为天然高分子胶黏剂的新型淀粉胶日益受到关注。但对于高速卷烟包装设备和难以粘接的新型材料的用胶上, 淀粉胶在使用上还有一定的局限性, 有待进一步研究。

2. 烟用热熔胶分类

热熔胶可分为乙烯-乙酸乙烯酯共聚物(EVA)、聚烯烃(PO)、聚氨酯(PUR)、聚酰胺(PA)、嵌段共聚物(SBS、SIS、SEBS)、聚酯类(PES)等。烟用热熔胶主要使用EVA热熔胶及PO热熔胶, 其中EVA热熔胶使用最广泛, 在烟用热熔胶中占比约70%。

(1) 乙烯-乙酸乙烯共聚物热熔胶

烟用热熔胶一般为乙烯-乙酸乙烯共聚物(EVA), 由聚乙烯和乙酸乙烯共聚而成的, 通过调控聚乙烯和乙酸乙烯的原料比例获得粘接性能最佳的 EVA 热熔胶, 具有非极性的聚乙烯链段和极性的乙酸乙烯酯链段, 对非极性和极性物质都能够形成有效的粘接。

EVA 热熔胶其主要由聚合物基体、增粘剂、黏度调节剂、抗氧化剂及填充剂等组成, 通过物理共混方式在高温下熔融混合制成热熔胶固体。基体为乙烯-乙酸乙烯树脂, 主要决定 EVA 热熔胶粘接强度、熔化温度、抗拉强度以及耐温变形等性能。增黏剂可提高热熔胶粘接强度, 降低成本, 改善操作性能, 改善冲击强度和剥离强度, 调整耐热温度和露置时间。黏度调节剂可降低热熔胶的熔融黏度, 提高流动性, 缩短露置时间, 改善耐蠕变性、可挠曲性及熔融速度, 减少抽丝现象, 防止胶料自黏。抗氧化剂主要起抑制、延缓热熔胶氧化作用, 并增强其融化过程中的稳定性。增塑剂可降低玻璃化温度和熔融温度、改善胶层脆性, 增进熔融物质的流动性。填充剂可减少收缩, 防止自黏, 同时降低成本。

(2) 聚烯烃热熔胶

聚烯烃热熔胶是将聚乙烯、聚丙烯或无规聚丙烯等树脂为基料进行共混, 并在共混过程中加入改性组分得到, 其具有低表面能, 可以很好的粘接聚乙烯和聚丙烯等非极性基材, 适用于将纸张、(烯烃)塑料薄膜和金属箔粘合到各种基材上。相较于其它热熔胶, PO 热熔胶耐高温, 具有良好的化学稳定性, 碳化现象较少, 无气味, 无毒, 使用温度范围宽, 其能够解决其它热熔胶难以黏合的问题。随着烟用包装材料从白卡纸向光油卡纸发展, 普通热熔胶对聚烯烃材料制品卡纸粘接力较差, 易脱落、开胶, 难以满足此类材料的粘接要求, 聚烯烃类热熔胶则具有更好的粘接性能。

三、烟用包装胶包装性能对比与应用

1. 烟用包装胶包装性能对比

乙酸乙烯酯-乙烯共聚物(VAE)乳液为基础的包装胶(以下简称为VAE乳液)及乙烯-乙酸乙烯共聚物(EVA)热熔胶作为卷烟包装行业中典型的烟用冷胶及烟用热熔胶, 被广泛应用于各类卷烟包装设备中。表1从6方面对比了两类包装胶的粘接性能及对应喷胶系统组成。

表 1 常用烟用冷胶与烟用热熔胶包装性能对比

	乙酸乙烯酯-乙烯共聚物(VAE)冷胶	乙烯-乙酸乙烯共聚物(EVA)热熔胶
固化时间	固化时间相对较长	固化时间相对较短
含水特性	含水量大, 50%左右	无含水量
抗老化性	抗老化性高	抗老化性低
温度影响	温度变化时稳定性高	温度变化时稳定性低
粘接特性	胶水渗透到粘接材料表面, 粘接力高	材料表面附着力低, 粘接力低
系统组成	喷胶系统组成较简单	喷胶系统组成较复杂

VAE 冷胶中含有约 50% 的水和 50% 固体, 在水分被材

料表面吸收及蒸发后,胶水开始固化,其粘接速度相对较慢,固化时间相对较长,但在几类冷胶中固化时间相对最短。VAE冷胶能够渗透进入被粘接材料表面,其粘接力高,粘接效果好,但粘接材料表面可能不工整、有皱褶。VAE冷胶粘接后抗老化性高,温度变化时粘接性能稳定。VAE冷胶对储存和使用对温度要求较高,一般在20-24℃环境下储存胶水,胶水使用温度一般在10-30℃之间。VAE冷胶不含毒性,对环境友好,不存在溶剂型胶粘剂毒性大、安全隐患大等优点,价格便宜,是最广泛使用的烟用胶粘剂之一。

冷胶喷胶系统组成相对简单,主要由胶水桶、隔膜泵或活塞泵、压力调节器、喷枪及控制器等部分组成。由于冷胶以水为分散剂,水分的挥发胶水易固化,从而造成冷胶喷胶系统堵塞,影响设备的使用,整个冷胶喷胶系统应保持在密封的状态。

EVA热熔胶不含水分,无毒、无味、无污染,克服了与溶剂使用和挥发性有机化合物排放相关的危害,降低运输/库存维护成本。在生产使用过程中,当熔融状态的EVA热熔胶温度降低后胶水即固化,初粘力较大,固化时间较短,在数秒内即可完成凝固粘接,与溶剂型胶粘剂或水分散型胶粘剂相比,热熔胶需要较小的工作空间并且无需干燥过程即可高速粘合。同时,EVA热熔胶在多孔性或无孔性的材料均可粘接,适应于不易渗透的材质粘接,在精美包装上有很好的附着性。但EVA热熔胶一般仅粘接在材料表面,其粘接力相对较低,同时EVA热熔胶受温度影响较大,耐高温低温能力较弱,软化点较低,稳定性差,易发生碳化现象影响粘接性能,抗老化性能差以及不适合大面积材料的粘接。

热熔胶喷胶系统相较于冷胶喷胶系统控制较为复杂,系统由热熔胶胶缸、活塞泵、胶管、喷枪及控制器等部分组成。热熔胶系统一般不存在冷胶水分挥发胶水固化堵塞喷胶系统问题,随着热熔胶喷胶系统温度上升,固化的热熔胶会重新变为熔融状态,在高温下胶液流动性强且出胶均匀,适应于高速自动化生产流水线操作业。

2. 烟用包装胶在烟草行业中的应用

在烟草行业中,卷烟卷制、烟包包装等广泛使用乙酸乙烯酯-乙烯共聚物(VAE)乳液作为粘黏剂,滤嘴成型则广泛使用乙烯-乙酸乙烯共聚物(EVA)热熔胶作为粘黏剂。近年来随着软包硬化、新型包装材料引入及高速包装机发展等需求,冷胶粘接特性并不能完全适应卷烟包装设备的发展

需求,部分机型粘黏剂由冷胶变为热熔胶。同时,在滤嘴成型中热熔胶作为粘黏剂存在搭口暴口等问题,因此部分滤嘴成型机粘黏剂由热熔胶变更为冷胶。此外,基于热熔胶和冷胶粘接特性,也有机型将冷胶和热熔胶进行组合喷胶以实现更好的粘接效果。

(1) 冷胶改为热熔胶

在烟草行业中,冷胶改热熔胶应用主要体现在三方面:一是软包硬化商标纸粘接。GDX1软包硬化中由于采用较厚的商标纸,导致商标纸折叠成型中易变形且反弹力增大^[6],原先的固化时间较长的冷胶粘接效果不佳,热熔胶具有初粘力大及粘接速度快的优点,能更好适应软包硬化商标纸粘接需求。二是新型金卡纸的粘接。为提高品牌档次和增加防伪功能,卡纸由原先白卡纸向金卡纸发展,相较于白卡纸,金卡纸多为UV光油、UV油墨和双面覆膜材料,其表面能极低,烟用冷胶难以渗透到纸张纤维内,导致其粘接效果不佳,影响包装质量。热熔胶粘接速度快,又适应不易渗透的材质粘接,对于金卡纸这类较难粘接材料的材质热熔胶更适合粘接^[7]。三是高速包装机条盒商标纸粘接。C800-BV条盒包装机作为超高速卷烟包装设备,采用冷胶作为条盒粘黏剂,当包装机长时间停机时,由于冷胶水分挥发凝固易导致堵塞喷胶嘴,从而影响包装质量、增大保养劳动强度及降低设备效率。热熔胶在加热一定温度后即会融化,正常工作情况下的喷枪一般不会出现喷胶嘴堵塞问题,热熔胶喷胶系统稳定性显著高于冷胶喷胶系统,更适合高速包装机条盒粘接。

(2) 热熔胶改为冷胶

在烟草行业中,热熔胶改冷胶主要应用在滤棒成型机中。KDF2高速滤棒成型机通常采用热熔胶作为搭口用粘黏剂,由于热熔胶材料表面附着力低、粘接力低,受环境温度、湿度等因素影响,生产的滤嘴棒如果长期存放,容易出现粘接不牢,导致搭口暴口现象,在生产特殊滤棒时热熔胶粘接不牢也会出现暴口现象^[8]。冷胶在粘接中胶水渗透到粘接材料表面,粘接力高,同时抗老化性强,更适用于KDF2滤棒成型机搭口胶。

(3) 冷胶热熔胶组合应用

烟用冷胶和热熔胶在卷烟包装应用中各有优劣,使用单一类型胶水可能不能满足粘接要求,为此,有研究将烟用冷胶和热熔胶组合使用以期达到更理想粘接效果。在烟草行业中组合喷胶应用主要体现在两方面:一是滤嘴成型机组合

喷胶。FRA3 高速滤棒成型机设计滤棒搭口工艺采用热熔胶单线搭口粘接,生产的滤棒易受放置时间和环境的影响爆口的问题,设计制作双联胶枪在滤棒搭口上涂布热熔胶和乳胶两条搭口线,以提高滤棒搭口粘接的可靠性^[9]。二是软盒包装机商标纸冷热胶组合喷胶。YB25 包装机现采用的热熔胶粘贴工艺技术,胶点固化效果没有冷胶牢固,当辅机设备停机后,输送通道上的烟包受到挤压会产生搭口开胶等问题,导致烟包废品数量增加,影响卷烟产品品质,改进后在原来热熔胶胶点的基础上增加 2 个冷胶点,采用冷热胶同时喷涂的方式解决商标纸搭口开胶问题^[10]。

(4) 热熔胶在条烟封箱机的应用

YP13 条烟封箱机一般采用封箱胶带将成品件烟的两个大压盖粘接起来,由于成品件烟自重原因导致件烟出现外形变形、散开等现象。基于热熔胶粘接性能,采用线喷胶方式通过 8 条热熔胶胶线将成品件烟的大压盖与小压盖牢固粘接起来,以解决仅靠胶带封箱而导致的封箱不紧实、无法满足机器人堆垛系统要求的问题^[11]。

四、烟用包装胶发展

随着卷烟包装设备的发展,烟草行业对卷烟生产绿色环保、环境友好的发展要求,以及消费者对卷烟新颖、高品质产品的需求,烟用包装胶发展呈现以下趋势。

一是提升烟用包装胶的粘接性能。在卷烟包装设备更新迭代、新型包装材料不断引入、新型涂布方式推广应用等背景下,烟用包装胶需不断提升其粘接性能才能满足卷烟包装需求,主要通过对合成高分子胶、淀粉胶、EVA 热熔胶进行改性来实现。合成高分子胶的改性主要是基于 PVAc 乳液和 VAE 乳液,通过调整或使用新的交联剂、聚合单体、合成方式等改变冷胶的主要成分,进而改善胶的性能^[3]。淀粉胶的改性方法主要有氧化、酯化、接枝、交联等^[12],使淀粉胶粘剂干燥速度和初粘性都能够提高,满足高速卷接设备机器的使用要求。EVA 热熔胶采用共混、交联等技术对原料进行改性,提高其耐溶剂性、内聚强度和耐高温性等。此外,低温环保热熔胶也取得一定发展,低温热熔胶操作温度低,具有低气味、粘接强度高的特点,几乎完全没有结皮、积碳等老化现象,使得机器的维修保养费用大大降低。

二是重视烟用包装胶的环保性能。绿色包装已成为中国烟草包装设计的核心理念,作为烟草包装的重要辅料之一,无毒无害、安全卫生、生物可降解的烟用包装胶受到越

来越重视^[13]。淀粉是应用广泛的可再生天然高分子材料,原料来源广、成本低、无毒、无味和无腐蚀,以天然淀粉为基础的生物可降解粘黏剂是烟用冷胶和烟用热熔胶的研究的热点。此外,基于聚乳酸、木质素、壳聚糖、生物基聚酯胺等天然原料的热熔胶也具有很大的发展潜力^[14]。

三是开发烟用包装胶的功能属性。随着市场发展及消费者对新颖高品质卷烟的需求,增香、阻燃方面烟用冷胶被成功开发。增香型烟用冷胶主要是在粘黏剂生产过程中,添加绿茶提取物、薄荷香精、虫草提取物、奶甜型香精等香味物质通过物理共混的方式制得。阻燃型烟用冷胶在生产过程中添加阻燃剂通过物理共混的方式制得。其它特殊功能属性烟用包装胶正在进一步研究。

五、结语

烟用包装胶主要以 VAE 乳液及 EVA 热熔胶作为主,两种包装胶包装性能各有优势,随着卷烟包装行业的发展与变化,针对卷烟包装设备实际粘结需求选择适应的烟用包装胶及改进相应喷胶系统受到越来越多的研究与应用,并取得显著效果。在烟草行业对卷烟生产绿色环保安全的要求及人们对环保意识的提高的背景下,烟用包装胶正逐步向安全环保高性能方向发展。

参考文献

- [1] 曹贵昌,刘文富,董彦林,等. 卷烟胶的发展概况 [J]. 轻工科技, 2019, 35(01): 18-19.
- [2] 杨建礼,曹稳. 烟用水基胶对卷烟感官质量和主流烟气指标的影响 [J]. 大众科技, 2019, 21(8): 37-39, 54.
- [3] 胡少东,李国政,杨帆,等. 国内烟用水基胶改性研制进展 [J]. 烟草科技, 2020, 53(08): 105-112.
- [4] 杜郢,董艳艳,王海青. 卷烟胶的发展与展望 [J]. 粘接, 2015, 36(03): 88-91.
- [5] 罗恒,田井速,舒凯,等. 水基烟用搭口胶的发展与展望 [J]. 中国胶粘剂, 2018, 27(04): 43-45.
- [6] 吕小波. GDX1 包装机热熔胶喷涂系统的开发应用 [J]. 烟草科技, 2008, (08): 29-30.
- [7] 钟文峰. 汉高烟用胶粘剂的营销策略研究 [D]. 华中科技大学, 2010.
- [8] 曾丽东. 基于 PLC 的 KDF2 热熔胶改冷胶系统 [J]. 科技创新导报, 2014, 11(20): 31.
- [9] 倪敏. 双联涂胶装置在滤棒双线搭口中应用 [J]. 机械

工程师, 2011(11): 129-130.

[10] 杨明权, 吕小波, 邱仕强, 等. YB25 软盒包装机商标纸冷热胶组合喷涂系统的设计与应用 [J]. 烟草科技, 2022, 55(08): 95-99.

[11] 何权, 欧阳雄波, 吴罡, 等. 热熔胶系统在 YP13 条烟装封箱机上的应用 [J]. 烟草科技, 2014(8): 29-31.

[12] 孟鑫, 刘妍, 田园, 等. 改性淀粉胶粘剂的研究进展 [J]. 化学与粘合, 2022, 44(3): 248-252.

[13] Ali A, Rehman K, Majeed H, et al. Polysaccharide - based adhesives[J]. Green Adhesives: Preparation, Properties and Applications, 2020: 165-180.

[14] Vineeth S K, Gadhave R V. Sustainable raw materials in hot melt adhesives: a review[J]. Open Journal of Polymer Chemistry, 2020, 10(3): 49-65.

基金项目:

红云红河烟草(集团)有限责任公司科技项目“热熔胶技术在高速卷包设备研究与应用”(专项合同号: HYHH2022ZZ01)。

作者简介:

李华文(1978-10), 男, 汉族, 江西宜春人, 硕士研究生, 从事烟草工业自动化研究。