

生物质胶黏剂在烟包内衬纸纸铝复合的可行性研究

苏林林¹, 何邦贵¹, 王诗琪¹, 王宝金²

(1.昆明理工大学 机电工程学院, 昆明 650000; 2.昆明天尔成包装材料有限公司, 昆明 650000)

摘要: 目的 将生物质胶黏剂作为纸基-金属复合的粘合剂应用于烟包内衬纸生产, 分析生物质胶黏剂应用于烟包内衬纸复合工艺的可行性。方法 运用现有烟包内衬纸复合设备制备天马胶黏剂内衬纸和生物质胶黏剂内衬纸, 对制备内衬纸的特定参数、重金属及微生物含量、挥发性有机物 VOCs(Volatile Organic Compounds)含量进行检测, 经过对比实验分析, 综合判断其可行性。结果 使用生物质胶黏剂生产的内衬纸的特定参数除含水率 6.8%略高于国家烟草专卖局所规定的标准范围(4.0±1.5)%外, 其余各参数均在规定的标准范围内; 其重金属及微生物含量低于使用天马胶生产的内衬纸, 且其 VOCs 总含量为 0.31 mg/m², 比使用天马胶生产的内衬纸减少了约 47.28%。结论 烟包内衬纸复合中采用生物质胶黏剂具有可行性, 且具有重金属及微生物减排特性、VOCs 减排特性和环境友好性, 但胶水配制的比例、工艺参数不是最佳, 仍可进行优化。

关键词: 生物质胶黏剂; 烟包内衬纸; 复合工艺; 可行性

中图分类号: TB484; TS758⁺.4 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2020)15-0149-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.15.022

Feasibility Study on Biomass Adhesive in the Paper-aluminum Compounding of Cigarette Packet Lining Paper

SU Lin-lin¹, HE Bang-gui¹, WANG Shi-qi¹, WANG Bao-jin²

(1. Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, KUST, Kunming 650000, China;

2. Kunming Tianercheng Packaging Material Co., Ltd., Kunming 650000, China)

ABSTRACT: The work aims to analyze the feasibility of applying biomass adhesive to the composite process of cigarette packet lining paper, with the biomass adhesive as the adhesive compounded by paper and metal to be applied in the production of cigarette packet lining paper. Tianma adhesive lining paper and biomass adhesive lining paper were pared by the existing cigarette packet lining paper composite equipment. The specific parameters, heavy metal and microorganism contents and VOCs contents of the prepared lining paper were detected. Through comparative experimental analysis, the feasibility was comprehensively determined. The specific parameters of lining paper produced by biomass adhesive were in the specified standard range of each parameter except that the water content was 6.8%, slightly higher than the standard range of (4.0±1.5)% stipulated by the State Tobacco Monopoly Administration. The contents of heavy metals and microorganisms were lower than those of lining paper produced by Tianma Gum, and the total VOCs content was 0.31 mg/m², which was about 47.28% lower than those of lining paper produced by Tianma Gum. It is feasible to use biomass adhesive in cigarette packet lining paper compounding, and it has such characteristics as heavy metal and microorganism emission reduction, VOCs emission reduction and environmental friendliness. However, the proportion of glue preparation and process parameters are not optimal and can still be optimized.

收稿日期: 2019-11-06

作者简介: 苏林林(1996—), 女, 昆明理工大学硕士生, 主攻包装印刷材料及工艺。

通信作者: 何邦贵(1963—), 男, 昆明理工大学教授, 主要研究方向为机械创新设计与制造、包装印刷新材料等。

KEY WORDS: biomass adhesive; cigarette packet lining paper; composite process; feasibility

烟包内衬纸位于香烟和纸盒之间,具有防潮、保香等作用。烟包内衬纸种类繁多,复合内衬纸因其特殊的结构特性,在防潮以及保香上,显示出了十分优秀的性能,其突出的防水隔味特性使其在众多纸型中脱颖而出,成为我国目前应用最为广泛的烟包内衬纸型。在卷烟行业,使用胶黏剂将铝箔和原纸粘接复合制得的铝箔复合内衬纸被大部分商企所用^[1]。由于烟包内衬纸与烟支直接接触,使得内衬纸的卫生和环保要求为食品级。目前在烟用内衬纸的复合过程中,以苯、甲苯、二甲苯等有毒物质作为稀释剂的传统溶剂型化学胶黏剂依然被很多企业所使用,虽然在干燥过程中能够挥发绝大部分的有机溶剂,所生产的内衬纸符合国家烟草专卖规定的内衬纸重金属及微生物含量、VOCs 含量的限量标准,但是仍会有微量的有毒物质残留在内衬纸中,这对于香烟吸食者的健康无疑是一种隐患。

近年来,生物质胶黏剂以不含 VOCs、重金属及致癌物质,可再生,能够在环境中降解,无腐蚀性,无公害,绿色友好等一系列优点开始受到广泛关注^[2]。Wang 等^[3]研制出一种耐水性好、粘结性强的蛋白质胶黏剂。Li 等^[4]在胶黏剂中加入了明胶,使得胶黏剂的固化时间缩短,粘接强度提高。Yu 等^[5]改善了玉米淀粉胶黏剂的剪切强度,拓展了淀粉的应用范围。Xu 等^[6]以木薯淀粉为原料,制备出了可用于木材行业的环保的淀粉基胶黏剂。Shamsabadi 等^[7]在丙烯酸压敏胶中加入纤维素纳米晶体(CNCs),增加了胶乳的平均粒度并降低了玻璃化转变温度。Liu 等^[8]用大豆蛋白与改性单丁混合制备制备的生物质胶黏剂具有较好热稳定性和湿态剪切强度。由原料直接制备的生物质胶黏剂由于耐水性、耐热性、粘接强度等性能劣于化学胶黏剂,虽然通过对胶黏剂进行改性处理,可得到性能较好的生物质胶黏剂,但其应用并未普及^[9]。国内生物质胶黏剂的研究多数为对制备原料进行改性处理改进其制备工艺,对生物质胶黏剂的应用研究多为木材、皮革行业,未见有将生物质胶黏剂应用于烟包内衬纸铝复合工艺中的相关文献资料。

由于生物质胶黏剂具有诸多优点,文中提出使用生物质胶黏剂替代传统化学胶黏剂应用在烟用内衬纸的复合中以减少有毒有害物质的残留,在现有条件下对生物质胶黏剂用于内衬纸复合工艺的可行性进行了试验研究。

1 试验

1.1 方案

该试验在昆明天尔成包装材料有限公司的生产

车间进行,在该厂生产烟用内衬纸使用的复合印刷设备和工艺参数的基础上,使用天马粘合剂得到的复合内衬纸为样品 1,将工厂目前生产所用的天马粘合剂替换为 ITG 系列生物质胶黏剂进行纸铝复合得到样品 2,然后进行对比实验。分别测量样品的含水率、厚度、厚度变异系数、动摩擦因数、抗张能量吸收指数、白度,将测量所得的数据与国家烟草专卖局规定的烟包内衬纸的质量标准进行对比看是否达标。此外对其成分含量、重金属及为生物含量及 VOCs 含量进行检测,对比分析所得检测数据,判断其成分环保性、重金属及微生物减排特性及 VOCs 减排特性,综合分析生物质胶黏剂的内衬纸复合工艺的可行性。

1.2 试验材料及设备

试验材料:定量为 71 g/m²、宽幅为 930 mm 纸基金属复合原纸(卷筒纸),厚度为 0.006 μm、宽幅为 925 mm 的铝箔,型号为 TMJ-B 的铝箔复合专用胶(天马粘合剂),赢泰科技(美)生产的 ITG 系列生物质胶黏剂。天马粘合剂是实际生产使用的溶剂型化学胶黏剂,其主要成分及含量见表 1。ITG 系列胶黏剂是专门用于烟草行业铝膜衬纸复合的系列特种胶黏剂,是烟用内衬纸复合生产过程中所使用的主流成熟产品。

主要试验设备见表 2。

表 1 天马粘合剂主要成分及含量
Tab.1 Main components and contents of Tianma adhesive

组分编号	组分名称	质量分数/%
1	水	78
2	聚乙烯醇	13.4
3	乙酸乙烯-乙烯共聚物	5.8
4	甘油	2.6
5	消泡剂	0.2

表 2 试验主要设备
Tab.2 Main experimental equipment

设备名称	型号	厂家
大型复合印刷机		长乐华周器械有限公司
摩擦因数测定仪	MXD-03	济南艾德诺仪器有限公司
纸张拉力仪	WZL-300	济南艾德诺仪器有限公司
高精度电脑厚度仪	PN-PT6E	杭州品享科技有限公司
电热鼓风干燥箱	DGF30	南京实验仪器厂
电子天平	FA/JA	上海天平仪器厂
数显白度仪	SBDY-1P	上海悦丰仪器仪表有限公司

1.3 生物质胶黏剂制备

根据制备说明，文中在现有设备上制备生物胶水。将胶粉与水以质量比为 1：8.5 的比例装入制胶桶中，使用分散盘型制胶设备来搅拌制胶，先将电机转速调至 1200 r/min，搅拌 5 min，然后将电机转速调至 900 r/min，继续搅拌 30 min，完成生物质胶的制备。制胶完成后用过滤网过滤，过滤图片见图 1。从图 1 中可以看出此次配制的生物胶胶质均匀，残留在过滤网上的杂质较少。胶水过滤完成后使用粘度测量杯测量胶水的粘度，测量时所用的粘度杯杯号为 2[#]，过滤完成后测量生物胶粘度，见图 2。此次配制的生物胶的粘度为 31 s，在(30±2)s 范围内。从图 1 中可看出制备完成的胶水胶质均匀，无多余杂质。



图 1 生物胶制备完后过滤
Fig.1 Filtration after preparation of biogel



图 2 测量生物胶粘度
Fig.2 Measuring viscosity of biogel

1.4 样本制备

由于国内对于生物质胶黏剂的研究还尚在起步阶段，且目前未有将生物质胶黏剂应用在烟包内衬纸生产中的相关文献报道。故该次试验生产生物质胶黏剂包装内衬纸的工艺参数和实际生产中使用化学胶黏剂进行纸铝复合时的工艺参数一致，具体参数：复合印刷机运行速度为 130 m/min；上胶压轮气压为 0.20 MPa，烤箱温度为 85 ℃。在此参数下，得到样品 1 和样品 2，见图 3，制得的样品 1 和样品 2 均为卷筒复合烟用内衬纸。

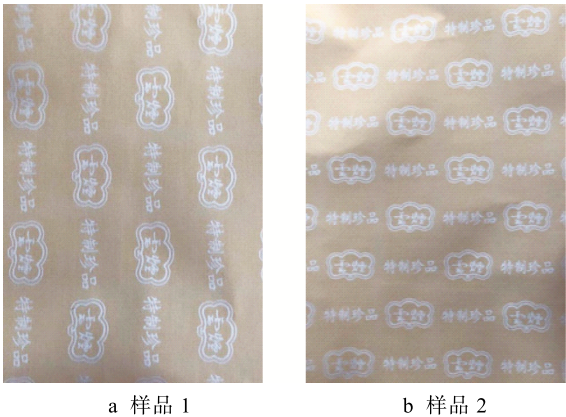


图 3 卷筒复合烟用内衬纸
Fig.3 Rolled composite lining paper for cigarette

2 试验结果及分析

2.1 基本参数测量及分析

使用仪器测量所制备样品的含水率、厚度、厚度变异系数、动摩擦因数、抗张能量吸收指数、白度^[10]。将测量结果与国家烟草专卖局规定的内衬纸各参数标准范围相比较，见表 3。

从表 3 中可以看出，试验所得样品 2 除了含水率高于标准范围外，其余的各参数均在烟包内衬纸的各参数范围内，故认为工厂的现有设备在生物胶应用于内衬纸的生产中具有初步的可行性，但还要判断所得样品是否符合环境友好性的要求。由于暂时还没有将生物质胶黏剂应用在卷烟行业的相关文献报道，故通

表 3 烟包内衬纸各参数的标准范围和样品参数
Tab.3 Standard range of parameters and sample parameters of cigarette packet lining paper

参数名称	含水率/%	厚度/mm	厚度变异系数/%	动摩擦因数	抗张能量吸收指数/ (mJ·g ⁻¹)	白度/%
标准范围	4.0±1.5	0.090±0.005	3	0.43±0.1	200	78
样品 1 测得的数据	4.8	0.091	0.015	0.43	302	85
样品 2 测得的数据	6.8	0.086	0.018	0.42	296	86

过对比实验分析使用生物质胶黏剂是否比使用化学胶黏剂更具有环境友好性。

2.2 成分环保性

根据生产商所提供的资料显示, ITG 系列生物胶黏剂成分有: 纳米改性天然碳水高分子化合物、氢氧化钠、氢氧化铝、二氧化硅纳米微晶、1,2-苯并异噻唑基-3(2H)-酮、2-甲基-3(2H)-异噻唑啉酮。

ITG 系列生物胶黏剂的主要成分明确, 但未知各组分的具体质量分数, 为此对 ITG 系列生物胶黏剂样品进行了微谱技术分析(常规分析), 报告见表 4。

表 4 ITG 系列生物胶微谱分析报告
Tab.4 Microspectral analysis report of ITG series biogels

组分编号	组分名称	质量分数/%	作用
1	淀粉	85 ~ 86	粘接
2	二氧化硅	7 ~ 8	
3	氯化钠	2.6 ~ 3.4	
4	硫酸钠	1.2 ~ 2.0	
5	氢氧化钠	1.5 ~ 2.5	糊化剂
6	氢氧化铝	0.05 ~ 0.15	

从报告中可看出组分质量分数最高的为淀粉(85%~86%)。淀粉是一种可再生的多糖类天然高分子物质, 来源丰富, 应用广泛^[11]。由于淀粉存在直链部分和支链部分, 支链部分可凝胶, 支链部分能糊化^[12], 使得淀粉改性后可作为胶黏剂。由生物胶的微谱分析报告可得其他的化学组分有二氧化硅、氯化钠、硫酸钠、氢氧化钠和氢氧化铝等 5 种, 质量分数

都较低, 分别为 8%, 3.4%, 2.0%, 2.5%, 0.15%。故认为 ITG 系列生物胶黏剂具有一定的成分环保性。

2.3 重金属及微生物减排特性

烟包内衬与烟支直接接触, 而烟支在大部分情况下都是通过嘴部来吸食。若烟包内衬纸制作过程中残留有重金属和致癌微生物等有害物质, 可能会损害香烟吸食者的健康。中国烟草专卖局对于内衬纸成品的重金属及微生物的含量有一定的限量标准, 以此来规范烟包内衬纸的生产质量^[13]。文中参照国家烟草专卖局规定的内衬纸重金属及微生物含量限量标准来定性分析生物胶在内衬纸生产上应用的重金属及微生物减排特性。分别对样品 1 和样品 2 进行了重金属及微生物含量检测, 检测项目及方法见表 5。

表 5 重金属及微生物检测方法
Tab.5 Detection methods of heavy metals and microorganisms

测试项目	检测方法(参考)
重金属元素分析	YC/T 316—2014
大肠菌群	GB/T 5009.78—2003
沙门氏菌	GB/T 5009.78—2003
志贺氏菌	GB/T 5009.78—2003
金黄色葡萄球菌	GB/T 5009.78—2003
溶血性链球菌	GB/T 5009.78—2003

烟用内衬纸的重金属、微生物含量的标准范围以及样品重金属及微生物含量见表 6。

表 6 重金属、微生物含量标准和样品含量
Tab.6 Standards for the content of heavy metals and microorganisms and content in samples

项目	标准	参考限定检出限	样品 1	样品 2
铬含量/(mg·kg ⁻¹)	≤12.0	0.012	5.163	3.091
镍含量/(mg·kg ⁻¹)	≤20.0	0.012	8.752	5.483
砷含量/(mg·kg ⁻¹)	≤0.8	0.011	0.290	0.047
硒含量/(mg·kg ⁻¹)	≤1.0	0.019	0.174	0.039
镉含量/(mg·kg ⁻¹)	≤1.0	0.012	未检出	未检出
汞含量/(mg·kg ⁻¹)	≤1.0	0.014	未检出	未检出
铅含量/(mg·kg ⁻¹)	≤4.0	0.015	2.834	1.103
大肠菌群含量/(MPN·g ⁻¹)	≤0.3		<0.3	<0.3
沙门氏菌含量	不得检出		未检出	未检出
志贺氏菌含量	不得检出		未检出	未检出
金黄色葡萄球菌含量	不得检出		未检出	未检出
溶血性链球菌含量	不得检出		未检出	未检出

注: MPN 表示最大可能数

从表 6 中可以看出样品 2 中检测出的重金属元素含量极少，都在规定的重金属标准范围内，并且各参数的含量均小于等于样品 1 的含量。大肠菌群检测结果也显示在规定的标准范围内，与样品 1 的检测结果相同。在 2 个样品中均没有检测出沙门氏菌、志贺氏菌、金黄色葡萄球菌和溶血性链球菌，符合标准。

样品 2 使用的是生物质胶黏剂，理论上不应含有重金属成分，因此推测在样品 2 中检测出的重金属元素应该来自烟包内衬纸生产中复合后在纸张表面印刷所使用的色浆涂料中。根据以上讨论，可认为在内衬纸复合中采用生物质胶黏剂具有一定的重金属减排特性。

2.4 VOCs 减排特性

国家烟草专卖局针对内衬纸成品的 VOCs 溶剂残留也有一定的限量标准，来规范行业中各厂家内衬纸成品的生产质量^[14]。文中参照国家烟草专卖局规定的内衬纸 VOCs 溶剂残留限量标准来定性地分析 VOCs 溶剂减排特性。检测依据 YC/T 207—2014《烟用纸张中溶剂残留的测定》所使用的顶空-气相色谱/质谱联用法对样本进行检测^[15]，该次检测委托检测机构进行。烟用内衬纸的 VOCs 溶剂残留含量的标准范围及试验样品 VOCs 溶液残留含量检测结果见表 7。

表 7 VOCs 残留含量标准及试验样品 VOCs 溶液残留含量检测结果				
Tab.7 Standard for VOCs residual content and test results of residual VOCs in test samples				mg/m ²
参数	标准限量	参考限定检出限	样品 1	样品 2
甲醇	≤1.00	0.058	0.14	0.06
乙醇	≤1.00	0.308	0.308	0.25
异丙醇	≤1.00	0.027	0.04	未检出
丙酮	≤1.00	0.089	0.02	未检出
正丙醇	≤1.00	0.012	未检出	未检出
丁酮	≤1.00	0.012	未检出	未检出
乙酸乙酯	≤1.00	0.009	未检出	未检出
乙酸异丙酯	≤1.00	0.016	未检出	未检出
正丁醇	≤1.00	0.012	未检出	未检出
苯	≤0.01	0.003	未检出	未检出
1-甲氧基-2-丙醇	≤0.50	0.149	未检出	未检出
乙酸正丙酯	≤0.50	0.144	未检出	未检出
2-乙氧基乙醇	≤0.50	0.480	未检出	未检出
4-甲基-2-戊酮	≤0.01	0.011	未检出	未检出
1-乙氧基-2-丙醇	≤1.00	0.093	未检出	未检出
甲苯	≤0.50	0.003	未检出	未检出
乙酸正丁酯	≤5.00	0.012	未检出	未检出
乙苯	≤0.50	0.003	未检出	未检出
间、对-二甲苯	≤0.50	0.003	未检出	未检出
邻-二甲苯	≤0.50	0.003	未检出	未检出
苯乙烯	≤1.00	0.003	0.03	未检出
2-乙氧基乙基乙酸酯	≤1.00	0.460	未检出	未检出
环己酮	≤1.00	0.018	0.05	未检出
丁二酸二甲酯	≤1.00	0.660	未检出	未检出
戊二酸二甲酯	≤1.00	0.620	未检出	未检出
己二酸二甲酯	≤1.00	0.600	未检出	未检出
总量	≤8.00		0.588	0.31

从表 7 中可看出,样品 2 中只检测出极少量的甲醇和少量乙醇,含量都符合烟包内衬纸 VOCs 残留的限量标准,并且各参数的含量都小于等于样品 1 的含量。由于传统化学胶黏剂大量使用各种有机溶剂(如苯、甲醇、乙醇等),以及其他助剂、增塑剂等,这些添加物中都含有大量易挥发的毒性物质,导致 VOCs 含量较高。生物质胶黏剂使用的粘剂是淀粉等天然高分子物质,无毒无污染,只使用极少的助剂,而且在配制时是用水作为溶剂,所以含有的 VOCs 溶剂残留明显少于化学胶黏剂。故认为在内衬纸复合中采用生物胶具有一定的 VOCs 减排特性。

3 结语

为探究生物质胶黏剂应用在烟包内衬纸纸铝复合的可行性,文中进行了试验生产样品 1 和样品 2,并对样品 1 和样品 2 进行检测分析,对比检测结果可得到以下结论。

1) 通过对生产的样品 2 进行检测分析,烟包内衬纸纸铝复合使用生物质胶黏剂具有可行性。

2) 样品 1 和 2 样品检测对比可看出,采用生物质胶黏剂生产的烟包内衬纸的重金属及微生物含量、VOCs 的含量均低于使用化学胶黏剂生产的烟包内衬纸,使用生物质胶黏剂生产的内衬纸比更具环境友好性。

3) 使用生物质胶黏剂生产的内衬纸含水量略高于国家要求的标准,初步认为胶水制备时胶粉和水的比例及生产时的工艺参数不是最佳,可进一步对胶水制备时的比例、生产工艺参数进行研究。

参考文献:

- [1] 谢定海,单婧,方细玲,等. 不同类型内衬纸的结构对比[J]. 科技视界, 2015(7): 267.
XIE Ding-hai, SHAN Jing, FANG Xi-ling, et al. Structural Comparison of Different Types of Lining Paper[J]. Science and Technology Horizon, 2015(7): 267.
- [2] 张一炜,蒋岚,邵双喜,等. 环境友好生物质胶粘剂现状[J]. 皮革科学与工程, 2018, 28(4): 32—36.
ZHANG Yi-wei, JIANG Lan, SHAO Shuang-xi, et al. Current Situation of Environmentally Friendly Biomass Adhesives[J]. Leather Science and Engineering, 2018, 28(4): 32—36.
- [3] WANG C, WU J, BERNARD G M. Preparation and Characterization of Canola Protein Isolate-poly (glycidylmethacrylate)Conjugates: a Bio-based Adhesive[J]. Industrial Crops & Products, 2014, 57(2): 124—131.
- [4] LI Y, MENG H, LIU Y, et al. Gelatin Microgel Incorporated Poly (Ethylene Glycol) - Based Bioadhesive with Enhanced Adhesive Property and Bioactivity[J]. Acs Applied Materials & Interfaces, 2016, 8(19): 11980.
- [5] YU H W, FANG Q, CAO Y, et al. Effect of HCl on Starch Structure and Properties of Starch-based Wood Adhesives[J]. Bioresources, 2016, 11(1): 1721—1728.
- [6] XU Q, WEN J, WANG Z. Preparation and Properties of Cassava Starch-based Wood Adhesives[J]. Bioresources, 2016, 11(3): 6756—6767.
- [7] SHAMSABADIM K, MOGHBELI M R. Cellulose Nanocrystals(CNCs) Reinforced Acrylic Pressure-sensitive Adhesives (PSAs) Prepared via Miniemulsion Polymerization[J]. International Journal of Adhesion & Adhesives, 2017, 78: 155—166.
- [8] LIU C, ZHANG Y, LI X, et al. A high-performance Bio-adhesive Derived From Soy Protein Isolate and Condensed Tannins[J]. Rsc Advances, 2017, 7(34): 21226—21233.
- [9] 鲁艳,艾照全,蔡婷. 生物质胶粘剂的制备及应用研究[J]. 粘接, 2013(12): 41—45.
LU Yan, AI Zhao-quan, CAI Ting. Preparation and Application of Biomass Adhesive[J]. Adhesive, 2013(12): 41—45.
- [10] 李承志,陈雯钰. 浅谈烟用纸张材料及性能检测[J]. 工业计量, 2018, 28(S1): 32—36.
LI Cheng-zhi, CHEN Wen-yu. A Brief Talk on Material and Performance Testing of Cigarette Paper[J]. Industrial Metrology, 2018, 28(S1): 32—36.
- [11] 章昌华,郑祥. 淀粉类胶粘剂的应用研究进展[J]. 中国胶粘剂, 2009, 18(7): 54—58.
ZHANG Chang-hua, ZHENG Xiang. Research Progress in Application of Starch Adhesive[J]. China Adhesive, 2009, 18(7): 54—58.
- [12] 王学川,张思肖,刘新华,等. 工业用木材胶粘剂的研究进展[J]. 中国胶粘剂, 2018, 27(9): 51—56.
WANG Xue-chuan, ZHANG Si-xiao, LIU Xin-hua, et al. Research Progress of Industrial Wood Adhesives[J]. China Adhesives, 2018, 27(9): 51—56.
- [13] 张瑞凌,魏云波,刘书花,等. 我国重金属污染现状及其微生物处理方法研究进展[J]. 现代农业科技, 2011(20): 272.
ZHANG Rui-ling, WEI Yun-bo, LIU Shu-hua, et al. Current Situation of Heavy Metal Pollution and Research Progress of Microbial Treatment Methods in China[J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2011(20): 272.
- [14] 李红娜. VOCs 处理技术评价指标体系研究[J]. 资源节约与环保, 2017(8): 119—121.
LI Hong-na. Study on Evaluation Index System of VOCs Treatment Technology[J]. Resource Conservation and Environmental Protection, 2017(8): 119—121.
- [15] 李强,段秀春. YC/T 207—2014 标准变更说明和重点分析[J]. 印刷技术, 2017(6): 47—49.
LI Qiang, DUAN Xiu-chun. YC/T 207—2014 Standard Change Description and Key Analysis[J]. Printing Technology, 2017(6): 47—49.