木材用淀粉胶粘剂的制备及工艺优化

王潘军[1]，程 力[1,2,3]，顾正彪[*1,2,3]，李兆丰[1,2,3]，洪 雁[1,2,3]
（1. 江南大学 食品学院，江苏 无锡 214122；2. 食品科学与技术国家重点实验室 江南大学，江苏 无锡 214122；
3. 江南大学 食品安全与营养协同创新中心，江苏 无锡 214122）

摘要：采用二元种子法工艺制备高固含量木材用淀粉胶粘剂。首先，研究了盐酸浓度对高固含量淀粉胶粘剂的降粘效果，综合考虑降解对粘接性能的影响，选择盐酸浓度为 1.0 mol/L。其次，采用二元种子聚合工艺进一步降低体系的粘度和改善胶粘剂性能，研究了第一/第二种子比例和第二种子添加时间对淀粉胶贮藏稳定性的影响。结果表明，第一/第二种子比例为 8:2，反应进行 2.5 h 后加入第二种子，制备的淀粉胶表观粘度最低，贮藏性能最好。最后，优化了引发剂 APS 的添加量和添加方式：APS 的添加总量为淀粉干基的 1%，反应起始阶段加入总量的 70%，取出第二种子后加入总量的 20%，剩余的 APS 在加入第二种子后加入，制备过程中反应平稳，回流较少。在上述优化工艺的基础上对淀粉胶的粒径分析表明，二元种子法工艺制备的淀粉胶具有二元粒径分布，不同大小的粒子可达到最密堆积状态，且小粒子表面吸附了更多的乳化剂抑制淀粉回生，显著改善了高固含量木材用淀粉胶粘剂的贮藏性能。

关键字：淀粉；高固含量；二元种子法；工艺优化；机理分析
中图分类号：TS 236.9　**文献标志码**：A　**文章编号**：1673—1689(2015)07—0724—07

Processing Technology of High Solid Content Starch-Based Wood Adhesive

WANG Panjun[1]，*CHENG Li*[1,2,3]，*GU Zhengbiao*[*1,2,3]，*LI Zhaofeng*[1,2,3]，*HONG Yan*[1,2,3]
（1. School of Food Science and Technology，Jiangnan University，Wuxi 214122，China；2. State Key Laboratory of Food Science and Technology，Jiangnan University，Wuxi 214122，China；3. Synergetic Innovation Center of Food Safety and Nutrition，Jiangnan University，Wuxi 214122，China）

Abstract：The high solid content starch-based wood adhesive was prepared by two-seed process. Firstly，the concentration effect of hydrochloric acid on viscosity of the high solid content starch-based wood adhesive was studied. Considering the degradation effect on shear strength，1.0 mol/L of hydrochloric acid was used. Then，two seed polymerization process was applied to further lower the viscosity of the system and improve the adhesive properties. Effects of the first/second seed ratio and the adding time of the second seed on storage stability of the high solid content starch-based wood adhesive were studied. It was shown that the adhesive showed the lowest viscosity and the best storage property with the first/second seed ratio of 8∶2 and the second seed being added after

收稿日期：2014-07-23
基金项目：江苏省科技支撑(工业)计划项目(BE2011015)；2011 年度高校科研成果产业化推进项目(JHB2011-28)。
* **通信作者**：顾正彪(1965—)，男，江苏阜宁人，工学博士，教授，博士研究生导师，主要从事淀粉深加工研究。
E-mail：zhengbiaogu@jiangnan.edu.cn

reacting for 2.5 h. Finally, the preparation was stable and less reflux with the conditions of 1% of APS (starch dry basis), addition of 70% of the total APS at the beginning of reaction, 10% of the total APS after adding the second seed and the rest 20% after taking out the second seed. The starch-based adhesive prepared by two-seed process possessed bimodal particle size distribution. The particles with different sizes reached the closest packing condition and more amount of emulsifier could be adsorbed on the surface of the small particles to restrain the starch retrogradation, which greatly improved the storage property of the high solid content of starch-based wood adhesive.

Keywords: starch, high solid content, two-seed process, optimization of preparation, mechanism analysis

我国是木材及木制品的生产和消费大国，随着木材加工工业的持续发展，木材用胶粘剂的需求量日益增大[1]。目前我国木材用胶粘剂以“三醛胶”和合成胶为主，前者含有甲醛，后者则以不可再生的石油化工产品为主要原料。

随着人们环保意识的增强和石油资源的日益紧张，生物质胶粘剂已成为近些年胶粘剂领域研究和应用的热点和发展趋势[2]。淀粉来源丰富且价格低廉，是一种可生物降解的再生资源。以淀粉为原材料生产的胶粘剂具有无毒、无异味、无公害等特点，在木材行业的应用有着节约成本、节省资源、绿色环保等优势[3]。

作者以玉米淀粉为原料，与醋酸乙烯酯单体通过接枝共聚反应合成了一种新型木材用淀粉胶粘剂。由该工艺制备出的淀粉基木材胶粘剂具有淀粉含量高，粘接性良好，成本低廉，外观乳白等特点[4-6]，但其固含量还有待于进一步提高。高固含量胶粘剂具有固化时间短、初粘力大、减少储运费用和上胶次数等优点。提高木材用淀粉胶粘剂的固含量，则须提高淀粉乳浓度，而由此会带来反应体系粘度过高并导致搅拌困难、反应不均匀等问题。

二元种子法工艺[7]可以通过加入大小不同粒径的种子乳液来调整乳液的粒径分布，以降低反应体系粘度。作者引入二元种子工艺制备固含量的木材用淀粉胶粘剂，研究了酸解条件（盐酸浓度），第一/第二种子比例和第二种子添加时间对淀粉胶贮藏稳定性的影响，最终制备出一种干燥速度快，粘接强度高，贮藏性能好的高固含量木材用淀粉胶粘剂。

1 材料与方法

1.1 原料与仪器

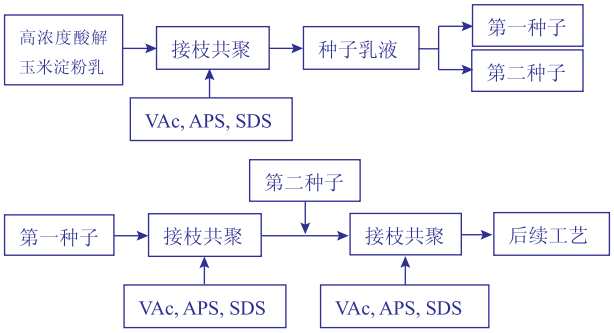
玉米淀粉，购于山东诸城兴贸玉米开发有限公司；DKB-501 型超级恒温水槽，上海森信实验仪器有限公司产品；NDJ-1 型旋转式粘度计，上海精科天平仪器厂产品；LHS-80HC-I 型恒温恒湿箱，上海一恒科学仪器有限公司产品；万能材料试验机，深圳凯强利试验仪器有限公司产品；马尔文 3000 激光粒度仪，美国 Microtrac 公司产品。

1.2 实验方法

1.2.1 高固含量木材用淀粉胶粘剂的制备 在装有搅拌器、回流冷凝管的四颈烧瓶中，将一定量的玉米淀粉与 100 mL 一定浓度的盐酸配制成淀粉质量分数 45%的淀粉乳，60 ℃酸解 2 h，调节 pH 至 4.0，升温至 70 ℃，加入一定量的引发剂过硫酸铵和 1.5%（以淀粉质量分数计，下同）乳化剂十六烷基硫酸钠，缓慢滴加接枝单体醋酸乙烯酯，1 h 后从体系中取出一定量的乳液作为第二种子，在 35 ℃下以 120 r/min 的转速保持机械搅拌，体系中剩余乳液作为第一种子，加入一定量的引发剂，继续缓慢滴加一定量的单体，反应一段时间后加入第二种子，并加入剩余的引发剂，保持 70 ℃继续反应一段时间，加入 92.85 g 质量分数为 10%的聚乙烯醇，升温至 85 ℃，糊化 30 min，降温至 50 ℃，调节 pH 至 6.0，依次加入尿素、甘油和磷酸三丁酯，搅拌一段时间后得到高固含量木材用淀粉胶粘剂。制备工艺流程如下[5]。

1.2.2 不同盐酸浓度的高固含量木材用淀粉胶粘剂的制备 盐酸浓度为 0.5、0.75、1.0、1.25、1.5 mol/

L,其他条件为:第一/第二种子比例为 7:3,反应 2 h 后添加第二种子,APS 添加量为淀粉干基质量的 1%,三次添加质量比为 50:35:15;其余条件参照 1.2.1。



1.2.3 不同第一/第二种子添加比例的高固含量木材用淀粉胶粘剂的制备 第一/第二种子质量比为 6:4,7:3,8:2,9:1,其他条件为:盐酸浓度为 1.0 mol/L,反应 2 h 后添加第二种子,APS 添加量为淀粉干基质量的 1%,三次添加质量比为 50:35:15;其余条件参照 1.2.1。

1.2.4 不同二种子添加时间的高固含量木材用淀粉胶粘剂的制备 反应 2.0,2.5,3.0,3.5 后添加第二种子,其他条件为:盐酸浓度为 1.0 mol/L,第一/第二种子比例为 8:2,APS 添加量为淀粉干基质量的 1%,三次添加质量比为 50:35:15;其余条件参照1.2.1。

1.2.5 不同 APS 添加量的高固含量木材用淀粉胶粘剂的制备 APS 添加量为淀粉干基的 1.0,1.5,2.0,4.0,其他条件为:盐酸浓度为 1.0 mol/L,第一/第二种子质量比为 8:2,反应 2.5 h 后添加第二种子,APS 添加量为淀粉干基质量的 1%,APS 的三次添加质量比为 50:35:15;其余条件参照 1.2.1。

1.2.6 不同 APS 添加方式的高固含量木材用淀粉胶粘剂的制备 APS 的三次添加质量比为 50:35:15,60:30:10,70:20:10,80:15:5,其他条件为:盐酸浓度为 1.0 mol/L,第一/第二种子质量比为 8:2,反应 2.5 h 后添加第二种子,APS 添加量为淀粉干基质量的 1%;其余条件参照 1.2.1。

1.2.7 淀粉胶粘度的测定 采用 NDJ-1 旋转式粘度计测定,其他参照 GB/T 2794-1995 的方法[8]。

1.2.8 压缩剪切强度的测定 除测试木块为桦木外,其他参照 HG/T2727-2010 的方法。

1.2.9 低温下贮藏稳定性测定 将待测试的淀粉胶装入 50 mL 离心管,置于 4℃冰箱中贮藏 24 h。25 ℃下静置 2 h 后测定其粘度。试样依次经历 4~25 ℃冻融循环后测定粘度,当样品粘度超过 100 Pa·s 后视为失去流动性,停止循环实验。

1.2.10 木材用淀粉胶粘剂的粒径分析 将样品稀释一定倍数后超声分散 10 min,采用马尔文 3000 激光粒度仪进行粒度分析。

1.2.11 高固含量木材用淀粉胶粘剂短期回生性的测定 [5] 将按 1.2.1 两种工艺制备的高固含量木材用淀粉胶粘剂样品静置于 4 ℃冰箱中,对低温放置 5 d 的样品分别采用 X-DSC 2000 测定,样品用量 6~9 mg,实验中采用 5 ℃/min 的速率进行升温,扫描温度设定在 40~110 ℃之间。

1.2.12 木材用淀粉胶粘剂干燥速度的测定 取干净的平板称量其质量(m_0),精确称取 2.000 g 淀粉基木材胶粘剂试样,倒入平板内,使样品均匀分布成膜状,立即称量试样与平板总质量(m_1),迅速将试样与平板放入温度为 23 ℃,相对湿度为 60%恒温恒湿箱中,每隔 10 min 称量平板与试样总质量(m_n),总共称量 10 次,失水率按以下公式计算:

$$失水率=\frac{(m_n-m_{n-1})}{(m_1-m_0)}\times 100\%$$

2 结果与讨论

2.1 盐酸浓度对高固含量木材用淀粉胶粘剂贮藏稳定性的影响

粘度是高固含量乳液制备过程中的关键影响因素。一般来说,粘度过高会在胶粘剂的制备过程中会带来以下 3 个方面的弊端:1)反应体系不易散热,易产生“暴聚”现象;2)搅拌不均匀,易产生“爬杆”现象,不利于淀粉与单体充分接触,导致反应效率降低;3)胶粘剂产品初始粘度过大导致流动性差,更易发生回升和失去流动性,不利于贮藏和施胶[9]。

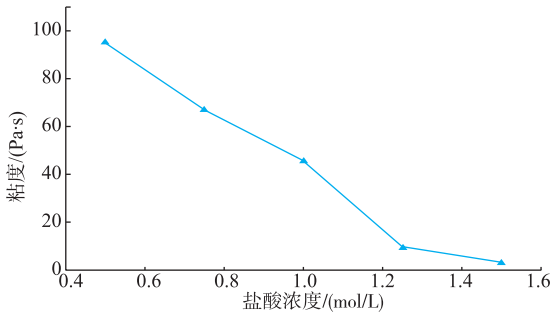


图 1 盐酸浓度对高固含量木材用淀粉胶粘剂粘度的影响

Fig. 1 Effect of concentrations of hydrochloric acid on the viscosity of high solid content starch-based wood adhesives

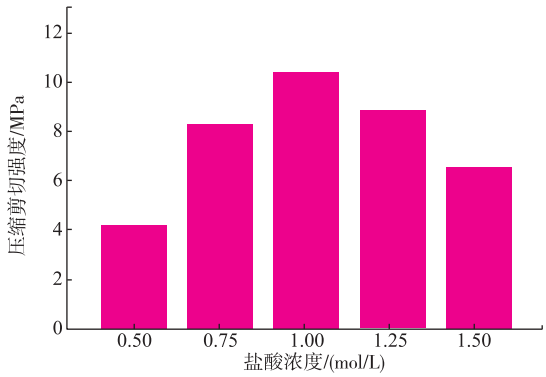


图 2　盐酸浓度对高固含量木材用淀粉胶粘剂干强度的影响

Fig. 2　Effect of concentrations of hydrochloric acid on the dry shear strength of high solid content starch – based wood adhesives

高固含量淀粉胶的制备过程中将淀粉乳浓度提高至质量分数 45%使得粘度过大，在 70 ℃的反应温度下,淀粉颗粒溶胀,淀粉乳粘度进一步增大,导致反应不均匀,反应效率降低,且淀粉粘度过大影响了所制备胶粘剂的粘度和流动性,导致胶粘剂的储藏稳定性显著降低。酸解能够有效地降低淀粉乳粘度,从而提高反应效率,并降低淀粉胶的初始表观粘度。酸解条件包括盐酸浓度和酸解时间,延长酸解时间发现降粘效果不明显,且增加实际生产成本，故考虑通过提高盐酸浓度来降解淀粉分子。如表 1 所示,淀粉胶的粘度随着盐酸浓度的增加而下降;当盐酸浓度达到 1.25 mol/L 后,继续加大盐酸浓度,粘度值下降变缓。由图 2 可知,淀粉胶的粘接强度随着盐酸浓度的加大而先增大后减小,盐酸浓度为 1.0 mol/L 时,干强度最大,为 10.43 MPa,此时粘度为 45.7 Pa·s。盐酸浓度过小时淀粉相对分子质量大,体系粘度过高,单体扩散到淀粉反应活性中心困难；盐酸浓度过大时淀粉相对分子质量小,热运动太快降低了淀粉分子与单体的接触机会[6]。这两种情况均会导致强度的降低,只有酸解到最适程度,淀粉胶的强度才能达到最大。综合考虑粘接性能,选择盐酸浓度为 1.0 mol/L。此时淀粉胶的表观粘度还是偏大,贮藏效果不理想,因此必须再借助其他手段来改善贮藏稳定性。高固含量乳液的粘度可以通过控制粒径分布来调节其大小。二元种子法工艺是在乳液制备过程中加入粒径较小的第二种子,从而调控乳液的粒径分布。吴红梅[10]等采用二元种子法工艺成功制备了固含量高、粘度适中、稳定性好的白乳胶。本研究将乳液聚合领域的二元种子工艺引入淀粉胶制备领域,通过选择不同接枝反应程度的淀粉获得第一/第二种子。作者优化了第一/第二种子比例和第二种子添加时间,进而制备出流动性佳、贮藏性高好、粘接性能高的高固含量木材用淀粉胶粘剂。

2.2　第一/第二种子比例对高固含量木材用淀粉胶粘剂贮藏稳定性的影响

冻融稳定性是指乳液经受冻结和融化交替变化时的稳定性,可以用来快速评价乳液的贮藏性能[11]。通过考察低温贮藏下淀粉胶的粘度变化来衡量淀粉胶的贮藏稳定性。由表 2 可知,随着第二种子比例的增大,高固含量淀粉胶的表观粘度和冻融稳定性均呈现先变好后变差的趋势。当第一/第二种子比例为 8:2 时,表观粘度最低,贮藏性最好,能够经受 4 个冻融循环且粘度增幅最小。

表 1　第一/第二种子比例对高固含量木材用淀粉胶粘剂贮藏稳定性的影响

Table 1　Effect of the first/second seed ratios on the storage stability of high solid content starch – based wood adhesives

冻融循环次数	不同第一/第二种子质量比制备的淀粉胶粘度/ (Pa·s)			
	9:1	8:2	7:3	6:4
0	57.2±0.23	35.6±0.11	46.1±0.21	50.8±0.28
1	68.9±0.29	49.7±0.37	55.0±0.29	69.0±0.19
2	84.0±0.33	61.8±0.39	87.4±0.31	87.3±0.38
3	95.2±0.31	74.3±0.61	99.1±0.61	——
4	——	89.8±0.27	——	——

注:“——”表示样品体系粘度超过 100 Pa·s

2.3　第二种子添加时间对高固含量木材用淀粉胶粘剂贮藏稳定性的影响

从表 3 可看出,高固含量淀粉胶的表观粘度和贮藏稳定性都随着第二种子的不同加入时间而变化。在反应 2.5 h 后加入第二种子,淀粉胶的表观粘度最低,贮藏性最好,能够经受 4 次冻融循环且粘度增幅最小。

综上,当第一/第二种子质量比为 8:2,且在反应进行 2.5 h 后加入第二种子，高固含量木材用淀粉胶粘剂的表观粘度最低,贮藏性最好,这可能跟此状态下的粒径分布情况有关。

2.4　引发剂 APS 的添加量和添加方式对高固含量木材用淀粉胶粘剂性能的影响

反应体系中的回流情况能够直观地体现反应效率的高低,回流多说明参加反应的单体少,反应

效率低。固含量的提高导致体系内反应物增加,引发剂原有的添加条件引发效率低,体系反应效率低,回流较多,于是很有必要对引发剂 APS 的添加量和添加方式进行优化。APS 引发淀粉产生自由基,使其成为活化中心,再与醋酸乙烯酯接枝共聚[4]。回流多说明反应体系中自由基较少,因此在原添加量 1%的基础上增加 APS 的添加量可以减少回流。从表 3 中可看出,随着 APS 添加量的增加,反应体系中的回流逐渐减少,但其他性能有所变差,强度降低,外观由乳白色变黄。过量的引发剂会氧化淀粉,致使淀粉胶强度下降,颜色变黄。综合考虑强度和外观,选择添加量为淀粉干基质量的 1%。根据本实验室之前的研究[4-6],引发剂分多次添加可以多次引发自由基,弥补淬灭自由基的损失。对于二元种子法工艺,在加入第二种子后补加引发剂能够起到引发第二种子的作用,从而改善反应效率,减少体系回流。由表 4 中可发现接枝共聚反应起始阶段加入 70%的 APS,取出第二种子后加入 20%的 APS,加入第二种子后加入剩余 10%的 APS,反应过程中回流较为理想。此时制备的淀粉胶呈乳白色,强度为 11.65 MPa。

表 2 第二种子添加时间对高固含量木材用淀粉胶粘剂贮藏稳定性的影响

Table 2 Effect of adding time of the second seed on the storage stability of high solid content starch-based wood adhesives

冻融循环次数	不同第二种子添加时间制备的淀粉胶粘度/(Pa·s)			
	反应 2.0 h	反应 2.5 h	反应 3.0 h	反应 3.5 h
0	41.1±0.13	35.6±0.19	36.2±0.25	38.7±0.21
1	55.5±0.32	49.7±0.24	52.4±0.32	55.0±0.28
2	72.5±0.26	61.8±0.25	67.5±0.29	64.3±0.32
3	94.4±0.39	74.3±0.61	85.0±0.32	96.0±0.26
4	——	89.1±0.27	——	——

注:"——"表示样品体系粘度超过 100 Pa·s

表 3 APS 质量分数对高固含量木材用淀粉胶粘剂性能的影响

Table 3 Effect of adding amount of APS on properties of high solid content starch-based wood adhesives

APS 质量分数/%	强度/MPa	外观	反应中回流
1%	11.01	乳白色	较多
1.5%	10.21	淡黄色,有拉丝	较少
2%	9.31	淡黄色	较少
4%	8.54	黄色	少

表 4 APS 的添加方式对高固含量木材用淀粉胶粘剂性能的影响

Table 4 Effect of adding manner of APS on properties of high solid content starch-based wood adhesives

APS 添加方式(3 次添加质量比)	反应中回流
50:35:15	反应 5 min 后开始出现回流,滴速为 0.8 s/滴,反应 4.5 h 后回流消失
60:30:10	反应 5 min 后开始出现回流,滴速为 1.6 s/滴,反应 3.5 h 后回流消失
70:20:10	反应 20 min 后出现回流,滴速为 3.8 s/滴,反应 2 h 后回流消失
80:15:5	反应 20 min 后出现回流,滴速为 2.3 s/滴,反应 3 h 后回流消失

2.5 二元种子法工艺提高高固含量木材用淀粉胶粘剂贮藏性能的机理分析

图 3 是二元种子法工艺和传统工艺制备的淀粉胶的粒径分布情况。由图可知,相比于传统工艺,二元种子法工艺制备的淀粉胶的小粒径粒子比例增多,大粒径粒子比例减少。这是由于后加入的第二种子粒径较小,使得体系中小粒径粒子比例增加。乳液粘度与粒子粒径分布紧密相关。通过在聚合过程中加入第二种子继续聚合,能够得到具有二元分散粒径分布的乳液,当大小粒径的粒子达到一个合适比例的时候,小粒子填充大粒子空隙达到粒子最密堆积状态,此时空间利用率最高,乳液粘度最低[12-13]。通过改变第一/第二种子的比例和第二种子的添加时间,能够有效地调控淀粉胶的粒径分布,当第一/第二种子质量比为 8:2,且在反应进行 2.5 h 后加入第二种子,制备的淀粉胶大小粒子处于最密堆积状态,其表观粘度也就最低。

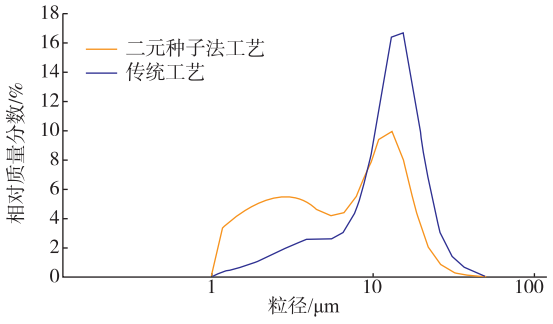


图 3 二元种子法工艺和传统工艺制备的高固含量木材用淀粉胶粘剂的粒径分布

Fig. 3 Particle size distribution of high solid content starch-based wood adhesives made by two seeds process and the traditional process

表 5 为二元种子法工艺和传统工艺反应体系随反应进行的粘度变化。反应进行 1 h 后,两种工艺体系中粘度基本相同;反应 2.25 h 后二元种子法工艺的体系粘度要略高于传统工艺,由于二元种子法工艺取出第二种子后体系中反应物变少,滴加相同量的单体,第一种子的粒径要大于同样反应进程的传统工艺的粒子粒径,大粒径粒子的堆积导致较大的粘度;3.5 h 后传统工艺体系粘度有较大增加,直至反应结束粘度均超过检测值,而二元种子法工艺体系粘度小幅降低,这是因为该时间点加入的小粒径第二种子填充了大粒径第一种子的空隙;反应到 4.25 h 粘度增加到 78.2 Pa·s,在后续的糊化和添加氢键破坏剂尿素后,粘度下降至理想值。

表 5 二元种子法工艺和传统工艺反应体系粘度变化

Table 5 Viscosity changes of reaction systems of two seeds process and the traditional process

反应时间/h	体系粘度/(Pa·s)	
	二元种子法工艺	传统工艺
1.00	19.9	20.1
2.25	58.7	42.9
3.50	50.1	——
4.25	78.2	——

注:"——"表示粘度超过检测值 100 Pa·s

此外,乳液的稳定性与乳胶粒子表面吸附的亲水基团和表面活性剂有关。小粒径粒子的比表面积大,能够吸附更多的乳化剂,阻碍淀粉分子的聚集,抑制淀粉的短期回生和长期回生[14]。DSC 可以测定淀粉分子重新结晶的熔融焓值,被广泛用来测定淀粉的回生。从表 6 中可看出,二元种子法工艺制得的具有较高小粒径颗粒比例的淀粉胶回生焓值比传统工艺的低,说明了此工艺可以有效地抑制淀粉的回生,进一步证实了小粒径粒子表面吸附更多的乳化剂从而抑制淀粉回生的机制。因此,具有二元粒径分布的淀粉胶的贮藏稳定性要好过单一粒径分布的淀粉胶。

图 4 是不同粒径分布及吸附乳化剂后的高固含量木材用淀粉胶粘剂的粒子堆积状态示意图。传统工艺制备的淀粉胶粒径较大且分布单一,颗粒与颗粒之间空隙大,如图 4(a)所示;二元种子法工艺制备的淀粉胶粒径为大小二元分布,小粒径颗粒填充大颗粒空隙,当大小颗粒比例合适时空间利用率可以达到最大,实现最密堆积状态,如图 4(b)所示;从图 4(c)中可看出小粒径颗粒在相同表面积上能吸附更多的乳化剂,更好地将颗粒分散开,阻止淀粉颗粒的聚集。

表 6 二元种子法工艺和传统工艺制备的高固含量木材用淀粉胶粘剂在低温下贮藏的 DCS 图谱参数

Table 6 DSC spectrum parameters of high solid content starch –based wood adhesives by two seeds process and the traditional process under low temperature

胶粘剂类型	4 ℃贮藏 5 d			
	T_o/℃	T_p/℃	T_t/℃	ΔH/(J/g)
二元种子法工艺制备的淀粉胶	52.3	65.3	58.4	0.11
传统工艺制备的淀粉胶	49.8	65.2	57.9	0.34

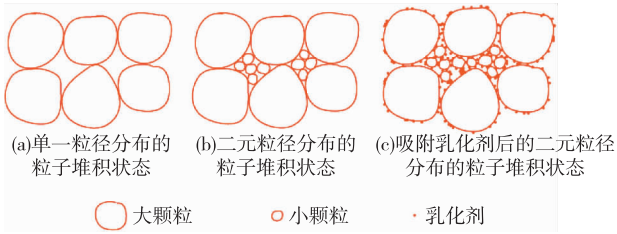


图 4 不同粒径分布及吸附乳化剂后的高固含量木材用淀粉胶粘剂的粒子堆积状态

Fig. 4 Packing state of high solid content starch –based wood adhesives with the different particle size distribution before and after the absorption of emulsifiers

固含量提高后,淀粉胶的干强度和干燥速度都有显著提升。图 5 中可看出,淀粉胶粘剂的固形物质量分数由 40% 提高到 45%,干强度提高了 48.41%,干燥速度也有较大幅度的增加。

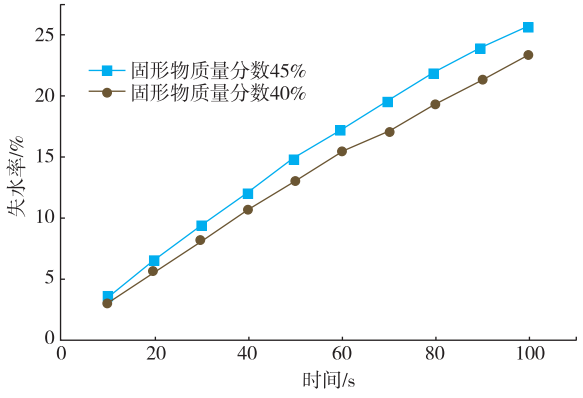


图 5 固形物质量分数为 45%和 40%的淀粉胶粘剂的干燥速度对比

Fig. 5 Comparison of drying speed of starch–based wood adhesives with solid contents of 45% and 40%

3 结 语

二元种子法工艺制备的高固含量木材用淀粉胶粘剂具有二元粒径分布，达到粒子最密堆积状态,且小粒子表面能够吸附更多的乳化剂抑制淀粉回生,能够改善高固含量木材用淀粉胶粘剂的贮藏稳定性。其工艺条件为:盐酸浓度为 1.0 mol/L;当第一/第二种子质量比为 8:2,且在反应进行 2.5 h 后加入第二种子;APS 的添加总量为淀粉干基质量的 1%,反应起始阶段加入总量的 70%,取出第二种子后加入总量的 20%,剩余的 APS 在加入第二种子后加入。

参考文献:

[1] 余先纯,孙德林. 胶粘剂基础[M]. 化学工业出版社,2010,1:1-5.

[2] 中国林学会木材工业分会秘书处. 2010 年我国人造板产量[J]. 中国人造板,2011,12(7):34.
Chinese Society of Forestry Timber Industry Branch Secretariat. China's plywood production in 2010 [J]. **Chinese Plywood**, 2011,12(7):34.(in Chinese)

[3] 白小琼,董佳,唐俞,等. 淀粉基木材胶粘剂研究进展[J]. 粮食与食品工业,2011,18(2):20-24.
BAI Xiaoqiong,DONG Jia,TANG Yu,et al. Advancement on starch-based wood adhesive [J]. **Cereal and Food Industry**, 2011,18(2):20-24.(in Chinese)

[4] 李兆丰. 淀粉基木材胶粘剂的制备及其性能研究[D]. 无锡:江南大学,2005.

[5] 王健. 乳化剂和纳米蒙脱土改善淀粉基木材胶粘剂[D]. 无锡:江南大学,2013.

[6] 郭海南. 淀粉/单体比例及酸解条件对高淀粉含量木材胶性能的影响[J]. 食品与生物技术学报,2014,33(4):409-415.
GUO Hainan. Effects of starch/VAc monomerratio and acidolysis condition on wood adhesive contains large amounts of starch [J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**,2014,33(4):409-415.(in Chinese)

[7] Chu F,Graillat C,Guillot J,et al. Characterization of particle size and size distribution of multi-sized polymer lattices by centrifugation plus quasielastic light scattering[J]. **Colloid and Polymer Science**,1997,275(10):986-991.

[8] 汪振炯,顾正彪,李兆丰,等. 乳化剂十二烷基硫酸钠(SDS)对淀粉基木材胶特性的影响[J]. 食品与发酵工业,2011,37(12):29-32.
WANG Zhenjiong,GU Zhengbiao,LI Zhaofeng,et al. Effects of SDS on the Performance of Starch-based Wood Adhesive[J]. **Food and Fermentation Industries**,2011,37(12):29-32.(in Chinese)

[9] Qi G,Sun X S. Peel adhesion properties of modified soy protein adhesive on a glass panel [J]. **Industrial Crops and Products**, 2010,32(3):208-212.

[10] 吴红梅,郭宇,尹桂丽. 高固含量水基白乳胶的研制[J]. 辽宁化工,2004,33(10):571-574.
WU Hongmei,GUOYu,YI Guili. Development of high solid content water base white emulsion [J]. **Liaoning Chemical Industry**,2004,33(10):571-574.(in Chinese)

[11] 曹同玉,刘庆普,胡金生. 聚合物乳液合成原理性能及应用(第二版)[M]. 北京:化学工业出版社,2007.

会 议 信 息

会议名称(中文): 第八届国际生物技术与农业峰会
会议名称(英文): The 8th International Biotechnology and Agriculture Summit (BAS 2015)
所属学科: 动植物微生物学,生物技术与生物工程,动物食品科学
开始日期: 2015-08-26 结束日期: 2015-08-28
所在城市: 北京市 海淀区 具体地点: 北京海淀永泰福朋喜来登酒店
主办单位: 北京市科学技术委员会
承办单位: 北京生物技术和新医药产业中心、加州大学戴维斯分校动物医学学院
联系人: 吴玢 联系电话: 010-62896868-839 E-MAIL: wubin@newlife.org.cn
会议注册费: $450/$200 会议网站: http://bas.newlife.org.cn