第 43 卷 第 5 期
2007 年 5 月

林 业 科 学
SCIENTIA SILVAE SINICAE

Vol. 43, No. 5
May, 2007

脲醛树脂中引入电解质作用的研究

倪荣超 顾继友 赵佳宁

(东北林业大学材料科学与工程学院 哈尔滨 150040)

摘 要: 采用 FTIR、DSC 等分析手段对一种可以有效降低生产成本的脲醛树脂活性剂进行研究。结果表明:活性剂的主要成分是羟甲基脲,电解质没有与脲醛衍生物产生化学结合,活性剂降低了树脂表面张力,增大了对木材的润湿性,在参与固化反应的过程中,活性剂降低了脲醛树脂固化反应的活化能,说明有更多的树脂分子参与到固化反应中来,宏观上表现出提高了脲醛树脂的粘接效率;设计了一种脲醛树脂合成工艺,在合成过程中合理引入电解质,通过压制胶合板、纸板等试验,对产物的性能进行了综合评价,结论认为由于电解质的引入,加快了反应速度,提高了粘接强度,但也导致了胶接制品的湿强度下降;从理论上对电解质发生的作用机制进行探索,为有效控制脲醛树脂的合成和应用成本提供一种可操作的方法。

关键词: 脲醛树脂;电解质;作用机制

中图分类号:TQ430.7^{+}71 文献标识码:A 文章编号:1001 - 7488(2007)05 - 0078 - 07

The Investigation of the Effect of Electrolyte on Urea-Formaldehyde Resin

Ni Rongchao Gu Jiyou Zhao Jianing

(*Materials Science and Engineering College, Northeast Forestry University Harbin* 150040)

Abstract: A kind of active reagent that could reduce the cost of urea-formaldehyde (UF) manufacture successfully was investigated by FTIR and DSC analysis. The results indicated that the main efficient component of active reagent was the methylolated urea, and the electrolyte had no chemical linking with urea derivatives. The active reagent reduced the surface tension of resin which improves the resin wettability onto wood. During the solidifying reaction, active reagent would reduce the activated energy of UF resin which implied that more resin molecules had attended the reaction and the bonding efficiency was improved macroscopically. The plywood and paperboard testing indicated that the synthetic technology introduced electrolyte properly could improve reaction rate and bonding strength, but reduced the tensile strengthen under the wet condition. The effect of electrolyte was discussed theoretically. It offered a good method for controlling the UF synthesis and cost during application.

Key words: urea-formaldehyde resin; electrolyte; effect mechanism

脲醛(UF)树脂是用量最大的木材胶黏剂,它的每一次技术突破都将创造巨大的经济效益。工业发达国家早已把电解质作为一种常用的原料引入到 UF 树脂生产和应用中,但长期封锁着这种具有很高商业价值的技术秘密。我国某企业在 20 世纪 90 年代初曾引进了 UF 树脂活性剂生产技术,这种含有大量电解质的活性剂,可以创造可观的利润,但是关于电解质与脲醛树脂的作用机制,特别是其对脲醛树脂的固化特性和胶接性能的作用机制国内外均未见报道。本文以这种活性剂为研究的切入点,采用红外光谱和化学分析等手段,对其结构进行了定性和定量分析;分析了电解质在 UF 树脂固化过程中的作用;以这种可能存在的作用为主导思想,把电解质引入到 UF 树脂合成过程中,对产物的性能进行了综合评价,从而比较全面地揭示了在 UF 树脂合成和应用过程中引入电解质的作用。研究揭示了脲醛树脂新的改性机制,提出降低脲醛树脂成本新的途径,对于脲醛树脂在合成过程中引入电解质改性其性能及降低其成本具有重要的理论指导作用和实用价值。

1 材料与方法

1.1 材料

活性剂和 UF 树脂合成所用甲醛、尿素与电解质为工业品,UF 树脂性能分析所用试剂均为化学试剂。

收稿日期:2005 - 11 - 16。

基金项目:国家自然科学基金资助项目“低甲醛释放脲醛树脂固化机理研究”(30240069)。

1.2　试样合成

活性剂的合成是在有电解质、碱性试剂参与,并在 15 ~ 40 ℃的温度条件下,使尿素和甲醛进行聚合而得到的低聚物(Сырожкин,1986) 。

UF 树脂的合成是在中性甲醛溶液中引入一个缓冲体系,使尿素与甲醛发生 2 次亲核加成反应; 将初期聚合物的介质环境缓慢调到酸性,反应至某种程度后进行二次缩聚; 最后加入少量尿素捕捉树脂中的游离甲醛; 甲醛与尿素的最终摩尔比为 1.3∶1,这样得到作为对比的 UF_1 树脂,加有电解质的树脂用 UF_2 表示。

1.3　活性剂与 **UF** 树脂分析

1.3.1　化学分析　采用剩余滴定碘量法,分析试样中各主要成分含量的准确数据,直观描述出甲醛的活动规律。UF 树脂存放了 24 h 之后,采用 GB/T 14074.18 - 93 测定 UF 树脂的性能指标。

1.3.2　仪器分析　利用 MAGNA.IR560 傅立叶变换红外光谱仪和 ATR 附件,分析活性剂与 UF 树脂中的官能团。

采用美国 Perkin Elmer 公司生产的功率补偿型 DSC 分析活性剂和 UF 树脂的固化反应特性。升温速率为 5 ℃·min^{-1},吹扫气和保护气均为氮气; 试样质量的测定使用精度为 0.001 mg 的 Sartorius 分析天平。

利用德国 NETZSH 公司制造的 DMA - 242C 型动态热机械分析仪,分析固化后 UF 树脂的热机械性能。将直径为 12.5 cm 的中速定量滤纸放入调制好的胶液中浸透后,在室内环境条件下干燥; 将干燥好的滤纸每 9 张整齐层叠在一起,在热压机中进行热压,制得透明的纸板; 再将纸板裁成尺寸为 1.5 mm × 8 mm × 55 mm 的试件; 测试采用三点加载弯曲的方法,升温速率为 10 K·min^{-1},在 1、3.3、10 Hz 3 个频率下进行测试,使用 10 Hz 频率的数据进行分析。

采用 POWEREACH JK99B 型全自动张力仪(上海中晨数字技术设备有限公司) 分析 2 种活性剂的表面张力以及混入活性剂的 UF 树脂表面张力情况。试验在 29.1 ℃进行,所用的铂环外径是 10.036 mm,铂丝半径 0.25 mm,铂丝周长 61.378 mm,中点偏移 9 000。

1.4　胶接试验

压制胶合板,使用含水率为 6 %的杨木单板,施胶量 280 g·m^{-2}(含 15 %面粉、1 %固体氯化铵) ,在温度为 110 ℃、压力 1.5 MPa 的条件下压制三层胶合板,UF_1 和 UF_2 胶黏剂各 2 张,24 h 之后采用深圳市新三思材料检测有限公司制造的微机控制电子万能(拉力) 试验机对其进行胶合强度测定。按 GB/T 17657 - 1999 规定的方法从每张胶合板截取 6 块试件,分别测定干、湿胶合强度,其中进行湿强度测定的试件经过了(63 ±3) ℃水 3 h 的浸渍。

2　结果与分析

2.1　活性剂的性能

活性剂可以在很宽泛的比例范围内与 UF 树脂混用,在不改变胶黏剂调制和热压工艺、不增加甲醛释放量和不降低胶接强度的前提下,可以显著地降低人造板的 UF 树脂用量。由于活性剂的成本较 UF 树脂低很多,所以能创造可观的利润。这种技术在美国的工业界被广泛地应用。作者在试验室再现了活性剂的合成过程,改变电解质的用量,得到了 2 种活性剂,这里用 S_1 和 S_2 表示。

2.1.1　活性剂官能团定性分析　活性剂 S_1 和 S_2 的衰减全反射光谱如图 1 所示。在谱图中,发现 UF 树脂不具有的新峰。在 3 750 ~ 3 000 cm^{-1}区域内的大部分结构信息被 O - H 伸缩振动淹没; 在双键伸缩振动区,伯酰胺剪式振动(1 640 ~1 600 cm^{-1}) 、仲酰胺的 N - H 面内弯曲振动(1 550 ~1 530 cm^{-1}) 、1 005 ~1 015 cm^{-1}的羟甲基上C - O的变形振动,明显弱于 UF 树脂相应的峰; 甲基及亚甲基上的 C - H 不对称面

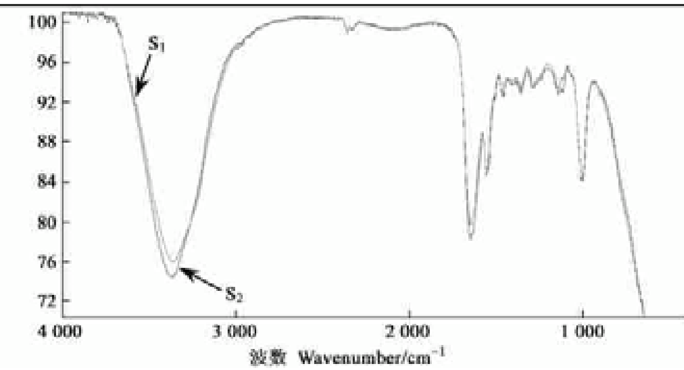

图 1　S_1 和 S_2 的红外光谱图

Fig. 1　The IR spectrum of S_1 and S_2

内弯曲振动在 1 460 cm^{-1} 附近有吸收,甲基在 1 380 cm^{-1} 处出现 C - H 对称面内弯曲振动的特征吸收; 由 C - O- C 不对称伸缩振动引起的吸收峰在 1 250 ~1 100 cm^{-1} 处出现; 在 1 230 ~1 260 cm^{-1} 出现的吸收峰是 C - N 的伸缩振动和 N- H 的变形振动引起的,所谓酰胺 III 带。

2.1.2 活性剂官能团定量分析 根据红外谱图中的特征基团频率可以指定分子中可能存在的官能团,各种基团量的确定要借助化学分析的方法。采用剩余滴定碘量法所测得的活性剂各主要成分含量如表 1 所示。

表 1 2 种活性剂的化学结构

Tab. 1 Chemical structure of two kinds of active reagent

活性剂 Active reagent	游离甲醛① Free formaldehyde/ %	羟甲基 Methylol/ %	二亚甲基醚 Dimethylene ether/ %	甲基醚 Methyl ether/ %	亚甲基 Methylene/ %	结合甲醛② Combine formaldehyde/ %
S_1	0.2	7.82	0.43	0.16	1.7	10.31
S_2	0.2	8.08	1.53	0.22	0.85	10.88

①Na_2HSO_3 滴定法 Na_2HSO_3 titration method; ②结合甲醛的数据是由各项相加所得,严格地讲,游离甲醛不应该被合并 Based on the data of formaldehyde obtained from total of each unit, speaking strictly, the formaldehyde dissociated should not be combined.

S_1 和 S_2 之间的差别在于电解质加入量不同:合成 S_1 时甲醛占反应液的 10.4 %,S_2 的反应物中有 11 %的甲醛。从分析结果中的结合甲醛数值可以看出,它比较接近于反应初的投料量,说明本文的分析基本反应出了甲醛的活动规律。游离甲醛的测定采用了 $NaHSO_3$ 滴定法,用 pH 值确定终点,与 NH_4Cl 法测定的结果相比有较大的偏差。由于游离甲醛的量参与了各种基团含量的计算,所以有可能引入了方法误差。

由表 1 可知,相对很大的羟甲基含量说明有很高的反应活性; 以较低几率生成的亚甲基不是主要的成分,以醚键增长分子的可能性不大。长的反应时间、温和的反应条件,并且在较高浓度的离子环境中,生成稳定的羟甲基可能是主要的反应。

2.1.3 活性剂的表面张力 胶黏剂作为一种在胶接界面起到连接作用的高分子材料,要具备的一个重要性质是被胶接物表面能大于或等于胶黏剂的表面能,换言之,胶黏剂的表面张力要尽可能的小,能够充分润湿被胶接表面并铺展流平。活性剂的表面张力如表 2 所示。

表 2 活性剂的表面张力

Tab. 2 The surface tension of active reagent

S_1	S_2	混 10 %的 UF Mixed with 10 % UF	混 20 %的 UF Mixed with 20 % UF	UF	加 5 %电解质的 UF UF added 5 % electrolytes
42.179	49.343	63.420	62.001	65.154	44.238

表 2 中的数据表明,减少活性剂中电解质的用量,活性剂的表面张力变大,电解质的最佳用量对应着胶黏剂的质量,也可能与人造板的热压工艺有关; 在 UF 树脂合成过程中引入电解质,可以有效地降低成品 UF 树脂的表面张力,这里不考虑储存稳定性的问题; 活性剂与 UF 树脂混合后的表面张力与混合前 UF 树脂的表面张力差别不大。

2.1.4 活性剂对脲醛树脂固化反应的影响 加入固化剂的 UF 树脂在低于水沸点的某个温度条件下会发生固化反应,这是缩聚反应的继续,反应伴随着热量的产生。胶黏剂发生固化反应是多种反应同时进行的结果,可以肯定同时进行着多个物理过程。反应放出的热量是各种反应的总体效应。考察 UF 树脂固化过程中的热行为,就可以对活性剂影响 UF 树脂固化历程的情况进行描述。

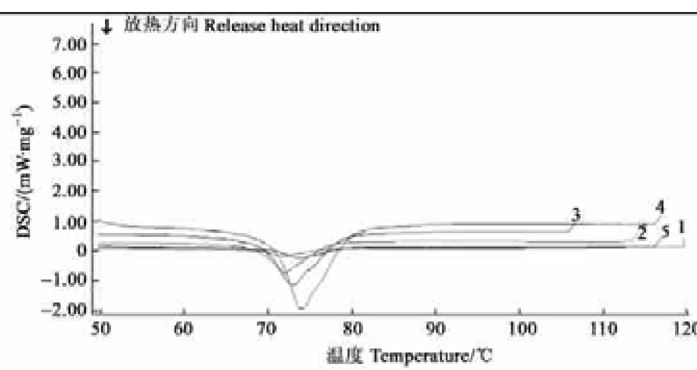

图 2 混合有活性剂的 5 种 UF 树脂 DSC 谱图

Fig. 2 The DSC spectrum of five kinds of UF resins mixed with active reagent

活性剂 S_1 在刨花板生产中的最大使用比例是 25 %,本文在这个比例范围内将 S_1 与 UF 树脂混合。不加固化剂的 UF 树脂固化需要在分离出水的条件下才能进行彻底,而试验用的试样坩锅不能承受水蒸气的冲击,所以先将试样加入固化剂进行调制再进行测定。结束温度设定在 120 ℃,不考察树脂分解的情况。混合有活性剂 UF 树脂的热分析结果如图 2 和表 3 所示。

从图 2 DSC 谱图中得到的信息可以确定,加入活性剂的 UF 树脂起始固化温度和终止温度略有上升,峰

底温度明显上升;固化反应放出的热量有较大提高。需要解释一下编号为 4 试样 DSC 数据的异常原因:该样质量为 12.558 mg,比其他试样多了 1 倍有余,可能影响了 UF 树脂的固化。

表 3 混合有活性剂的 UF 树脂 DSC 信息

Tab.3 The information of the DSC spectrum of UF resin mixed with active reagent

编号 ID	试样 Sample	起始温度 Initial temperature/ ℃	峰底温度 Peak temperature/ ℃	终止温度 Terminated temperature/ ℃	放出热量 Heat/(J·g^{-1})
1	100 %UF	69.0	71.8	77.0	46.66
2	95 % UF ,5 %S_1	68.9	72.1	77.4	53.51
3	90 %UF ,10 %S_1	69.9	73.0	78.7	56.92
4	80 %UF ,20 %S_1	70.9	74.1	79.7	55.42
5	75 %UF ,25 %S_1	70.9	73.7	78.9	58.61

2.1.5 活性剂与脲醛树脂作用特性讨论 依本文的研究条件,对这 2 种活性剂的结构分析可以先考察分子质量及其分布,但是由于某种原因,没有拿到 GPC 谱图。根据这个反应的工艺特点,分析这种活性剂的分子质量应该很小,并分布在一个相对窄的范围内。

在高浓度电解质参与的活性剂合成反应条件下,没有产生特殊的化学结合。羟甲基和电解质是活性剂的主要成分。活性剂加到 UF 树脂中,提高胶黏剂对木质单元的润湿能力,可使胶黏剂分子均匀分布在被胶接表面。活性剂与 UF 树脂混合后,其中的电解质离子将会发挥“夺水”作用,使树脂分子得以在比表观浓度高得多的实际浓度条件下进一步发生缩聚反应。活性剂介入情况下发生的 UF 树脂固化反应,放出了更多的热量,说明更多的 UF 树脂分子得以在不用越过太高的活化能级实现分子之间的交联,使更多的 UF 树脂分子参与到胶层的主体结构中。

也许平常使用的用于胶接木材的 UF 树脂胶黏剂,其中只有一部分分子贡献了胶接作用,更多的树脂分子只是起到填充的作用。而活性剂可以改变树脂分子的环境,使树脂分子链舒展,以羟甲基为分子交联的活性官能团,形成更多的树脂与树脂、树脂与木质单元之间的有效粘接点,宏观上表现出混合有活性剂的胶黏剂发挥了比纯胶黏剂更好的胶接作用。

2.2 引入电解质的脲醛树脂的性能

以活性剂的形式将电解质引入到 UF 树脂的应用过程中,其实是一种边缘技术。这种技术明显存在着不完善的地方:活性剂的合成和存储需要增加设备,同时对生产线下游设备会造成不可弥补的损害;活性剂的合成周期长,影响生产效率;更重要的是设备随着运行不可避免地会发生精度下降,那么由于引入活性剂而产生的一系列工艺问题就会凸现出来。

2.2.1 引入电解质脲醛树脂的理化性能 引入电解质 UF 树脂 UF_2 与未引入电解质 UF 树脂 UF_1 的理化性能指标如表 4 所示。加有电解质的 UF_2 固体含量和密度明显高于 UF_1;两者的适用期和与水的混合性相近;UF_2 的固化速度慢于 UF_1,推测是由于树脂在试管中的固化与胶黏剂在木质单元界面间的实际固化情况有很大的不同,其差别可能在于水的排出和起始固化温度;UF_1 的游离甲醛含量略高于 UF_2,两者都维持在一个较低的水平上;UF_2 中的羟甲基含量高于 UF_1,这与从红外光谱图中得到的信息有差别。由于在 UF 树脂合成过程中以产物的黏度相同作为反应的终点,而且黏度控制得较低,那么引入了电解质的反应物会以较大的速率达到反应终点,更多的羟甲基没有来得及继续反应。相对于 UF_2 来说,UF_1 的树脂化反应时间充裕得多。

表 4 UF 树脂的理化性能

Tab.4 The physical and chemical properties of UF resin

性能指标 Properties	UF_1	UF_2
pH	8.5	7.9
固体含量 Solid content/ %	50.67	52.98
黏度 Viscosity(25 ℃)/(mPa·s)	20	19
密度 Density(20 ℃)	1.199	1.220
适用期 Pot life/h	5	5
水混合性 Water solubility/times	10	10
固化时间 Curing time/s	58.7	66
游离甲醛 Free fromaldehyde/ %	0.12	0.085
羟甲基含量 Hydromethyl content/ %	6.02	13.56

2.2.2 UF 树脂的红外光谱分析 为了解引入电解质后 UF 树脂结构变化信息,对 2 种 UF 树脂进行了红外光谱测定,谱图如图 3 所示。为便于读者理解,把图中的 2 条曲线略微上下拉开了一下,其实图中的 2 条曲线几乎是完全重合在一起的。它们的差别在于羟甲基峰高的不同,但是没有化学分析结果那样大。在 UF 树

脂合成过程中引入电解质并没有改变各种功能基团之间的比例,没有新的化学结合产生。但从反应速率看,电解质明显加速了反应进程。

2.2.3 脲醛树脂固化过程的热力学分析 采用对混有不同比例活性剂的 UF 树脂进行热力学分析同样的方法,对 UF_1 和 UF_2 进行热力学特性测定。从图 4 和表 5 反映出的信息分析,加有电解质的 UF 树脂发生固化反应温度提前的趋势仍然保留,但是固化反应放出的热量却变小了,说明电解质的引入降低了 UF 树脂固化反应的活化能,UF 树脂的固化的固化速度加快。

2.2.4 胶接性能 作为木材胶黏剂使用的 UF 树脂,我们关心的主要性能指标是胶层的强度,为此进行了压制胶合板的试验,胶合强度结果如表 6 所示。从表 6 可知,2 种 UF 树脂的干状胶合强度都维持在较高的水平上,具体试验中发现,剪切破坏都发生在单板部分,即木破率为 100 %; 用 UF_1 压制的胶合板强度明显高于用 UF_2 压制的胶合板; 2 种 UF 树脂水浸渍后的胶合板强度能够达到国家标准中的 II 类胶合板要求,说明本文设计的 UF 树脂合成工艺是合理的; 用 UF_2 压制的胶合板水浸渍后的强度丧失的更多,揭示了电解质引入 UF 树脂中的本质缺陷:耐水性很低,这种技术单独使用将会遇到很大的限制。

2.2.5 固化后脲醛树脂的动态力学性能 材料的动态力学行为是指材料在交变应力(或交变应变)作用下做出的力学响应,测定材料在一定温度范围内动态力学性能的变化即为动态力学热分析。研究聚合物的黏弹性常采用正弦性的交变外力,使试样产生的应变也以正弦方式随时间变化。这种周期性外力引起试样周期性的

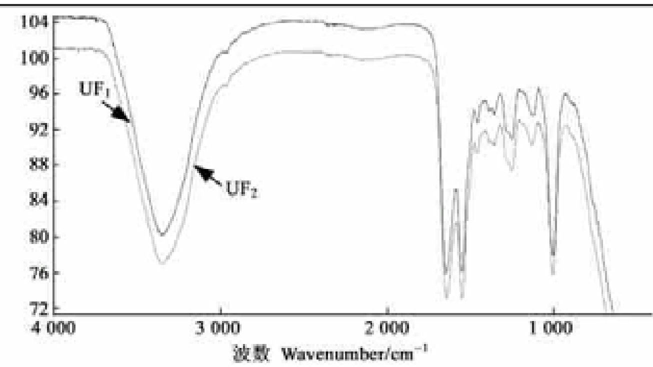

图 3 以黏度相同为反应终点所得的 2 种 UF 树脂的红外光谱图

Fig. 3 The IR spectrums of two kinds of UF resins with the same end viscosity

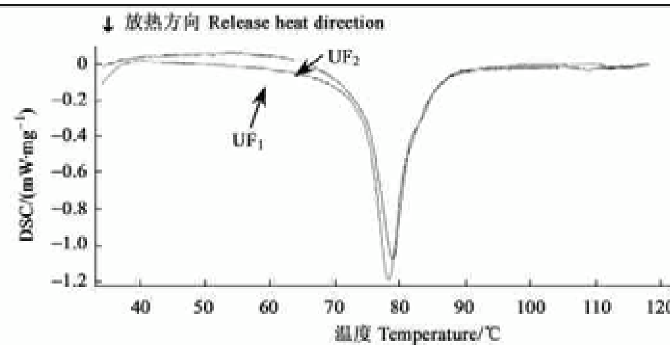

图 4 以黏度相同为反应终点所得 2 种 UF 树脂的 DSC 谱图

Fig. 4 The DSC spectrums of two kinds of UF resins with the same end viscosity

表 5 以黏度相同为反应终点所得 2 种 UF 树脂的 DSC 谱图信息

Tab. 5 The information of the DSC spectrums of two kinds of UF resins with the same end viscosity

试样 Sample	起始温度 Initial temperature/ ℃	峰底温度 Peak temperature/ ℃	终止温度 Terminated temperature/ ℃	放出热量 Heat/ (J·g^{-1})
UF_1	75.2	78.7	82.0	82.02
UF_2	75.0	78.2	81.6	78.36

表 6 胶合板的胶合强度

Tab. 6 The bonding strength of plyboard MPa

编号 ID	胶层剪切强度 Tension strength							水浸渍后胶层剪切强度 Shear strength after water soaking						
	1	2	3	4	5	6	平均 Average	1	2	3	4	5	6	平均 Average
UF_1	1.28	1.48	1.34	1.43	1.56	1.79	1.48	1.02	0.98	0.91	1.18	1.36	1.37	1.14
UF_2	1.23	1.92	1.70	1.06	1.32	0.78	1.34	1.30	0.73	0.74	0.75	0.70	0.62	0.81

形变,其中一部分所做功以位能形式贮存在试样中,另一部分所做功在形变时以热的形式消耗掉。采用动态热机械分析仪可以测定材料的贮能模量 损耗模量和力学阻尼或内摩擦等主要动力学性能。本文主要考察固化后的 UF 树脂的强度,期望在使用温度范围内有较大的贮能模量。固化后 UF 树脂的 DMA 曲线如图 5 所示。

由图 5 中 UF_1 树脂贮能模量随温度变化的曲线可知,在 77.7 ℃形成拐点,贮能模量为5 879.36 MPa; 另

一条是 UF_2 树脂的 DMA 曲线,在 93.6 ℃处贮能模量明显下降(3 275.38 MPa)。与按其他工艺合成的 UF 树脂相比,UF_1 树脂的贮能模量是非常高的,但是加有电解质的 UF_2 树脂形成的胶层贮能模量更高。结合损耗因子综合分析,认为 UF_2 树脂固化后强度更高、更硬,达到相同的人造板胶合强度所需的 UF 树脂量要少。

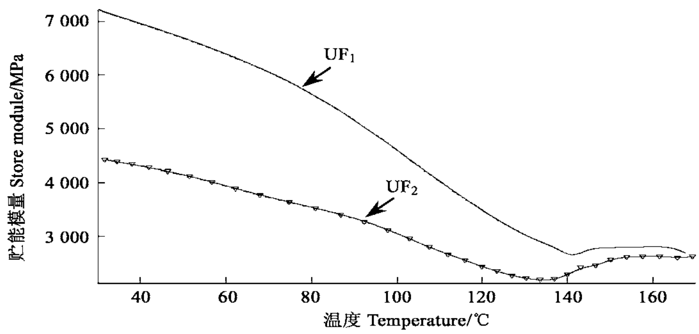

图 5　固化后 UF 树脂的 DMA 温度谱

Fig. 5　The DMA temperature spectrum of cured UF resin

2.2.6　电解质作用机制讨论　Pratt 认为 UF 树脂在合成、贮存和固化过程中的行为更接近胶体,经过研究提出了胶体学说(Э лбрт,1984)。大量的试验事实也证明了低摩尔比 UF 树脂具有胶体的性质,所以 UF 树脂的胶体学说得到了众多研究者的支持。在 UF 树脂合成过程中引入电解质,不仅加快了反应的速率,提高了粘接效率,树脂的储存稳定性还能保持在一个可以操作的水平上,这是一个值得深入研究的问题。从胶体基本理论入手,探讨一下电解质发挥作用的原因。

UF 树脂的稳定性取决于分子集合体之间的吸引力与排斥力。分子集合体之间的吸引力主要为色散力和范德华力,这些力由瞬间电子分布所造成的偶极矩变化而产生,与外界环境无关。排斥力可能来自分子集合体双离子层的静电排斥、或者非离子保护胶体在分子集合体表面吸附所产生的立体效应(王果庭,1990)。根据双电层理论和 DLVO 理论,甲醛分子能够起到树脂分子集合体的反离子作用,在树脂分子集合体表面形成吸附层和扩散层,使 UF 树脂体系在一定时间内表现出稳定性。另外一个因素是树脂分子集合体的水化(曹婉真等,1991)。树脂分子集合体表面可能因吸附、解离离子或其他原因而带电,这样在树脂分子集合体周围就可能形成水化膜。当树脂分子集合体彼此接近时,水化膜就被挤压变形,导致水化膜中水分子定向排列的引力就会力图恢复水化膜中水分子原来的定向排列,使水化膜表现出弹性,客观上 UF 树脂分子集合体外的水膜起到了排斥作用。

那么电解质是如何加速反应速率和提高粘接效率的呢?

首先,在 UF 树脂的反应体系中,电解质是以水化离子形式存在的。强烈的离子水化作用将夺取反应体系中的水,使反应体系中的游离水数量减少了,其直接后果是原料分子在比表观浓度大的多的实际浓度下快速反应(黄子卿,1964)。UF 树脂合成试验的现象证明这种推测是合理的。

其次,UF 树脂中引入电解质后,与树脂分子集合体表面扩散层反离子(质子化的甲醛分子)电荷符号相同的离子将把反离子排斥到吸附层,从而减少了分子集合体的带电量,降低 Zeta 电位,压缩分子集合体表面双电层的扩散层部分,使双电层的排斥能力降低,导致树脂分子集合体相互接近到范德华力占优势的程度,当分子集合体的布朗运动难于抵消范德华力的作用时,树脂体系将凝聚。这是一个可能发生的物理过程,当然这个过程依赖于电解质的浓度和时间。

最后,引入电解质的 UF 树脂在加入固化剂后,体系慢慢变成酸性,缩聚反应将恢复进行。但体系中分子集合体间的距离已经比正常情况下小了,增加了有效碰撞次数,因此不仅使反应速率加快,而且使发生反应的机率增大,使原本很难交联的树脂分子,由于上述物理作用,与 UF 树脂主体机构连接起来形成有效的粘接,在宏观上表现出达到某种强度的要求,只需用较少的胶黏剂。

3　结论

在高浓度电解质参与的活性剂合成反应条件下,没有产生特殊的化学结合。羟甲基和电解质是活性剂的主要成分。活性剂加入到 UF 树脂中,提高胶黏剂对木质单元的润湿能力,可使胶黏剂分子均匀分布在被胶接表面。这种活性剂在参与固化反应的过程中,降低了脲醛树脂固化反应的活化能,说明有更多的树脂分子参与到固化反应中来,宏观上表现出提高了脲醛树脂的粘接效率。

在 UF 树脂的反应体系中,电解质以水化离子形式存在,强烈的离子水化作用将夺取反应体系中的水,使反应体系中的游离水数量减少了,其直接后果是原料分子在比表观浓度大得多的实际浓度下快速反应。电解质的引入,加快了反应速度,提高了粘接强度,但也导致了胶接制品的湿强度下降。

引入电解质的 UF 树脂在加入固化剂后,体系慢慢变成酸性,缩聚反应将恢复进行。体系中分子集合体间的距离已经比正常情况下小了,增加了有效碰撞次数,因此不仅使反应速率加快,而且使发生反应的机率增大,使原本很难交联的树脂分子,由于物理作用,与 UF 树脂主体机构连接起来形成有效的粘接,在宏观上表现出达到某种强度的要求,只需用较少的胶黏剂。

在 UF 树脂合成和应用过程中引入电解质,能够提升我国人造板行业的整体技术进步,并将会创造巨大的经济效益。本文仅从定性的角度对这种技术进行了研究,大量的定量工作需要在生产实际中进一步完善。

参 考 文 献

曹婉真,夏又新.1991. 电解质. 西安:西安交通大学出版社

黄子卿. 1964. 电解质溶液理论导论. 北京:科学出版社

王果庭. 1990. 胶体稳定性. 北京:科学出版社

Сырожкин В Н.1986. Опыт применения активатора смол в производстве древесностружечных плит. Деревообрабатывающая промышленность,12 - 13

Эльбрт А А. 1984. Химическая технология древесно-стружечных плит. Лесная промышленность

(责任编辑 石红青)