

# 丝织品揭展剂对纺织品类文物性能影响研究

孙丽娟 杨建洲 白崇斌

**摘要:** 本文通过对现代、清代和老化丝绸滴加 ZJ-1 揭展剂前后红外光谱、抗拉强度、色度、收缩率、氨基酸含量以及热性能等方面的测试,基本上确定 ZJ-1 揭展剂对丝绸本身没有损坏,是一种高性能无污染的复合型化学试剂,可以直接用于出土的黏连糟朽丝织品的揭取。

**关键词:** 丝绸 性能 ZJ-1 揭展剂 化学试剂

将黏连在一起的古代丝织品文物揭展开,解决出土丝织品文物黏结问题,一直是文物修复方面的难题,出土前这些丝织品文物所处的环境很复杂,导致黏结的因素很多,再加上丝织品文物已经完全失去了它原有的物性,变得极为“脆弱”,因此揭展更加困难,将毫无机械强度的丝绸灰层层剥离开来,而且尽量使其不受损害,并且尽量保持其原状完好,任务艰巨<sup>[1~3]</sup>。

通过分析出土丝织品文物的黏结机理,配制出 ZJ-1 揭展剂,基本物性参数:

外观: 无色透明液体

成分: 有机硅改性定效柔软剂、渗透剂、润滑剂等

pH 值: 5~7

保质期: 10 个月

固含量%: 2~3

该揭展剂已在陕西白水出土的宋代丝绸揭展中进行了揭展尝试,取得了很大的成功。

## 一、ZJ-1 揭展剂揭展效果

陕西白水出土的宋代丝织品整体上是卷曲在一起的,折叠黏结严重,丝绸的形状、长、宽及图案等均难以分辨,只能从丝绸堆放外观情况进行初步确认。滴加揭展剂后能比较顺利地将其揭展开来,由图 1 和图 2 对比可以看出,ZJ-1 揭展剂揭展效果较好。

## 二、ZJ-1 揭展剂对丝质文物影响研究

### (一) 采用红外光谱进行分析<sup>[4~15]</sup>

为了研究 ZJ-1 揭展剂对丝绸的影响,用 VECTOR22 型傅立叶红外光谱分析仪进行红外光谱测定,首先进行红外光谱分析点滴揭展剂前后现代丝绸 IR 谱图变化情况(实验前丝绸均经恒重去

水), 初步判断揭展剂对蚕丝蛋白质链结构影响情况 (图3、图4)。

由 IR 谱图可以看出, 喷涂揭展剂前后的现代丝绸红外吸收情况基本相同, 因此, 可以认为ZJ-1揭展剂不会破坏现代丝绸蛋白质分子结构。



图1 点滴揭展剂

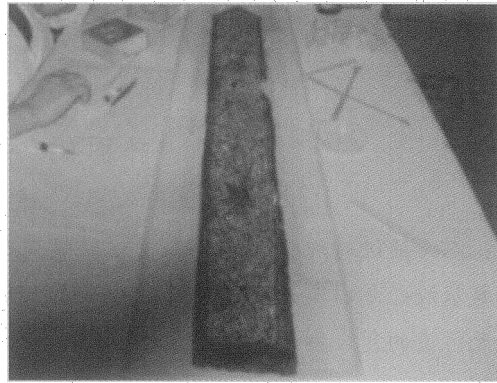


图2 揭展完成

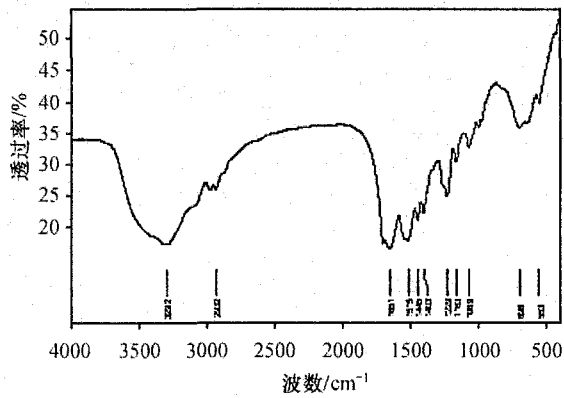


图3 现代丝绸点滴揭展剂前红外光谱

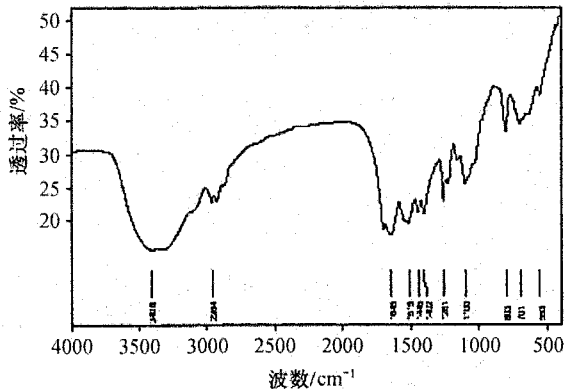


图4 现代丝绸点滴揭展剂后红外光谱

采用上述方法对传世清代丝绸进行红外吸收光谱分析, 通过对比点滴 ZJ-1 揭展剂前后红外光谱变化情况可以看出, ZJ-1 揭展剂对相对脆弱的丝绸也没有破坏作用 (图 5、图 6)。

最后又以经穿着而破损的现代丝绸为研究对象, 分析 ZJ-1 揭展剂对更加脆弱的丝绸的影响 (图 7、图 8)。

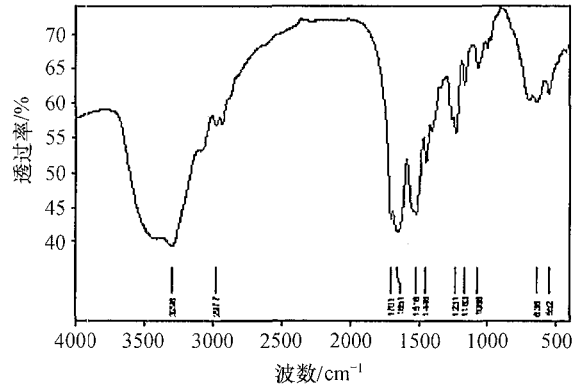


图 5 清代丝绸点滴揭展剂前红外光谱

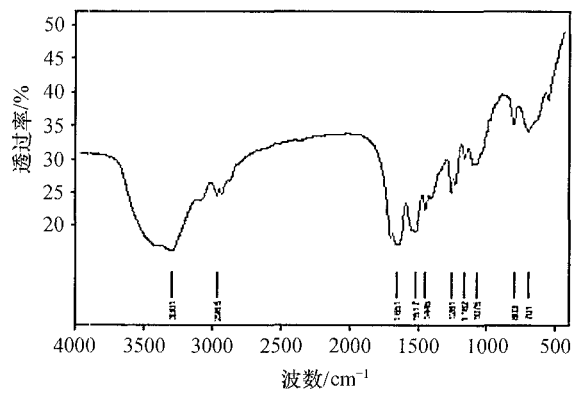


图 6 清代丝绸点滴揭展剂后红外光谱

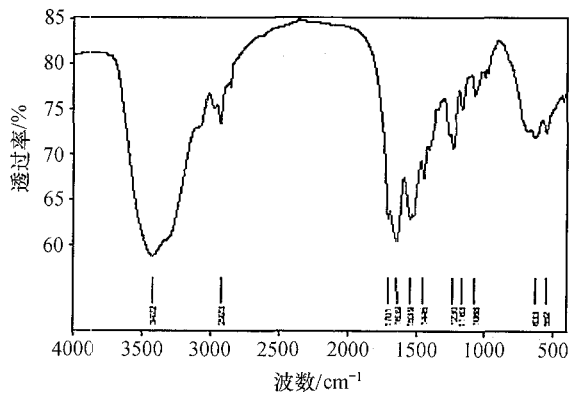


图 7 老化丝绸点滴揭展剂前红外光谱图

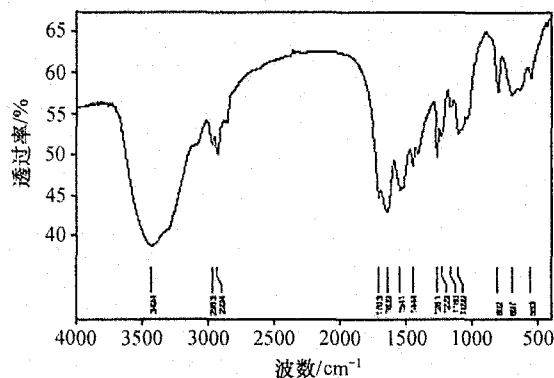


图8 老化丝绸点滴揭展剂后红外光谱

从点滴 ZJ-1 揭展剂前后老化了的现代丝绸红外吸收谱图情况可以看出, 吸收出峰位置强度基本没有发生变化, 丝纤维分子结构没有改变, 从而我们可以初步认为, ZJ-1 揭展剂对相对较脆弱的丝绸也不会造成影响。

通过红外光谱分析, 可以看出 ZJ-1 揭展剂不会改变丝绸纤维分子结构。

### (二) 揭展剂对丝绸抗拉强度影响研究<sup>[4]</sup>

采用 YQ-Z-8 型摆锤式纸张拉力测验机对丝绸的抗拉强度进行测定, 从而得出滴加揭展剂前后不同丝绸拉力强度变化, 进一步明确 ZJ-1 揭展剂对丝绸的影响。喷涂揭展剂前后不同丝绸横纵向拉力变化见表 1。

表 1 点滴揭展剂前后拉力 (N)

序 号	横向拉力	纵向拉力
1	123.9	143
1'	124	143
2	65	94
2'	65	93
3	31	53
3'	30.5	53.3

由表 1 可以看出, 滴加揭展剂前后, 无论横向拉力还是纵向拉力都变化很小而且规律不显著, 总体来说, ZJ-1 揭展剂对丝绸基本上没有影响, 揭展出土丝织品时不会破坏丝织品的强度。

### (三) 对色度影响<sup>[4]</sup>

丝绸以其织工精美、色彩艳丽给人以美感, 在揭展剂研究中, 首要问题是不能破坏古丝绸自身特性。由于古代丝绸的染色条件及染色水平有限, 色彩牢固度较差, 在滴加揭展剂时必须考虑揭展剂对丝绸色度的影响。因此, 本实验主要采用四川长江造纸仪器有限责任公司生产的全自动测色色差计进行色差对比测定。通过对不同丝绸样滴加 ZJ-1 揭展剂前后情况进行对比, 结果见表 2。

表 2 点滴揭展剂前后色度对比

序 号	正面色度	反面色度
1	74.01	73.65
1'	76.56	76.34
2	56.88	56.30
2'	62.47	61.91
3	33.23	32.70
3'	37.24	36.93

由表 2 可见, 滴加 ZJ-1 揭展剂后比喷涂揭展剂前颜色变化很小, ZJ-1 揭展剂对丝绸色度影响不大, 不会产生明显变化。由以上样品色度分析可以确定 ZJ-1 揭展剂用于揭展古丝绸, 不影响古丝绸的色泽。

#### (四) 对收缩率影响<sup>[4]</sup>

丝绸有一定的收缩性, 收缩率较大, 收缩时间较长, 经纬收缩也有一定差异。通过揭展剂对丝绸收缩性的影响的对比, 可以得出揭展后丝绸的性能。表 3 是喷涂揭展剂前后不同丝绸经纬收缩率。

表 3 点滴揭展剂前后丝绸经纬收缩率

序 号	经向长	经向收缩率/%	纬向长	纬向收缩率%
1'	5.1	2	5.1	2
2'	5.1	2	5.2	4
3'	5.1	2	5.1	2

由表 3 可见, ZJ-1 揭展剂对丝绸收缩率影响很小, ZJ-1 揭展剂可以应用于黏连丝绸文物的揭展。

#### (五) 高效液相色谱法分析揭展剂对氨基酸的影响<sup>[4~6]</sup>

高效液相色谱为一高效、快速的分离分析技术, 具有灵明度高、选择向好的特点, 能解决分析领域中的诸多复杂问题, 是氨基酸分析的重要手段, 在近几十年得到了广泛的应用。

组成丝绸的主要成分是高分子蛋白质纤维, 为了从更深层上确定揭展剂的喷涂对蚕丝蛋白质纤维的影响, 判断揭展剂对丝绸化学性能影响, 我们采用 WHATERS 生产的高效液相色谱进行氨基酸测试, 通过对喷涂揭展剂前后丝绸样品的氨基酸组成及含量进行分析, 判断揭展剂对丝蛋白的影响。

图 9 和图 10 分别是现代丝绸滴加 ZJ-1 揭展剂前后的氨基酸含量情况 (样品 1#和 1' #分别为喷涂揭展剂前后的氨基酸含量, 样品均稀释了 5 倍; 1#样品质量为 0.1063g)。

经过换算对比, 滴加 ZJ-1 揭展剂前后现代丝绸的各种氨基酸含量没有任何变化, ZJ-1 揭展剂对现代丝绸蛋白质纤维上氨基酸组成及结构上不会造成影响。

图 11 和图 12 是对清代传世丝绸样品进行分析 (2#是传世的清代丝绸未滴加 ZJ-1 揭展剂前的氨基酸测定数据, 其质量为 0.1031g; 2' #为滴加 ZJ-1 揭展剂后的氨基酸数据, 样品质量为 0.1021g)。

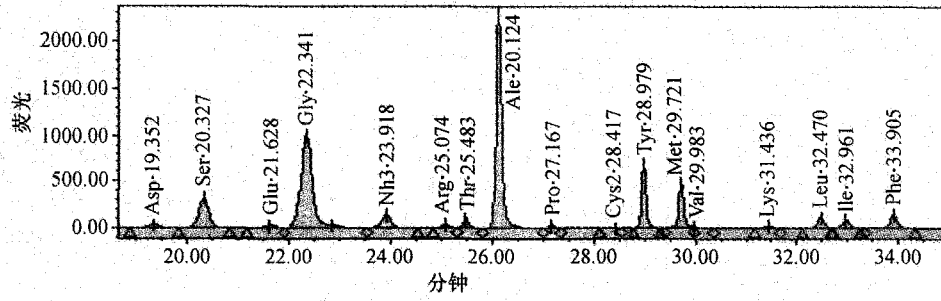


图9 1#氨基酸含量

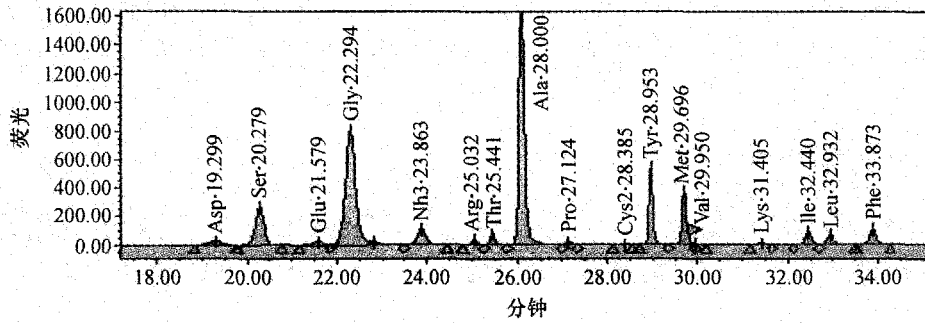


图10 1' #氨基酸含量

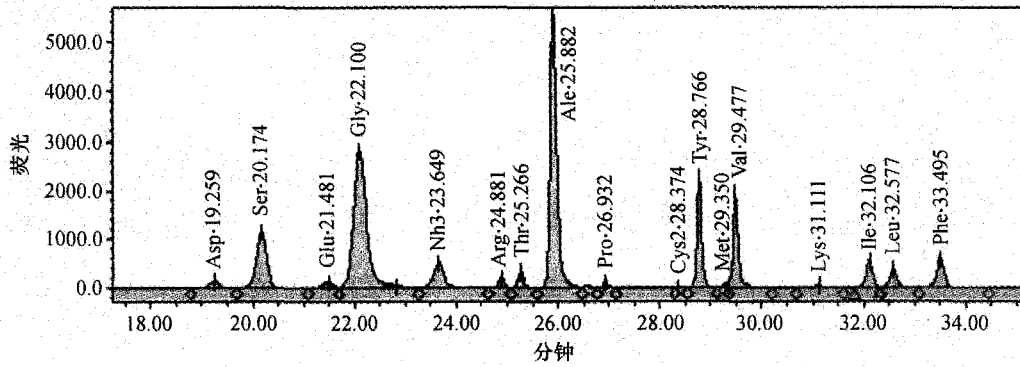


图11 2#氨基酸含量

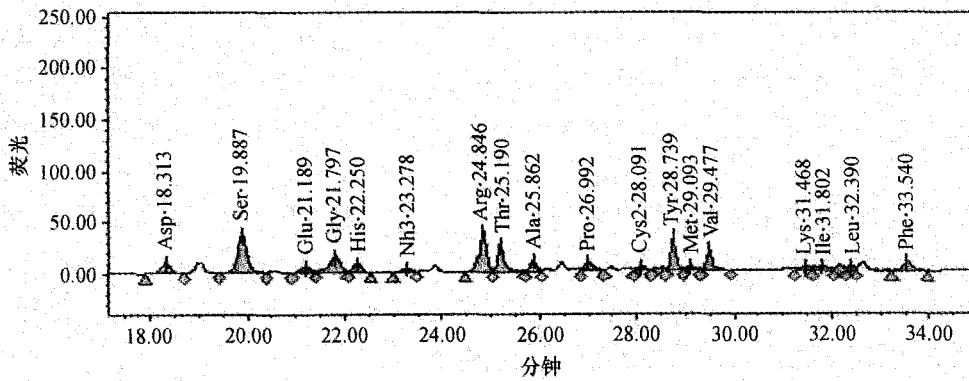


图12 2' #氨基酸含量

经过换算对比,滴加 ZJ-1 揭展剂前后传世清代丝绸的各种氨基酸含量均未变化,可以确认 ZJ-1 揭展剂对清代丝绸蛋白质纤维上氨基酸组成及结构也不会造成影响。

图 13 和图 14 是老化丝绸样品氨基酸分析情况(3+#是滴加 ZJ-1 揭展剂前的氨基酸测定数据,其质量为 0.0999g; 3' #为滴加 ZJ-1 揭展剂后氨基酸测定结果,样品经过稀释,其质量为 0.1025g)。

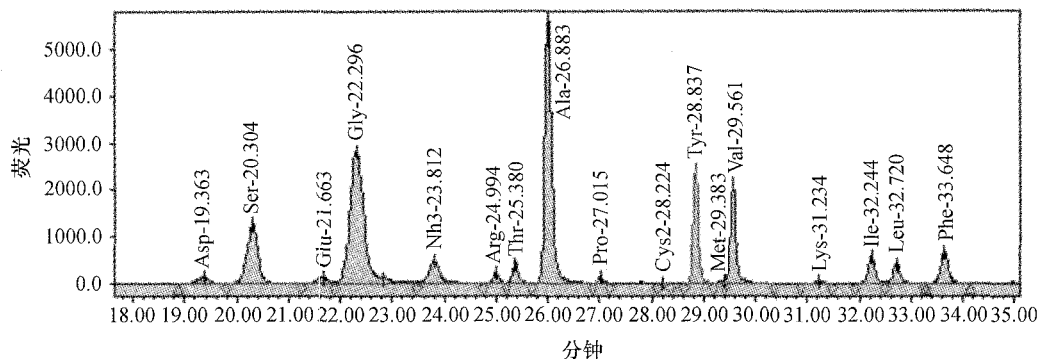


图 13 3+#氨基酸含量

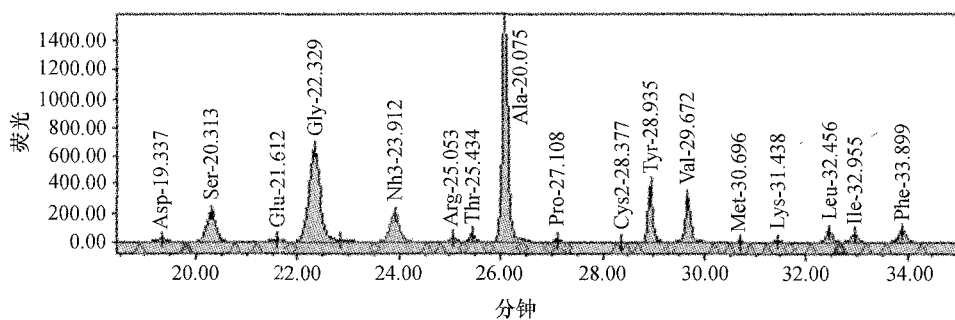


图 14 3' #氨基酸含量

经过换算, ZJ-1 揭展剂对老化丝绸氨基酸种类和含量也不会造成破坏。

因此,可以确认 ZJ-1 揭展剂揭展出土丝织品不会破坏古代丝织品蛋白质结构,从氨基酸分析方面可以确认 ZJ-1 揭展剂对丝织品是良性的。

## (六) DSC 分析测定 ZJ-1 揭展剂对丝绸热性能影响

差热分析能以单一的测试方法提供多种情报。固体聚合物的热响应能反映许多物理和化学现象,包括低温区的各物理转变过程和高温区的化学变化。

组成丝绸的主要成分是高分子蛋白质纤维,从深层次上确定揭展剂的喷涂对蚕丝蛋白质纤维的影响,判断揭展剂对丝绸化学性能影响,我们用 NETZSCH DSC 204 对不同丝绸样品喷涂揭展剂前后其热性能变化分析揭展剂的喷涂对丝绸热性能的影响<sup>[4,5,8,16-19]</sup>。

首先对现代丝绸进行热性能分析,喷涂揭展剂前后的热性能曲线如图 15 和图 16 所示:

由图 15 和图 16 可以看出,滴加揭展剂前后图形基本一致,可见 ZJ-1 揭展剂不会改变现代丝绸的热分解温度。

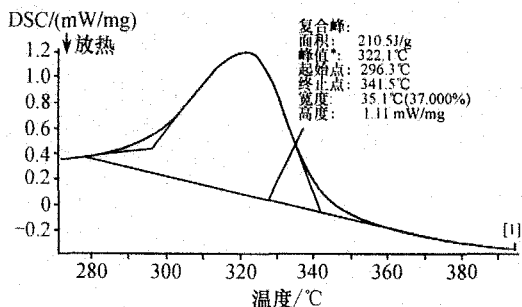


图 15 点滴揭展剂前热分解曲线

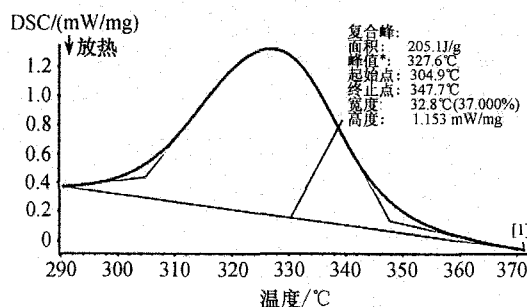


图 16 点滴揭展剂后热分解曲线

下面对传世的清代丝绸进行热性能分析，喷涂揭展剂前后的热性能曲线如图 17 所示：由图 17 可以看出，ZJ-1 揭展剂不影响传世的清代丝绸的热分解温度。最后对已老化的丝绸进行热性能分析，热性能曲线如图 18 所示：

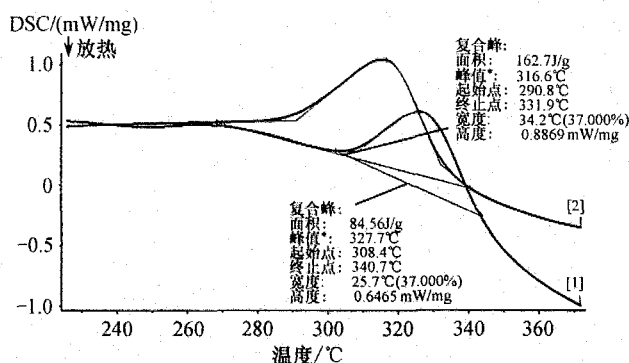


图 17 ZJ-1 揭展剂点滴前后 DSC 曲线对比

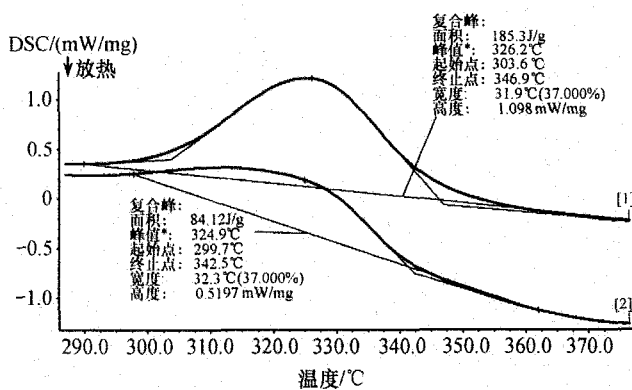


图 18 点滴揭展剂前后分解温度对比的 DSC 曲线

由图 18 可以看出，ZJ-1 揭展剂对老化的现代丝绸的热分解温度影响仍不大。根据上面 DSC 分析可以确定，ZJ-1 揭展剂对现代丝绸、清代丝绸及老化了的丝绸都不会造成破坏。从差热分析结果可以说明，ZJ-1 揭展剂对丝绸是稳定的。



### 三、结 论

通过现代丝绸、传世的清代丝绸以及已经老化的现代丝绸的红外吸收光谱、柔软度、拉力、色度、收缩率、氨基酸及热性能等各种宏观上和微观上的分析结果,可以看出 ZJ-1 揭展剂在宏观上对丝绸柔软性能、色泽鲜艳程度、自身拉力强度都没有破坏作用;在微观上看,不会改变蚕丝蛋白质纤维结构。可以充分说明 ZJ-1 揭展剂是一种高效、无污染物、无破坏作用的化学试剂,可以直接应用于出土黏连糟朽丝织品的揭展。

#### 参 考 文 献

- [ 1 ] 吴天才, 宋俊荣. 法门寺地宫出土丝绸的揭取方法. 文物, 2003, 3: 73 - 76.
- [ 2 ] 三秦都市报. 2003. 02. 27, B12.
- [ 3 ] 上海市纺织科学研究院纺织组. 西夏陵区 108 号墓出土的丝织品, 文物, 1978, 8.
- [ 4 ] 李青山. 纺织纤维鉴别手册. 北京: 中国纺织出版社, 2003.
- [ 5 ] 李春萍, 王卫东, 李世超, 等. 粗但见四结构与性能. 丝绸, 2002, 6: 6 - 9.
- [ 6 ] 张炜新, 盛家镛. 蓖麻蚕茧丝的丝素组成、结构与性能研究. 丝绸, 1999, 10: 11 - 15.
- [ 7 ] 张金庄, 王圻, 刘莉萍. 红外光谱法测定天蚕层丝蛋白结构. 光谱实验室, 1999, 16 (2): 197 - 200.
- [ 8 ] 黄晨, 徐新颜, 盛家镛. 丝素膜的就构测定和分析. 蚕业科学, 1996, 22 (3): 183 - 186.
- [ 9 ] 潘志娟, 李春萍, 刘敏, 等. 大腹圆蛛包卵丝的化学组成与物理机械性能. 东北大学学报: 自然科学版, 2002, 28 (4): 34 - 39.
- [ 10 ] 李明忠. 经不同条件干燥后的茧层丝胶物理化学性质. 苏州丝绸工学院学报, 1998, 18 (5): 4 - 8.
- [ 11 ] 盛家镛, 林红, 王磊, 等. 易溶性丝胶粉的微细结构及理化性能研究. 丝绸, 2000, 6: 6 - 9.
- [ 12 ] 叶金兴. 由人工饲料育蚕的茧丝的性能. 丝绸, 2001, 12: 14 - 15.
- [ 13 ] 盛家镛, 孙锦华, 胡汉清. 高纯度丝胎粉的微细结构及其性能研究. 丝绸, 2001, 6: 6 - 10.
- [ 14 ] 陈新, 周丽, 邵正中, 等. 时间分辨红外光谱对丝蛋白膜构象转变动力学的研究——再生蚕丝蛋白膜在高浓度醇溶液中的构象转变. 化学学报, 2003, 61 (4): 625 - 629.
- [ 15 ] 陈新, 邵正中, KNICHT, 等. 时间分辨红外光谱对丝蛋白膜构象转变力学的研究: 不同碱金属离子对蜘蛛丝蛋白膜构象转变的影响. 化学学报, 2002, 60 (12): 2203 - 2208.
- [ 16 ] 傅若农, 昌永福. 气相色谱和热分析技术. 北京: 国防工业出版社, 1989: 230.
- [ 17 ] 刘金刚, 王强, 朱普坤, 等. 热分析方法研究四种聚酰亚胺的热稳定性. 河北工业大学学报, 1999, 28 (1): 15 - 19.
- [ 18 ] 王健, 田丰伟, 张玉新. 热分析法在食品蛋白质研究中的应用. 冷饮与速冻食品工业, 2000, 4: 14 - 17.
- [ 19 ] 潘志娟, 陈宇岳, 盛家镛, 等. 蜘蛛丝的热性能研究. 丝绸, 2002, 10: 13 - 16.

作者单位: 孙丽娟, 西北大学文博学院

杨建洲, 陕西科技大学

白崇斌, 西安文物保护修复中心

联系方式: 陕西省西安市太白北路 229 号, 邮编 710069

陕西省咸阳市人民西路 49 号, 邮编 712081

陕西省西安市兴善街 12 号, 邮编 710061