

敦煌遗书修复用纸的自行抄造研究

□ 王欣蕊 国家图书馆古籍馆

一、对敦煌纸张的研究

目前专家对于现存敦煌遗书所用纸张的纤维成分、填料加工、纸张厚度等方面有着诸多研究成果。在对国家图书馆藏的隋唐时期 11 件敦煌遗书脱落样品的分析结果显示，这批敦煌遗书所用的纸张多为麻纸或皮纸，并且所有纸张都存在单面或者双面的涂料，纸张厚度多为 0.17—0.20 毫米之间^①。对天津图书馆藏唐宋时期的敦煌遗书纸张成分的分析结果则表明其主要原料多为苎麻和桑皮，其中也不乏有混料纸，部分样品检测出存在填料^②。本次待修复的馆藏 20 件敦煌遗书破损程度较为严重，其中多件敦煌遗书缺损面积过大，需要使用整纸修补。然而通过对待修复敦煌遗书纸张的分析发现，现有库存古纸和市面上能够购买到的纸张与原件纤维组成均差异性较大，无法满足修复用纸的要求。为实现更好的修复效果，我们尝试对本次敦煌遗书的修复用纸自行仿制抄造。

二、纸张分析

本次修复的敦煌遗书大部分缺损面积较大，且纤维组成不同，其中多以麻和皮为主要原料。由于原材料短缺，此次只能选择以皮为原材料的纸张进行复原仿制。经过对纸张纤维成分的显微分析发现，此部分文献的纸张成分多为 100% 构皮，在显微镜下观察可见部分纸张有疑似填料存在，但不能确定填料成分。本次的纸张仿制仅以 100% 的构皮纸浆进行抄造，暂不贸然使用填料对其进行填充。

抄造修复用纸前，首先要对待修复的文献所用纸张进行检测，获取包括纤维成分、pH 值、纸张长度、纸张宽度、纸张厚度、帘纹样式等数据。

经显微分析，本次待修复的敦煌遗书纸张主要纤维成分如下表：

（一）纸张纤维成分分析

表 1 敦煌遗书的主要纤维成分

编号	主要纤维成分	编号	主要纤维成分
BD00055	皮	BD01695	麻
BD00189	麻	BD01763	麻
BD01176	麻	BD01775	皮
BD01501	皮	BD01809	麻
BD01594	麻	BD01864	皮

^①王菊华等：《中国古代造纸工程技术史》，山西教育出版社，2006 年，第 188 页。

^②万群：《天津图书馆藏敦煌遗书残片的保护修复》，学苑出版社，2019 年，第 158 页。

BD01615	皮	BD01905	麻
BD01636	皮	BD02557	皮
BD01650	麻	BD02637	皮
BD01664	麻	BD02692	麻
BD01689	麻	BD02725	皮

（二）纸张酸碱度的测量

在修复前后分别使用 HANNA HI 99171 型酸度计配合 HANNA HI 1414 玻璃电极测量 20 件敦煌遗书的原始 pH 结果如下表：

表 2 敦煌遗书的纸张表面 pH 值

编号	修复前 pH 值		修复后 pH 值	
	首部	中部	首部	中部
BD00055	5.77	5.55	5.75	5.60
BD00189	6.08	6.13	6.17	6.18
BD01176	5.50	5.35	5.56	5.33
BD01501	5.83	5.92	5.85	5.91
BD01594	5.13	5.30	5.10	5.34
BD01615	5.54	5.50	5.55	5.55
BD01636	5.80	5.70	5.77	5.70
BD01650	5.81	5.88	5.80	5.89
BD01664	5.95	5.89	6.01	5.91
BD01689	5.79	5.56	5.87	5.63
BD01695	5.05	4.90	5.11	4.95
BD01763	5.27	5.71	5.33	5.70
BD01775	5.37	5.44	5.48	5.50
BD01809	5.32	5.34	5.45	5.42
BD01864	5.56	5.76	5.67	5.72
BD01905	5.64	5.82	5.69	5.83
BD02557	5.61	5.76	5.75	5.85
BD02637	5.88	5.93	5.86	5.87
BD02692	4.92	4.80	4.99	4.79
BD02725	4.93	5.33	5.11	5.26

（三）纸张厚度的测量

使用 YTH-4C 厚度测定仪分别测量敦煌遗书的纸张厚度，结果如下表：

编号	厚度 (cm)	编号	厚度 (mm)
----	---------	----	---------

BD00055	0.11	BD01695	0.17
BD00189	0.18	BD01763	0.17
BD01176	0.15	BD01775	0.15
BD01501	0.12	BD01809	0.30
BD01594	0.15	BD01864	0.12
BD01615	0.14	BD01905	0.14
BD01636	0.14	BD02557	0.13
BD01650	0.28	BD02637	0.15
BD01664	0.17	BD02692	0.13
BD01689	0.19	BD02725	0.14

表3 敦煌遗书的纸张厚度

(四) 总长度和宽度的测量

在开始修复前测量敦煌遗书的总长度和平均宽度, 结果如下表:

表4 敦煌遗书的长度和平均宽度

编号	长 (cm)	宽 (cm)	编号	长 (cm)	宽 (cm)
BD00055	367.0	25.3	BD01695	132.7	26.0
BD00189	157.5	25.0	BD01763	118.5	25.2
BD01176	276.0	25.0	BD01775	63.0	25.0
BD01501	68.6	26.5	BD01809	64.0	26.0
BD01594	99.5	26.0	BD01864	61.2	25.5
BD01615	224.2	24.0	BD01905	248.9	28.4
BD01636	80.0	24.8	BD02557	181.1	24.5
BD01650	99.3	26.0	BD02637	239.9	26.4
BD01664	47.4	25.6	BD02692	347.0	27.0
BD01689	364.6	25.5	BD02725	44.8	25.2

(五) 纸张帘纹的观测

在开始修复前使用透光设备观察敦煌遗书纸张的帘纹情况, 根据原料不同有所差异。其中麻原料的纸张帘丝纹为 5 根/cm 左右; 部分皮原料的纸张帘丝纹不明显, 部分在透光照射下隐约可见, 所有敦煌遗书纸张的帘线纹均不明显。具体观测结果如下表:

表5 敦煌遗书的纸帘纹情况

编号	帘丝纹 (根/cm)	编号	帘丝纹 (个/cm)
BD00055	11 (极不明显)	BD01695	5 (极不明显)
BD00189	5	BD01763	5 (不明显)
BD01176	5	BD01775	9
BD01501	8 (不明显)	BD01809	5 (极不明显)
BD01594	5 (极不明显)	BD01864	5

BD01615	9 (不明显)	BD01905	5 (极不明显)
BD01636	未见	BD02557	12 (不明显)
BD01650	5	BD02637	9 (极不明显)
BD01664	5	BD02692	5
BD01689	5	BD02725	10 (极不明显)

三、仿制抄造阶段

通过前期对古法造纸进行考察及学习，最终选用古法制作一年的构皮浆、当地生产所用纸药，根据实验室大小设计定制的抄纸槽，以及配套大小的帘床、帘架及纸帘等进行抄造。根据测试数据，定制了多套纸帘和帘架，以匹配不同帘纹、不同尺寸的敦煌遗书。

(一) 纸浆的配置

三年以上的构皮纸浆从原产地以未裁切的形态购入，在实验室中对其进行清洗及裁切加工，将构皮进行反复多次的清洗，清除其中的沙石及污垢，再根据不同文献的纸张形态裁切成黄豆或米粒大小，每裁切一次都要对纸浆进行打散清洗，直至纸浆能够均匀分布在纸槽中，纸浆浓度以文献的厚度为标准调配。

(二) 抄造过程

由于本次修复的敦煌遗书中，原纸张的厚度不同，修复方式不同，我们最终抄制了多种厚度的纸张以满足修复需求。将纸浆调配好以后，加入一定比例的纸药，使用定制的纸帘对其进行抄制，抄制时多用捞纸法，进行三次以上的荡帘上水，根据所需纸张的厚度不同，控制上水及停留时间。同时抄制时选择了单张抄制和多张抄制两种不同的方法，以实现对不同纸张韧性的控制。

(三) 压榨及晒纸

由于敦煌遗书的纸张年代久远，韧性下降，所以修复用纸的纸张韧性也需要与之匹配。在压榨过程中，所采用的压榨力度远小于正常抄造的压榨力度，压榨时间也相应缩短。纸张的晒干同样采取了两种方法：多张抄制的纸张采用焙墙烘干，焙墙的温度控制在 60° C 以下，以便于纸张的成型；单张抄制的纸张则选用最原始的日晒方法对其进行烘干。按照上述方法制作出来的纸张韧性偏低，更接近原文献纸张的状态。

成纸状态如下图：



图 1 未进行染色加工的纸张

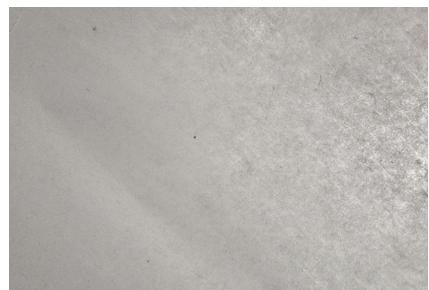


图 2 成纸的帘纹



图 3 进行染色加工后的纸张

四、总结

现在很多纸质藏品所需的修复纸张，无论是库房中的旧纸还是市面上售卖的纸张，都难以匹配修复要求，以敦煌遗书为例，其年代较远，时间跨度从 4 世纪至 11 世纪之间，其纸张的制作工艺及原材料也有区别，在对现检测过的敦煌遗书的成分分析中，原材料就包括麻、桑皮、构皮、藤等多种不同的材料，同时在纸张分析时发现有高岭土和淀粉等成分的存在，但是其是填料还是后期在成书或保存过程中添加的便无法得知，因此，对于敦煌遗书的修复要根据待修复文献的实际情况进行配纸，所以其修复用纸只能通过自行抄造的方式制作。

本次敦煌遗书的修复涉及 20 卷不同的藏品，仿制时需要从其成分、酸碱度、厚度、老化程度、帘纹、韧性、柔软度等不同方面进行仿制，仿制的重点和难点主要集中在原料的选择、帘纹、韧性和柔软度四个方面，同时在抄造方式上也和现抄纸技术略微不同。从原材料的选择方面来说，本次仿制的敦煌遗书的纸张与现在所抄造出来的纸张最大的不同就是原材料的选料，在对现在造纸用料的考察过程中发现，现在纸张所用原料多是从东南亚进口，而敦煌遗书的纸张为我们本土的原料，从东南亚选购的材料多为大批量进货，品质无法把握，最重要的是在对其进行加工时并没有将根部和其他部位分开，导致纤维粗细不一，质量参差。从皮料的生长年数来看，现在的纸张对年份没有过多的要求，不同树木的皮要根据实际情况选择树龄，以构皮为例，将三年生的皮料和一年生的皮料进行对比，其纤维更加粗壮，成纸会更加的硬挺。因此在仿制以构皮为原材料的纸张时，我们选择当年生的构树，以满足纸张的柔软度需求。同时在纸药的使用上也严格控制，经过实践发现，纸药添加的越多成纸越脆，即便是对其进行老化及染制以后，其纸张相较于原纸来说还是很脆，所以在纸药的使用上，尽量少添加，甚至在一帘一纸的抄造过程中，纸药添加量仅以能够保证纸张厚度为标准。同时因为年代久远，纸张的韧性相对于新纸来说低了很多，在抄造工艺中我们也进行了改良，降低压榨的力度和减少压榨时间，从而使制作出来的纸张韧性更低。本次修复的敦煌遗书帘纹不易辨认，所以在抄造过程中，选择帘纹更加细密的纸帘，为此我们定做了 21 根和 25 根帘丝的纸帘，这两种纸帘也是市面上很难找到的。在仿制完全无法辨认帘丝的纸张时，我们选择用较密集的丝网来抄造，同时晒纸也采用日光晒干的方式。

此次对于敦煌遗书纸张的仿制是我们自己仿制修复用纸的一次较为成功的尝试，但是在很多方面还需要更深一步的研究，比如原来纸张上检测出来的涂料或者填料是为何存在的，是否要在抄纸的过程中将其添加进去；原纸的透光度很低，是厚度的问题还是抄造工艺的问

题也是需要更深一步的研究。在此前的修复中我们的修复用纸大多都是基于对原件所用纸张的分析检测结果，在现有的纸库中选择成分、厚度、颜色相近的旧纸或者是经过老化、染色的厚度相近的新纸。但是这样选择出来的纸张虽然能够在外观形态上比较贴近原件，但是内在成分终究是有所差异，而且即便是老化过的的新纸，由于无法控制其原材料中是否添加了其他成分，导致老化结果很难控制。在我们现有的技术水平的基础上，以敦煌遗书的纸张仿制为案例来尝试，仿制用纸和原有纸张相比，其相似度有很大的提升。用仿制纸张修复文献，在修复完成以后，首先在外观效果上有了很大的提升，其次在其之后的老化过程中，老化进程也会比较相近，经过若干年的放置以后，不会因为修复用纸的韧性、颜色差异而影响原件的保护。尽管这次修复用纸的仿制是一次较为成功的尝试和突破，但是还有很多地方需要更进一步的研究和探索。

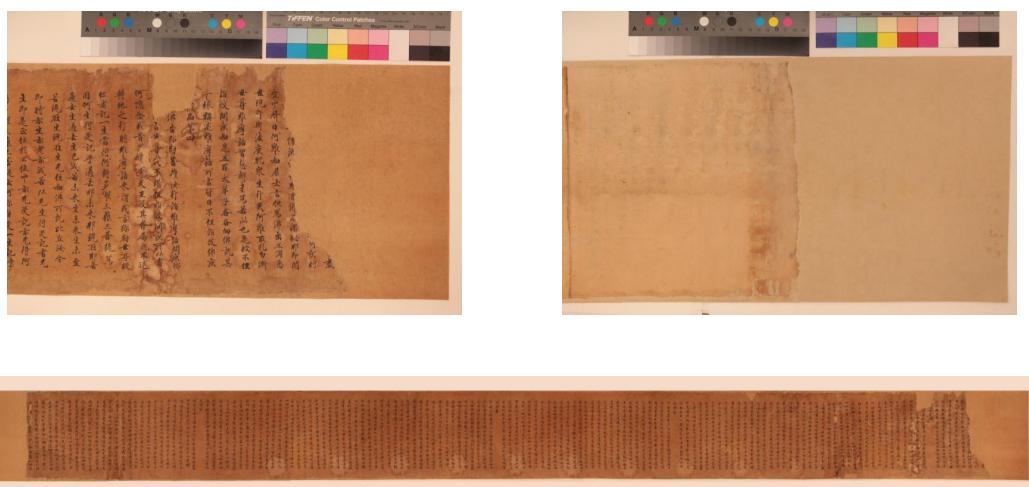


图4 修复后的文献