



西夏学 第5辑 2010年9月

Xixia Studies, Sep. 2010, Vol. 5

西夏造纸技术初探

牛达生

摘要：本文对西夏纸的测试和研究作了回顾，并以方塔纸样测试结果为主，结合“俄藏纸”、“国图纸”的分析，对西夏造纸技术试作了初步探讨。认为西夏造纸原料主要为树皮和麻类纤维，造纸方法采用净化原料，蒸煮舂捣打浆，“纸药”匀浆，竹帘抄纸、火墙烘干等技术。与中原地区的造纸技术大体一致，达到了当时较为先进的水平。

关键词：西夏 造纸技术

西夏作为一个与两宋辽金并列的少数民族政权，在 11 至 13 世纪的社会发展中，为印刷术的发展中做出了自己的贡献，在造纸术方面也做出了自己的贡献。

一 西夏纸的发现与研究概述

20 世纪以来，在西夏考古中有很多重大的发现，其中部分就是以出土大量西夏文献而著称的。据研究，海内外所藏西夏文献约有数千卷册之多，“有西夏纸张总计不下 20 多万面”。¹这不仅大大丰富了我国古籍的宝库，促进了西夏学研究的发展和繁荣，而且为西夏印刷和西夏造纸的研究提供了丰富的实物资料。

对西夏纸的测试和研究，早在上世纪 60 年代就开始了。俄罗斯学者和我国学者，分别做了很多工作，使我们对西夏纸从无知到已经有了相当的认识。

（一）俄罗斯专家对俄藏西夏纸的研究

¹ 史金波《西夏社会》（下），上海人民出版社 2007 年，第 524 页。

俄罗斯是收藏西夏文献最多的地方。1966年,前苏联制浆造纸工业科学研究所对俄罗斯科学院东方学研究所圣彼得堡分所所藏西夏文献10个纸样进行了分析测试,取得了重要数据。分析表明,西夏纸样虽然外表不同,所含成分却非常一致,都是用破亚麻布和棉布做纸浆的。纸上的帘纹通常都是“每厘米7道”,每厘米6道、8道的少见,9至10道的更少。²他们依据颜色、表面结构的不同,“将西夏纸分作白纸、黄纸、染成黄色的普通纸、红砖色红纸、薄灰纸、浅褐色纸、带浆液的厚纸”等七种。³

在俄藏西夏文献中,除西夏文外,就是汉文文献了。俄国学者孟列夫对俄藏黑城汉文488件原件,做了详细叙录,并于1984年出版了俄文版《黑城出土汉文遗书叙录》。10年后的1994年,我国学者王克孝翻译此书,并由宁夏人民出版社出版。这批文献除西夏的外,还有宋、金和元代的。《叙录》不仅对每件文书的年代、版本(刻本、写本)、装帧(卷子、经折、蝴蝶、册页)、字体、边栏和内容等作了详尽的著录,还对纸张的质感(光洁度)、纸色、纸幅、厚度和帘纹等作了记述,从而为研究西夏纸提供了详实而丰富的资料。孟列夫在谈到宋、金、西夏书籍的区别时说,在装帧上“没有发现能区别宋刻本和西夏、金刻本的明显特征”,但从纸张上却找到它们的差异:

宋刻本的纸大多表面光滑,西夏刻本的纸一般涩滞,而金刻本的纸表面有绒毛。宋刻本纸的帘纹每厘米6~9道,每厘米7道的很少,而对12世纪的西夏纸来说,每厘米7道帘纹则最典型……

宋纸和西夏纸的厚度也有区别……宋纸很少厚于0.10毫米(多半在0.6~0.11毫米之间),相反,西夏纸很少薄于0.10毫米(多半在0.11~0.17毫米之间)……

特别要谈谈文书用纸。珍藏品中这种纸明显分为两种类型。一是宋朝鄜延路1118~1131年的文书用纸,质地光滑,厚度0.07~0.12毫米,每厘米5道帘纹。西夏无这种型号纸,现在所有西夏时期的文书(最早1172年,最晚1371年),都使用一种表面有软绒毛的纸,厚度0.05~0.12毫米(多数不超过0.10毫米),每厘米7道帘纹(个别为8道)。这种纸容易识别,对着光看有许多孔隙,似小洞,光线全能通过。饶有趣味的是,两个世纪期间这种纸无变化……既然用这种纸记录短期的重要文书……显然事先就不准备长期加以保存。应该认为,这是一种廉价纸。后期的写本……也全然用这种纸。

4

俄罗斯学者还注意到,“西夏人组织生产自己的纸”。但是在“12世纪前30年”,西夏主要使用“宋朝纸”,而“西夏晚期使用的纸,大概都是当地产品”。这时,“造纸业在西夏国得到广泛发展”⁵。

这些论述很重要,是通过大量黑城文献纸张的考察,做出的对西夏造纸情况最好的概括。俄罗斯学者对西夏纸的原料、造纸工艺及西夏纸的染色情况,以及宋、金纸和西夏纸的区别等,都做了开创性的研究,值得重视。

(二) 潘吉星教授对“国图纸”的研究

早在上世纪70年代,我国也开始了这一工作。所谓“国图纸”,是指国家图书馆所藏西

2 捷连提耶夫·卡坦斯基著、王克孝、景永时译《西夏书籍业》,宁夏人民出版社2000年,第15~17、26页。

3 王克孝《西夏对我国书籍生产和印刷术的突出贡献》,《民族研究》1996年4期。

4 孟列夫著、王克孝译《黑城出土汉文遗书叙录》,宁夏人民出版社1994年,第60~61页。另外,本书第86页所提供的15种《西夏的刊本和写本》厚度、帘纹、光洁度数据,与引文所说“文书”数据相较,书籍纸要好于文书纸。

5 捷连提耶夫·卡坦斯基著、王克孝、景永时译《西夏书籍业》,第30页。

夏文《瓜州审判案记录》。它产生于西夏惠宗天赐礼盛国庆元年(1071),是官府审理的民事案件的一份记录,也是有明确纪年的最早的西夏文献。我国著名的古纸、印刷史专家潘吉星先生,对该纸进行了测试,认为该纸为“木本韧皮纤维,粗帘纹,纸较薄,透眼较多”,是西夏自造纸。⁶

1998年出版的潘吉星先生《中国科学技术史·造纸与印刷卷》,是我国关于印刷史和造纸史的巨型著作,在学术界有很大影响。该书辟有党项(西夏)“造纸、印刷”专章,是有史以来第一部包含西夏造纸的专著。该书对“国图纸”作了进一步的描述:明确认为是“西夏造纸”,其特点是“该文书纸较薄,厚度为0.08~0.1毫米,粗帘纹条,呈浅灰色,打浆度不高,纸浆分布不匀,迎光看纸上透眼较多,但仍有足够强度”。潘先生还对西夏造纸进行了理论性的概述:“根据对西夏写本和刊本用纸的调查研究,可以看出当地主要生产麻纸,造纸方法与中原相同,属于北方麻纸系统。”⁷这一说法,完全正确,值得肯定。

潘先生还认为,西夏可能“使用了再生纸”,利用“废旧的文书纸背重作印刷之用”。他分析说:“由于当地造纸资源有限,而用纸量较大,用过的旧纸被回收,与新纸浆相配重抄的可能性是不应排除的。因为旧纸的脱墨过程进行得不彻底,所以造的纸颜色便呈浅灰色。”⁸

(三) 拜寺沟西夏方塔纸样测试

拜寺沟,是宁夏贺兰山东麓的山沟之一,位于贺兰县境内。1990年冬,沟内的西夏方塔被不法分子炸毁,成为废墟。1991年秋,宁夏文物考古研究所对方塔废墟进行了清理发掘,出土了一批珍贵的西夏文物和文书⁹。其中最为重要的是西夏文佛经《吉祥遍至口和本续》9册(图1)。经笔者研究,该经为现存世界上最早的木活字印本实物,并经文化部组织专家鉴定确认。¹⁰

1997年,宁夏文物考古研究所和北京中国制浆造纸工业研究所合作,从拜寺沟西夏方塔出土文书中,选择无字碎纸片7种,利用造纸所的先进设备,通过外观观察、显微镜分析、电子显微境分析和能谱分析等方法,做了更为科学细致的工作,获得了前所未有的成果。¹¹考虑到这一测试成果的极端重要性,兹再转述如下:

1.《本续》正文。纸样编号为①,取自该经残片(图2),试样面积约1.5cm×2.0cm。

外观分析:纸样色泽较白,近似于一般生白布的色调;纸质均匀细平,不见明显的粗大纤维束;纸页平滑度正面较好,反面略差;有明显的帘纹,纹路直,宽度约1mm,帘纹数约每厘米7条。经测定,纸页白度36.8%,厚度0.13mm,纸重30.0g/m²。

显微境分析:纸样湿润后,取试样少许于载玻片上,用碘氯化锌试剂染色后用显微境观察,其现象为纤维较宽,壁上有明显的横节纹,纵痕较多,纵裂现象明显,自然端部较少,形状钝尖,与染色剂作用呈酒红色。根据以上特征,纤维原料鉴定为苧麻及大麻纤维,打浆度约40°SR,如图3所示,纤维平均长度3.17mm,宽度25.2μm。

在扫描电子显微境下,此试样的纤维多数比较扁塌,壁上纵纹较明显,这是苧麻、大麻纤维打浆后的表现形态。另外,纤维表面还均匀地附着有一层胶质状物质,使纤维表面较为平滑。这说明在抄纸过程中,已经使用了某种胶质粘性纸药,以改善纸浆分散匀度和成纸质量(图4)。

6 潘吉星《中国造纸技术史稿》,文物出版社1979年,第141页。

7 潘吉星《中国科学技术史·造纸与印刷卷》,科学出版社1998年,第454、455页。

8 同上,第455页。

9 宁夏文物考古研究所《拜寺沟西夏方塔》,文物出版社2005年。

10 牛达生《西夏活字印刷研究》,宁夏人民出版社2004年,第34页。

11 牛达生、王菊华《从拜寺沟方塔西夏文献纸样分析看西夏造纸业状况》,《中国历史博物馆馆刊》1999年第2期。

再从能谱无机元素分析结果看,试样中除了一般纤维原料中所含的无机成分外,还表现出钙(Ca)、钾(K)含量较高的现象,表明此试样的纤维原料,在制备过程中曾经过石灰(CaCO_3)和草木灰(KCO_3)的处理,因此纤维较白。也可能用的是白色破布,其纤维原料,也同样经过石灰和草木灰的处理,因此,试样中的钙、钾成份较高(图5)。

根据以上各项分析,《本续》正文用纸,为古代一种质量较好的书写印刷用纸。其纤维原料为苧麻及大麻(破布),是经过石灰和草木灰处理,中等程度打浆,纸药配浆,竹帘抄纸,人工干燥等工艺过程生产出来的。

2.《本续》封皮。选纸样两片,编号分别为③甲③乙,试样面积分别为约 $2\text{cm} \times 2\text{cm}$,及 $1\text{cm} \times 2\text{cm}$ 。

从外观上看,两纸结构形态相似,纸呈棕黄色,较正文纸略厚,匀度较差,有少许纤维束,但纤维总体仍分散较好;纸面平滑,两面平滑度差不大;迎光照视有帘纹,纹路匀直,帘纹数每厘米约7条;经测定,③甲白度为19.2%,厚度为0.17mm,纸重 $47.2\text{g}/\text{m}^2$ 。

在显微境下观察,试样中存在两种形态的纤维。与染色剂作用,一种显暗酒红色,壁上有明显的横节纹,打浆后纤维纵裂现象明显,经鉴定主要是大麻纤维;另一种与染色剂作用,呈较鲜明的酒红色,纤维壁较薄,壁上无横节纹及纵向条痕,胞腔较明显,纤维偶呈扭曲状态,据此鉴定为棉纤维。试样中棉纤维与麻纤维的比例约为1:1。纤维的扫化程度较①号纸样略低,打浆度约 30°SR 。

在显微境下还观察到一个现象,即纸浆中有数量不少的糊状物,该物质与碘试剂作用显兰色(图6),表明此为淀粉,加到纸浆中起施胶和补强作用。封皮甲乙两片纸样,在显微境下的特征基本相同。

在电子显微境下,观察到纸片纤维间存在有大量的糊状物(淀粉糊),再由于打浆度较低,纤维壁较为完整并多呈柱状(图7),这与光学显微镜观察的现象完全一致。

根据以上观察结果,可以断定:此封皮纸,是用白净的棉、麻破布为原料,经过剪切备料,舂捣打浆,低浓分散解离,加入淀粉等纸药,用竹帘抄制成湿纸页,经复帘压榨脱水后,再用人工干燥而成。因此,纸页两面平滑度差较小,纤维束少。干燥后的纸页,再经过入潢处理(黄柏汁染色),使纸变为黄色,并兼有防蛀虫的作用。

3.《本续》衬纸。衬纸在封皮之内,为佛经扉页,纸样编号为④,试样面积约为 $3\text{cm} \times 3\text{cm}$ 。

从外观上看,衬纸与正文纸近似,色调也为生白色,但纸质没有正文纸好,匀度略差,尘埃略多,有少许纤维束,纸上的帘纹数,较《本续》正文纸略稀,每厘米约6条。经测定,纸的白度为 30.5% ,厚度0.17mm,纸重 $35.3\text{g}/\text{m}^2$ 。

在显微镜和电子显微镜下观察,纤维较为细短。一些未经切断的纤维,则保留着纤维原有的状态,纤维端部完整,其原纤维平均长度仅约5~7mm。打浆后纤维平均长度为3.92mm,宽度为 $23.0\mu\text{m}$,纤维扫化不多,有的呈柱状,有的呈带状,壁上有显明的胶衣及横节纹,纸浆中还含有若干透明晶粒,这都是构皮纸浆所特有的现象(图8、图9)。

在电镜及能谱的分析谱图上,衬纸的元素种类,与正文纸基本相同;但衬纸具有更高的钙、硅含量,这是构皮纸浆中所含透明晶粒——即草酸钙或硅酸钙晶粒的反映(图10)。

根据以上特征,鉴定此衬纸使用的纤维原料为构皮,浆料同样经过石灰和草木灰沤煮。

4.西夏文草书长卷(图11)。原件由9张纸连接而成,总长5.74米,高0.16米,墨书7300多字,是目前所知现存最长的西夏文草书长卷。纸样编号为⑤,试样面积约 $5\text{mm} \times 5\text{mm}$ 。该纸破损、质腐严重,只能在条件许可的范围内,作一些分析测定。

从外观上看,纸质细薄,匀度好,没有纤维束,白度约30%,纸重约 $20\text{g}/\text{m}^2$,两面平滑差不大,细竹帘抄造。

在显微镜下，纤维与碘氯化锌染色剂作用显酒红色，纤维有明显横节及明显的细胞腔，胞腔有的较宽，有的只成一线状，纤维壁上无胶衣，纤维宽度平均 18 μm 左右，仅约为《本续》正文纤维宽度的二分之一。在纸浆中还有个别丝质纤维出现。

根据以上特征，可以判断其原料主体为大麻和亚麻的破布浆，备料时切断较剧烈，再加上纸质腐蚀较严重，故纤维断片多，成纸的纤维平均长度仅约 1.5mm。打浆扫化程度不高，纸中还发现有大量的胶料(图 12)。

5.《初轮功德十二偈》残本(图 13)。原件为汉文佛经之一，雕版印刷，经折装，残破严重，无一全页，页面足三分之一以上者计 16 页。纸样编号为⑨，面积约 2cm×4cm。

从外观看，纸质白净、细平、均匀，两面平滑度无明显差别，没有纤维束，帘纹每厘米约 7 条，每 2 厘米有一纵纹。经测定，其白度为 25.1%，厚度为 0.102mm，纸重 37.4g / m²。

在显微镜和电子显微镜下观察，其纤维具有构皮纤维的各项特征：原始纤维长度一般为 5~8mm，打浆成纸后，平均长度为 3.85mm，宽度平均为 20.5 μm；纤维外壁有胶衣，有横节纹；纤维有的呈柱状，有的呈带状，有菱形的草酸钙晶粒，部分纤维有纵向条痕。另外，纸浆中还含有大量的矿物填料，填料量约为纸页重量的 20~30%(图 14)。从填料颗粒形态及成分谱图来看，谱图上的钙峰突出的高，估计所用的填料主要是碳酸钙(图 15、图 16)。从图片形态上看，纤维表面附有一些糊状物，形似胶料，但成分不明。

6. 无名残纸。残纸为出土文献脱落的残片，名称不详，纸样编号为⑩，面积约 3cm×3cm。

从外观上看，纸质细平，两面平滑度差不大，深黄色，迎光可见少许纤维束；竹帘抄造，帘纹均匀，每厘米约 7 条。除横向条纹外，还有纵向条痕。纸页残破程度不太严重，这是经过入黄处理的反映。经测定，纸样白度为 14.7%，厚度为 0.142mm，纸重 33.4g / m²。

在显微镜和电子显微镜下观察，纤维扫化率低，外壁有胶衣，壁上有横节纹及少许纵痕，有草酸钙晶粒。纤维与氯化锌试剂作用显暗酒红色，纸页的纤维长度平均 3.65mm，宽度平均 17.7 μm。

在电子显微镜下，还观察到纸中有一定量的胶料和填料(图 17、图 18)。胶料与碘氯化锌作用多显黄色，填料粒度较小，在能谱分析的谱图上，有明显的硅、镁成分，估计是硅、镁酸盐，即滑石粉一类的矿物粉，约占纸重量的 15%(图 19)。谱图上也有较明显的钙、钾成分，说明浆料也同样经过石灰和草木灰的处理。

方塔纸样分析情况简表

原编号	试样名称	纸重 g/m ²	颜色	白度 %	厚度 mm	打浆度 SR	帘纹数 /cm	纤维原料	纤维平均长度 mm	纤维平均宽度 μm	胶料	填料	其 他
1	《本续》正文	30.0	生白色	36.8	0.13	40°	7	苎麻、大麻	3.17	25.2	/	/	纸药抄纸
2	《本续》封皮甲	47.2	棕黄色	19.2	0.17	30°	7	棉、麻	3.10	21.5	淀粉	/	纸药抄纸并黄柏处理
3	《本续》封皮乙	45.0	生白色	19.0	0.15	30°	7	棉、麻	3.50	22.0	淀粉	/	纸药抄纸并黄柏处理
4	《本续》衬纸	35.3	生白色	30.5	0.17	30°	6	构皮	3.29	23.0	/	/	纸药抄纸

5	夏文草书长卷	20.0	生白色	30.0	0.10	30°	/	大麻、亚麻	1.50	18.0	动物	/	纸药抄纸
9	《初轮功德十二偈》	37.4	生白色	25.1	0.12	40°	7	构皮	3.85	20.5	/	矿物	纸药抄纸
19	无名残纸	33.4	棕黄色	14.7	0.14	40°	7	构皮	3.65	17.7	动物	矿物	纸药抄纸并黄柏处理

备注：夏文草书长卷，由于试样太小，纤维残腐较严重，表中所列纤维平均长度的测定值仅供参考。

二、西夏造纸技术初探

方塔纸样测试结果，为西夏造纸技术的研究，提供了当前最为完整、系统的资料。这里，以方塔纸样测试结果为主，结合“俄藏纸”、“国图纸”的分析，对西夏造纸技术试作如下探讨：

1. 主要原料是破麻布和树皮

造纸原料取之于植物，主要有两大类：第一类为韧皮纤维，存在于植物的韧皮部，其中有多年生木本植物，如构树（也称楮树、穀树。楮是纸的代称，如楮币、楮钱）、桑树等；一年生草本植物，如大麻、亚麻等。第二类为茎秆纤维，多属单子叶植物，如一年生稻、麦及多年生竹类。麦茎、稻秆，至迟在 10 世纪时，已在浙江一带用于造纸。其重要意义在于“打开了另一个造纸原料来源”，¹²是造纸技术上的进步。西夏纸中，尚未发现麦茎、稻秆纸。

在“方塔纸”的 7 个试样中，有 4 个为破布，3 个为树皮。破布中的纤维以苧麻、大麻为主，也混有亚麻。在③号甲、乙两个纸样中，还发现混有棉浆。这是我国古纸测试中发现的最早使用棉质破布造纸的样品。

“俄藏纸”的原料，主要也是破布，但与“方塔纸”破布以苧麻、大麻为主不同，而是以亚麻布为主，只是其中含有大麻纤维，所以称亚麻布；另一种破布为棉布，从俄罗斯专家的描述看，除“亚麻布和棉布”做的混合纸浆外，还有纯粹的“棉布纸浆”。

麻纸，很少有虫蛀现象，“因麻纸纤维纯，所含醣类成分极少，说麻纸‘纸寿千年’是名实相符”的。¹³麻纸多为北方所产，南方不多。南方多为桑皮纸、楮皮纸、藤纸。西夏纸所以能够完好保存至今，或许与其多为麻纸有关。

2. 原料要作切断和净化处理

在造纸原料中，无论是麻还是树皮，其表层都附有一层非纤维成分的粗皮，原有纤维长度一般在 10~20mm 之间，若不作切断和净化处理，则会影响造纸质量，并有黑色尘埃残留在纸上。经测试，“方塔纸”尘埃度都很小，纤维平均长度仅有 3mm 多，表明是作了适当的切断和净化处理的。

西夏文辞书《文海》对“纸”的解释是：“此者白净麻布、树皮等造纸也”。¹⁴纸（反）字，是由“白（𣎵）”和“净（𣎵）”两字合成。所谓“白净麻布”，说明这些作纸的破布是经过净化处理的。这和“俄藏纸”、“方塔纸”的分析结果完全一致。

3. 使用了蒸煮除杂技术

在造纸工艺中，“纤维”是个重要的概念。它是构成纸浆的主要成分。在植物学中，所

¹² 潘吉星《中国科学技术史·造纸与印刷卷》，第 189 页。

¹³ 潘吉星《中国科学技术史·造纸与印刷卷》，第 112 页。

¹⁴ 史金波、白滨、黄振华《文海研究》，中国社会科学出版社 1983 年，第 497 页。

谓纤维，是指韧皮和被子植物中两端作纺锤状的细长细胞。原料不同，纤维的长度、宽度不同，造出的纸质量也有差异。一般说，长纤维比短纤维好，细长纤维比短粗纤维好。

在植物造纸原料中，除纤维素外，还含有一些其他成分，如灰分、果胶、木素、蛋白质、半纤维素（多缩戊糖）和色素等，其中以果胶和木素危害最大。从造纸工艺来说，非纤维素杂质越少越好。凡是以植物纤维为原料的工业，无论纺织还是造纸，都要通过沤制（即生物发酵法）对纤维原料做脱胶处理，以除去麻类、树皮中的果胶和部分其他杂质。又，构皮含木素 14.32%，果胶 9.46%，而大麻含木素只有 4.03%，果胶只有 2.06%，因此大麻比构皮较容易脱胶。

沤制，并不能去掉纤维中的全部杂质。还要通过草木灰、石灰液蒸煮，使木素破坏降解，使原料中的各种杂质油脂溶解，再借蒸煮后的反复洗涤，将木素等所有杂质随水排出，从而使纤维素进一步提纯，以供造纸使用。中国在汉代就采用碱液蒸煮处理原料的技术，并为后代所效法。草木灰、石灰水为弱碱性溶液，用这种溶液蒸煮，既达到清除杂质的效果，又不致因强碱（如纯苛性钠）造成维素的破坏。

“方塔纸”、“俄藏纸”都是以破布为原料的。因为在生产布时其原料已经过沤制脱胶处理，故可省去这道工序。经过脱胶处理的纤维叫熟纤维，未经过脱胶处理的叫生纤维。在“方塔纸”样的分析中，都发现了石灰和草木灰成分，表明造纸时使用了蒸煮制浆技术，从而达到使浆料白净，纤维分散的效果。

4. 经过了打浆(舂捣)处理

打浆、舂捣的原理，是用机械力将纤维细胞壁和纤维打碎，将过长的纤维切短，以提高纤维素的柔软性和可塑性。纤维经机械舂捣后，表面产生很多绒毛，而被断开的两端分丝帚化。用这种纤维抄出的纸，具有纤维交织好，匀细而紧密，拉力强度大。反之，打浆、舂捣不到位，则会造成纸质疏松、多孔、表面粗糙。实验证明，纤维的结合力与打浆度成正比，打浆与未打浆的纤维结合力相差十倍。舂捣、打浆，是使纤维能相互缔结成纸页的关键工序。

测试表明，“方塔纸”纤维打浆度都在 30°～40° SR 之间。

5. 使用了良好的匀浆技术

将舂捣好的纤维素放在纸槽内加水，即成为能抄纸的浆液。因为纤维素不溶于水，纸浆实际上是一种悬浮液。槽内的纸浆，虽然不停地搅拌，仍可能产生絮聚现象，使浆液稀稠不匀，无法抄出厚薄一样的纸。所谓匀浆，就是采用施胶的办法，也即在纸浆中加入“纸药”（又称“粘液”、“滑水”或“滑汁”），使槽内纸浆均匀，浓度增加，从而改善纤维悬浮状态，防止纤维下沉和絮聚。施胶还可以提高纸的强度和抗水性，增加纸对液体透过性的抗阻能力，使湿纸经压榨脱水后，仍能相互揭开。

魏晋到隋唐时期，多以淀粉糊作施胶剂。宋以后改为动物胶和明矾，继而又从植物的根、茎或叶中提取“纸药”，放入纸浆中作悬浮剂。常用植物粘液取自黄蜀葵根叶、杨桃藤茎。

经测试，“方塔纸”纤维都比较细匀，说明西夏已掌握了良好施胶和匀浆技术。

6. 使用了多种造纸助剂

造纸助剂有两类，即胶料（即“纸药”）和填料(多为矿物)。经测试，“方塔纸”和“俄藏纸”、也即西夏纸中，都使用胶料和填料做造纸助剂。

胶料有：

(1)黄柏汁（即黄檗）。使纸页染为黄色，并起防蛀虫的作用。在《本续》封皮和无名残纸中，都有这种成分。

“俄藏纸”也同，“为了预防虫咬，又在纸上涂上毒汁。宋朝用的是黄檗，这种办法可

以预防虫咬并给纸着色”。¹⁵

(2)淀粉。除淀粉外，在分析中还发现另一种施胶剂，成分不明，可能是动物胶。

俄藏纸中也有淀粉。据研究，“为了黏合而开始使用浆糊或胶质。不久就发现，用干淀粉加工纸更方便。最后，用面粉做浆糊代替上述所有物质”。¹⁶

(3)纤维分散剂。古代常用的纸药是黄蜀葵、杨桃藤等，“方塔纸”是否使用黄蜀葵、杨桃藤，尚未查明。但这批纸样，一般都匀度好，纤维素分散好，特别是《本续》正文用纸。没有良好的分散剂，不可能抄出如此细平匀滑的纸。

填料：主要是碳酸钙及滑石粉。“方塔纸”中有两纸使用这种填料。它可以节约纤维素原料，增加纸的不透明度及表面平滑度。

7. 广泛采用了竹帘抄纸

抄纸器由纸槽、打浆棒、抄纸帘（竹帘、纸帘、网筛、纸模）和帘床（纸模框）组成（图 20）。最早的抄纸帘是用麻布作的，将纸浆浇到麻布的抄纸帘上造纸。浙江就发现过六朝麻布帘纹麻纸。后来又有竹帘抄纸器，拆合式帘床抄纸器。

最早的抄纸帘，无论是麻布的还是竹子的，都是固定在帘床框架上的，不能拆卸。抄出纸后，将湿纸与抄纸器一起晒干（不脱水揭不下），然后揭下干纸，再取回重新抄造。纸坊要准备许多抄纸器，很不经济。后来的拆合式帘床，其关键技术是：抄纸帘可以通过两侧边柱，从帘床上任意拆卸。抄纸时，捞起纸浆后，将竹帘从帘床上卸下，再将纸的一面倒扣在木板或石板上，提起纸帘，即成一纸；再将纸帘重新捆绑于帘床上，重捞新纸。其优点是同一抄纸帘可连续抄纸，大大提高出纸效率，同时纸的质量也有提高。这种拆合式帘床抄纸器，“在魏晋以后一千多年间通行于全世界，成为最有效而先进的标准造纸设备”。“此后长达千年间几乎没有什么变化地沿用，直到今天。”这种抄纸器是“造纸技术史中具有划时代意义的发明”。¹⁷

经测试，“方塔纸”是全部用竹帘抄造。纸上帘纹清晰，纹路均匀、细直，帘纹多为每厘米 7 条。“俄藏纸”帘纹也多是“每厘米 7 道”；国图纸也有帘纹，只是较粗。西夏纸是用拆合式帘床抄纸器抄出来的。

8. 使用了火墙一类的人工干燥技术。在所分析的方塔纸样中，多数都细腻平滑，两面差别不大。这只有使用了竹帘的复帘抄纸技术和良好的定形干燥技术才能办到。由于天然纤维是一种干湿收缩性强的物质，如果不使用火墙干燥等技术，是难以达到上述质量水平的。

通过上述纸样分析，得知西夏造纸原料主要为树皮和麻类纤维，造纸方法采用净化原料，蒸煮舂捣打浆，“纸药”匀浆，竹帘抄纸、火墙烘干等技术。这些技术，与当时中原地区的造纸技术大体一致，远远超过许多少数民族地区，达到了当时较为先进的水平。

附图目录:

图 1: 方塔《本续》出土情况

图 2: 《本续》正文中的一页

图 3: 《本续》正文纤维形态：苧麻、大麻（LM×200）

图 4: 《本续》正文纤维电镜扫描（SEM×400）

图 5: 《本续》正文能谱分析无机元素：钙、硅、钾

图 6: 《本续》封皮纤维形态：棉、麻（LM×100）

15 捷连提耶夫·卡坦斯基著、王克孝、景永时译《西夏书籍业》，第 22 页。“方塔纸”测定，作为施胶剂的黄柏汁，是配在纸浆中的，而非涂在纸表。

16 同上，第 22 页。

17 潘吉星《中国科学技术史·造纸与印刷卷》，第 101、123、125 页。

图 7:《本续》封皮纤维电镜扫描 (SEM×250)
图 8:《本续》衬纸纤维形态: 构皮, 箭头所指为 CaCO_3 晶粒 (LM×100)
图 9:《本续》衬纸纤维电镜扫描 (SEM×250)
图 10:《本续》衬纸能谱分析无机元素: 钙、硅、钾
图 11:《西夏文长卷》
图 12:《西夏文长卷》纤维形态: 大麻、亚麻, 箭头所指为胶料 (LM×100)
图 13:《初轮功德十二偈》
图 14:《初轮功德十二偈》纤维形态: 构皮, 箭头所指为填料 (LM×100)
图 15:《初轮功德十二偈》纤维、填料电镜扫描 (SEM×250)
图 16:《初轮功德十二偈》能谱分析无机元素: 钙、硅
图 17: 无名纸纤维形态: 构皮, 箭头所指为胶料 (LM×100)
图 18: 无名纸纤维、填料电镜扫描 (SEM×250)
图 19: 无名纸能谱分析无机元素: 硅、钙、镁
图 20: 抄纸器略图



图 1

图 2

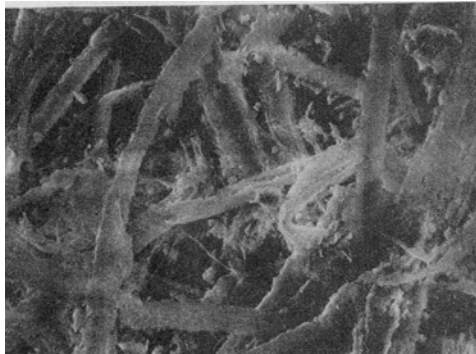
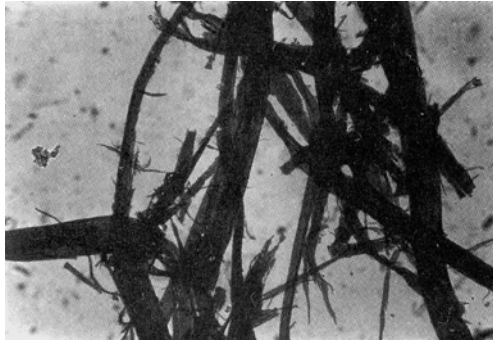


图 3

图 4

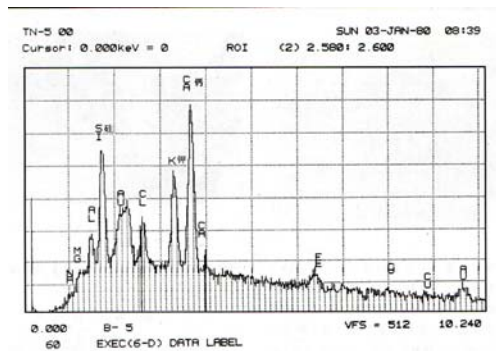


图 5

图 6

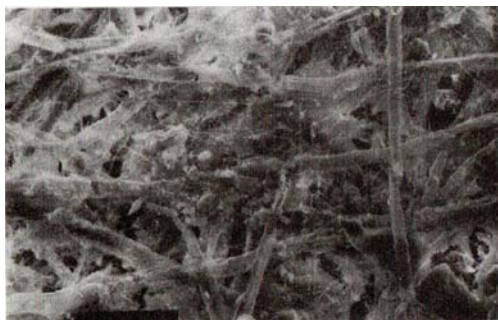


图 7

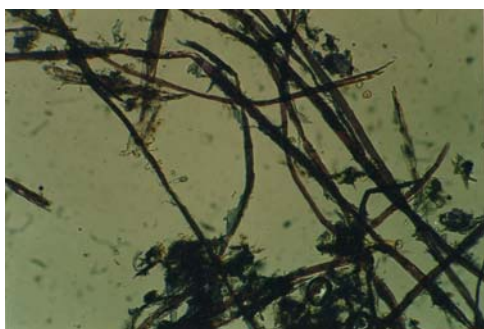


图 8

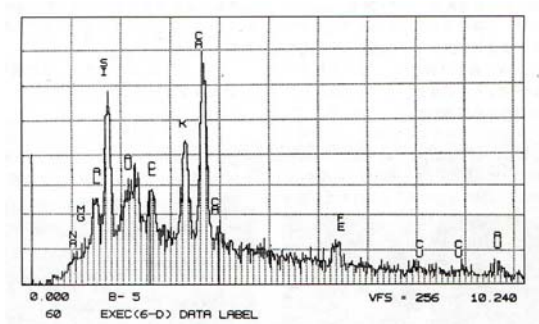


图 9

图 10



图 11



图 12

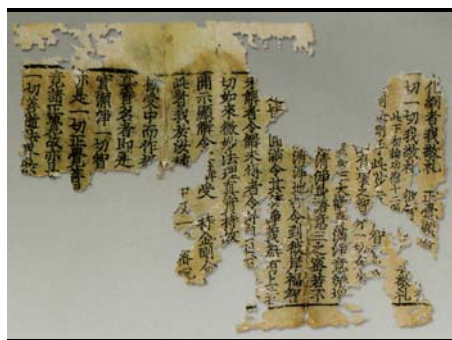


图 13



图 14



图 15

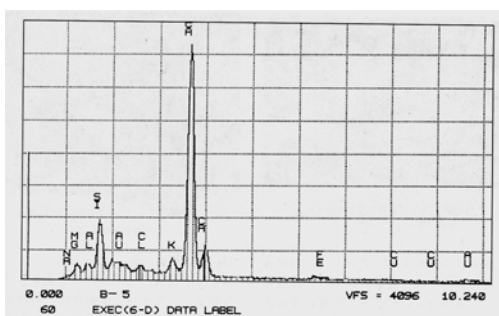


图 16

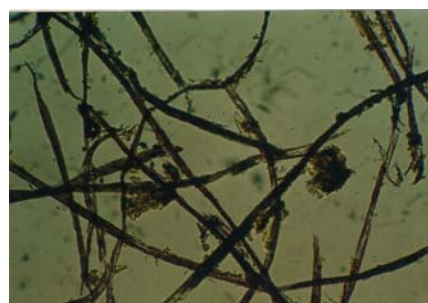
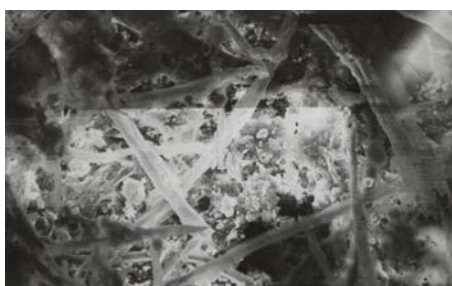


图 17



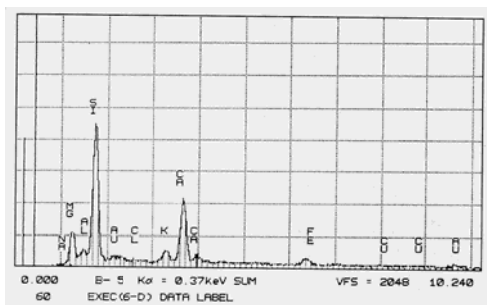


图 18

图 19

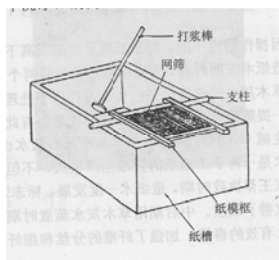


图 20

(作者通讯地址：宁夏文物考古研究所 银川 750061)