

浅谈酸化古籍的修复

——以《重订教乘法术》为例

□ 王泓杰 天津图书馆（天津市少年儿童图书馆）古籍文献部

古籍的酸化是指因纸张的酸性逐渐增强而造成纸张机械强度降低的现象。古籍在保存、流传的过程中，受到存藏环境以及自身的影响，会出现不同程度的病害现象，酸化也是常见的损害之一。纸张酸化会催化纸张主要成分纤维素水解，使纤维素的聚合度降低，具体呈现为纸张变脆、颜色变黄、发暗，机械强度降低，严重的将无法翻动，甚至碎成纸屑。因此古籍纸张的酸化是影响古籍保存寿命的重要因素。

一、酸化的表现

纸张酸化主要表现为 pH 值的降低。^①纸张的酸化程度以 pH 值来度量，pH 值越低，酸性越强（pH<7 为酸性）。pH 值越低，纸张的变质速度越快。

（一）色变

纸张酸化会导致纸张颜色的改变。一般来讲纸张酸化会使纸张颜色发黄、变暗。

（二）纸张强度下降

纸张酸化会导致纸张机械强度下降，具体表现为纸张变脆，严重时变得极其易碎。

二、酸化的原因

纸张酸化受其自身以及存藏环境的影响。一般来说，纸张的主要成分包括纤维素、半纤维素、木质素和其他辅料，辅料主要包括颜料、涂料、胶黏剂、油墨等。

（一）造纸原料

古籍用纸最中常见的为竹纸、宣纸、皮纸等，其主要原材料为竹、檀皮、稻草等，这些原料中都含有木质素，原料本身就呈酸性或者在氧化、水解时产生酸性衍生物。^②如在阳光照射或高温潮湿的情况下，古籍文献中的酸性杂质会增加更快，随着时间的推移很容易褪色、破损。

（二）造纸过程

造纸过程中，为了改善纸张的书写、外观等性能，通常添加动物胶、氯漂白剂等，这些物质都是古籍文献酸化的来源。

（三）印刷及装帧

印刷过程中使用了酸性或含氧化物的油墨和颜料等，也是造成纸张酸化的原因之一。同时，古籍装帧时使用的淀粉浆糊，在一定程度上也会造成纸张酸化。有时古籍装具也会造成

^① 何贝：《古籍脱酸增强研究进展》，《中国造纸》，2019年第8期，第73页。

^② 张金玲、方岩雄：《古籍文献的酸化与现代修复技术》，《图书馆学刊》，2011年第8期，第23页。

古籍酸化。

（四）存藏环境

古籍在存藏过程中，极易受到外部环境的影响。空气中所含的二氧化硫、硫化氢、二氧化氮、氯气等气体，在与纸张接触后发生反应，也会造成纸张酸化。同时微生物的侵害也会造成纸张酸化。

三、酸化古籍的修复方法

古籍纸张酸化，会造成纸张强度降低，导致纸张碎裂甚至成粉末。对于这种已经出现不可逆损伤的书叶，我们使用托裱的修复方法对书叶进行加固，能有效阻止书叶破损程度的继续发展，避免书叶局部或全部受到伤害而脱落。

（一）常用的脱酸方法

在古籍修复工作中，最常用的脱酸方法是使用温水冲洗书叶，利用水溶解纸张中的酸性物质，脱除纸张中的可溶性酸，在一定程度上达到脱酸的效果。但是纸张强度较低的书叶不适用此方法。

（二）托裱

书叶因霉变、酸化等原因导致纸张强度降低，背面加托一张纸可加固书叶。一般来讲酸化的古籍四周都会有破损，我们应先将书叶修补好之后再托裱。

（三）液相脱酸法

常用的方法是采用碳酸钙或碳酸氢镁溶液对书叶进行浸泡。这样不仅可以去除纸张中的酸，同时残留在纸张上的溶液，在古籍日后的存藏中可以进一步防止纸张酸化。

四、古籍防酸措施

（一）制作无酸装具

使用无酸纸板制作古籍装具，既可达到保护古籍的目的，又可避免酸性物质对古籍的侵害。

（二）改善存藏环境

古籍存藏环境应相对密闭，一是可以保持温湿度恒定，一般来讲，适宜古籍保存的温度为 16—22℃，相对湿度 45%—60%；^①二是可以防止或减缓有害气体对纸张的破坏。

五、《重订教乘法术》修复案例

（一）文献概况

《重订教乘法术》为清代刻本，书叶高 27.5 厘米，宽 17.3 厘米，版心高 20 厘米，宽 13.4 厘米，书叶共 101 叶，装帧形式为四眼线装。

^① 张金玲、方岩雄：《古籍文献的酸化与现代修复技术》，《图书馆学刊》，2011 年第 8 期，第 24 页。

（二）文献破损状况分析

《重订教乘法术》的保存状况不佳，存在较为明显的破损与病害，主要有：

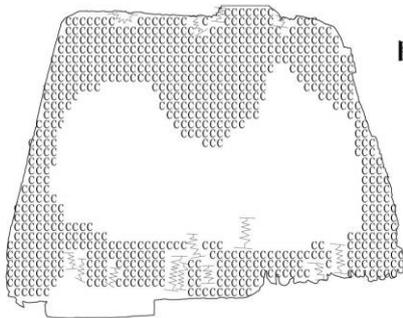
1. 酸化十分严重，导致全书脆化，若不及时处理，损害情况将加剧（图1）。
2. 由于保存不善，导致该书书皮、护叶缺失（图2）。
3. 该书纸张普遍存在撕裂、残缺等情况，同时存在少量污渍、折痕、褶皱、糟朽、微生物损害等问题（图3）。



图1 书叶酸化严重



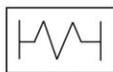
图2 书皮、护叶缺失



图例：



变色



撕裂

图3 佛235《重订教乘法术》病害图

（三）修复方案制定

修复方案是针对古籍破损情况制定的修复计划和措施。修复方案的合适与否，直接决定了古籍修复工作的成败优劣。本书最大的问题是纸张酸化导致的脆化、破损，为解决此问题，此次修复将采取修补加托裱的方式进行修复。具体修复方案如下：

1. 使用低温等物理方法，对纸张可能存在的霉菌虫害进行杀灭处理。
2. 针对文物污染状况及酸化情况，拟将书叶逐叶用温开水冲洗清洁，以此来减少纸张上的污染，降低纸张酸度，恢复强度。
3. 对清洗后的书叶逐叶精修并托裱加固。
4. 由于该书原护叶缺失，故前后加装新护叶。
5. 由于原书仅存一张书皮，且无字，酸化、缺损严重，故更换书皮，沿用四眼线装形式。
6. 由于托裱后书叶变厚，故对该书进行分册处理。
7. 制作装具。

（四）修复过程

1. 修复前的工作

修复前的工作包括：修复档案的建立及修复用纸的配备。

修复档案由档案基本信息、文献基本信息、文献破损信息、文献修复信息、文献存档信息、修复文献验收信息六个部分组成。修复用纸的配备则需要纸张检测、配纸、染纸等。

(1) 纸张检测

天津图书馆古籍保护实验室对该书进行了纸张检测工作，项目包括纸张白度、纸张厚度、纸张纤维、纸张酸碱度。经过检测，《重订教乘法术》的纸张数据如表 1 所示：

表 1 《重订教乘法术》纸张检测数据

位置	白度	厚度	酸碱度	纤维分析
书皮	17.6	23.1 mu	4.92	竹
书叶	16.8	11.3 mu	4.81	竹

(2) 配纸

所选配补纸的颜色、质地、薄厚直接影响到修复质量。修复工作应遵循“整旧如旧”的修复原则，修复后的书籍，尽量不让人看出原来的破损痕迹，故补纸的选配是一项重要的工作，要在反复多次目测和仪器检测的基础上进行，以达到颜色协调、纤维吻合、帘纹一致的效果。

目前天津图书馆已建立较为完善的古籍修复用纸纸库，建立起了完善的补纸信息系统，为我们日常修复工作选配补纸方面提供了科学的依据。

根据该书的纸张检测数据，查询补纸数据库，对纸张白度、厚度、纤维成分进行对比，最终选择 Z-004 号竹纸为修补用纸，Z-016 号竹纸为托裱用纸。纸张具体数据如表 2 所示：

表 2 《重订教乘法术》补纸、托裱用纸检测数据

分类号	品种	颜色	定量 (g/m ²)	白度	厚度 (mu)	PH (冷抽)	裂断长 (km)		撕裂指数 (mN·m ² /g)		纤维配比
							横	纵	横	纵	
Z-004	竹纸类	中黄色	15.3	32.9	46.8	5.800	0.256	0.462	398.68	273.16	竹、木浆
Z-016	竹纸类	本白	16.0	34.8	4.1	7.268	0.185	0.350	491.04	296.76	竹、桑皮

(3) 染纸

补纸颜色的选配也是判断修复工作好坏的标准之一。然而由于各种原因，我们现有的纸张，未必能够符合修复的颜色要求。为使修复用纸与原件色调匹配，通常使用各种材料对纸张进行染色。目前国内较为常用的染色材料一般包括植物染料、国画颜料等。虽说补纸的颜色要与原书叶的颜色接近，但也需遵循“宁浅勿深”的原则。笔者认为应追求色系、色调的一致、和谐自然，略浅于原书纸张颜色。同时还需注意不同部位的补纸颜色的处理。往往待修复书叶中间部位颜色较浅，边缘或受到水浸、霉菌等病害侵蚀的书叶颜色会比较深且不均匀，这就需要在修复前对补纸做染色处理，以满足修复需要。

染色后的补纸，在使用前还有很重要的一步就是掉色实验，尤其是对酸化严重的古籍修

复时,因原书酸化严重且需托裱,托裱书叶需大量施水,易使植物染料染色的补纸掉色。考虑到这一点,不仅要在染料的选取上做调整,同时还要在染色后对补纸进行固色处理。

《重订教乘法术》的书叶为竹纸,纸张本身应该是黄色,但是由于纸张酸化严重,已经变成了古铜色,且颜色较深。现有的补纸颜色相对较浅,故需对补纸进行染色,也是此次修复的重点难点之一,使用国画色、墨汁和植物染料进行了三次试染,才达到了修复的要求。

第一次试染:首先选取植物染料橡碗、红茶进行染色实验。橡碗剔除杂质洗净,再放入红茶,用水盖没,大火烧开后调小火,待到把橡碗、红茶的色素全部煮到水中,用选配好的补纸条试色,根据试纸的颜色选择加入适量墨汁,以调出纸张旧气、灰度。染色后的纸张待干后用宣纸包裹放入蒸锅中,蒸30分钟左右,取出放凉后均匀喷水后,取另一张补纸进行吸水,发现染色较深的纸张掉色明显。

第二次试染:考虑掉色严重问题,实验选取国画颜料加明胶染色。选取大红、鹅黄、花青、赭石调色,试色后进行刷染,自然条件下阴干后,由于颜料中赭石为矿物染料易沉淀,染出的纸出现了深色斑点。但固色效果较好,不易掉色。

第三次试染:先将红茶和橡碗煮水作为底色代替赭石色调,再一点点加入大红、鹅黄、花青,再加入墨汁增加旧气,明胶固色。采取刷染的方法对补纸进行逐叶染色,刷染料时尽量多刷一些。这次染出的纸不仅没有斑点,颜色也非常接近原书叶。且通过固色处理后,补纸基本不会掉色。最终选取此种方法大量染制补纸。

2. 修复

由于全书酸化严重,书叶脆化,针对此况,我们采取湿补后托裱的方式进行修复,以增加书叶的韧性。将书叶置于塑料薄膜上,喷水展平,用羊毛刷刷温水后再将水吸干,如此反复多次,以达到一定的除酸效果。修复后经检测,书叶酸碱度由修复前的4.81提升为5.62(图4、图5)。

该书破损最为严重的地方是书头和书脚,先用补纸将破损位置补好,再将书叶托裱。由于原书共101叶,托裱后书叶明显变厚,需对书叶进行分册处理。该书内容为《重订教乘法术》的卷四和卷五,卷四59叶,卷五42叶,故将两卷各分为一册。

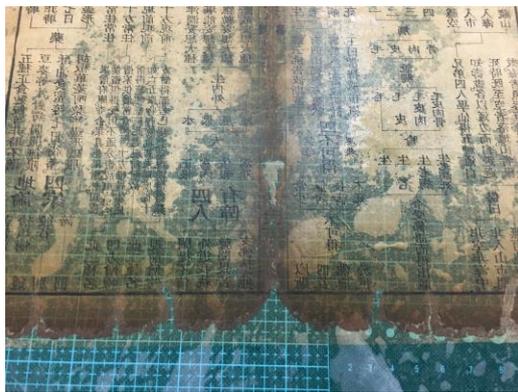


图4 书叶脱酸中

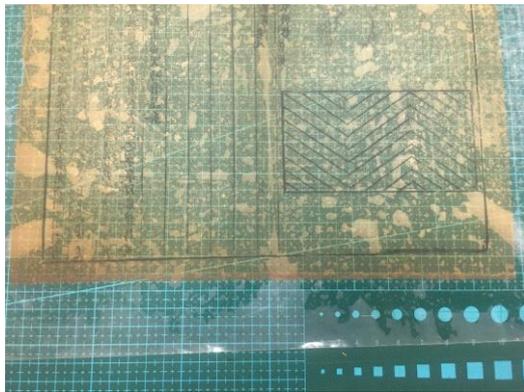


图5 书叶修复中



图6 书叶托裱前



图7 书叶托裱后

3. 制作装具

为该书制作六合函套一个。

六、结 语

古籍是作为我国历史文化遗产的重要载体，具有极其重要的价值。由于纸张原料、制造工艺、保存环境等原因造成了纸张的酸化现象，使得酸化古籍的修复工作，显得尤为重要。本文以陈述案例的方式，总结出一些酸化古籍的修复方法，以供参考。