

国家图书馆文献脱酸研究进展

田周玲

摘要：文献酸化是现阶段影响文献保存寿命的最主要因素，国家图书馆为此专门设立了文献脱酸的研究项目。本文主要介绍了国家图书馆文献脱酸项目的缘起、实施背景、整体情况以及实施效果和项目展望。

关键词：文献脱酸；酸化；批量；整本

民国时期，我国的造纸工艺正处于从手工造纸向机械造纸转化的初级时期，造纸材料混杂，制浆工艺落后，大多是机械磨木浆纸和酸性化学浆纸，并采用酸性施胶，因此所产纸张酸性高。特别是 1930 年以前，我国大多数造纸厂采用亚硫酸盐制浆法造纸，其含酸量达到 6%~10%，pH 值介于 3.1~3.4 之间，这一时期文献的破损程度更为严重。纸张纤维在酸性条件下容易发生氧化、降解等化学反应，使纤维分子聚合度降低，纤维变短，纸张的 pH 值下降，物理强度减弱。从而严重影响了其保存寿命，民国文献是目前各类纸制文献中保存寿命最短的。

一、项目缘起

据国家图书馆 2004 年完成的“馆藏纸质文献酸性和保存现状的调查与分析”课题结果（图 1）显示，在其馆藏各类、各历史时期的文献中，民国文献的酸化和老化损毁状况最严重，其纸张 pH 值均低于 4.5，而通常纸张 pH 值低于 5.0 即被视为严重酸化。中度以上破损比例已达 90%以上，民国初年的文献已 100%破损，有相当数量的文献已经不能或难以提供阅览，有的已经完全失去机械强度，一触即破，濒于毁灭！加上多年来保护意识和经济实力等各方面原因的限制，人们对民国文献的重视远远不够。如果这种状况继续下去，民国文献将在 50—100 年间消失殆尽。

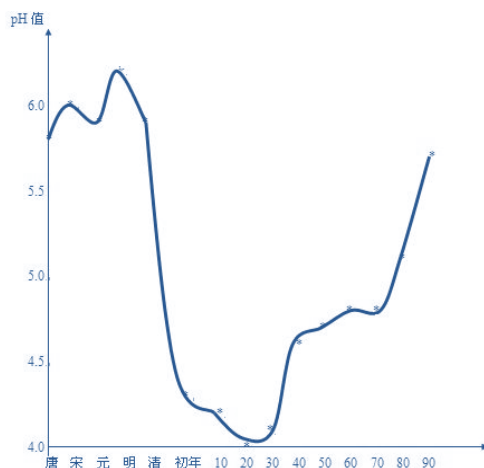


图 1 国家图书馆藏纸质文献酸化情况

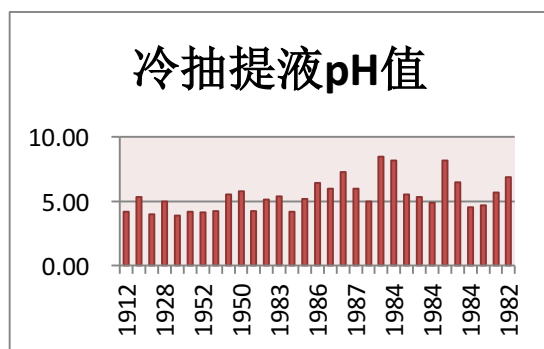


图2 馆藏剔除文献纸张的冷抽提液 pH 值

2016 年，国家图书馆对我馆剔除的 1950 年到 1990 年的文献进行了冷抽提 pH 值检测（见图 2），发现有 52% 的文献纸张的冷抽提 pH 值小于 5.5，有 28% 的文献纸张介于 5.5-7.0

之间。在 105 度老化 10 天后文献纸张的冷抽提 pH 值小于 5.5 的比例高达 85%。

纸张纤维在酸性条件下容易发生氧化、降解等化学反应，使纤维分子聚合度降低，纤维变短，纸张的 pH 值下降，物理强度减弱，从而严重影响了其保存寿命。民国文献是目前各类纸制文献中保存寿命最短的。根据文献和相关研究论文记载，我国在 1850 年左右开始使用明矾和松香施胶，在 2000 年以后才逐渐不再使用该种工艺。由此可推测我国的酸性纸张至少存在了 150 年，这期间的文献纸张都需要进行脱酸处理。

二、国内研究背景

我国纸张脱酸技术研究起步较晚，20 世纪 80 年代中期，南京博物院及中国人民大学先后研制成功纸张气相脱酸技术，但由于所用脱酸剂对环境存在严重安全隐患，推广应用受到了限制。近几年南京博物院、国家档案局和上海图书馆等单位在脱酸研究方面也做了大量工作，但多处于研究阶段，大规模批量脱酸尚无法进行。

纸张酸化作为世界性的问题，国外在此方面进行了大量研究并已进入脱酸处理规模化应用阶段。脱酸工作，美国、德国、法国、英国、加拿大和意大利等一些发达国家已经进行了三四十年。最早的是二乙基锌气相脱酸法，由于安全性问题以失败告终。目前市场上应用广泛，影响较大的脱酸工艺有 BookKeeper 脱酸工艺、Book saver 脱酸工艺、Paper saver 脱酸工艺和韦托法等。这些工艺的设备造价均在千万级，单本书的脱酸成本在 4 美元以上。一方面这些工艺的主要适用对象与我国的文献纸张原料和造纸工艺有所不同，另一方面价格昂贵，不适于在我国大规模推广。

三、项目概况

在各时期文献中，民国的时期酸化最为严重。民国时期文献数量众多、内容丰富，具有较高的历史价值、学术价值与重要的现实意义。为抢救、保护民国时期珍贵文献，继承和弘扬优秀文化，2011 年，国家图书馆联合国内文献收藏单位，策划了“民国时期文献保护计划”项目。2015 年，国家图书馆设立“民国时期文献脱酸研究与脱酸设备研制”项目。并于 2017 年设立了“民国时期文献脱酸研究与脱酸设备研制”二期项目。同时，国家图书馆的脱酸研究工作也得到了文化和旅游部重点实验室项目和广州大典研究中心的资金支持。

国家图书馆采用无水液相法脱酸。以较长分子链的表面活性剂对氧化镁表面进行改性，使其可稳定悬浮于有机溶剂中，得到了稳定性高的氧化镁悬浮脱酸液，在三小时内基本不沉淀，且经过长时间静置产生的少量沉淀经摇晃或搅拌可再次形成均匀悬浮液，并且实现了大批量可重复性制备，达到了国外氧化镁悬浮脱酸液的水平。

项目组采用上述自主开发的脱酸悬浮液，制定了脱酸工艺流程，过程大致如图 3 所示。

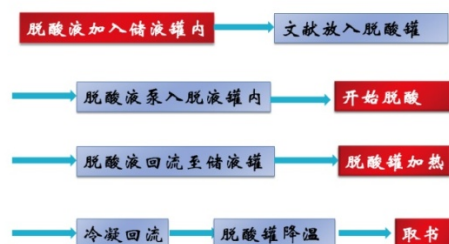


图 3 脱酸工艺流程

为实现上述工艺流程，项目组研制了两台脱酸设备，设备的组成大致包括脱酸部分、储液部分、冷凝部分、仪表监测和自控部分以及辅助部分。脱酸过程全自动，同时批量整本进行脱酸。脱酸设备和脱酸 PLC 控制界面如图 4 所示。



图 4 脱酸设备及 PLC 控制界面

四、项目实施效果

研究人员采用国家图书馆自主研发的设备和脱酸液，进行了整本批量脱酸实验，共进行了 20 多批次文献的脱酸，图 5 为部分文献脱酸后的照片。

从图 5 可以看出，文献是整本进行脱酸处理的，脱酸过程中不需要拆装订，经过脱酸后文献整本文献不变形，其中的字迹没有发生褪色、变色等现象。



图 5 脱酸处理后文献的照片

在脱酸的过程中,纸张的 pH 值是其中最重要的一项评价指标。研究人员检测了脱酸前、未脱酸和脱酸后老化的文献纸张的冷抽提 pH 值。脱酸前，文献纸张的平均 pH 值为 5.7，在 6 以下，酸化较为严重；脱酸后平均冷抽提 pH 值到 8.9。脱酸前后文献纸张冷抽提 pH 值的详细情况见图 6。

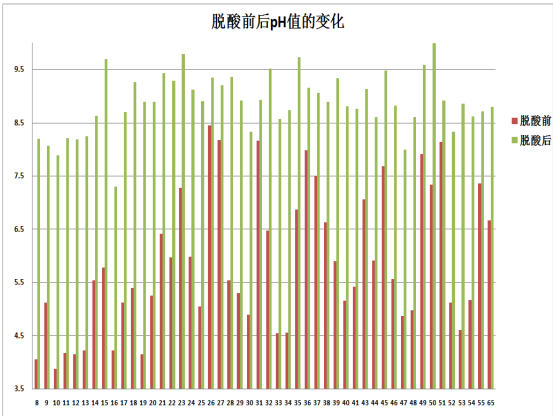


图 6 脱酸前后文献纸张的冷抽提 pH 值情况

从上图可以看出，经过脱酸后，文献纸张的冷抽提 pH 值远远高于脱酸前。经过脱酸处理，文献纸张的 pH 值得到明显改善。

此外，研究人员还研究了脱酸前后文献纸张的白度、撕裂度和碱储量的变化情况。研究发现，脱酸对纸张白度和撕裂度的影响较小。经过脱酸后文献纸张具有 1%-3%的碱储量。

五、项目展望

国家图书馆的脱酸工艺、脱酸设备和脱酸液，实现了从无到有零的突破，是文献脱酸行业的一项重大成果，是国家图书馆乃至我国科研能力的有力证据。实验室取得的阶段性成果是我们迈向应用的重要里程碑。

实践是检验成果的唯一途径。我馆藏品种类复杂，需要在实践的过程中才能发现问题，解决问题。

文献脱酸是一种延长文献保存寿命的有效途径。只有早日行动起来才能更好地保护文献。

不积跬步无以至千里，期待我国公共图书馆系统的文献脱酸实践早日迈出坚实的第一步。