

# 环境污染与《永乐大典》的永久性保护

周崇润

国家图书馆所藏《永乐大典》现保存于善本地库的专用书柜中，书库有专门的空调系统进行恒温恒湿控制，保存环境在国内图书馆可以说是最好的。《永乐大典》的书叶为手工皮纸，PH 值在 7.5 左右，呈微碱性。皮纸是以植物的韧皮纤维为原料抄造而



成的，纤维细而长、强度高，纸质柔韧、耐久性好，正如古人所说“凡皮纸料坚固纯”，有“不腐不蛀，经久不变”之特点。《永乐大典》因用纸考究，为它的长久保存提供了很好的内在条件，《大典》副本残本从成书至今已近五百年，虽历经磨难，纸张的颜色、强度仍保持如初。在所有善本古籍中，《永乐大典》的纸质和耐久性也是最好的。但是，在现有保存条件下，《永乐大典》也并非能够得到永久的保存。

从物质形态的角度讲，任何物质自身都在不断地进行着运动，在其内部发生着物理的和化学的变化。作为图书载体的纸张，在长期保存过程中，也在不断发生着变化，这就是纸张的老化。图书纸张的老化，从外部形态上表现为纸张的变黄和脆化，在其内部则是纸张的主要成分——植物纤维素发生的氧化降解和酸性水解。图书纸张纤维的氧化降解和酸性水解，与图书的保存环境有着非常密切的关系，特别是在大气污染日益严重的今天，图书保存环境中有害气体的存在，严重影响着珍贵图书的永久保存。

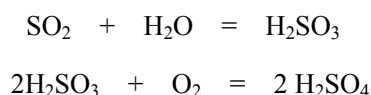
大气污染是二十一世纪人类面临的一大环境公害，不仅损伤着人的健康，也对珍贵图书的纸张构成严重的危害。从我们近期对我馆善本古籍纸张酸性的检测结果发现，我馆善本古籍的 PH 值普遍低于 7.0，平均为 6.6，其中很大一部分已经低于 6.0，明显酸化。与二十世纪中期检测的数据相对比，古籍文献的 PH 值竟降低了 1 个数值。这一变化预示着我馆古籍文献加速老化变质的开始。如果再不采取行之有效的措施加以预防，照此酸化速度发展下去，50 年后古籍文献的 PH 值就可能降至 5.5 左右，100 年后就有可能降至 5.0 以下，包括《永乐大典》

在内的古籍文献纸张将全面脆化，后果不堪设想。可以说，古籍纸张的酸化，是今后古籍保存所面临的严重威胁。

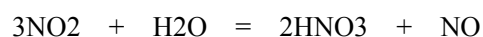
古籍纸张酸化的主要原因是大气污染物中的二氧化硫(SO<sub>2</sub>)、氮氧化物(NO<sub>x</sub>)严重超标所造成的。根据《中国环境年鉴》(2001年)的统计结果：北京地区大气污染的程度相当严重，其中主要污染物二氧化硫(SO<sub>2</sub>)年平均值为0.071毫克/每立方米，氮氧化物(NO<sub>x</sub>)年平均值为0.126毫克/每立方米，全年处于中度和低度污染的天数大于50%。

在环境污染的气体中，酸性气体的种类很多，如二氧化硫、氮氧化物、氯气、硫化氢等，它们来自火电厂、冶金厂、造纸厂、化工厂、水泥厂、食品厂等工厂；煤矿、铁矿等矿山；汽车、轮船、飞机等交通工具；取暖、做饭等生活污染。

二氧化硫(SO<sub>2</sub>)被古籍文献纸张吸附后，遇到纸张内的水分，便与水发生反应，生成亚硫酸(H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>)，亚硫酸在空气中被氧化成硫酸(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)，反应式如下：

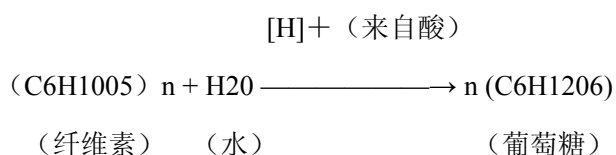


二氧化氮(NO<sub>2</sub>)被古籍文献纸张吸附后，遇到纸张内的水分，便与水发生反应，生成硝酸(HNO<sub>3</sub>)，反应式如下：



一氧化氮(NO)很不稳定，在空气中会立即氧化成二氧化氮，与水反应生成硝酸。

近代研究证明，酸是加速文献纸张脆化变质的最主要的原因。我们知道，图书纸张的基本成分是纤维素，纤维素是一种长链高分子化合物，分子式(C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)<sub>n</sub>，分子单元由β-甙键(—O—)连接，n为聚合度，一般在200-10000之间。纤维素是一种比较稳定的物质，在一般条件下不易发生水解和氧化。但它有一个致命的弱点，即酸性水解。酸是纤维素水解的催化剂，也就是说，纤维素在酸性条件下很容易发生水解。其反应式如下：



纤维素经水解后，β-甙键发生断裂，聚合度降低，生成水解纤维素，导致文献纸张发黄变脆；当纤维素水解后聚合度降至200以下时，文献纸张就会严重脆

化；完全水解即生成葡萄糖，文献纸张也随之成为粉末而失去收藏和使用价值。

空气中存在的臭氧（O<sub>3</sub>）和氧气（O<sub>2</sub>），会使图书纸张的纤维发生氧化降解。

《永乐大典》是中文古籍中最珍贵的类书，孤本秘籍，佚而仅存，弥足珍贵。国内外学术界、文物界专家对它的保存、保护极为关切。如何使《永乐大典》得以永久的保护，一直是我馆图书保护工作人员经常考虑和研究的问题。我们认为，从目前我馆古籍文献的酸化现状分析，《永乐大典》的保护应从防止纸张的酸化着手。

古籍的酸化主要是由于环境污染造成的，因此古籍文献防酸化必须从治理环境污染入手。对于大的环境，要依靠国家及城市环境污染的治理水平，降低大气中有害气体的含量。但是，由于经济的发展，人民生活的需要，以及国家财力和技术水平的限制，大气环境不可能在短时间内达到非常理想的水平，这就需要我们图书馆在古籍文献储藏的小环境上下功夫。我们认为，可以采取如下措施，将古籍文献库中的有害气体含量降至最低水平，甚至完全隔绝有害气体与古籍文献的接触。

**第一、制订古籍文献储藏环境相关标准，规定古籍文献库有害气体含量的阈值。**目前，美英等一些发达国家都已相继制定了文献储藏环境标准，规定了严格的有害气体含量，国际标准化组织也正在制定相关标准。美国国家标准局 1983 年公布的标准为：SO<sub>2</sub> ≤ 1 微克/米<sup>3</sup>；NO<sub>x</sub> ≤ 5 微克/米<sup>3</sup>。我们认为，制订标准很重要，有了标准就有了法力效能，就能引起重视，就容易取得经费的支持。

**第二、对古籍文献库采取空气净化措施。**可以在空调系统内加装空气净化设备，滤除空气中的有害气体。目前，我国对此已经有了比较成熟的技术，只要增加一些投入就可以解决。

**第三、对《永乐大典》及其它珍贵古籍采取绝氧封存措施。**目前，主要有除氧封存、充氮封存、真空包装等，使古籍文献与外界环境隔离，完全避免与有害气体的接触，防止文献纸张的酸化，同时可以避免空气中的臭氧（O<sub>3</sub>）和氧气（O<sub>2</sub>）对文献纸张氧化降解的危害。

**第四、采用低温储藏。**从分子动力学可知，温度越高，纤维素酸性水解和氧化反应的速度也就越快，文献变质也越快。如果将《永乐大典》及其它珍贵古籍文献置于较低的温度（5℃以下）环境下，就会有效地降低古籍文献的酸性水解和氧化反应的速度，降低其老化变质速率，延长保存寿命。低温储藏技术在我国已很成熟，可以研究用于文献保护。

对《永乐大典》的永久性保护，只要我们认识到位，措施到位，投入到位，完全是可做到的。