

## 合力为文化经典「穿防护衣」



冬日,复旦大学邯郸校区环科楼一楼几间实验室内工作人员在忙碌着。PCR仪、高速低温离心机、高感度激光扫描共聚焦显微镜、凝胶渗透色谱、干热老化箱……各类生物、化学仪器同时运转,物理博士、化学博士、生物研究员们所做的工作只为一个目的:保护中华古籍。在这里,每间实验室门外都贴着“复旦古籍保护实验室”的标签。



■ 实验室工作人员在进行纸表微生物取样  
本报记者 陶磊 摄

## 寻找纸张“长寿”奥秘

据统计,中国古籍总量达到近5000万册,从最早的甲骨,到后来的金文、帛书、线装书,它们是中华文明的“根”与“魂”。然而,由于时间久远,古籍时常遇到破损、毁坏乃至失传的难题。

“以前在我国,古籍保护都隶属于图书馆,被看作一门‘文科’,其实,防腐防烂,它与自然科学密切相关。”闫玥儿是化学博士、副研究员,她介绍说,中国传统纸可以看作由纤维构成的“无纺布”。这里的纤维是指将取自植物的原生纤维经一系列工艺处理所得的纸纤维。分析纸纤维的化学结构、物理功能,便能获取纸张“长寿”的密码。

黄艳燕副研究员是一位生命科学学者,她指着面前一台-80℃冰箱告诉记者,里面保存约600株从纸质文物上提取出来的菌种,“这是国内独一无二的纸质文物微生物种质库”。掌握古籍内的微生物菌群,也是保护它的重要方法。

## 跨学科探索保护“秘诀”

那么在这几间实验室里,各学科的研究人员们是如何联手探寻中华古籍保护“秘诀”的?

木质素是一种复杂的三维网络结构天然高分子,在植物体内木质化组织中扮演着关键角色,是细胞间的黏结物质。在造纸过程中,去除木质素是提取纤维的重要步骤。纸张中残留的木质素使得纸张带棕色。在传统造纸工艺中,一般采用日光、化学或生物漂白剂来对纸浆进行漂白。闫玥儿等研究人员开发了用于中国传统手工纸的衰减全反射-傅里叶变换红外光谱技术,可鉴别纸张纤维类型,判断纤维素结晶度和纤维劣化状态。同

时,以木质素在1510cm<sup>-1</sup>处和纤维素在1030cm<sup>-1</sup>处特征峰的强度作为定量依据,建立了造纸原料和文献纸张中木质素相对含量的无损检测方法。此项研究分析了民国文献纸张的木质素含量与纸张pH值和纸张氧化度之间的相互关系。结果表明,木质素相对含量高于25%的文献纸张,其pH值集中在3~4之间且纸张氧化度较高,文献整体保存状况堪忧;而木质素相对含量低于25%的文献纸张,其氧化度与酸度较低,文献整体保存情况较好。

氧化降解也是纸质文物在自然老化过程中经常遇到的问题之一。纤维素中大量的羟基和末端醛基易被氧化。氧化过程中,纤维素产生的不饱和共轭结构导致纸张泛黄。复旦古籍保护实验室的研究表明,在中国传统纸的制造工艺中,纸浆纤维的漂白是一个重要的步骤。除了用生物酶方法进行漂白外,其他的漂白剂(如过氧化氢、次氯酸钠等)都具有强烈的氧化性。因此,在纸浆的漂白工艺中,选择合适的漂白剂和恰当的漂白工艺条件(如温度、漂白剂浓度等)将剧烈地影响成纸的预期寿命,故而均十分重要。再者,在极其珍贵的纸质文物的保存过程中,采用充氮气等隔绝氧的方法来防止氧化,是确保纸质文物的稳定性和长久性的关键。

有一个问题长期困扰中华古籍保护:如何选取长寿命的修复用纸。为了更准确地预估纸张寿命,在这个实验室里,开展了较高温下人工加速老化实验,获得高温下的纸张降解速率常数,进而预测其在自然条件下的预期纸寿。研究人员选取了竹纸和楮皮纸作为实验对象,在不同温度条件下(105℃、120℃和130℃)进行纸张干热老化实验并测定纸张聚合度。在此基础上,利用外推法计算出

纸张在室温(25℃)下的降解速率常数。最后,利用该方法预测出竹纸的预期寿命约为574年,楮皮纸的预期寿命约为1261年。

纳米技术也被应用于古籍保护。实验室的研究人员开发的纳米纤维素,具有与纸张基质天然的相容性。目前,纳米纤维素复合材料在纸张加固、脱酸、抑菌、抗紫外、自清洁、阻燃等方面表现出优异的性能。

## 续写开化纸“复活故事”

在复旦古籍保护实验室,还保留着一段感人的故事:已故复旦教授钟扬,当年他带领着团队走遍浙江开化及其周边地区,对野外的造纸植物的数量、纤维质量、生存现状等一一排查,最终找到优质的、符合开化纸记录特性的原料植物——北江茼花。2017年钟扬意外去世,他的团队继承他的遗志,继续坚持北江茼花的研究,几乎跑遍了长江以南所有北江茼花的野外生长点,最后确定了北江茼花的基因保护策略及人工培育方案,为开化纸的复原提供了原料支持。最终,复旦古籍保护实验室的研究成果表明,中国传统最优质开化纸“复活”。而现在开化纸的寿命可以接近3000年。

黄艳燕副研究员介绍,实验室团队已经在浙江开化种植茼花两千亩。今后,复活开化纸能神奇到何种程度?复旦大学中华古籍保护研究院院长杨玉良院士曾这样说,在古书修复的时候,能做到看不出来被修复过,“要薄到什么程度?大约1平方米的纸重量大约只有两克,拿在手里,就凭你的呼吸,这纸就能飘起来。用它来修复古字画、古书的表面,不仅看不出来,还能保存两千年……”

本报记者 张炯强

## 迁徙鸬鹚“歇冬”西沙明珠湖

眼下正值越冬候鸟迁徙的季节,世界级生态岛——崇明的西沙明珠湖景区迎来大批的野生鸬鹚,既成为候鸟迁徙的栖息地,也形成了冬日里的一道大自然生态风景。随着生态环境日益改善,来崇明西沙越冬的鸬鹚的数量正在不断增加。

杨建正 摄影报道



## 金山城市沙滩成观鸟好去处

入冬以来,飞到金山城市沙滩越冬的候鸟越来越多,在沙滩内外海堤和鸕鹚洲湿地,众多越冬候鸟或凌空盘旋或觅食休憩,场面壮观,吸引市民游客前来观赏。据悉,目前记录到的留鸟32种,包括小白鹭、黑水鸡等;旅鸟4种,包括白眉鸭、燕隼等;越冬候鸟21种,包括海鸥、斑嘴鸭、海鸕鹚和白骨顶鸡等。近几年来,金山生态系统逐步得到提升,生态环境不断改善,鸟类物种数量明显增加,逐渐成为上海重要的鸟类栖息地。

特约通讯员 庄毅 摄影报道

本报讯(记者左妍)在社会办医高质量发展,鼓励校企深度合作的背景下,上海大学医学院与普瑞眼科医院集团昨天达成战略合作,共同成立“上海大学医学院附属眼科中心”“上海大学医学院眼视光研究中心”,合力打造眼科医疗创新高地,进一步深化“产学研”一体化建设,促进国内眼健康事业的蓬勃发展。

上海大学医学院自2020年成立以来,依托上海大学学科门类齐全的优势,以“新医科”建设为契机,紧扣健康中国和特色发展战略。作为新建学院,医学院正在积极探索发展机遇与合作契机,特别在医工交叉领域寻求突破。上海大学医学院院长刘斌表示,希望通过此次校企合作,实现体制机制创新和资源优化配置,特别是在医工交叉领域协同发力,共同促进眼科医疗技术的革新与发展,为患者和社会创造更大价值。

普瑞眼科品牌成立于2005年,先后进驻24个中心城市,投资运营了34家普瑞眼科医院、4家眼科门诊部,为全年龄段患者解决眼健康问题。上海普瑞眼科医院作为普瑞眼科医院集团旗下医院,积极发挥资源优势,先后与上海健康医学院等多家学院合作建立产学研实践基地、就业实习基地。普瑞眼科医院集团副总院长卢奕介绍,双方将携手为患者提供更加优质、安全、高效且便捷的全方位个性化医疗服务。

又一家大学附属眼科中心挂牌  
社会办医「牵手」高校