

# 国外皮质文物保护研究概述

张 杨

(荆州文物保护中心, 湖北荆州, 434020)

**摘要** 以国外皮质文物保护研究的文献资料为基础, 通过对大量国外文献的调研, 总结了国外文保工作者在皮质文物保存环境、劣化特性及影响因素、病害评价方法以及保护修复方法等方面的研究现状和成果, 为国内皮质文物保护研究提供有益启发和借鉴。

**关键词** 皮质文物 劣化 病害 保护方法

## 引 言

人类使用动物皮的历史悠久, 皮革制品被广泛地用于人们的日常生产与生活中, 是人类在认识、理解和改造自然过程中留下的宝贵财富, 蕴涵古代文化、艺术、科技等多方面的历史信息, 是我国文物的重要组成部分。我国皮质文物种类多, 分布广, 有新疆罗布泊古墓出土的4000年前的皮靴; 湖北、湖南、河南、广州等地出土的髹漆皮甲; 民俗文物中的皮影、皮质服饰用品、鼓类乐器; 近现代革命文物中也有很多皮革制品。目前国内皮质文物的保护主要是采用清洗剂、防腐剂、杀虫剂、保护液等试剂对皮革进行清洗、防腐、防霉、防虫害及加固保护处理, 各地博物馆皮质文物大都以传统晾晒、熏蒸或使用抑菌除虫药为主要保存手段<sup>[1-5]</sup>。国外皮质文物的类别主要分为用做书写材料的羊皮纸、书面革、其他生活用品和武器装备。著名的有死海古卷、美国独立宣言、阿尔卑斯山冰人奥兹穿的皮鞋等。国外对古代皮革的研究始于20世纪50年代, 研究范畴涉及古代皮革保护的理论研究、皮革劣化特性及原因、保护修复材料和方法、皮革保存环境等方面。

本文通过对相关文献调研, 介绍了国外皮质文物保护研究的专业机构及相关论著, 概述了1991~2012年欧盟国家研究植鞣革和羊皮纸劣化特性及影响因素的项目, 总结了国外皮质文物保护常用的方法和材料, 以期对国内皮质文物保护研究提供借鉴和参考。

## 1 研究机构

欧美很多发达国家拥有专门的皮革文物博物馆和专业的皮革文物保护机构。1946年由John W. Waterer与Dr. Claude Spiers创办的英国皮革工艺品博物馆(Museum of Leathercraft), 目前的藏品有5000多件。德国皮革博物馆DLM创建于1917年, 包括三部分: 一是鞋类展示, 二是皮革制作工艺展示, 三是非洲、美洲、亚洲皮革制品展示。

著名的研究机构英国北安普顿皮革保护中心Leather Conservation Center (LCC) 创办于1978年, 1991年迁入北安普顿大学, 是集保护研究、文物修复、教育培训为一体的国际研究中心。意大利的古代皮革研究协作组Archaeological Leather Group (ALG), 是一个由考古学家、历史学家、科学家、保护学家、工艺品制作专家、皮革工人组成的多学科团队。ALG每年举行春秋两次会议, 内容涉及皮革加工工艺、皮革制品制作工艺、皮革文物保护方法和预防性保护措施等, 旨在交流研究成果, 总结实践经验, 促进古代皮革制品的保护研究, 并出版过相关的会议论文集。ICOM-CC国际博物馆协会保护协会“皮革及相关材料工作组 (Leather and Related Materials Working Group, LWG)”负责制定皮革保护研究领域的三年发展规划。从1986年起, 每三年举行一次国际会议。

此外, 英国遗产协会、美国文物保护协会、加拿大文物保护协会等也参与皮革文物保护研究。1995年, 英国遗产协会与ALG编写了“饱水古皮革保护指南”(Guidelines for the Care of Waterlogged Archaeological Leather), 内容涉及出土皮革制品的现场保护、保存状况评价、保护要求、保护方法、保护处理后的保存环境等, 规范了出土饱水皮革的保护处理。1972年John William Waterer编写的“皮革文物保护和修复指南”(A Guide to the Conservation and Restoration of Objects Made Wholly or in part of Leather)是第一部指导皮革文物保护的书籍, 内容包括皮革制作工艺、皮革文物保护修复实例、保护修复过程中使用的材料等<sup>[6]</sup>。

## 2 研究项目

1991~2012年, 欧盟国家针对植鞣革和羊皮纸劣化特性及影响因素, 保护效果和病害评价方法进行了深入研究。

### 2.1 植鞣革劣化研究

STEP项目和ENVIRONMENT项目是研究植鞣革劣化原因及评价方法的两个项目。1991年至1994年, 为系统研究环境因素对植鞣革劣化的影响, 由欧洲经济委员会资助, 英国皮革制造商协会、加拿大保护协会和皮革保护中心等联合完成了STEP皮革项目。研究目的是: 定性和定量研究大气污染物和其他环境因素对植鞣革物理化学特性变化的影响; 确定皮革样品人工老化的参数和条件; 建立一种标准测试方法, 确定皮革的耐老化性能和评价皮革保护效果<sup>[7-8]</sup>。研究利用扫描电镜观测皮革纤维结构; 通过高效液相色谱HPLC进行氨基酸分析; 气相色谱质谱GC-MS检测胶原蛋白分解产物; 等电点聚焦测量胶原蛋白的等电点; 纸色谱法和高效液相色谱HPLC检测植物鞣剂, 并测量样品收缩温度、撕裂强度、耐折牢度、pH、含水率、脂肪含量、硫酸盐、硝酸盐和氯化物含量, 检测样品透水透气性能。研究表明: 胶原蛋白和鞣剂结构的氧化以及胶原蛋白之间肽链的水解导致了皮革纤维的劣化。由于受到氧化污染物和光热的影响, 肽链之间也会发生氧化。酸污染促进了胶原蛋白的水解。推荐人工老化实验条件为: 先将皮革加热到120℃(或150℃)24h, 然后在温度40℃、相对湿度35%、20ppmSO<sub>2</sub>和10ppmNO<sub>2</sub>环境下老化12周<sup>[9-11]</sup>。

基于STEP项目的研究成果和经验, 1995~1999年, 欧盟开展了ENVIRONMENT项目, 对植鞣革劣化特性和如何对劣化植鞣革实施保护进行了研究。项目通过分析人工老化皮革样品的老化特性, 探究了环境因素对胶原蛋白结构稳定性和降解性的影响, 研究了植鞣革保护使用的材料和方法, 并对保护效果进行了评价, 推荐了适合植鞣革保存和展陈的环境条件。Rene Larsen 完成了研究

报告《植鞣革的劣化与保护》(Deterioration and Conservation of Vegetable Tanned Leather)<sup>[12-13]</sup>。

## 2.2 羊皮纸劣化研究

2002~2005年,丹麦、英国、意大利、希腊、瑞典等7个欧盟国家共同完成了“羊皮纸病害评估”项目(Improved Damage Assessment of Parchment, IDAP)。随后开展的项目还有OPERA项目(2006~2009)、MuSA-System项目(2011~2012)、COLLEGE项目(2012~2015)等<sup>[14]</sup>。

IDPA项目通过红外光谱FTIR、原子力显微镜AFM、核磁共振NMR、扫描电镜SEM、X衍射和各种热分析方法,从宏观(如羊皮纸的颜色、硬度、厚度、透光性等)、微观(如电子显微镜和光学显微镜观察胶原纤维结构)、介观(各种热分析方法)、纳米(原子力显微镜、质谱仪、X衍射)、分子(红外光谱、高效液相色谱HPLC、气相色谱质谱检GC-MS、核磁共振)等不同层面定性和定量分析胶原的结构变化及物理化学特性的变化,确立羊皮纸损害评价体系(PDAP),建立羊皮纸病害图库(DUPDA),研发羊皮纸病害评价的预警探测系统(EWS)。IDPA项目的核心是建立大量羊皮纸样品检测结果的数据库。项目已完成了100件人工老化羊皮纸和450件古羊皮纸的检测,定性和定量描述了羊皮纸劣化状况,分析了羊皮纸劣化成因和机理<sup>[15-19]</sup>,最终目的是让保护人员通过羊皮纸病害评价的预警探测系统(EWS)来确定羊皮纸损害程度。

2006~2009年,OPERA(羊皮纸:分析、评估与修复)项目由意大利都灵大学与意大利计量研究所合作完成,主要是应用纳米技术研究古羊皮纸的胶原纤维,对古羊皮纸进行分析、修复和评价<sup>[20-21]</sup>。

2011~2012年, MuSA-System项目(古代羊皮纸多光谱的诊断与研究)主要是通过多光谱分析研究和诊断古羊皮纸保护处理效果。项目的第一阶段是研发软件,将样品的物理化学数据与多光谱数据进行相关分析,第二阶段是数字扫描和病害等级评估<sup>[22-23]</sup>。

## 3 皮革文物病害研究

皮革是一种天然高分子材料,主要成分是胶原纤维,一种长链结构的胶质状蛋白质纤维,具有三维立体网状结构,有很高的机械强度和韧性。胶原纤维的主要化学成分是胶原蛋白。人们通过大量研究总结出胶原蛋白具有独特的四级结构:肽链上特定的氨基酸序列Gly-x-y为一级结构; $\alpha$ 链形成左手三股螺旋为其二级结构;三级结构是3条左手三股螺旋形成的右手复合螺旋;而四级结构是指原胶原分子中存在的4D交错的分子排列方式以及Smith空间模型。其结构的变化可以简单地表示为:氨基酸→多肽→多肽链→原胶原分子→胶原微纤维→胶原纤维→胶原纤维束<sup>[24]</sup>。稳定胶原结构的主要是氢键、疏水键、范德华力以及胶原分子侧链相反电荷基团的作用<sup>[25]</sup>。

胶原蛋白的氧化水解破坏了肽链中氨基酸彼此之间的链接,使胶原分子的多肽链断裂成较小的片段,影响了胶原结构的稳定性,降低了胶原纤维的强度,使皮革出现糟朽、裂隙、硬化等病害。此外,制革一般要经过鞣制、加脂、涂饰等工序,每道工序中都加入了一些极易霉腐的有机物,如植物鞣剂含有大量糖分和单宁,加脂过程中使用的动物油、植物油等。这些物质都是微生物的营养源,其氧化水解造成了皮革结构的变化,是引起皮革劣化的主要原因<sup>[26-27]</sup>。

胶原纤维的降解是一个很复杂的过程,温度、湿度、光线以及空气中的有害气体及尘埃、霉菌虫害的作用会加剧或促进皮革中蛋白质、脂肪、糖类的氧化水解。霉菌代谢过程中分泌的各种酶和

有机酸等腐蚀皮革的组成，如蛋白酶能将长链蛋白质分解为短链蛋白胨和氨基酸。菌类还从中获得养分，迅速生长发育，在皮革上形成霉斑。空气中的二氧化硫、氮氧化物等有害气体侵蚀皮革，使皮革发生红腐或粉化。光的作用会使胱氨酸分解，C-C键断裂，降低皮革的强度。含有酸、碱、盐以及各种菌类微生物等物质的尘埃落在皮革上，不仅影响皮革文物外观，而且会黏合在皮革上，腐蚀文物<sup>[28-29]</sup>。

内因和外因的作用使皮革文物不断腐蚀降解，从而引起形貌、颜色、手感的变化，造成皮革失去光泽、出现变色、变形、裂隙、断裂、脆化、糟朽、霉变、锈蚀等病害。产生病害的主要原因有机械损伤、化学腐蚀、生物降解和人为因素。最主要的是化学腐蚀和生物降解<sup>[30]</sup>。

欧盟植鞣革劣化项目利用现代分析检测技术，以皮革的收缩温度为指标评价植鞣革劣化状况，并通过碱性氨基酸与酸性氨基酸的摩尔分数比值来判断植鞣革的劣化程度，新植鞣革的这一比值为0.69，人工老化植鞣革和自然老化植鞣革通常低于0.5<sup>[31]</sup>。羊皮纸劣化研究项目IDAP和OPERA利用现代微观显微镜，将受损胶原纤维的微观形态分为9类：磨损（frayed）、松散（unwound）、扁平（flat）、破裂（cracked）、破碎（fragmented）、收缩（shrunk）、粘连（bundles）、胶化（gel-like）、溶化（dissolved）。以受损胶原纤维占总纤维的百分比来评价羊皮纸的病害等级。将羊皮纸病害等级分为四类：①无损害，受损纤维 $\leq 30\%$ ；②轻度损害， $30\% < \text{受损纤维} \leq 50\%$ ；③中度损害， $50\% < \text{受损纤维} \leq 75\%$ ；④重度损害，受损纤维 $> 75\%$ <sup>[31]</sup>。

## 4 皮质文物保护方法

### 4.1 涂饰剂法

皮革涂饰剂在20世纪50年代被引入皮革保护。到60年代，涂饰剂成为皮革文物保护的主要方法，很多博物馆使用自己独特配方的涂饰剂。广为认可的文物保护涂饰剂是1972年大英博物馆研制的皮革涂饰剂。在随后的25年里，这种涂饰剂成为书面革保护的标准保护材料<sup>[32]</sup>。常用的加脂涂饰剂有羊毛脂、牛蹄油、蓖麻油和雪松油。这种方法能有效改善文物外观，但缺点是保护处理后的文物外表发粘、油腻、易积聚灰尘、易霉变。

### 4.2 Bavon法

Bavon是皮革工业上的加脂剂和防水剂，是一种烷基丁二酸和矿物油的混合物，性能稳定，用于皮革文物保护的主要有两种：一种是溶剂型Bavon ASAK/ABP，另一种是水剂型Bavon ASAK 520S。水剂型Bavon的处理效果不尽人意，收缩率大，易脆裂。溶剂型Bavon ABP的效果比较好。可用Bavon ABP浸润脆硬皮革使其回软。对于饱水皮革，先用丙酮脱水后，再用Bavon ABP涂饰皮革表面<sup>[33]</sup>。

### 4.3 有机溶剂脱水法

在饱水皮革文物的保护中，使用易溶于水的有机溶剂置换饱水皮革文物中的水。常用的有机溶剂有异丙醇、乙醇、甲醇、丙酮、乙醚等。

#### 4.4 PEG法

PEG法常用于饱水皮革的保护。保存状况较好的干燥皮革可以先用水或乙醇使其饱水，再用PEG1450，PEG600，或者PEG400处理。这种方法处理的皮革文物易回潮、发黏、色泽暗淡。

#### 4.5 冷冻干燥法

除了用有机溶剂脱水外，还可以使用低分子量的PEG如PEG400溶液脱水，或甘油/PEG联合脱水。先用甘油，再用PEG400，脱水后冷冻干燥。甘油和PEG400相当于冷冻保护剂，有效阻止了快速冷冻过程中结晶对皮革结构的破坏。

冷冻干燥步骤为加固、冷冻、冷冻干燥。用于加固皮革的PEG浓度一般为13%~33%，浸泡时间4天至6周，处理时间与温度和文物大小有关。PEG渗透完成后，放入冷冻箱中冷冻，冷冻温度为-20~-30℃。最后是冷冻干燥，温度一般为-18~-30℃，干燥时间与冷冻干燥温度和文物大小有关。冷冻干燥的收缩率为5%~10%<sup>[34]</sup>。

冷冻干燥法于20世纪70年代被用于皮革保护中，是一种较为成功的饱水皮革保护方法。处理后的文物能保持皮革的颜色和纹理，有一定的柔韧性，缺点是处理后的文物对保存环境要求较高，需要严格控制环境温度、湿度。

#### 4.6 硅油法

硅油法的原理是将液态高分子多聚合物在真空、负压条件下，渗透到文物内部结构中，置换其中的水分和脂类，随后用固化剂将其固化，形成纤维支架。硅油法保护皮革文物的步骤包括丙酮脱水、高分子聚合物渗透、固化剂渗入成型、防霉处理。其优点是能保持文物原有的色泽、花纹、弹性和质地，并能防霉防蛀，缺点是不可逆<sup>[35]</sup>。

虽然上述皮革文物保护方法可以改善文物外观，但保护过程中使用的很多材料不便于保护后的再处理，保护处理后的文物存在外表发黏、油腻、颜色加深、易积聚灰尘、易霉变等问题。此外，研究表明油脂和润滑剂并不能有效地保护皮革，真正减缓文物的腐蚀衰变，一些不稳定化学物质可能对文物造成难以预料的损坏。

国外的研究机构通常会通过对保护方法和材料的调查，来指导保护人员选择合适的保护处理方法。1982年，为了解保护材料的性能及使用效果，英国皮革保护中心对欧美69个博物馆皮革文物保护所使用的方法和材料进行过调查，出版了调查报告Leather Conservation—A Current Survey。1995年，国际博物馆协会保护委员会针对皮革文物保护过程中出现的皮革表面发黏、油腻等问题，再次对皮革文物保护方法和材料进行调查，建议使用性能稳定的皮革涂饰剂。2003年，加拿大保护协会又对此做了调查，调查报告中增添了一些新的保护材料<sup>[36]</sup>。用于加固皮革文物的材料有以丙烯酸树脂为主的B72、以纤维素为主的羟丙基纤维素，有聚乙烯醇缩丁醛PVB，另外还有明胶、聚氨酯、聚乙酸乙烯乳液、环氧树脂、聚乙烯醇缩丁醛乙烯共聚物等。环十二烷可用于脆弱皮革文物的临时加固<sup>[37]</sup>。

## 5 保存环境研究

皮质文物保护方法有两类，一类是干预性保护，一类是预防性保护。近三十年里，预防性保护越来越受到文保专家的重视。皮质文物保存环境的研究有利于实施有效的保护方法，通过对保存状况的监测，及时发现文物劣化趋势，并采取相应措施，减缓文物劣化，延长文物寿命。皮质文物保存环境研究包括：埋藏环境研究、保存环境对皮质文物的影响。

埋藏环境的研究对于预判发掘现场是否藏有皮革文物有一定的指导作用。一般情况下皮革都难以保存，除非有稳定而合适的保存环境。例如特别干燥或特别潮湿环境中会出现遗存的皮革文物。大多数皮革文物存在的埋藏环境pH为弱酸性时，尤其是埋藏环境中有铜器时，藏有皮革文物的可能性更大。

皮革劣化的影响因素主要是：湿度、光、NO<sub>x</sub>(氮氧化物)、SO<sub>2</sub>。适合潮湿或饱水皮质文物的保存温度为1~5℃；干燥皮质文物的保存温度18℃左右，相对湿度50%~55%。

## 6 结论与展望

国外皮质文物研究起步早、成果多，对植鞣革和羊皮纸劣化原因及影响因素进行了系统研究，已经能从分子水平评价羊皮纸病害状况，而我国对这方面的研究刚刚起步。我们可以借鉴国外研究的先进经验和先进技术，整合资源，形成多学科研究团队；借鉴STEP项目和ENVIRONMENT项目的研究成果，结合国内文物保存状况，探索合适的保护方法，评价保护效果；借鉴国外羊皮纸病害评估的经验，利用现代检测分析方法，对皮质文物病害进行定性和定量研究；重视预防性保护研究，控制皮质文物保存环境，减缓文物劣化，延长文物寿命。

从国外研究的趋势来看，我国皮质文物研究方向应主要集中在以下几个方面：

- (1) 结合古文献资料，研究皮质文物的传统制革工艺；
- (2) 研究皮质文物的不同埋藏环境，分析影响皮质文物保存的环境因素；
- (3) 及时总结研究成果，形成皮质文物保护处理的规范和标准，指导保护实践工作。

### 参考文献

- [ 1 ] 卢燕玲. 由武威出土马驹勒的化学处理谈皮制文物的保护. 文物保护与考古科学, 1999, (2): 27-30.
- [ 2 ] 郭竹云. A1、A2加脂剂在出土唐代皮革上的应用. 中国文物保护技术协会第二届学术年会论文集, 中国文物保护技术协会, 2002: 345-346.
- [ 3 ] 孙晓强. 霉蚀皮质文物的保护. 文物世界, 2002 (5): 69-70.
- [ 4 ] 谭士俊, 杜华, 白云飞. 鹿皮唐卡的修复. 内蒙古文物考古, 2008 (2): 97-98.
- [ 5 ] 张杨, 魏彦飞, 方乐民, 喻恒军. 硬化皮质文物的保护研究. 江汉考古, 2012 (3): 113-116.
- [ 6 ] Waterer J W. A Guide to the Conservation and Restoration of Objects Made Wholly or in part of Leather. 1972.
- [ 7 ] Calnan C N. 1991. "Ageing of vegetable tanned leather in response to variations in climatic conditions." In: Calnan, C. and Haines, B. (eds.) *Leather: Its Composition and Changes with Time*. Northampton: The Leather Conservation Center, 41-50.
- [ 8 ] Fredericks M. "Progress in Leather Conservation." WAAC Newsletter. 19.2 (1997): 29-32.
- [ 9 ] Larsen R S. *Fundamental Aspects of the Deterioration of Vegetable Tanned Leathers*. Denmark: The Royal Danish Academy of Fine Arts, School of Conservation, 1995.

- [ 10 ] Larsen R S. Leather project. Evaluation of the correlation between natural and artificial ageing of vegetable tanned leather and determination of parameters for standardization of an artificial ageing method. European Commission, Research Report No. 1, 1994.
- [ 11 ] The Leather Conservation Centre. Report of Ageing Tests for Harmatan Leather LTD. University College Campus, Boughton Green Road, Northampton, 2005.
- [ 12 ] Larsen R S. The deterioration and conservation of vegetable leathers—Status of the EU ENVIRONMENT leather project.
- [ 13 ] Larsen R S, Wouters J Chahine C, et al. ENVIRONMENT Leather Project, European Commission DG XII, Research Report No. 6, The Royal Danish Academy of Fine Arts, School of Conservation, Copenhagen, 1997.
- [ 14 ] Badea E, Sommer D V P, Axelsson K M, et al. Damage Ranking of Historic Parchment: From Microscopic Studies of Fibre Structure to Collagen Denaturation Assessment by Micro DSC. *e-Preservation Science*, 2012, (9): 97-109.
- [ 15 ] Larsen R S, Improved Damage Assessment of Parchment, IDAP: Micro and Non-destructive Analysis and Diagnosis for Proper Storage and Treatment, in Proceedings of the 5th EC Conference. *Cultural Heritage Research: A Pan-European Challenge*. 16–18 May 2002: 74-78.
- [ 16 ] de Groot J. Damage Assessment of Parchment with Localised Probe Techniques: New and Emerging European Research (IDAP Project), 6th European Commission Conference on Sustaining Europe's Cultural Heritage: from Research to Policy Queen Elizabeth II Conference Centre, London, UK, 1–3 September 2004.
- [ 17 ] Larsen R S. Damage Assessment of Parchment: Complexity and Relations at Different Structural Levels. 14th ICOM-CC Triennial Conference.
- [ 18 ] Odlyha M, Theodorakopoulos C, de Groot J, et al. Fourier Transform Infra-red Spectroscopy (ATR/FTIR) and Scanning Probe Microscopy of Parchment. *e-Preservation Science*, 2009, (6): 138-144.
- [ 19 ] Antonella Riccardi, Fulvio Mercuri, Stefano Paoloni, Ugo Zammit, Massimo Marinelli, Folco Scudieri, Parchment Ageing Study: New Methods Based on Thermal Transport and Shrinkage Analysis. *e-Preservation Science*, 2010: (7): 87-95.
- [ 20 ] Giuseppe Della Gatta, Elea Badea, Magdalena Saczuk, Rene Larsen, Sustainable Preservation of Historical Parchments, *Chemica & Beni Cultural*. 79-83.
- [ 21 ] Old Parchment: Evaluation, Restoration and Analysis, Piedmont Region project CIPE 2004 D39 (2006—2010). <http://www.opera-parchment.it>.
- [ 22 ] Giacometti A, Campagnolo A, MacDonald L, et al. Documenting Parchment Degradation Via Multispectral Imaging: 301-308.
- [ 23 ] Giuseppe Della Gatta, Elena Badea, Study and Diagnosis of Environmental Deterioration of Historical Parchments through Correlation between Chemical-physical and Innovative Multispectral Imaging Techniques.
- [ 24 ] 刘兰, 胡杨, 但卫华, 等. 皮胶原纤维分离松散过程中的分子作用机制. *中国皮革*, 2013, 3:10-12.
- [ 25 ] Chahine, 杨文华. 差示扫描量热法研究皮革和羊皮纸的湿热稳定性. *西部皮革*, 2011, 4.
- [ 26 ] Strzelczyk A B, Bannach L, Kurowska A. Biodeterioration of archeological leather. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 1997, 39 (4): 301-309.
- [ 27 ] Dirksen V. The degradation and conservation of leather. *Journal of Conservation & Museum Studies*, 1997 (3).
- [ 28 ] Bibliotheek K. Guidelines for the conservation of leather and parchment bookbindings, National Library of the Netherlands, 1999.
- [ 29 ] 王惠贞. 文物保护学. 北京: 文物出版社, 2009: 332-336.
- [ 30 ] Doina-Maria Creanga. The inventory and classification of types of damage to objects from ethnographic collections. *Codrul Cosminului*, 2010, 16 (2): 21-30.
- [ 31 ] Wouters J. Damage assessment approaches for organic materials in art: simple tests or sophisticated analyses? 61-66.
- [ 32 ] Anthony G, Randolph J R. The analysis and conservation of the BELLE Footwear assemblage. Texas A&M University, 2003
- [ 33 ] Cameron E, Spriggs J, Wills B. The Conservation of Archaeological Leather//Kite M Thomson R, eds. *Conservation of Leather and Related Materials*, Oxford, UK: Elsevier, 2006: 247-248.
- [ 34 ] Hamilton D L. Methods of conserving archaeological material from underwater sites. Texas A&M University, 1999:30-34.

- 
- [ 35 ] Smith C W. Archaeological Conservation Using Polymers: Practical Applications for Organic Artifact Stabilization. Texas A&M University Press, College Station, 2003:61-72.
- [ 36 ] Cameron E, Spriggs J, Wills B. The Conservation of Archaeological Leather//Conservation of Leather and Related Materials. Kite M, Thomson R, eds. Oxford, UK: Elsevier, 2006: 244-263.
- [ 37 ] Kite M T. Materials and techniques: past and present. In: Conservation of leather and related materials. Oxford: Butterworth-Heinemann. 2006.128.