



国外古籍贝叶经本体保护与数字化抢救研究进展^{*}

□张美芳 李冰 王亚亚 秦睿

摘要 古籍贝叶经具有独特的内容和文化价值,属于珍贵文化遗产。梳理国外贝叶经本体保护和数字化抢救两方面的研究进展,发现贝叶经本体保护研究内容主要涉及贝叶经制成材料、装帧制作工艺、病害及修复、保存与管理等;贝叶经数字化抢救研究主要聚焦于图像处理、文字识别、文本提取和数字化平台构建等方面。其主要研究特点有:研究开始时间早、范围广,以非物质文化遗产传承视角研究贝叶经保护问题,注重运用科学技术手段进行保护与修复研究,注重运用数字化技术分析贝叶经信息资源等。

关键词 贝叶经 本体保护 数字化抢救

分类号 G253.6

DOI 10.16603/j.issn1002-1027.2020.05.013

贝叶经是以棕榈叶片为记录形式的典籍,因记载的文字多为佛教经文,故称其为贝叶经,国外一般直接称作“棕榈叶手稿”(Palm Leaf Manuscripts, PLMs)。据现有资料记载,贝叶经肇始于南亚,其产生时间不迟于公元前5世纪。随着印度文化向印度尼西亚、柬埔寨、泰国和菲律宾等东南亚国家传播,这些国家亦成为贝叶经藏品的发源地。公元7世纪中叶松赞干布王(630—693年)时代和9世纪中叶到13世纪中叶,贝叶经则传入中国西藏,主要流传于西藏藏族、云南傣族居住区。贝叶经记载的内容丰富,其书写格式和装帧形式也别具一格,因而具有极其重要的文化价值和历史价值,是珍贵的世界文化遗产。

国外学者长期致力于抢救和保护贝叶经的各项工作中,其中印度、斯里兰卡、尼泊尔、老挝、不丹、泰国等南亚和东南亚国家共同参与了“世界记忆工程”(Memory of the World Programme)的试点项目之一——“棕榈叶手稿”项目,通过各国专家的交流与合作共同探索贝叶经本体保护及数字化抢救与保存方案,以期妥善保管贝叶经,并发表了一定数量的论文。而我国学者对贝叶经的保护与整理研究大约始于20世纪80年代初,其中尤以《西藏自治区珍藏贝叶经总目录》等一系列关于西藏梵文贝叶经的编撰成果为代表。此外,在国家倡导“挖掘和保护各民族文化,重视非物质文化遗产保护”的背景下,为更好

地传承我国傣族贝叶文化,2008年“傣文贝叶经刻写技艺”列入了我国“国家非物质文化遗产保护名录”。但我国对于贝叶经的研究大多集中在文本内容的研究上,对其本体保护和数字化抢救方面的研究还处于起步阶段。因此,对当前国外贝叶经保护相关研究及成果进行梳理,一方面可以对我国系统开展贝叶经保护、修复及非物质文化遗产保护提供参考与借鉴,另一方面以理论研究先行,在实践工作中便于整体推进我国贝叶经抢救、保护与利用工作。

1 国外贝叶经保护与抢救研究现状

为梳理国外贝叶经保护与利用研究现状,综合考虑文献资源的全面性、数据可操作性等因素,在Web of Science、EBSCO、ProQuest、Taylor & Francis、JSTOR等5个数据库中使用“Preservation or Conservation+Palm Leaf Manuscripts”“Preservation or Conservation+Tibetan Manuscripts”关键词组配,进行题名和关键词检索,年限不限,检索时间为2019年12月1日。由于各数据库之间文献有一定重复,且包含大量冗余信息,需对非学术性文章、重复文章、非贝叶经保护相关文章进行剔除,筛选后最终获得贝叶经保护相关研究论文93篇。

从国外公开发表的文献资料看,开展贝叶经研究在时间上呈现出一定规律(见表1)。最早关于贝

^{*} 教育部哲学社会科学研究重大课题攻关项目“布达拉宫古籍文献(贝叶经)抢救性保护研究”(编号:19JZD040)的研究成果之一。

通讯作者:张美芳,ORCID:0000-0001-8252-0760,邮箱:rdmeifang@126.com。



叶经保护的文献可追溯到1908年,1908—1989年近80年仅有6篇文章零星出现。由此可知,1990年以前,研究人员并未对贝叶经有足够的认识,仅从日常保存与管理等方面进行了简要梳理,且相关研究呈零星散发的状态。而从20世纪90年代开始,几乎每年都有贝叶经相关文献发表。以5年为一区间来看,1990—2004年的发文数在5篇左右,较为稳定;2005年开始,相关论文数量呈现翻倍上升的趋势;2015—2019年达到研究高峰,发文数为43篇。由此可知,自1990年,各国学者开始关注到贝叶经的研究,特别是近10余年来,国外研究人员逐步认识到保护贝叶经对文化遗产传承的重要意义和紧迫性,其研究范围正从贝叶经本体保护扩展到数字化抢救方面,且研究内容正在逐步深入,相关论文数量呈现持续上升趋势。

表1 贝叶经研究文献发表数量随时间变化表

年份	1908—1989	1990—1994	1995—1999	2000—2004	2005—2009	2010—2014	2015—2019
论文数(篇)	6	6	5	4	9	21	43

从地域分布来看,关注贝叶经保护研究的国家主要有印度、泰国、印度尼西亚、尼泊尔、越南、老挝、柬埔寨等东南亚国家,其中印度与泰国的研究文献最多,分别为30篇和21篇;法国和英国通过研究流传到欧洲大陆的少量贝叶经以及与印度、泰国、尼泊尔、中国西藏地区进行合作研究等方式,现已取得了较多成果,分别有10篇和8篇文章发表;此外,丹麦、德国、俄罗斯、荷兰、柬埔寨、美国、缅甸、越南、斯里兰卡、比利时、不丹、日本、意大利等国家各发表文献1篇。

通过对检出文献的深入研读,将文献主题进行分析与归纳,发现国外学者对于贝叶经保护方法研究关注点主要集中在贝叶经本体保护和贝叶经数字化抢救与利用两方面。其中,贝叶经本体保护这一主题可以具体分为贝叶经制成材料研究、贝叶经装帧制作工艺研究、病害及修复方法研究、保存与管理方法研究等四个方面;贝叶经数字化抢救与利用这一主题,具体细分为贝叶经图像处理研究、文字识别研究、文本提取研究、数字化平台构建研究等四方面。贝叶经保护研究主题分析详细结果如表2所示。

贝叶经本体保护各主题文献发表时间分布较均衡。自1908年,不断有关于制成材料、装帧工艺、病害及修复、保存与管理等方面的文献出现。其中,在贝叶经数字化抢救与利用方面,1994年数字化平台构建方面的文献公开发表,而后随着计算机技术及

数字化技术的发展和利用,2008年有关学者对贝叶经图像处理问题进行了研究。自此,图像处理、文字识别、文本提取、数字化平台构建等贝叶经数字化抢救与利用方面的文章集中发表。

表2 贝叶经保护研究文献主题分布

研究主题		文献频次	比例(%)
贝叶经本体保护	制成材料研究	12	12.90
	装帧制作工艺研究	10	10.75
	病害及修复方法研究	11	11.83
	保存与管理方法研究	16	17.20
贝叶经数字化抢救与利用	图像处理研究	17	18.28
	文字识别研究	11	11.83
	文本提取研究	13	13.98
	数字化平台构建研究	15	16.13

注:因某些文献同时包含多个主题,故文献比例总和不为100%。

2 国外贝叶经本体保护研究进展

国内外学者在开展贝叶经保护理论与实践研究方面,遵循保护为“本”,数字化为“用”的原则,以原生性保护为基础,以数字化抢救为目标。一方面通过保护、修复等手段实现对贝叶经本体的原生性保护,另一方面通过数字化手段提取贝叶经中丰富的信息资源,实现对贝叶经内容的开发与利用。

2.1 贝叶经制成材料研究

贝叶经制成材料一直是学者们关注的问题。贝叶经制成材料包括棕榈叶、包经布、经板、经带、函头标记布、经匣等。棕榈叶是制成贝叶经的最基本的材料,萨赫(Sah A)对棕榈叶种类、特性等内容进行了梳理,指出仅有少数几种类型的棕榈叶是贝叶经手稿的常用材料,其中最常见的是巴尔米拉棕榈(the Palmyra Palm)和贝叶棕(the Talipot Palm)^[1]。棕榈叶是一个通用术语,在许多地区人们也使用方言用语,如斯里兰卡称棕榈叶为奥拉(Ola),泰国为拉恩(Larn),缅甸为龙塔尔(Lontar),印度的不同地区称作塔拉(Tala)、斯里塔拉(Sritala)或卡拉里卡(Karalika)。苏里亚万什(Suryawanshi D G)对比分析了印度南部巴尔米拉棕榈、贝叶棕等材料的物理、化学和光学性能,包括厚度、硬度、温湿度、溶解度、木素含量、纤维素含量测量,以及采用原子吸收分光光度法测定灰分、采用X射线荧光无损技术测定铁、铜和锌等物质的含量等^[2]。此外,对于字迹材料及其他制成材料的研究有:阿尔莫吉(Almogi O)等借助红外光谱、X射线荧光光谱分析技术,对墨水、



字迹和纸张进行分析鉴定^[3];萨尔维米尼(Salvemini F)等采用便携式显微摄影、X射线荧光和紫外可见近红外光谱等无损检测手段,对贝叶经重要图画区域进行实验检测,得到基底材料、颜料和金属油墨的化学成分和构成元素等相关信息^[4]。

2.2 贝叶经的制作工艺研究

国外学者对贝叶经制作工艺研究较早,最早文献发表于1908年。首先,在制作流程方面:蒙哥马利(Montgomery S)描述了泰国暹罗寺庙制作贝叶经的过程,说明贝叶在采摘之后,需要经过修裁、刷洗、水煮酸化、晾晒、压平、穿孔、弹线等一系列特殊工艺处理,才能制成具有一定硬度和韧性、形制规格大致统一的载体材料,然后用铁、骨等制成的硬笔于其上刻画文字^[5]。加纳利(Canary J R)以纪实手法记录了西藏梵夹装手稿的刻画、上墨、印刷、装帧、保管等工艺流程^[6]。埃哈德(Ehrhard K)等学者介绍了印刷术在亚洲的起源、发展与应用,通过观察纸张、木材以及颜料和染料,探讨藏文版画的重要性和技术^[7]。萨赫则阐述了墨水及其他记录材料在字迹颜色、排版布局等方面的特点以及对桦树叶、棕榈叶等载体材料的鉴别方法,以期重现如孔径制作、油墨生产和划线艺术等贝叶经制作工艺^[8]。其次,在装帧形式上:萨赫对贝叶经的护经板装帧形式、表面书写和刻写这两种记录方式作了研究^[9]。温特(Winter R B J)指出最常见的贝叶经形式是“包”,它们通常由长1米、宽度不超过10厘米、大小相似、略大于两个木制夹板的平整棕榈叶片组成^[10]。

2.3 贝叶经病害及修复方法研究

棕榈叶是天然有机物,气候因素、光和昆虫对棕榈叶有非常显著的影响,不利的存储条件会增加贝叶经的损坏风险。在贝叶经中可以看到几种类型的病害情况,如污渍、变色、害虫破坏、真菌作用、表面层分裂、断裂、褪色、发脆等。国外学者对贝叶经的病害情况进行了分析,并在贝叶经修复与保护方面做了深入研究,以期科学合理地延长其寿命。例如,萨赫不仅对贝叶经进行了基本介绍,还重点描述了贝叶经各种损坏情况的具体修复方法,对实践工作有重要的指导意义^[11]。纳齐亚(Nazia K)介绍了修复、加固、清洁、去污、去酸、漂白等各种保护修复措施和步骤,并在调查研究的基础上,对图书馆内贝叶经的收集、使用、保存和保护提出了相关建议^[12]。夏尔玛(Sharma D)等采用气相色谱-质谱联用技术研究了奥里萨邦的几种传统草本植物提取物,并

通过观察证实了它们对贝叶经的长期影响,结果显示,在贝叶经中存在核桃果、蒿油、肉桂油、木贼茎、卷毛草根、根霉叶、烟叶、报章草油等不同植物提取物;还借助傅里叶红外光谱技术,研究了在贝叶经的颜料及书写油墨中掺入淀粉糊和果胶制作结合剂的情况^[13]。

2.4 贝叶经保存与管理方法研究

贝叶经作为一种重要的历史文化遗产,其保护迫在眉睫,只有将贝叶经科学合理地保存起来,有效延长其寿命,才能为文化传承提供保障。国外研究人员对印度、尼泊尔、中国西藏等地区保存的贝叶经展开了广泛研究,其内容大致可分为贝叶经保存分布调查和管理方法研究两个方面。首先,有关贝叶经保存状况的研究有:1963年,泰特利(Titley N M)简要介绍了当时大英博物馆东方印刷书稿部保存的一种有插图的僧伽罗贝叶经的保存状况、外观尺寸等信息^[14]。萨赫指出,现今世界各地大多数贝叶经保存在博物馆和图书馆(尤其是大学图书馆),也有大量手稿存放在修道院、大庄园和社区住宅中,像印度等国家,就有数以百万计的手稿被保存在家中,由家庭成员和家庭牧师供奉,部分出现了破损或丢失的现象^[15]。赫曼维尼(Helman-Wazny A)对波兰保存的75部藏书的内容、保存现状、价值和藏书历史进行了详细统计说明,并选取其中10部做进一步的研究分析^[16]。其次,在管理方法方面,学者布迪苏万(Butdisuwan S)对泰国玛哈沙拉堪府省的情况进行了调查,内容涉及贝叶经手稿库(佛教寺庙)配套的人力和其他基础设施、数字化程度以及管理过程等问题,并总结出贝叶经手稿管理过程中的五大障碍^[17]。

3 国外贝叶经数字化抢救研究进展

数字化抢救是在贝叶经数字化后,通过信息共享平台的构建,推动贝叶经古籍传播,为学者和社会广泛、方便地利用贝叶经提供途径。

3.1 图像处理研究

影印、拍摄、缩微等得到的数字图像要达到可视化、共享、可利用等目的,必须经过一系列的图像处理工作,增强图像内容的辨识度。“图像处理是贝叶经手稿预处理的一个重要阶段,是后续文字提取的基础”^[18],其中,二值化图像处理占有非常重要的地位。首先,“图像的二值化有利于图像的进一步处理,使图像变得简单,而且数据量减小,能凸显出有意义的目标轮廓。其次,要进行灰度图像的处理与分



析,得到二值化图像,二值化算法的适用性及改进等方面提升了信息的应用效果”^[19]。谢瑞拉(Cherala S)在“2008年第六届印度计算机视觉、图形和图像处理会议”的文集中,提出了一种新的适用于贝叶经和彩色文档图像的图像二值化方法^[20]。该方法能够有效处理贝叶经上效果失真、背景颜色不均匀、局部斑点等现象。奇达瓦尔(Chiddarwar A S)研究得出图像分析系统包括三个阶段:预处理、二值化和后处理,提出基于对比度的RGB灰度等级转换技术进行预处理,并将其他两个阶段结合在一个二级全局二值化技术中的图像处理技术^[21]。克里希纳(Krishna M P)将聚类的概念应用于具有三维特征的贝叶经图像二值化,并以10张贝叶经图像处理为例,表明聚类方法相较于阈值化方法具有更高的二值化精度,能够输出适合的图像进行识别^[22]。

3.2 文字识别研究

“图像处理,再生性信息需要进一步的加工处理,如字符识别和知识提取”^[23]。其中光学字符识别系统是识别文字的主要方法,而字符分割又是光学字符识别系统的关键步骤。查姆洪(Chamchong R)提出了一种处理贝叶经连体手写体分割的组方法:第一步前景检测,建立前景骨架,然后利用霍夫变换和投影剖面直方图检测路径和结点;第二步背景检测,提取背景骨架,利用霍夫变换检测顶路径和底路径;实验结果表明该方法能较好地分割手写体文档^[24]。兰纳佛法(Lanna Dharma)字母表是泰国北部过去常用的一种字母表,主要用于宗教交流。恩凯(Inkeaw P)则提出了一种基于贝叶经手写体图像的兰纳佛法手写体字符识别方法,第一步是对图像进行二值化、增强、线分割、层次分割和字符分割的预处理;第二步是利用基于小波变换的各种特征提取方法将每个字符图像提取为特征向量^[25]。兰纳佛法手抄本多为旧贝叶经手抄本,目前这些文件没有得到妥善保存。长久保存这些珍贵的文献,手写光学字符识别是首选技术之一。此外,文本行提取也是文档分析和光学字符识别系统的关键步骤,查姆洪(Chamchong R)提出利用自适应局部投影技术,将修正的局部投影、平滑直方图与递归相结合,解决泰国古籍手写体在棕榈叶上的文本行提取问题,改进的局部投影法考虑了元音分析和连续两行的接触分量,对贝叶经有较好的分割效果^[26]。

3.3 文本提取研究

图像处理为贝叶经的文本提取奠定了基础,提

取文本是贝叶经数字化的最终目标。在文本提取研究方面:凯西曼(Kesiman M W A)提出了一种新的自由二值化方案,用于贝叶经图像的文本行和字符分割,该方案由4个子任务组成:最小滤波的灰度图像字符区域的梳理,灰度图像的平均块投影轮廓,分割路径候选区域的选择和非线性分割路径的构建^[27]。彭戈(Peng G)则用改进的基于隐马尔可夫模型(HMM)的维特比算法(Viterbi algorithm),通过找到所有可能的分割路径,利用路径滤波方法对分割后的文本块进行路径检测^[28]。凯西曼(Kesiman M W A)还较为系统地比较了集中文本分割方法的性能,包括自适应部分投影行分割方法、路径规划方法、碎裂方法、碎裂方法能量函数等四种适用于二值图像的文本行分割方法,以及可直接应用于灰度图像的自适应局部连通映射和基于缝隙剖分的两种文本分割方法^[29]。

3.4 数字化平台构建

贝叶经作为几个世纪以来知识的储存库,数字化是保存这些知识并为用户提供访问权限的基本保障,是长期保存并实现其价值最重要的途径。由于贝叶经制成材料独特的性质,其数字化面临一系列具体挑战。国外学者对于贝叶经数字化平台的构建研究主要有以下几方面:其一,系统构建研究方面,贝叶经的数字化成果需要数据库系统进行系统有序的组织管理,如凯西曼展示了从印度尼西亚巴厘岛随机挑选的100页贝叶经中构建而成的,可供科学使用的第一个巴厘手写体贝叶经数据集(AMADI-Lontar Set),该数据集由二值化图像页面真值数据集、词标注图像数据集和孤立字符标注图像数据集三部分组成^[30]。查蒙斯里(Chamnongsri N)提出了一种语义方法来开发元数据概念模型,用于开发表示贝叶经元数据的方案^[31]。其二,数字化面临的挑战或对策研究方面,梅塔(Mehta R V K)对印度一所大学手稿图书馆中超过50万页的贝叶经进行整理研究,已经完成手稿编目,目前正处于数字化阶段,重点介绍了贝叶经图书馆在数字化进程中的挑战并对此提出了建议^[32]。肖(Shaw F)对不丹国家图书馆手稿缩微项目、雕版的再制作和雕刻,以及目前用于手稿和雕版的保护措施进行了说明^[33]。其三,数字人文视角研究方面,加纳利(Canary J R)介绍了目前的藏经扫描和数字化、藏文字体数字化开发、新建藏文图书馆和文物保护等项目,展现了西藏藏文贝叶经手稿丰富多彩的历史^[34]。



4 国外贝叶经本体保护与数字化抢救主要研究特点

4.1 保护性研究的时间较早、范围较广

贝叶经制成材料的特殊性,引起了学者对于其长期保存的担忧。早在20世纪初,国外学者就已关注到贝叶经,尤其在本体保护与修复方面,研究内容包括介绍性文献、描述性研究、科学实验研究等。借助现代科学检测手段对贝叶经进行分析,并进行保护与修复技术研究是国外学者关注的重点。从研究思路可以发现,他们大都从贝叶经制成材料入手,通过对本体现状的了解,制定保护方案,为此开展不同层面的调查、实验分析等工作,对贝叶经本体保护进行较为全面的研究。同时,在强调了解贝叶经保存现状及条件的同时,国外学者无论在制度与政策、库房保存条件、人才培养、资金、设备等宏观管理方面,还是数字化技术、数字化信息共享平台构建、面向数字人文研究等微观技术与措施方面,均有涉猎,研究范围较为广泛、全面。

4.2 以非物质文化遗产传承视角研究贝叶经保护问题

贝叶经具有较高的遗产属性和遗产价值。除内容特殊外,其遗产属性包括装帧工艺的独特性、原材料的稀缺性和修复人员的奇缺性。贝叶经的制成材料、书写方式和装帧制作工艺别具一格,且记录有丰富的内容,是多元文化因素并含的特殊现象,在人类历史文化中独树一帜,具有极高的影响和价值,因此一直是国外研究人员关注的重点。关于制成材料、装帧制作工艺的研究文献共有22篇,占检出文献的20.95%,这些文献主要是依据文献资料开展贝叶经起源发展及装帧工艺演变的研究,一方面为了解其加工工艺、装帧特点,彰显其文化魅力,另一方面也为贝叶经整体性保护研究奠定了理论基础。

4.3 贝叶经保护与修复研究注重运用科学技术

历史上传承下来的馆藏贝叶经珍贵程度较高,无论采取何种抢救、保护还是数字化措施,前提是要保证尽量减少对贝叶经本体的损伤或影响。因此,借助现代设备和技术开展无损检测就十分必要,如采用便携式显微摄影、X射线荧光和紫外—可见—近红外分光光谱等无损检测手段,借助原子吸收分光光度法测定灰分、气相色谱—质谱联用技术等分析方法,对贝叶经重要图画区域进行实验检测,最终得到制成材料、颜料和保护物质的化学成分和构成元素等相关信息。这些现代科学技术手段的应用为我国贝叶经保护研究提供了参考。

4.4 贝叶经信息资源数字化抢救与利用成为近年来的研究热点

在强调贝叶经保护的同时,贝叶经信息资源的开发利用成为国外学者新的研究热点,在93篇贝叶经保护与数字化抢救文献中,数字化抢救文献占56篇,超过一半。数字化不仅是信息资源开发利用的重要手段,而且为贝叶经所载信息的长久保存提供了有效途径。孤本的贝叶经因受到所有权或宗教文化的影响,国内外在利用其信息并开展研究时会受到一定限制,而数字化则为这一问题提供了解决途径。国外在相关技术研究方面已有较多成果,主要集中在利用二值化算法、3D技术对贝叶经进行图像处理、文字识别、文本处理等。数字化抢救技术的应用实现了贝叶经信息的跨时空传播与利用,尤其是数字人文视角下的数字化开发,大大拓展了贝叶经研究领域和视野。

5 结语

贝叶经是文化传承的重要载体,记录了古人在哲学、医学、数学、天文学等领域取得的成果,是目前世界上最为珍贵的古籍之一。我国西藏、云南、西安、新疆等地现存一定数量的贝叶经,贝叶经保护机构也有不少,积累了一些管理经验,可是对贝叶经本体的修复工作始终未能开展起来,国内学者对贝叶经的研究也嫌范围偏窄。在贝叶经数字化抢救方面,西藏地区保存的贝叶经尚未开展数字化抢救,云南傣文贝叶经的数字化抢救工作也仍在探索之中。国外学者在贝叶经保护与修复、装帧工艺传承、数字化抢救等方面已经取得了大量理论研究和实践成果,其中涉及的数字化技术、识别并提取贝叶经的文本信息、构建数字化保护平台等方法,对我国开展古籍贝叶经信息资源的开发与利用均有重要的参考价值。我们应该借鉴国外贝叶经本体保护的可行方法,改进贝叶经的保护措施,更好地实现我国贝叶经文化的长久保护和传承。

参考文献

- 1 Sah A. Palm Leaf manuscripts of the world; material, technology and conservation[J]. Studies in Conservation, 2002, 47(1): 15-24.
- 2 Suryawanshi D G, Sinha P M, Agrawal O P. Basic studies on the properties of palm leaf[J]. Restaurator, 1994, 15(2): 65-78.
- 3 Almogi O, Kindzorra E, Hahn O, et al. Inks, pigments, paper: in quest of unveiling the history of the production of a Tibetan Buddhist manuscript collection from the Tibetan-Nepalese borderlands[J]. Journal of the International Association of Buddhist Studies, 2015, 37(36): 93-118.
- 4 Salvemini F, Barzagli E, Grazzi F, et al. An in situ non-invasive



- study of two Tibetan manuscripts from the Asian collection of the Museum of Natural History in Florence[J]. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 2018, 10(8): 1881—1901.
- 5 Montgomery S. Notes on the making of palm-leaf manuscripts in Siam[J]. *Journal of the American Oriental Society*, 1908(29): 281—283.
 - 6 Canary J R. From Pothe to Pixels and back again[J]. *Collection Management*, 2007, 31(1—2): 155—167.
 - 7 Ehrhard K, Diemberger H, Kornicki P F. Tibetan printing: comparison, continuities, and change [M]. Leiden: Brill, 2016: 13—20.
 - 8 Helman-Wazny A. Tibetan manuscripts: between history and science[G]// Jörg Quenzer, Dmitry Bondarev, Jan-Ulrich Sobisch. *Manuscript Cultures: Mapping the Field*. Berlin: DeGruyter, 2014: 275—298.
 - 9 同1.
 - 10 Winter R B J. Conservation of paintings and manuscripts of South-East[J]. *Studies in Conservation*, 1986, 31(3): 140—141.
 - 11 同1.
 - 12 Nazia K. Collection use conservation and preservation of manuscripts in Rampur Raza Library, Rampur: a survey[J]. *Repositioning Libraries for User Empowerment*, 2011, 10(1): 196—201.
 - 13 Sharma D, Singh M R, Dighe B. Chromatographic study on traditional natural preservatives used for palm leaf manuscripts in India[J]. *Restaurator*, 2018, 39(4): 249—264.
 - 14 Tittley N M. An illustrated Sinhalese palm-leaf manuscript[J]. *The British Museum Quarterly*, 1963, 26(3—4): 86—88.
 - 15 同1.
 - 16 Helman-Wazny A. Tibetan books: scientific examination and conservation approaches[J]. *Institute of Conservation*, 2007: 247—256.
 - 17 Butdisuwan S, Babu B R. Barriers in the preservation and conservation of palm leaf manuscripts in Thailand and Tamil Nadu: a survey[J]. *Indian Journal of Library & Information Science*, 2014(8): 315.
 - 18 Fung C C, Chamchong R. A review of evaluation of optimal binarization technique for character segmentation in historical manuscripts[C]//Third International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining. IEEE Computer Society, 2010: 3796—3800.
 - 19 张发光, 蒋海军, 王国基. 岩心外表面图像感兴趣区域提取算法设计[J]. *电脑知识与技术*, 2014(31): 214—216.
 - 20 Cherala S, Rege P P. Palm leaf manuscript/color document image enhancement by using improved adaptive binarization method [C]//2008 Sixth Indian Conference on Computer Vision, Graphics & Image Processing, Bhubaneswar. IEEE, 2009: 687—692.
 - 21 Chiddarwar A S, Rege P P. Contrast based enhancement of palm-leaf manuscript images[C]// Second International Conference on Computer Engineering & Applications. IEEE Computer Society, 2010: 219—223.
 - 22 Krishna M P, Sriram A, Puan N B. Clustering based image binarization in palm leaf manuscripts[C]// 2014 IEEE International Advance Computing Conference (IACC). IEEE, 2014: 1060—1065.
 - 23 同18.
 - 24 Chamchong R, Fung C C. A combined method of segmentation for connected handwritten on palm leaf manuscripts[C]// 2014 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC). IEEE, 2014: 4158—4161.
 - 25 Inkeaw P, Chueaphun C, Chaijaruwanich J, et al. Lanna Dharma handwritten character recognition on palm leaves manuscript based on wavelet transform [C]// IEEE International Conference on Signal & Image Processing Applications. IEEE, 2015: 253—258.
 - 26 Chamchong R, Fung C C. Text line extraction using adaptive partial projection for palm leaf manuscripts from Thailand[C]// International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition. IEEE, 2013: 588—593.
 - 27 Kesiman M W A, Burie J C, Ogier J M. A new scheme for text line and character segmentation from gray scale images of palm leaf manuscript[C]// International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition. IEEE, 2017: 325—330.
 - 28 Peng G, Yu P, Li H, et al. Text line segmentation using Viterbi algorithm for the palm leaf manuscripts of Dai[C]// International Conference on Audio. IEEE, 2016: 336—340.
 - 29 Kesiman M W A, Vally D, Burie J C, et al. Southeast Asian palm leaf manuscript images: a review of handwritten text line segmentation methods and new challenges[J]. *Journal of Electronic Imaging*, 2016, 26(1): 11.
 - 30 Kesiman M W A, Burie J C, Ogier J M, et al. AMADI-Lontar set: the first handwritten Balinese palm leaf manuscripts dataset [C]// International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition. IEEE, 2016: 168—173.
 - 31 Chamnongsri N, Manmart L, Wuwongse V, et al. A conceptual model metadata of Thai palm leaf manuscripts[G]//Munshi U M, Chaudhuri B B. *Multimedia Information Extraction and Digital Heritage Preservation*. World Scientific, 2011: 243—260.
 - 32 Mehta R V K, Challa N P. Facilitating enhanced user access through palm-leaf manuscript digitization-challenges and solutions[C]// International Conference on Electrical. IEEE, 2017: 1—4.
 - 33 Shaw F. The National Library of Bhutan: development and conservation of a specialist Himalayan collection[J]. *Microform & Imaging Review*, 1994, 23(4): 161—168.
 - 34 同6.

作者单位: 中国人民大学信息资源管理学院, 北京, 100872

收稿日期: 2019年12月22日

修回日期: 2020年6月30日

(责任编辑: 支娟)

Research Progress Abroad on the Ontology Protection and Digital Rescue of Palm Leaf Manuscripts

Zhang Meifang Li Bing Wang Yaya Qin Rui

Abstract: Palm leaf manuscripts are precious cultural heritage because of their unique content and cultural value. By documenting the research results of the protection of the palm leaf manuscripts abroad, the research progress of the research on the protection ontology and digital rescue and utilization is reviewed. It is concluded that the research on the protection of palm leaf manuscripts ontology mainly includes four research topics, such as manufacturing materials, binding process, disease and repair, preservation and management; the research on the digital rescue and utilization of palm leaf manuscripts mainly focuses on image processing, text recognition, and text extraction, digital platform construction methods, etc. The main characteristics of foreign studies on the protection and rescue of ancient books are: early research and wide scope, research on the protection from the perspective of inheritance of intangible cultural heritage, focusing on the use of scientific and technological means for protection and restoration research, and the use of digital technical to analyze the information resources of palm leaf manuscripts.

Keywords: Palm Leaf Manuscripts; Ontology Protection; Digital Rescue