

国际数字资源长期保存系统的研究现状

吴振新¹ 吴绪芹²

¹ (中国科学院国家科学图书馆, 北京 100080) ² (山东省新泰市职工中专, 山东 271200)

【摘要】数字资源长期保存系统的研究与实践是当前数字资源长期保存项目研究的重点之一。本文主要总结了国际数字资源长期保存系统的总体发展状况和发展趋势,介绍了国外一些主要数字保存系统,分析了保存系统建设中几个共性的、关键问题以及相应的实现方案,指出了目前研究中存在的薄弱方面。

【关键词】数字资源 长期保存 保存系统 研究现状

【分类号】G253

The current Research Status of International Digital Preservation System

Wu Zhenxin¹, Wu Xuqin²

¹ (National Science Library, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China)

² (technical secondary school of Xintai City, Shandong Province 271200, China)

【Abstract】Research and practice on digital preservation system is one of the highlights of digital preservation research projects. This paper summarizes the developing status and trends of international digital preservation system, introduces several primary international digital preservation system, analyzes a few of common issues and related solutions, exposes some weakness of current researches.

【Keywords】digital resource digital Preservation Preservation System Research Status

1 前言

数字资源长期保存是在数字资源积累到一定程度后发展起来的。最早出现在80年代,到了90年代开始了比较正式的研究活动。经过20多年的研究和实践,数字资源长期保存已经在国际上获得了广泛的重视,积累了较丰富的经验和知识,取得了很多研究成果,初步形成了比较可靠的数字资源长期保存体系,出现了一大批长期保存研究项目和长期保存应用系统。

作为数字资源的承载体和长期保存功能的具体执行体,数字资源长期保存系统的研究与实践是当前数字资源长期保存项目研究的重点之一。本文将从长期保存系统的研究角度出发,介绍目前国际数字资源长期保存系统研究的发展现状、发展趋势、主要的保存系统、保存系统研究中的关键问题以及研究中的薄弱方面,希望为国内关注数字资源长期保存的同行提供一定的参考。

2 国际数字资源长期保存及保存系统发展现状¹

经过多年的研究和实践,目前国际数字资源长期保存系统研究在以下方面取得了较大进展:

(1) 系统地分析了长期保存系统所涉及的问题^{2, 3, 4}

对长期保存系统所涉及的问题,包括保存的目标意义、保存对象、相关技术问题、相关法律法规问题、政策与运行模式问题、权益问题和最佳实践要求,进行了较为系统地分析,形成了比较完善的长期保存系统问题架构。

(2) 逐步完善了长期保存系统技术框架⁵

OAIS参考模型⁶ (Reference Model for an Open Archival Information System, 开放存档信息系统参考模型) 已经成为长期保存系统普遍采用的标准。在不同的研究项目中形成了多种数字对象模型⁷。包括保存元数据(例如: CEDARS⁸、NEDLIB⁹和PREMIS¹⁰等)、数字对象封装标准(例如: DIDL¹¹、METS¹²等)以及交互共享协议(例如: OAI¹³、OAI-ORE¹⁴)在内的长期保存标准体系¹⁵逐渐形成。在存储管理方面普遍采用SRB¹⁶ (Storage Resource Broker, 存储资源代理)支持大规模异构存储管理。提供了DOI(Digital Object Identifier/Handle)¹⁷/Handle¹⁸和URI (Uniform Resource Identifier)¹⁹/PURL (Persistent Uniform Resource Locator)²⁰等方法作为分布数字环境中数字对象的唯一标识符。开发了JHOVE (JSTOR/Harvard Object Validation Environment)²¹、PRONOM²²、GDFR (Global Digital Format Registry)²³等工具用于文件格式识别与管理。以多种面向应用的长期保存策略²⁴来保障数字资源不因技术的变迁而失效。

(3) 从多个层面探讨长期保存系统的有效管理

长期保存系统是一项复杂的系统工程,需要合理有效的管理来保障它正常、正确地实施。荷兰的e-Depot²⁵、德国的Nestor²⁶、大英图书馆的Planets²⁷以及我国国外科技文献数字保存网络²⁸等项目针对长期保存系统中的资源层(资金、技术、系统和参与的人员、机构)、系统层(长期保存系统 workflow 管理)和应用层(长期保存系统认证管理)的有效管理分别进行了研究,提出了保存计划管理工作流、长期保存可信工作流管理、风险分析与管理的模型。相关研究组织还提出了可信保存系统的认证机制。

(4) 出现了一大批长期保存研究项目和应用系统

美国国会图书馆的NDIIPP²⁹计划(National Digital Information Infrastructure and Preservation Program),英国JISC的“JISC数字资源持续保存策略³⁰”,以及欧洲的DELOS(WP6)³¹分别启动了一批长期保存研究项目。与此同时,欧美国家的主要研究机构和大学开始建立机构知识仓储系统。比较著名的长期保存项目包括进行电子期刊长期保存的Protico³²、LOCKSS³³、CLOCKSS³⁴、e-Depot以及

aDORe³⁵等项目；进行网络信息资源保存的Internet Archive³⁶、澳大利亚国家图书馆的PANDORA³⁷系统、英国的网络存档联盟、英国国家档案馆的英国政府网站资源保存系统以及瑞典国家图书馆的kulturarw3³⁸等项目。另外还出现了一批开源保存系统，例如Fedora³⁹、Dspace⁴⁰、ePrint、DAITSS⁴¹等。一些商业公司开始与长期保存领域进行合作，提供系统服务，如IBM的DIAS（Digital Information Archiving System）⁴²。

3 国际数字资源长期保存系统发展趋势

在这样的发展状况和研究基础上，国际数字资源长期保存系统研究与实践呈现出稳定、长期、可靠和合作的发展趋势：

(1) 数字长期保存系统的发展逐渐获得稳定支持

很多机构已将数字资源长期保存系统的维护和运行纳入日常的工作范畴，长期保存出现在其年度工作计划和财政计划中，如荷兰国家图书馆、英国国家图书馆等。很多国家开始从国家层面计划和保障数字资源的长期保存，如美国国会图书馆的NDIIPP计划（National Digital Information Infrastructure and Preservation Program）、英国JISC的“JISC数字资源持续保存策略”、德国的Nestor项目等。

(2) 数字长期保存系统呈现大规模部署与合作的趋势

国际数字资源长期保存领域开始构建更大范围的长期保存网络，即一个由多个异地分布的长期保存系统紧耦合而成的虚拟组织，以促进实践中的资源共享、职责与费用分摊以及交流等，如美国的NDIIPP⁴³，英国的数字资源保存联盟（Digital Preservation Coalition, DPC）⁴⁴、数字资源保存中心（Digital Curation Center, DCC）⁴⁵，德国的Nestor⁴⁶，加拿大的Multicultural Canada⁴⁷及欧洲的DELOS(WP6)和DRIVER⁴⁸项目。组织间的跨国保存网络也在不断发展，如IIPC、Planets⁴⁹、InterPARES⁵⁰及筹建中的DARIAH⁵¹等。这种网络型的组织结构与单个保存系统之间存在着较大差异，由此引发的对相关的法律、经费、管理、技术等探讨将进一步拓展长期保存领域的研究内容。

(3) 长期保存系统的保存内容不断丰富

随着长期保存研究的发展，非文献类型资源的保存问题进入了许多机构的研究范围。美国NDIIPP、英国科技设备委员会下属CCLRC⁵²的Data Curation项目和德国国家科技图书馆都在进行科学数据的长期保存研究；欧盟的CASPAR⁵³项目已经开始将文化、艺术和科学方面的知识作为保存、利用和检索的对象。另一个欧盟的项目DARIAH⁵⁴则专注于支持访问所有欧洲的数字人文和文化遗产信息。NDIIPP于2006年设立的为期三年的“保存创造性的美国”项目（Preserving Creative America）⁵⁵，其保存对象主要是商业创造性内容（如电影、电视、数字

图片、多媒体资料、电脑游戏等)。长期保存系统如何扩展以支持保存多样化的内容成为下一步研究方向。

(4) 长期保存系统的可信赖性成为研究热点

随着长期保存系统的大规模部署和应用,一些机构开始发展数字保存系统评估方法和工具。奥地利的维也纳科技大学开展了效能分析方法,通过规范的、结构化的分析方法,为各种特殊情况选择最优的策略,并与各机构合作发展和实施这种方法⁵⁶。2002年研究图书馆组织RLG和OCLC合作发表了“可信赖仓储系统的属性和要求”报告⁵⁷,从6个方面定义了可信赖仓储系统的属性和基本要求。德国Nestor⁵⁸在一系列国际标准及相关讨论的基础上,构造了一套适用于德国长期保存系统的认证指标体系,已经进入测试阶段。大英图书馆“数字保存周期成本计算”(LIFE: Costing the Digital Preservation Lifecycle)⁵⁹项目针对数字资源保存生命周期,分别从数字对象、技术开发等方面开展成本预算研究,从经济角度为保障长期保存系统的可靠运转提供了参考。

(5) 开源长期保存系统和工具纷纷亮相

在长期保存研究活动中出现了愈来愈多的开源工具和系统。目前比较成熟的一些开源长期保存系统和工具,如Fedora、DSpace、LOCKSS、Eprint、IIPC用于web archive的Toolkit等得到了广泛的应用,各自以联盟的方式建立了管理组织、用户群体和开发群体,制定了稳定的发展计划。2007年又有多个新面孔相继亮相,包括佛罗里达图书馆自动化中心(FCLA)的数字保存仓储系统DAITSS⁶⁰,德国Kopal项目的保存信息包(AIP)检索和摄取工具koLibRI⁶¹,丹麦netarchive.dk项目的NetarchiveSuite⁶²、新西兰国家图书馆的元数据抽取工具⁶³、澳大利亚PANIC项目的自动化格式退化通告系统AONSII⁶⁴、荷兰国家图书馆KB的仿真模块Dioscuri⁶⁵等。

4 国际主要数字资源长期保存系统

作为数字保存活动的核心,数字资源保存系统无疑应当是数字保存活动的研究重点。在长期保存研究活动中出现了一大批长期保存研究项目和应用系统,这些研究项目从各个不同的侧面、不同的重点来研究数字保存系统中存在的问题并探索解决方案,不断地对OAIS模型进行实现、实践和检验,不断地完善数字保存系统。

- (1) LOCKSS (Lots of Copies Keep Stuff Safe)⁶⁶ (美国Stanford大学图书馆开发的开源的电子期刊保存系统)
- (2) e-Depot (荷兰国家图书馆开发的数字存档系统)
- (3) kopal/DDB⁶⁷ (德国国家图书馆和Goettingen大学图书馆的数字信息长期保存合作项目)

- (4) PANDORA/NLA (澳大利亚国家图书馆的在线出版物存档项目)
- (5) Portico (正式出版学术资源的一个可信赖的第三方存档系统)
- (6) DAITSS⁶⁸ (佛罗里达大学图书馆自动化中心开发的后台数字保存系统)
- (7) DSEP 系统 (NEDLIB 开发的基于 OAIS 的电子出版物保存系统)。
- (8) Fedora⁶⁹ 系统(康奈尔大学开发的一个开源的“灵活可扩展的数字对象仓储架构”)
- (9) Dspace⁷⁰ 系统 (麻省理工与HP的合作的开源保存系统)
- (10) EPrints 系统 (英国南安普敦大学开发的一个开源保存系统)

由于篇幅的限制,这里只列出了其中几个具有代表性的保存系统。更多系统请参考PADI⁷¹网站。

5 数字资源长期保存系统关键问题的研究和分析

从对上文中这些系统的跟踪分析发现,虽然它们各有侧重,但其研究中还是存在着一些关键的、共性的问题。

(1) 保存策略

数字资源的内容作为长期保存活动中的主体对象,是决定保存策略的根本因素。保存目标即对于数字对象不同深度的保存、不同保存能力的要求从根本上决定了保存策略的制定。目前研究领域把保存目标按保存深度划分为位流保存、数据内容保存、完整的知识保存和服务保存。现阶段主要是采用多重备份、媒体迁移等策略进行位流保存,另外一种常用的有效方法是格式迁移。实际上还有一些保存实践系统围绕着各自的保存目标,基于不同深度的保存内容、不同层次的保存要求和不同的技术方法,对保存策略进行了不同程度、不同范围的演绎,在数字信息资源长期保存实践活动中探索着更深层次的、更符合个性化需求的应用型的保存策略。比较有特色的包括:按需迁移⁷²的保存策略、基于UVC^{73,74}的保存策略、基于UAF的保存策略^{75,76}、风干^{77,78}。

在实际应用中,保存系统通常需要分析数字资源保存所处的完整的上下文环境,根据保存对象及保存要求的不同,选择合适的保存技术,形成一个可行的、安全的混合保存技术策略,最终完成数字保存的使命。

(2) 信息模型

OAIS 提出了“信息模型”的概念,用以描述数字保存系统中存在的各类信息,从而规范数字保存系统中的信息类型和信息包组成。一个信息包是包含内容信息和保存描述信息两种信息对象的概念上的容器。同时 OAIS 对于接收的提交信息包、用以存储的信息包、以及用以分发给其它消费者的信息包进行了区分,分别将这些信息包叫做提交信息包 (Submission Information Package, SIP)、存档信息包 (Archival Information Package, AIP) 和分发信息包 (Dissemination

Information Package , DIP)。

作为数字对象的容器，信息模型也成为各个数字保存系统的研究重点，在不同的系统应用中形成了多个独具特色的信息模型，如Cedars项目提出的基于UAF的信息模型⁷⁹、DIAS系统的AIP与PDI分离的信息模型、DSEP系统的呈现为特点的信息模型⁸⁰等。

(3) 数据存储管理方案

长期保存首先面对的关键问题就是存储。目前计划中和已建立的数字保存系统采用了多种不同的架构和方法进行数据存储管理。

- 元数据和数据内容文件分开存储

元数据和数据内容文件之间一个重要的区别是进入保存系统后，元数据是动态的、变化的，而数据内容文件则保持相对的稳定性。一种较为简单的处理方法就是元数据和数据文件分开存储。这种模式通常采用文件系统与数据库（关系数据库或 XML 数据库）的组合方式实现。如 e-Depot、英国国家档案馆的 digital Archives、美国 Indiana University 和 Michigan University 合作的项目 EVIA Digital Archive Project。

- 元数据和数据内容文件一起保存

为了确保元数据和数据内容文件不会分开，而且备份处理简单，一些系统把它们作为一个数字对象保存。有些采用数据库存储，有些则采用文件系统存储。如：UCLA 的 Digital Preservation Repository。

- 混合存储

全部（或部分）元数据存放在关系数据库中，同时全部（或部分）元数据与数据内容对象一同保存在文件系统中。如：DAITSS 项目、DSEP 系统、Dspace 系统。

(4) 摄入功能

长期保存系统的摄入功能负责接收 SIP，并对提交信息进行相关的预处理，以便下一步进入存储模块。在实际应用中，因为数字资源保存系统所处的上下文环境不同，因而各保存系统的实际摄入功能、摄入流程和采用的技术方法也各具特色。比较典型的有 e-Depot 系统的电子邮局、Portico 系统的预处理系统等。

6 研究中的薄弱环节

到目前为止，近百个长期保存研究项目和系统，从各个角度和不同深度研究数字保存系统中存在的问题，探索相关的解决方案，不断地对 OAIS 模型进行实现、实践和检验，获得了很多的经验和教训，取得了很好的进展。但笔者也注意到，在这些系统的研究中还存在着一些薄弱环节。

很多系统非常关注数字对象的摄入 (Ingest) 和存储 (Store), 并为此进行了大量的分析和开发, 但对于真正执行长期保存任务的保存 (Preserve) 功能, 反而没有进行很深入的研究, 这也符合保存系统建设的阶段性发展思路: 摄入—》存储—》长期保存—》提供服务。所以长期保存功能应该成为下一步保存系统研发的重点。同样, 如何对存档的对象以合适的方法进行分发和呈现只在少数几个项目中给予了关注。实际应用环境中复杂的服务和认证的机制与方式也使得数据分发服务变得更加难以实现。

另外像保存计划和保存策略如何在保存系统的功能模块中实施, 对于保存系统这样一个长期、复杂的系统如何利用 workflow 进行可靠管理, 如何评价保存系统的可信性等诸多方面都需要长期深入的研究和实践。

¹ 吴振新, 张晓林等. 《数字科技信息资源长期保存体系与政策机制》项目报告—数字科技信息资源长期保存的国际发展趋势, 2006.

² TOWARDS FEDERATION 2001 Linking Australians and their Heritage Progress Reports 1994-1996. 1996-11-13, <http://www.nla.gov.au/niac/meetings/pr9496.html>. (Accessed Oct 25, 2005)

³ National Library of Australian. National Strategy for Provision of Access to Australian Electronic Publications. <http://www.nla.gov.au/policy/paep.html>. (Accessed Oct. 25, 2005)

⁴ CPA, RLG. Preserving Digital Information: Report of the Task Force on Archiving of Digital Information. <http://www.rlg.org/ArchTF/tfadi.index.htm>. (Accessed Oct. 25, 2005)

⁵ 张智雄, 林颖, 吴振新. 数字信息资源长期保存的技术体系研究. 《现代图书情报技术》, 2006(4):2-7.

⁶ OAIS, <http://public.ccsds.org/publications/RefModel.aspx>. (Accessed Oct. 25, 2007)

⁷ 张智雄, 林颖, 吴振新, 郭家义. 数字保存系统中的信息模型研究. 《中国图书馆学报》, 2006, 32(5):57-60.

⁸ CEDARS, <http://www.leeds.ac.uk/cedars/>. (Accessed Oct. 25, 2007)

⁹ NETLIB, <http://nedlib.kb.nl/>. (Accessed Oct. 25, 2007)

¹⁰ PREMIS, <http://www.oclc.org/research/projects/pmwg/>. (Accessed Oct. 25, 2007)

¹¹ DIDL, <http://www.xml.com/pub/a/2001/05/30/didl.html>. (Accessed Oct. 25, 2007)

¹² METS, <http://www.loc.gov/standards/mets/>. (Accessed Oct. 25, 2007)

¹³ OAI, <http://www.openarchives.org/>. (Accessed Oct. 25, 2007)

¹⁴ OAI-ORE, <http://www.openarchives.org/ore/>. (Accessed Oct. 25, 2007)

¹⁵ 郭家义. 数字信息资源长期保存系统的标准体系研究. 《现代图书情报技术》, 2006(4):14-18.

¹⁶ SRB, http://www.sdsc.edu/srb/index.php/Main_Page. (Accessed Oct. 25, 2007)

¹⁷ DOI, <http://www.doi.org/>. (Accessed Oct. 25, 2007)

¹⁸ Handle, <http://www.handle.net/>. (Accessed Oct. 25, 2007)

¹⁹ URI, <http://www.uri.org/>. (Accessed Oct. 25, 2007)

²⁰ PURL, <http://www.purl.org/>. (Accessed Oct. 25, 2007)

²¹ JHOVE, <http://hul.harvard.edu/jhove/>. (Accessed Oct. 25, 2007)

²² PRONOM, <http://www.nationalarchives.gov.uk/pronom/>. (Accessed Oct. 25, 2007)

²³ GDFR, <http://hul.harvard.edu/gdfr/>. (Accessed Oct. 25, 2007)

²⁴ 吴振新, 张智雄, 郭家义. 数字信息资源长期保存的技术策略分析. 《现代图书情报技术》, 2006(2):8-13.

²⁵ e-Depot, <http://www.kb.nl/dnp/e-depot/e-depot-en.html>. (Accessed Oct. 25, 2007)

²⁶ Perla Innocenti, Andrew McHugh. Digital Curation Centre (DCC) and Digital Preservation Europe (DPE) Audit Toolkit: DRAMBORA. http://ipres.las.ac.cn/pdf/innocenti_ipres07.pdf. (Accessed Oct. 25, 2007)

²⁷ Paul Wheatley. LIFE: Costing the Digital Preservation Lifecycle. <http://ipres.las.ac.cn/pdf/Paul%20Wheatley%20%20%20%20LIFE-PaulWheatley.pdf>. (Accessed Oct. 25, 2007)

-
- ²⁸ Chunwang Li, Xiaolin Zhang, Zhenxin Wu. Preservation Management in Practice: Trusted Workflow. <http://ipres.las.ac.cn/pdf/wu%20zhenxin%20-Workflows.pdf>. (Accessed Oct. 25, 2007)
- ²⁹ NDIIPP. <http://www.digitalpreservation.gov/>. (Accessed Oct. 25, 2007)
- ³⁰ JISC, http://www.jisc.ac.uk/whatwedo/programmes/programme_rep_pres.aspx. (Accessed Oct. 25, 2007)
- ³¹ DELOS (WP6) .
http://www.delos.info/index.php?option=com_content&task=view&id=25&Itemid=51. (Accessed Oct. 25, 2007)
- ³² Portico. <http://www.portico.org/index.html> .(Accessed Oct. 25, 2007)
- ³³ LOCKSS. <http://www.lockss.org/> .(Accessed Oct. 25, 2007)
- ³⁴ CLOCKSS. <http://www.clockss.org/clockss/Home> .(Accessed Oct. 25, 2007)
- ³⁵ aDORe. <http://african.lanl.gov/aDORe/projects/adoreArchive/index.html> .(Accessed Oct. 25, 2007)
- ³⁶ Internet Archive. <http://www.archive.org/index.php>.(Accessed Oct. 25, 2007)
- ³⁷ PANDORA. <http://pandora.nla.gov.au/>.(Accessed Oct. 25, 2007)
- ³⁸ kulturarw3, <http://susning.nu/Kulturarw3>.(Accessed Oct. 25, 2007)
- ³⁹ Fedora, <http://www.fedora-commons.org/>.(Accessed Oct. 25, 2007)
- ⁴⁰ Dspace, <http://www.dspace.org/>.(Accessed Oct. 25, 2007)
- ⁴¹ DAITSS, <http://daitss.fcla.edu/>.(Accessed Oct. 25, 2007)
- ⁴² DIAS, <http://www-05.ibm.com/nl/dias/>.(Accessed Oct. 25, 2007)
- ⁴³ Molly Johnson. Creating a Digital Preservation Network with Shared Stewardship and Cost. http://ipres.las.ac.cn/pdf/Molly%20Johnson-speech_CreatingDigitalPreservationNetwork_MJohnson_final.ppt .(Accessed Oct. 25, 2007)
- ⁴⁴ DPC, <http://www.dpconline.org/graphics/>.(Accessed Oct. 25, 2007)
- ⁴⁵ DCC, <http://www.dcc.ac.uk/>.(Accessed Oct. 25, 2007)
- ⁴⁶ Reinhard Altenhöner. The Next Step-- Establishing a Long-Term Preservation Infrastructure for Science and Research: the Nestor2 Approach.
http://ipres.las.ac.cn/pdf/Short_info_nestor_english_final.pdf. (Accessed Oct. 25, 2007)
- ⁴⁷ Ian Yiliang Song. Preservation of Digitized Canadian Multicultural Heritage.
http://ipres.las.ac.cn/pdf/Ian%20Song%20%20%20%20iPRES2007_IanSong_final.pdf. (Accessed Oct. 25, 2007)
- ⁴⁸ Norbert Lossau. DRIVER-- Digital Repository Infrastructure Vision for European Research, <http://ipres.las.ac.cn/pdf/Nobert%20Lossau%20DRIVER-IPRES-2007.pdf>. (Accessed Oct. 25, 2007)
- ⁴⁹ Helen Hockx-Yu. A Practical Approach to Digital Preservation: Updates from PLANETS, http://ipres.las.ac.cn/pdf/Planets_iPRES_HHY_V1.0.pdf. (Accessed Oct. 25, 2007)
- ⁵⁰ Sherry L. Xie. Foundations for Developing Digital Preservation Strategies and Policies: The InterPARES Policy Framework and Guidelines,
http://ipres.las.ac.cn/pdf/Sherry%20L.%20Xie%20%20%20%20iPRES2007_Beijing_Presentation_SherryXie_Canada_20071011.pdf. (Accessed Oct. 25, 2007)
- ⁵¹ Ellen Willemse. Dariah - Digital Research Infrastructure for the Arts and Humanities.
<http://ipres.las.ac.cn/pdf/Ellen.ppt.pdf>. (Accessed Oct. 25, 2007)
- ⁵² CCLRC, <http://www.stfc.ac.uk/Home.aspx>. (Accessed Oct. 25, 2007)
- ⁵³ CASPAR.<http://www.casparpreserves.eu/>. (Accessed Oct. 25, 2007)
- ⁵⁴ DARIAH.<http://www.dariah.eu/>. (Accessed Oct. 25, 2007)
- ⁵⁵ Preserving Creative America: Preserving Virtual Worlds. <http://www.ndiipp.uiuc.edu/pca/>. (Accessed Oct. 25, 2007)
- ⁵⁶ Carl Rauch, Andreas Rauber. Using Utility Analysis to Evaluate and Compare Preservation Strategies. <http://www.csdl.ac.cn/meeting/cedp/schedule.html>. (Accessed Dec. 28, 2005)
- ⁵⁷ Trustworthy Repositories Audit & Certification (TRAC): Criteria and Checklist.
<http://www.crl.edu/content.asp?l1=13&l2=58&l3=162&l4=91>. (Accessed Dec. 28, 2005)
- ⁵⁸ Christian Keitel. Certification Efforts at Nestor Working Group and Cooperation with Certification Efforts at RLG/OCLC to Become an International ISO Standard.
http://ipres.las.ac.cn/pdf/Christian%20Keitel%20ipres2007_keitel.pdf. (Accessed Oct. 25, 2007)
- ⁵⁹ LIFE. www.life.ac.uk. (Accessed Oct. 25, 2007)
- ⁶⁰ The Florida Center for Library Automation, DAITSS (Dark Archive in the Sunshine State),

<http://daitss.fcla.edu> (2008年3月21访问)

⁶¹ Kopal Projects, KoLibRI: The kopal Library for Retrieval and Ingest (koLibRI),
http://kopal.langzeitarchivierung.de/index_koLibRI.php.en (2008年3月21访问)

⁶² Danish netarchive.dk project, NetarchiveSuite, <http://netarchive.dk/suite> (2008年3月21访问)

⁶³ National Library of New Zealand, The National Library of New Zealand Metadata Extraction Tool, <http://meta-extractor.sourceforge.net> (2008年3月21访问)

⁶⁴ the National Library (NLA) of Australia and the Australian Partnership for Sustainable Repositories (APSR), Automatic Obsolescence Notification System (AONS) II, <http://sourceforge.net/projects/aons>. (2008年3月21访问)

⁶⁵ Koninklijke Bibliotheek, the Nationaal Archief of the Netherlands and Planets, Dioscuri - the modular emulator for digital preservation, <http://dioscuri.sourceforge.net> (2008年3月21访问)

⁶⁶ LOCKSS. <http://lockss.stanford.edu/>. (Accessed Oct.1,2005)

⁶⁷ kopal. <http://kopal.langzeitarchivierung.de/>. (Accessed Oct.1,2005)

⁶⁸ DAITSS Overview. <http://www.fcla.edu/digitalArchive/pdfs/DAITSS.pdf>. (Accessed Oct.1,2007)

⁶⁹ Fedora, <http://www.fedora-commons.org/>. (Accessed Oct. 25, 2007)

⁷⁰ Dspace, <http://www.dspace.org/>. (Accessed Oct. 25, 2007)

⁷¹ PADI. <http://www.nla.gov.au/padi/> (Accessed Nov. 23 ,2005)

⁷² Migration on Request. <http://www.si.umich.edu/CAMILEON/reports/mor/index.html>. (Accessed Nov. 23 ,2005)

⁷³ Lorie, R .UVC "A Project on Preservation of Digital Data".
<http://www.rlg.org/preserv/diginews/diginews5-3.html#feature2>. (Accessed May 20, 2005)

⁷⁴ UVC. <http://www.kb.nl/kb/ict/dea/ltp/reports/4-uvc.pdf>. (Accessed Mar.2, 2005)

⁷⁵ Cedars Guide to: Digital Preservation Strategies.
<http://www.leeds.ac.uk/cedars/guideto/dpstrategies/dpstrategies.html>. (Accessed Nov. 23 ,2005)

⁷⁶ Cedars. <http://www.leeds.ac.uk/cedars/>. (Accessed Nov. 23 ,2005)

⁷⁷ John Kunze. Future-Proofing The Web: What We Can Do Today.
[http://rdd.sub.uni-goettingen.de/conferences/ipres/download/Future-Proofing The Web: What We Can Do Today John Kunze.pdf](http://rdd.sub.uni-goettingen.de/conferences/ipres/download/Future-Proofing%20The%20Web%20What%20We%20Can%20Do%20Today%20John%20Kunze.pdf). (Accessed Apr. 3, 2005)

⁷⁸ Best Practices for Image Capture.
<http://www.cdlib.org/news/pdf/BestPracticeImageCapture.pdf>. (Accessed Nov.23, 2005)

⁷⁹ The Cedars Project. Cedars Guide to The Distributed Digital Archiving Prototype, March 2002.
<http://www.leeds.ac.uk/cedars/guideto/cdap/>. (Accessed Feb. 23 ,2005)

⁸⁰ Catherine Lupovici , Julien Masanès. Metadata for Long Term Preservation ,Den Haag : Koninklijke Bibliotheek, 2000. - (NEDLIB Report series ; 2).
<http://www.kb.nl/coop/nedlib/results/NEDLIBmetadata.pdf>. (Accessed Feb. 23 ,2005)