

基于区块链的图书馆数字资源管理系统 构建与应用*

张琳

(广东省立中山图书馆, 广州 510000)

摘要: 现代化图书馆建设如火如荼进程中, 海量数字资源的确权管理、安全管理及高效利用成为建设重点及难点。区块链去中心化、分布式部署、不可篡改、非对称加密、共识机制等技术特征及其联盟链形态, 能很好地契合其数字资源管理的需求。本文设计一个基于联盟链的图书馆数字资源管理系统, 并分析该系统如何应用于图书馆具体业务场景, 以期为图书馆建设过程中所遇到的数据安全难题、资源利用难题提供解决思路, 为构建智慧图书馆体系打下基础。

关键词: 数字资源管理; 区块链; 智慧图书馆

中图分类号: G250 **DOI:** 10.3772/j.issn.1673-2286.2022.09.005

引文格式: 张琳. 基于区块链的图书馆数字资源管理系统构建与应用[J]. 数字图书馆论坛, 2022 (9) : 36-41.

2021年6月, 文化和旅游部印发《“十四五”公共文化服务体系建设规划》, 提出“要以全国智慧图书馆体系建设项目为引领, 运用5G、云计算、大数据、人工智能、区块链等信息技术, 搭建一套支撑智慧图书馆运行的云基础设施, 打造面向未来的图书馆智慧服务体系和自有知识产权的智慧图书馆管理系统”^[1]。2022年, 国家在政策层面对推进“全国智慧图书馆体系”建设提出更高要求, 《“十四五”文化发展规划》^[2]《关于推进实施国家文化数字化战略的意见》等相继出台, 锚定建成国家文化大数据体系的远景目标, 要求提升数字文化内容供给能力和数字文化服务水平^[3]。在以上报告及规划的指导下, 我国智慧图书馆的建设势在必行且目标明确。截至2021年底, 全国公共图书馆的数字资源建设总量达到2.5万TB^[4], 海量的数字资源在满足公众文化需求的同时, 也面临确权管理、有效盘活、安全利用及体系化建设方面的压力。

完成智慧图书馆的转型升级, 建设信任体系是基础。区块链技术是一种新兴的数字技术, 实质上可被理解为去中心化的分布式账本数据库^[5], 其去中心化、分

布式部署、不可篡改特性能够保证数据信息的真实、完整及安全。在建设智慧图书馆过程中, 区块链天然的“创造信任”能力很好地契合了数字资源管理的需求。设计一个基于区块链的智慧图书馆数字资源管理系统, 将解决智慧图书馆建设进程中所遇到的数据安全难题、资源利用难题; 而系列难题的解决, 是搭建“全国智慧图书馆体系”的基础一步, 也是响应国家建设号角的必然一步。

1 区块链应用于图书馆建设的现状

1.1 国内研究和实践现状

目前, 国内相关研究大部分集中于区块链在智慧图书馆建设路径、馆藏资源管理、数据安全、读者服务等方面的技术应用的可行性分析, 且大多仅停留在理论层面, 只有少数学者或机构提出具体业务系统设计方案: 曾子明等^[6]提出构建去中心化智慧图书馆MVS资源管理架构; 李默^[7]提出构建图书馆元宇宙体系架构; 何

* 本研究得到2021年广东省图书馆科研课题“基于区块链的图书馆数字资源建设应用场景研究”(编号: GDTK21023)资助。

宝亮^[8]提出应用区块链技术构建智慧型知识服务系统；张炜等^[9]提出利用区块链技术建成智慧图书馆版权管理系统等。区块链应用于智慧图书馆数字资源建设方面的研究较少，侧重于区块链技术在数字资源管理和数字版权方面的理论研究。

1.2 国外研究和实践现状

整体上，国外对区块链技术在图书馆领域的应用研究相对重视。美国图书馆协会（ALA）下设的未来图书馆研究中心（Center for the Future of Libraries）将区块链技术列为会对未来学校图书馆的发展产生重大影响的因素之一，持续跟进这一课题的研究，建议图书馆就区块链技术的应用进行相应的规划^[10]。2019年希腊雅典的国际图联（IFLA）年度大会，国际图联信息技术专委会（Information Technology Sections）和大都市图书馆专委会（Metropolitan Libraries Sections）特别举办了“图书馆的新兴技术：智慧城市和区块链”分会场，介绍了美国博物馆和图书馆服务研究所（IMLS）的研究资助项目“信息专业区块链”（Blockchains for the Information Profession）的研究成果，以及区块链技术在国际范围的图书馆馆际互借、跨图书馆系统使用的通用图书馆卡、教育成果认证等实践中的应用^[11]。根据当前可以公开查阅到的资料，国外图书馆界对区块链技术正逐渐由理论研究向实际应用转变。

综上，目前我国图书馆领域对区块链技术的研究相对较为分散。虽然已有国家图书馆初步将其应用于数字图书馆版权保护及其他领域，中国科学院文献情报中心为管理其学术论文利用和学术行为规范进行了一些有针对性的研究^[12]，但整体上场景应用分析仍较为单一，对智慧图书馆数据运用的需求分析与区块链技术自身特点的匹配性研究仍有待深入，且欠缺基于具体应用场景方面的研究与实际应用模型设计。

2 区块链应用于图书馆数字资源管理的可行性分析

2.1 技术思路相似

区块链问世以来，被誉为创造信任的机器，具有天然契合智慧图书馆数字资源管理业务需求和发展方向的属性，其与智慧图书馆数字资源管理的高适配度特

性体现在3个方面。

（1）分布式账本。公共图书馆展开跨界合作是越来越普遍的公共文化服务形式，高协作、高耦合的工作模式与区块链分布式账本的技术思路非常相似。以图书馆联盟链建设为例，作为联盟成员的图书馆都是建设主体，建设效率比单一主体高很多。此外，各图书馆对链上数字资源的获取，以及不同图书馆之间资源交易（交换）的账单，都分别记录在不同节点中，而且每一个节点的记录都是完整的。此时，每一个节点都起到了参与监督交易合法性的作用，也各自成为一个完整的备份，亦可成为追溯“证据”。不同于传统的中心化记账方案，多节点协同记录的优点在于大大避免了错账、假账的可能性，并且多处备份不容易丢失数据，可用于保障数字资源管理中的数据安全。

（2）对称加密和授权技术。区块链模式下，Hash链表的每一块数据都包含两个Hash值，一个是本身的Hash值，另一个是上一块数据的Hash值，通过这种链式结构，在知道一个区块数据的情况下，就可以一直追溯到第一个创建的数据，它从数据结构的层面保证了数据或账本的可追溯。当图书馆的数字资源在链上被其他成员获取时，获取方的ID是被加密的，非授权不可见，适用于图书馆用户的个人隐私保护。

（3）共识机制。所有节点之间按照一定的标准标识数据，从而认定一个数字资源块是否有效，这保障了每个上传的数字资源块的唯一性和真实性。而共识机制也可以保障数字资源难以被随意修改，若要伪造出一条不存在的记录，需要控制全网超过51%的节点才有可能实现，当加入基于区块链的数字资源管理系统的图书馆或其他文化机构足够多时，造假基本上不可能，也就保护了数字资源的版权安全。

2.2 结构形态适配

区块链最基本的架构模式，通常由下到上划分为6个层级，即数据层、网络层、共识层、激励层、合约层和应用层^[13]，每一层级有自己的逻辑与作用。在区块链发展历程中，又形成多种具体的分支形态，如公有链、私有链、联盟链等，在这其中，是可供智慧图书馆数字资源管理系统参考的基础框架的。

公有链是完全去中心化、完全开放的链，任何机构或个体都可以直接参与记账，无须任何身份认证。在这个形态下，互联网上的所有人都可以看到链上信息，故

其无法满足图书馆的隐私保护需求。私有链完全中心化,对外不公开,一般只应用于内部管理,近年来图书馆的跨界合作、多方协同作业模式日益增多,私有链在协同作业和共同建设中的运用存在明显的局限性。联盟链则是考量了公有链和私有链特点之后的平衡方案。外部机构或个体经过事先选择才能正式加入,这部分节点可以参与链上作业;非机构成员不可参与作业,只能实现有限的查询。这样一来,联盟链上的数据就可以分为内部使用和外部使用两种,在操作层面上更方便建立不同路径的统计指标、统计规范。在当前区块链的应用形态中,从共识算法、隐私保护、可控性等特性看,联盟链适合图书馆的实际业务环境。

2.3 图书馆建设存在需求与实践参考

传统图书馆对信息资源的管理以储存为主要形式,智慧图书馆的愿景则是希望通过大数据分析、人工智能等现代信息技术盘活已有资源,甚至增值已有资源,最终达到知识服务的互联互通、开放共享及智慧知识图谱化联系。在智慧图书馆的建设进程中,各图书馆数字资源数量激增,如何对这些数字资源进行全流程的、精准化的确权管理成为顺应时代要求的业务重点。笔者认为,智慧图书馆时代的数字资源管理,其需求在于结合区块链等适配度高的现代信息技术,对生产的数

字资源进行集成揭示、封装、业务交流,在此过程中提倡标准化建设,以期将大规模的数字资源转化为被标准标识、可供发现、使用安全的图书馆数字资产,进而构建智慧图书馆的数字资产体系。

图书馆业内一直致力于建设各类区域性联盟项目,在联盟式建设方面有大量的经验。国家图书馆、中国科学院文献情报中心等较有组织实施能力的机构所开展的区块链应用探索,为区块链应用于图书馆提供了良好的实践范本参考。

3 基于区块链的图书馆数字资源管理系统构建

3.1 数字资源管理系统设计

在综合分析区块链的基础框架、与图书馆业务适配的关键技术后,笔者提出以区块链为核心的数字资源管理系统(Digital Resource Management System, DRMS)设计思路如下。首先,在区块链原始模型基础上结合图书馆业务需求进行DRMS系统框架设计,主要由基础设施层、数据存储层、联盟治理层、业务服务层、用户层组成,每一层逻辑清晰、职责分明,便于维护和管理(见图1);其次,在智慧图书馆建设多主体协同的趋势下,DRMS系统需要由预选的若干图书馆或文化

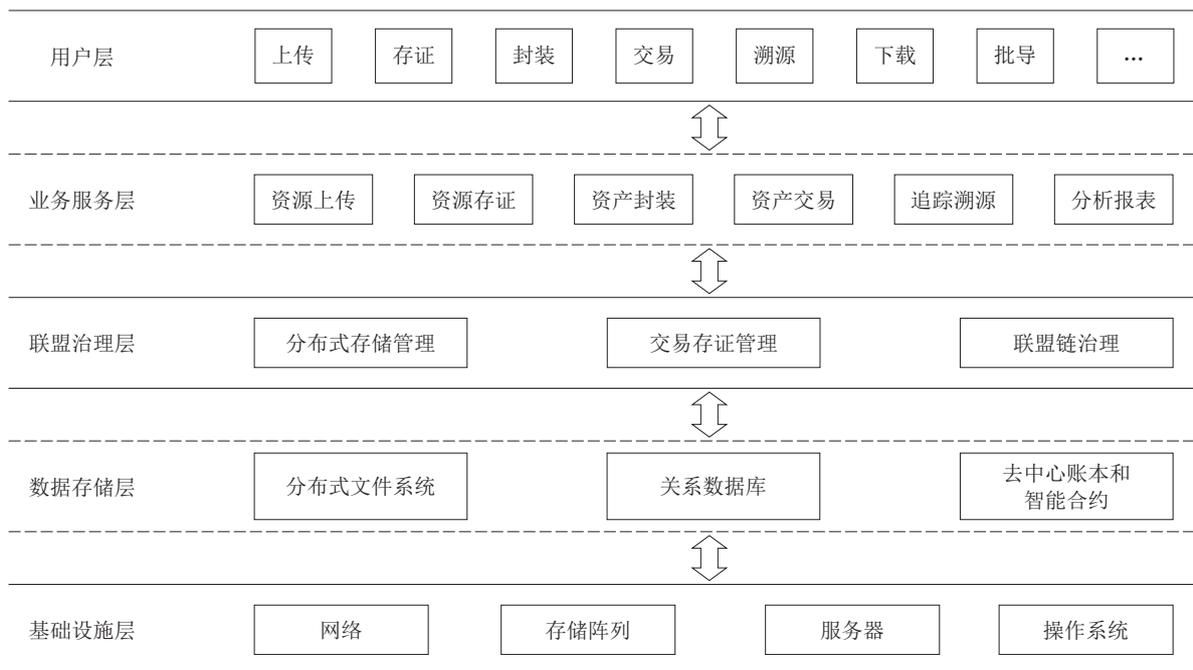


图1 基于区块链的DRMS系统分层架构图

机构共同完成建设与维护,并对成员和特定的用户(读者)开放,因此DRMS系统选择联盟链形态设计;最后,以区块链技术去中心化、全程留痕不可篡改和可溯源的特点为技术支撑,对区域知识内容进行权属认证和资产溯源,从而为保护知识产权提供技术保障并创造高度共享和互信知识产权环境。

DRMS系统整体业务流程包括资源上传、资源存证、资产化封装、资产交易、溯源跟踪五大部分。其中,

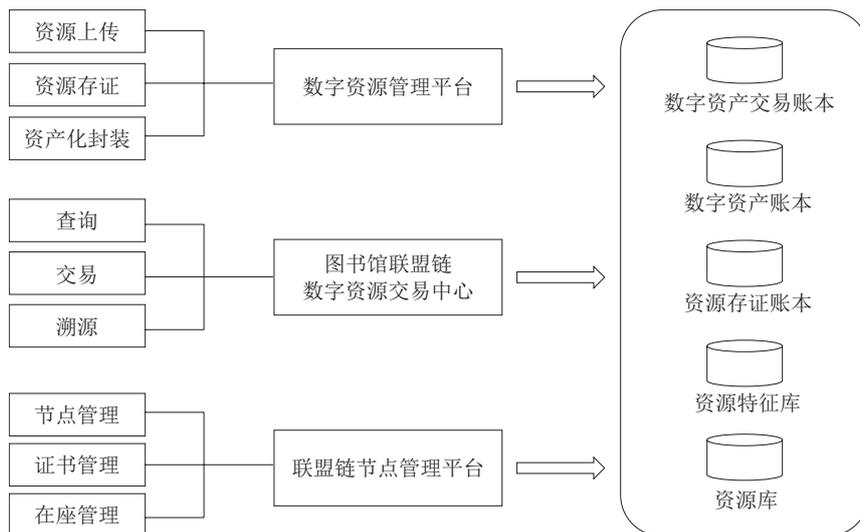


图2 基于区块链的DRMS系统功能

3.2 数字资源管理系统功能目标

(1) 形成图书馆数字资源管理联盟链。DRMS系统通过开发数字资源集中管理平台(以下简称“集中平台”)的形式来建设联盟链。管理平台是指面向机构成员的资源管理操作业务后台。通过管理平台,机构成员将完成资源上传、资源存证、资产化封装三大业务,在联盟链内实现资源共享和信息互通,提高资源的利用率。

①资源上传:图书馆、出版社及其他文化机构通过联盟节点注册为成员机构后,可通过节点上传本机构的图片、音视频、其他文档资产等数字资源,所上传数字资源经过清洗、标准化组织整理、查重后,入库产生本机构正式资源库以及资源特征库。②资源存证:成员机构建设完自己的资源特征库与正式资源库后,可基于此库将资源进行上链存证操作,存证后在联盟链内形成本机构的资源存证账本。③资产化封装:利用集中平台,结合区块链技术对数字资源进行资产化封装。成员机构基于已存证的资源存证账本,可以选择已存证资源进行资产化封装,资产化封装完毕即可在联盟链内

资源上传和资源存证是核心部分,通过资产化封装实现对联盟链机构的注册与登录,完成资产查询及溯源跟踪,并在此基础上构建一个统一的联盟链平台,实现对整个联盟链的管理。据此,以区块链技术为核心的智慧图书馆DRMS系统可由数据资源管理平台、图书馆联盟链数字资源交易中心、联盟链节点管理平台三大部分组成(见图2)。

形成本机构的数字资产账本。

(2) 形成数字资源全流程留痕的机制。DRMS系统通过开发图书馆联盟链数字资源交易中心(以下简称“交易中心”),实现数字资源发行、流通、利用的全流程留痕。交易中心是指面向机构成员进行上链资源展示、查询,链上资产交易的业务前台,类似于电商平台,功能以资产的展示与流转交易为主。交易:联盟链内所有成员机构的数字资产都可以发布到联盟链资产交易市场内,所有成员机构根据资产访问范围规则检索查询可访问的资产,并进行资产流转交易(下订单购买),完成交易后,所有交易行为数据在区块链存证,形成联盟链数字资产交易账本。

(3) 强化数字资源的监控管理和数字资产溯源。DRMS系统通过开发联盟链节点治理平台(以下简称“治理平台”)实现对数字资源的监控以及对数字资产的溯源。治理平台是指面向参与联盟链治理的机构,也就是部署了联盟链节点的机构用于开展规范管理的平台。各机构可通过治理平台,根据部署时所设定的角色身份、权限分配进行规范化的管理,如节点接入管理、证

书管理、合约管理、通道管理、链上数据审计管理等。

4 基于区块链的图书馆数字资源管理系统的應用

本文在分析区块链技术的基本特点及行业发展现状基础上,结合公共图书馆各种应用场景下数据管理的要求与追求,认为DRMS系统可以适用于如下图书馆业务场景中。

4.1 应用于图书馆数字资源安全存储

DRMS因其匿名性特征适用于该业务场景。信息化时代背景下,图书馆数字资源服务大量展开,服务数据的安全管理是重中之重。以广东省立中山图书馆的“粤读通”工程为例,该项目希望消除馆际的沟通壁垒,联合省内各级图书馆,实现公共文化服务共建共享。粤读通是广东省文化和旅游厅面向公众推出的首个针对个人应用服务的电子证照,读者一次办证,即可全省通用。项目开展信息服务的基础,在于对分散在各图书馆的读者信息进行统一采集、集中贮存及加工利用,如此庞大的数据要集中贮存,信息安全压力非常大。借鉴DRMS系统的思路,在粤读通工程中图书馆可通过灵活高效的管理方式和数据加密方式提供安全的数据分析环境;在安全环境下对大量样本的用户行为进行分析,是提供数字资源精准服务的前提,因此各联盟机构间可通过分布式的网络架构共同分析同一用户在不同机构中的借阅行为习惯,以此完成同一用户画像的描述与共享;通过数字签名和加密机制来实现读者的个人隐私数据的保护。

4.2 应用于图书馆数字资源共享共建

DRMS系统因其去中心化特征适用于该业务场景。DRMS系统的数据管理采用去中心化的数据记录与传输模式。系统服务层根据数据申请需求生成Hash值,根据该值定位数字资源在链上的准确存储位置完成数据传输,链上的各节点机构完全具备了相等的数据管理权限,并且这些机构记录数据的形式具有完整性和一致性特点。在目前信息交互场景中,不同机构间数据交换非常复杂,真正的互操作性不仅是信息交互,还是多个系统间的相互信任以及共享信息和责任的能力。

DRMS系统通过构建统一的底层网络和信任机制,可以让不同类型的图书馆、不同行政区域内的图书之间建立良好的数据协作模式,实现对网络访问权限的共享,同时也不会对各自数据的安全性和完整性形成威胁。

以广东省立中山图书馆基于“馆社合作”的图书馆联合采选系统的构建为例,DRMS系统可为其业务开展提供更进一步的思路:联合采选平台通过书目采编信息的上传和共享,构建一个全省总馆、成员馆及出版社之间的沟通平台,以此打破成员馆在传统采访模式下遇到的与书商交易时信息获取不对称的被动局面。而通过区块链技术的加持,采选平台将能够实现对各馆同时上传分享自己独有的优势资源信息的技术保障,如孤本、善本以及独有地方文献等特色性资源,这部分资源上传后可被发现,可供分享,并且安全不可篡改。此外,在现行的图书馆数据安全模式中,往往由明显的权力责任个体或机构来负责数据安全,权力集中,存在一定的安全隐患。DRMS系统应用于数字资源安全存储时,每个个体既是管理者,同时又是责任人,能有效地杜绝权力集中带来的风险,能更好地实现对资源安全的保护。在搭建此类行业协同共享平台的同时,利用区块链技术强化数据的安全管理力度,是为图书馆资源共建做好准备。

4.3 应用于图书馆数字资源版权保护

DRMS系统因其开放扁平、透明化和不可篡改特征适用于该业务场景。在目前广泛应用的中心化版权管理模式中,一般需要30个工作日以上才能完成数字资源的确权过程,并且费用不少。成果及时确权难、权力归属不清晰、交易全流程监管难、侵权证据留存难等问题突出。而如今诸如MOOC、3D打印、UGC等新形式大规模开展,数字资源出现版权许可碎片化的趋势,且总量及种类剧增;但此类资源的个体使用很分散,因此个体授权成本很高。一旦出现侵权行为,由于证据的留存不完整,维权行为会占用大量资源。此外,自建资源往往还存在孤儿作品授权及使用难题。在此方面,区块链技术的应用可以达到数据唯一、权威、可追溯:联盟链可引入国家版权局、专利局及商标局等权威的国家确权和司法认定机构对数字资源进行内部比对、备案认证,提供背书,用户登记信息并得到存证证书后就可进行交易,效率大大提高;得到认证的交易上链,合同信息及相关权利人、权力类型、授权范围等内容及其实时

变更信息对全网公开,所有用户都可以作为监督者享有知情权,而所有的恶意侵权行为都会被记录在链上成为永久性的证据,一切有迹可循。由于区块链的不可篡改性,每一个“交易”,无论是机构方还是用户方获取资源都得到了保障,确保了版权可确权、交易可追踪、流程可审计。

5 结语

公共文化服务作为一国经济与社会发展的重要标志,在当前国家发展要求与信息技术革新的双重时代背景下,图书馆所承载功能的拓展需引入新型技术手段,其产业发展需保持持续创新能力,其产业应用需强化应用场景调研。设计一个基于区块链技术的智慧图书馆数字资源管理系统,通过数字资源的上链协作与管理,安全高效,可实现全网知识资源的相关联,深度挖掘资源价值,一方面扩大了资源应用范围,另一方面对于探索构建新时期智慧图书馆数字资产联盟也有一定的启示。

参考文献

- [1] 文化和旅游部关于印发《“十四五”公共文化服务体系建设规划》的通知 [EB/OL]. [2022-01-10]. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-06/23/content_5620456.htm.
- [2] 中共中央办公厅 国务院办公厅印发《“十四五”文化发展规划》 [EB/OL]. [2022-08-16]. http://www.gov.cn/zhengce/2022-08/16/content_5705612.htm.
- [3] 中共中央办公厅 国务院办公厅印发《关于推进实施国家文化数字化战略的意见》 [EB/OL]. [2022-05-22]. http://www.gov.cn/zhengce/2022-05/22/content_5691759.htm.
- [4] 饶权. 全国智慧图书馆体系: 开启图书馆智慧化转型新篇章 [J]. 中国图书馆学报, 2021, 47 (1): 4-14.
- [5] 关于区块链,你想知道的都在这里 [EB/OL]. [2022-04-24]. <http://kpszg.people.com.cn/n1/2021/06/21/c437610-32136167.html>.
- [6] 曾子明,秦思琪. 去中心化的智慧图书馆移动视觉搜索管理体系 [J]. 情报科学, 2018, 36 (1): 11-15, 60.
- [7] 李默. 元宇宙视域下的智慧图书馆服务模式与技术框架研究 [J]. 情报理论与实践, 2022, 45 (3): 88, 89-93.
- [8] 何宝亮. 基于区块链技术构建智慧型知识服务系统研究 [J]. 图书馆, 2020 (9): 41-45, 65.
- [9] 张炜,肖慧琛,魏青. 智慧图书馆区块链版权管理系统构建及探析 [J]. 图书馆研究, 2022, 52 (2): 85-93.
- [10] Blockchain [EB/OL]. [2020-06-20]. <https://www.ala.org/tools/future/trends/blockchain/>.
- [11] Blockchains for the Information Profession [EB/OL]. [2020-06-22]. <https://ischoolblogs.sjsu.edu/blockchains/>.
- [12] 薛秋红. 基于区块链的可信数字科研过程交流体系研究 [D]. 北京: 中国科学院大学, 2021.
- [13] 刘炜,祝蕊,单蓉蓉. 图书馆元宇宙: 是什么、为什么和怎么做? [J]. 图书馆论坛, 2022, 42 (7): 7-17.

作者简介

张琳,女,1986年生,硕士,馆员,研究方向:智慧图书馆、图书馆采编、数字资源服务,E-mail:575697751@qq.com。

Construction and Application of Digital Resource Management System for Libraries Based on Blockchains

ZHANG Lin

(Sun Yat-sen Library of Guangdong Province, Guangzhou 510000, P. R. China)

Abstract: The construction of smart library is in full swing, and the management, security and efficient utilization of massive digital resources have become the focus and difficulty. Technical features of blockchain, such as de-centralization, distributed deployment, non-tampering, a symmetric encryption and consensus mechanism, fit the needs of digital resource management of smart library. This paper designs an DRMS based on blockchain, and analyzes how it works in scenarios of libraries. In order to provide solutions to the data security and resource utilization problems encountered in smart library construction, and lay the foundation for smart library system.

Keywords: Digital Resource Management; Blockchain; Smart Library

(收稿日期: 2022-08-24)