

区块链技术在高等教育中的应用研究

叶润欣,徐水晶

(南京邮电大学教育科学与技术学院,江苏南京 210023)

摘要:对高等教育而言,区块链是一种能够促进教育改革、重塑教育生态的新型技术。由于技术的限制,区块链技术虽然在教育领域面临着变革动力缺乏、教育数据存储遭遇瓶颈、隐私安全存在隐患、虚拟教育数据产权尚未明确等方面的问题,但并不能够阻碍区块链和高等教育耦合的发展趋势,它在教育信息管理、教育资源共享、终身学习体系、促进高等教育民主化4个方面为高等教育带来了新的发展契机。

关键词:区块链;高等教育;教育信息化;教育改革

DOI: 10.11907/rjdk.211375

中图分类号: G434

文献标识码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

文章编号: 1672-7800(2022)001-0079-05



Research on the Application of Blockchain Technology in Higher Education

YE Run-xin, XU Shui-jing

(School of Educational Science and Technology, Nanjing University of Posts and Telecom-munications, Nanjing 210023, China)

Abstract: For higher education, blockchain is a new technology that can promote education reform and reshape the ecology of education. Chain technology because of the limitation of technology blocks while facing changes in the field of education lack of motivation, education data storage bottlenecks, privacy, security hidden danger, virtual education data problem in aspects of property right is not yet clear, but does not hinder the chain block and the coupling of the higher education development trend of it in education information management, education resource sharing, lifelong learning system, and promote higher education democratization four aspects for the development of higher education brings new opportunity.

Key Words: blockchain; higher education; education informationization; education reform

0 引言

2020年初由于受新冠疫情的影响,全国的教育教学工作无法在学校中顺利开展。为了保障各级各类学生在疫情中也能够接受教育,教育部发出了“停课不停学”号召,以保障学生在家也能够学习。“钉钉”“腾讯会议”等互联网平台为保障教育工作的正常进行发挥了巨大作用,同时这也是“互联网+教育”的重要成果展示,表明我国教育信息化和智能化水平迈上了新的台阶。但是,这些互联网平台在应用过程中也出现了一些问题,如:各学习平台资源不能共享、平台间学习成果难以互认、在线学习视频的版权纠纷、个人隐私数据容易泄露等,这些问题都是进一步推进我国教育现代化和信息化的阻力,但是区块链技术

将为上述问题的解决提供一个稳定的可靠的路径。

区块链技术作为一项被认为是“有望像互联网一样彻底重塑人类社会活动形态,并实现从目前的信息互联网向价值互联网转变”^[1]的核心技术,对我国高等教育的影响巨大。2016年10月,工信部颁布《中国区块链技术和应用发展白皮书》,指出“区块链系统的透明化、数据不可篡改等特征,完全适用于学生征信管理、升学就业、学术、资质证明、产学研合作等方面,对教育就业的健康发展具有重要价值”^[2]。2020年,教育部印发的《2020年教育信息化和网络安全工作要点》提到“探索区块链技术在学生在线学习、教师在线授课行为记录和认定等方面的应用,建立可扩展、具有公信力的在线教学评价新模式”^[3]。从国家发布的一系列政策文件中可以发现,区块链在教育领域中的应用将会越来越广泛。

收稿日期:2021-03-13

基金项目:江苏省哲学社会科学基金项目(20JYB010);江苏省研究生科研创新计划项目(KYCX21_0822)

作者简介:叶润欣(1998-),女,南京邮电大学教育科学与技术学院硕士研究生,研究方向为高等教育学;徐水晶(1976-),女,博士,南京邮电大学教育科学与技术学院副教授、硕士生导师,研究方向为教育社会学。

1 区块链内涵及特点

1.1 区块链概念

区块链技术起源于2008年化名为中本聪的学者所发表的论文《比特币:一种点对点的电子现金系统》(Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System)^[4],在这篇论文中“区块链”的概念首次被提出。区块链是一种按照时间顺序将数据区块用类似链表的方式组成的数据结构,并以密码学方式保证不可篡改和不可伪造的分布式去中心化账本,能够安全存储简单、有先后关系、能在系统内进行验证的数据^[5]。其在2019年中国信通院发布的《区块链白皮书》中被定义为一种由多方共同维护,使用密码学保证传输和访问安全,能够实现数据一致存储、难以篡改、防止抵赖的记账技术,也称为分布式账本技术(Distributed Ledger Technology)^[6]。从技术角度看,区块链是技术的集成创新,包括共识机制、分散式账本、点对点交易等新兴技术,从这项技术背后所蕴含的意义来看,它是智能革命时代的技术跨越,意味着一个新的信用时代的开启,新型的信任关系将被建立,为未来技术发展提供了重要支撑。

1.2 区块链特点

区块链作为比特币的底层核心技术具有去中心化、开放性、可回溯性、匿名性、安全性的特征。

(1)去中心化。区块链技术以P2P网络作为支撑,各节点以点对点的方式进行数据传输和交换,而不再依赖于中心服务器和第三方机构,使得资源的交互和共享更为便捷和透明,有效提高资源交换和传输效率。

(2)开放性。除被加密处理过的私有信息外,系统中所有数据信息都公开透明,任何人都可以通过公开的接口查询系统内的数据和信息,保证了系统的开放性。

(3)可追溯性。简单而言,区块链技术是将各区块采用链式方式联结在一起形成一条长链。区块中包含交易记录、时间戳、父哈希值和本区块的哈希值等,上一个区块的哈希值和本区块的哈希值连在一起,使得区块与区块间环环相扣,再结合时间戳就有助于追溯数据信息的形成顺序,以防止数据信息被篡改和伪造。

(4)安全性。区块链技术利用哈希算法等,借助非对称数字加密技术对交易进行数字签名,通过工作量证明(Proof of Work, PoW)、拜占庭容错(Practical Byzantine Fault Tolerance, PBFT)等共识协议减少伪造交易、篡改数据等事件,保障了区块链的安全。

(5)匿名性。基于哈希非对称密码机制,在使用区块链技术进行交易时用户无需委托第三方,也不需要用户个人的真实信息存储在中心服务器中,仅需使用私钥标识其虚拟地址,因此在使用时可以在极大程度上保护用户隐私安全。

2 “区块链+高等教育”应用困境

区块链在我国教育领域的应用起步较晚,我国的“区

块链+教育”尚处于萌芽阶段。2016年7月,中央财经大学和世纪互联共同启动区块链合作项目,设立了国内第一个基于区块链的校企实验室,同时作为国内第一所大学开设区块链相关课程^[7];2018年,中国建立了第一个大数据教育区块链测试区——京津冀大数据教育区块链测试区^[8]。与此同时,虽然在实践中已经产生了运用区块链解决问题的案例,但是区块链技术目前并没有达到高度成熟。区块链技术在教育领域面临着变革动力缺乏、教育数据存储遭遇瓶颈、隐私安全存在隐患、虚拟教育数据产权尚未明确等问题。

2.1 变革动力缺乏

与其他领域相比,信息技术与教育的融合尚不深入,大多数教师、学生、家长等教育参与者对区块链的概念还不熟悉,更不用说区块链技术的具体操作应用。他们是否准备好了去接受并将这项先进的技术运用于教学活动中不得而知,区块链技术能否提高教育绩效没有能够被证实,人们是否需要借助不可轻易篡改和永久保存的技术记录自己的成长过程等问题还有没有明确的答案。此外,如果在教育领域广泛使用区块链技术,区块链技术中的去中心化特点很有可能取代教育中传统第三方机构的位置,对其产生强烈的冲击并令其蒙受利益损失。因此,各方都对区块链在教育领域中的应用保持着谨慎态度,缺乏变革的推进动力。

为了促进区块链在高等教育领域中的顺利应用,本文提出以下几点建议:①构筑先发优势,依托“新工科”建设工程在高校开设区块链课程,高校和企业加强校企合作以培养符合市场导向的新兴科技人才,为我国今后对区块链的深入研究、核心技术突破打好坚实基础;②政府部门出台相应的法律法规,根据实际情况制定区块链技术在教育领域的应用标准与规则,对各利益相关者制定切实可行的利益划分方案,合理处理好各方利益问题;③加强引导公众对区块链技术的了解,以减小区块链推广运营阻力。

2.2 教育数据存储遭遇瓶颈

尽管区块链技术在高等教育领域有着广阔的应用前景,但是技术的不成熟限制了前进的步伐。区块链运用链式累加的方式记录数据信息,因此要想在区块链中存储数据信息,就需要下载并存储记录了区块创建以来所有的交易信息“创世块”(Creation Block)。然而,在信息化时代,各级各类学校的学生所产生的教育数据体量庞大,区块链中存储的信息越多,对区块链的存储空间要求就越高。因此,要保障所有师生和相关部门的数据信息能够顺利存储,并达到实时上传、更新的效果,则需要具有高扩展能力和高吞吐量的系统。而目前的数据存储空间还未达到相应要求,在实践中难以满足用户实时上传、共享、更新等现实需求。

积极探索扩容途径,使区块链与其他存储技术形成互补的协同效应是解决区块链容量受限问题的有效途径。例如,为了实现动态的可扩展性,以太坊采用分片方法将整个区块链网络划分成为许多个大小相同的分片以解决

容量不足问题;Hyperledger Fabric采用多通道技术将整个区块链网络划分为多个逻辑上的通道,每个节点根据自己的实际需要选择加入相应通道;McConaghy提出巨链数据库(BigchainDB)的概念,即去中心化数据库,数据信息可以达到每秒百万次写入,数据存储量以PB计算^[9]。这些技术方法可以使全网处理信息的能力突破单个节点的限制,提升系统处理数据的能力,扩大存储空间,满足师生用户实时查询、管理数据信息的需求。

2.3 使用安全存在隐患

区块链虽然采用了共识机制、加密算法等技术降低使用区块链的安全风险,但是关于区块链遭受攻击等相关的安全问题仍频频发生。安全问题存在隐患,主要表现为以下3个方面:①区块链存在51%的算力攻击风险,若系统中的恶意节点控制超过50%算力并发起相应攻击,区块链上的数据就有被篡改的可能,即使目前来看,攻击成功的可能性在公链上较低,但是在节点相对较少的联盟链和私链上,攻击成功的可能性要更高,信息数据易被篡改;②区块链技术虽然有匿名性的特点,具有一定的隐私保护能力,但是针对现有区块链快速发展起来的一些跟踪和分析技术仍然会威胁到个人的隐私安全,致使信息泄露;③丢失和泄露私钥,私钥能够认证区块链上的交易与数据信息,目前还没有技术能恢复丢失或泄露的私钥,如若丢失或泄露,个人信息财产将会面临损失。

面对区块链应用在高等教育领域中产生的安全挑战,应制定合理的机制保护数据安全:①在构建联盟链和私有链时,在全网合理配置节点,谨防个人或机构出现51%的算力攻击系统;②设置管理权限,通过利用非对称加密算法对数据进行加密处理,使只有对应私钥的用户才能够查看师生及教育部门的信息,以保护师生的个人隐私信息;③设计完善的私钥备份机制,提高安全意识,以防私钥丢失或泄露。

2.4 虚拟教育数据产权尚未明确

在传统的高等教育模式下,教育数据资源的保管都是由相关的教育机构和部门负责,并不会发生教育信息数据的产权纠纷。但基于区块链去中心化的特征,区块链上的所有数据都是分布式存储和记录,不存在传统意义上的某个单位或机构集中存储管理教育数据,这使得虚拟教育数据的所有权和使用权模糊。如果这些问题不能够妥善解决,区块链技术在高等教育领域中的应用将寸步难行。

为了防止区块链内所存储教育数据因所有权、使用权等权利不清晰而产生一些问题,政府部门需制定教育虚拟数据归属标准体系,明确数据的归属权不归属于第三方平台,而应该归属于教育管理部门、教师和学生。数据的使用应该得到所有者的授权,使用数据后所产生的收益需要制定明确的利益分配方案。只有制定好相应的规则和分配方案,才能够减少甚至消除教育参与者及利益相关者的顾虑,促进区块链在高等教育领域中的使用。

3 区块链在高等教育中的应用展望

对高等教育而言,区块链是一种能够促进教育改革、重塑教育生态的新型技术。尽管目前区块链技术尚未高度成熟,但是瑕不掩瑜,区块链和高等教育的耦合也是高等教育未来的发展趋势,它在教育信息管理、教育资源共享、终身学习体系、促进高等教育民主化4个方面为高等教育带来了新的发展契机。区块链在高等教育中的应用路径如图1所示。

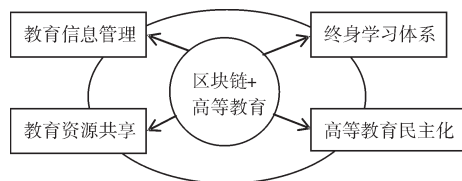


Fig. 1 Blockchain application path in higher education

图1 区块链在高等教育中的应用路径

3.1 基于区块链的教育信息管理系统

3.1.1 教育信息存储

随着信息化时代的到来,教育信息的存储方式发生了很大改变。曾经,学生大部分数据资料都是记录在纸上,存在保存不便、容易丢失和容易篡改等问题。当信息化的浪潮涌向教育领域后,小到院系的数据管理平台,大到国家级别的教育信息服务平台,网络和硬盘中记录存储了海量的学生个人信息、学籍资料、考试成绩、实践经历等,个人隐私和数据安全成为新的问题。而区块链作为一个分布式账本,能够将教育信息存储在全世界数以万计的网络节点中,并基于区块链技术的智能合约、共识机制,使得教育数据不仅不能够被轻易篡改,还能够减少教育平台为建立数据库所花费的成本。学习者的学习过程也会被记录下来,基于此可建立起完整的智能档案,关注学生发展。国外在该方面进行过积极探索,值得借鉴。2015年,美国旧金山的霍伯顿学校(Holberton School)已尝试用区块链存储教育数据,并宣称从2017年起,有关学业证书的记录都将以区块链的方式记载下来。尼科西亚大学(University of Nicosia)将学生的学习成果储存在区块链中,以保证信息记录的安全可靠^[10]。

3.1.2 学历学位证书认证

区块链通过非对称数字加密技术以及共识机制实现数据信息的安全防篡改,通过时间戳实现数据的可追溯和永久储存,从而为解决教育记录的安全性、永久性、可信性提供了最佳路径^[11]。如果越来越多的政府部门、学校、企业使用区块链技术认证学生的学历学位信息、个人档案等相关信息,将使伪造文凭的可能性微乎其微,学生们再也不用担心自己的信息资料丢失或遭到篡改。同时,国际间的教育记录认定将会充满信任,也更加高效。美国麻省理工学院于2015年开始研究基于区块链技术的电子证书,并

试图将适用范围扩散到除学生以外的更广泛的社会群体中,使得学生个人的学习过程和学历证书公开透明,减少认证成本。2018年,世界上第一所区块链大学伍尔夫大学(Woolf University)在英国牛津大学诞生^[12],这所大学没有实体校园,所有的课程都是在线上进行。在学生修完所有课程并获得学分后,便可以获得国家承认的学位,学历信息将会被记录在区块链中。

3.2 基于区块链的教育资源共享系统

3.2.1 教育资源全球共享

区块链有着去中心化和分布式存储的特点,与以往传统教育资源平台不同的是,区块链技术不需要第三方提供的信用支持或者平台支撑就能在全球范围内实现点对点的传播。尽管MOOCs、维基百科等互联网教育资源平台席卷全球,降低了人们获取知识的门槛,成为人类分享知识、课程的主流平台,但仍然采用传统基于平台的用户订阅模式,各平台间的资源互不流通,整个系统间的资源利用和效益并未达到最大化。而以区块链技术为基础,能够打造一个资源互通、开放联动的教育资源共享体系,实现全球的教育资源流动。教师可以在全球范围内将自己的课堂视频、学习资料发布至全球,学生可以将自己的教育经历、学习工具、学习成果在网络上分享,教育机构可以根据所共享的数据完善自己的课程计划、学分制度等,有助于防止教育资源浪费,提升资源利用效率,解决“信息孤岛”问题。

3.2.2 教育资源版权保护

在高等教育中,高校教师的教学课件、科研成果等智力成果被剽窃、抄袭、改编的案例不计其数。由于网络监管薄弱、溯源较难,用户个人为自己智力成果的产权维权存在一定困难,严重影响了资源创作者的积极性和分享意愿。然而借助区块链的可追溯性、安全性、透明性等优势能够很好地解决该问题,资料上传者可以在区块中写入自己的版权信息,并且每个资源都会有独立的时间戳,不论资源被其他用户转载多少次,通过时间戳可以追溯到最原始的信息资料,每个环节都公开透明。如果发生资源剽窃现象,资源所有者也能很快地通过区块进行追溯、取证,从而保护资源的所有者权利。美国纽约Mine Labs公司就开发了基于区块链技术的元数据协议Mediachain以实现数据资源的有效保护^[13]。基于区块链技术,未来全球用户都可以更高效地实现优质资源共享。

3.3 基于区块链的终身学习体系

3.3.1 学分互认的学分银行

为了构建学习型社会,贯彻终身学习理念,“学分银行”的概念被提出。“学分银行”指突破传统专业、学校限制,不同的教育类型通过学分的认定、储存、累计与转换调动学习者的学习积极性,使学习者能够持续学习的新型教育管理制度。学分银行遵循“以人为本”理念,管理方式灵活,充分考虑学习者的各种个性化需求,支持学习者以各种方式进行学习,给学习者带来了大量的学习机会。但是,面对如此庞大的用户群体,要使学分银行能够达到其

应有的效果,除相关政策法规的支持与运行机制,还需要强有力的技术支持和信息管理平台作为战略支撑。将区块链技术引入学分银行建设,教育机构或者企业就可基于区块链的共识机制从学分银行获取相应教育机构的公钥并对学习者的学习成果进行解密,密文和公钥对比通过就能够获得相应学分,实现学分认证,学习者可以修完相应学分后便可拿到相应的学历或证书,提高了认定效率。学习成果验证流程如图2所示。

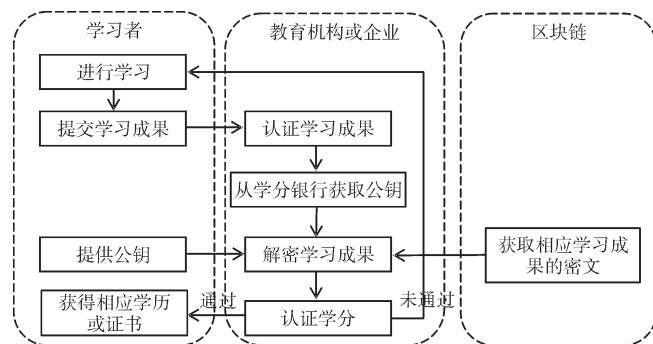


Fig. 2 Flow of verification of learning outcomes

图2 学习成果验证流程

3.3.2 “代币化”的学习机制

美国著名的智库机构“未来研究院”(Institute for the Future)和ACT基金会(ACT Foundation)提出了“学习及收入”(Learning is Earning)的计划,以及“学习账本”和“教育区块链”的概念。具体而言,学生所学内容和成果会被记载在教育区块链中,而教育区块链可以转让或者赠送给其他人,学习账本会追踪区块链内所存储的知识和技能情况,区块链中所记载的数据会由于区块链自身的特性得以永久保存且难以被篡改。在这样的环境下,学生所获得的知识和技能可以转化为数字货币,通过学习赚取一定收入,提高学生的学习积极性,还能够通过学习账本展示个人的学习成效与兴趣爱好,分享给企业,帮助企业招聘到合适的求职者。在实践中,坎布里亚大学、德雷珀大学、尼科西亚大学等大学已经支持用数字货币支付学费;首尔科学综合研究生院(aSSIST)的在校生和毕业生均可根据学习成果获得加密货币奖励。学生毕业后也可以继续使用加密货币,以听取区块链、人工智能等最新技术和经营知识的在线课程^[14]。

3.4 基于区块链的高校民主化管理模式

民主管理是现代大学制度的特点之一,要想促进我国高校治理体系和治理能力现代化,保障高校运行的效率与协调性,需在高校中贯彻落实民主管理,而区块链技术可以作为突破僵化的科层制的着力点。一方面,区块链技术可以在教师和学生之间建立许可链,加强沟通,针对学生存在的困难问题进行个性化指导,优化教学过程,提高教学效果与质量;另一方面,区块链可以改变过去高校各管理部门信息不统一、无法实现数据实施共享的问题,整合不同部门的数据,在去中心化技术支持下,各部门能够共享资源,从而告别“信息孤岛”,并减少管理成本,提高办事

效率,增强流程的透明性,实现多元主体共同参与监督与管理,加速高等教育民主化管理进程。

4 结语

区块链技术的广阔前景给予了人们无限的憧憬和向往,区块链技术和高等教育的耦合是高等教育适应信息化时代变革的必然要求,区块链也将与物联网、人工智能、大数据等新一代信息技术相互融合、共同发展。尽管目前区块链技术并未成熟,仍有很多技术、制度等方面的问题有待探索和突破,但随着工具在教育领域应用的不断深入,需警惕技术在教育应用中产生的异化,在技术使用过程中保持冷静和敏锐,使自身成为技术的主宰者而不是服从者。因此,在技术应用中需把握合理的尺度,既要使教育参与者在全球化背景下突破时空限制享受科学技术带来的知识盛宴,又要关注人的个人价值的立足空间,在不断演化的过程中实现技术与教育的动态平衡与和谐共生。

参考文献:

- [1] YUAN Y, WANG F Y. Blockchain technology development status and prospect [J]. *Zidonghua Xuebao/Acta Automatica Sinica*, 2016, 42(4):481-494.
袁勇,王飞跃. 区块链技术发展现状与展望[J]. *自动化学报*, 2016, 42(4):481-494.
- [2] ZHOU P. White paper on blockchain technology and application development in china [R]. Beijing: China Blockchain Technology and Industry Development Forum, 2016:36-37.
周平. 中国区块链技术和应用发展白皮书[R]. 北京:中国区块链技术和产业发展论坛, 2016:36-37.
- [3] General Office of the Ministry of Education. Key points of educational informatization and network security in 2020, Department of Education and Science and Technology [2020] No.1 [EB/OL]. http://www.ict.edu.cn/news/jrgz/xxhd/n20200305_66025.Shtml.
教育部办公厅.《2020年教育信息化和网络安全工作要点》教科技厅[2020]1号文[EB/OL]. http://www.ict.edu.cn/news/jrgz/xxhd/n20200305_66025.Shtml.
- [4] NAKAMOTO, S. Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system [EB/OL]. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>, 2008.
- [5] HE P, YU G, ZHANG Y F, et al. Survey on blockchain technology and its application prospect [J]. *Computer Science*, 2017, 44(4): 1-7.
何蒲,于戈,张岩峰,等. 区块链技术与应用前瞻综述[J]. *计算机科学*, 2017, 44(4): 1-7.
- [6] China Academy of Information and Communications Technology. Blockchain white paper (2009) [R]. Beijing: China Academy of Information and Communications Technology, 2019.
中国信息通信研究院. 区块链白皮书(2019) [R]. 北京:中国信息通信研究院, 2019.
- [7] SHI Q. Impact of blockchain technology on higher education in China in the future [J]. *Exploration of Higher Education*, 2018, 34(10): 5-13.
史强. 区块链技术对未来我国高等教育的影响[J]. *高教探索*, 2018, 34(10):5-13.
- [8] Hebei News Network. The Beijing-Tianjin-Hebei big data education blockchain pilot area was launched in Langfang [EB/OL]. http://www.cac.gov.cn/2018-10/22/c_1123595114.htm, 2019.
河北新闻网. 京津冀大数据教育区块链试验区在廊坊启动 [EB/OL]. http://www.cac.gov.cn/2018-10/22/c_1123595114.htm, 2019.
- [9] YANG X M, LI X, WU H Q, et al. Application modes and practical challenges of blockchain technology in the field of education [J]. *Modern Distance Education Research*, 2017, 30(2):34-45.
杨现民,李新,吴焕庆,等. 区块链技术在教育领域的应用模式与现实挑战[J]. *现代远程教育研究*, 2017, 30(2):34-45.
- [10] University of Nicosia. MSc in digital currency [EB/OL]. <http://digitalcurrency.unic.ac.cy/free-introductory-mooc/academic-certificates-on-the-blockchain/>, 2016.
- [11] QU Y F, QIN G Y, KONG K, et al. Blockchain technology on education reform [J]. *China Electronic Education*, 2020, 41(7): 51-57.
曲一帆,秦冠英,孔坤,等. 区块链技术对教育变革探究[J]. *中国电化教育*, 2020, 41(7):51-57.
- [12] Woolf University. Woolf University introduction [EB/OL]. <https://woolf.university/#/about>, 2018.
- [13] LI X, YANG X M. Application of blockchain technology to build a new ecology of open education resources [J]. *China Distance Education (Comprehensive Edition)*, 2018, 6: 58-67.
李新,杨现民. 应用区块链技术构建开放教育资源新生态[J]. *中国远程教育(综合版)*, 2018, 6:58-67.
- [14] Seoul University of Science and Technology. The first university in South Korea to try "blockchain + education" will issue cryptocurrency [EB/OL]. <http://www.assist-cn.com/>, 2020.
首尔科学综合大学院大学. 韩国首家试水“区块链+教育”的大学将发行加密货币 [EB/OL]. <http://www.assist-cn.com/>.
- [15] ALAMMARY A, ALHAZMI S, ALMASRI M, et al. Blockchain-based applications in education: a systematic review [J]. *Applied Sciences*, 2019, 9(12):2400.
- [16] FEDOROVA E P. Application of blockchain technology in higher education [J]. *European Journal of Contemporary Education*, 2020, 9(3):552-571.
- [17] ZHU Y. Cold thinking under hot technology: rational review of blockchain application in education field [J]. *Research in Lifelong Education*, 2020, 31(3): 34-40.
朱祎. 热技术下的冷思考:区块链在教育领域应用的理性审视 [J]. *终身教育研究*, 2020, 31(3):34-40.
- [18] LIU Y G, OU M J, LIU R. Research on the credit management system of university alliance based on blockchain [J]. *Software Guide*, 2020, 19(11): 120-125.
刘永贵,欧梦吉,刘瑞. 基于区块链的高校联盟学分管理系统研究 [J]. *软件导刊*, 2020, 19(11):120-125.
- [19] LIU T, YANG J Z. Research on higher education learning evaluation based on blockchain technology [J]. *Software Guide*, 2020, 19(5): 242-246.
刘通,杨进中. 基于区块链技术的高等教育学习评价探究 [J]. *软件导刊*, 2020, 19(5):242-246.
- [20] WU Y H, CHENG G X, CHEN Y Y, et al. Research status, hot points analysis and development thinking of "blockchain + education" at home and abroad [J]. *Journal of Distance Education*, 2020, 38(1):38-49.
吴永和,程歌星,陈雅云,等. 国内外“区块链+教育”之研究现状、热点分析与发展思考 [J]. *远程教育杂志*, 2020, 38(1):38-49.