

# 基于区块链技术的学生综合素质评价系统设计\*

□郑旭东 杨现民

**摘要:** 学生综合素质评价是推动新时代育人方式和评价系统综合改革的关键。我国经过10余年的学生综合素质评价探索,基础教育的育人方式和高校招生考试改革均有较大转变,但也存在综合素质评价效用不高、权责不清、客观公正不足、安全可靠不敷等问题。区块链作为一种新型的分布式数据存储技术,具有去中心化、点对点传输、共识机制、加密防伪和智能合约等技术优势。构建和应用基于区块链的学生综合素质评价系统,不失为解决学生综合素质评价问题的一条有效途径。基于Hyperledger Fabric设计的学生综合素质评价系统架构包括基础设施层、网络层、共识层、数据层、智能合约层、接口层和应用层,可在宏观治理层面支持弱中心化的评价联盟运行,在中观评价层面实现安全、可信、溯源的数据录入,评价实施,结果查询与应用等评价过程。但建设和应用基于区块链的学生综合素质评价系统是一项系统性工程,需要不断明确和解决理念、技术、数据、算法、制度等方面的问题。

**关键词:** 综合素质评价;区块链;教育大数据;人工智能;系统设计

**中图分类号:**G434 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-5195(2020)01-0023-10 doi:10.3969/j.issn.1009-5195.2020.01.003

\***基金项目:** 江苏省社科基金一般项目“教育政务数据的开放共享机制设计与风险防控研究”(19JYB003)。

**作者简介:** 郑旭东,博士,讲师,江苏师范大学智慧教育学院(江苏徐州 221116);杨现民(通讯作者),博士,教授,博士生导师,江苏师范大学智慧教育学院(江苏徐州 221116)。

## 一、引言

自2006年教育部要求中小学实施综合素质评价以来,经过10余年全国各级教育部门的推进落实,我国学生的综合素质评价已取得较大进展。特别是2014年国务院发布了《国务院关于深化考试招生制度改革的实施意见》,明确提出“评价要能反映学生德智体美全面发展情况,并作为学生毕业和升学的重要参考”“要建立规范的学生综合素质档案,客观记录学生成长过程中的突出表现,注重社会责任感、创新精神和实践能力”,并进一步明确了评价内容,包括学生思想品德、学业水平、身心健康、兴趣特长、社会实践等方面(中华人民共和国中央人民政府,2014)。至此,我国确立了学生综合素质评价在新高考改革中的地位,评价结果也成为高校招生录取的重要参考。

时隔5年,为了深化落实全国教育大会精神,进一步推进高中新课程改革和高考综合改革,国务院于2019年6月发布了《关于新时代推进普通高中育人方式改革的指导意见》(以下称为《意见》)。《意见》在提出要加强综合素质评价的基础上,进

一步明确要求“强化综合素质培养”,包括改进科学文化教育、强化体育锻炼、加强美育工作、重视劳动教育等方面;也提出要“以省为单位建立学生综合素质评价信息管理系统”“建立健全信息确认、公示投诉、申诉复议、记录审核等监督保障与诚信责任追究制度”(中华人民共和国中央人民政府,2019)。以上要求标志着综合素质评价将成为学生全面发展的重要导向,学生综合素质评价过程也将向信息化、数据化、智能化转变。

当前快速发展的大数据、人工智能、物联网和区块链等技术,为构建学生综合素质评价系统,推动信息化评价过程提供了关键技术支撑。特别是区块链作为一种新型的分布式数据存储技术,具有去中心化、点对点传输、共识机制、加密算法和智能合约等技术特征,已成为解决金融等领域有关信用、安全、追责等问题的有效技术方案。习近平总书记在2019年10月24日开展的中央政治局第十八次集体学习时强调,“要把区块链作为核心技术自主创新重要突破口”“要积极推动区块链技术在教育……等领域的应用,要探索利用区块链数据共享模式”(习近平,2019)。综上可见,基于区块链技

术构建学生综合素质评价系统,有效推进基于教育大数据评价过程的诚信化、有效性、可靠性和安全性,化解传统学生综合素质评价中的弊端,促进学生综合素质发展和高考综合改革的深化落实,已成为当前理论和实践研究的重要趋势。

## 二、学生综合素质评价与区块链

### 1. 学生综合素质评价及存在的问题

10余年来,学生综合素质评价对我国基础教育的育人方式转变、高校招生考试改革、学生综合素质发展有较大促进作用。但不容忽视的是,以往的学生综合素质评价通常采用传统人工方式或借助普通信息技术,开展记录信息、整理遴选、公示审核、形成档案和实施评价等一系列活动,因而也容易带来一些问题。

测评效用不高。党的十八届三中全会明确提出,要全面推行初高中综合素质评价,并逐步将学生综合素质评价纳为高校高考招生录取的指标之一。现如今,学生综合素质评价结果虽然作为高校招生的参考,一定程度上促进了国内高考考试改革,但其评价结果的应用成效并不高,主要原因如下:第一,学生综合素质评价的本质是“育人”,根本目的是关注与促进学生的成长与发展过程,提供过程性、发展性的评价和引导。但不少基础教育学校并未将其落实到日常的教育过程中,学生综合素质资料的遴选和评价存在临时突击,甚至是捏造事实的问题(刘志军等,2018)，“以评价促发展”的应用效果不高。第二,将综合素质评价结果用于招生考试是综合素质评价的生命力所在(辛涛等,2019)。但由于学生综合素质评价中易出现评价过程不规范、评价结果可信度不高等问题,使高校招生录取常出现“软挂钩”,甚至是“不挂钩”的问题,综合素质评价促进招考改革的成效不理想,也对后续综合素质评价的实施形成抑制,不断产生非良性循环。

测评权责不清。当前学生综合素质评价中存在的权责不清问题,主要表现在以下方面:第一,评价主体不明确。教育部和各省市关于学生综合素质评价的规定和建议,基本是从宏观视角对评价主体做了规定或建议,尽管均提倡根据现实情况实施多元主体评价,但实施评价的主体基本是以学生、教师(包括班主任和任课教师)、学校和家长为主(刘丽群等,2018),高等院校和社会组织参与较少,

尚未形成明确的评价主体构成机制。第二,评价主体的“合法性”不高。学生的综合素质评价结果与其能否被高校优先录取及未来发展密切相关。而现行综合素质评价主体,多与学生有直接或间接的利益关系,如同由“运动员和教练员”共同组成的“裁判组”,有着纠缠不清的评价利益、权利和责任关系,评价主体的“合法性”不高。第三,评价权重和责任不明晰。尽管不同评价主体可从不同视角做出多维度评价,但不同评价主体的评价权重及应承担的责任存在不明晰的问题。

客观公正不足。第一,评价内容以质性活动资料为主,难以全面而精准刻画出学生的综合素质水平。一方面,记录质性活动资料易于出现夸大吹嘘、捏造事实和弄虚作假的问题,难以保证学生成长档案的客观性和真实性(刘志军等,2018)。另一方面,尽管电子化档案已被不少地区采用,但学生活动资料的采集流程遵循学生先提交后遴选的程序,难以确保学生活动资料的客观性和过程性。第二,评价手段以主观评判为主,难以确保评价结果的客观公正。在具体的评价环节中,虽然施评者依照一定的评判指标或标准进行评价,但仍存在对评价指标或标准的理解主观性,不同的施评者会基于主观理解或自身经验做出自认为客观的主观评价。同时,学生综合素质评价将对学生的升学和未来发展形成影响,而学生、家长、教师和学校作为施评者,均是评价结果的利益相关者,很难确保每一位施评者做出客观公正的评价。

安全可靠不敷。在当前的学生综合素质评价中,国内主要采用纸质和电子档案袋来记录学生的综合实践与发展活动。在信息技术的支持下,电子档案袋在评价资料的记录、储存、管理,以及反复浏览和施评环节有一定优势,但安全可靠方面还存在不足。第一,传统信息技术创建的电子档案袋等电子数据库,只是纸质档案袋的电子化,并未从本质上改变综合素质评价的过程,未能实现基于电子数据信息的智能化分析与评价,并不能消减评价中的不可靠、不诚信等问题。第二,传统信息技术的加密算法相对简单,信息数据安全等级不高,而且信息资料和评价数据的中心化存储和传输,存在泄露和篡改的风险,如计算机病毒感染和黑客攻击对数据安全形成的威胁。第三,传统信息技术的使用,还未深度融入数据治理的技术理念,没有实现数据流驱动评价工作流程的透明分工和权责明晰,

难以对评价数据的传输、存储及评价过程进行实时监控、风险预警和溯源追责。综上,在智能时代的学生综合素质评价中,亟需采用去中心化、匿名传输和防伪等级更高的区块链技术,提升学生综合素质评价及结果应用等一系列环节的安全可靠。

## 2. 区块链的技术原理与核心技术优势

### (1) 区块链及其技术原理

区块链本质上是一个庞大且不断增长的分布式账本 (Ledger), 也可理解为通过密码学算法将多个相连的数据块 (区块) 加密连接后形成的数据结构, 每个区块包含前一个区块的加密散列、时间戳和事务数据。区块链能有效、可验证和永久地记录用户双方之间的交易, 可以防止数据信息被篡改和伪造, 允许用户不经过第三方的权威认证, 开展有效可信的合作 (杨现民等, 2017)。区块链的形成主要包括创世区块、主链和孤立块三部分。创世区块 (Genesis Block) 是区块链里的第一个区块, 是区块链中所有区块的共同“祖先”, 对任一区块链进行循链回溯, 最终都将回归到创世区块。主链 (Main Chain) 是正式上线、独立自主的区块链网络, 是区块链社区公认的可信区块链网络, 用户可以在链上部署合约和协议, 其交易信息被全体成员所认可。孤块 (Orphan Blocks) 是在区块链的维护过程中, 因区块分叉而不在主链 (算力最大的链) 上所被遗弃的数据块。

主链是由时间节点连续的数据区块连接所形成的链式结构, 而每个数据区块又由区块头和区块两部分构成, 如图1所示。区块头主要包含以下元数据 (谢辉等, 2019): 用于连接前一区块 (父区块) 和后一区块 (子区块) 的数据; 时间戳和随机数 (Nonce) 等; 用以快速归纳和校验区块数据存在与完整性的 Merkle 根数据; 版本号、难度值等数据。区块体主要记录和存储了一定时间内生成的详细数据, 如当前区块经过验证, 以及区块创建过程

中生成的所有交易记录或其他信息, 故可将其理解为账本的一种表现形式。如图1所示, 区块01中的所有交易信息都将被加密编码、存储和快捷校验, 既能确保数据不被篡改, 也可对区块数据进行定位和溯源。

### (2) 区块链的核心技术优势

第一, 去中心化与分布存储。区块链的核心技术是分布式账本, 以弱中心、多中心、甚至是去中心的方式来记录和存储数据信息。区块链通过去中心的分布式账本技术, 能极大地削弱或去除中心节点的数据管理权限。虽然, 归属于相同网络中的所有节点在理论上都可获取数据账本, 但在实际的应用中, 可以通过公开密钥、私有密钥和数字签名实现对账本访问权限的有效控制 (杨现民等, 2017)。另外, 去中心化与分布存储也能有效防止故障和恶意攻击, 也不会由于单点故障或失效而降低整个系统网络的可靠性, 进一步确保了数据的安全获得。

第二, 高度加密与防伪溯源。对数据进行加密主要通过对称或非对称两种加密方式实现。在以往的信息技术应用领域, 通常采用对称加密技术对数据加密, 即加密和解密采用的是同一个密钥, 难以高度确保加密数据的安全性。区块链采用的是非对称加密算法, 即对数据加密和数据解密分别使用公开密钥和私有密钥, 并且在使用过程中必须配对使用。公开密钥为区块链网络上的所有人可知, 确保了账本信息的透明性; 但由于私有密钥只有持有人可知, 则极大地确保了数据隐私信息的高度安全性。就现有算力而言, 难以通过公有密钥穷举破译私有密钥, 可保证区块链数据在存储和传输中的高度安全。另外, 区块链上每一次数据信息的录入与存储, 都会形成对应的时间戳, 支持对数据信息的溯源验证, 确保数据安全和追责。

第三, 智能合约与不可更改。智能合约是用程序语言编写的商业合约, 在预定条件满足时, 能够自动

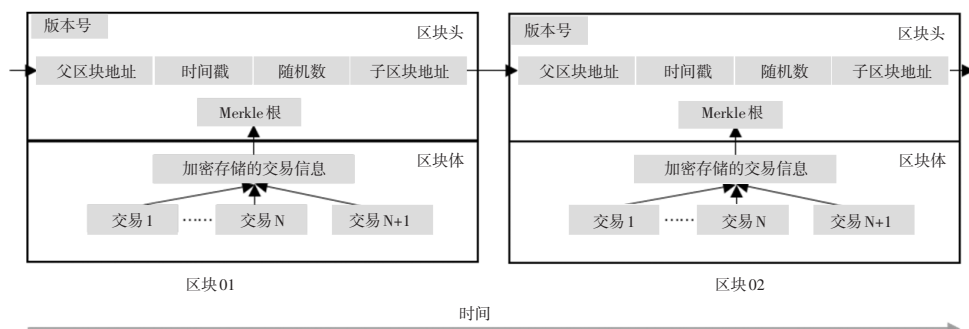


图1 基于区块链的学生综合素质评价系统框架

强制的执行合同条款,实现“代码即法律”的目标(邵奇峰等,2018)。运行于区块链系统中的智能合约,实际上是对区块链上的交易逻辑和访问规则进行了定义,拓展了区块链的上层应用功能,即依照智能合约来开展和直接完成交易,无需任何第三方机构支持,极大地简化了交易和监管过程。另外,由于发生于区块链上的所有交易操作,都需要用户的数字签名,而且交易一旦录入到区块链上,任何人都不能否认、更改、删除、篡改和逆转。区块链还具有一套共识机制,只要没有掌握51%的算力来攻击区块链,也就无法操控和修改区块链上的数据信息,进一步确保了智能合约与交易数据的有效性。

综上所述,若要弥补或解决当前学生综合素质评价中的主要问题,可充分发挥区块链的核心技术优势,构建和应用基于区块链的学生综合素质评价系统,并达成以下目的:第一,推进学生综合素质评价中的管办评分离,厘清评价主体间的权责关系,提升教育教学评价和招考中的治理能力。第二,确保学生综合素质评价数据资料和评价结果的安全存储和加密传输,保证从活动资料的遴选、录入、评价和招考等一系列环节的透明性,并能对各个流程环节进行溯源追责。第三,可不断拓展评价系统的上层应用,按需获取学生在正式或非正式教育教学中的活动数据信息,而非单纯依靠学生主动录入,提升展现学生综合素质水平的活动数据数量、客观性和真实性。第四,促进学生综合素质评价的更广泛应用,为未来的高校招录、求职和人才雇佣提供高可信证明。

### 三、基于区块链技术的学生综合素质评价系统

#### 1. 总体设计思路

第一,构建理念。一方面,要以“立德树人”为教育指导思想,深化与落实学生德智体美劳全面发展,通过学生综合素质评价系统为学生的成长成才,提供客观、可信的增值性与过程性评价。另一方面,要坚持以评价活动促进高校招考录取改革,根据精准、可信、公正的学生综合素质画像,为他们未来接受高等教育乃至开展职业规划,提供权威可信的参考。

第二,技术架构。其一,要以区块链技术为核心,确保数据信息的高度可信、防伪溯源、安全可靠,弥补以往综合素质评价中“谁应用,谁评价”带来的诚信问题(樊亚娇,2016)。同时,也要以云

计算、大数据、人工智能为关键支撑,保障学生综合素质系统能够采集、存储和分析多源数据。其二,学生综合素质评价涉及学生活动隐私、教育管理数据和高校招生录取等不宜广泛公开的信息数据,而在区块链的公有链、私有链和联盟链三种技术中,唯有联盟链既可实现评价系统的去中心化,确保若干教育机构共同参与管理评价过程,也允许连接到系统内的教育机构实施评价和查询结果,从而保证系统内的学生隐私和数据安全。其三,由于综合素质评价系统将采用先进的区块链和人工智能等技术,而以当前教育领域的资金、技术和人员投入来看,建设全新的区块链框架不具有现实性,故可优先采用目前相对成熟的区块链技术框架来建设学生综合素质评价系统。

第三,应用管理。评价系统要坚持开环运行和开放应用接口。一方面,要能按需合理接入教育管理与教学数据系统,如学生德育水平、艺体特长、诚信状况、心理发展等测评与评价系统,提升学生综合素质评价的个性化、全面化、精准化。另一方面,要使学生的综合素质评价系统能够与网络学习空间对接,为学生在日常的改善发展中提供参考依据和反馈建议,家长和学校的及时干预也有据可循。另外,要基于评价系统推进学生综合素质评价的管办评分离,以可信、可靠的评价数据流推动评价工作从管理向治理转变。

#### 2. 评价系统架构

超级账本 Hyperledger 是一个完全公开、共享、透明和去中心化的平台,由 Linux 基金会牵头,包括 IBM、英特尔、思科、华为等 30 家初始企业成员共同成立。Hyperledger Fabri 是超级账本的核心,其本质上是一个分布式共享账本,能为开



图2 基于区块链的学生综合素质评价系统框架

发区块链应用与解决方案提供优秀的基础支持。Hyperledger Fabri在结构上采用高度模块化设计,成员服务管理完备,还可灵活插拔共识协议,能有效提升系统平台的维护扩展,切实保障用户的数据隐私安全,是构建与实现联盟链的优秀区块链底层引擎(Cachin, 2016)。根据学生综合素质评价系统的总体设计思路,本文基于Hyperledger Fabri对学生综合素质评价系统架构进行了设计,自下而上包括基础设施层、网络层、共识层、数据层、智能合约层、接口层和应用层,如图2所示。

**基础设施层。**基础设施层为上层推动的综合素质评价提供基础服务,将虚拟化的计算资源、存储资源和学生活动数据资源,通过网络提供给用户使用和管理,具体包含了以下功能:第一,基于新一代高速网络、5G、物联网、泛在网等技术,对学生综合素质活动数据信息的实时采集和高速传输。第二,通过安全的教育云服务器和高性能存储技术,实现对学生综合素质活动数据、评价结果、招录应用等数据的汇聚、储存、分发。第三,通过集群管理与自动化运维技术,优化基础设施层的服务能力,为评价系统的良好运行提供可靠保障。

**网络层。**网络层可为区块链网络上的节点与节点之间的信息交流提供通信支持。网络层主要包括以下功能模块:第一,节点(Peers),即提交交易并维护分布式账本状态的实体节点。不同的节点之间可以构成组织,不同的组织又可构成区块链网络。第二,排序者。排序者在客户端和节点之间创建共享通信渠道,并负责将区块链交易(如学生综合素质评价结果)打包成区块发送给对应节点。第三,客户端,即代表用户(如学生)向区块链网络提交事务(如活动数据录入)的应用程序。第四,CA认证。为注册成功的节点和用户合法加入联盟链的CA证书。第五,Gossip协议。Gossip协议是P2P网络中获取和同步数据信息的协议,可用于获取成员信息、获取及推送账本更新信息等(陈永丰, 2018)。

**共识层。**共识层主要通过共识机制实现区块链上所有节点数据记录的同步与一致,确保区块链系统的信息透明和数据共享。在Hyperledger Fabri中,共识机制主要分为两类(Cachin, 2016):第一,提供交易管理的共识机制,主要使多个节点在某一笔交易(如向系统录入学生的综合素质活动数据)的发生顺序、合法性以及它们对账本状态的更

新结构上达成一致的观点,主要经过背书签名、排序分发、验证过程实现。第二,提供成员管理服务的共识机制,主要为区块链网络上的各种实体如学生、基础学校、省市管理部门、高校等主体提供身份验证,并获得实现权限管理的身份证书。

**数据层。**学生综合素质评价系统的数据层,既包括区块头中的时间戳、随机数、Merkle根数据、链式结构等数据;又包括区块体中加密存储的交易信息,如学生学习与实践的活动数据、评价结果数据,以及评价结果的查询应用数据等。

**智能合约层。**数据层完成对区块数据的封装后,智能合约层通过智能合约(程序语言编写的商业合约)进一步对区块数据进行分封装。如对区块中某一学生的综合素质评价结果进行智能合约封装,无需任何第三方提供支持,可以确保该学生综合素质评价结果不被篡改和删除,极大地简化了学生综合素质的评价与监管过程。在本系统中,智能合约层可以包括学生活动数据录入合约、评价合约、认证合约、查询合约和招录合约等。

**接口层。**通过接口层提供的统一API、SDK、CLI和xAPI,可为来自基础学校、省市管理部门、高校、第三方机构的不同用户,提供上层应用和下层数据的调用与访问,满足不同用户在综合素质评价与应用过程中的差异化需求,如对不同用户主体的权限管理。此外,通过接口层提供的多元化接口,可按需接入或灵活撤出教育教学应用系统(任友群等, 2018),如网络学习空间或优秀的综合素质教育产品。

**应用层。**应用层处于学生综合素质评价系统的最上层,主要包括三个方面的应用:学生活动信息的采集与录入、对学生综合素质水平进行评价,以及综合素质评价结果的查询应用(包括对学生综合素质发展状态的查询、反馈与提升,为高校招生录取和未来用人单位的雇佣提供参考凭证)。

综上所述,本文基于区块链技术构建的学生综合素质评价系统,具备以下核心功能:第一,学生学习和实践活动数据的记录与存储功能。一方面可将学生的关键或代表性事件或获奖情况记录在分布式账簿上;另一方面,可通过物联网和教育大数据技术,采集学生在在线学习平台或实景场景中的学习实践经历数据。第二,基于学生活动数据实施综合素质评价,并将评价结果加密传输和存储,便于高校招生录取或雇佣单位查询应用评价结果。第

三,本系统以联盟链为核心,既确保了学生教育隐私数据在整个网络上的隐私,也促进了与评价相关的各组织机构之间的共同治理。第四,本系统框架采用模块化设计和开放接口,能够确保系统平台的开环运行,依据未来综合素质评价的实际需求,与未来各类教育机构或教育教学系统平台对接,不断完善基于教育大数据的智能化评价过程。

### 3. 系统运行机制

学生综合素质评价是面向全国基础教育在校生开展的,而我国不仅基础学校众多、学生群体庞大,东中西部各省市的教育发展也存在不平衡现象。面对以上现状,学生综合素质评价系统的运行机制需要满足以下需求:一方面,系统运行机制要能以技术方式支持构建综合素质评价领域的共治联盟,在全国范围内推进可信、可靠、安全的评价与高校招录。另一方面,在去中心的综合素质评价联盟中,评价系统还应满足各省层面的学生综合素质评价改革与治理过程,从省级层面推进区域化的评价改革探索,如东部发达省市可优先探索使用人工智能技术评价学生的综合素质。本文构建的学生综合素质评价系统以联盟链为核心,能在系统功能运行机制的宏观与中观层面满足以上需求,如图3所示。

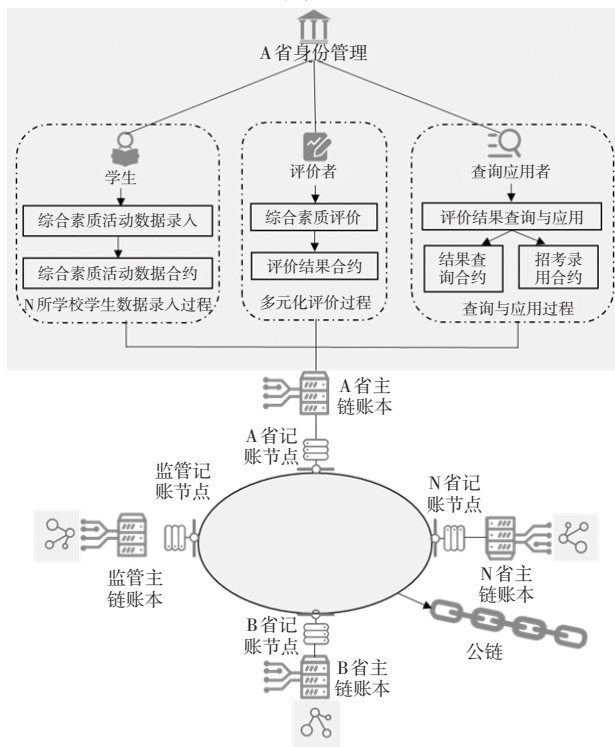


图3 基于区块链的学生综合素质评价系统运行机制  
(1) 宏观治理机制:弱中心化的评价联盟运行联盟链本质上是一个广泛的治理共同体,是某

一领域群体或组织内部使用的区块链,其记账节点在组织内部进行选定,链上节点的添加与删除通过联盟链共识机制决定(杨兵等,2019),具有半公开、弱中心或多中心的特点。在学生综合素质评价系统中,弱中心的评价联盟运行过程如下:第一,根据我国各省市教育发展差异和省级行政区域现状,基于联盟链的学生综合素质评价系统可采用多链架构,实现每个省份在此系统中拥有一条不同的主链;国家层面设立的评价监管部门也拥有一条主链。第二,系统中的不同主链通过记账节点与联盟链账本连接,并且每一个记账节点都可验证身份,从而形成一个学生综合素质评价的治理共同体,共同维护联盟链账本。第三,通过智能合约可以获取联盟链上的学生综合素质评价信息,同时,每条主链也都具有一定权限保护本省的教育数据隐私,但数据记账与共享权限可以通过共识机制控制。第四,联盟链接入了独立的第三方监管部门,提升了监督治理程度,进一步保证了学生综合评价活动及评价联盟的安全运行。第五,在学生综合素质活动的数据录入、评价实施、评价结果查询和招考录用过程中,智能合约确保了数据信息的安全与不可篡改,实现管办评分离。第六,值得关注的是,在基于区块链的学生综合素质评价系统中,连接到联盟链和各省主链上的所有组织机构,通过共识机制完成各类用户在评价过程中的交易请求,而非中心化的认证机构完成(李志宏等,2019),确保了综合素质评价过程难以被欺骗,维系系统的持续稳定运行。

### (2) 中观评价机制:可信的综合素质活动评价过程

从实现可信与有效的综合素质活动评价过程来看,在学生综合素质评价系统中,省级主链上的身份管理机构将对本省的基础教育学校学生、多元评价主体、评价结果查询应用者等各类组织机构提供身份注册、验证、颁发CA证书等管理服务。不同的主体在获得身份、通过身份验证和获得CA证书后,可在学生综合素质评价系统中开展符合身份权限的评价活动。

第一,学生信息的采集与录入。由于各省市的教育信息化发展存在较大差异,系统录入学生综合素质活动数据资料的过程,会存在以下三种形式:其一,学生根据各地区综合素质评价的基本要求,将具有代表性的真实活动资料主动录入系统,并进行

人工审核。其二,通过大数据、物联网和泛在网络等技术,从在线教学平台或实景实践环境中,自动化或伴随式收集能真实反映学生综合素质的教育大数据,并利用智能分析技术(如视音频识别、图像识别、语义识别、机器学习等技术)进行智能汇聚与审核。其三,人工录入审核与智能采集分析的综合形式。学生综合素质活动数据通过以上三种方式录入并存储在主链上后,将生成综合素质活动数据的智能合约,并通过P2P网络扩散到每个节点及存入主链账本,如图3中A省N所学校学生数据录入过程。

第二,开展可信的综合素质活动评价。要彻底改变传统综合素质评价的弊端,必须转变现有的具体评价实施过程。一方面,通过数据挖掘、人脸识别、语音识别等智能分析技术,对学生的轨迹、活动视音频等综合素质状态进行画像,以数据可视化的方式呈现评价报告(张治等,2017),为学生的综合素质发展及时提供提升依据和反馈建议。另一方面,学生的综合素质也包括心理、情感、价值观等难以测量且不能完全依靠智能机器评价的素质,仍需要家长、教师、同伴对学生以上方面的素质进行评价。无论是基于何种形式的评价,多元评价主体都需获得身份验证后,才能对学生的综合素质进行评价,并将做出的评价结果记录在主链上,形成评价结果的智能合约,进而在P2P网络扩散和存入主链账本。由于智能合约确保了评价记录不能被否认、篡改和删除,能有效促进评价者做出更负责和公正的评价,也能供监管部门对评价者进行督导和追责。

第三,对学生综合素质评价结果的查询应用。可信的学生综合素质评价过程与综合素质评价结果的有效应用是相辅相成和相互促进的。学生综合素质评价结果的有效应用,能够不断推进评价过程向更规范、更可信和更公平的方向发展。在基于区块链的学生综合素质评价系统中,评价结果的应用过程主要有以下方面:其一,高校招录机构和用人单位等查询主体通过身份验证和授权后,可在主链上提起成果查询请求。其二,通过查询合约进一步获取访问学生真实的数据资料和评价结果记录权限。其三,查询主体参照招录标准,将学生的综合素质水平作为高校招录或未来用人单位雇佣的标准之一,并形成招考录用的智能合约,存入到主链账本。另外,由于基于区块链的学生综合素质评价平

台采用功能模块化设计、接口按需开放和开环运行,可根据具体的需求变化接入不同的功能模块,不断拓展学生综合素质评价结果的应用,如家长、教师及教育部门通过查询学生在一定时间内的综合素质发展状态或对评价结果做出精准干预。

#### 四、学生综合素质评价系统设计应用中的关键问题

构建和应用基于区块链技术的学生综合素质评价系统是一项系统性的工程,需要不断明确和解决理念、技术、数据、算法、制度等方面的问题。

##### 1. 学生综合素质评价的改革导向与顶层设计问题

实践层面,基于区块链技术的学生综合素质评价系统为开展有效、可信、安全的评价提供了一条有效的实践路径。但无论是当前学生综合素质评价中存在的问题,还是基于区块链的学生综合素质评价系统在构建和应用中可能出现的问题,都可溯源至综合素质评价改革导向与顶层设计的理念层面。自实施学生综合素质评价以来,学校基层实践者和众多教育领域研究者不断指出,学生综合素质评价实施中的问题既包括育人与选才方面的功效不明显,也包括评价实施中造假并滋生的腐败行为(程龙,2017;辛涛等,2019;董秀华等,2019)。从这一层面而言,构建和应用基于区块链技术的学生综合素质评价系统的前提有以下两方面:其一,要进一步明确未来的学生综合素质评价的改革导向,既包括宏观层面的学生综合素质发展取向,也包括中观层面的学生综合素质结构,还包括微观层面的基于教育数据的评价过程。其二,要进一步做好综合素质评价改革与实施的顶层设计。一方面,要从供给与需求两个方面做好规划与设计,从根本上解决综合素质评价供给与需求的不匹配问题,从源头做好综合素质评价对招考改革的推进工作,阻断当前招考中评价结果与人才录取的“软挂钩”甚至是“不挂钩”问题(张红霞,2017;任友群等,2018)。另一方面,要做好评价中教育治理层面的顶层设计,协调好学生综合素质评价过程中不同部门和多元主体之间的“软治理”工作,确保与评价系统中数据流推动的“硬治理”形成配合,真正实现管办评分离的学生综合素质评价。

##### 2. 区块链与人工智能技术的创新融合与应用问题

从当前区块链技术的应用场景来看,已经从金融服务和数字货币行业延伸到了包括教育、供应

链、智能制造在内的社会各领域。在教育领域,美国的霍伯顿学校(Holberton School)使用区块链技术记录学校学生的学籍、学历、证书等数字证明,以确保这些信息的安全、防伪与不被篡改(杨现民等,2017; Market Wired, 2015)。在国内,廊坊市开始探索大数据和区块链技术在教育评价中的应用,通过区块链创建个人诚信成长报告(廊坊市人民政府,2018)。尽管如此,但鉴于本文所述的学生综合素质评价系统是面向全国范围内所有基础教育的学校和师生,在评价系统的构建和应用层面仍存在一定的技术挑战。其一,成熟可信的区块链技术框架仍旧缺乏。尽管本文采用的Hyperledger Fabri具有相对成熟的优势,但不可忽视的是,Hyperledger Fabri的主要代码主要由国外企业贡献和维护,对我国教育数据的安全带来了不确定风险,而且还需要支付较高的技术使用经费。其二,区块链系统网络容量小,大规模并发性应用效率低。区块链技术的交易速度与区块副本的数量显著负相关。区块节点越多,交易速度越慢(梁慎宁,2019),不利于全国基础教育学校和师生的并发应用。其三,区块链与大数据、人工智能等技术的创新融合与应用问题。要建设基于区块链的学生综合素质评价系统,不仅需要以区块链作为系统的核心引擎,还需要有全景式的教育大数据为“燃料”,对学生的综合素质进行精准画像。虽然大数据、物联网、人工智能等技术能够配合区块链实现教育大数据的采集、汇聚和分析,但仍旧缺乏这些技术在教育领域的融合性探索与应用。其四,有关区块链的软硬件、网络基础设施,以及超大容量的高性能存储系统的建设仍需时日(李颀,2019)。

### 3. 学生综合素质评价的教育大数据生态体系问题

通过深度挖掘学生在各种教育场景中产生的教育大数据,能够精准和全面刻画出学生的综合素质水平。但值得关注的是,尽管三通两平台的建设有效促进了教育大数据的累积和应用,但是当前基础教育领域并未构建起良好的教育大数据生态体系,尚不能为基于区块链技术的学生综合素质评价系统提供多维、精准和海量的学生活动数据,主要表现在以下方面:其一,数据孤岛问题仍旧严重,现有的在线学习平台、学生管理系统、虚拟学习社区等各类网络学习空间,未能充分实现互联互通,大量的学生学习轨迹和活动数据难以汇聚。其二,区域教育信息化规划与发展的顶层设计不足,教育信息

化解决方案设计未能坚持开环运行的理念,难以灵活接入和撤出第三方提供的各类学习系统。其三,实景学习环境中的数据采集技术和通道还非常有限(吴南中等,2019),学生在真实场景中产生的多模态学习活动数据未实现伴随式收集。其四,未能构建起有效的教育大数据治理规则与规范,各类教育部门的治理机制能力仍旧不高,亟需完善教育大数据的治理机制制度。综上所述,若要进一步推动建设和应用基于区块链技术的学生综合素质评价系统,亟需在教育领域构建大数据生态体系,解决评价所需的情境化学习与实践活动数据不足的问题。

### 4. 学生综合素质评价的指标模型与评价算法问题

在利用学生综合素质评价系统开展的评价过程中,评价系统需要处理的数据绝不仅仅是来自师生手动录入的活动案例资料,还需要采集、汇聚、挖掘来自正式与非正式、线上与线下等学习场景中的学生活动数据,如课堂互动信息、社会实践信息、在线学习数据、特长认证等数据。尽管大数据技术的成熟发展为处理以上的数据提供了技术支持,但在对学生综合素质的多源数据处理和分析评价中,还亟需解决评价模型与评价算法层面的问题:其一,需要解决学生综合素质的评价体系、关键指标、指标权重或贡献程度的问题,为海量数据的处理提供科学合理的模型依据。其二,要解决对高阶和难以测量的能力结构(Hard-to-Measure Constructs)的测评问题,如对学生的视觉空间处理、协作、好奇、创造、问题解决等体现综合素质的高阶能力进行智能识别与评价(郑旭东等,2016)。其三,在综合素质评价算法上应有突破。一方面,需改良现有的决策树分类技术、人工神经网络和机器学习等技术算法,更高效和更智能地对多模态数据进行自动处理,对学生的综合素质进行精准画像。另一方面,要进一步加强研发教育评价中的数据统计模型和评价算法,不断优化学生综合素质评价的过程,降低评价误差,持续提升评价结果的精准性和评价反馈的有效性。此外,也需要对高校招生录取标准进行适度调整,将学生综合素质评价结果真正落实到高校招录中。

### 5. 学生综合素质评价中的推进机制与保障制度问题

构建、推广与应用基于区块链的学生综合素质评价系统,还需要在机制制度层面提供支持与保障。建立健全综合素质评价中的推进机制与保障制



度,需要关注以下方面:其一,在国家层面,要做好顶层设计和建立必要的监督与管理机制。一方面,要推进全国范围内的学生综合素质评价改革,以多中心或弱中心的教育治理理念,部署和构建省域层面的学生综合素质评价联盟体系。另一方面,通过评价系统对联盟中的各个机构进行督查,同时对各机构的学生综合素质评价过程及结果应用提供指导。其二,在省域层面,要建立一系列推广应用学生综合素质评价系统的制度机制。一方面,要推进学生综合素质评价系统在所辖基础学校的应用落实,推动各类学习平台、网络学习空间与评价系统的数据共享。另一方面,要建立公示制度、诚信机制、申诉复议制度、责任追究制度等一系列相关配套制度,对综合素质评价系统的常态化应用提供保障,对弄虚作假和扭曲教育目的的行为进行追责(辛涛等,2019)。其三,在学校层面,对于基础教育学校而言,要建立对学生综合素质评价系统的常态化应用机制,将学生综合素质评价贯穿于学生的成长发展中。同时,要极力避免应试教育和追求考试政绩,将发展学生的综合素质落到实处。对于高等教育学校而言,要加强建立高考招生录取标准与评价制度,确保综合素质评价办法在招生录取中切实可行(辛涛等,2019)。

#### 参考文献:

- [1]陈永丰(2018).基于区块链的数据访问控制方法及应用研究[D].成都:电子科技大学:15-50.
- [2]程龙(2017).综合素质评价与高考招生“硬挂钩”的困境及其突围[J].中国教育学刊,(7):19-23.
- [3]董秀华,骈茂林,王歆妙等(2019).综合素质评价政策实践与功能定位反思[J].教育发展研究,(17):1-7.
- [4]樊亚娇(2016).综合素质评价纳入高考录取的阻力与对策[J].中国教育学刊,(6):33-37.
- [5]廊坊市人民政府(2018).全国首家大数据教育区块链试验区落户廊坊[EB/OL].[2019-12-20].<http://www.lf.gov.cn/Item/83057.aspx>.
- [6]李颀(2019).区块链创新发展的机遇与挑战[N].光明日报,2019-10-31(016).
- [7]李志宏,邱亭谕,李可欣(2019).基于区块链技术的学分银行系统研究[J].现代教育技术,(7):120-126.
- [8]刘丽群,刘桂君(2018).谁来评价高中综合素质?——基于利益相关者的分析[J].课程·教材·教法,(1):115-119.
- [9]刘志军,张红霞,王洪席等(2018).新高考背景下综合素质评价的意蕴、实施与应用[J].华东师范大学学报(教育科学版),(3):57-68.

[10]渠慎宁(2019).积极推进区块链与经济社会融合发展[N].光明日报,2019-11-01(011).

[11]任友群,郑旭东,冯仰存等(2018).新时代教育信息化的供给侧改革——市县需求与问题的分析视角[J].电化教育研究,(1):12-19,35.

[12]邵奇峰,金澈清,张召等(2018).区块链技术:架构及进展[J].计算机学报,(5):969-988.

[13]吴南中,黄治虎,曾靛等(2019).教育大数据生态圈构建:“3+3”模型的逻辑与实践[J].中国远程教育,(7):77-85

[14]习近平(2019).把区块链作为核心技术自主创新重要突破口,加快推动区块链技术和产业创新发展[N].人民日报,2019-10-26(001).

[15]谢辉,王健(2019).区块链技术及其应用研究[J].信息网络安全,(9):192-195.

[16]辛涛,张世夷,贾瑜(2019).综合素质评价落地:困顿与突破[J].清华大学教育研究,(2):11-16.

[17]杨兵,罗汪旸,姜庆等(2019).基于联盟链的学习数据存储系统研究[J].现代教育技术,(8):100-105.

[18]杨现民,李新,吴焕庆等(2017).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,(2):34-45.

[19]张红霞(2017).综合素质档案在高校招生中的“初筛”构想与风险分析[J].全球教育展望,(10):92-101.

[20]张治,戚业国(2017).基于大数据的多源多维综合素质评价模型的构建[J].中国电化教育,(9):69-77.

[21]郑旭东,高守林,任友群(2016).计算机化自适应测验及应用于规模化考试的主要问题分析[J].开放教育研究,(4):40-49.

[22]中华人民共和国和中央人民政府(2014).国务院关于深化考试招生制度改革的实施意见[EB/OL].[2019-12-20].[http://www.gov.cn/zhengce/content/2014-09/04/content\\_9065.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2014-09/04/content_9065.htm).

[23]中华人民共和国和中央人民政府(2019).关于新时代推进普通高中育人方式改革的指导意见[EB/OL].[2019-12-20].[http://www.gov.cn/zhengce/content/2019-06/19/content\\_5401568.htm?trs=1](http://www.gov.cn/zhengce/content/2019-06/19/content_5401568.htm?trs=1).

[24]Cachin, C.(2016). Architecture of the Myperledger Blockchain Fabric[C]// Proceedings of the Workshop on Distributed Cryptocurrencies and Consensus Ledgers(DCCL). Chicago,USA:310.

[25]Marketwired(2015). Holberton School to Authenticate Its Academic Certificates With the Bitcoin Blockchain[EB/OL].[2019-12-20].<http://www.marketwired.com/press-release/ts-academic-certificates-with-bitcoin-blockchain-2065768.htm>.

收稿日期 2019-12-31 责任编辑 汪燕

## Architecture Design of Comprehensive Quality Evaluation System for Students Based on Blockchain Technology

ZHENG Xudong, YANG Xianmin

**Abstract:** The Comprehensive Quality Evaluation of Students (CQES) is the key to promoting the comprehensive reform of high school education and college entrance examination in the new era. For the last decade, through exploring and implementing the CQES, the education methods of K-12 education, and the reform of college entrance examinations have changed greatly. However, CQES still has problems such as poor evaluation results, unclear defining of power and responsibility, inadequate objectivity and fairness, and insufficient security and reliability. Blockchain, as a new type of distributed data storage technology, has technical advantages such as decentralization, point-to-point transmission, consensus mechanism, encryption and anti-counterfeiting, and smart contracts. It is an effective way to solve the above problems by constructing and applying a comprehensive quality evaluation system for students (CQESS) based on blockchain technology. The CQESS architecture built on Hyperledger Fabric includes the infrastructure layer, network layer, consensus layer, data layer, smart contract layer, interface layer and application layer. This CQESS architecture can support the operation of a decentralized evaluation alliance at the macro governance level, and realize the evaluation process of safe, credible and traceable data entry, evaluation implementation, result query and application at the meso level. However, the construction and application of the CQESS based on blockchain technology is a systematic project. It is necessary to constantly clarify and solve problems in ideas, technologies, data, algorithms and systems.

**Keywords:** Comprehensive Quality Evaluation; Blockchain Technology; Big Data in Education; Artificial Intelligence; System Design

(上接第22页)

## Ten Major Issues of Educational Informatization Research

——Based on “Face to Face with Chief Editor” Salon Records and Related Literature

WANG Yan, TIAN Dangrui, LIU Xuan, TAN Mingjie

**Abstract:** 2020 is the final year of the Outline of China's *National Plan for Medium- and Long-Term Education Reform and Development* and the *Ten-Year Development Plan of Education Informatization*. The government has released China's *Education Modernization 2035*, which depicts the prospect of education development in future, and puts forward the requirements of accelerating education reform in the digital age and promoting the action plan of education informatization 2.0. This programmatic document proposed a new research goal and pursuit for the academic community. At the Fifth National Education Empirical Research Forum held by East China Normal University in 2019, the chief editors of 31 high-level journals of pedagogy attended the salon to discuss education research issues with scholars. Based on the conversation records and some related literature, we have selected and summarized ten major issues of current educational informatization research: the frontier development of research in education, educational informatization research for 2035, artificial intelligence and future education, innovative technologies in teaching, curriculum construction and supply of high-quality educational resources, deep integration of information technology and higher education, education informatization and education equity, education quality and intelligent education evaluation, decision-making and modernization of education governance. In general, these issues reflect the hot spots of theory and practice in the field of education research at home and abroad

**Keywords:** Education Informatization; Policy Orientation; International Experience; Future Education Paradigm; Research Focus