

基于区块链技术的公共资源配置审计流程设计

黎明 陈桂利

一、引言

我国是一个以公有制为主体、多种所有制经济共同发展的国家,整个社会资源中公共资源占据了相当大的比例。公共资源配置实现规范化和透明化,不仅能够有效避免人为干预,还能体现政府施政公平,确保公共资源配置项目能够高效使用,有利于推进中国特色社会主义市场经济的阳光化发展。近年来,随着国家对公共资源配置的关注,如国务院办公厅发布的《关于推进公共资源配置领域政府信息公开的意见》《国务院办公厅关于印发要素市场化配置综合改革试点总体方案的通知》等一系列文件的出台,标志着公共资源配置审计也必然成为重点审计工作之一。然而,目前我国的公共资源配置审计流程并未得到学术界的特别关注,并且公共资源配置审计流程存在工作量大、效率低、审计证据质量低和审计监督不全面等问题,导致实务中的审计工作难以高效进行。随着区块链技术在国家审计、国家治理等领域的广泛渗透和应用,公共资源配置审计也迫切需要结合区块链技术,优化目前公共资源配置审计流程中的缺陷。区块链结构是指数据信息成功通过全部网节点认证后上传并储存在某一区块,并盖上时间戳,运用哈希指针形成的,实现区块间的首尾相连,保障各区块上的信息能够实时共享的链式结构。基于区块链技术的优势,智能合约能保障公共资源配置审计流程的高效性,密码学基础能保证公共资源配置审计证据的高质量,梅克尔树能实现公共资源配置审计监督的全面化,从而能够攻克我国目前公共资源配置审计困境。本文讨论的基于区块链技术的公共资源配置审计流程再造,不仅会对我国公共资源配置阳光化发展具有重要的现实意义,还会为我国实现经济社会高质量发展提供重要的理论支撑。

二、文献回顾

在我国公共资源配置不断深化改革的背景下,公共资源配置的审计工作受到了国家的重视,因此深入研究基于区块链技术的公共资源配置审计流程意义重大。本文拟从区块链审计、公共资源配置审计两个方面进行文献回顾。

(一)区块链审计

新时代审计工作高效开展的主要特征之一就是实现智能化。基于区块链诸多优势,目前国内外有不少学者探索区块链技术对未来审计工作的积极影响。如Deniz等认为区块链技术不仅能保证交易的透明性,还可以提升审计数据的可靠性。Wang等认为基于区块链系统能够实时记账、连续监控。曹雪云认为区块链的不可

篡改性、去中心化、非对称性加密等特性,对优化我国财政管理工作具有积极深远影响。孙谦认为基于区块链技术的优势,能够显著提升国有企业招投标审计的工作效率。同时,学者们基于区块链技术尝试再造各类审计框架,如王海兵等研究企业内部审计的未来发展趋势、构建人本审计治理框架、再造内部审计流程,卫萌等再造了政府环境审计体系,陈耿等设计了扶贫审计智慧平台框架,吴花平等优化了碳排放审计流程,高思凡尝试构建了区块链预言机审计框架等。研究设计智能化审计流程框架意义重大,将为高质量审计提供有力的理论支撑。

(二)公共资源配置审计

政府受托管理公共资源,应做到规范化透明化,使公共资源配置方案最优,从而高效使用公共资源项目,这不仅会推进我国的生态文明建设,更会有利于推进我国经济高质量发展。Lei认为审计自然资源资产是保护自然资源和建设生态文明的实践要求。王爱国认为推进生态文明建设离不开对公共资源的持续审计和监督。王丛虎等认为公共资源交易的创新过程需要“互联网+”技术助推。

(三)研究述评

现有文献揭示学者们研究论述了区块链技术与审计工作结合的重要性,高度重视智能化发展前景。学术界尝试过将区块链技术运用于部分审计领域,以完善并构建审计流程等,但未具体落实到公共资源配置等审计流程优化方面,对公共资源配置智能化审计的探索还不够。而健全的智能化审计流程框架能为相关部门高效实施公共资源配置工作提供理论基础。区块链因自身所具有的智能合约、密码学基础、梅克尔树等技术,能提高公共资源配置审计流程的效率,实现智能化审计。因此,本文在现有文献研究的基础上,尝试设计基于区块链技术的公共资源配置审计流程,探索公共资源配置审计智能化的实现方法,实现高效配置公共资源项目,推动我国经济建设高质量发展。

三、当前公共资源配置审计流程存在的缺陷

随着新时代中国特色社会主义市场经济阳光化发展的不断推进,公共资源配置实现规范化和透明化的重要性愈加显现。但是,目前的公共资源配置审计工作存在效率低、审计证据质量低、审计监督不全面等问题,这些问题困扰着我国公共资源配置工作的运行。

(一)公共资源配置审计流程工作量大、效率低

与传统财务审计不同,公共资源配置审计不仅涉及相关法律法规和政策的解读,还涉及大量的专业和技术

知识,这对审计人员的专业技术水平提出了更高的要求。由于国家相关部门下达的公共资源配置文件多种多样,因此审计机关进行相关审计时难以根据需求及时定位具体的政策文件,同时条款项目在文件中种类繁多,解读并运用相关条款对于审计人员而言具有一定的挑战性,导致审计工作流程工作量大且效率低。

(二)公共资源配置审计流程的审计证据质量低

查阅审计署以及地方审计机关等官方网站,发现有关公共资源配置的信息发布得较少。相关部门对公共资源配置信息公开工作意识欠缺、信息报送不及时,还有一些公共资源部门存在垄断性,往往出现交易环节信息发布不公开、交易规则设置有失公平、市场竞争不充分等突出问题,另外大多企业不愿主动积极地披露涉及商业隐私的公共资源配置数据,如此等等与国家倡导交易阳光化管理的思想并不相符。这就使得当前审计人员获取的审计证据质量难以满足公共资源配置审计工作流程开展的最低要求,增加了审计风险。

(三)公共资源配置审计流程难以满足审计监督全覆盖的要求

传统审计流程中,审计人员往往需要权衡审计成本与效益,采用审计抽样的方法对样本进行验证,无法做到全样本检查。另外,由于公共资源配置项目周期较长,故无法对公共资源配置项目的后续使用情况进行持续性评估,在一定程度上可能会导致公共资源项目使用不规范、浪费、挪用等行为,这会导致公共资源使用效率低,进而影响公共资源配置工作的顺利进行,甚至影响国家生态文明建设的进程。

四、基于区块链技术的公共资源配置审计流程优化策略

为克服公共资源配置审计流程的缺点,本文拟合理运用区块链技术,采取以下方法:运用智能合约的优势,提升公共资源配置审计流程高效性;运用密码学基础的优势,提升公共资源配置审计证据质量;运用梅克尔树的优势,实现公共资源配置审计监督全面化(见表1)。

表1 基于区块链技术探索公共资源配置
审计流程缺点的解决路径

公共资源配置 审计流程缺陷	基于区块链技术的解决路径
工作量大、效率低	运用智能合约简化公共资源配置审计流程
审计证据质量低	运用密码学基础保障审计证据的可靠性
审计监督不全面	运用梅克尔树的根哈希值实现全面审计监督

(一)运用智能合约保障公共资源配置审计流程高效性

基于区块链技术的智能合约优势,在区块链中可以录入政府部门正式下发的、与公共资源配置相关的公文,智能化筛选并匹配符合申请条件企业和地方,进行数据实时预警。审计人员根据数据预警,利用公钥及

时查阅区块上各个环节的信息,且实时验证该根哈希值的准确性,对全项目实施实时审计,这不仅会显著提高审计工作的效率,还能做到跟踪监督和实时审计,从而使审计工作的滞后性问题得以有效解决。

(二)运用密码学基础保证公共资源配置审计证据质量

区块链技术的底层基础是密码学,其中非对称加密算法是通过“公钥加密,私钥解密”保障原始数据的保密性和真实性。区块链环境下,所有的交易都必须通过区块链才能进行,如果相关各方急于上传相关数据、资料及文件,那么所有的线下交易将无效。而且,区块链不只是通过哈希指针把区块串联起来,还通过一系列方法管理种类繁多的原始数据。区块链系统更像一个客观独立的第三方见证者,利用密码学基础进行数据的读取、验证、传递、储存,流程透明且不受外界干扰,即使区块链的初始编程者也不能对其运行进行干扰,因此审计人员通过区块链收集的审计证据是完整、真实、可靠的。

(三)运用梅克尔树实现公共资源配置审计监督全面化

梅克尔树是利用哈希指针创建的二叉树,是区块链系统的基础数据结构,能快速归纳和核实海量零散原始数据。组成梅克尔树的各节点间具备高度关联性和传递性,这使区块链审计流程能够实现全样本分析的目标,有效规避了由审计抽样带来的审计风险。审计人员利用区块链审计流程只需在验证梅克尔树的根哈希值后,就能够迅速地对整个区块链原始数据的真实性进行核验。基于梅克尔树的优势,还能够对配置的公共资源项目的后续使用过程进行智能化动态监控,确保我国的公共资源能够高效利用。

五、公共资源配置审计流程再造方案设计

自区块链技术问世后,创新传统审计模式的思想就开始萌芽。国内学者提出了许多全新的审计框架,如互联网审计框架、双链审计框架、金融机构审计框架等。当前,学术界的研究热点之一就是实现区块链技术和审计工作流程的高效融合,那么如何更好地运用区块链技术推动公共资源配置审计的发展就显得格外重要,且值得深入探讨。本文首先基于区块链技术对公共资源配置审计流程的基础结构进行设计,为审计人员在审计准备阶段实施区块链技术基础环境评估提供理论基础;其次基于区块链技术对公共资源配置审计流程进行再造,为我国的公共资源配置高效审计提供理论基础。

(一)基于区块链技术的公共资源配置审计流程的基础结构设计

本文将从4个层级设计基于区块链技术的公共资源配置审计流程的基础结构,包括授权访问层、数据共享层、共识机制层和智能合约层(见图1)。在授权访问层,审计部门的相关人员,可以通过私钥进入区块链系统的审计部门访问平台,再通过数据接口在数据共享层进行审计数据的传输、储存,利用共识机制层的验证功能和

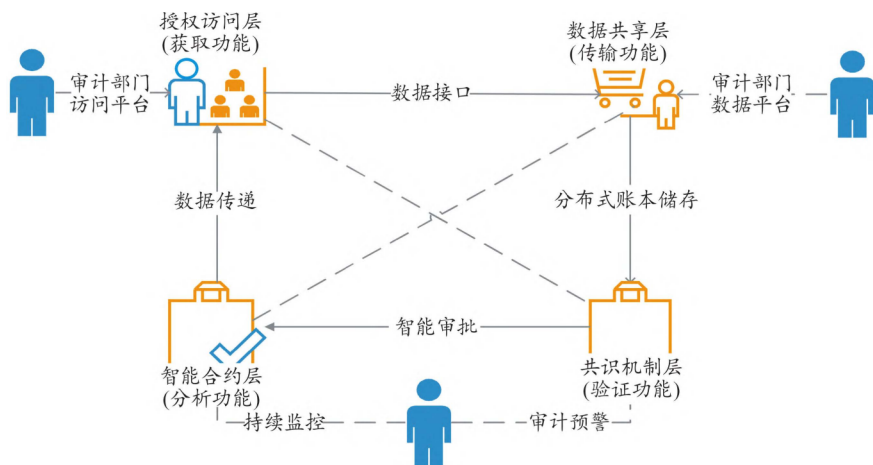


图1 基于区块链技术的公共资源配置审计流程基础结构设计

智能合约层的分析功能进行数据智能化审批,并实施审计预警。审计部门可随时访问区块链系统的审计部门监督平台,对区块链数据进行持续监控。

1. 授权访问层

相关管理人员可使用计算机、PC端、移动端等设备,借助账户专属数字身份密钥登录指定区块链应用平台,并录入相关数据和文件。该模块利用非对称加密算法进行用户身份管理和访问管理,即采用“公钥加密、私钥解密”的形式确保数据的安全保密性。基于数字身份管理和验证的优势,可以阻止非授权第三方访问区块链网络,使企业录入原始数据后的保密性得到充分保障。

2. 数据共享层

区块链的链式结构类型主要包括公有链、联盟链和专有链,而区块链中的数据共享层以联盟链形式为主,即各联盟节点只针对部分授权群体利用密钥进行访问和共享,从而保障数据的保密性。区块上每发生一项交易事项,区块链系统就会自动传递到其他区块节点上,通过“数据共享层”对数据进行加工,盖上唯一的时间戳,以保证原始数据的可追溯性,继而再利用非对称加密技术将加工好的交易数据高效传输至共识机制层。区块链数据共享采用的形式为分布式账本储存,去中心化的结构排除了人为因素的干预,使数据更加真实,交易更加公平透明。

3. 共识机制层

区块链系统的共识机制不仅能够增强区块链节点之间的信任,通过各区块间数据自动达成共识,还具有智能化验证功能,能够保证每个区块上原始数据的真实性。区块链网络内的节点采用工作量证明机制 Pow、权益证明机制 Pos、股份授权证明机制 Dpos 和验证池机制 Pool 等共识机制进行数据验证和共识记账,未通过全网验证的交易会被自动剔除并重点标识,进行数据预警。只有成功通过全网节点统一验证后的交易数据才会被

完整地添加到区块链上并形成新的数据区块。

4. 智能合约层

区块链的核心技术之一就是智能合约机制,运用智能合约机制的优势,相关管理人员经过授权,可预先在区块中以代码的形式编程其运行规则,使区块链系统按照预先编程的规则且防止人为干预的情况下高效、独立地运行。通过预先设置规则的文件和数据,区块链会自动运行与之匹配的事件代码,从而自动签署智能合约,保证区块链系统具有高度的自治性。

(二) 基于区块链技术的公共资源配置审计流程设计

基于区块链技术的公共资源配置审计流程分3个阶段设计:审计准备阶段、审计实施阶段、审计报告阶段(见图2)。

审计准备阶段为审计实施奠定基础。基于区块链技术的审计准备阶段能够精确地确定审计对象,运用梅克尔树对区块链技术基础的环境评估实施全面分析。审计人员编程相关准则是审计实施的前提。审计实施阶段是审计工作的核心。基于区块链技术的审计实施阶段能够使用公钥采集区块链数据,基于智能合约进行数据预警,验证根哈希值进行风险测试,最后利用时间戳追溯分析风险测试结果。基于区块链技术的审计报告阶段,审计人员应将审计结果等录入区块链系统,并自动储存相关数据。

1. 公共资源配置审计流程之审计准备阶段

区块链技术若能广泛应用于审计工作中,将使得传统的公共资源配置审计对象的确定方式发生显著变化。首先,基于智能合约的优势,审计人员可以根据区块链实时发出的预警点精准确定审计对象,使其在合理确定审计对象时更具有高效性、指向性。其次,审计人员应进行区块链技术基础环境评估,利用梅克尔树对区块链技术的基础结构(包括授权访问层、数据共享层、共识机制层、智能合约层)实施全面分析。审计人员只需根据根节点哈希值的验证结果,就可以迅速地对整个区块链上原始数据的真实性进行核验,不仅会显著提升审计工作的效率,还为审计人员实施全面审计提供依据。最后审计人员利用私钥将相关审计准则、会计准则、法律法规进行编程并录入相关区块链系统中,盖上时间戳,运用智能合约机制对完整流程实施监控,并进行数据预警,实现智能化全面审计。

2. 公共资源配置审计流程之审计实施阶段

首先,审计人员应先采集区块链上的数据,获得审计证据。在此环节利用区块链技术可以提升审计证据

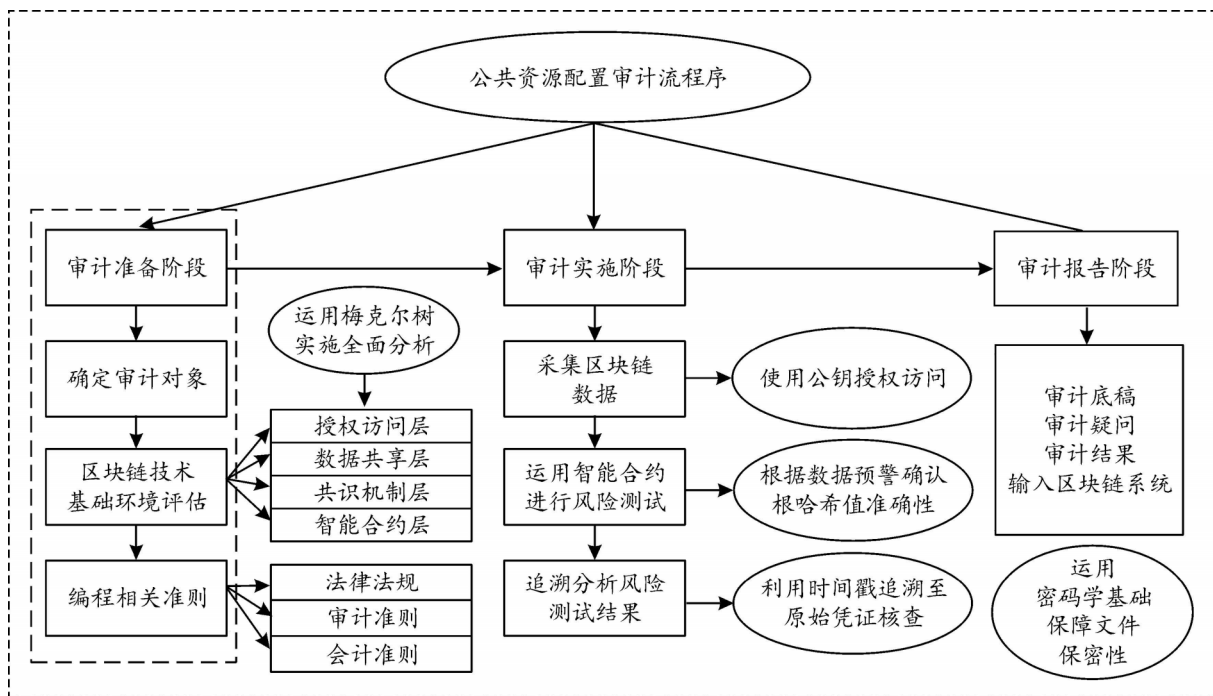


图2 基于区块链技术的公共资源配置审计流程设计

的质量、减轻审计人员的工作量：一方面，由于区块链上的全部交易都会被自动识别、记录和储存，且区块链的不可篡改性，使审计人员采集到的原始数据具有完整性、真实性和可靠性，进而提升了审计证据的质量；另一方面，由于审计人员只需通过公钥即可进入区块链系统，获取全部相关原始数据，因此会显著减轻审计人员获得审计证据的工作量。其次，审计人员应利用智能合约进行风险测试。智能合约是指由审计人员预先编程录入的法律法规、会计准则、审计准则等审计标准。当区块处理交易数据不符合预先设定的标准时，区块链系统将迅速锁定风险点，审计人员即可对该风险点预警实施风险测试。最后，审计人员应追索分析风险测试结果。依据区块链的风险预警点，审计人员可以通过分析原始数据的时间戳，追溯核查至原始凭证等环节。审计人员如果确认存在错报或无法核实风险预警点的信息而导致审计范围受限，则应根据错报的性质以及错报的金额是否超过财务报表整体重要性水平，出具相关审计意见。

3. 公共资源配置审计流程之审计报告阶段

与传统的审计不同，区块链审计报告阶段不仅包括审计人员将最终的审计结果编制到审计工作底稿并对外公布审计报告，还应当利用私钥将审计工作底稿、审计疑问、审计报告等输入区块链系统，将其储存和验证，并盖上时间戳，同时利用哈希算法和数字签名、非对称加密技术保障各类文件的安全保密性。

六、研究结论与展望

发展前景光明的区块链技术，无论是在公共资源配置审计还是其他领域上的应用都将实现普遍化，是我国

当前的一项战略性前沿技术。本文在研究当前公共资源配置审计流程缺陷的改善路径时，发现区块链技术的智能合约机制、密码学基础、梅克尔树结构等，能够解决公共资源配置审计流程存在的工作量大、效率低、审计证据质量低和审计监督不全面等问题。因此，设计了基于区块链技术的公共资源配置审计流程。区块链技术的运用不仅能够简化审计流程，还能显著提升审计质量。但是，区块链技术在实务方面并未普及，基于区块链技术的公共资源配置审计的具体实施仍存在很多不容忽视的问题。因此，提出以下几点建议：首先，应建立健全区块链技术法律监管机制，预防黑客的技术攻击，从而降低由技术引发的审计风险。其次，传统财会人员并不了解区块链技术，应推进区块链公共资源配置审计人才队伍建设，普及区块链技术的相关知识。

本文对公共资源配置审计流程再造进行了探索性研究，不足之处主要是仅从宏观层面对区块链公共资源配置审计流程开展理论构建，缺乏实务案例进行更为生动的阐释。随着区块链的普及，会有更多的实务案例，未来可以结合实证分析方法，进一步探求区块链公共资源配置审计流程的细节，从实践中提炼经验，完善区块链公共资源配置审计流程的理论研究。

作者简介：黎明，重庆理工大学会计学院，教授，硕士生导师，主要从事会计、审计与财务管理的理论与实务研究；陈桂利，重庆理工大学会计学院，硕士研究生，主要从事公共资源配置审计研究。

原载《重庆理工大学学报》，2024.2.88~95