

区块链技术在石油行业中的应用展望

◆ 龚仁彬 杨任轶 米 兰

摘要：区块链技术是一门涵盖了P2P技术、共识机制、智能合约和密码学方法等多种技术于一体的综合性计算机技术。区块链技术的去中心化、分布式存储、安全可信和不可篡改等技术特点受到了政府机构、金融行业、医疗领域和能源等诸多行业的广泛关注。同时，区块链技术的本身特征为石油行业的数字化发展提供了有力的理论支撑和技术支持。论文首先对区块链技术的相关概念、特征和架构做了简单介绍；然后对区块链在石油行业中供应链管理、油气交易和数据管理等三方面应用进行了分析和研究；最后对区块链技术在石油行业中应用有可能面临的挑战进行了分析和总结。

关键词：区块链技术；石油行业；供应链管理；油气交易；数据管理

一、前言

区块链技术一词首次出现于2008年，由化名为“中本聪”的学者发表于《比特币：一种点对点电子现金系统》论文之中^[1]。作为一类新兴的分布式数据存储技术，区块链在金融、电力、医疗和农业等诸多领域都进行了深入研究与广泛的发展。当今，石油行业正处于变革的阶段，石油行业的一些业务场景中存在着油气供应链管理不规范、原油交易流程手续繁琐和数据信息容易泄露等一系列问题，这一系列的问题都制约着石油行业的发展。

随着区块链技术的不断发展，目前国内外已有不少石油巨头公司对区块链技术产生了浓厚兴趣，并对区块链技术在石油行业中的应用进行了研究与实践。在国外，英国石油公司和壳牌联合引领的财团共同打造了一个基于商品贸易的区块链数字平台；普氏能源利用区块链技术建立了一个共享石油库存的平台；壳牌、BP、Equinor和花旗银行联合推出了促进石油和天然气交易的Komgo SA区块链平台。在国内，中化集团利用区块链技术完成了原油的进口交易，并且中化集团旗下中化能源科技有限公司利用区块链技术成功完成了汽油的出口业务。由此可以看出，区块链技术在石油行业中已经取得相应的应用成果，但是区块链在石油行业的发展前景和应用方面上，不会仅局限在油气贸易上，区块链技术更有可能应用到整个石油行业中的大部分业务中。通过利用区块链技术本身的优势，将会进一步推动油气行业走向数字化业务革新与发展^[2]。

本文首先对区块链技术的做了简单介绍，并就区块链技术在石油行业中的相关应用做了分析与研究。通过该分析研究，将会为日后区块链技术在石油行业中的应用发展提供参考与借鉴，并助推石油行业的数字化转型和发展。

二、区块链技术

(一) 基本概念。区块链是由相应的数据区块按照时间顺序以特定数据结构相互连接形成的一种链式结构，该结构利用分布式节点的共识机制生成和更新区块的数据信息，并利用密码学的相关方法实现去中心化分布式账本的不可篡改与伪造^[3]，并利用智能合约来编程和操作数据的一种全新的去中心化基础架构与分布式计算范式^[4]。区块链主要整合了P2P网络技术、分布式账本技术、共识机制技术，具有去中心化、分布式存储、安全可信和集中维护等特点^[5]。

区块链技术通过运用时间戳、密码学方法、共识机制和代币激励等技术手段，为各节点之间提供了一种无需经过互相信任便可以进行点对点交易与合作的技术。因此该技术为解决传统中心化机构所面临的高成本、高风险、低效率和数据存储不安全等问题提供了可能^[6]。图1为区块链的链式结构图。

(二) 技术特点

1. 去中心化，分布式存储。区块链技术以分布式对等网络协议和数学方法原理为基础，利用去中心化的网络结构实现区块链中各节点的连接。区块链中的每一个节点都是独立平等的，都能够共同参与到区块链系统中来维护区块链的账本。同时区块链中的共识机制更是将全网中的节点联合起来共同完成对每一笔交易的验证与生成。区块链技术的去中心化和分布式存储更是保证了系统的稳健性，在区块链中，不会因为某一节点受到攻击或者拒绝服务而影响整个系统的运行。

2. 公开透明，安全可信。在区块链中，每次有关交易的操作都会公开透明地写入到区块链的账本中，区块链中的每个节点都能够查询到每一次的交易信息。同时区块链中的每一笔交易都可自主进行，外界无法进行攻击和干预。区块链

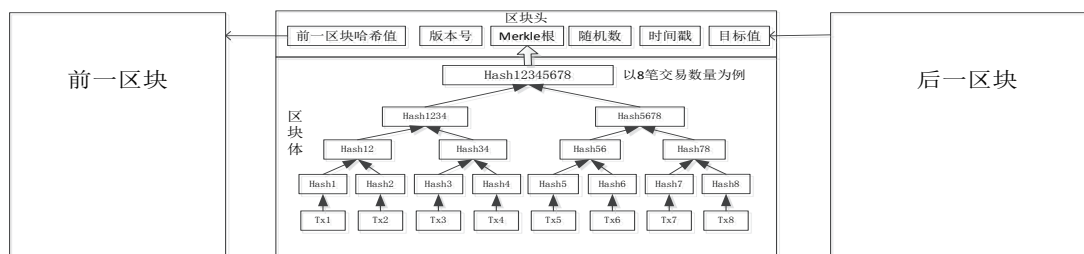


图1 区块链的链式结构图

中的智能合约节点提供了相应的条件约束和规则，区块链中的每个节点都应遵守，这一特征保证了数据在区块链中是值得信任的。

3. 不可篡改，安全加密。区块链技术中的哈希算法能将任意元数据进行哈希，并得到唯一的哈希值。在区块链中，如果存在对恶意节点进行数据篡改，那么将会形成与原有哈希值不相符的新哈希值，这一操作能被区块链所轻易发现。因此，如果交易数据通过验证写入到区块链中，那么很难实现对交易的修改。除非恶意节点能够同时控制区块链中 51% 以上的节点算力，否则对数据修改是无法进行的。区块链中的密码学方法，更保证了每一笔交易数据的安全性和可靠性。

（三）模型架构。区块链架构与传统数据库存在着较大的差异，区块链包含点对点式的 P2P 组网设计、数字签名和加密应用、共识机制和分布式数据存储等四方面技术^[7]。从最早应用区块链技术的比特币到最先在区块链引入智能合约的以太坊，再到应用最广的联盟链 Hyperledger Fabric，虽然在具体实现上存在差异，但整体的体系架构存在诸多共性^[8]。如图 2 所示，区块链架构模型分为以下六个层次，其中，数据层封装了区块链的链式结构以及其他相关的底层技术；网络层中包含了区块链网络中的相关机制；共识层封装了区块链中网络节点的共识机制；激励层提供了相应的激励机制；合约层封装了区块链中的智能合约与相关代码；应用层则为上层应用提供了接口。

三、区块链在石油行业的应用探索

同金融、电力和医疗等行业相比，区块链在石油行业中的发展明显存在着差距与不足。出现这一现象有可能归结于企业之间的特殊性，但是区块链技术的一系列特征都表明

区块链可以应用到石油行业的发展^[9]。近些年来，国内外的石油巨头已加快了对区块链技术如何应用到石油行业中的研究。表 1 汇总了近三年来区块链技术在国内外石油行业中的应用情况。

（一）供应链管理。作为能源行业中的巨头，石油行业包含了各类的油气业务，从供应链的角度来说，石油行业中的产品具体表现为成品油、天然气和化工产油。针对这一特点，石油行业中油气产品的生产、运输和销售这一供应链涉及了生产商、供应商、承包商、分包商、炼油商和零售商等诸多环节^[10]。在该整条的供应链中，各环节之间关系比较复杂，联系沟通不畅通，管理跨度大，缺乏相应的溯源能力。

区块链技术的链式结构、P2P 网络、共识机制和智能合约等特征为石油行业的油气生产、运输和销售这一整个供应链管理提供了一种新的思路和方法。基于区块链的供应链管理可以使供应链上的每个环节受益，并且提升供应链的管理效率^[11]。如图 3 所示，在基于区块链的供应链管理中，各环节都可以实时地参与到供应链中来记录有关油气产品在生产、运输和销售等各阶段的详细信息。同时区块链的链式结构和时间戳为整个供应链管理提供了真实完整、带有时间节点的信息和数据流，这些信息和数据流都会记载在区块链的账本中。石油公司通过加入到区块链系统中，作为区块链中某一节点便可以实时跟踪和管理供应链上的信息和数据流，进而实现油气产品数据信息的协同处理与合作，并使油气产品在整个供应链中的信息和数据流达到安全、透明和可追溯。

（二）油气交易。近年来，区块链技术在货币交易和金融领域取得了很大发展和应用。在石油行业的油气交易环节中，区块链技术能够为油气交易提供一种新的交易方法。目前，已有相关的石油公司利用区块链技术来进行油气的交易。例如，2017 年英国石油公司（BP）和壳牌引领的财团共

表 1 近三年区块链在石油行业的应用

年份	参与公司	应用场景	应用简介
2017 年 3 月	拓客商贸公司 法国外贸银行	油气贸易	托克商贸公司和法国外贸银行共同测试区块链在美国石油市场贸易上的应用
2017 年 11 月	PetroteqEnergy	供应链管理	加拿大能源公司 PetroteqEnergy 将“区块链”应用于石油企业的供应链管理之中
2017 年 11 月	BP Shell	油气交易数字平台	BP 和 Shell 利用区块链技术建立了 Interbit 平台为天然气和石油提供一个安全透明的账本
2017 年 12 月	中化集团	原油交易	中化集团利用区块链完成了首单原油进口交易
2018 年 2 月	普氏能源	石油库存	普氏能源在阿联酋建立了一个共享石油库存的区块链平台
2018 年 3 月	中化集团	汽油出口交易	中化集团旗下中化能源科技有限公司利用区块链技术成功完成了汽油的出口交易
2018 年 9 月	Shell、BP Equinor、	油气交易数字平台	Shell、BP、Equinor 和花旗银行共同推出了一个新的区块链平台 komgo SA，以促进石油和天然气交易
2018 年 11 月	BP Shell、Equinox	能源交易	BP、Shell 和 Equinox 同银行和贸易公司联合推出了基于区块链的能源大宗商品交易平台 Vakt
2019 年 1 月	国通石油储油卡科技有限公司 北京通正道捷科技有限公司	石油销售	基于区块链的石油销售系统，将石油销售服务信息存储到 EOS 中，并根据通证经济的理念给予用户相应的积分应用体验
2019 年 1 月	阿布扎比国家石油公司、 IBM	交易跟踪	阿布扎比国家石油公司与 IBM 共同建立了一个以区块链技术为基础的从生产井到终端用户的交易跟踪平台

同打造了一个基于商品贸易的区块链数字平台^[12]。经过对该平台的测试,实验结果表明该区块链数字平台明显地提高了油气的交易效率,减少了交易验证过程的时间。

区块链的诸多特征为石油行业的油气交易提供了一种新的数字化的油气交易方式。在利用区块链技术搭建油气交易的平台中,平台架构的设计可以以联盟区块链为基础进行架构设计。图4为我们设计的基于联盟区块链的油气交易数字平台整体架构图,在该平台中,用户在进入平台之前首先需要进行身份验证与注册。只有当联盟机构认证通过后,才会允许用户加入联盟链。从图4可以看出,在该油气交易平台中,联盟链中的智能合约和共识机制将会对联盟链中的联盟节点进行初始化。初始化之后,进入平台后的用户会接入联盟节点,然后作为子节点的用户将会遵守预先设定好的智能合约,在该平台中进行油气交易。每一次交易的记录都会作为一笔Tx记录下来,该平台中的共识节点会对每一笔Tx进行验证和排序,然后打包进区块链中,最后区块链会把这些交易全部存储在区块链的账本中。区块链技术的公开透明、不可篡改和安全可信等特点都为石油公司日后每一笔交易的查询和检验提供了方法与途径。



图2 区块链基础架构模型图

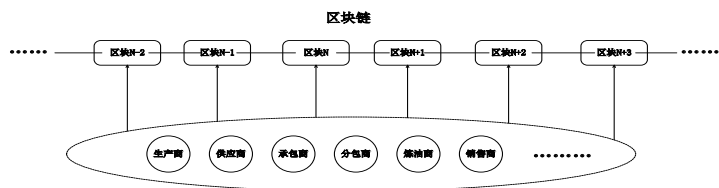


图3 基于区块链的供应链管理图

区块链技术的P2P网络、共识机制和智能合约保障了石油行业中油气交易的安全进行。通过利用区块链技术搭建的油气交易数字平台,可以支持全球各方之间的油气交易,同时替代了传统中介机构如银行或经纪公司所扮演的角色,加快了石油公司和零售商等交易双方的交易,减少了相关交易流程手续,并减少了欺诈、错误的交易,降低了交易过程的固有复杂性^[13]。

(三) 数据管理。众所周知,石油行业每天都会产生大

量有关石油业务的数据信息,这些数据既包括了结构化的油井数据又含有非结构化的文档成果等数据,由于行业的特殊性,其中大部分数据是受到国家和行业的保护和监管。传统油气行业的数据往往存储在一个相对中心化的数据库中,由于一些外界因素,存储在其中的数据往往会受到外部的挑战与威胁。区块链技术的出现为石油行业的数据管理提供了巨大的应用潜力^[14]。

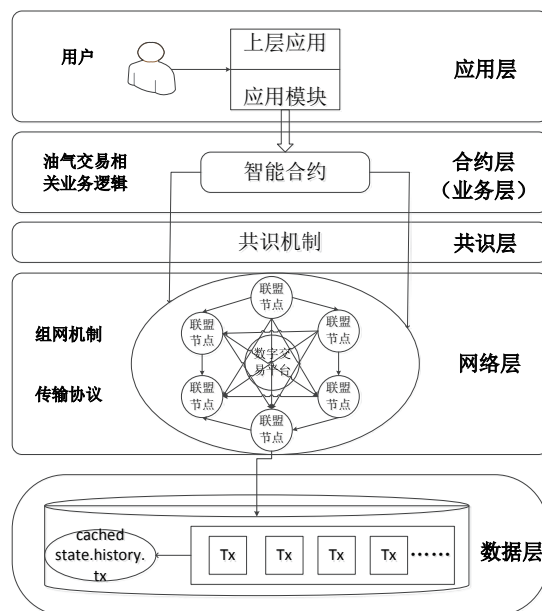


图4 基于区块链的油气交易平台架构图

区块链利用序列化链路,按照时间顺序把所有数据区块串联起来,每个区块包含父区块的哈希值,由此形成了一个去中心化的数据账本^[15]。通过利用区块链技术,可以更加方便安全的对数据进行存储与共享。在石油行业中,利用区块链技术可以加强对数据的保护与管理,通过构建一个基于区块链的数据存储共享平台,不仅可以实现数据的上链安全存储,而且又能够保持所有数据之间的相互关联与衔接。如图5所示,在数据存储共享平台中,相关业务机构将会作为区块链系统中的节点加入到数据存储共享平台,以实现数据资源的利用与共享。同时区块链技术中的分布式存储、共识机制和智能合约等相关技术为数据的管理、安全存储和共享提供了保障。



图5 基于区块链的数据存储共享平台

与传统的中心化数据存储方式相比,区块链技术通过将密码学方法与Merkle的数据结构形式相结合,使得数据在区

区块链中能够安全存储,任何一方都很难对其进行篡改。区块链的共识机制更是保证了数据同步的一致性和数据的安全存储。如果恶意节点想要修改区块链的账本数据,那么他必须控制该区块链系统中至少 51% 的用户算力,这一点对于恶意节点来说是很难实现的。密码学方法更是为区块链中的数据存储与共享提供了安全保障。

四、区块链技术在石油行业中应用的挑战

尽管区块链技术能够为石油行业带来巨大的技术变革,但是区块链技术在石油行业中的应用仍面临着诸多挑战。

(一) 技术挑战。区块链技术的出现和应用到目前为止经历了 10 年的时间,但从技术上讲,目前区块链技术处于发展阶段,还尚未成熟,并且区块链的计算和响应能力也存在相应的限制。以区块链成果的应用比特币来讲,其系统吞吐量小,延迟高,并且区块存储容量低。这对于处理数据量巨大的石油行业来说,存在着相应的技术瓶颈与实际应用限制。

(二) 专业人员缺乏。区块链作为新兴的计算机技术,对于将区块链技术应用到实际中,还需要大量对编程和计算机科学以及对区块链概念有深入的了解专业人员。同时,由于区块链技术的新颖,人才市场上缺乏相应的专业人士开展对区块链技术的研究。因此,对于诸多希望利用区块链技术的行业来说,存在着缺乏专业的区块链团队应用开发人员。

(三) 行业领域研究较少。区块链的成功应用主要体现在金融货币领域,在石油行业领域,实践的经验相对较少。虽然相关石油巨头公司对区块链技术的重视度不断提高,并开展了相应的研究,但总体上投入的精力和资源规模相对较小。对于区块链技术在石油行业中,应用较多的还是侧重在油气贸易方面,其他的油气业务方面推进的阻力相对比较大。

五、结语

现如今,石油行业处于变革的十字路口,人们更加看好石油行业数字化的转型和发展。作为一种新兴的分布式数据存储技术,区块链技术的去中心化、公开透明、安全性高、可追溯和系统高度自治性等特征与石油行业的数字化转型和发展理念不谋而合,并且区块链技术在石油行业中具有广阔的发展空间。本文就区块链技术在石油行业中的相关应用做了简单介绍,提出了一些看法和观点,希望能够给未来石油行业研究者对区块链技术及其应用的研究提供相应的参考和借鉴。

参考文献

- [1] Nakamoto S. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system[J]. 2008.
- [2] 赵汭凡, 孙键, 王敏生, et al. 区块链技术助推油气勘探开发数字化转型[J]. 中国石化, 2018, 397(10):72-74.
- [3] Zheng Z, Xie S, Dai H, et al. An overview of blockchain technology: Architecture, consensus, and future trends[C]//Big Data (BigData Congress), 2017 IEEE International Congress on. IEEE, 2017: 557-564.

[4] Kosba A, Miller A, Shi E, et al. Hawk: The blockchain model of cryptography and privacy-preserving smart contracts[C]//2016 IEEE symposium on security and privacy (SP). IEEE, 2016: 839-858.

[5] Tschorsch F, Scheuermann B. Bitcoin and Beyond: A Technical Survey on Decentralized Digital Currencies[J]. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 2016, 18(3):2084-2123.

[6] 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.

[7] 何永远, 庞进. 区块链技术在电力行业的应用展望[J]. 电力信息与通信技术, 2018, 16(3): 39-42.

[8] Shao Q F, Jin C Q, Zhang Z, et al. Blockchain: architecture and research progress[J]. Chinese Journal of Computer, 2017, 40(157): 1-21.

[9] Brilliantova V, Thurner T W. Blockchain and the future of energy[J]. Technology in Society, 2018.

[10] Lakanpal V, Samuel R. Implementing Blockchain Technology in Oil and Gas Industry: A Review[C]//SPE Annual Technical Conference and Exhibition. Society of Petroleum Engineers, 2018.

[11] 金凯, 杨睿哲, 杨兆鑫, 等. 区块链在供应链管理上的应用[J]. 情报工程, 2018, 4(3):029-038.

[12] Gain B. The Oil and Gas Industry Wakes Up to Blockchain[J]. Rigzone, December, 2017, 14.

[13] Juyal B. Blockchain · Analysis and way forward for the Indian Utilities and Oil and gas sector[J].

[14] Koeppen M, Shrier D, Bazilian M. Is Blockchain's Future in Oil and Gas Transformative or Transient?[J]. 2017.

[15] He P, Yu G, Zhang Y F, et al. Survey on blockchain technology and its application prospect[J]. Comput. Sci, 2017, 44(4): 1-7.

(作者单位: 龚仁彬、米兰, 中国石油勘探开发研究院; 龚仁彬、杨任轶, 兰州理工大学计算机与通信学院)