

# 基于区块链技术的碳金融市场发展模式初探

## Preliminary Study on the Development Model of Carbon Financial Market Based on Blockchain Technology

冀宣齐 JI Xuan-qi

(北京化工大学 北京 102200)

(Beijing University of Chemical Technology ,Beijing 102200 ,China)

**摘要:**近几年,我国碳金融市场发展虽势头强劲,但面临标准不统一、产品种类单一、主体信息不对称、法律制度与体系不完善等问题;与此同时,区块链技术作为一种去中心化分布式底层互联网技术在各领域应用初露头角,不仅可用于传统金融领域,区块链技术也以其去中心化、开放透明、可信度高和具有可编程的智能合约等特点与新型碳金融市场的发展特点契合,目前也已引起政府部门、金融结构、碳排放企业等的高度重视和广泛关注。

本文通过介绍区块链技术的基本原理、特点,并与现阶段碳金融市场的发展现状相结合,从区块链与碳权交易的理论兼容性——两者兼具开放、透明、共享信息的特点,和区块链可解决碳金融的技术兼容性两个角度入手,重点以区块链技术特点解决碳金融现阶段的问题为主,提出了区块链技术下碳金融交易的过程框架,最后,对区块链技术在碳金融模式中适应的挑战进行了分析和总结。

**Abstract:** In recent years, although the development of China's carbon finance market is strong, it still faces problems such as inconsistent standards among markets, single product categories, asymmetric subject information, imperfect legal systems and so on. At the same time, blockchain technology as a decentering application of distributed underlying Internet technology has emerged in many fields—not only in the traditional financial field, but also in new carbon finance area, thanks to its features such as decentralized, open and transparent, highly credible and programmable smart contracts. Therefore, it has also attracted great and extensive attention from government departments, financial structures, and carbon emission enterprises.

This paper introduces the basic principles and characteristics of blockchain technology, and combines with the current development status of carbon financial market. Then combing double factors together to discuss compatibility. From the first angle, the theoretical compatibility of blockchain and carbon rights trading – both open, transparent, and shared information, and the second one, which is blockchain can solve the technical compatibility of carbon finance. Furthermore, by focusing on the problem of the current stage of carbon finance which blockchain technology can targetly solve, this paper proposes the process framework of carbon financial transaction based on blockchain technology. Finally, the challenges of adapting blockchain technology in the carbon finance model are analyzed and summarized.

**关键词:**区块链;碳金融;智能合约;共识机制

**Key words:** blockchain; carbon finance; smart contract; consensus mechanism

中图分类号:F831

文献标识码:A

文章编号:1006-4311(2019)07-0193-04

DOI:10.14018/j.cnki.cn13-1085/n.2019.07.057

### 0 引言

近几年,区块链技术的发展更新势头强劲。一方面,区块链作为一种适用度极高的数据库技术,可以为金融、科技、能源领域带来深刻影响;另一方面,碳交易市场在我国也在积极发展,目前全国总碳配额交易金额与欧洲市场交易额相比相去甚远,同时成交单价也低不少。现如今碳交易市场存在的诸多问题与弊端为区块链技术的引进提供了缺口,使具有去中心化、信息高度透明和不宜篡改等特点的分布式数据库技术在碳金融领域大有用武之地。

本文组织结构为:第1节概述区块链基本概念和特点,第2节阐述碳交易市场、碳金融的发展历程与现存问题,第3节介绍区块链技术与碳交易、碳金融的兼容性分析,第4节展望了区块链技术下,碳交易市场、碳金融发展可能存在的问题与发展趋势,第5节总结本文内容。

### 1 区块链介绍

广义地说,区块链技术让数据链中的任意多个结点,将一定时间内各结点间交流的数据信息,利用加密链式区块结构对数据进行存储,借助共识算法来生成和更新数据、利用智能合约来处理数据的一种去中心化分布式数据库和分布式计算范式<sup>[1]</sup>。

区块链作为一种分布式数据库,具有以下特点:

作者简介:冀宣齐(1998-),女,山西太原人。

①去中心化:区块链是点对点的去中心化网络系统是由多方参与者共同经营,形成去中心化的分布式系统,进而形成了多节点间信息的共享。且由于数据在整个网络中进行备份,所以有个别节点的损坏、异常对整个数据系统的运行没有影响,具有较高的可靠性和鲁棒性。

②开放透明:区块链系统的数据透明性极强,只要进入该网络,就可以通过登陆接口进行查询,有利于实现审计或监管,区块链系统的运作规则也是公开的,当某节点想篡改数据时,需要通过多个其他节点的共同认证,或克服技术制约——仅当控制51%的算力才可能实施攻击,且收益远小于攻击成本,故数据不能轻易篡改或伪造。另外,监管者还可以通过交易标的的传输路径能够实现记录的追溯和还原。

③可信度高:在区块链中,交易记录必须通过共识机制允许后才能被记录到区块中,相关信息可追溯、算力成本较高、规则透明等促使区块链的数据可信度较高。而且,系统靠P2P互相建立信用,而取代传统的信用背书,参与者无需共同信任地中介机构就可以直接完成交易,其安全性要远高于中心化的传统方案。

④可编程的智能合约:区块链系统的可编程性也是其优势之一,关于合同条款和数据的录入等都可以基于一系列写入的软件代码——智能合约进行,当合约条件被触发

时,即自动执行条款,提高系统运行的效率,保证监督和运作的有效执行。

除了以上几点以外,区块链系统还有较好的安全和隐私保护、共识算法机制等特点,这些特点使得区块链技术运用范围较广。

任何技术都需要一定的层次结构支持,区块链系统由数据层、网络层、共识层、激励层、合约层和应用层组成。数据层涵盖了区块链系统中的数据存储功能,网络层包括了分布式组网机制、数据传播和验证机制等功能,共识层主要功能为封装节点的各种共识机制(算法),常见的有PoW、PoS和DPoS等共识机制,激励层主要包括用于奖励矿工的奖励机制和分配机制等,合约层(又叫智能合约层)作为区块链系统编程和操作数据的根本,功能主要包括存储各类脚本、算法和智能合约,应用层主要是包括了各种应用与实际场景。

由以上区块链系统各层的架构设计可见,区块链不仅可用于传统的虚拟货币领域,同时在金融、医疗、能源等方面也可有很大的应用空间。

## 2 碳金融发展现状

目前学术界没有对碳金融明确的定义,主要是指为了满足低碳发展需求,基于碳交易和碳资产市场,由金融机构开发碳金融产品进行碳资产配置,形成规模化交易的各种金融制度安排和金融交易活动<sup>[2]</sup>。

碳金融市场的运作模式大概为:在政府机构对每个企业、机构的历史数据审查后,计算出其占有的碳排放配额,由于一些企业或机构具有先进的减排技术,多余的配额将通过金融手段出售给其他配额不足或自愿减排的买方。政府或相关部门通过相关法律法规和规章制度对交易行为进行合法监督<sup>[3]</sup>。

由于我国政府干预市场、国家在碳交易方面话语权少等原因,碳金融市场存在发展速度低、影响面窄、成本高等局限,具体有以下问题:

①碳交易标准不统一:由于碳交易市场初期在七个碳交易试点进行,其指定的交易标准不相同会引起企业跨地区交易成本的升高,而且各企业或机构无法对碳交易的价格进行估计,无法形成统一的标准,不利于市场进行模式成长。如果要建立一个全国统一的交易平台,需要机构统一配额机制、制定交易价格等统一制度,构建更成熟的碳金融交易市场。

②碳交易产品单一:虽然目前企业间碳交易较多、数额比较大,但其产品种类比较单一,这不利于我国碳金融交易市场的持续发展,应不断吸取借鉴国外关于碳金融产品的开发经验,开辟新道路。另外一个重要的原因是——相关领域专业人才的短缺、创新能力低,应引进相应的激励机制,鼓励企业和人才打破对未知领域的禁锢,勇于开拓新的领域能力,促进碳交易市场的发展。

③市场信息不对称:首先,政府及相关机构关于碳配额计算、分配机制的不透明性导致企业对自身配额的分配情况不了解,不利于企业和政府间的信任基础建设;其次企业自身的温室气体排放量信息统计披露做的不够到位,企业自身也未给予其足够的重视,金融中介所掌握的信息透明度低,国家及相关部门需建立平台,对大众公开碳配

额的计算方法、分配机制,解决信息不对称的问题。

④政府干预程度高。由于我国对于碳金融交易市场的运行仍处于起始阶段,许多细则尚未定论,包括碳配额的计算、分配机制也在不断改变中,对试点企业的监督和补贴体制也在摸索中,即政策具有强不确定性,这会对碳交易市场的整体运行产生较大影响,故我国应加大对碳交易市场的投入、关注,尽快摸索出一条中国道路。

⑤法律制度和监管体系不完善:目前市场缺乏切实有效的法律制度和监管体系。企业自身由于对具体操作模式、交易规则等不熟悉,它们在充分衡量风险的前提下,不愿进入市场,且政府给予的利息补贴、税费减免等配套政策等不够全面有效,故企业参与的积极性不佳,应尽早完善相关法律法规,设置专门的监管部门对交易市场主体进行监管。

## 3 区块链与碳金融市场的兼容性分析

目前碳交易市场与碳金融陷入发展瓶颈,不仅各企业对碳排放配额的认证与交易过程不清晰,监管部门也在传统成本高、工作量大、劳动程度高的模式下迎接很大挑战。为解决这一现状,现阶段有许多类似区块链与碳金融结合的项逐渐实现落地与运行,本部分结合这类项目的特点,对碳金融市场与区块链技术的兼容性进行分析,总结了相关技术结合过程框架。

### 3.1 碳金融与区块链技术的兼容性分析

#### 3.1.1 理论兼容性——充分条件

一方面,区块链技术具有去中心化、开放透明、可信度高和可编程的智能合约等特点;另一方面,碳金融作为能源碳权以金融形式交易的表现形式,同样具有开放、对等、连通和共享等特点。故区块链与碳交易市场在理论上具有较高的一致性,从以下两方面体现:①公开透明:区块链技术是分布式去中心化的数据库,每个节点的数据对其他节点都是公开透明的,这点可以解决目前碳金融信息不对称、政府公信力低等问题。②去中心化:区块链与碳交易市场都不以传统的从上而下的决策方式,而是各主体能够公平自主管理、参与决策,进而使各节点间交流更透明化。

#### 3.1.2 技术兼容性——必要条件

前文分析目前碳金融市场发展受到较大程度的掣肘,区块链技术则可针对该市场目前信息不对称、政府干预程度高、监管体系不完善等问题在技术层面加以完善。

#### ①借助智能合约改善碳配额机制。

1972年的《梧桐树协议》奠定了金融业自律发展的基石,其中提到减少信息不对称永远是金融业创新的方向。传统模式的碳金融市场中,政府机构依靠企业提供的历史数据对碳排放权进行分配,由于原先企业数据记录意识缺乏等原因,历史数据缺乏,故企业对于这类分配机制的公平性存疑,区块链的智能合约可以解决这一矛盾。智能合约的基本理念是,在法律基础保障前提下,将合约以代码的形式写入区块链系统底层,保证交易的有效性和可行性,可有效规避信用风险<sup>[4]</sup>。

由此,区块链可以为碳排放权的认证提供一个公平公开的系统平台,每个公司拥有专有的碳排放权ID,并将配额的分配方法、相关政策以智能合约的形式记录在区块链中,任何主体可以查看合约(前提学习算法),只有满足合



约中的碳配额数量时,节点间才可以继续交易,当不满足合约时则进行惩罚等措施。除此之外,用户间完成交易后的实体货币价值转移、相关资产的结算都可以智能化的依托于合约。区块链还可以通过智能合约技术对交易信息自动进行处理、传输和存储,依托共识机制实现结果优化。这种自动化的模式可以提高执行效率,降低交易成本,提升分配机制透明度,保证用户对机制的了解程度。

### ②提升碳金融交易安全性。

首先,当用户之间通过博弈进行一次交易——碳权发生一次转移,根据区块链的技术特点,相关交易信息即会同步到平台中的每一个节点中,使得交易的信息对于每一个主体(用户)透明化,且区块链中信息具有不可篡改性——保证了交易信息的可靠性、可追溯性。

其次,区块链技术可运用P2P模式(点对点方式)与共识机制对每个节点设置数据查询权限,仅当用户掌握相应的密钥和权限才可以对数据进行查询和访问,相关的权限可根据实际情况与区块链的分类相结合进行制定。目前根据开放程度和拓扑结构,区块链划分为公有链、联盟链和私有链三种情况,公有链中各节点可以自由进出、参与更新公共账簿,节点之间凭借共识机制进行交易,联盟链与私有链都需对节点的权限进行授权,联盟链是一组经过授权的用户进行交易,私有链则是一个用户管理整个区块链,可以控制用户权限和共识机制<sup>[5]</sup>。碳交易可以根据市场规模的大小、开放程度、主体身份不同等灵活运用不同形式的区块链,赋予不同用户主体不同的权限。

另外,在引用区块链技术的碳金融市场中,政府和监管部门可根据交易的数据、路径计算出碳排放量和相关数据,为研究和监管提供基础数据,企业可在信息更透明的条件下选择交易方——系统数据的公开透明性,在用户侧保证了碳排放权分配的公平合理,同时银行也可以调取数据完成相关企业征信工作,有助于解决企业不愿信用背书的难题,提高征信力度。

### ③“去中心化”提升监管部门效率。

区块链作为去中心化的数据库,可以建立一个更公平的系统——即不存在绝对的垄断者,政府和监管部门与普通企业具有共同的信息优势,这种新的模式将有利于用户更自由的进行交易。

并且,区块链技术一定程度消除了传统权威机构监管以来的机制冗杂,由于其P2P方式处理交易,建立在区块链基础上的支付系统具有“去中心化”的特征,降低传统以中心化特征的交易模式成本,其可以以全新的方式记录、管理和保存这些数据。

另外,区块链属于底层数据库技术,只需在已有的平台基础上开发出一套符合区块链技术的接口,就可以让其运用到生活中,它将使碳金融的升级更加接近金融的本质——信用<sup>[6]</sup>,政府与相关部门可以有效、智能化的方式对交易进行管理。

区块链技术与碳金融两者相辅相成,前者为后者提供技术支撑,促进自动化、智能化的碳交易平台建设,后者为前者提供市场和应用背景,实现技术价值。

### ④区块链的激励机制。

前文提到区块链的特点之一——激励机制,这点可以

运用于碳金融市场作为政策的扶持和补贴机制。在企业交易的同时可以通过区块链技术根据交易量的大小对交易双方进行奖励,这种补贴可以因地制宜、因地制宜地将政府的直接补贴转变为政府补贴加市场交易的有效组合,推动绿色转型,不仅在鼓励企业投身碳金融市场,还有利于我国相关补贴机制的构建。

### 3.2 碳金融与区块链结合的过程框架

目前的能源区块链实验室研发了一个碳资产开放和管理平台,在该系统中,企业、监管部门、金融机构和咨询部门被分别视作单独的节点,通过区块链技术的共享、可编程的智能合约特性打造碳资产交易的完整流程。例如:节点在购买碳资产减排量时,基于区块链的智能合约会将交易内容(交易价格、碳量等信息)发不出去,同时所有节点都会对交易信息进行记录,之后通过验证<sup>[7]</sup>。

下面提出碳金融与区块链结合的过程框架:首先,区块链中的每一个用户或企业都安装了统一的客户端,保证在同一个平台下进行交易,每个节点具有独一无二的ID。同时,政府机构或监管部门应将碳配额机制、交易机制等以可编程的智能合约方式录入区块链中。

其次,用户通过博弈与其他用户在智能合约和共识机制下进行碳配额交易,当交易通过各节点的安全性审核和相关政策(智能合约形式)的约束审核后,交易信息会通过P2P网络扩散至整个系统形成共识。当交易时间完成后,区块链会自动根据智能合约对交易双方以碳配额数据和奖励机制等为基础的价值转移,完成交易。

交易完成后,交易的相关细节(包括交易量、价格、时间、交易双方基本信息)将封装到该节点的时间戳中,该节点根据监管部门、其他用户等主体身份设置相应的访问权限。除此之外,在交易通过审核过程中,可参考文献<sup>[8]</sup>提到的利用阻塞价格进行阻塞管理制定相应的阻塞机制,对碳交易的价格进行宏观把握,使其能够接轨国际市场的标准价格。

### 4 碳金融区块链的限制因素与发展趋势

虽然区块链技术与碳金融市场具有高度兼容性,但相关应用仍然存在巨大的挑战,这些挑战部分源于区块链技术本身的缺点,其他则来源于两者结合的制约因素。

①区块链的计算能力:目前的区块链吞吐量很小,由于每笔交易需同步在整个区块链网络中,根据之前比特币网络的应用——存在至少10分钟的延迟时间。碳金融市场作为单位时间内数据吞吐量、实时性要求较高的时间敏感应用场景,现阶段的区块链技术必然会出现信息处理速度无法满足需求的现象,需要建立创新更新区间更短的体系架构。

②区块链的数据库容量和数据维护:目前区块链共识机制中常见的PoW共识过程高度依赖区块链网络节点贡献的算力,大部分算力用于计算与搜索,所以很多算力资源都被浪费,是一种资源消耗的技术,且该技术对计算机系统和带宽的占用会耗费较大的资源,这对于技术依靠的数据库提出了严峻的挑战,尤其是对于吞吐量庞大的碳金融市场领域来说。故需要引入更高容量的数据库技术,在存储大量信息的同时提高对数据信息的管理维护水平。

③区块链智能合约层责任主体:由于碳金融市场中各

节点签订的智能合约是具有法律效力的,而区块链中签订的主体是虚拟的账户而不是自然的人,当违反合约时,相关主体的责任追究将无从下手。在传统的监管模式下,部门只需监管客户,利用管理员身份掌控资金交易信息,而区块链技术下,很难锁定用户的匿名账户,很难了解资金的流向,极有可能被犯罪分子进行洗钱、诈骗、偷漏税等,故在法律和政策上也需进行完善,保证相关主体的身份合法性、合理性和行为可追溯性。

④区块链的安全问题:首先,区块链中各节点可以通过IP等地址信息发现账户和交易的关联性——即不是完全的安全性,如果黑客进行反匿名身份甄别则可识别目标的定位和真实身份,这对用户的隐私安全是一项极大挑战<sup>[9]</sup>。对于涉及众多交易用户隐私的碳金融区块链来说,数据必然不能全部公开。故应灵活利用不同种类的区块链——公共链和私有链,限制交易数据的范围,设置访问权限,并由监管、认证机构参与交易等。

其次,区块链的信息具有不可逆性,这是以私钥的安全性作为前提,私钥是区块链技术身份识别的唯一证明——依靠交易的签名与验证来进行考证,如果私钥丢失或窃取则用户资产、账本信息将面临威胁,但目前私钥缺少所公认的可信环境,可参考文献[10]的私钥丢失秘密共享机制对节点私钥进行保护。

另外,前文提到当矿池算力达到51%即可以对其他矿池进行攻击,据不完全统计,目前已有企业们合作占据60%的算力,虽然攻击的成本远大于其收益,但仍有篡改数据的可能,用户的安全性问题堪忧。

⑤区块链的协议差异性。当区块链技术应用于一个新的领域时,必然存在现有信息协议与智能合约的融合问题、标准、合作组织之间的信任问题。另外,传统金融市场与新型底层技术的结合必然要面临的问题是——当相关政策、协议或共识机制更新时,节点会面临无法及时获取新版本的问题,这时将带来分叉问题,需高度采用共识机制和现实监管相结合的方式,在更新相关协议时注意分叉问题的纠正。

综上所述,区块链与碳金融的结合面临的区块链制约因素,亟需相关的技术更新和开发,尤其是创新型的共识机制、智能合约和安全算法等核心技术,还需要推进新型硬件设备的研发和创新。虽然区块链技术被很多人视作改变未来经营模式的关键技术,但它也不是万能的,两者结合还有其他方面的制约因素与相应的发展趋势:

①政府以碳金融区块链为基点进行碳税征收工作:虽然目前,政府为鼓励企业积极参与碳金融降低了门槛——主要为鼓励为主,但碳金融作为一种金融手段,仍具有较强的刺激国家财政、征税的作用。我国应结合区块链技术,制定相应的碳税与激励机制有机结合碳税政策组合,发挥碳金融的市场优势。

②政府应出台相应的政策与法律法规:目前碳金融区块链还未完全落地、经验较少,推进的阻力比较大,而任何项目的落地与实施都需要相关政策的支持与鼓励。在中国,禁止“比特币”等各类虚拟加密货币的发行与流通,未来相关技术的发展必然需要加强政策支持,

③相关人才培养和知识普及机制:无论是前文提到的

区块链本身制约因素,还是碳金融这一并不十分普及的金融概念,现在最需要做的就是相关人才的培养,只有人才充分了解相关技术才可以在此基础上进行创新、改进,为未来相关领域的发展提供专业化的服务。

④多学科新技术的交叉融合与技术创新。目前我国的碳金融区块链技术与如人工智能、大数据等新型热点技术结合较少,各方面也未深度融合,应当将类似新型技术也考虑在内。同时,应逐步克服区块链的技术制约因素,进行技术创新发展研究,开发适合中国碳金融市场的智能化区块链技术。

⑤为建立统一的碳金融区块链平台应制定通用标准。目前跨平台交易成本较高,而我国的碳交易市场尚缺乏统一的通用标准——无法形成统一的价格,而我国在国际市场中的发言权较少,国家有关部门应积极联合国外的相关单位制定相应的标准和体系,提高中国的话语权,实现信息共享。应积极借鉴国际相关市场的成功经验,制定符合我国国情的标准,构建国内的碳金融区块链交易网络。同时,在建立全国性甚至全球性平台时,应注意地区法律的适用性和地域管辖问题。

## 5 结语

当今区块链技术在各领域的项目已逐渐落地,但在碳金融方面仍未广泛应用,而区块链的去中心化、开放透明、智能合约等特点与碳金融市场所需的信息公开、灵活配额机制相吻合。于是本文首先通过总结区块链技术的主要特点、碳金融的发展现状与问题,进而从理论与技术两个角度对区块链技术和碳金融市场的兼容性进行分析,介绍了技术结合的过程框架,最后针对区块链本身的限制性因素和两者结合的挑战提出相应的解决措施。希望本文可以为区块链与碳金融方向的研究者们对两者的结合与相关研究提供参考。

## 参考文献:

- [1]吴俊.区块链技术在供应链金融中的应用——基于信息不对称的视角[J].物流技术,2017,36(11):121-124.
- [2]王宗鹏.国外碳金融发展及对我国的启示[J].经济研究导刊,2018(12):176-179.
- [3]薄晓波,冯嘉.应对气候变化背景下我国碳排放交易立法框架内容探析[J].江苏大学学报(社会科学版),2013,15(06):61-68.
- [4]张苑.区块链技术对我国金融业发展的影响研究[J].国际金融,2016(05):41-45.
- [5]王焯.区块链技术对中国金融业的适用性及政策建议[N].中国经济时报,2016-11-16(005).
- [6]杨慧琴,孙磊,赵西超.基于区块链技术的互信共赢型供应链信息平台构建[J].科技进步与对策,2018,35(05):21-31.
- [7]赵日浩,彭克,徐丙垠,刘育权.能源区块链应用工程现状与展望[J/OL].电力系统自动化:1-10[2018-11-25].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1180.TP.20181017.1537.030.html>.
- [8]邵雪,孙宏斌,郭庆来.能源互联网中基于区块链的电力交易和阻塞管理方法[J].电网技术,2016,40(12):3630-3638.
- [9]高志豪.解决区块链三大问题的利器[J].金卡工程,2016(12):46-48.
- [10]丁伟,王国成,许爱东,陈华军,洪超.能源区块链的关键技术及信息安全问题研究[J].中国电机工程学报,2018,38(04):1026-1034,1279.