

区块链技术在增值税电子发票管控中的应用框架建构

吴佳怡, 汪奕彤, 尤欣怡

扬州大学商学院, 江苏 扬州

收稿日期: 2024年4月10日; 录用日期: 2024年4月24日; 发布日期: 2024年7月31日

摘要

增值税作为中国税收体系中的重要组成部分, 在国家财政收入中占据了举足轻重的地位。随着增值税纸质发票的弊端日益显露, 国家开始实施增值税电子化改革。同时, 这也给增值税电子发票的管控带来了新的问题和挑战。为此, 本文首先介绍了增值税电子发票推行现状, 然后从分析区块链技术原理和增值税电子发票的生命周期出发, 发现区块链技术和增值税电子发票管控结合具有一定的可行性, 接着, 通过增值税电子发票管控过程中存在的三大常见问题, 建构出区块链技术应用用于增值税电子发票管控的基础框架, 并举例模拟实施过程。

关键词

税收, 增值税电子发票, 区块链技术, 电子发票管控, 基础框架

Application Framework Construction of Blockchain Technology in VAT Electronic Invoice Control

Jiayi Wu, Yitong Wang, Xinyi You

Business School of Yangzhou University, Yangzhou Jiangsu

Received: Apr. 10th, 2024; accepted: Apr. 24th, 2024; published: Jul. 31st, 2024

Abstract

As an important part of China's tax system, VAT plays a pivotal role in the national fiscal revenue. With the disadvantages of VAT paper invoice increasingly revealed, the country began to imple-

ment the electronic reform of VAT. At the same time, it also brings new problems and challenges to the control of VAT electronic invoice. To this end, this paper first introduces the present situation of VAT electronic invoice, and then from the analysis of blockchain technology principle and the life cycle of VAT electronic invoice, found blockchain technology and VAT electronic invoice control combined with certain feasibility, then, through the VAT electronic invoice control process of the three common problems, construct a blockchain technology applied to the VAT electronic invoice control basic framework, and simulate the implementation process.

Keywords

Tax, VAT Electronic Invoice, Blockchain Technology, Electronic Invoice Control, Basic Framework

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在 2016 年 5 月 1 日,我国完成了全面的“营改增”改革,从此增值税成为我国最大的税种。由于增值税涉及各行各业的生产运营,因此我国的税收管理体系中扮演着至关重要的角色[1]。众所周知,在实行电子化改革之前,增值税发票一直是手工开具的纸质发票,开具方式是通过复写纸一次填开多联次发票,这些发票分别用于记账和抵扣。然而,随着社会经济的持续发展,增值税纸质发票逐渐暴露出许多弊端,例如开票效率低下、防伪措施脆弱、储存困难、审核复查耗时等问题。幸运的是,随着互联网、大数据、云计算等现代信息技术的广泛应用,电子发票的开具、传输和存储变得既可行又可靠。信息技术的迅猛进步为增值税电子发票的推广提供了坚实的技术支撑。此外,国家政策对电子发票的大力扶持也是其得以广泛应用的重要推动力。国家税务总局等部门发布的多项政策,如推行增值税专用发票电子化、新办纳税人实行增值税电子专用发票等,旨在简化税收征管流程,提高征管效率,进而推动电子商务和数字经济的蓬勃发展。

然而,由于新技术手段的不断发展,新型犯罪行为也层出不穷,这些弊端也给传统的“以票控税”增值税管理思路带来了巨大压力。为了应对这些问题,国务院办公厅发布了《关于进一步深化税收征管改革的意见》,提倡实施增值税发票电子化改革,并制定了增值税电子发票的国家标准,从而实现从“以票控税”向“以数治税”的分类精准监管转变。

2. 增值税电子发票推行现状

增值税电子发票是经营活动中开具或收取的以数据电文形式存在的收付款凭证,主要包括增值税电子普通发票和增值税电子专用发票。它的推广经历了三个阶段。

试点阶段(2011 年至 2013 年):这一阶段主要是在部分地区进行增值税电子发票的试点工作,以探索和验证电子发票的可行性。试点期间,部分企业被选为试点单位,尝试使用电子发票,同时政府相关部门也在不断研究完善电子发票的政策和技术方案。

推广阶段(2013 年至 2018 年):从 2013 年开始,我国政府加大了增值税电子发票的推广力度。据统计,截至 2016 年底,已有 9 万多个纳税人使用了新的增值税发票管理系统并开具了超过 7000 万张增值税电子普通发票。这些数据表明增值税电子普通发票的应用范围不断扩大,越来越多的企业开始使用增

值税电子发票,为我国发票制度的深化改革提供了有力支持。

全面普及未来发展阶段(2018年至今):自2018年起,我国政府便全面推广了增值税电子发票。到2020年12月21日,天津、河北、上海等11个地区的新办纳税人已实施了专票电子化,这标志着我国正式迈入发票电子化时代[2]。在这一阶段,为降低交易成本,越来越多的企业和个体经营者逐渐采用增值税电子发票,使得电子发票的使用覆盖了大部分地区和行业,并逐渐趋于常态化。然而,这也给增值税电子发票的管理和控制带来了新的挑战和问题。同时,随着“大智云物区”等技术的快速发展,区块链电子发票也应运而生。目前,我国的“区块链+增值税”还处于尝试阶段。深圳税务局开出的第一张区块链电子发票,标志着我国在区块链与增值税征管领域的合作迈出了重要的一步。相较于增值税电子发票,区块链电子发票具有显著的优势,即其不再依赖传统的增值税防伪税控发票新系统开具模式,这不仅提供了优化营商环境和提高纳税人满意度的可能[3],更为解决增值税电子发票管理问题提供了新的思路 and 方向。在“以数治税”的征管目标下,区块链技术将成为智慧税务建设中不可忽略的重要力量[4]。

3. 区块链技术与增值税电子发票管控结合的可行性

3.1. 区块链技术的原理

2009年,全球性的加密电子货币比特币诞生了。同时,它的出现也催生了区块链技术,使得分布式账本这种会计学思想得以真正实现。实际上,区块链是一种由多个节点在不同地理位置或者多个机构组成的网络资产数据库,它本质上就是一个分布式账本[5]。区块链具有去中心化、独立性、安全性等特点,运用非对称加密等密码学方式确保数据信息的公开透明、不可篡改、不可伪造、可追溯性。

区块链的结构中涵盖了交易、区块和链等三个基本组成部分[6]。在区块链网络中,当没有进行任何交易时,起初会显示为空白记录。随后,首单交易的出现,例如节点一和节点二进行了一次交易。交易完成后,节点一和节点二的交易信息会通过非对称加密等软件技术推送至所有节点,这一过程又被称为全网广播。所有节点收到这条消息后,就会进行全民记账,即每个节点都通过软件技术对这次交易进行一次记账。最后,通过设置其中一个节点为共识机制,将该节点的记录群发给所有节点,这样网络中的所有节点就相当于获得了那个账本的副本。随着交易的进行,周而复始,一条条记录便在网络中生成。

一般来说,区块链系统是由六个层级组成的:数据层、网络层、共识层、激励层、合约层和应用层[7]。其中,数据层是区块链的基础,包括底层数据区块,每个区块都包含一定量的交易记录和相关数据加密以及时间戳等基础数据和基本算法。网络层则包括分布式组网机制、数据传播机制和数据验证机制等[8],该层可以确保区块链网络中的节点能够相互通信和共享数据。为确保所有节点在添加新区块时达成一致,共识层主要封装了网络节点的各类共识算法以确保区块链系统的稳定运行。激励层将经济因素集成到区块链技术体系中,主要包括经济激励的发行机制和分配机制等。合约层是区块链可编程特性的基础,它主要封装各类脚本、算法和智能合约。应用层作为区块链系统的最上层,主要封装了区块链的各种应用场景和案例,比如金融领域的支付结算系统、供应链管理系统等。

3.2. 增值税电子发票的生命周期

增值税电子发票的生命周期涵盖了从开具到流通、报销和存档的整个过程。在整个生命周期都需要遵循相关的法规和规定,确保其合法性和合规性。同时,为了保障电子发票的安全性和可靠性,还需要采取相应的技术措施和管理措施,如加密传输、防伪认证、权限控制等。

(1) 开具阶段:在交易发生时,通过电子发票系统开具增值税电子发票。这个过程中,系统会自动记录发票的编号、开具日期、金额等信息,并生成相应的电子文件。

(2) 流通阶段:增值税电子发票可以通过网络进行传输,避免了传统纸质发票的分发和邮寄等环节,

节省了时间和成本。同时，增值税电子发票也更加便捷，可以随时随地通过手机或电脑等终端进行查阅和下载。

(3) 报销阶段：消费者在购买商品或服务时，可以及时将增值税电子发票进行保存和整理，待需要报销时，将其提交给相应的单位或机构进行报销或抵扣。这个过程中，电子发票的编号和开具信息也需要进行核对和确认。

(4) 存档阶段：单位或机构在收到消费者提交的电子发票后，经过审核和确认，然后将符合规定的发票进行归类存档。

3.3. “区块链 + 增值税”的适配性

3.3.1. 区块链与增值税信息完整性的适配性

由上述内容可知，区块链是一种去中心化的数据库技术。当特定的税务信息上传至区块链的特定区块时，该技术可以确保信息的同步传递给其他相关部门。这种信息传递方式，不仅在企业办理其他业务过程中大大提高了信息传递的完整性，而且通过信息的自我验证，其他相关部门可以随时查看企业上报的增值税信息。此外，由于区块链采用分布式计算和存储方式，当一个区块中的数据出现问题或因人为操作而丢失时，其他区块仍会保留此数据的副本，以确保数据不会完全丢失，并能够在其他区块中随时调出查看。与此同时，区块链中的智能合约机制，各个节点可以对合约进行验证，达成共识后在履行合约内容后交易事项自动生成凭证，极大的避免了增值税发票的虚开和漏开现象[9]。

3.3.2. 区块链与增值税信息保密性的适配性

由于区块链在运营过程中具有安全性的特点，它可以将信息进行加密处理并以乱码形式呈现。只有通过板块的信息验证，并经过授权，才能查看数据。这样既能避免他人非法接入系统，恶意泄露信息，也能保护纳税主体的交易信息以及个人隐私，确保其权益不受侵犯。此外，当增值税相关信息进入区块链后，区块链中的各个区块都会拷贝信息。当检测到存在恶意修改信息的行为时，所有区块会拒绝此行为，并以密码学的方式锁定该信息，使其无法被修改和篡改。这个机制不仅能够减少违规违法行为的发生，还能提高税务部门的核查能力以及工作效率。

3.3.3. 区块链智能合约与增值税的适配性

智能合约，本质上是一段写在区块链上的代码。通俗来讲，它是将我们生活中的合约数字化的一种技术。当某个事件触发该合约中的条款，代码就会自动执行[10]。在功能上，智能合约能够对事项进行细致入微的处理，并将数据分解到最小颗粒度，从而实现对数据与事项的自由编辑、抽取、组合和关联应用。在交易过程中，智能合约能够根据税法规则以及条件计算出增值税金额，并自动开具发票，从而防止开票后的其他欺诈行为。此外，智能合约的执行还依赖于当前区块的时间戳。由于增值税电子发票的开具具有一定时间顺序，并且环环相扣，而时间戳正好是一份完整的可验证的时间数据证明，能够证明交易数据发生的具体时间点。因此，将区块链的智能合约技术运用到增值税电子发票的管控具有一定的合理性。

4. 增值税电子发票管控过程中的常见问题

4.1. 增值税电子发票的内容容易被篡改

在信息化时代下，全球电子商务交易活动日益频繁。作为信息时代的产物，增值税电子发票在简化业务流程的同时，也很容易受到外部技术环境的影响。随着计算机技术的发展，各种图像编辑软件层出不穷，这使得部分企业的相关人员可能利用此类软件，根据自身需求来随意篡改增值税电子发票上的

信息内容,如购买方和销售方的名称,以及交易金额等,从而导致增值税电子发票信息的不真实和不准确。事实上,篡改增值税电子发票的信息内容是一些企业为达到偷税漏税目的而采用的常用手段。因为通常情况下,简单的交易信息会以电子数据的形式产生并储存,而且在一些电子商务的交易中,几乎所有人都可以通过简单的个人信息注册成为商家,这往往使得纳税主体无法准确确定。此外,在货物流转过程中,增值税电子发票会存在一定的滞后性,以至于税务局在查验时相关证据难以搜寻。

4.2. 增值税电子发票的虚开问题严重

随着电子商务和数字化支付的飞速发展,增值税电子发票在商业活动中扮演着越来越重要的角色。然而,与此同时,虚开增值税电子发票的问题也日益严重,给国家税收和社会经济秩序带来了不可估量的负面影响。根据《中华人民共和国刑法》规定,虚开电子发票包括为他人虚开、为自己虚开、让他人人为自己虚开、介绍他人虚开等一系列行为。在我们的日常生活中,时常可以听到有关虚开增值税电子发票的案例。例如,2021年3月,河北税务局成功破获了一起涉及虚开增值税电子专用发票的案件,抓获了6名犯罪嫌疑人。这些犯罪嫌疑人通过在线注册空壳公司[11]、申领并对外虚开增值税电子专用发票,涉及金额高达400余万元。诸如此类的案例在各地频频发生,不仅破坏了市场公平竞争的原则,还有可能会引发各种犯罪活动,如洗钱、逃税等。因此,税务机关必须采取有力的措施来打击虚开增值税电子发票的行为,维护税收公平和社会经济秩序。

4.3. 增值税电子发票归档管理较困难

尽管增值税电子发票作为一种新型的发票形式,在许多方面具有显著优势,但在实务中,其无纸化的归档管理却面临较大的困难和挑战。许多企业为了节约成本,尚未为建立电子档案配备电子档案室,使得电子发票的归档管理不够规范。随着企业规模的不断扩大和交易量的增加,增值税电子发票的数量与数据量也会呈指数级增长。大量的电子发票因管理不到位而难以成为电子档案,而由电子发票打印后形成的纸质文件反过来又要进行数字化扫描,由此生成“二次电子发票”,造成大量资源浪费[12]。如何有效地管理、分类和检索这些海量数据成为新的问题。而且,一旦发生数据丢失或损坏,将给企业带来不小的损失。此外,电子发票的保管、调阅以及相关人员的权限设定,都需要有信息技术的支持,以及与之相匹配的业务程序和相关的规章制度,企业在技术开发和探索过程中容易引发一系列风险[13]。电子发票的存储和传输可能会受到网络安全威胁,一旦发生数据泄露或被不法分子攻击,在给企业带来巨大的经济损失和声誉损害的同时,也增加了税务部门对企业的监管难度,降低了税务管理的效率和准确性。

5. 区块链技术应用用于增值税电子发票管控的主体框架设计构想

5.1. 区块链技术应用用于增值税电子发票管控的总体思路

基于上述常见问题,本文搭建了一套可以适配区块链技术的新型增值税电子发票管控框架,将区块链技术更好地融入增值税电子发票的整个生命周期中,总体思路是利用区块链的基础层级架构,即数据层、外接层、应用层分别进行设计。由上述介绍可知,数据层的主要功能是存储区块中的信息,其中主要利用数字时间戳、哈希函数、非对称加密等技术。运用该层的目的是为了确数据不可篡改和交易方不可抵赖[14],使得税务部门从一开始就掌握真实的数据信息,降低税务部门获取信息的机会成本。其次,外接层的主体主要是由交易双方和税务机关组成。该层致力于为税务机关创建一个交易信息共享平台,便于税务机关实时监控每一项交易的过程。该做法不仅打破现行增值税交易壁垒,也有利于节约税务部门后期稽查企业账务的时间。最后,应用层主要涉及三个系统,分别是增值税电子发票开票系统、报销系统以及公司发票档案系统。

5.2. 区块链技术应用与增值税电子发票管控的模拟实施过程

区块链技术与增值税电子发票管控的基础架构设计如图 1 所示。假设 A 企业是一型大型家电零售企业，为一般纳税人。甲厂是其上游进货厂商，B 企业是其购买方。首先，在增值税发票开具阶段，B 企业因公司重新装潢需要向 A 企业订购了 200 台空调。A 企业接到订单后先在电子发票开票系统中向甲厂下单。甲厂生产完之后，将自己的生产经营信息，包括甲厂的生产经营许可证、与 A 企业的采购合同、入库单等上传至区块 1，并由区块 1 盖上数字时间戳上传至税务部门审核，审核通过后通知甲厂安排物流发货并上传物流发货凭证。同时，A 企业可在开票系统上实时查询物流情况。在收到货物后，系统会自动提醒 A 企业将购买货物的价格、数量等信息以及收货凭证上传至区块 2，并由区块 2 盖上数字时间戳。然后，A 企业将货物卖给 B 企业，把过程的交易信息上传至区块 3 中，随即盖上数字时间戳，并以数字信封技术上传至税务机关审核。通过比对三个区块的涉税交易信息，若审核通过，区块链中的智能合约技术会自动计算增值税金额，并开具带有开票人、收款人电子签名的增值税电子专用发票，确保了签名的不可修改性和不可抵赖性。若审核不通过，则被系统认定为疑似虚开增值税电子专用发票的行为，将由税务机关介入调查。

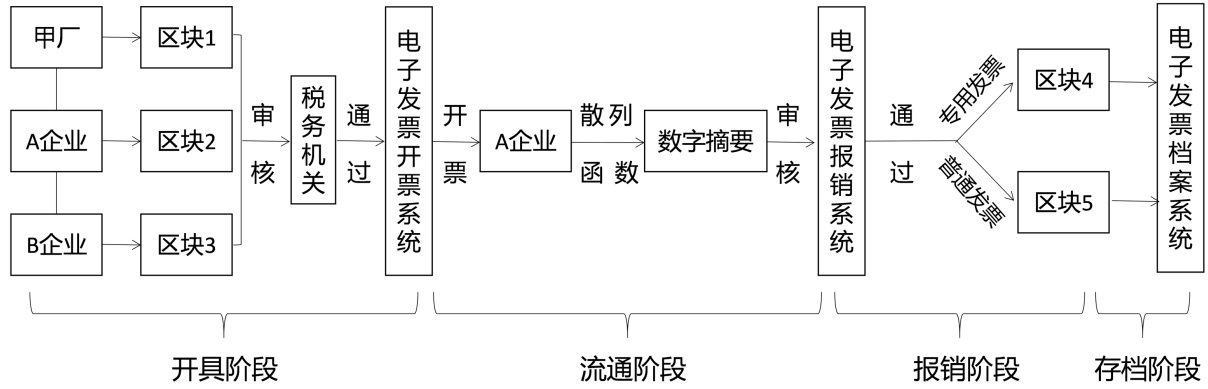


Figure 1. The infrastructure diagram
图 1. 基础架构图

其次是增值税发票流通阶段。该阶段是增值税电子发票内容篡改最频繁的阶段。为验证发票的真实性和完整性，开票系统将开出的增值税电子发票通过散列编码将其变为数字摘要 A 并传输至公司报销系统。当 A 企业上传增值税电子专用发票时，系统会自动将其转变为数字摘要 B。若数字摘要 A 和 B 完全吻合，系统会判别为真实增值税电子专用发票，然后顺利进入再次核对交易信息阶段。若数字摘要 A 和 B 不同，系统会判别为内容信息错误的发票，进而导致无法抵扣进项税。而对于增值税普通发票，比如公司员工的差旅费，同理先进行流通阶段审核再办理报销。最后是增值税电子发票报销和存档阶段，对于增值税电子专用发票，交易信息核对成功后即可准备增值税进项抵扣入账工作。同时，将核对信息成功后的发票上传至区块 4 并盖上数字时间戳，录入公司电子发票档案系统。对于增值税电子普通发票，交易信息核对成功后，公司开户行给员工进行转账报销，并把银行转账证明上传至区块 5 并盖上数字时间戳，同样录入公司电子发票档案系统，便于税务机关后期稽查调用。

综上所述，区块链技术和增值税电子发票管控具有极高的适应性。在信息技术不断发展的当下，税务机关可以利用区块链技术的优势，结合增值税电子发票管控，打造一个安全、透明、高效的税务管理系统。通过区块链技术的分布式账本特性和数据不可篡改性，可以确保税务数据的真实性和完整性，有效防止逃税、漏税等违法行为。同时，利用区块链技术的智能合约功能，通过增加相关条件进行扣税操

作,可以达到操作公正透明、降低人力资本、简化目前纳税方式的目的[15]。

参考文献

- [1] 刘越. 增值税电子发票的应用风险及应对措施[J]. 投资与创业, 2023, 34(17): 154-156.
- [2] 周志波, 马京伟, 周世麒. 增值税专用发票电子化改革背景、挑战与对策[J]. 税务与经济, 2022(4): 43-48.
- [3] 曹文礼. 推行电子发票面临的挑战与应对策略[J]. 黄山学院学报, 2023, 25(2): 61-65.
- [4] 戴更杰. 区块链技术在增值税征管中的应用研究[D]: [硕士学位论文]. 昆明: 云南财经大学, 2023.
- [5] 程冰欣, 董亚辉. 区块链在我国中小企业融资方面的应用探析[J]. 经济研究导刊, 2018(35): 134-136.
- [6] 陆小虎. 区块链技术在会计与审计中的应用研究[J]. 市场周刊, 2022, 35(2): 116-118.
- [7] 李康震, 陈刚, 周芮. 区块链技术在侦查领域中的应用研究[J]. 信息资源管理学报, 2018, 8(3): 81-92.
- [8] 颜世露, 相里朋, 崔巍. 区块链在量子时代的机遇和挑战[J]. 电子科技大学学报, 2022, 51(2): 162-169.
- [9] 王鹏. 区块链技术在我国增值税征管中的应用研究[D]: [硕士学位论文]. 哈尔滨: 哈尔滨师范大学, 2023.
- [10] 张晴晴, 田潇, 田锦. 基于区块链预言机的车联网可信身份方案研究[J]. 信息安全研究, 2023, 9(2): 120-126.
- [11] 谢思飞. “以数治税”时代下增值税专用发票问题研究[D]: [硕士学位论文]. 贵阳: 贵州财经大学, 2024.
- [12] 杨树艳. 电子发票归档管理模式研究[J]. 兰台世界, 2023(4): 55-59.
- [13] 杨倩, 陈俊逸. 新形势下行政事业单位增值税发票风险管理研究[J]. 商业会计, 2020(16): 83-85.
- [14] 孙越. 区块链技术在税收征管中的应用研究[J]. 市场周刊, 2024, 37(1): 100-103.
- [15] 马冉, 杨孝天, 李江, 等. 基于 NFT 的税务电子发票防伪系统研究[J]. 电子设计工程, 2023, 31(20): 135-139.