

基于区块链的企业管理系统框架设计与分析

赵伟^{1,2}, 张问银², 王九如², 张亚伟^{2,3}

- (1. 山东科技大学计算机科学与工程学院, 山东 青岛 266000;
2. 临沂大学信息科学与工程学院, 山东 临沂 276002;
3. 山东师范大学信息科学与工程学院, 山东 济南 250000)

摘要: 区块链技术如何赋能现代企业管理, 越来越受到广泛的关注。企业资源计划(ERP, enterprise resource planning)技术将现代信息技术与企业生产流程管理紧密结合, 有效加强了企业的工作效率和管理水平, 但存在中心化结构特有的设备安全、数据安全、工控安全、信息泄露等固有的痛点问题。针对当前ERP系统暴露的问题, 利用区块链的去中心化、去信任化、公开透明、可信数据库、可追溯性等特点, 提出一种基于区块链的现代企业管理ERP系统框架模型。重点解决企业生产与管理流程中的数据可信和高效协同问题, 并引入区块链的激励机制, 利用Token强化协同管理, 提高效率, 为企业绩效评估与考核提供一种新思路。

关键词: 区块链; 企业资源计划; 激励机制; Token

中图分类号: TP309

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.2096-109x.2019013

Design and analysis of enterprise management system framework based on blockchain

ZHAO Wei^{1,2}, ZHANG Wenyin², WANG Jiuru², ZHANG Yawei^{2,3}

1. School of Computer Science and Engineering, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266000, China
2. School of Information Science and Engineering, Shandong Linyi University, Linyi 276002, China
3. School of Information Science and Engineering, Shandong Normal University, Jinan 250000, China

Abstract: How to enhance the management of modern enterprises by blockchain technology has attracted more and more attention. ERP (enterprise resource planning) technology combined modern information technology with enterprise production process management, and effectively strengthened the work efficiency and management level of enterprises. But there were inherent pain points such as equipment security, data security, industrial control security, information leakage and so on. Aimed at the problems exposed by ERP system, a blockchain based framework mod-

收稿日期: 2018-12-10; **修回日期:** 2019-01-20

通信作者: 张问银, zwenyin@126.com

基金项目: 山东省重点研发计划基金资助项目 (No. 2017CXGC0701)

Foundation Item: Key Research and Development Program of Shandong Province (No.2017CXGC0701)

论文引用格式: 赵伟, 张问银, 王九如, 等. 基于区块链的企业管理系统框架设计与分析[J]. 网络与信息安全学报, 2019, 5(2): 13-22.

ZHAO W, ZHANG W Y, WANG J R, et al. Design and analysis of enterprise management system framework based on blockchain[J]. Chinese Journal of Network and Information Security, 2019, 5(2): 13-22.

el of ERP system proposed by taking advantage of the characteristics of decentralization, de-trust, openness and transparency, trusted database and traceability of blockchain. The key point is to solved the problem of credible and efficient data collaboration in the production and management process of enterprises. Combine with the incentive mechanism of blockchain, use token to strengthen collaborative management and improve efficiency, which provide a new idea for enterprise performance evaluation and assessment.

Key words: blockchain, ERP, incentive mechanism, Token

1 引言

在经济全球化和信息技术飞速发展的环境下, 企业管理信息化是企业生存和发展的迫切需求。被企业普遍认可的企业资源计划 (ERP, enterprise resource planning) 系统旨在将信息技术与企业管理思想结合, 优化企业内部控制, 为企业各部门提供一个统一的信息管理平台。现有的 ERP 系统采用中心化的结构, 对企业数据安全和工控安全提出了挑战, 提出的解决方案无法从根本上解决问题。区块链的出现无疑为 ERP 系统的安全性提供了新的思路和解决方案, 这迅速成为学术界和企业界高度关注的研究热点。

区块链是分布式存储技术、P2P 网络技术、共识机制、密码体系、智能合约等技术的综合集成创新, 用于打造一个去中心化的、点对点信任的框架体系, 推动社会信任体系迈向新的台阶。中本聪在 2008 年发表的“比特币: 点对点电子现金系统”^[1]一文中最先引入了区块链的概念, 随着比特币的成功让人们发现区块链的巨大潜力。

区块链在互联网的基础上搭建了一个可信赖的环境, 将区块链和 ERP 系统结合, 利用区块链去中心化的特点能有效解决传统 ERP 系统中数据流通和数据安全的问题。基于区块链框架的数据共享、数据加密和数据可信性验证都为解决 ERP 系统瞬时信息孤岛和数据一致性提供新的着力点。同时在 ERP 系统中引入区块链的激励机制, 为企业人力资源管理、效绩评估提供了新的机制和思路。

本文将传统 ERP 系统架构融入区块链技术, 对其进行改造提升, 提出一种基于区块链的 ERP 系统框架模型, 并对其进行了分析。

2 区块链与 ERP 现状分析

2.1 区块链

区块链是一种在对等网络环境下, 通过透明和可信规则构建不可伪造、不可篡改和可追溯的块链式数据结构, 实现和管理事务处理的模式^[2]。如图 1 所示, 区块链的基本数据结构由“区块”和“链”两部分构成。交易和执行结果都会完整

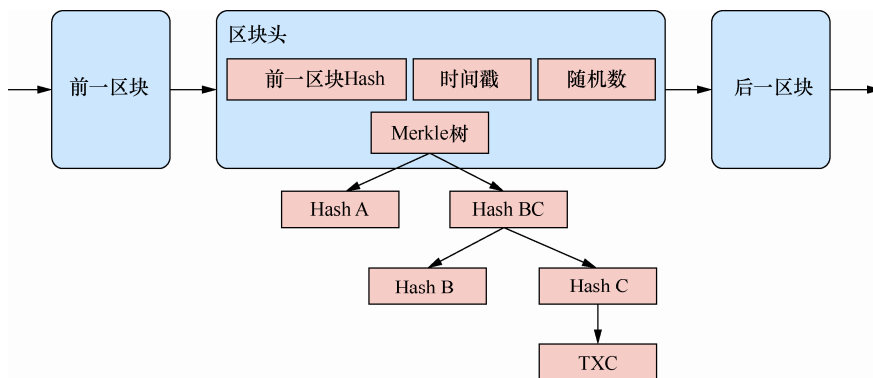


图 1 区块链数据结构

地记录在“区块”中；“区块”按照生成时间串联形成“链”，详细反映了账本的状态变化^[3]。

如图2所示，区块链并不是一项全新的技术，而是对已经成熟的密码学、数据库技术、网络技术、共识算法、智能合约等技术的集成创新应用，具有去中心化、去信任化、公开透明、可信数据库、可追溯性等特点。

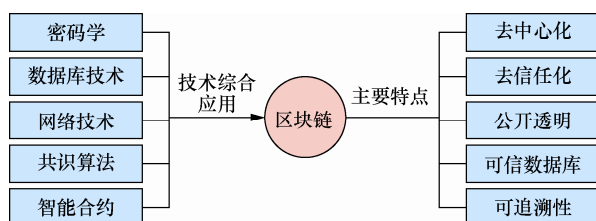


图2 区块链涉及的技术与主要特点

去中心化：整个区块链网络由所有参与者共同维护，没有第三方机构，通过分布式存储和P2P组网机制进行信息的传输与验证，任一节点出现问题不影响整体网络的运作。

去信任化：节点间基于严谨的加密算法和可靠的认证体系进行价值交换、数据交换，双方无须彼此信任。

公开透明：所有参与者都能查看区块链上的数据，保证了链上数据共享，有助于节点间进行数据交换。

可信数据库：每个节点都保存一份完整的数据账本，除非能控制大部分节点，否则任一节点数据丢失或者修改都不足以影响整个区块链网络的数据。

可追溯性：区块链采用链式数据结构，通过为区块加盖时间戳使数据具有可追溯性^[4]。

区块链的出现将对现代行业起到重塑甚至颠覆作用，基于区块链的产业与应用纷纷兴起，在金融行业、身份认证、产权证明、物联网、数据管理、社交娱乐等多方领域得到了广泛应用。例如，Ripple、Ubin、Circle利用区块链建立了点对点的跨境支付系统；智链ChainNova、唯链、

RealChain利用区块链解决了防伪溯源的问题；BitHealth利用区块链提供了医疗数据的安全管理^[5]。目前，区块链已经脱离了区块链1.0（可编程货币）的范畴，朝着区块链2.0（可编程金融）和区块链3.0（可编程社会）稳步发展，“区块链+”的时代序幕已经拉开。

2.2 ERP

ERP是通过信息技术将企业管理思想系统化，为供应链管理、人力资源管理、财务管理提供一体化服务的软件平台。图3展示了传统的ERP系统框架，ERP系统将物流、人流、财流、信息流紧密结合，打破原有各部门信息孤岛的情况，实现跨部门协作，数据共享，优化了业务流程和管理措施，利用计划和控制的思想对企业运作进行流程化、标准化、精细化管理^[6]。ERP系统提高了部门间协作能力，优化了企业的组织结构和业务流程，利用信息系统转变原有的纸质化办公模式，提高员工的工作效率。同时还具有实时控制分析能力，提前制定采购、加工、制造、销售等方案，实时分析客户需求、产品质量、监控财务信息和资金流动；提高企业效率与信誉，降低企业运营成本，以加强企业核心竞争力。

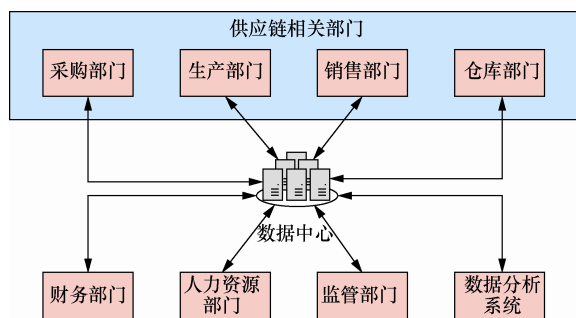


图3 传统ERP系统框架

ERP系统环境下的企业内部管理存在如下问题：1) ERP系统设备安全无法保障，可能会受自然灾害、设备故障或遗失等因素的影响；2) 企业内部人员可能为了自身利益篡改或删除部分数据；3) 信息录入时出错对整个系统后续业务造成

影响; 4) ERP 系统一旦感染病毒, 在信息传输过程中可能造成数据泄密; 5) ERP 系统较为复杂, 需求大量复合型人才, 但又没有完备的激励机制。针对上述问题, 现阶段提出的解决方案主要有: ERP 系统设备备份; 加强人员监管, 提高员工素质; 提高员工责任意识, 加强数据处理控制; 加强系统安全控制, 及时进行系统漏洞修复; 为相应人才提供更广阔的发展空间等^[7-10]。但这些措施都无法从根源上解决上述问题。

2.3 融合区块链的 ERP 系统现状分析

Finlync 是世界上最先将区块链与 ERP 系统相结合的公司, 该公司的区块链平台允许 Ethereum 和 Hyperledger 与 ERP 系统无缝联接。图 4 展示了 Finlync 公司的区块链 ERP 系统框架, 具有企业与分布式账本 (DL, distributed ledger) 快速、高效的协调集成, 即插即用银行客户专有解决方案, 安全、无第三方介入的特点。

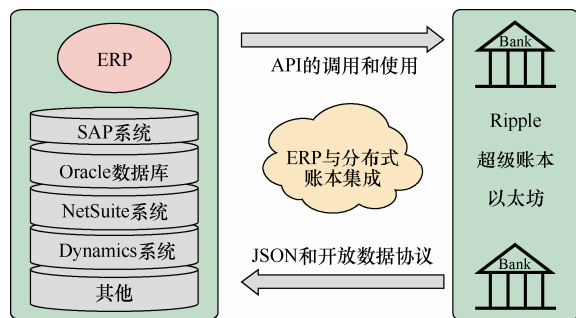


图 4 Finlync 公司的区块链 ERP 系统框架

刘超^[11]提出了一种基于区块链的企业管理方案, 主要解决 ERP 系统的物流终端管理不便、信息传输速度慢的问题。但涉及区块链与 ERP 系统具体如何结合并没有详细介绍。Banerjee 对区块链与 ERP 系统的融合将如何改善供应链运作提出了新的见解。详细介绍了区块链与 ERP 如何在供应链的工程设计、销售过程、采购过程、需求和供应计划过程、制造过程和物流管理过程中相互协同, 提高效率、透明度并且降低成本^[12]。

目前融合区块链与 ERP 系统的案例和文献

较少, 已有的案例主要从财务管理和供应链管理角度对区块链与 ERP 系统结合进行了分析。本文第 3 节以 ERP 整体系统如何与区块链结合为着力点, 提出一种基于区块链的 ERP 系统解决方案。

3 基于区块链的 ERP 系统方案

3.1 区块链 ERP 系统底层架构

为了充分利用区块链的去中心化、公开透明、可信数据库、可追溯性等特性, 解决 ERP 系统现存的问题, 本文提出一个基于区块链的 ERP 底层架构 (如图 5 所示), 在重构传统 ERP 系统的同时, 保证信息共享、多部门协作和数据安全。

区块链 ERP 系统框架主要由 6 层组成。

第一层是数据层, 主要包括财务数据、人力资源数据和供应链数据, 所有数据都被存放在分布式账本中。各节点都有一份数据备份, 既可以实现数据共享, 又可以确保系统的健壮性, 任一节点发生故障对整个系统运行都没有影响^[13]。

第二层是网络层。区块链网络采用 P2P 的组网机制, 主要用于节点间交易数据和区块数据的传播。P2P 网络节点具有平等、自治、分布等特点^[14], 根据数据传播机制和验证机制, 使所有节点共同参与整个区块链网络的维护。根据系统需求将节点划分成全节点和轻节点, 全节点存储完整数据, 轻节点可以参与数据传播、验证和查询。

第三层是共识层。利用共识机制保证全网各节点数据一致性。区块链 ERP 系统采用私有链, 节点加入需要进行授权验证。综合考虑系统的应用环境和性能需求, 采用类似投票机制的共识算法, 如 PBFT、类 BFT 算法等, 具有交易延迟在毫秒级、吞吐量高、节能性好、无分叉的特点。

第四层是激励层。为提高企业生产效率和管理水平, 增加员工工作积极性和协同性, 提出在企业内部增设 Token 发行与奖励机制。通过制定相应的奖惩措施, 由系统给员工颁发 Token,

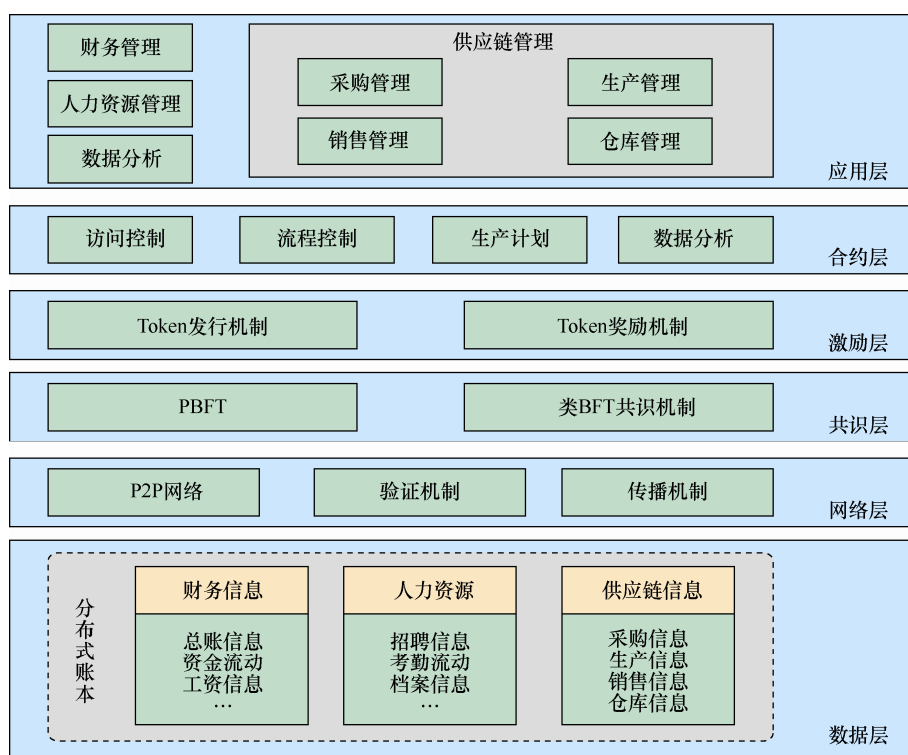


图5 基于区块链的ERP底层架构

Token 可以作为员工效绩评估和考核的凭证。Token 的发行与奖惩都由智能合约自动完成，可以确保企业内部奖惩公开、公正、透明。

第五层是合约层。智能合约技术主要从复杂性交易算法、不可伪造性、私密性等角度出发，开发与其相关的技术或协议代码，提高交易效率和安全性^[15]。数据共享虽然可以提高企业效率，但为了确保企业机密数据仅相关人员可见，需要通过智能合约进行访问控制^[16]。通过智能合约实现系统的主体业务逻辑，当企业工作流程发生转变，也可以通过更新智能合约转变业务逻辑，具有良好的可扩展性。通过收集供应链相关数据，利用智能合约对生产、销售等数据进行分析，为企业提供业绩分析、生产计划、用户需求等多方面信息。

第六层是应用层。为企业各部门提供业务活动、数据共享，合约自动化为各部门办公提供便利。通过数据分析模块还能分析企业当下

运营状况、预测将来发展趋势，提高企业效率和经济利益。

3.2 区块链 ERP 系统设计与分析

基于区块链的ERP底层架构，本节给出基于区块链的ERP系统设计方案。如图6所示，区块链ERP系统由采购部门、生产部门、销售部门、仓库部门、财务部门、人力资源部门、监管部门共同维护，主要用于实现各部门的数据流通与数据共享。依靠“挖矿”进行数据打包、节点共识会产生过多的资源消耗，参考Hyperledger Fabric^[17]架构，设置打包节点进行数据打包。企业内部数据通常较大，数据存储采用两种方式，区块链上只存数据摘要，完整数据存储在数据库中，并与区块链建立映射。引入数据分析模块，通过从区块链上和数据库中获取数据，进行数据分析。工作人员通过客户端与区块链ERP系统交互办公。

基于区块链的ERP系统工作流程如下。

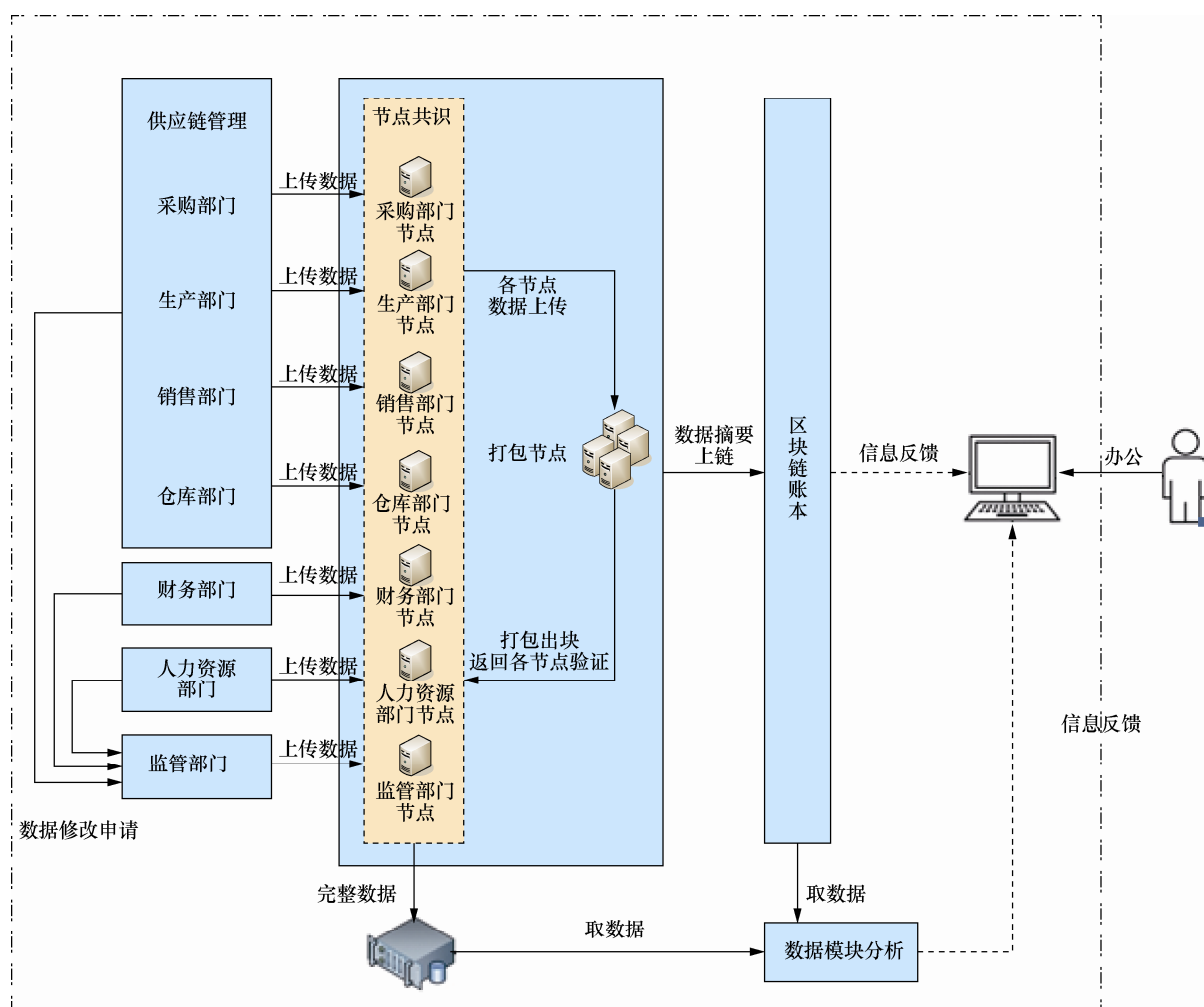


图 6 基于区块链的 ERP 系统方案

1) 各部门将关键信息上传到相应节点, 节点将上传的信息发送给打包节点打包出块。打包后的数据会重新分发到所有节点验证其有效性, 节点间共识通过后将数据摘要存储在区块链上, 完整数据存储在数据库中。区块链具有数据不可篡改的特点, 将数据库中的数据 Hash 后和区块链上的数据摘要比对, 可以验证数据的真实性。

2) 员工终端作为轻节点使用, 不存储完整的区块链账本, 通过客户端与区块链网络交互进行办公、信息查询和信息传输。通过智能合约访问控制, 员工只能查询和操作与自己相关的业务。

3) 通过智能合约访问控制对数据分析模块授权, 使其能获取供应链相关数据, 对采购数据、

生成数据、销售数据、仓库数据进行分析, 并将分析结果反馈给客户端, 供相应员工查看。

4) 数据录入出现错误时, 相应部门向监管部门提出数据修改请求, 监管部门对请求进行审核, 审核通过后批准修改, 将新的数据上传区块链。

3.3 数据访问控制

由于区块链具有公开透明的特点, 区块链 ERP 系统上的文件可供所有人员查看, 但企业内部不免有一些机密文件, 这就需要设置访问权限。为方便授权管理, 避免出现过多的权限变更增加系统复杂性, 基于角色访问控制^[18-19]来制定访问控制策略。访问控制策略存储在区块链上, 利用智能合约控制其执行^[20]。普通员工在特殊情况

下, 如果访问机密文件, 需要得到管理人员的授权。由于特殊情况出现次数较少, 可以采用自主访问控制^[21]对员工授权。通过对称密钥和非对称密钥结合的方式实现访问授权, 图7展示了员工申请访问机密信息的流程。

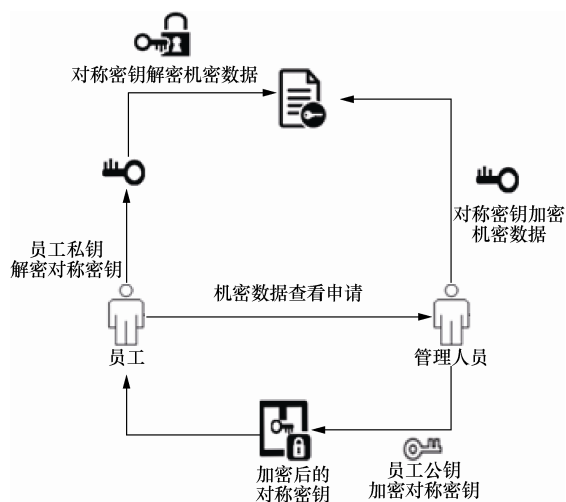


图7 机密数据访问流程

- 1) 员工请求查看机密信息, 向管理人员发送带证书签名的请求。
- 2) 管理人员验证签名并同意请求, 生成一个临时对称密钥对机密信息加密。
- 3) 管理人员用员工的公钥加密对称密钥, 并发送给员工。
- 4) 员工用自己的私钥解密出对称密钥。
- 5) 员工用对称密钥解密出机密信息。

3.4 Token 奖惩机制

激励机制作为区块链的一大创新点, 可以

通过 Token 奖惩机制激发员工工作积极性, 提高员工创造活力。人力资本的 Token 化就是要依靠区块链技术, 将劳动纳入财富记账体系中, 在链上确权、登记、流动^[22]。例如, 华为推行的虚拟股权, 类似 Token 发行机制, 实现人力资本的 Token 化。

企业生产流程中涉及多个部门间的协作。为提高企业工作效率, 利用智能合约设置任务完成要求, 完成期限, 相应 Token 奖惩措施。提前完工给予相应的 Token 奖励, 未按时完工的或者未达到任务要求的扣除相应的 Token 惩罚, 以此激发员工工作活力, 提高部门间协同能力。

智能合约作为区块链的激活器保证 Token 奖惩由系统自动执行, 极大提高了公平、公正原则。区块链 ERP 系统作为一条私有链, 没有挖矿需求, Token 的产生可以直接通过智能合约赋予企业账户。企业视员工工作情况奖惩相应 Token, 用作绩效评估、薪资发放的参考依据。图8展示了基于智能合约的 Token 奖惩流程。

- 1) 管理人员通过智能合约发布任务, 设置任务内容, 完成要求, 任务被记录在区块链上。
- 2) 智能合约将任务分发到相应的工作人员。
- 3) 工作人员完成任务后将任务完成情况提交到系统, 记录在区块链上。
- 4) 由智能合约审查任务完成情况, 奖励或惩罚相应的 Token, 并将任务结果反馈给管理人员。

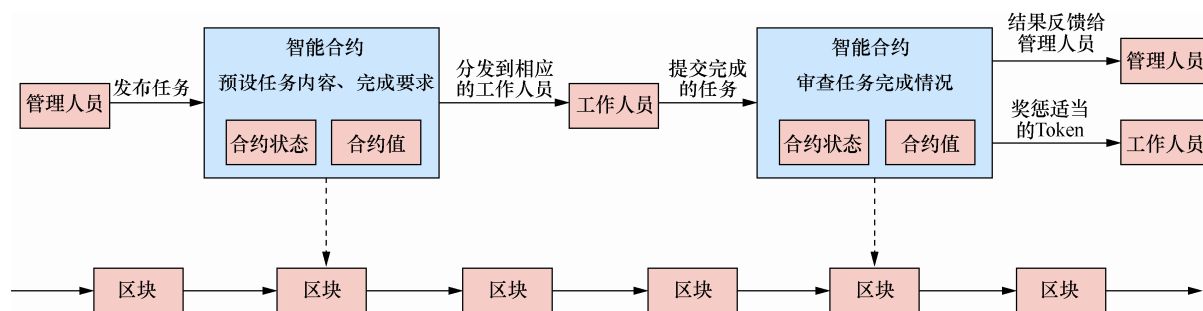


图8 基于智能合约的Token奖惩流程

4 区块链 ERP 系统分析

4.1 区块链 ERP 系统优势

区块链 ERP 系统优势如下。

1) 供应链管理方面

加强部门间的数据流通, 提高部门间协作能力, 采购部门可根据生产部门计划方案提前采购原材料, 销售部门根据生产情况制定适当的销售方案, 避免出现产品积压、供不应求等情况。利用区块链实时记录供应链相关数据, 保证数据的准确性与实时性。利用区块链的可追溯特点, 提高对产品的跟踪和管理能力, 及时发现处理有质量问题的产品。通过智能合约与数据分析技术, 分析市场需求, 及时制定新的采购计划、生产计划和销售方案, 极大提高企业效率和经济效益。

2) 财务管理方面

利用区块链技术, 能够让管理者及时地获得企业生产经营的实际情况以及资金的使用情况, 并且结合企业资金的合理分配, 对资金管理进行预测, 提前筹措资金^[23]。企业账本由多部门共同维护, 避免了内部人员为了自身利益篡改账目的风险, 保证企业账目的真实性与可信性, 为监管工作提供便利。同时企业可以公开部分账目, 使账目更加透明, 保护相关者的切身利益。

3) 人力资源管理方面

减少企业人员招聘时存在的主观影响和人为操作, 并且可以优化招聘流程。提高企业绩效评估和薪酬管理时的公平性与透明度, 解决企业绩效评估标准不清晰、考核方式单一、考核方式不科学、过分注重形式、考核结果不反馈给考核者等问题^[24-25]。通过区块链真实地记录员工的工作情况, 并且可以通过 Token 直观反映员工的业绩, 企业以 Token 和工作记录为参考对员工进行绩效评估、薪资发放, 提高员工积极性与公平感。

4.2 区块链 ERP 系统不足

区块链 ERP 系统不足如下。

1) ERP 系统升级改造增加企业成本

传统 ERP 系统的设计与研发本身就需要大量资金投入, 通常根据功能需求在几万到几百万不等, 如果将区块链与 ERP 系统融合将面临成本的进一步提升。同时企业新旧系统更替带来的数据迁移; 区块链相关人才的引进会造成企业成本的增加。

2) 区块链技术面临规范和提升

区块链技术作为一项新兴技术尚不成熟, 在交易速度、性能、监管、标准、安全等方面依旧存在问题, 为区块链与 ERP 系统融合带来了挑战。比特币每秒能完成 7 笔交易, 以太坊平均每秒能完成 20 笔交易, Fabric 的每秒交易量能达到 300~500 次, 如果将区块链与 ERP 系统融合, 区块链的性能还有待提升。目前区块链缺乏统一的技术标准, 比特币、以太坊、Hyperledger 采用自己的一套标准和代码, 提高了区块链使用的复杂性, 需要一套统一的技术标准来解决这些问题。随着一系列区块链安全事件的发生, 对区块链安全性也提出了挑战, 主要包括密码算法安全性、协议安全性、使用安全性、系统安全性^[26]。区块链与 ERP 系统的融合需要更加注重安全性的研究。

5 结束语

随着传统 ERP 系统问题的暴露, 以及区块链技术的广泛关注, 本文分析了传统 ERP 存在的问题, 以区块链去中心化、公开透明、可信数据库、可追溯性特点为基础, 提出一种基于区块链的 ERP 系统框架。该框架为企业信息化过程中解决数据安全、信息共享、生产协同等问题提供了一种新的思路。结合区块链的 Token 奖惩机制为企业人力资源管理、效绩评估、薪资发放提供新的

方案,解决企业现有员工激励机制过于薄弱的问题;并分析了区块链ERP系统对企业信息化管理所带来的优势与不足。

目前区块链技术仍然不成熟,将区块链与ERP系统相结合面临艰巨挑战。区块链技术如何赋能现代企业管理,以提高企业工作效率,增加企业利润,提高企业的核心竞争力仍是一个有待探索的问题。

参考文献:

- [1] GRINBERG R. Bitcoin: an innovative alternative digital currency[J]. Social Science Electronic Publishing, 2011(4): 160-180.
- [2] 沈鑫,裴庆祺,刘雪峰.区块链技术综述[J].网络与信息安全学报,2016,2(11):11-20.
SHEN X, PEI Q Q, LIU X F. Survey of block chain[J]. Chinese Journal of Network and Information Security, 2016, 2(11): 11-20.
- [3] 邹均,张海宁.区块链技术指南[M].北京:机械工业出版社, 2017.
ZOU J, ZHANG H N. Blockchain technical guide[M]. Beijing: Machinery Industry Press, 2017.
- [4] 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.
YUAN Y, WANG F Y. Blockchain: the state of the art and future[J]. Acta Automatica Sinica, 2016, 42(4): 481-494.
- [5] 张舒,杨宇光.区块链技术基础及应用[J].信息安全研究, 2018, 4(6): 575-580.
ZHANG S, YANG G Y. A survey of the basic technology and application of block chain[J]. Journal of Information Security Research, 2018, 4(6): 575-580.
- [6] 赵晓丽. ERP 环境下 A 公司内部控制优化案例研究[D].北京:中国财政科学研究院, 2016.
ZHAO X L. An internal control optimization case study of a company under ERP environment[D]. Beijing: Chinese Academy of Fiscal Sciences, 2016.
- [7] 程江艳. 基于 ERP 条件的企业内部控制探析[J]. 企业导报, 2012(15): 41-42.
CHENG J Y. Analysis of enterprise internal control based on ERP conditions[J]. Guide to Business, 2012(15): 41-42.
- [8] 陈宪宇. ERP 系统下的企业内部控制风险及防范研究[J]. 价值工程, 2009, 28(4): 117-120.
CHEN X Y. Research on risk and prevention of enterprise internal control under ERP system[J]. Value Engineering, 2009, 28(4): 117-120.
- [9] 刘朋朋. 基于 ERP 系统环境下的企业内部控制研究[J]. 中国集体经济, 2018(9): 37-38.
LIU P P. Research on enterprise internal control based on ERP system environment[J]. China Collective Economy, 2018(9): 37-38.
- [10] 王强. ERP 环境下企业内部控制问题研究[D]. 大连: 东北财经大学, 2006.
WANG Q. Research on enterprise internal control under ERP environment[D]. Dalian: Dongbei University of Finance and Economics, 2006.
- [11] 刘超. 一种基于区块链的企业管理方法[P]. 2017-12-08.
LIU C. An enterprise management method based on blockchain[P]. 2017-12-08.
- [12] BANERJEE A. Blockchain technology: supply chain insights from ERP[J]. Advances in Computers, 2018, 111: 69-98.
- [13] 马昂,郭景峰.区块链技术基础及应用研究综述[J].信息安全研究, 2017, 3(11): 968-980.
MA A, GUO J F. An overview of the basic and applied research of blockchain technology[J]. Journal of Information Security Research, 2017, 3(11): 968-980.
- [14] 邵奇峰,金澈清,张召,等.区块链技术:架构及进展[J].计算机学报, 2018, 41(5): 969-988.
SHAO Q F, JIN C Q, ZHANG Z, et al. Blockchain technology: architecture and progress[J]. Chinese Journal of Computers, 2018, 41(5): 969-988.
- [15] 刘德林. 区块链智能合约技术在金融领域的研发应用现状、问题及建议[J]. 海南金融, 2016(10): 27-31.
LIU D L. Research and application status, problems and suggestions of blockchain smart contract technology in the financial field[J]. Hainan Finance, 2016(10): 27-31.
- [16] 刘敖迪,杜学绘,王娜,等.区块链技术及其在信息安全领域的研究进展[J]. 软件学报, 2018(7): 2092-2115.
LIU A D, DU X H, WANG N, et al. Blockchain technology and its research progress in the field of information security[J]. Journal of Software, 2018(7): 2092-2115.
- [17] ANDROULAKI E, BARGER A, BORTNIKOV V, et al. Hyperledger fabric: a distributed operating system for permissioned blockchains[C]//The 13th EuroSys Conference, EuroSys, 2018.
- [18] 蔡梅松,蔡鸿明.在企业基础信息平台中实现基于角色的访问控制[J]. 武汉大学学报(工学版), 2006, 39(4): 102-106.
CAI H S, CAI H M. Role-based access control is implemented in the enterprise basic information platform[J]. Engineering Journal of Wuhan University, 2006, 39(4): 102-106.
- [19] 陈永丰. 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, 2018.
CHEN Y F. Research on data access control method based on block chain and its application[D]. Chendu: University of Electronic Science and Technology of China, 2018.

- [20] 梅颖. 基于区块链的物联网访问控制简化模型构建[J]. 中国传媒大学学报(自然科学版), 2017(5): 7-12.
MEI Y. Construction of simplified access control model for Internet of things based on blockchain[J]. Journal of Communication University of China(Science and Technology), 2017(5): 7-12.
- [21] 张克君, 金玮, 杨炳儒. 基于角色的自主访问控制的构建[J]. 计算机工程, 2005, 31(5):25-27.
ZHANG K J, JIN W, YANG B R. The construction of role-based access control[J]. Computer Engineering, 2005, 31(5):25-27.
- [22] 李智健. 区块链技术和智能合同在未来经济中企业联盟的应用[J]. 当代经济, 2017(27):116-122.
LI Z J. Application of blockchain technology and smart contract in enterprise alliance in future economy[J]. Contemporary Economics, 2017(27):116-122.
- [23] 陈泉润. 关于区块链技术对企业管理的影响分析[J]. 经济研究导刊, 2018(19): 16-17.
CHEN Q R. Analysis on the impact of blockchain technology on enterprise management[J]. Economic Research Guide, 2018(19): 16-17.
- [24] 于丽洋. 绩效考核在人力资源管理中的应用[J]. 中小企业管理与科技, 2014(1): 14-16.
YU L Y. Application of performance appraisal in human resource management[J]. Management & Technology of SME, 2014(1): 14-16.
- [25] 刘晶, 李相林. 中小企业绩效考核问题研究[J]. 中国管理信息化, 2016, 19(6):99-100.
LIU J, LI X L. Research on performance appraisal of small and medium sized enterprises[J]. China Management Informationization, 2016, 19(6): 99-100.
- [26] 武勇, 李斌. 区块链安全技术体系研究[J]. 信息安全与通信保密, 2018(7):44-52.
WU Y, LI B. Research on blockchain security technology architecture[J]. China Information Security, 2018(7): 44-52.

[作者简介]



赵伟(1994-), 男, 河南平顶山人, 山东科技大学硕士生, 主要研究方向为区块链应用技术。



张问银(1972-), 男, 山东郯城人, 博士, 临沂大学教授、硕士生导师, 主要研究方向为图像处理、信息隐藏、区块链技术。



王九如(1983-), 男, 山东临沂人, 博士, 临沂大学副教授, 主要研究方向为网络空间安全、区块链应用技术。



张亚伟(1992-), 男, 河南夏邑人, 山东师范大学硕士生, 主要研究方向为区块链应用技术。