

doi: 10.3969/j.issn.0490-6756.2018.06.014

基于区块链技术的医疗管理信息化应用分析

何波¹, 王桂胜^{1,2}

(1. 首都经贸大学劳动经济学院, 北京 100070; 2. 西藏大学中国少数民族经济发展协同创新中心, 拉萨 850000)

摘要: 医疗管理信息化是适应我国人口众多、医疗资源稀缺的特殊国情下提高全民健康水平的重要手段. 该文探讨了在我国医疗管理信息化发展中存在的一系列问题以及区块链技术在医疗管理信息化中的重要应用. 论文指出区块链技术解决了医疗信息资源的互联互通、信息保密和不可篡改性以及信息共享等问题, 这为我国互联网+医疗的进一步发展提供了重要的技术支持.

关键词: 区块链; 医疗管理; 信息化; 安全

中图分类号: G623.58 **文献标识码:** A **文章编号:** 0490-6756(2018)06-1219-06

Analysis of informatized application of medical management based on block chain technology

HE Bo¹, WANG Gui-Sheng^{1,2}

(1. The Capital University of Economic and Business, School of Labour Economics, Beijing 100070, China;
2. Chinese Collaborative Innovation Center of Minority Economy Development in University of Tibet, Lhasa 850000, China)

Abstract: Medical management informationization is an important means to improve the health level of the whole people under the special national conditions of China's large population and scarce medical resources. This paper discusses a series of problems in medical management informationization development in China and points out the importance of blockchain-based application in medical management information system. Blockchain technology can be used to tackle some issues such as interconnection, confidentiality, non-tampering and sharing in medical information resources, which will provide important technical support for the further development of Internet+medical care in China.

Keywords: Block chain; Medical management; Informatization; Security

1 引言

我国医疗管理信息化已经取得了巨大的发展, 互联网+医疗为我国医疗卫生事业管理和业务开展提供了丰富便捷的手段和技术, 诸如远程医疗、视频诊断等都有极大应用^[1]. 但在医院信息互联互通上和资源共享上仍有很大不足, 在病人病历信息以及医院内部信息、设备交换信息、药品流通信息和保险合同信

息等的安全保障上仍难以实现. 区块链技术在信息存储上具有不可篡改性、保密性和一致性等特征, 使它在信息存储和传递中具有不可替代的优势.

目前, 世界各国均对区块链技术的应用开展了探索研究工作. 作为第二次互联网革命, 区块链技术很可能会加快人们未来工作和生活方式发生质的变化的进程. 区块链作为一个分布式数据库, 具有去中心化、保密性、防篡改性和一致性等重要特

收稿日期: 2018-09-06

基金项目: 保障和改善民生问题研究(13HZKT436)

作者简介: 何波(1960—), 男, 北京人, 硕士, 助理研究员, 研究方向为经济管理信息化.

通讯作者: 王桂胜. E-mail: wgsbh@aliyun.com

点,使得区块链可以用于很多生产和生活领域以实现降低交易和维护成本、减少信任环节和提高工作效率等功能。区块链技术是当前信息社会发展的一个重要技术革命,是互联网应用发展的一个重要里程碑^[2-4]。此外,区块链技术也是我们创新创业发展的一个重要技术载体。通过区块链技术的应用发展,我们可以培养出一批基于区块链技术开发的企业,例如对教育链、医疗链和能源链等的开发和维护,必然会涌现一大批区块链企业和产业,从而推动我国信息社会的不断发展和升级。

本文在大力推进互联网+医疗的医疗管理信息化时代下,通过阐述分析医疗管理信息化发展过程中存在的一系列问题,包括电子健康病历的信息共享问题、医疗保险赔付的简化问题以及医药的防伪等问题,来探索如何升级医疗管理的信息化水平,以实现医疗资源使用效率的不断提升。

2 区块链技术基本原理

2.1 区块链概念及特征

区块链(Block Chain)本质上是一个去中心化的分布式数据库,能实现数据信息的分布式记录与分布式存储,区块链是一类将区块以链的方式组合在一起的数据结构,区块链技术运用密码学的手段产生一类记录先后时间的、不可篡改的、可信任的数据库,这类数据库是去中心化存储且数据安全能够得到有效保证的,能够使参与者对全网交易记录的事件顺序和当前状态建立共识。区块链类似于 TCP/IP 协议、HTTP 协议、SMTP 协议以及用于文件传输的 FTP 等协议,即有可能成为促进信任和验证身份的另一种协议,使得互联网的信息更安全^[5,6]。

可以说区块链技术的本质,也是一种互联网安全协议。区块链构建了一整套完整的、连贯的去中心化、防篡改、去信任化数据库技术来达到这个安全目的。这些技术分别是“区块+链”、分布式存储和非对称加密算法。此外,为了保证区块链技术的可进化性与可扩展性,区块链系统设计者还引入了“脚本”的概念来实现数据库的可编程性。可以说,这四大技术构成了区块链的核心技术。除了交易、金融的数据存储之外,其他行业的细分领域也需要区块链来保证数据存储的安全性。如何确保其安全性和流通性,几乎成为了各大行业所忧,而区块链技术的出现恰好为这一广泛存在的问题提供了可行的解决方案。区块链技术可以通过建立对现代商业至关重要的信任、问责制和透明度,来支持

新一代交易应用程序和简化业务流程。

区块链的每一个区块都由块头和块身组成。块头包含了用于链接到上一个区块的地址以及为区块链数据库提供完整性的保证。块身则包含了经过验证的、块创建过程中发生的交易详情及其他数据记录。区块链的数据存储则通过两个方式来保证数据库的完整性和严谨性。(1) 每一个区块上记录了在上一个区块形成之后、该区块被创建前发生的所有价值交换活动,这个特点保证了数据库的完整性;(2) 在正常情况下,一旦新区块创建完成并被加入到区块链后,则此区块的数据记录就再也不能改变或删除。这个特点保证了数据库的严谨性,即无法被篡改。区块与区块之间主要依靠各个区块之间的数据区块头部信息链接起来,头部信息记录了上一个区块的 HASH 值(通过随机散列函数变换的哈希值)和本区块的 HASH 值。本区块的 HASH,又在下一个新的区块中有所记录,由此建立了区块之间的信息链,如图 1 所示。

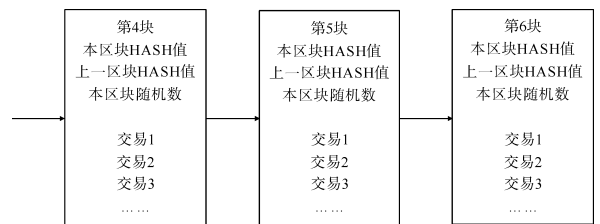


图 1 区块链结构与内容示意图

Fig. 1 Structure and content of block chain

同时,由于每个区块中含有时间戳,因而区块链带有时序性。时间越久的区块后面所链接的区块越多,修改该区块所花费的代价也就越高。区块链采用了密码协议,允许连接各计算机(节点)的网络共同维护信息的共享分布式账本,而不需要节点之间的完全信任。该机制保证,只要大多数网络按照所述管理规则验证发布到分类账(即链)的块,存储在区块链中的信息可被信任为可靠的。这确保交易数据在整个网络中一致地复制。分布式存储机制的效果通常意味着网络的所有节点都保存了区块链上存储的所有信息。

由于区块链将从创世区块以来的所有交易都明文记录在区块中,且形成的数据记录不可篡改,因此任何交易双方之间的价值交换活动都是可以被追踪和查询到的。这种完全透明的数据管理体系不仅从法律角度看无懈可击,也为现有的物流追踪、操作日志记录和审计查账等提供了可信任的追踪途径。区块链在增加新区块的时候,有很小的概

率发生“分叉”现象,即同一时间出现2个符合要求的区块.对于“分叉”的解决方法是延长时间,等待下一个区块生成,选择长度最长的支链添加到主链.“分叉”发生的概率很小,多次分叉的概率基本可以忽略不计,“分叉”只是短暂的状态,最终的区块链必然是唯一确定的最长链.

从监管和审计的角度来看,条目可以添加到分布式账本中,但不能从中删除.运行专用软件的通信节点网络以对等方式在参与者之间复制分类账,执行分布式分类账的维护和验证.在区块链上共享的所有信息都具有可审计的痕迹,这意味着它具有可追踪的数字“指纹”.分类账上的信息是普遍和持久的,并创建可靠的“交易云”,使数据不会丢失,所以这项技术从根本上消除了交易对手之间的单点故障风险和碎片差异.区块链的主要特征可以总结如下.(1)区块链是一个分布式的链接账本,每个账本就是一个“区块”;(2)区块链基于分布式的共识算法来决定记账者;(3)账本内交易由密码学签名和HASH算法保证不可篡改;(4)账本按产生的时间顺序链接,当前账本含有上一个账本的哈希值,账本间的链接保证不可篡改;(5)所有交易在账本中可追溯.

2.2 区块链算法原理

区块链是一种可以解决双重支付问题的点对点网络,这个网络通过具备工作量证明(POW, Proof of Work)哈希的执行链条来给交易打上标签,区块链记录除非重新投入巨大的工作量(POW),否则是无法被改变的.区块链的最长链条不仅作为交易先后顺序的见证,而且是CPU计算量的一个证明.只要保证主要的CPU计算不是攻击者发起的,那么他们就可以产生最长的链条并使攻击者无法逾越.区块链通过一种基于分布式P2P时间戳服务器的工作量证明来保证交易先后顺序,用来解决重复交易的问题.只要诚实的节点比攻击节点具有更多的CPU工作量,那么这个系统就是安全的^[7-9].此外,区块链运用密码学中的哈希函数特征解决了不可篡改性问题,哈希函数具有以下特征.

(1) 密码学中的哈希函数 Hash() 具有单向性,即 Hash(x) = y .但通过 y 难以找到 x ;

(2) 据块依序连成哈希链.例如现有按顺序产生的数据块 $A、B、C$,则我们可以这样计算一个哈希链.这里“||”表示拼接.

$$h_0 = \text{Hash}(A) \tag{1}$$

$$h_1 = \text{Hash}(B || h_0) \tag{2}$$

$$h_2 = \text{Hash}(C || h_1) \tag{3}$$

上述公式中, h_2 是我们计算的 Hash 链头部,由于 h_2 的值依赖于之前一系列数据的内容和计算顺序,所以形成一条数据块链.如果已知 h_2 ,不论是修改 $A、B、C$ 的任一点内容还是 $A、B、C$ 的出现顺序,都无法再次计算出正确的 h_2 .

为了实现区块链的工作量证明的共识机制,我们在此需添加一个随机数(Nonce)以及一个额外的要求,就是 $h_0、h_1、h_2$ 必须都得是以指定数目的 0 bit 开头的,例如要求每个哈希值都必须以 5 个 0 开头,则 $h_0、h_1、h_2$ 都应该是这样的形式(00000 * * * * *).

$$H_0' = \text{Hash}(A || \text{Nonce}_0) \tag{4}$$

$$H_1' = \text{Hash}(B || H_0' || \text{Nonce}_1) \tag{5}$$

$$H_2' = \text{Hash}(C || H_1' || \text{Nonce}_2) \tag{6}$$

上式中,添加这个要求以后, $H_0'、H_1'、H_2'$ 就很难计算出来,因为不能根据输出的形式来反推输入是什么,而 $A、B、C$ 又是给定的,那只能不断更改 Nonce 来穷举计算,然后找到一个可以满足要求的 Nonce 值,使得 $H_0'、H_1'、H_2'$ 符合要求.为此美国信息工程师中本聪建立了一个泊松分布的概率模型,假设了诚实结点计算出新的哈希头的概率 p 和不诚实结点计算出新的 Hash 头的概率 q 后,算出了一个 N 值.这个 N 值的含义是给出了当一个新的哈希头部 h_1 计算出来后,其后追加 N 个头部 (h_2, h_3, h_4, \dots) 后,网络才应该承认这个新的头部 h_1 .因为攻击者要想成功发动攻击,至少需要计算出一个长度大于 N 的分支,这个概率在攻击者没有掌握全网算力 50% 的时候是很难达到的.为分析这个过程,我们假设攻击者试图以比诚实节点更快的速度产生分支链.即使这个目的达到了,也不会致使系统混乱,比如凭空创建数值或者盗取不属于攻击者的钱财.节点不会持续接受一个非法的交易,并且诚实的节点不会接受这个包含非法交易的块,攻击者只可以改变他自己的交易,以拿回自己刚刚支付的金钱.诚实链与攻击链的赛跑可以形象为二叉树随机漫步(Binomial Random Walk)模型,成功的事件是诚实节点扩展当前块, +1; 失败的事件是攻击节点扩展当前块, -1. 攻击者弥补亏空的可能性类似于赌徒破产理论(Gambler’s Ruin).假设一个可以无限贷款的赌徒开始就存在亏空,并且可以发起无数次赌博来达到收支平衡,我们可以计算出他达到收支平衡的概率,或者说是攻击节点追上诚实节点的概率如下. P 为诚实节点发

现下一个节点的概率; q 为攻击者节点发现下一个节点的概率; q_z : 攻击者总是赶上第 Z 块的概率. 如下式所示.

$$q_z = \begin{cases} 1, & \text{if } p \leq q \\ \left(\frac{q}{p}\right)^z, & \text{if } p > q \end{cases} \quad (7)$$

假设 $p > q$, 随着块数的增加, 攻击者追上的可能性以指数下降. 如果他没有很幸运的赶上, 他赶超的机会将越来越渺茫. 现在我们考虑下接受一笔新的交易后需要等待多长时间, 才能确定发送者不能再改变交易. 我们假设发送者是一个攻击者, 想让接受者相信他已经支付了, 在一段时间后又将交易反向支付给自己. 此时接受者希望得到警告而发送者希望他为时已晚. 接受者产生了新的公私钥对, 并将公钥在签名之前发给发送者. 这防止了发送者提前准备区块并跑在前面的可能. 一旦交易被发送, 攻击者就开始秘密地在包含他的交易的分支链上开始工作. 交易被增加到区块上, 并且此区块链之后已有 Z 块区块的时候, 接受者不知道发送者的确切进度, 假设诚实的区块每块花费平均的期望时间, 按照泊松分布 (Poisson distribution) 发送者可能的进度期望值为

$$\lambda = z \frac{q}{p} \quad (8)$$

为了获得攻击者现在追赶上来的可能性, 我们把每一次攻击者能够追赶上来的可能性乘以泊松密度函数 (Poisson density).

$$\sum_{k=0}^{\infty} \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!} \begin{cases} \left(\frac{q}{p}\right)^{(z-k)}, & \text{if } k \leq z \\ 1, & \text{if } k > z \end{cases} \quad (9)$$

为避免累积分布的无穷大尾部, 调整公式结果如下.

$$1 - \sum_{k=0}^{\infty} \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!} \left(1 - \left(\frac{q}{p}\right)^{(z-k)}\right) \quad (10)$$

转换成 C 程序代码如下所示.

```
#include <math.h>
double Attacker SuccessProbability(double q,int z)
{
    Double p=1.0-q;
    Double lambda=z*(q/p);
    Double sum=1.0;
    Int i,k;
    For (k=0;k<=z;k++)
    {
        Double poisson=exp(-lambda);
```

```
For (i=1;i<=k;i++)
    Poisson *=lambda/i;
Sum+=poisson*(1-pow(q/p,z-k));
}
return sum;
}
```

通过输入不同的参数 z 和 q 运行, 我们可以看到以 z 指数下降的可能性:

```
q=0.1
z=0      p=1.0000000
z=1      p=0.2045873
z=2      p=0.0509779
q=0.3
z=0      p=1.0000000
z=5      p=0.1773523
z=10     p=0.0416605
```

如果设定这个可能性小于 1%, 则可以得到以下结果.

```
P<0.001
q=0.10   z=5
q=0.15   z=8
q=0.20   z=11
q=0.25   z=15
```

上述结果表明, 在区块链中要改变诚实节点链、伪造新链或篡改结果机率极小, 这也就是区块链得以应用的重要功能.

3 医疗管理信息化存在的问题及其分析

如上文所述, 目前我国医疗管理信息化取得了很大进步, 各类医疗机构的信息化设备较为齐全, 并实现了一定程度的医疗信息互联互通和资源共享. 但是与理想的医疗信息化管理还有较大差距. 为进一步加大我国医疗事业的发展和提高医疗资源的使用效率, 在当前信息化时代下就必须加快我国医疗管理信息化进程. 为此, 要重点解决以下医疗管理中存在的几个问题:

(1) 医疗信息互联互通和资源共享问题.

这是制约“互联网+医疗”发展的重要硬件软件. 目前相当多数地方的医疗机构之间仍难以实现信息互联互通, 患者检验检查结果不能共享, 医院孤岛现象十分严重. 这严重阻碍了不同级别医疗机构之间相互转诊, 居民电子病历数据库、区域信息平台等均无法有效建立. 这些问题的存在一方面是

由于患者病历实际上体现着接诊大夫的经验和能力,因而各医疗机构担心将患者相关信息共享、公开难以保护自身利益;另一方面则是由于技术标准不统一,没有建立一个统一的分布式的资源“交易”平台实现医疗信息互联互通。不仅各医疗机构使用的信息系统不同,标准化水平低,相互之间难以实现连接,而且各医疗机构的基础数据库标准也不统一,病种编码、收费代码等各自为政,即使互联互通,也难以实现信息共享。

(2) 医疗服务质量监管和控制问题。

当前,我国医疗服务质量管理较差,医疗管理制度不健全,使得医院中的部分医务人员对于医院的医疗服务质量问题并不能准确把握;此外,有关医疗管理人员在质量监控方面也出现意识淡薄现象,对医院的医疗服务质量问题不够重视。正是由于这些问题的存在,近年来屡次出现的医疗纠纷严重损害了我国医疗事业机构的形象,阻碍了我国医疗卫生事业的健康发展。由于在医疗质量出现问题之后,很多医院没有深入分析问题产生的原因,甚至推卸责任,这就导致医院和患者之间的矛盾直接升级,造成医患纠纷。部分医院管理者在对医院医疗质量实施管理时,只是片面重视医院考核制度和标准的评估,而对于医院医疗质量缺乏监控管理等等。因此,如何运用医疗管理信息化技术实现对医疗服务质量的有效管控,这将是我国提升医疗管理水平的重点问题。

(3) 医疗保险赔付的及时性和精准性问题。

目前,我国医疗健康事业发展的方向就是“全民医保”。医疗保险在保障我国国民健康事业上扮演着重要角色。当前,我国医疗费用报销和赔付仍是采取一种比较简单的、分散的纸质文件处理方式。这种方式费时耗力、且存在一定的不准确性,难以提升医疗服务的质量和病人的就医满意度。由此可见,有效实现医疗保险机构和医疗服务机构之间的信息共享是当前我国医疗管理信息化的首要问题。

4 区块链技术在医疗管理信息化中创新应用分析

区块链最早作为加密货币比特币的基础支撑技术被开发出来,随着比特币的发展而得到推广。比特币区块链上发生的“交易”实际是将特定数量的比特币从一个账户转移到另一个账户的金融交易的交易记录。任何人在任何时点均可通过接入互联网来检查公共区块链上的交易以验证特定比特币属

于哪个账户。而在医疗健康信息管理领域中,区块链也可大显身手,通过区块链来存储一些重要的医疗信息可以确保其安全性。医疗健康区块链的“交易”部分将包括所提供医疗服务的具体事件的记录,可以是病人病历信息,其次还有医院内部信息、设备交换信息、药品流通信息、保险合同信息等等。这些信息都是需要很高安全保障的重要信息,并且不能被篡改。目前我国很多医疗机构还面临着无法跨平台安全共享数据的问题。如果在医疗服务商之间建立良好的数据协作,则有助于进一步提高诊断准确率,改善治疗效果,降低医疗成本。区块链在医疗管理信息化中的应用创新性体现在以下几点:

(1) 区块链可以实现医疗管理数字信息分布式存储和共享,由于区块链就是一个分布式数据库,通过构建区块链并结合云存储技术可以存储海量医疗管理数字信息以及实现无缝链接和信息共享。

(2) 通过区块链的基于工作量证明(POW)和公私钥共识机制可以确存储信息共享的匿名性、保密性和去信任化,这解决了共享医疗数据信息时的隐私保护问题,也是当前互联网技术难以解决的问题。

(3) 通过区块链中的密码学哈希函数的构造机制,可以实现存储数据的安全性和不可篡改性,这解决了医疗管理数据的真实性和原初性问题,以确保医疗服务原始记录信息的完整性和不可伪造性。

为此,通过开发医疗区块链技术,可以实现医疗产业链中的参与方对网络访问权限的共享,同时也不会对数据的安全性和完整性造成威胁。区块链在医疗健康管理信息化领域的创新应用主要体现在以下几个方面。

4.1 电子健康病历(EHR)

区块链在医疗方面最主要的应用是对个人医疗记录的保存,可以理解为区块链上的电子病历。如果把病历想象成一个账本,原本它是掌握在各个医院手上的,患者自己并不掌握,所以病人就没有办法获得自己的医疗记录和历史情况,这会对患者就医造成很大的困扰,因为医生无法详尽了解到你的病史记录。但现在如果可以用区块链技术来保存健康病历、检验数据,就有了个人医疗历史记录完整数据库。区块链应用允许个人与患者自己掌握自己的信息。医生判断、影像、心电图、睡眠模式、血糖等检测数据都能够被调查到,然后记录到区块链上。看病也好,对自己的健康做规划也好,就有历史数据可供使用,而

这个数据真正的掌握者是患者自己,而不是某个医院或第三方机构。

4.2 药品防伪

由于药品生产的特殊性,可以先将区块链技术应用于药品的生产销售和经营环节,通过区块链把药品的追溯认证纳入到市场监管中。消费者在购买药品的时候通过个人数据的分享上传可以将购买过程透明化,与区块链相互对照来确保药品的合法性,同时满足监管需求。

4.3 医疗保险索赔

目前小额医疗保险理赔通常是投保人先向医院支付医疗费用,然后再从医院获得相关费用清单文件。之后投保人用这些清单文件向保险公司理赔,获得理赔金。这个耗时的系统存在的原因是担心数据泄露而使保险公司无法立即获得医疗费用数据。不可篡改的区块链平台可以提供更好更安全的数据服务。区块链技术把有关数据记录分布式存储在区块链上,实现了保险数据保全,数据不可篡改,避免合同争议。即使投保人没有要求支付,该流程也会继续执行。由于医院医疗费用支付详情和保险合同都是自动验证的,赔款的支付也就可以自动执行。保险公司和医院之间搭建的智能合同区块链平台将提高该流程效率,降低支付耗时。医院职员可以通过与保险公司共享的账本核对投保人保险信息。保险公司接收医院自动发送的相关文件,并向投保人支付赔偿。

4.4 手术病历记录

手术过程的病历记录非常重要,是在发生医疗纠纷时的重要处理依据。但是在一些医疗事故当中,往往会出现手术记录被篡改的现象,包括一些民事领域也时常出现举证定责难的情况。而医疗区块链技术则可以记录下完整的手术记录,不可篡改的属性可以帮助医疗机构在出现医疗事故之后,通过区块链上的记录来认定具体责任人。

上述几项应用清晰地表明了医疗区块链对于医疗信息管理的价值,即充分实现了医疗服务数据的完整性、安全保密性、不可篡改性和共享性。这为互联网+医疗的进一步发展提供了重要的、不可或

缺的信息技术支撑。

5 结 论

医疗卫生事业作为一项重要民生工程,对社会经济的发展高度具有重要的影响。而在医疗卫生事业发展过程中,由于医疗服务的高度复杂性,医疗管理信息化因而具有极为重要的意义。本文探讨了在我国医疗管理信息化中存在的一系列问题以及区块链技术在医疗管理信息化中的重要应用。本文指出区块链技术解决了医疗信息资源的互联互通、信息保密和不可篡改性以及信息共享等问题,这为我国互联网+医疗的进一步创新式发展提供了重要的技术支撑。

参考文献:

- [1] 栾云波,田珍都.我国“互联网+医疗”存在问题及对策建议[J].行政管理改革,2017,2017:59.
- [2] 袁勇,王飞跃.区块链技术发展现状与展望[J].自动化学报,2016,42:481.
- [3] 马华,颜雪薇,刘振华,等.支持追责和用户撤销的属性基加密方案[J].吉林大学学报:理学版,2018,56:939.
- [4] 长铗,韩锋,杨涛.区块链:从数字货币到信用社会[M].北京:中信出版集团,2016.
- [5] 陆百川,胡松,杨贝,等.城市外围非高峰期实时预约公交系统研究[J].重庆邮电大学学报:自然科学版,2018,30:572.
- [6] Nakamoto S. Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system[J]. (2008-11-10) [2018-03-21]. <http://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
- [7] Massias H, Avila X S, Quisquater J J. Design of a secure time-stamping service with minimal trust requirements[C]//Proceedings of 20th Symposium on Information Theory in the Benelux. Haasrode, Belgium; IEEE, 1999.
- [8] Haber S, Stornetta W S. How to time-stamp a digital document[J]. J Cryptol, 1991, 3: 99.
- [9] Bayer D, Haber S, Stornetta W S. Improving the efficiency and reliability of digital time-stamping [M]. New York: Springer-Verlag, 1993.

引用本文格式:

中文:何波,王桂胜.基于区块链技术的医疗管理信息化应用分析[J].四川大学学报:自然科学版,2018,55:1219.

英文:He B, Wang G S. Analysis of informatization application of medical management based on block chain technology [J]. J Sichuan Univ: Nat Sci Ed, Year, 2018, 55: 1219.