

区块链视角下过期药品逆向供应链构建研究[△]

曹允春^{1,2*}, 林浩楠^{1,2}(1.中国民航大学临空经济研究中心,天津 300300;2.中国民航大学经济与管理学院,天津 300300)

中图分类号 F502;U111 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2019)24-3342-08
DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2019.24.05

摘要 目的:为降低过期药品对公众健康的危害、提高药品回收技术水平、实现药品绿色循环经济提供参考。方法:分析我国过期药品逆向供应链发展现状和建设过程中存在的主要问题,根据区块链技术特征定性分析其在过期药品逆向供应链构建中的可行性;构建区块链视角下过期药品逆向供应链模型,并利用系统动力学方法对药品逆向供应链上各参与主体及运作效率构建仿真模型,以验证区块链技术应用与过期药品逆向供应链构建的可行性。结果与结论:运用区块链技术构建的过期药品逆向供应链模型,可有效解决我国过期药品逆向供应链存在参与主体层级较多、物流成本高、信息化程度低等主要问题。模型仿真结果显示,当使用区块链技术时,供应链上各参与主体的回收效率和回收数量均有明显增长,消费者及零售终端回收效率均由20%增加至83%左右,分销商及制造商端的回收效率分别由40%、50%增加至83%左右,各参与主体的回收数量也随着回收效率的增加均有较大幅度的增长。结论:在过期药品逆向供应链实际构建工作中,应以药品供应链参与企业为主导,强调政府机构、行业平台、消费者等的多方共同参与。药品供应链参与企业应利用区块链技术加强企业间信息沟通,建立高效信息化平台,并宣传引导消费者主动参与过期药品逆向供应链建设。政府应积极发挥政策导向性作用,加强政策保障力度;行业平台内部应借鉴国际先进案例,对过期药品的回收流程形成行业标准;消费者应充分了解过期药品的危害,并积极参与过期药品回收活动中。

关键词 区块链;过期药品;药品逆向供应链;系统动力学;物流

Study on the Construction of Reverse Supply Chain for Expired Drugs under Block Chain Perspective

CAO Yunchun^{1,2}, LIN Haonan^{1,2}(1. Institute of Airport Economics, Civil Aviation University of China, Tianjin 300300, China; 2. Economics and Management College, Civil Aviation University of China, Tianjin 300300, China)

ABSTRACT OBJECTIVE: To provide reference for reducing the harm of expired drugs to public health, improving the technical level of drug recovery, and realizing the green recycling economy of drugs. METHODS: The literatures analysis and field investigation is conducted to analyze the development status and the main problems in the construction of the reverse supply chain of expired drugs. According to the technical characteristics of block chain, the feasibility of building the reverse supply chain of expired drugs is analyzed. In order to verify the feasibility of the application of block chain technology in the construction of the expired drug reverse supply chain, this paper attempts to build the expired drug reverse supply chain from the perspective of block chain, and uses the system dynamics method to build a simulation model for each participant in the drug reverse supply chain and its operation efficiency. RESULTS & CONCLUSIONS: The reverse supply chain of expired drugs constructed by the block chain technology could effectively solve the main problems of the reverse supply chain of expired drugs in China, such as many levels of participants, high logistics cost, low level of information. The simulation results showed when using block chain technology, the recovery efficiency and recovery quantity of each participant in the supply chain were significantly increased. The recovery efficiency of consumers and retailers increased from 20% to 83%, and those of distributors and manufacturers increased from 40% and 50% to 83%, respectively. The recovery quantity of each participant also increased significantly with the increase of recovery efficiency. In the actual construction of the reverse supply chain of expired drugs, the enterprises involved in the drug supply chain should be taken as the leading role, and the multi-party participation of government agencies, industry platforms and consumers should be emphasized. Drug supply chain participating enterprises should use block chain technology to strengthen information communication between enterprises, establish an efficient information platform, and promote and guide consumers to actively participate in the construction of the reverse supply chain of expired drugs. The government should give full play to the guiding role of policy and strengthen the policy guarantee; the industry platform should learn from international advanced cases to form industry standards for the recovery process of expired drugs; consumers should fully understand the hazards of expired drugs and actively participate in the recovery of expired drugs.

[△] 基金项目:中央高校基本科研业务费中国民航大学专项基金(No.3122017055);天津市哲学社会科学规划课题(No.TJGL18-048)

* 教授,博士生导师,博士。研究方向:临空经济、航空物流。电话:022-24092833。E-mail:1873887045@qq.com

KEYWORDS Block chain; Expired drugs; Drug reverse supply chain; System dynamics; Logistics

近年来,随着我国人口基数不断增大、人口老龄化程度不断加剧、国民卫生保健意识不断增强,国家和社会对于国民健康安全也给予了高度重视,促使消费者对于药品的需求量逐年攀升,这将导致未来我国药品行业市场规模的进一步扩大。据国家统计局数据统计,2018年1—12月我国医药行业主营业务收入达到23 986.3亿元,同比增长12.6%^[1]。与此同时,我国每年会产生大量的过期药品,“问题疫苗”、兜售非法或过期药品等现象时有发生,过期药品的处置问题因直接关系到人们的生命健康及生态环境保护而不容忽视。《国务院办公厅关于积极推进供应链创新与应用的指导意见》^[2]中明确指出,“要提高我国在医药领域的质量安全追溯能力”;同时《关于推动物流高质量发展促进形成强大国内市场的意见》^[3]中也提出,“要利用信息技术推动物流智能化改造,促进物流供应链创新发展并加快绿色物流发展”。在这样的背景下,研究符合社会发展需求的过期药品逆向供应链模式,使其与目前已有的药品正向供应链形成闭环,对于降低过期药品对公众健康的危害、提高药品回收技术水平、实现药品绿色循环经济具有重要意义。

1 研究背景

1.1 区块链技术与过期药品逆向供应链

区块链技术是利用密码学建立的一个去中心化、分布式的数据库,用以完整记录事件或历史,其所记录的数据及事件能被所有节点共享,且不受其中任何一个节点的干扰和控制,能避免所记录的事件被恶意篡改。其本质是通过多个相互独立的节点,在达成共识的条件下共同建立信息共享数据库,即分布式账簿,从而使每个节点在拥有整个链上的数据和信息的同时也可保证每个节点可将自身数据进行共享,共同维护账簿^[4]。

逆向供应链概念的提出是对逆向物流(Reverse logistics)概念的延伸。逆向物流概念最早是由美国学者Stock教授在一份研究报告中提出的。其基本定义为“商家客户委托第三方物流公司将交寄物品从用户指定所在地送达商家客户所在地的过程”。经过多年的发展和实际应用,逆向物流的实际内涵也逐渐被扩展为逆向供应链。过期药品逆向供应链则指的是从整个供应链终点出发,过期药品沿正向供应渠道方向的反向流动过程,以实现过期药品的报废销毁或回收再利用等^[5]。

1.2 我国过期药品逆向供应链现状

据相关数据统计,我国每年约产生1.5万吨的过期药品^[6]。而过期药品产生的主要原因有以下3点:第一,医疗机构为满足病患需求需配备一定量的常备或必备药品,此类药品通常购进量大,且多因用不完而造成过期;第二,家庭中为预防常见疾病所准备的药品未及时使用导致药品超过有效期限;第三,生产厂商对于部分原料药的保存或处理不当导致过期等。上述3种原因中,前两者占主要原因,并且是我国过期药品的主要

来源。

据广州白云山医药集团股份有限公司发布的《中国家庭过期药品回收白皮书》中的相关数据显示,我国约有78.6%的家庭备有“小药箱”以储存应急药品,但其中80%以上的家庭没有对药品进行定期清理的习惯,进而导致药品的回收效率仅有约10%~20%^[6]。可见,我国在过期药品回收领域仍处于摸索和起步阶段。但随着科技的不断进步及人们对于该问题的逐步重视,越来越多的企业开始寻求解决办法。例如,日前广州白云山医药集团股份有限公司与支付宝等多家企业合作,尝试利用移动终端、物联网等技术建立较为科学有效的过期药品回收机制,但目前还处于探索阶段。

1.3 我国过期药品逆向供应链构建过程中存在的问题及原因

我国过期药品逆向供应链的构建由于受到参与主体、销售供应方式、回收水平等因素影响,尚存在许多问题,主要原因有以下几个方面。

1.3.1 药品正向供应网络复杂,导致逆向物流难度较大 药品正向供应网络涉及较多主体,大致可以划分为原材料供应企业、药品生产制造企业、经销商、零售商和消费者等,并通过物流承运商将上述多个参与主体进行有机串联。由于参与主体较多,导致逆向供应链构建难度较大,其主要原因有以下几个方面:首先,供应链层级较多,且供应链上各方参与主体信息化程度较低,导致各参与主体间容易出现信息断层,加之药品流向较为分散,对于药品最终流向信息掌握度不高,无形中加大了药品逆向物流难度;其次,各参与主体在参与逆向供应链构建中都追求各自利益最大化,从而导致未能明确划分各参与主体自身责任;最后,由于药品逆向供应链对于各方参与主体所带来的价值存在不确定性,同时对于过期药品处理方式尚不完善,导致过期药品回收利用价值成为构建药品逆向供应链的最大阻碍。

1.3.2 药品逆向物流成本较高,企业融资阻碍较大 物流成本一向是企业关注的焦点,对于过期药品逆向供应链的构建,企业会更关注逆向物流所消耗的实际成本与药品实际回收价值之间的比较^[7]。药品逆向供应链体系不健全导致物流成本增加,且由于逆向物流成本大多为隐性成本,致使其成本远远高于正向物流成本,据相关数据统计,逆向物流成本是正向物流成本的9倍^[8];此外,面对银行高门槛的融资条件及民间资本融资高昂的成本费用等问题,企业在构建药品逆向供应链时承受着巨大的资金压力。

1.3.3 药品供应链上下游信息化程度不高,信息共享程度较低 复杂的供应链层级和上下游之间的信息壁垒成为过期药品逆向供应链信息共享的难点。我国药品的采购和销售方式大多采用传统的多级批发、制造企业主导的批发零售、流通企业主导的流通渠道销售等销售

模式,涉及参与主体较多,由于信息技术落后导致供应链上下游信息传递出现阻碍。随着药品向下游移动,信息化程度和信息收集能效呈现出逐渐递减的趋势,当药品抵达最终消费者手中时,企业对于药品最终流向信息已掌握甚少。例如,在许多药店对于处方药的最终流向还仅仅局限于纸质化的信息采集方式,这种采集方式不仅易导致信息丢失和损坏,而且会给上游企业对信息收集和数据统计造成不便,致使逆向物流构建难度加大。

1.3.4 相关政策不完善 相关政策和企业制度的引导力度不够也是构建药品逆向物流体系的难点之一。目前,我国国家层面对于药品逆向供应链体系的构建不够重视,缺乏对于药品逆向物流的规范体系;同时,由于相关政策或制度的缺失导致不法商贩通过非法的手段和渠道回收过期药品,进行二次包装,并销往农村及基层药店、医疗机构等监管薄弱地区,导致基层地区成为过期药品危害的“重灾区”。

1.4 区块链技术用于过期药品逆向供应链的可行性

1.4.1 区块链技术具有较强的可追溯性 药品作为一种具有特殊性质的产品,在生产制造和物流运输过程中需要进行严格的把控。不论药品沿供应链正向流动还是逆向流动,均涉及对药品全过程的追踪。区块链技术可记录药品在流通全过程中的信息,具有可追溯性和数据记录完整性等优点,有助于构建具有针对性的C2B(Customer to business, 消费者端向企业端)逆向物流^[9]。

1.4.2 区块链技术具有较强的真实性和弱中心化 区块链技术最大的特点是真实性和弱中心化,其可降低除药品供应链中当事人之外的资源交易的介入,使交易过程更加简单化和透明化,同时可降低被中心化代理控制、干扰和信息丢失的风险;此外,区块链技术可以削减第三方信息机构介入,从而保证药品流动信息的真实性,实现数据的不丢失、不篡改,同时可以将相关单证记录进行电子存档和纸质打印,形成“双保险、双认证”,进一步增强数据的真实性与可靠性,提高药品的可溯性。

1.4.3 区块链技术具有“降本增效”的价值传递能力 高效率、低成本是企业重要的利润来源。区块链技术可以完整且“不可篡改”地记录商品价值转移的全过程,这使得药品在流通过程中的记录具有唯一性,保证在逆向物流过程中可以形成“点对点”的回收和召回模式,形成链上全员对逆向传递过程的监督和控制,降低企业进行逆向物流时对信息“二次收集”的成本,同时实现所有链上节点实时同步,可大大提高逆向物流效率并降低药品流通成本。

2 区块链视角下过期药品逆向供应链的构建

过期药品逆向供应链的构建主要针对目前我国过期药品回收中存在的问题,以提高过期药品回收效率为目标,打破供应链上下游信息壁垒,促使过期药品更好地进行逆向流动^[10]。过期药品逆向供应链运作主要分

为4个过程:集中回收过程、物流运输过程、信息传递过程和回收物处理过程^[11]。过期药品逆向供应链的构建重点是针对消费者端的回收,利用零售商与消费者间“高接触度”的优势,采用宣传、消费激励等方式,提高消费者对过期药品回收的意识;同时,利用第三方物流公司对物流运输进行外包及委托运输,将回收后的过期药品运送至指定供应链主体处或是运送至科研机构等对过期药品进行有效物质的再利用。过期药品逆向供应链流程示意图见图1。

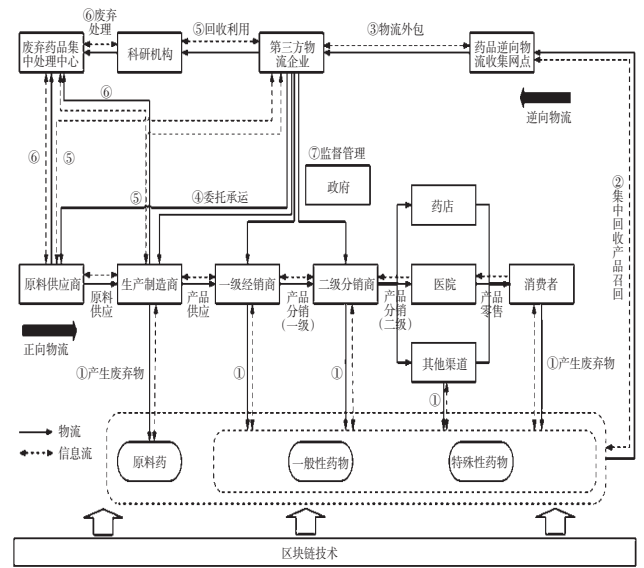


图1 过期药品逆向供应链流程示意图

Fig 1 Flow chart of reverse supply chain of expired drugs

2.1 逆向供应链运作过程

2.1.1 集中回收过程 集中回收过程是构建过期药品逆向供应链的重点环节。首先,供应链终端的集中回收决定了药品的回收效率,所以需要将供应链末端下沉至消费者,提高消费者参与过期药品逆向供应链的意识;其次,结合大数据、二维码和新媒体等新技术使药品在集中回收过程中可以依照药品的类别、生产日期和品种等方式进行分类处理,减少后期回收处理的成本;最后,可针对集中回收建立相应的回收机制,如奖励机制等,以鼓励和增强消费者参与回收的意识。

2.1.2 物流运输过程 物流运输是将供应链上各参与主体衔接起来的纽带,同时也是构建过期药品逆向供应链必不可少的过程。物流过程可从消费者或终端集中网点开始,由制造商、分销商、零售商或物流外包公司聘请专人上门收取或网点直送,通过第三方物流外包企业配送至具有过期药品处理能力的供应链参与主体处(如科研机构、生产制造商或过期药品处理中心等)。同时,物流运输过程也伴随着药品价值的传递过程,从生产制造、配送销售到回收再利用,使药品价值形成闭环,从而促进药品价值的可持续性。

2.1.3 信息传递过程 以区块链技术作为底层信息技

术构建信息传递过程,对供应链上各环节中的参与主体进行活动监督和记录,可以实现对药品的溯源^[12]。处于供应链上、中游的参与主体可对药品原料及成品销售去向进行监控,并获得下游终端销售去向;供应链下游的参与主体可以通过区块链技术提高对消费者消费信息记录的完整性,提高客户满意度,建立良好的销售和回收信用机制,从而提高过期药品的回收效率。区块链技术架构示意图见图2。由图2可知,区块链技术以物理层为基础,通过对客户信息及药品信息的采集,将“人和物”的信息纳入“区块”中;以核心层为保障,通过电子购买信息与拜占庭容错机制等保证消费者、零售商、上游企业和监管机构等管理主体目标兼容;以数据层为重点,清晰记录药品在生产及流通过程中的全过程信息,采用哈希算法对物流运输过程中所产生的数据信息进行加密转化、储存和调用,通过分布式账本提高药品的可追溯性;以应用层为根本,利用信息可视化技术,实现对信息的可操作性^[13]。

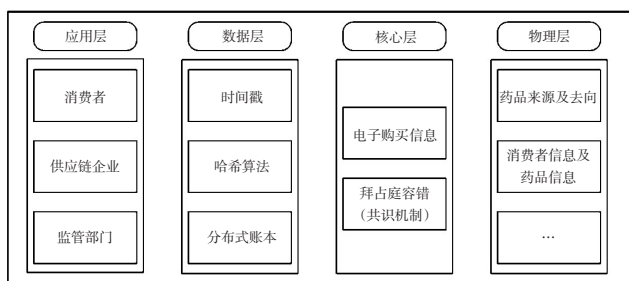


图2 区块链技术架构示意图

Fig 2 Picture of block chain technology architecture

2.1.4 回收物处理过程 回收物处理过程是保障药品逆向供应链中药品价值循环的关键环节。对过期药品中的有效物质进行萃取、提纯并回收利用是影响过期药品逆向供应链中企业意愿的关键影响因素,而提高对过期药品有效物质的回收设备和技术研发水平,可以大大降低企业回收成本,增加企业利润,如生物膜吸附和溶剂溶解过滤等方法的利用可提高药品有效物质的回收利用率;对于无价值的药品进行焚烧等处理,还可作为发电的原料等^[14]。在此基础上,建立回收物处理机制是形成过期药品逆向供应链标准体系和模式的重要方式。

2.2 模型假设

(1)由于目前社会及学术界对于药品回收数据的统计、药品回收价值相关数据及区块链回收效率研究仍处于起步阶段,尚未公开部分数据,所以本模型建立于假设的前提下,重点是对过期药品逆向供应链回收效率进行研究。过期药品逆向供应链回收效率受区块链自身的信息传递率、企业意愿及投入、消费者意愿、信息延迟等因素影响,本模型设置步长单位为“月”,共计模拟100个月。

(2)根据文献[15]中的相关结果,假设零售药店日均累计入店人数1 200人,则月平均入店人数为约36 000

人,上下浮动数约为每月6 000人次。

(3)根据文献[16],在实验室条件下,药品有效物质回收价值率理论值一般在90%~115%之间,误差为5%~15%;在实际情况中,根据药品自身属性不同,有效物质的回收价值率实际值约为30%~80%。本研究假设当药品回收价值率大于40%时可激发企业意愿。

(4)由于资金投入情况和建设水平情况的不同,可以将供应链上各参与主体划分为上游、中游和下游三个层级。上游:原材料供应商与制造商;中游:一级分销商和二级分销商;下游:零售商和消费者。

(5)假设企业意愿及投入用“1”表示,本研究参照广州某企业的相关数据^[17]对不同层级内的企业对于下一层级内企业的建设投入分配比例进行假设^[18],详见表1。

表1 各参与主体对逆向供应链建设的投入分配比例
Tab 1 The proportion of investment in the construction of the reverse supply chain from participants

各参与主体投入	建设水平影响比例			
	供应商及制造商回收 基础建设	一级、二级分销商回收 基础建设	零售商回收基础 建设	宣传水平
供应商及制造商投入	0.5	0.3	0.1	0.1
一级、二级分销商投入	0	0.7	0.2	0.1
零售商投入	0	0	1	0

(6)根据信息传递效率递减效应,假设不同层级初始回收采集率分别为下游20%、中游40%、上游50%。另外,根据相关研究,区块链技术利用拜占庭容错算法使链上各节点接收到的有效信息约为83%左右^[19],信息传递过程的时间可忽略不计。

2.3 模型构建

利用系统动力学相关方法进行药品供应链模型构建。影响过期药品逆向供应链构建的因素主要可以分为3个方面,即企业因素、消费者因素及供应链主体间的影响因素,据此可以构建企业意愿子系统、消费者意愿子系统和药品逆向物流子系统^[20]。企业意愿在过期药品逆向供应链构建过程中起主导作用,其决定了企业对于药品逆向供应链构建的资本投入,同时也影响着药物的回收效率和消费者对药品的回收意识;过期药品逆向供应链过程实质上是一种C2B的过程,提高消费者对过期药品的回收意识是过期药品逆向供应链构建的基础条件,即消费者意愿;过期药品逆向供应链系统的构建是将企业及消费者有机结合的系统,以降低药品对于消费者和环境的危害为目标,同时提高药品的回收效率、降低回收成本等^[21]。但3个系统不是相互独立的,而是相互影响、相互作用的,共同组成了过期药品逆向供应链大系统。在此系统内利用区块链技术,可以提高供应链整体回收效率,解决各参与主体间信息共享及信任问题,同时提高供应链各参与主体的信用度,为形成高效的药品供应链闭环奠定基础^[22]。

(1)由于我国对于过期药品有效物质回收的技术尚不完善,致使药品回收率在30%~80%之间不等,所以将过期药品回收价值率设定为随机函数,且设初始值为50%。药品回收价值率=RANDOM UNIFORM(0.3, 0.8,0.5)。

(2)消费者的购买意愿为随机值,故将消费者购买率设置为随机函数,设初始值为50%。购买率=RANDOM UNIFORM(0,1,0.5)。

(3)我国药店月平均进店人数约为36 000人左右,且每约人数上下浮动数约为6 000人左右,故将进店人数设置为条件函数。进店人数=36 000+IF THEN ELSE[Time>2, RANDOM NORMAL(-6 000, 6 000, 0,600,4),0]。

(4)制造商及供应商对于回收采集的投入取决于药品回收价值率,根据前文假设,当药品回收价值率大于40%时,才可推动企业对其进行投资。制造商及供应商回收采集投入=IF THEN ELSE(药品回收价值率>0.4, 1,0)。

(5)企业各类投资对于供应链的建设均具有一定的延迟,所以选择DELAY FIXED(延迟固定)函数,延时时间设置为1个月。制造商及供应商回收采集投入延迟=DELAY FIXED(制造商及供应商回收采集投入,1,1)。

(6)对于不同参与主体的回收水平是随投入的增加而增加的,且符合边际递减规律,因此设置对应函数,并根据不同参与主体的水平设置初始值。假设制造商及供应商回收水平=50+INTEG{EXP[-(0.8×制造商及供应商基础建设水平+0.2×信息传递延迟)]};分销商回收水平=40+INTEG{EXP[-(0.8×分销商回收基础建设水平+0.2×信息传递延迟)]};零售商回收水平=20+INTEG{EXP[-(0.4×消费者意识+0.6×零售商回收基础建设水平)]}。

(7)物流商运输数量取决于不同参与主体间运送的货物数量。物流商运输数量=信息传递效率×(一级分销商采集数量+二级分销商采集数量+原材料提供商采集数量+药品制造商采集数量+零售商采集数量)。

(8)回收效率=回收水平。

2.5 模型检验

利用 Vensim PLE 7.3.5 软件对模型进行检验,得到对模型的检验结果为“模型没有问题”,表明本研究所建立的模型有一定的合理性^[24]。

2.6 模型结果对比分析

为了探究区块链技术对于过期药品逆向供应链回收效率的影响程度,本研究分别模拟了不使用区块链技术和使用区块链技术后过期药品逆向供应链的回收效率及回收数量,详见图7、图8。从图7中可以看出,区块链技术对于回收效率具有较大的影响。不同层级的供应链参与主体在起初拥有不同的回收水平,依照信息能效递减率规律假使原材料商与制造商(上游)回收效率变化相同;一级分销商和二级分销商(中游)回收效率

变化相同;零售商和消费者(下游)回收效率变化相同。而随着投入的不断增加,回收效率逐渐提高,在不使用区块链技术的模型中(如图7A所示),供应链中各参与主体所达到平衡的回收效率有所不同,且达到平衡的速率也略有差距,从而可以看出零售商建设速率较慢,而供应商及制造商的建设速率较快,此情况基本符合供应链建设过程中由于资金投入不同导致的上游参与主体建设速度快、建设周期短,下游参与主体建设速度慢、建设周期长的基本情况;运用区块链技术后,各级回收效率随着建设投入的加大使供应链上各参与主体的回收效率逐渐增加且趋近相同(见图7B),此情况也基本符合区块链技术的信息传递效率。由此可见,区块链技术的应用可以大大提高药品的回收效率。

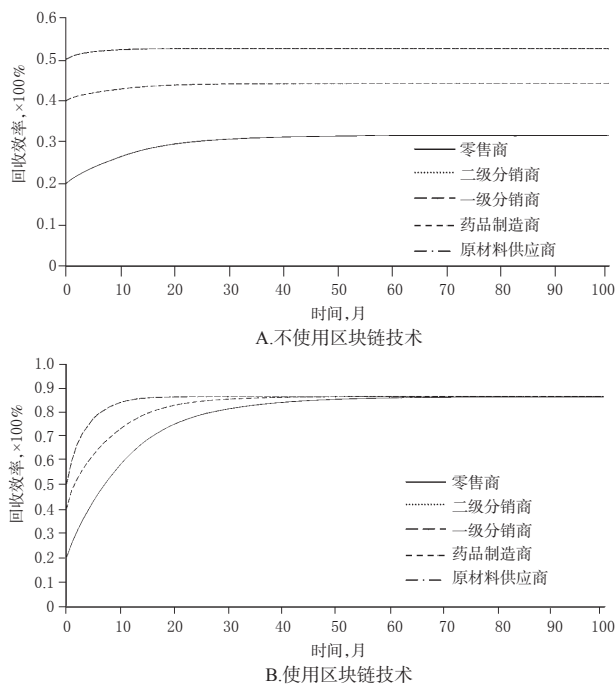


图7 是否使用区块链技术的供应链回收效率对比
Fig 7 Comparison of supply chain recovery efficiency by using or not using blockchain technology

从回收数量上来看,在不使用区块链技术时(见图8A),各参与主体的回收数量递减速率较快,且最终回收的数量较少;而使用区块链技术后(见图8B),各参与主体的回收数量均大大提高。通过对比可见,区块链技术对于过期药品供应链的赋能作用较为明显,在进店人数等前提条件不变的情况下,区块链技术的应用可以大大提高供应链上各参与主体的回收水平,同时也可以缩短供应链上的信息传递延迟时间,进而影响供应链上各参与主体的回收采集率,有助于逆向供应链的构建。综上,区块链应用于过期药品逆向供应链可有效提高药品的回收效率和回收数量。

3 区块链视角下过期药品逆向供应链实现路径

3.1 终端消费者层面

我国居民对于过期药品逆向回收的了解相较于发

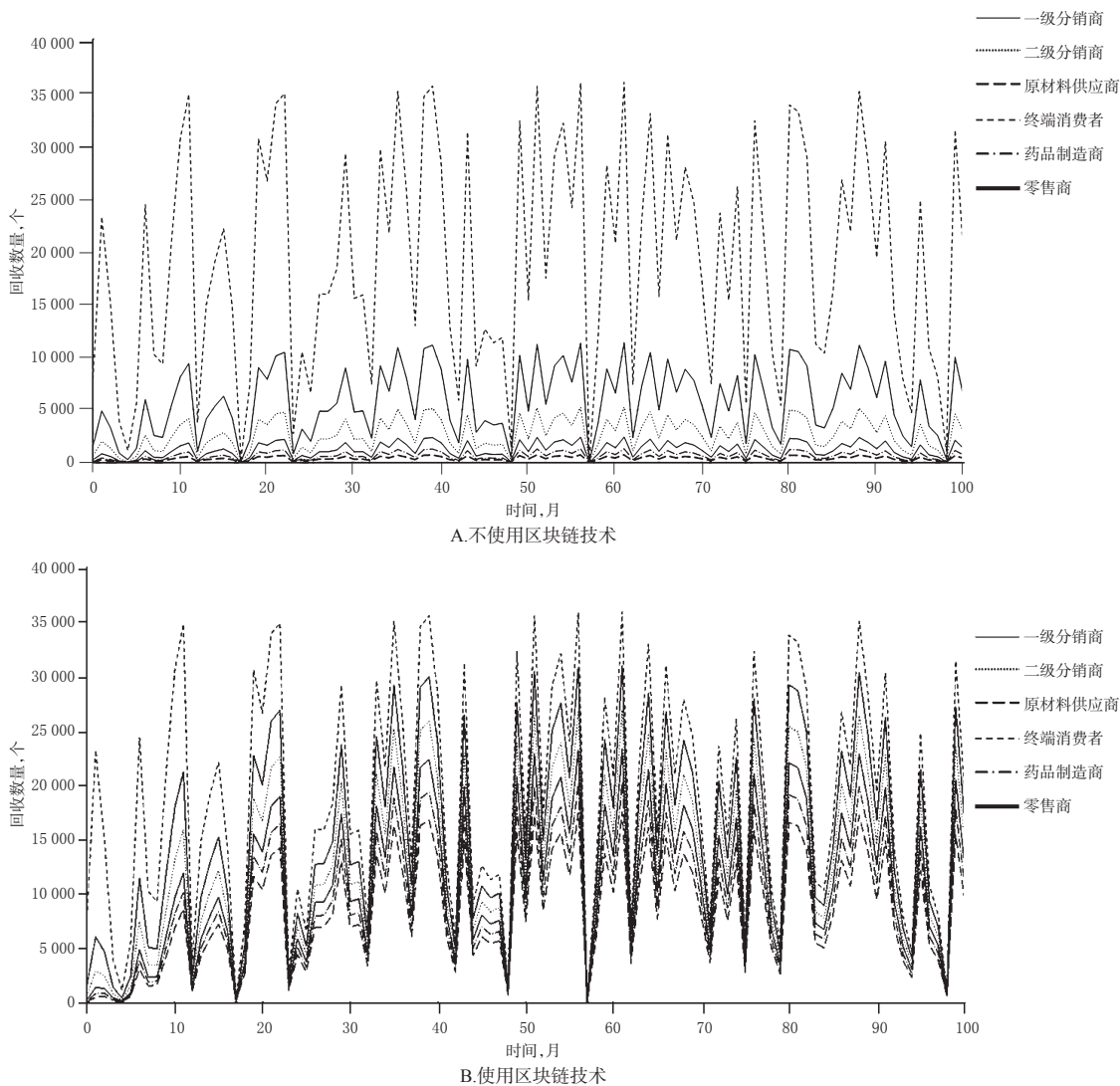


图8 是否使用区块链技术的供应链回收数量对比

Fig 8 Comparison of supply chain recovery quantity by using or not using blockchain technology

达国家仍存在一定差距^[7],加强消费者对于过期药品逆向物流的了解并培养其回收意识刻不容缓。消费者回收意识的培养应源于对消费者消费行为的规范,提高消费者参与药品回收活动的参与度,同时在药品外包装上的醒目位置或销售过程中提醒消费者有意识地参与药品回收,培养消费者合理处置过期药品的意识,同时可以降低消费者误服过期药品的概率,减少用药安全隐患;此外,减少过期药品对环境的二次污染具有重大的意义。消费者也应当积极配合过期药品的回收,使过期药品通过正规渠道流向符合处置规范的企业或机构,杜绝不法分子对过期药品进行翻新包装后的二次销售现象。

3.2 供应链企业层面

过期药品的逆向物流不仅是单一沿供应链方向的逆向传导,更是上下游企业间的多方通力协作。为优化逆向物流合作模式,可以适当引入第三方物流公司和科技服务公司,通过对逆向物流过程和信息服务等功能进行外包,打造以区块链作为底层技术的专业化服务平

台,形成药品供应链联盟,进一步推进和实行“两票制”改革等,优化对医药流通领域内的监管活动,构建高效集中的信息化平台,使供应链各环节内部信息透明,促使药品制造企业更专注于药品回收价值研究,从而降低企业在物流设施、人才培养和技术更新上的投入,有助于企业更好地发挥自身优势,提高逆向供应链上核心企业的竞争力。对于药品的回收、逆向物流和后续处置等过程需要企业制定合理的逆向供应链机制,明确具体的逆向供应链操作流程、供应链上企业间的工作标准和责任划分,并达成具有法律效应的契约,利用战略合作等方式使企业间形成利益共同体,以实现企业间价值趋同^[25]。

3.3 行业层面

3.3.1 促进行业标准形成,规范企业行为 行业内标准的形成可以规范企业的社会生产活动,规范企业的市场行为,有助于企业提高自身的社会责任感,尤其是医药企业应更加重视企业对于自身标准和企业形象的培养。借鉴国际标准,并与国际化标准对接,如国际航空

运输协会(IATA)独立医药物流验证中心(The Center of Excellence for Independent Validators)^[26]关于医药产品的运输标准,有助于企业科学管理,提高管理效率。建立行业标准,帮助提高消费者参与回收的意识,如可借鉴美国医药企业的成功经验,在商品包装上印刷可回收分类标志及药品过期后的处理方式等^[5],帮助消费者了解处理过期药品方式及过程等。

3.3.2 加强药品逆向物流技术研究和应用,构建智慧型药品逆向供应链 首先,利用区块链、人工智能、无线射频标贴和无人机等先进技术,为药品逆向供应链赋能,充分发掘药品行业逆向物流的潜在价值;其次,研究和应用新技术以保障药品在正、逆向流动过程中的安全性,减少货物破损或丢失,同时可详细记录用户数据等重要信息,确保逆向物流的可追溯性;最后,新技术的应用可以打破空间和时间上的限制,降低人力资源成本。例如,无人机技术的应用已经逐渐的被应用到物流领域^[27],其可以清楚地记录移动路线和相应终端消费者数据,该技术的应用不仅打破了空间和时间上的限制,而且在降低人力成本的同时大大增加了药品的可追溯性,降低了逆向物流难度。

3.4 政府层面

政府作为政策制定者、行业发展的引导者、企业行为的规范者和人民健康的守护者,是推动过期药品逆向供应链构建的重要保障力量^[28]。首先,相关部门应制定相应的政策和制度,完善监管体系,建立有效的激励制度,充当供应链企业间的“黏合剂”,从而促进企业合作关系的形成、推动逆向供应链的构建与创新;其次,加强对行业或企业的补贴力度,提高企业积极性,减轻企业资金负担,有助于企业更专注于供应链建设,提高企业核心竞争力;再次,加强政企合作制度,树立行业标杆,在药品领域打造政企合作新典范;最后,加强宣传力度,提高居民意识,从基层保证过期药品逆向供应链正常运作。

综上所述,过期药品逆向供应链构建一直是药品流通环节有待突破的领域,区块链技术可以促进医药产品流通信息进行整合,有助于保证医药产品的回收再利用和价值重塑,使药品供应链形成绿色闭环生态圈。

参考文献

[1] 国家统计局.国家数据[EB/OL].(2018-10-24)[2019-11-07]. <http://www.stats.gov.cn/tjsj/>.

[2] 国务院办公厅.国务院办公厅关于积极推进供应链创新与应用的指导意见[Z]. 2017-10-13.

[3] 国家发展和改革委员会.关于推动物流高质量发展促进形成强大国内市场的意见[Z].2019-02-26.

[4] 黄蔚,常荣荣,常瑞.区块链技术视角下农村电商与物流的共生发展[J].商业经济研究,2019(6):118-121.

[5] 刘莉,薛凡.湖南省制药企业逆向物流影响因素分析[J].湖南工业大学学报(社会科学版),2015,20(1):32-38.

[6] 吴佳男.过期药回收机制待建[J].中国医院院长,2018(10):35-37.

[7] 管晓东,张宇晴,信泉雄,等.国外过期药品回收制度介绍及对我国的启示[J].中国药房,2015,26(22):3036-3039.

[8] 吴必善.现代物流英语[M].北京:中国铁道出版社,2017:2-3.

[9] 谭征.区块链视角下物流供应链重构研究[J].商业经济研究,2019(5):83-86.

[10] 侯艳红,张帆.我国逆向药品供应链运作现状及对策分析[J].管理现代化,2016,36(1):115-117.

[11] 陈艺璇.农产品逆向供应链流通模式构建与实现路径[J].商业经济研究,2019(13):115-118.

[12] 曹益平,钟妙.“互联网+”战略下我国逆向物流新模式的构建途径[J].商业经济研究,2016(21):104-106.

[13] 王可可,陈志德,徐健.基于联盟区块链的农产品质量安全高效追溯体系[J].计算机应用,2019,39(8):2438-2443.

[14] 汪春霞.医药废水处理技术研究进展[J].四川化工,2018,21(5):28-30.

[15] 广州白云山医药集团股份有限公司.2018年年度报告[EB/OL].(2019-03-18)[2019-11-07]. http://pdf.dfcfw.com/pdf/H2_AN201903171306553573_1.pdf.

[16] 王金辉.药学专业知识[M].北京:清华大学出版社,2006:623-707.

[17] 白雪,郑雪文,任妍婷,等.广州白云山医药集团股份有限公司财务报表分析[J].中国市场,2019(30):134-135.

[18] 廖峻隆.基于区块链机制的安全和效率研究[D].兰州:兰州理工大学,2019.

[19] 王淑玲,郝一曼.药店客流量统计与经营策略[J].中国执业药师,2010,7(4):39-42.

[20] NILAY S. Pharmaceutical supply chains: key issues and strategies for optimisation[J]. *Comput Chem Eng*,2003,28(6):929-941.

[21] 黄玉兰,刘诚,付小勇.医药逆向物流网络优化的设计[J].统计与决策,2008(19):171-173.

[22] 曹武军,郝涵星.基于系统动力学的冷链物流配送效率因素分析及提升策略[J].科技管理研究,2018,38(14):217-223.

[23] 周三元,于秋月.基于系统动力学的拉式供应链信息处理效率研究[J].物流技术,2015,34(17):208-211.

[24] RAMAZAN K, İPEKK, ALI EA. The role of reverse logistics in the concept of logistics centers[J]. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2014. DOI: 10.1016/j.sbspro.2013.12.487

[25] 胡亚平.基于积分激励的废弃药品逆向供应链模型研究[D].成都:西南交通大学,2016.

[26] 货运“CEIV认证”有待进一步推广[J].空运商务,2018(8):5.

[27] 孙捷.智慧物流背景下无人机配送发展分析[J].价值工程,2019,38(29):218-219.

[28] 王高玲,汤少梁,沈爱琴,等.基于政府和医药零售企业博弈的促进过期药品回收的策略研究[J].预测,2011,30(5):54-58.

(收稿日期:2019-07-12 修回日期:2019-11-07)
(编辑:孙冰)