引文格式：冯善元,胡检平,方玲,等. 数据整合征供一体化土地批后监管模型设计[J]. 地理空间信息, 2024, 22(3): 110-114. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2024.03.026

数据整合征供一体化土地批后监管模型设计

冯善元[1]，胡检平[1]，方　玲[1]，刘丹里[1]，钱宇晨[1]，张红霞[1]，胡　斌[1*]
（1. 湖北省自然资源厅征地事务中心（省重点项目办），湖北 武汉 430070）

摘　要：为解决受数据源异构性影响征供一体化土地批后监管效率较低的问题，提出基于数据整合的征供一体化土地批后监管模型设计。根据征供一体化土地批后监管的流程与内容，对监管信息进行分类，由此采集土地批后权限信息。根据数据类型、结构和语义，利用数据整合技术对异构数据源进行集成与整合，并结合映射转换规则设计模型的智能合约。通过求取监管数据的贡献度，构建监管模型，以实现土地监管信息的数据上链，完成土地批后监管。实验结果表明，该方法能有效提高土地批后监管数据的管理效率。

关键词：数据整合；征供土地；土地批后管理；监管模型
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2024）03-0110-05

Post Approval Supervision Model Design of Land Acquisition and Supply Integration Based on Data Integration

FENG Shanyuan[1], HU Jianping[1], FANG Ling[1], LIU Danli[1], QIAN Yuchen[1], ZHANG Hongxia[1], HU Bin[1]
(1. Director of the Land Requisition Service Center of Hubei Natural Resources Department (Provincial Key Projects Office), Wuhan 430070, China)

Abstract: To address the issue of low regulatory efficiency caused by the heterogeneity of data sources in the post approval supervision of land acquisition and supply integration, we proposed a post approval supervision model design of land acquisition and supply integration based on data integration. According to the process and content of post approval supervision for land acquisition and supply integration, we classified the regulatory information to collect post approval authority information. We used data integration technology to integrate heterogeneous data sources based on data types, data structures and data semantics, and designed smart contracts for models combining with mapping and transformation rules. By calculating the contribution of regulatory data and constructing a regulatory model, we realized the data linkage of land regulatory information, and completed land post approval supervision. The experimental results indicate that the proposed method can effectively improve the management efficiency of land post approval supervision data.

Key words: data integration, land acquisition and supply, land post approval management, supervision model

为加强土地管控、节约集约用地以及控制建设用地过快增长，有必要在优化土地征供信息审批方式的基础上，进一步加强土地征供审批后的监管工作。传统土地批后监管主要采用土地使用登记、定期抽查等方式，存在监管效率低、土地资源数据共享程度低等缺点，因此越来越多的智能算法被应用于土地审批监管方法中。金宜[1]等采用北斗技术构建监管系统，根据建设用地的空间分布信息对土地批后信息进行动态监测与监管，但由于缺少对存量建设用地租赁、划拨、出让等类型用地信息的整合，导致监管效果并不理想；张磊[2]等采用大数据分析技术从数据维护安全的角度建立可有效监管土地批后信息数据的交互数据链和监管数据链双链结构模型，虽提高了数据传输的安全性，但无法保证监管的可信度，且监管效率偏低。鉴于此，结合数据整合算法，本文研究并设计了一种新的征供一体化土地监管模型，以期通过动态监管土地批后信息，提高土地资源的管理效率，为地籍管理、土地利用变更调查等工作提供基础性参考。

1　模型构建方法设计

1.1　征供一体化土地批后权限信息采集

土地综合征供主要包括国有土地和建设用地两种类型。根据公共利益的具体需要，国家可依法征收、征用集体土地[3]，因此土地征供一体化审批后监管模

收稿日期：2023-09-07。
第一作者简介：冯善元（1965—），硕士研究生，从事自然资源管理工作，E-mail：fsy_841026@qq.com。
通信作者：胡斌（1976—），硕士研究生，正高级工程师，从事自然资源管理工作，E-mail：tdhb@sina.com。

式的监管内容主要涵盖土地征收的建设状况、土地出让过程以及土地审批信息的动态监控（图1）。本文对征供土地每个环节的基本信息、建设信息和征供记录等进行数据分类，具体见表1。

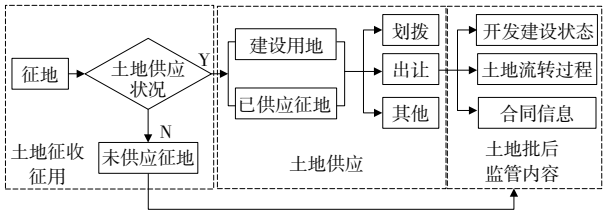


图1　征供一体化土地批后监管流程与内容

表1　征供土地监管信息分类

土地征供环节	基本信息	建设信息	征供记录
土地征收征用	包括土地所有权和使用权的转让	在征地（占）项目中规划建设用地的开发建设和土地征用的遥感监控[4]	显示和管理征地空间位置、总面积、施工状态
土地供应	包括征地的出让、出让土地的转让、征地后再出让的情况	将每个地块划分为未使用、平整、建设和竣工4个阶段，并相加以获得整个征地（占）项目的开发和建设状态[5]	利用地块之间的空间重叠关系，对土地征收和出让流转进行跟踪管理
土地批后监管	撰写土地征用批准文件、转让合同等，包括土地使用单位和建设位置批准信息，如地点、目的	将新的转移项目分为未完工、在建和已完工3个阶段；将目前的移交项目分为有施工变更和无变更两种状态[6]，并对监测结果进行管理	土地征用和供应的行政审批

土地征收审批后监管信息主要服务于监管机构和土地所有者。监管机构主要包括市司法局、市土地管理局、城市规划管理局和城市房地产规划建设局。因此，监管机构的权限信息收集包括土地供应和建设信息，以及各监管机构监管过程产生的规则和条例[7]；土地所有者的权限信息收集包括土地使用权持有者的身份信息、联系方式和使用记录。在土地征收出让合约的基础上，将土地供应建设信息、规章制度信息、身份信息、联系方式和征用记录5类信息形成5个可信监管数据源[8]，依次用 A_1~A_5 表示，并将其各自组成的数据集融合为相应的可信数据库，便于建立监管模型。

在解析、分类征供土地一体化监管模型监管流程和内容以及监管信息的基础上，对征供土地批后监管信息的服务对象进行分析，并采集对应的权限数据，得到具有监管行为动态特性的监管数据源，为后续监管数据智能合约设计提供有力的数据基础。

1.2　基于数据整合的监管数据智能合约设计

由于采集的监管数据属于异构数据源，为提高数据资源的利用率、优化土地征供信息的监管效果[9]，本文基于其分布特点和异构性，利用数据整合技术对监管信息进行集成，进而设计一个智能合约，以获得更好的监管模型。数据集成的主要对象是异构资源。根据异构资源数据的类型、结构和语义进行分类集成[10]。为了确保集成后数据能在不改变数据提取完整性的情况下保留原始数据的数据元素，本文采用映射转换数据资源中间件的方法对原始异构数据进行集成，具体见图2，监管信息类别的权限数据资源主要存储于异构数据源层，经过中间件层的预处理过滤原始数据，以得到不含噪声的监管信息，则有：

$$F_i = f_t A_i \tag{1}$$

式中，F_i 为数据清洗结果；f_t 为滑动窗口维度；A_i 为第 i 个权限数据，$i=1,2,\ldots,5$。

$$f_t = S_t\sqrt{\frac{h_0}{1+r_1}} \tag{2}$$

式中，S_t 为数据品质参数；h_0 为偏置项；r_1 为数据特征值。

通过从其他地区监管机构得到的同期监管数据来确定特定地区的监管处理水平[11]，即

$$P_j = F_i C_0 + S_j(1-a_0)\alpha_0 \tag{3}$$

式中，C_0 为监管周期；a_0 为土地建设信息占监管信息的比例；α_0 为数据自由度；S_j 为有效激活函数。

中间件层可对不同数据源的监管信息进行标准化，使其能在智能合约中进行统一处理和分析。采用中间件包装器消除各权限资源数据的冗余度，则有：

$$H_1 = P_j\frac{g_0}{b_0} + J_1 \tag{4}$$

式中，H_1 为数据冗余度修正因子；g_0 为模拟参数；b_0 为数据回报基数；J_1 为业务监管阶段数据贡献度。

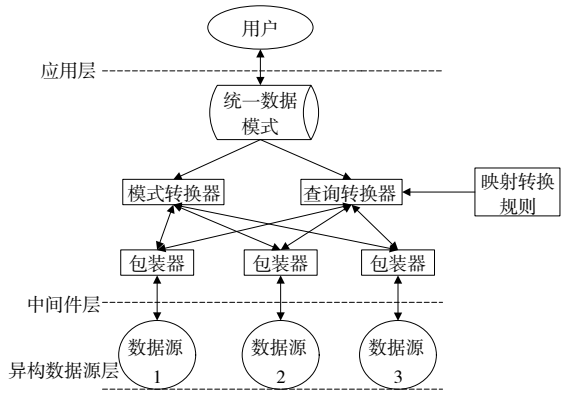


图2　数据整合体系结构

在体系的数据模式转换器和查询转换器中引入映射转换规则，以提高数据的独立性与扩展性[12]。在智能监管过程中，监管对象的数据通常来自不同的数据源，为进行有效监管，需对这些多源数据进行整合和

统一处理。映射转换规则可统一不同数据源的数据格式，使智能监管系统能更加高效地分析和处理数据，实现自动化的监管。

映射转换规则的表达式为：

$$I(x)=(M_0-1)\left|H_1\rho_0-u_0n_1\right| \tag{5}$$

式中，M_0 为数据类属性；ρ_0 为映射超平面维度；u_0 为映射次数；n_1 为枚举值。

基于上述规则延展权限资源数据，计算公式为：

$$W_t=I(x)\times H_i\times K_0 \tag{6}$$

式中，H_i 为数据集成次数；K_0 为数据一致性因子；W_t 为延展系数。

延展权限资源数据是指对监管对象的各种权限、许可、合规等进行整合和延伸的数据，包括企业的经营许可、行业监管要求、法规政策等信息。通过分析、处理延展权限资源数据，智能监管系统能更加全面地了解监管对象的情况，有效监督和管理其行为。

由此得到的数据统一模式为：

$$G_t=W_t\sqrt{\frac{e^{y_0-1}}{\beta_0}} \tag{7}$$

式中，G_t 为数据整合结果；e 为运算误差；y_0 为有效数据抽样频率；β_0 为距离权值。

在权限资源数据整合结果的基础上，对模型的智能合约进行设计。通过对数据加密来验证整合数据是否能满足相关规范与标准限定范围，从而自动执行模型合约逻辑[13]。整合数据在自由信道内的传输过程可表示为：

$$K_e=G_t\times H_a/(1-S_g) \tag{8}$$

式中，K_e 为数据传输速率；H_a 为加密类型；S_g 为哈希函数计算结果。

根据私钥与数据的授权文件追溯数据的安全性，对整合数据添加唯一不可逆的授权签名，进而有效防止信息泄露，即

$$D_0=(b_a+t_1)(K_e+Y_g) \tag{9}$$

式中，b_a 为决策函数；t_1 为授权时间；Y_g 为签发时间信息。

根据上述分析与计算，本文通过合约调用接口实现链间监管数据的交互。智能合约算法执行流程见图3。本文设计的智能合约旨在加强数据链前监管、数据传输安全性和缓解监管模型负载压力。算法步骤1~6是追溯监管机构对监管信息的控制，通过网络授权和取消授权对监管信息进行控制操作，实现数据内容、格式和交互监管[14]；步骤7~9通过查询公共监管数据链，向土地使用者和监管机构提供可公开追踪的数据；步骤10~16通过敏感数据查询，从监管数据链写入、读取数据，以获得数据流和转换方法。智能合约保证了监管数据的安全传输，主要服务于征供一体化土地监管模型内部数据的流动。

```
输入:带有授权签名的整合数据，数据链授权文件Key，追溯链授权文件Keyti-
a，追溯数据traceData
输出:监管数据哈希txID，区块高度blockNum，公开追溯数据traceData}
1.    if(Key验证有效&&Key通过有效)
2.追溯数据链前监管
3.        if(isTdTypeLegal(traceData)&&isTdContentLegal(traceData))
4.数据上链操作，追溯数据经全网节点共识背书写入数据链账本
5.          if(wriComTraceChain(ILeyP}oGcTraPeer,traceData))
6.            return txID,blockNum;
7.将返回的交易哈希与区块高度和部分公开追溯数据通过跨链接日交互上传追溯
链
8.
if(wriTraceChain(ILeynT,cTraPeer,(traceData ,txID,blockNum)))
9.       return success;
10.    else
11.       return transError;
12.   else
13.     return transError;
14.   else.
15.  return traceDataError;
16.  return authRrror
```

图3 模型智能合约算法

1.3 征供一体化土地批后监管模型构建

本文结合整合数据智能合约构建征供一体化土地批后监管模型。该模型的运行模式分为初始化、数据量化和动态监管3个阶段（图4），与数据传输网络系统形成平行映射的关系。整合模型的具体运行流程为：

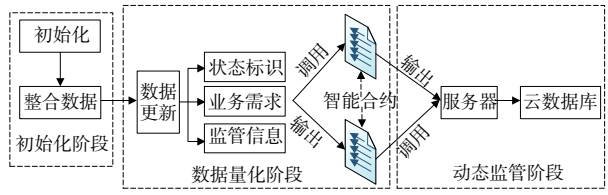


图4 征供一体化土地批后监管模型

1）初始化阶段。初始化综合数据，包括土地征用的数量和持续时间以及土地持有人的基本信息。监管机构为土地收购和供应的参与者分配代码，每个代码对应一个唯一的哈希值。在这项业务开始时，资源管理层实时上传数据到云层，并验证所有上传数据的加密状态，达到标准后，通过验证输出监管信息列表；否则，驳回。

2）数据量化阶段。初始化完成后，计算每个数据的贡献度，并调用智能合约更新监管数据的哈希值，然后再次计算数据的贡献度[15]，并叠加智能合约的输出结果，形成一个可信的数据监管本地数据库。建立数据采集系统，实时收集与土地批后监管相关的数据，包括土地供应情况、项目进展状态、违规行为指标等。一项业务的完成是一次迭代过程，经过多次迭代，形成5个相应的可信数据库。监管数据贡献度的计算公式为：

$$E=D_0\times C_r\times T_t \tag{10}$$

式中，D_0 为数据的授权签名；C_r 为数据冗余度；T_t

为数据的属性约束。

3）动态监管阶段。①实时监测与预警：利用大数据分析技术处理和分析采集的数据，验证智能合约输出的监管数据信息是否符合输出要求，并检查监管数据的输入和输出是否符合监管模型的当前状态，识别出潜在的风险和异常情况；验证完成后，将块数据添加到本地区块链，基于分析结果设立预警系统，一旦发现异常情况，系统将及时发出预警信号，通知相关监管部门和人员进行干预和调查，并修改当前数据状态；最后其他用户节点将同步更新系统的本地区块链网络信息，完成数据上传，同时数据加密传输到云数据库，完成数据上传到云端。②自动化决策和执行：根据相关法规政策和监管要求，制定具体的监管规则和决策逻辑，包括针对违规指标、处罚措施等内容的规定，进而构建智能决策模型，该模型可根据监管对象的数据输入，自动判断是否存在违规行为，并生成相应的决策方案；最后将这些决策方案与执行系统进行链接，使监管决策能自动转化为具体的执行措施。

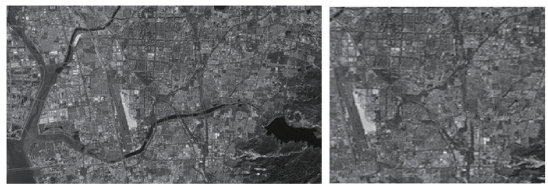
2　实验论证分析

为测试本文设计的征供一体化土地批后监管模型在实际应用中的性能，将引入其他土地批后监管模型与本文模型进行对比实验。

2.1　实验准备

以某地区的土地利用信息为例，利用CBERS-1中巴遥感卫星（重访周期短、独立灵活）对该地区近5年的土地征用和出让状况进行监测，将卫星和航空照片作为土地利用信息操作的底图，采用数值摄影测量方法监测研究区44个地块的土地利用现状，并用钢尺测量边界长度。研究区用地信息采集情况见图5。从空间上看，征用和供应土地可分为基本建设用地和个人建设用地，地籍要素采用分类编码方法进行管理。在城市地籍要素分类中，主要类别采用表面分类法，次要类别采用线分类法，地籍要素采用十位数的层次代码，可分为大类、小类、一级类、二级类、三级类和四级类。为与《城市地籍调查条例》保持一致，集体建设用地信息也采用分类编码的管理方法。由于城市地籍管理的基本单位是地块，管理的一般单位是街区，因此集体建设用地信息的获取以村坊为单位进行信息采集，并采用分层的方法对要素进行组织和管理（表2）。

采用上述方法在214.6 km^2的实验区采集分辨率为0.25 m的卫星遥感图像和分辨率为0.15 m的航空摄影测量图像，再从边界边缘中去除所有粗误差边缘，以GPS测量的边界点坐标为理论真值。



a 以村坊为单元采集用地信息　　b 外业工作底图

图5　研究区用地信息采集

表2　征供土地层名代码与要素

层名/代码	层要素/代码	几何特征
定位基础/1000100000	测量控制点/1000100000	Point
	测量控制点注记/1000115000	Annotation
行政区划/1000400000	行政区/1000600100	Polygon
	行政区界线/1000600300	Line
	行政要素注记/1000102000	Annotation
土地权属/2013100100	宗地/201310101000	Polygon
	宗地注记/2013010200	Annotation
	界址线/2013020100	Line
	界址线注记/2013020245	Annotation
	界址点/2013030100	Point
	界址点注记/200133200	Annotation
	房屋/1000310311	Polygon
	房屋注记/1000310412	Annotation
栅格数据/2002010000	数字正射影像图/2002030200	Image
	数字栅格地图/2002030400	Image
	数字高程模型/2002030514	Image

2.2　实验说明

土地征收和供应模型的目的是将所有土地征收信息数据存储在模型的块节点中，并根据使用智能合约处理监管逻辑业务过程中生成的数据交互记录运行模型。因此，根据监测时间，将土地利用信息的监测结果链接到相应的遥感图像、解释信息和实地照片等信息数据上，结合土地利用的空间、审批和流转信息，生成智能合约，以约束监管数据的传输，从而构建监管模型。

2.3　模型应用结果分析

由于本文中智能合约模型采用共识机制，所有节点都选择主节点来记录、验证和传输监管数据。因此，为了提高模型故障节点的容错效率，将合同的调用时间与数据传输时间之间的差值设置为0.25 s。以基于聚类分析的信息监管模型（方法1）、基于卷积神经网络的信息监管模型（方法2）作为本文方法的对照方法，分别测试不同模型对于监管数据信息写入与查询的吞吐量，结果见图6，在相同监管业务信息量的条件下，3种模型的写入与查询吞吐量均随监管业务量的增加而呈现不均匀的变化趋势，但本文模型的写入与查询吞吐量均远高于对照方法，其原因在于，本文模型可根据征地与出让土地的流转关系，对土地征收征用和土地供应相关业务进行特征分析与采集，

提高了土地批后监管信息传输的流畅性，进而提高了业务处理效率。实验对比结果表明，本文模型能够提高土地资源数据的管理效率。

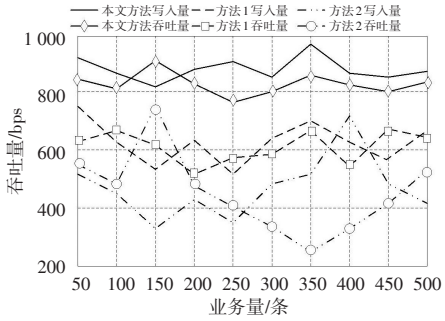


图6 模型写入与查询吞吐量测试结果

2.4 共识处理时延对比实验分析

为进一步验证本文模型在土地批后监管中的信息管理效率，采用共识处理时延指标评价不同模型对土地监管数据的管理效率，数值越小，表明管理效率越高，结果见图7，本文模型在10~50次监管信息密文生成条件下，对于土地批后监管信息的共识处理时延均处于最低区间，而对比方法的处理时延较长，说明本文模型面向征供一体化土地批后监管数据信息具有较高的处理效率，能够保证土地资源信息管理的效率。

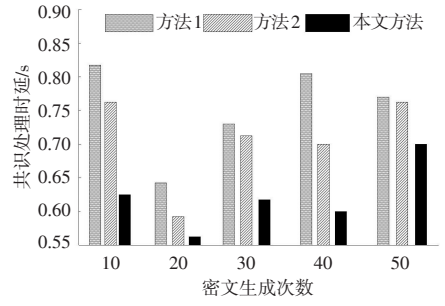


图7 监管信息共识处理时延对比结果

3 结 语

本文基于数据整合算法，通过采集土地批后权限数据信息与设计智能合约，保证了模型自动执行合约逻辑；并根据监管数据的平行映射原理，构建土地批后监管模型；最后通过实例应用验证了本文模型具有较高的监管效率。

参考文献

[1] 金宜,翟永聪. 地图审查与互联网地图监管系统设计与实现[J]. 地理空间信息,2022,20(8):151-154

[2] 张磊,张明. 基于大数据分析的自然资源智能化监管系统设计[J]. 中国土地,2021(12):48-49

[3] 杨琳. 基于EPG信息比对的IPTV监管系统设计与实现[J]. 电视技术,2023,47(6):196-200

[4] 粟丹. 隐私保护视角下的个人健康数据监管研究[J]. 杭州师范大学学报(社会科学版),2021,43(1):93-103

[5] 黄亚飞,翟艳辉,梁杰,等. 基于数据抽稀算法的海洋倾废监管系统的设计[J]. 计算机测量与控制,2020,28(10):191-194

[6] 张城瑀,赵天怡,特日格乐,等. 基于数据挖掘的公共建筑能耗监管平台异常数据修复研究[J]. 暖通空调,2022,52(8):73-82

[7] 李修华,罗潜,杨信廷,等. 面向小麦区块链追溯系统的分级监管模型设计与实现[J]. 农业机械学报,2023,54(3):363-371

[8] 孔庆山,张芹,杨蕙馨,等. 蕙双随机、一公开”产品质量监管模型研究[J]. 中国管理科学,2021,29(3):80-89

[9] 牛常领,齐共同,乔相飞,等. 建设用地供后全生命周期监管方法研究[J]. 中国国土资源经济,2022,35(11):83-89

[10] 杜小虎,任志俊,戚呈辉. 基于气动测量的数据优化及监管系统开发[J]. 制造业自动化,2022,44(3):1-6

[11] 李宝珑,周盛世,王青青. 基于区块链的烟草供应链信息监管模式研究[J]. 昆明学院学报,2023,45(3):22-27

[12] 郑晓庆,朱丽洁,周向阳. 温州市小水电生态流量监管系统的研发与应用[J]. 水电站机电技术,2023,46(6):58-60

[13] 方朝剑,胡新荣. 基于模糊近似度的隐私敏感数据过滤算法[J]. 吉林大学学报(工学版),2023,53(4):1 174-1 180

[14] 于华竟,徐大明,罗娜,等. 杂粮供应链区块链多链追溯监管模型设计[J]. 农业工程学报,2021,37(20):323-332

[15] 黄哲,赵祥琦,林学怡,等. 基于药品全生命周期的中药监管模型的构建研究[J]. 中草药,2021,52(17):5 465-5 474

（上接第78页）

[6] 杨乃. 专题地图中专题要素表达手段的研究[J]. 地理空间信息,2007,5(4):102-105

[7] 杨倩倩,靳才溢,李同文,等. 数据驱动的定量遥感研究进展与挑战[J]. 遥感学报,2022,26(2):268-285

[8] 周经纬. 矢量大数据高性能计算模型及关键技术研究[D]. 杭州:浙江大学,2016

[9] 李清泉,李德仁. 大数据GIS[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2014,39(6):641-644

[10] 方成. 多粒度时空对象多维动态特征的地图符号表达[D]. 郑州:战略支援部队信息工程大学,2018

[11] 张寒梅,廖小韵,陈重远,等. 统计数据在专题地图中的可视化表达[J]. 地理空间信息,2015,13(3):173-176

[12] 黄雅堃. 基于可视化设计的信息图表在报刊编辑中的应用[J]. 中国出版,2015(1):45-48

[13] 广东省地图编委员会. 广东省地图集[M]. 广州:广东省地图出版社,2020