引文格式：万晓明,凌丹丹,袁亚平,等. 基于WebGIS的农产品在线追溯系统设计与实现[J]. 地理空间信息, 2023, 21(11): 86-89. doi:10. 3969/j. issn. 1672-4623.2023.11.020

基于WebGIS的农产品在线追溯系统设计与实现

万晓明[1]，凌丹丹[1*]，袁亚平[1]，王会锋[1]，杜少喜[1]，万小红[2]
（1. 陕西省水工环地质调查中心，陕西 西安 710068；2. 运城学院，山西 运城 044000）

摘　要：农产品追溯是发展特色农业的重要环节。现有的农产品追溯较多关注其产地和物流变化信息，缺乏空间位置属性和土地质量调查等用户关心的重要信息，且对农产品分装问题难以进行有效追溯。鉴于此，结合地类图斑数据和土地质量调查数据，提出了一种基于空间数据库的农产品追溯方法，设计并实现了基于WebGIS的农产品在线追溯系统，通过追溯可检索到农产品产地地块信息、土地质量调查信息和农产品的位置变化信息。该系统已成功集成到陕西省安康市富硒地质资源大数据平台中，为安康市富硒农产品的发展规划和产业推广提供了技术支撑。

关键词：农产品追溯；富硒农产品；在线追溯；WebGIS
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2023）11-0086-04

Design and Implementation of Online Traceability System of Agricultural Products Based on WebGIS

WAN Xiaoming[1], LING Dandan[1], YUAN Yaping[1], WANG Huifeng[1], DU Shaoxi[1], WAN Xiaohong[2]
(1. Shaanxi Hydrogeology, Engineering Geology, Environmental Geology, Survey Center, Xi'an 710068, China;
2. Yuncheng University, Yuncheng 044000, China)

Abstract: The traceability of agricultural products is an important step in the development of special agriculture. The existing traceability of agricultural product pays more attention to the origin and logistics changes of agricultural products, and lacks important information that users care about, such as the spatial location attributes of agricultural product and land quality survey. Moreover, it is difficult to carry out effective traceability for the subpackage problem of agricultural product. According to the above problems, combining land-use data and survey data of land quality, we proposed an agricultural product traceability method based on spatial database, designed and implemented an online traceability system of agricultural product based on WebGIS. Using this new approach, land information, land quality survey information and location change information can be retrieved. The system has been successfully integrated into the big data platform of Se-rich geological resources in Ankang City, Shaanxi Province, which provides technical support for the development planning and industrial promotion of Se-rich agricultural products in Ankang City.

Key words: traceability of agricultural product, Se-rich agricultural product, online traceability, WebGIS

数据的战略化、资产化和社会化特征愈发显著，随着数据作为国家战略资产意识的增强，世界主要国家都在抢夺大数据的话语权和主动权。党中央、国务院高度重视大数据发展问题，《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划的建议》强调推行国家大数据战略[1]，国务院印发的《促进大数据发展行动纲要》提出我国大数据发展的顶层设计[2]。习近平总书记多次发表有关大数据的论述，提出“要运用大数据提升国家治理现代化水平”“建设全国一体化的国家大数据中心”等要求[3]。在特色农业方面，科学开发利用和保护天然富硒产业，对于助力乡村振兴、特色小镇建设、地质文化村建设和耕地高质量保护都具有重要的现实意义[4]。作为目前全国仅有的富硒地区之一，安康市政府于2021年7月印发了《安康市富硒产业全产业链高质量发展三年行动方案（2021—2023）》，明确要求推进硒资源数字化，根据硒资源详查结果，利用移动互联网、大数据等技术建立科学、系统、完整的数字化硒资源数据库和富硒农产品在线追溯平台[5]。现有的农产品追溯系统通常采用属性数据库，无法满足追溯记录的空间检索需求。

收稿日期：2022-08-19。
项目来源：国家自然科学基金资助项目（41971356、41701446）；陕西省公益性地质调查资助项目（公益[2022]10）。
第一作者简介：万晓明（1982—），本科，高级工程师，主要研究方向为地球化学勘查和GIS技术应用，E-mail：wxm_happy@qq.com。
通信作者：凌丹丹（1989—），硕士，工程师，主要研究方向为GIS技术应用。

同时，现有农产品追溯方法一般是根据农产品的订单编号去查询所有记录，再根据时间排序得到追溯记录，当一个农产品订单在某个环节被拆分成多份时，则无法准确追溯拆分后的农产品[6-9]。

为解决上述问题，本文采用 WebGIS 技术体系，利用空间数据库存储农产品溯源点对象，借助空间数据库的空间检索能力实现农产品溯源点对象的空间检索。同时，本文改变了传统追溯方法，采用追溯 ID 进行递归追溯，即每一次追溯都是通过当前溯源记录的“源追溯 ID”去查找上一次溯源记录，可对拆分后的农产品订单进行准确追溯。系统可为富硒农产品的在线追溯和销售推广提供平台支撑，助力数字乡村建设，推动乡村振兴。

1　系统架构设计

为满足农产品在线追溯系统空间检索方面的需求，本文采用 WebGIS 技术[10-11]，利用空间数据库统一管理地类图斑、农产品订单信息、地理底图等空间数据。系统架构见图 1，数据层主要负责管理用户数据、地类图斑、溯源信息、地理底图、土地质量调查评价成果等数据，其中溯源信息包括农产品订单数据和与订单关联的农产品种植日记数据；GIS 内核层是 WebGIS 服务平台的内核服务层，为系统提供基础的 GIS 数据录入、管理、分析、查询和检索功能；服务层以 Web 服务的形式发布上述数据，可调阅和检索数据层中的各类数据，包括地图服务、要素服务、目录服务、用户管理、种植日记、地块信息、土壤环境、土壤养分、作物评价等 REST 服务，为便于与其他业务系统对接，系统还可基于 WebGIS 平台提供 OGC 服务支持模块，使用 OGC 标准服务实现农产品在线追溯，与各主流 WebGIS 平台兼容；客户端、应用层采用布局自适应技术，支持 PC 端、平板端、移动端的交互和渲染，通过调用服务层提供的各类接口，实现农产品二维码追溯、地块信息、种植日记、土地质量调查评价结果等数据查询，并在此基础上对农产品订单的种植过程以及空间位置变化和停留信息进行统计分析和展示。

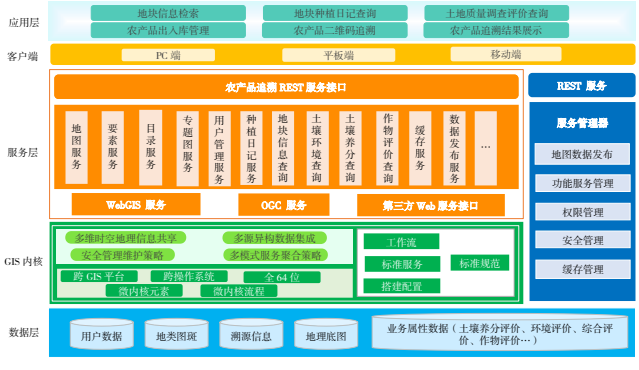


图 1　基于 WebGIS 的农产品在线追溯系统架构

2　基于 WebGIS 的农产品追溯方法

2.1　农产品在线追溯关键溯源表设计

本文设计的农产品在线追溯系统在空间数据库中需要对地类图斑的权属信息、地块种植日记、土地质量调查评价信息、农产品出入库信息等与农产品种植相关的数据进行检索。为避免地类图斑矢量空间数据冗余，本文通过增加属性的方式将土地质量调查评价信息存储到地类图斑的属性结构中，主要包括 pH 值，镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、硒、氮、磷、钾等化学元素含量，养分评价等级、环境评价等级、综合评价等级、适宜农作物评价等土地质量调查信息。地块种植日记主要用于存储每个农产品的种植过程信息，主要包括耕作日期、耕作类型、耕作内容、耕作场景图像等。农产品出入库信息表是本文设计的系统中最关键的溯源表，农产品从开始种植到最终超市上架，每一个变化环节都通过该表进行记录。该表的具体属性结构见表 1，其中追溯 ID 是农产品流向每次发生变化时的唯一 ID；订单编号是农产品种植订单唯一编号，可在农产品订单信息表中检索到关联的地块标识码，再通过地块标识码从地类图斑矢量图层中检索到种植农产品的地块多边形要素及其权属信息和土地质量调查评价信息；农产品流向用于区分农产品是入库还是出库；用户 ID 是当前使用系统的用户 ID，可在用户信息表中检索到用户所在单位和位置信息；源追溯 ID 用于记录上一次农产品流向发生变化时

表 1　农产品出入库信息表

字段名	字段类型	字段长度	是否允许为空
追溯 ID	string	32	否
订单编号	string	32	否
农产品流向	string	128	否
用户 ID	string	128	否
源追溯 ID	string	128	否
入库人员	string	256	否
联系电话	string	11	是
重量	int	8	否
时间	datetime	16	否
单价	int	8	是
总价	int	8	是
备注	string	512	是

的追溯ID，是实现农产品追溯的关键字段之一，通过其可一直递归检索农产品出入库记录，直至源追溯ID为空，停止追溯。

2.2 农产品在线追溯流程

对农产品进行追溯时，需要有二维追溯码，系统采用关键溯源表中的追溯ID生成农产品的二维追溯码。农产品从种植到加工、再到超市上架的过程中均采用每个环节的追溯ID生成追溯码，通过扫描二维追溯码便可获得追溯ID。首先根据追溯ID从农产品出入库信息表中检索溯源信息，获得溯源记录；再通过溯源记录中的订单号，在订单数据表中检索对应的地块标识码，进而检索地块信息和土地质量调查评价结果；然后判断溯源信息中的源追溯ID是否为空，若不为空，则说明当前追溯的农产品之前还有流向变化信息，需以源追溯ID为农产品上一次变化的追溯ID继续检索农产品的流向变化信息，得到上次的溯源记录，递归上述追溯检索操作，直到溯源记录中的源追溯ID为空，停止追溯过程。

3 系统实现

2017—2019年陕西省地质调查院在紫阳县、汉阴县开展了1∶5万土壤地球化学调查评价工作，完成面积为3 600 km^2，实现了紫阳、汉阴两县全域覆盖。目前安康市已培育富硒农业园区1 107个，农民专业合作社2 290个，带动农户22.8万户；培育富硒农业产业化龙头企业277家，规模以上富硒食品加工企业239家，建立工业加工园15个。安康市从科技攻关创新、完善标准体系、扩大品牌影响等方面打造富硒产业，连年保持高增长态势，产业总规模预估将突破800亿元。农产品在线追溯对于安康市大力发展富硒农产品产业具有重要意义，本文以富硒地质资源数据库为基础，开发并实现了农产品二维追溯码生成和一码追溯系统，为富硒农产品加工企业以及其他富硒产品种植、销售企业提供富硒产品质量溯源信息，促进富硒农产品加工与销售的长足发展，使真正富硒的产品有据可查。

本文设计的农产品在线追溯系统分为出入库登记、出入库管理、一码溯源3大块。出入库登记包括入库信息登记和出库信息登记。出入库管理包括查询、删除和编辑等功能，可对已登记的入库和出库信息进行查询、删除和编辑，查询结果通过表格形式呈现。通过表格可查询数据的详细属性信息，并可通过编辑和删除按钮进行对应操作；利用生成追溯码功能可针对任意一条农产品流向变化记录生成唯一的追溯码，功能界面见图2所示。一码溯源则利用追溯码进行农产品追溯，追溯得到的种植日记、农产品轨迹、农产品相关数据统计以及农产品滞留时间变化图将在界面进行展示，且在地图主界面展示农产品轨迹图（图3）。其中，种植日记包括农产品的播种、浇水、施肥、除虫、收获等类型；农产品轨迹信息包括农产品经过的地点、时间和停留天数；农产品相关数据统计包括从种植到追溯为止经历的总天数和种植总天数。



图2 农产品入库界面



图3 一码溯源界面

4 结 语

富硒农产品是乡村振兴的重要途径之一，基于土地质量调查评价成果和地类图斑数据，可将地块与其富硒评价结果进行数据集成，并将每个地块与其种植的农产品订单进行关联检索，为农产品追溯提供完整的溯源信息。本文基于WebGIS技术开发了农产品在线追溯系统，采用空间数据库统一存储和管理地类图斑、土地质量调查评价数据、农产品订单等相关数

据，实现了农产品出入库管理、生成追溯码、一码追溯等功能。通过追溯可检索到农产品产地地块信息、土地质量调查信息和农产品的位置变化信息，并可在线展示农产品订单种植日记、统计农产品停留时间等。该系统是陕西省安康市富硒地质资源大数据平台的核心模块之一，为安康市富硒农产品的发展规划和产业推广提供了技术支撑。

参考文献

[1] 习近平. 关于《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》的说明[J]. 当代党员,2020(22):3-6

[2] 国务院. 国务院印发《促进大数据发展行动纲要》[J]. 共产党员,2015(20):4

[3] 易成岐,窦悦,陈东,等. 全国一体化大数据中心协同创新体系:总体框架与战略价值[J]. 电子政务,2021(6):2-10

[4] 田若楠. 全链条推动富硒产业发展[N]. 陕西日报,2021-11-17(5)

[5] 蔡鹏,曹兴君. 安康聚力推动富硒产业全产业链高质量发展[N]. 陕西科技报,2021-07-30(6)

[6] 程建宏,胡长斌,谷静,等. 汉中市农产品质量安全追溯监管现状、制约因素及对策建议[J]. 陕西农业科学,2022,68(3):89-91

[7] 董刚,黄洁,郝丽红,等. 我国农产品质量安全追溯体系应用现状及对策浅析[J]. 南方农业,2022,16(1):125-128

[8] 孙旭斌,沈希雅,赵向青. 基于区块链的农产品追溯系统设计[J]. 农村经济与科技,2022,33(7):240-243

[9] 修文彦,田岩. 对推行农产品质量安全追溯体系的思考:基于相关主体分析[J]. 农业经济,2022(2):22-24

[10] 姜志刚. 基于WebGIS的转基因农产品溯源系统研究:以舟山口岸为例[D]. 杭州:浙江大学,2016

[11] 张鉴滔. 基于WebGIS的农产品产地管理与追溯系统研制[D]. 杭州:浙江大学,2012

（上接第58页）

指标，如用地规划进展报表、用地变更统计报表、施工项目概况报表等，从而全面把握建设用地项目情况；并能按照项目类型、项目阶段、项目分布等进行一键统计分析，生成各类可视化的图表信息，为决策和规划提供有力支持。

3 结　语

本文基于数据图谱技术设计了“一码管地”管理体系，并在“一码管地”平台中得以应用实践：利用“一码”实现了图、属、文一体化管理、全业务智能审批、全生命周期监测监管和一图总览辅助决策，形成了统一数据共享、统一审批流程、统一信息管理的局面，实现了建设用地项目的可视化、智能化、精细化管理，从而提升了数据管理效率、加强了审批监管、促进了信息共享与协同、支持了多方位的决策和规划。如何高效更新和维护数据图谱，保障建设用地数据的时效性和准确性，为相关部门的工作开展提供更好的技术支持，将是下一步研究的重点。

参考文献

[1] 王永超,袁丽娜,王光宇. 城市更新过程中低效居住用地的社会问题与治理对策[J]. 中国集体经济,2019(19):4-6

[2] 赵可,张安录. 城市建设用地、经济发展与城市化关系的计量分析[J]. 中国人口·资源与环境,2011,21(1):7-12

[3] 杨孝军,刘耀林,单俊超,等. 我国建设用地经济效率特征与分区管制研究[J]. 地理空间信息,2020,18(3):87-91

[4] 刘冬荣,张伟娜,莫加伟,等. 土地全生命周期管理基本架构与探索实践[J]. 中国国土资源经济,2023,36(6):36-43

[5] 应荷香,赵骞,张朝忙,等. 土地全生命周期管理的知识图谱构建及应用[J]. 测绘科学,2022,47(6):161-167

[6] 郑建军. 绍兴市上虞区创新实施“一码管地”构建自然资源管理“数字图景”[J]. 浙江国土资源,2021(5):42-44

[7] 赵俊锐,王业恒,杨凯瑞. “一码管地”的实践分析[J]. 中国房地产,2022(36):74-77

[8] 周丹,徐德军,张欢,等. 面向全生命周期管理的“一码管地”建设思路与应用探讨[J]. 规划师,2022,38(8):106-110

[9] 金群,周安发,杨扬,等. 基于“一张图”的建设用地全流程监管研究[J]. 地理空间信息,2022,20(3):38-41

[10] 中国土地勘测规划院,合肥市不动产登记中心,武汉大学,等. 不动产单元设定与代码编制规则[Z].

[11] 信息分类和编码的基本原则与方法:GB/T 7027-2002[S].

[12] 王鑫,邹磊,王朝坤,等. 知识图谱数据管理研究综述[J]. 软件学报,2019,30(7):2 139-2 174

[13] 蒋秉川,万刚,许剑,等. 多源异构数据的大规模地理知识图谱构建[J]. 测绘学报,2018,47(8):1 051-1 061