

doi:10.6041/j.issn.1000-1298.2024.06.016

基于空间大数据的补充耕地合规性自动判别技术研究

郭一珂 姚敏 周俊杰 孟凡荣 于海跃

(自然资源部信息中心, 北京 100036)

摘要: 为提升补充耕地项目监管效率和准确率, 保证补充耕地数量准确、地类符合、区位合理, 开展基于空间大数据的补充耕地合规性自动判别技术研究。本研究基于大数据框架、并行计算技术和 GIS 空间分析方法, 设计了补充耕地合规性自动判别规则和指标体系, 研制了补充耕地合规性内业自动判别的技术流程、算法和软件, 开展了日常和专项补充耕地监管和核查, 作为全国补充耕地项目监管的重要技术手段。经实际运行验证, 项目平均分析时长 2~4 min, 平均每月阻止 5 700 余个问题项目入库。该研究能够为补充耕地项目立项、实施、验收提供合规性判别技术手段, 提升补充耕地项目立项的合理性, 提升补充耕地信息核实、监管、监督的技术水平, 对确保我国耕地占补平衡制度的落实具有技术支撑作用。

关键词: 补充耕地; 监管; 空间大数据; 自动判别技术

中图分类号: TP391; F323.3 文献标识码: A 文章编号: 1000-1298(2024)06-0159-09

OSID:



Research on Automatic Identification Technology for Compliance of Supplementary Cultivated Land Based on Spatial Big Data

GUO Yike YAO Min ZHOU Junjie MENG Fanrong YU Haiyue

(Information Centre, Ministry of Natural Resources, Beijing 100036, China)

Abstract: In order to improve the supervision efficiency and accuracy of the supplementary cultivated land projects, and ensure that the quantity of the supplementary cultivated land is accurate, the land type meets the requirements, and the location is reasonable. It was based on spatial big data to research on the automatic discriminant technology of supplementary cultivated land compliance. The automatic identification rules and indicator system for the compliance of supplementary cultivated land was designed based on the big data framework, parallel computing technology, GIS spatial analysis, and the technical process, algorithm and software for the automatic identification of the compliance of supplementary cultivated land were developed. Daily and special supervision and verification of supplementary cultivated land were carried out, which became an increasingly important technical means for supervision and verification of supplementary cultivated land projects. Practical operations demonstrated that the average analysis time for the project was 2~4 minutes, and the average of over 5 700 problematic projects were prevented from being included in the database each month. This research provided technical means for compliance identification in the initiation, implementation, and acceptance of supplementary cultivated land projects, enhancing the rationality of project initiation and improving the technical level of information verification, supervision of supplementary cultivated land. It played a crucial technical support role in ensuring the implementation of the system of the cultivated land requisition compensation balance in China.

Key words: supplementary cultivated land; supervision; spatial big data; automatic discriminant technology

收稿日期: 2024-01-22 修回日期: 2024-04-04

基金项目: 自然资源部部门预算项目(1211101000000200001)

作者简介: 郭一珂(1987—), 女, 高级工程师, 主要从事自然资源信息技术研究, E-mail: echogyk@126.com

0 引言

粮食安全是治国安邦之本,严守耕地红线是粮食安全根基。我国实行最严格的占用耕地补偿制度即耕地占补平衡制度,遏制了耕地数量快速下降的趋势,一定程度上实现了保护耕地资源与保障经济发展的协调统一^[1]。耕地占补平衡实施以来,一直受到国内学者的关注。2017年以后耕地保护政策不断增加,党中央、国务院提出《耕地保护和改进占补平衡的意见》(中发[2017]4号),对占补平衡管理工作提出了新要求,通过“占一补一,占优补优,占水田补水田”的方式,实现耕地占补平衡,保障耕地数量不减少,质量不下降;2018年逐步落实耕地数量质量生态三位一体的保护政策,补充耕地管理不断升级,补充耕地的来源、核定和管理更加受到学者们的广泛关注及探索。文献[2-4]在新时代的背景下探讨了新增耕地的管理创新,均认为需从技术创新层面上探索改进方式,抓好规划引领。各地出台了各类严格的管理政策^[5-6]。文献[7]对国家、省、市不同尺度土地整治数量、规模、类型、新增耕地率进行分析,促进丰富土地整治相关评价体系。文献[8-9]基于目标区域宜垦评价指标和区域土地利用现状,完成对应区域耕地后备资源的调查分析。文献[10-12]按照新的管理要求结合本省的实际情况对新增耕地核定深入研究。文献[13-18]对新增耕地质量等别评价和面积认定等方面进行了探讨与应用。文献[19-22]探讨了新增耕地后期管护问题与政策应对。张超等^[23]开展遥感监测相关技术在补充耕地高精度基础数据获取、优质工作底图绘制与实时更新、工程进度与质量监管和后期管护等方面应用研究,为项目实施中、验收后提供监管手段。杨建宇等^[24]深入分析新增耕地时空变化规律,为京津冀新增耕地未来发展方向提出建议。同时耕地占补平衡、新增耕地等的政策发展促进了信息化不断完善^[25-28]。虽然对补充耕地的合规性,国家出台了一系列规则和政策,但由于各地技术参差不齐、信息孤岛等问题,地方在补充耕地项目立项时,缺乏对补充耕地的合规性进行判别,或者缺乏技术手段开展项目前期分析、踏勘和判断,造成补充耕地范围不清晰;或者相关规划及政策不符合、后期利用和管护困难等问题。近年来,在国家开展补充耕地项目集中核查以及例行督察等专项工作中,暴露出的大多数问题,都是因为补充耕地区位不合理不合规,不仅造成大量资金浪费,也造成耕地占补平衡落实不到位等现象。

随着各类自然资源调查、规划、日常监管等数据

资源的不断完善,大数据技术的发展与应用赋能信息管理智能化发展,地理空间信息查验已逐步应用到自然资源管理中^[29],而构建补充耕地合规性内业判别体系,已经成为当前国家开展各类补充耕地项目监管的明确要求。本文针对补充耕地的业务逻辑和需求,梳理耕地占补平衡、土地整治、新增耕地等相关的政策法规,构建补充耕地合规性判别分析指标体系和规则,依托大数据和GIS空间分析技术,研究基于空间大数据的补充耕地内业自动研判,并统一集成到国土空间基础信息平台上,以期为全国各级各类补充耕地项目在事前、事中以及事后全流程监管提供内业智能化技术支撑手段,提升补充耕地合理合规性、真实性和准确性。

1 补充耕地概念内涵

补充耕地是我国耕地占补平衡制度的产物,是指非农建设项目占用耕地时,占用单位一般要负责开垦与所占用耕地的数量和质量相当的耕地,没有条件开垦的,应依法缴纳耕地开垦费,专款用于开垦新的耕地。我国耕地占补平衡的政策根据国民经济发展以及后备资源的具体状况,进行调节和完善。2015年前,补充耕地主要侧重数量平衡,建设项目占用耕地和补充耕地对应,实现先补后占,占一补一^[25]。2017年前,开始以补充耕地和提质改造耕地相结合方式(补改结合)落实占补平衡工作^[30],实现“占优补优、占水田补水田”^[27]。2018年以来,为贯彻落实国务院关于加强耕地保护和改进占补平衡的意见,以县(市、区)为单位建立3类指标储备库,实行分类管理、分别使用^[31]。各级各类土地整治和高标准农田建设项目新增耕地的调查认定必须统一程序、统一标准和技术要求^[32]。按照账户管理的方式管理区域占补平衡指标,将占用耕地项目和补充耕地项目直接挂钩的方式,转变为县域平衡为主、省内调剂为辅、国家适度统筹的占补方式^[28]。2020年以来,为严格耕地保护监督、确保占补平衡真实可信^[33],建立了全国统一的各级各类补充耕地指标库,实现统一归口、统一监管、统一使用。

由于耕地后备资源缺乏和分布不均衡,建设项目占用时通常难以补充数量、地类、质量完全相匹配的耕地,为满足“占一补一、占水田补水田、占优补优”的要求,政策上将补充耕地分为通过土地整治项目新增耕地和通过提质改造项目增加水田和产能,进而将补充耕地分为数量、水田、产能3类指标^[27]。新增耕地数量顾名思义是新增加的种植农作物的耕地面积,主要来源于:通过田坎归并、坡改梯、格田整理等减少田坎系数,通过基础设施的归并

和完善减少原有道路和沟渠;复垦村庄、工矿、废弃坑塘沟渠等零星建设用地;开发荒草地、沙地、裸地等未利用地^[17]。提质耕地是通过提升水、土壤、地形地貌等方式提高平均质量等别的耕地^[13]。改造耕地是在原有旱地或水浇地上通过整理改造形成的水田。新增耕地产生数量指标、产能指标;新增水田产生数量指标、水田指标、产能指标;提质耕地产生产能指标;改造耕地产生水田指标、产能指标。通过对补充耕地指标的拆分,完成建设占用耕地面积、水田面积、耕地质量的补充。

补充耕地非独立项目存在,主要是通过土地整治项目、高标准基本农田建设项目、全域综合整治项目、山水林田湖草整治项目、矿山生态修复项目、增减挂钩项目等产生。各类型项目的管理规则不尽相同,但其补充耕地的指标需通过耕地占补平衡动态监管系统备案入库,为方便管理系统将各类项目中产生补充耕地指标的部分称为补充耕地项目。

2 问题与难点

2.1 存在问题

由于各地耕地后备资源、经济社会发展等情况均存在差异,对补充耕地政策的理解、信息化的发展及应用程度也不尽相同。新时期党和国家对耕地保护不断提出新的要求,原有仅提供补充耕地备案的方式,显现出以下问题。

2.1.1 数据时效性差

补充耕地合规性需要大量数据,部分为逐级上报、部级统管数据,即各县级管理部分通过部建系统上报省厅,省厅审核后上报部级,数据由部级统一管理。省市县想要定期获取数据,需要定期走部级数据分发流程,部级共享给省级,再由省级共享给市县,导致数据时效性差。县级用户通过数据比对分析和部门间会审也无法完全避免不合规情况,补充耕地验收后几年仍然需要使用新数据查验其合规性。

2.1.2 数据一致性差

各级管理部门均管理一套辖区内数据,各类数据通过线上同步、线下拷贝等多种方式更新,各地各级的数据资源目录和数据治理规则不一,相互间数据理解不同,各部门各级存放版本有异,导致地方与部级的环境保护、林草、自然资源等数据均很难完全一致。多省已建立省管平台,实现省内数据一体^[34],但由于部省数据管理的差异性,项目查验结果仍会存在分歧,查找问题时常耗费大量人力。

2.1.3 总体投入高

一方面各省在信息化建设方面侧重点不一,与

部级数据对接程度不同,不仅是数据库、补充耕地合规性查验均需要各自独立建设,后续维护也要持续投入,存在资金浪费问题。另一方面,补充耕地项目验收后,部级管理机关均要每年多次投入大量的人力开展比对分析、筛选问题项目、核实查处。且其问题多因数据时效和一致性差导致,但地方仍要投入人力物力配合监管。

2.2 主要难点

根据各类文件要求,虽然合规性规则较为明确,但需要梳理后形成明确的指标体系。同时,由于每条规则可能涉及多类数据调用,各类数据均覆盖全国,数据精度也存在差异,导致项目图斑数过万时比对时仍会存在超时、异常终止等问题。需要采用并行计算的大数据空间分析工具,快速处理和分析单层要素数量上万甚至超十多万的海量空间大数据,自动为补充耕地业务提供合规性查验,为各级管理机关提供查验结果查询,减少人为判别的工作,实现全国项目“一把尺”,降低后期监管的工作量。

3 补充耕地合规性规则和指标体系

3.1 补充耕地合规性规则

我国耕地占补平衡制度自建立以来,一直处于不断调节和改进过程中。2010年以前,由于缺乏对补充耕地项目和地块监管的技术手段,耕地占补平衡制度的落实存在占多补少、占优补劣、占水田补旱地等诸多问题。为此,国家出台了各类政策,并先后开展了多轮补充耕地项目集中核查,目的是确保补充耕地的真实性、合理性和质量符合性。当前,各类政策都对补充耕地数量、生态、质量提出更高的要求,补充耕地新增耕地实施前应为未利用的非耕地地类,或灾毁、低效利用、适宜整理改造的非耕地地类,要求补充耕地项目不触碰环境底线,且建成后能够稳定利用。通过研究近年来补充耕地发展演变过程,从耕地保护角度出发,探讨如何最大化地保障耕地的真实性、可靠性和可持续性,主要体现如下几个方面:①补充耕地地类规则。补充耕地项目新增耕地在立项前需为非耕地,提质改造项目提升产能和改造水田在立项前需为耕地。②生态环境底线规则。各级各类补充耕地项目不能位于生态保护红线、自然保护地、水源地一级保护区、退耕还林还草等范围内。③可稳定利用规则。补充耕地项目新增耕地不能在河湖岸线、沙荒土地、污染土地、林区土地、25°坡地等范围内,不能在以上范围内开展已有耕地提质改造。④立项规则。新增耕地不能与历史补充耕地项目产生的新增耕地重叠。⑤建设占用风险。一是避免在已有未完全废弃的建设用地上新增

耕地,二是避免在已规划的允许建设区内新增、提质改造耕地,三是避免采矿权内计划新增采矿用地区域内新增、提质改造耕地。⑥质量合理性。耕地质量等别主要反映耕地地力、土壤、气候等情况,现行的分等定级标准对土地整理后的耕地质量等别提升幅度不会太大^[14]。

3.2 补充耕地合规性指标体系

从数量、生态、质量 3 个角度出发,为确保补充

耕地数量真实、生态条件符合、质量满足,同时针对以往补充耕地监管过程中存在的突出问题,在系统分析历年耕地占补平衡考核结果、储备补充耕地主要问题、历年督察发现问题等基础上,结合耕地保护最新的管理要求,从数量准确、地类符合、生态条件、可稳定利用、建设占用风险、重复开垦、补充耕地质量等维度选取指标,建立了补充耕地智能合规性判别指标体系,如表 1 所示。

表 1 补充耕地智能合规性判别分析指标及分类分级

Tab.1 Analysis index and classification for compliance of supplementary cultivated land

| 一级指标 | 二级指标 | 指标分级 | | |
|--------|---------------|---------|---------|----------|
| | | a | b | c |
| 地类符合 | 2009 年地类 | 水田 | 旱地、水浇地 | 可调整、非耕地 |
| 地类符合 | 立项前一年地类 | 水田 | 非水田的耕地 | 非耕地 |
| 地类符合 | 三调地类 | 水田 | 非水田的耕地 | 非耕地 |
| 生态条件 | 生态保护红线 | 是 | 否 | |
| 生态条件 | 退耕还林区 | 是 | 否 | |
| 生态条件 | 坡度 | 大于 25° | 其他坡度 | |
| 稳定性 | 河流湖泊岸线及最高水位线 | 是 | 否 | |
| 稳定性 | 二调不稳定耕地 | 林区、牧区耕地 | 其他 | |
| 稳定性 | 三调不稳定耕地 | 林区、牧区耕地 | 其他 | 沙荒、石漠化耕地 |
| 重复开垦 | 土地整治 | 是 | 否 | |
| 重复开垦 | 新增耕地 | 是 | 否 | |
| 重复开垦 | 工矿废弃地、增减挂钩复垦区 | 是 | 否 | |
| 占用风险 | 建设用地管制区 | 允许建设区 | 其他区域 | |
| 占用风险 | 已审批建设用地 | 是 | 否 | |
| 占用风险 | 采矿权 | 有 | 无 | |
| 补充耕地数量 | 新增耕地面积 | 容差范围内 | 容差范围外 | |
| 补充耕地数量 | 新增水田面积 | 容差范围内 | 容差范围外 | |
| 补充耕地数量 | 改造水田面积 | 容差范围内 | 容差范围外 | |
| 补充耕地质量 | 新增耕地等级 | 不大于 1 级 | 不大于 2 级 | 大于 2 级 |
| 补充耕地质量 | 提质改造等级提升 | 不大于 1 级 | 不大于 2 级 | 大于 2 级 |

基于补充耕地合规性指标体系,设计补充耕地合规性判别的指标控制关系图(图 1)。首先根据立项时间和各年度土地变更调查确定地类不符的,生

态保护红线、退耕还林还草、坡度大于 25°坡耕地等生态要求高的,河流湖泊岸线及最高水位线等不稳定的不允许开垦耕地。其次与历史已备案、产生补

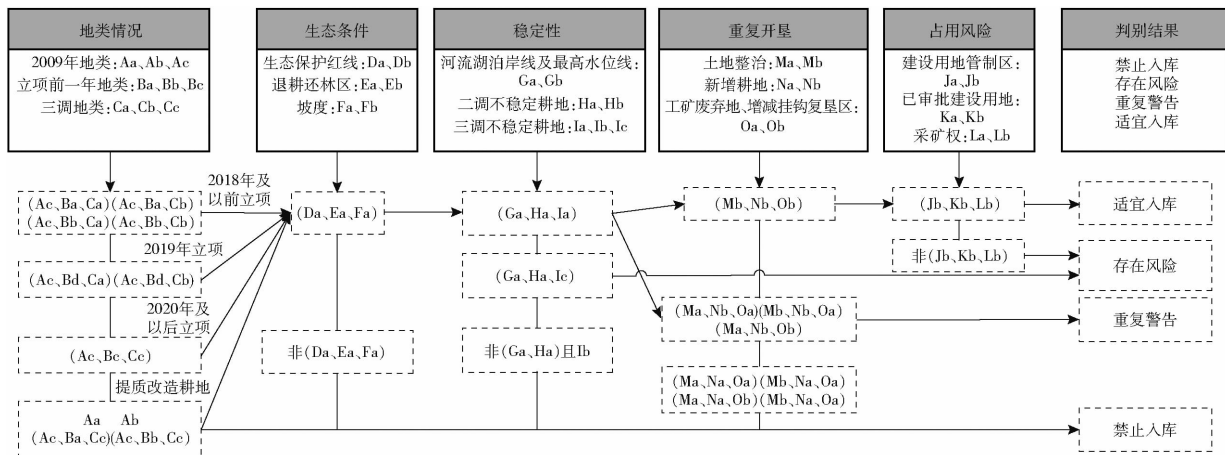


图 1 补充耕地合规性判别指标逻辑控制图

Fig.1 Compliance rules of supplementary cultivated land

充耕地的土地整治项目存在重叠的,警告存在重复开垦的可能。再次,国土空间规划已划入城镇开发边界内的,已存在审批建设用地或采矿权的提示其占用风险。

除以上业务逻辑控制以外,根据补充耕地智能合规性判别分析指标,对涉及耕地占补平衡数量和水田指标的新增耕地面积、新增水田面积、改造水田面积进行图数一致性检查,禁止面积少指标多,指标无法完全落地;对新增耕地、提质改造耕地的平均质量等别与范围内及周边耕地比对,等别超2等时警示地方确认其填写准确。

补充耕地合规性判别涉及多种类数据,数据形态、结构多样,数据覆盖全国,业务逻辑性强,日常补充耕地项目数量多等特点。采用传统的GIS软件空间分析,难以满足各级各类补充耕地项目日常监管的需求。

4 基于大数据的补充耕地合规性判别模块设计

按照补充耕地合规性规则和指标,提取支撑判别所需数据,设计比对分析流程。基于国土空间基础信息平台已有数据比对分析能力进行创新研发,优化比对分析框架,设计分析服务。其主要设计思路如下。

4.1 内业合规性判别数据选取

应用大数据和GIS技术自动判别补充耕地合规性,首选要确保基础数据完整准确,近年来,通过各类自然资源调查、规划以及评估形成了较为完整和准确的数据资料,形成自然资源“一张图”,由自然资源部信息中心统一进行集成管理。补充耕地合规性判别主要涉及数据包括:①判定“地类符合性”所需的各个年度土地利用现状数据。包括第二次国土调查(2009年,简称“二调”)数据及历年变更调查数据、第三次国土调查数据(2019年,简称“三调”)及后续年份国土变更调查数据。②判定“生态条件”所需的生态保护相关数据,包括已批准生态保护红线和自然保护区数据、退耕还林还草范围数据。③判定“稳定性”所需的可稳定利用相关数据。包括“二调”林区、牧区耕地范围;“三调”标注的林区、牧区、沙荒、石漠化耕地范围,以及河流湖泊岸线、最高水位线范围、黄河嫩滩范围等。④判定是否“重复开垦”所需的历史补充耕地数据。包括历史土地整治项目范围、补充耕地项目新增耕地范围、城乡增减挂钩复垦区域等数据。⑤判定是否有“占用风险”所需的建设用地相关数据。包括省级人民政府批准建设用地范围、国务院批准城市建设用地实施

方案备案项目范围、国务院批准建设用地项目范围、城乡增减挂构建新区范围、油气采矿权范围、非油气采矿权范围、国土空间规划城镇开发边界范围等。⑥判定“补充耕地质量”是否合理所需的耕地质量等别数据。包括全国最新年度耕地质量等别变更调查成果。

4.2 分析流程设计

合规性判别的基础数据分别存放于“二调及土地调查空间库”、“三调及国土调查空间库”、“管理业务空间库”、“国土空间规划库”及“其他外部空间库”中,比对分析服务基于以上数据主要由4部分组成,如图2所示,包括任务触发机制、分析服务集、任务运行和结果入库。

任务触发机制:补充耕地任务写入任务缓存库,明确标注每一项任务的具体要求、分析配置参数等,按任务先后顺序在任务队列中排列。通过监控启动分析流程,获取任务参数和相关配置。

比对分析服务:基于内业合规性判别数据基础中抽取的所有数据库,利用Spark、HPC并行计算技术和GIS空间分析技术集成分析服务引擎,建立所需的各类数据压占分析服务,这些服务在运行稳定后可拆解并快速应用于其他业务中。

任务运行:按照任务参数和相关配置,调用比对分析服务,以地块为单位,分为以下3类:①普通分析,为固定目标的一次对比分析,如生态保护红线仅叠加一次即出结果。②组合分析,为多个或多次固定目标的比对分析,如生态保护中的坡度,优先叠加日常变更调查成果,未被叠加的图斑叠加最新国土调查成果,按照组合命令逐项运行,最终获取最新的土地坡度情况。③立项前分析,为不固定目标数据的分析,依据补充耕地项目立项时间,动态调取土地调查或国土调查成果,执行地类分析。

结果入库:最终比对结果将以地块形式存入分析结果库,占补平衡动态监管系统通过项目编号检索,获取并整理显示所有地块比对分析结果。

4.3 平台数据比对分析架构优化

由于耕地占补平衡日常项目数量多,大数据计算的压力大,传统的单节点环境下数据分析的效率已不能满足海量计算及实时性服务的应用需求。大数据空间数据分析在尺度上横跨图斑级、村级、县级、省级、区域级到国家级多个尺度,在不同尺度下进行高性能空间计算分析,其所需计算资源不同、计算技术与方法不同。用户在多元化应用场景中的时效、并发等需求不同,导致其所采用的计算方法或计算技术也有所不同。

近年来大数据分析处理技术飞速发展,催生了

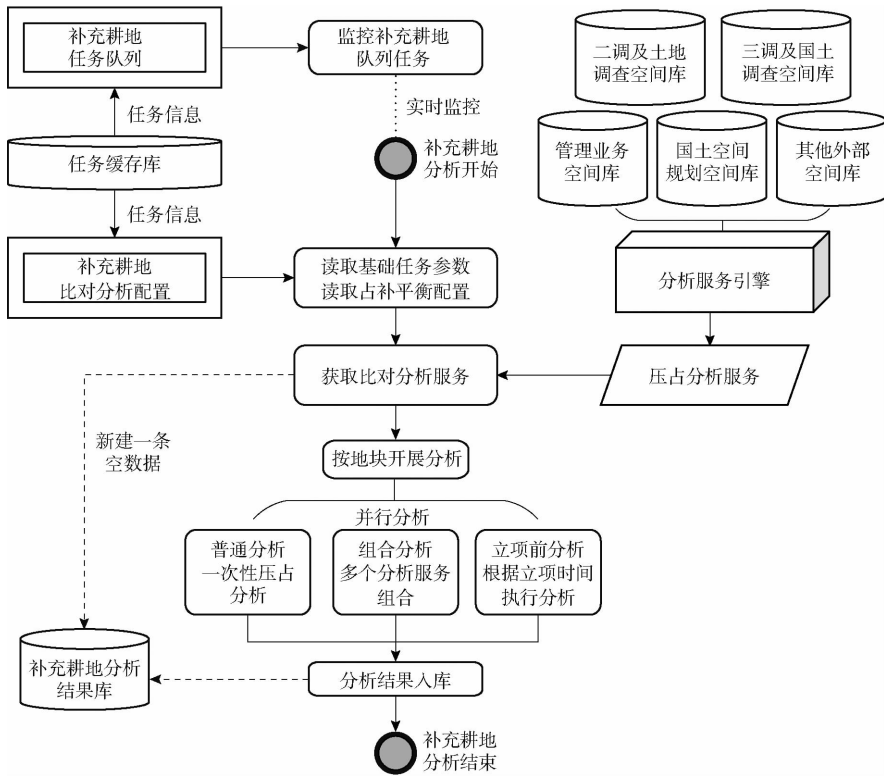


图2 补充耕地合规性判别分析流程图

Fig.2 Flowchart of tasks for supplementary cultivated land compliance identification

众多大数据应用,赋能了大量行业的智能化发展^[29]。自然资源部建立国土空间基础信息平台统一管理数据、治理数据,提供通用功能和开发接口,支撑各类系统开发运行管理,已为业务系统提供地图服务、坐标质检、比对分析等功能,但主要应对阶段性大批量比对分析。依据补充耕地合规性分析流程,引入互联网大数据计算技术释放计算资源的能力,通过与空间信息理论技术的深度融合,优化平台大数据分析架构,实现平台在空间大数据方面的高效计算分析能力。互联网大数据技术的多样性使在此基础上发展而来的空间大数据计算技术的多样化,如空间并行计算、空间分布式计算等,各计算方法都为解决空间计算性能瓶颈,但侧重点有所不同,各有优劣,致使单一化的技术方法无法满足多尺度、多元化场景的众多需求,如批处理 Spark 计算框架主要是面对海量数据高效计算的场景,但对计算量不大而并发度高的场景不适用,否则将消耗过多的计算资源,而 HPC(并行计算)则能很好应用于计算量较小、并发高的场景。

综合传统的计算架构、单一的高性能计算架构都不足以满足现有国土多元化场景在多尺度、效率、并发量等多方面的需求。因此,需采用多种高性能计算方法相结合的方式,发挥出不同计算方法的优点。将不同的计算技术在统一的资源管理、任务调度管理、流程管理、模型管理等计算调度模式下实现

高性能混合计算。如图3所示,补充耕地项目合规性判别采用基于 Spark 和 HPC 的并行分布式空间数据计算模式,通过统一调度中心完成数据资源、分析计算集群、模型的调度,兼容 PostgreSQL、Oracle、瀚高等多类存储不同内业合规性判别数据基础中的数据库,按照规则进行分布式、并行计算各类空间叠加比对分析。

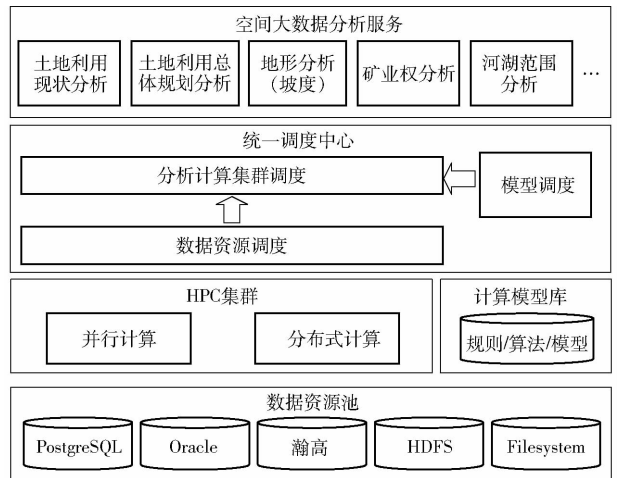


图3 数据比对分析架构图

Fig.3 Framework of data comparison analysis

4.4 分析服务设计

依据分析流程,基于数据比对分析框架,采用全流程自动交互执行机制,设计外部调用服务、任务调度服务和智能套合服务,实现以项目为单位的闭环

比对核验自动化运行管理。业务数据库中存储所有补充耕地项目信息,包括项目的基本信息、新增耕地信息、提质改造信息、各地块信息、任务状态等,分析成果库存储比对分析后数据合规性判别结果。不同的服务调用去获取或更新相应的数据,运行序列图如图 4 所示。

(1)外部调用服务。调用后触发补充耕地合规性判别请求,发送项目数据信息。接收到任务调度服务发送的任务创建成功的消息后,将项目放入状态查询队列中。通过循环获取状态队列中项目在业务数据库中任务表信息,任务状态为已完成时,发送

项目至结果查询队列。循环结果查询队列中的项目,在分析成果数据库中获取、导出分析结果。

(2)任务调度服务。收到合规性判别请求后,创建套合比对任务,返回任务创建信息。更新业务数据库中的任务状态为待套合。循环任务,拆分套合任务信息,发送套合子任务至智能套合服务,修改业务数据库中的任务状态为执行中。

(3)智能套合服务。收到套合子任务后,按照子任务的类型执行套合比对,完成后将分析成果入库并标记业务数据库中的任务所属项目,当所有子任务完成后,更新任务状态为套合完成。

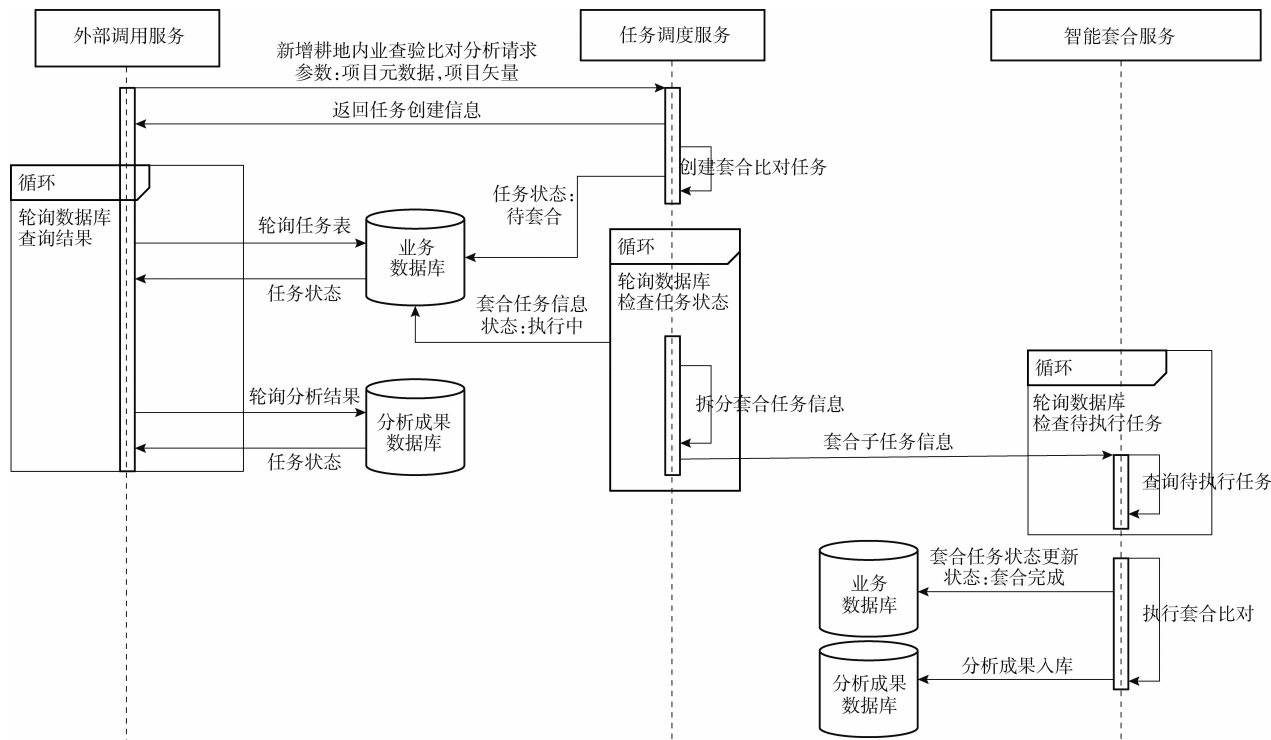


图 4 补充耕地合规性判别服务运行序列图

Fig. 4 Sequence diagram of supplementary cultivated land compliance service

5 研究结果

使用 64 位服务器一台,处理器主频 2.0 GHz, CPU 128 个物理核数,256 逻辑核数,内存 512 GB。GIS 平台选用 ArcGIS,数据库采用 Oracle 11GB。部署补充耕地分析服务、外部调用接口、成果归档文件库、分析结果数据库。

结果检视侧重于运行效率、结果准确度,目标是对合规性判别时长是否合适、外部调用接口接收数据、分析服务比对数据、结果返回是否正确等进行评估。

5.1 运行效率

补充耕地智能合规性判别技术已在实际工作中稳定运行,按照实际补充耕地任务运行情况,提取比对分析服务日志,获取 2023 年下半年每日返回的合规性判别结果。结果表明,补充耕地比对分析每日任务约

2 000 个项目,约 1×10^5 个图斑,日均耗时约 100 h,运行过程 50 个进程并发,总的运行时长应低于 3 h,项目平均分析时长 2 ~ 4 min,单图斑平均分析时长 2 ~ 4 s (表 2)。满足合规性判别的效率需要。

5.2 运行结果

选取 10 月份的运行数据,共计 48 307 个项目,其中项目验收 35 785 个。经分析,验收项目中有 2 406 个项目因地类不符合禁止通过,280 个项目因生态原因禁止通过,310 个项目因稳定性禁止通过,2 754 个项目因重复开垦禁止通过;183 个项目因稳定性提示警告,5 142 个项目因占用风险提示警告,8 547 个项目因重复开垦提示警告(表 3)。共有 16 163 个项目适宜入库。通过合规性分析,为 13 872 个项目提示警告,供项目负责部门自查,共计禁止 5 750 个问题项目入库,减少了后期对其的监管成本。

表2 合规性判别服务运行数据

Tab.2 Runing data of compliance service

| 月份 | 项目总量 | 图斑总量 | 日均项目数 | 日均图斑数 | 日均耗时/h | 单项目平均 分析时长/min | 单图斑平均 分析时长/s |
|-----|--------|-----------|-------|---------|--------|-------------------|-----------------|
| 7月 | 41 112 | 1 951 470 | 1 958 | 92 927 | 103.00 | 3.16 | 3.99 |
| 8月 | 48 352 | 2 719 084 | 2 102 | 118 221 | 123.52 | 3.53 | 3.76 |
| 9月 | 59 643 | 2 768 227 | 2 840 | 131 820 | 111.81 | 2.36 | 3.05 |
| 10月 | 48 307 | 2 288 054 | 2 542 | 120 424 | 100.00 | 2.36 | 2.99 |
| 11月 | 47 363 | 2 733 775 | 2 153 | 124 263 | 96.32 | 2.68 | 2.79 |
| 12月 | 35 787 | 2 104 617 | 1 704 | 100 220 | 107.76 | 3.79 | 3.87 |

表3 合规性判别结果

Tab.3 Results of discriminant analysis

| 判别结果 | 禁止入库 | 重复警告 | 存在风险 | 适宜入库 |
|------|-------|-------|-------|------------|
| 地类符合 | 2 406 | | | 33 379 |
| 生态条件 | 280 | | | 35 505 |
| 稳定性 | 310 | | 183 | 35 292 |
| 占用风险 | | | 5 142 | 30 643 |
| 重复开垦 | 2 754 | 8 547 | | 24 484 |
| 合计 | 5 750 | 8 547 | 5 325 | 16 163(去重) |

6 结束语

针对补充耕地备案时数据合规性判别需求,设

计了合规性判别规则,鉴于日常项目数量和单项目图斑数量多、合规性判别数据种类繁多、规则复杂等问题,采用 Spark 和 HPC 的并行分布式空间数据计算模式,实现了分布式环境高性能空间大数据计算架构,为补充耕地日常监督管理提供智能合规性判别解决方案。该技术的上线为大数据分析在日常管理中的应用提供了可能,一方面有力支撑补充耕地项目建设,大幅提升补充耕地项目质量,降低后期监管成本,实验验证了补充耕地合规性判别技术的高效性和实用性,另一方面该部分可以被国土空间基础信息平台拆解快速应用于其他业务中。

参 考 文 献

- 蒋瑜,濮励杰,朱明. 中国耕地占补平衡研究进展与述评[J]. 资源科学, 2019, 41(12): 2342 - 2355.
- JIANG Yu, PU Lijie, ZHU Ming, et al. Progress and review of the research of farmland requisition compensation balance in China[J]. Resources Science, 2019, 41(12): 2342 - 2355. (in Chinese)
- 韩璐,孟鹏,蒋仁开. 新时代耕地占补平衡的逻辑根源、模式探索与管理创新——基于“新时代耕地占补平衡方式改进与管理创新研讨会”的思考[J]. 中国土地科学, 2018, 32(6): 90 - 96.
- HAN Lu, MENG Peng, JIANG Renkai. Logical root, pattern exploration and management innovation of balancing cultivated land occupation and reclamation in the new era: based on the workshop “improvement methods and management innovation of balancing cultivated land occupation and reclamation in the new era”[J]. China Land Science, 2018, 32(6): 90 - 96. (in Chinese)
- 漆信贤,张志宏,黄贤金. 面向新时代的耕地保护矛盾与创新应对[J]. 中国土地科学, 2018, 32(8): 9 - 15.
- QI Xinxian, ZHANG Zhihong, HUANG Xianjin. The contradiction of cultivated land protection in the new era and its innovative countermeasures[J]. China Land Science, 2018, 32(8): 9 - 15. (in Chinese)
- 杨志平. 强化土地整治项目新增耕地管理的对策探讨[J]. 华北自然资源, 2022(1): 113 - 115.
- 广西. 实行最严格的新增耕地核定制度[J]. 浙江国土资源, 2019(7): 22 - 23.
- 刘鹏飞. 河南出台耕地占补平衡管理新规[J]. 资源导刊, 2021(5): 10.
- 胡业翠,郑新奇,徐劲原,等. 中国土地整治新增耕地面积的区域差异[J]. 农业工程学报, 2012, 28(2): 1 - 6.
- HU Yecui, ZHENG Xinqi, XU Jingyuan, et al. Regional difference for newly increased cultivated land area through land consolidation in China[J]. Transactions of the CSAE, 2012, 28(2): 1 - 6. (in Chinese)
- 王玉程,马艳会. 基于 ARCGIS 对新增耕地后备资源调查分析[J]. 东南大学学报(哲学社会科学版), 2019, 21(增刊2): 111 - 117.
- 姜孟齐,张丽娟,赵慧颖,等. 松嫩平原自然宜垦性及耕地后备资源开发潜力[J]. 中国农业资源与区划, 2019, 40(10): 15 - 25.
- JIANG Lanqi, ZHANG Lijuan, ZHAO Huiying, et al. Physical suitability evaluation and potential development of reserve cultivated land resources in Songnen Plain[J]. Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, 2019, 40(10): 15 - 25. (in Chinese)
- 农业农村部农田建设管理司调研组. 关于四川省高标准农田建设新增耕地核定的实践探索与思考[J]. 中国农业综合开发, 2021(8): 29 - 32.
- 李刚,梅珍珍. 海南省新增耕地调查认定技术规范研究[J]. 安徽农业科学, 2020, 48(16): 242 - 244.
- LI Gang, MEI Zhenzhen. Research on technical specifications for investigation and identification of added cultivated land in Hainan Province[J]. J. Anhui Agric. Sci., 2020, 48(16): 242 - 244. (in Chinese)
- 田蕙. 对广西新增耕地核定工作有关问题的思考[J]. 南方国土资源, 2020(8): 53 - 54, 57.
- 董秀茹,姜欣怡,卢巍巍. 基于农用地分等成果的耕地质量提升潜力测算方法研究——以营口市鲅鱼圈区为例[J]. 土

壤通报, 2018, 49(6): 1300 - 1305.

DONG Xiuru, JIANG Xinyi, LU Weiwei. Calculating method for enhancement potential of cultivated land quality based on agricultural land gradation—a case of Bayuquan district of Yingkou City[J]. Chinese Journal of Soil Science, 2018, 49(6): 1300 - 1305. (in Chinese)

- [14] 赵玉领, 王巍. 耕地分等定级现状及改进建议[J]. 中国土地, 2019(2): 12 - 14.
- [15] 胡琴芬, 刘聪. 土地开发整理项目新增耕地质量等级评定——以府谷县麻镇坪伦墩为例[J]. 农业开发与装备, 2019(11): 115 - 116.
- [16] 吴冠华. 地块尺度土地开发的新增耕地质量评价——以阜平县为例[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2020.
- WU Guanhua. Evaluation of new cultivated land quality in land exploitation at plot scale: a case study of Fuping County[D]. Beijing: China University of Geosciences (Beijing), 2020. (in Chinese)
- [17] 海文静, 刘学录, 任君. 土地整治中新增耕地认定及有效耕地面积测算[J]. 云南农业大学学报(自然科学), 2018, 33(3): 539 - 546.
- HAI Wenjing, LIU Xuelu, REN Jun. Estimation of new cultivated land and calculation of effective cultivated land area in land consolidation program[J]. Journal of Yunnan Agricultural University (Natural Science), 2018, 33(3): 539 - 546. (in Chinese)
- [18] 王进, 丁震. 耕地占补平衡项目核查分析及管理建议[J]. 中国设备工程, 2021(8): 12 - 13.
- [19] 李欣宇. 土地整治新增耕地弃耕成因及对策建议[J]. 中国集体经济, 2019(16): 5 - 6.
- [20] 周惠, 赵微, 汪飞腾. 农地整理后期管护制度绩效研究: 影响路径及中介效应分析[J]. 长江流域资源与环境, 2018, 27(11): 2629 - 2639.
- ZHOU Hui, ZHAO Wei, WANG Feiteng. Influence path and mediating effect of performance of supervision and maintenance institution for rural land consolidation[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2018, 27(11): 2629 - 2639. (in Chinese)
- [21] 汪飞腾, 赵微, 周惠. 基于内容分析法的土地整理项目后期管护政策的演进分析[J]. 水土保持通报, 2018, 38(4): 181 - 186, 194.
- WANG Feiteng, ZHAO Wei, ZHOU Hui. Policies evolution of supervision and maintenance of land consolidation projects based on content analysis method[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2018, 38(4): 181 - 186, 194. (in Chinese)
- [22] 郭宗亮. 国土综合整治项目后期管护问题与对策[J]. 中国土地, 2021(11): 54 - 55.
- [23] 张超, 吕雅慧, 郎文聚, 等. 土地整治遥感监测研究进展分析[J]. 农业机械学报, 2019, 50(1): 1 - 22.
- ZHANG Chao, LÜ Yanghui, YUN Wenju, et al. Analysis on research progress of remote sensing monitoring of land consolidation[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2019, 50(1): 1 - 22.
- [24] 杨建宇, 张婷婷, 陈正, 等. 2013—2015年京津冀新增耕地时空特征与来源分析[J]. 农业机械学报, 2018, 49(3): 205 - 213.
- YANG Jianyu, ZHANG Tingting, CHEN Zheng, et al. Spatial-temporal characteristics and source analysis of newly increased cultivated land in Beijing Tianjin Hebei region from 2013 to 2015[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2018, 49(3): 205 - 213. (in Chinese)
- [25] 姚敏, 吴洪涛, 穆超, 等. 耕地占补平衡动态监管系统设计与实现[J]. 国土资源信息化, 2010(6): 41 - 44.
- YAO Min, WU Hongtao, MU Chao, et al. Designing and developing the dynamic monitoring information system on balance of cultivated land occupied and complemented[J]. Land Resources Informatization, 2010(6): 41 - 44. (in Chinese)
- [26] 穆超, 吴洪涛, 姚敏, 等. 农村土地整治监测监管系统设计思路[J]. 国土资源信息化, 2010(6): 45 - 47, 92.
- MU Chao, WU Hongtao, YAO Min, et al. Design on rural land reclamation monitoring and supervision system[J]. Land Resources Informatization, 2010(6): 45 - 47, 92. (in Chinese)
- [27] 郭一珂, 吴洪涛, 姚敏, 等. 全国耕地占补平衡监管信息化研究[J]. 国土资源信息化, 2015(6): 35 - 40.
- GUO Yike, WU Hongtao, YAO Min, et al. Study on supervision with information technology with regard to the occupation and supplement balance of cultivated land of country[J]. Land Resources Informatization, 2015(6): 35 - 40. (in Chinese)
- [28] 郭一珂, 姚敏, 吴洪涛, 等. 基于账户管理的耕地占补平衡动态监管系统设计与应用[J]. 国土资源信息化, 2018(6): 7 - 12.
- GUO Yike, YAO Min, WU Hongtao, et al. Design and application of dynamic monitoring information system on balance of cultivated land occupied and complemented based on account management[J]. Land Resources Informatization, 2018(6): 7 - 12. (in Chinese)
- [29] MENG F R, ZHOU J J, KONG D K, et al. The design and implementation of geospatial information verification middle platform for natural resources government affairs[J]. ISPRS Int. J. Geo-Inf, 2022(11): 496 - 506.
- [30] 中华人民共和国国土资源部. 关于补足耕地数量与提升耕地质量相结合落实占补平衡的指导意见[EB/OL]. [2016 - 07 - 25]. http://f.m.mnr.gov.cn/201803/t20180306_1762892.html.
- [31] 中华人民共和国国土资源部. 关于改进管理方式切实落实耕地占补平衡的通知[EB/OL]. [2017 - 12 - 11]. https://www.mnr.gov.cn/gk/tzgg/201712/t20171214_1992753.html.
- [32] 李倩. 新增耕地, 如何真实可靠[N]. 中国自然资源报 中央级. 2018 - 03 - 12(002): 2.
- [33] 中华人民共和国国土资源部. 自然资源部办公厅关于改进耕地占补平衡动态监管系统有关事项的通知[EB/OL]. [2019 - 12 - 30]. http://gi.mnr.gov.cn/202001/t20200121_2498503.html.
- [34] 孟凡, 杨群力, 高阳, 等. 省级政务大数据平台建设模式研究与启示[J]. 大数据, 2024, 10(3): 27 - 39.
- MENG Fan, YANG Qunli, GAO Yang, et al. Research and enlightenment on the construction mode of provincial government big data platform[J]. Big Data Research, 2024, 10(3): 27 - 39. (in Chinese)