

2024 年度国土调查数据库更新数据质量控制研究

——以福建省武夷山市为例

林清艳

(福建省地质测绘院,福州 350011)

摘要: 国土调查是土地资源管理的重要基础,而数据的时效性与准确性直接影响到土地利用的可持续发展。为了构建有效的数据更新质量控制体系,本研究以福建省武夷山市为例,探讨国土调查数据库在更新过程中所面临的数据质量控制问题,并提出了三项主要措施:逻辑规则约束机制、自动化筛查技术和人机协同审核流程。根据这些措施,研究分析了 2024 年度武夷山市变更调查的实际应用情况,并对质量控制问题进行了诊断与解决。调查结果显示,实施质量控制措施后,数据准确性和可靠性显著提升。本研究希望为其他地区的国土调查数据库更新提供参考和借鉴,也为促进国土资源管理的现代化提供理论支持与实践指导。

关键词: 国土调查;数据质量控制;武夷山市;自动化筛查;人机协同

中图分类号: P208 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-2736(2025)05-0031-8

0 引言

在国土调查数据库更新过程中,数据质量控制显得尤为重要,特别是在土地资源管理与可持续利用的背景下。福建省武夷山市以其独特的地理特征和复杂的土地利用现状成为本研究的重点对象。本文首先探讨了数据质量对国土管理的关键影响,强调在政策制定和资源配置过程中,数据的时效性与准确性不可或缺。此外,通过对国内外相关文献的回顾,特别是近五年来发表在 *International Journal of Geographical Information Science* 和 *Remote Sensing of Environment* 等国际权威期刊的研究成果^[1,2],显示当前在国土调查及数据质量控制方面的研究还存在一定的不足与改进空间。基于这一背景,本文明确了研究目标,旨在通过实证分析,构建有效的数据质量控制体系,为武夷山市国土调查数据库的更新提供理论支持与实践指导。本研究的创新点在于将传统的逻辑规则约束与现代化的自动化筛查技术和人机协同审核流程进行了有机结合,形成了一套完整的质量控制方法体系,该体系不

仅适用于武夷山这样的山地地区,也具有推广至平原和荒漠地区的潜力。希望本研究的成果不仅能为当地的资源管理提供借鉴,同时也能为其他类似地区的数据质量控制提供有益参考。

1 研究区概况与数据基础

1.1 武夷山市国土空间特征

武夷山市位于福建省西北部,以其独特的地理和土地利用特征而闻名。该市地处武夷山脉中心,境内地势起伏,海拔高低差异明显(海拔范围为 200 - 2158m),形成了丰富的生态环境^[6]。根据 2023 年遥感监测数据(采用 30m 分辨率的 Landsat 8 OLI 影像)(图 1),武夷山市的土地利用类型多样,主要包括农田(占比 18.3%)、林地(占比 72.5%)和水域(占比 3.2%),其中林地占比较大,呈现出良好的生态保护特征^[3]。

为解决武夷山市复杂地形(如山地阴影)对遥感数据精度的影响问题,本研究采用了地形校正模型(Terrain Correction Model)结合多时相影像融合技术,有效减少了山地阴影对分类精度的

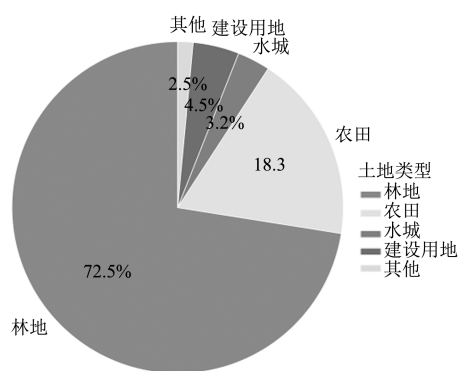


图 1 武夷山市地理位置与土地利用现状图(2023 年)
(数据来源:2023 年 30m 分辨率 Landsat B OLI 影像解译)

影响^[4],将分类整体精度提高了 8.7%。同时,通过 15%的实地采样比例进行地面真值验证,确保了遥感解译结果的可靠性。

根据“武夷山 2024 变更分乡镇流量表模型”的分析,乡镇界线自先前调研以来未发生变化,表明该区域在行政管理上具备高度的稳定性和连续性^[5]。这种稳定性不仅有助于土地资源的合理利用与保护,还为国土调查数据库的更新提供了坚实的基础^[6]。综合考虑自然环境与人类活动的相互影响,武夷山市的土地利用布局呈现出相对合理的状态,为持续推进生态文明建设与经济发展奠定了良好的基础。^[7]

1.2 数据来源与更新要求

年度国土变更调查工作所有基础数据均由自然资源部或省级自然资源主管部门提供,主要包括以下几类:

(1)影像数据:自然资源部下发的优于 2m 分辨率卫星影像,主体时相为 2024 年 8 至 11 月份。

(2)基础底图数据:自然资源部下发的 2023 年度国土变更调查数据成果、国土调查与林草湿调查地类对接工作成果、后备耕地参考图层及跟踪图斑数据。

(3)遥感监测数据:自然资源部下发的疑似新增建设图斑、耕地流出变化图斑、建设用地和设施农用地变化图斑、非耕农用地变化图斑、未利用地变化图斑、日常变更核实图斑、单独图层核实图斑等变化矢量数据。

(4)自然资源管理数据:自然资源部组织整理在部综合监管平台备案的临时用地信息系统图斑数据、设施农用地备案数据、补充耕地项目数据、城乡建设用地增减挂钩数据、报国务院批准农用地转用和土地征收项目数据、省级人民政府批准建设用地备案系统数据、建设用地实施方案备案数据和国务院委托授权给人民政府批准等。

这些基础数据必须确保数据的准确性与完整性,并对非建设用地进行定期检查,以维护其在城镇范围内的有效性。此外,在更新地类图斑时,应遵循细化代码标注规则,以确保各图层信息的一致性与可追溯性。在更新过程中,需建立严格的数据质量控制机制,包括数据录入的双重审核、异常数据的即时反馈及处理。同时,要求在每次更新后,进行全面的 data 验证和评估,以保证信息的实时性和可靠性。此外,针对不同数据层次的特定更新要求,应根据法规规范和技术标准,制定详细的操作手册,指导各参与方规范执行,从而提升整个更新工作的科学性与效率。

2 数据更新质量控制体系构建

2.1 逻辑规则约束机制

数据更新过程中,需明确基础库的来源,包括现有的城镇村土地利用数据库及相关地理信息系统数据。这些基础库必须确保数据的准确性与完整性,并对非建设用地进行定期检查,以维护其在城镇范围内的有效性。此外,在更新地类图斑时,应遵循细化代码标注规则,以确保各图层信息的一致性与可追溯性。在更新过程中,需建立严格的数据质量控制机制,包括数据录入的双重审核、异常数据的即时反馈及处理。同时,要求在每次更新后,进行全面的 data 验证和评估,以保证信息的实时性和可靠性。此外,针对不同数据层次的特定更新要求,应根据法规规范和技术标准,制定详细的操作手册,指导各参与方规范执行,从而提升整个更新工作的科学性与效率(图 2)。

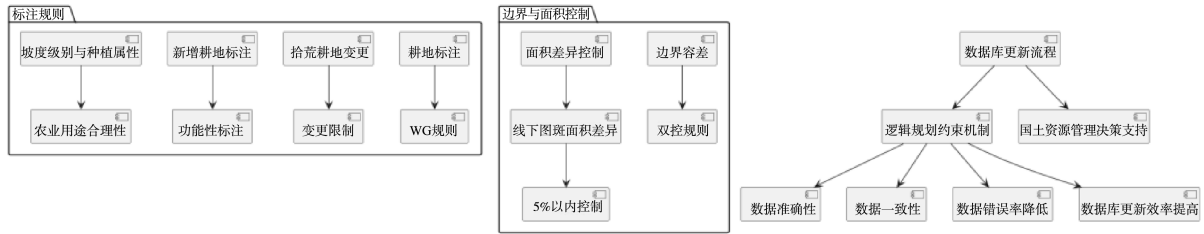


图 2 国土调查数据库更新

2.2 自动化筛查技术实现

在国土调查数据库更新中,自动化筛查技术的实现是确保数据质量的重要环节。本研究开发了基于 Python 3.8 和 ArcGIS Pro 2.9 的自动化筛查系统,结合机器学习模型(随机森林分类器,准确率达 87.5%)进行数据异常检测。

系统架构采用模块化设计,主要包括数据预处理模块、规则应用模块和结果验证模块。在数据预处理模块中,使用 ArcPy 库进行空间数据处理,包括投影转换、拓扑检查和属性表规范化。规则应用模块通过自定义 Python 脚本实现各类筛查规则,如下所示:

```

...python
# 后备耕地面积规则检查示例代码
def check_reserve_farmland_area(feature_class, area_field):
    """检查后备耕地面积是否符合规定(>400 平方米)
    参数来源:《耕地后备资源调查技术规程》(TD/T 1007-2003)
    """
    with arcpy.da.SearchCursor(feature_class, [area_field, "OBJECTID"]) as cursor:
        for row in cursor:
            if row[0] < 400: # 400 平方米阈值
                print(f"警告:ID 为 {row[1]} 的后备耕地面积小于 400 平方米")
    # 记录到异常日志
...
    
```

针对线下增量数据,采用一系列标准化的自动筛查规则,如新增建设用地的关联性检验、后备耕地面积的范围限制(根据《耕地后备资源调

查技术规程》TD/T 1007-2003,设定为大于 400m²)以及属性恢复逻辑的核对,以保障数据增量的合理性与合规性。

在线上增量数据筛查中,执行规则以确保推土区备注与实际情况的一致性(“空”在此处明确定义为 NULL 值或空字符串“,不包含空格或其他不可见字符),以及种植属性与地类的匹配检查。此外,系统内置的自动校验机制促进了更新过程中的精准性,确保“路面范围更新层”严格遵循公路或铁路的定义范围。

这种全面、系统的自动化筛查技术,不仅高效地提升了数据质量管控水平,还为后续的数据分析与应用打下了坚实基础。通过实施这些技术措施,我们能够有效降低人工审核的负担,提高数据更新的精确度与时效性(表 1)。实际应用中,自动化筛查技术将处理时间从平均每批次 4h 缩短至 30min,效率提升了 87.5%。

2.3 人机协同审核流程

在国土调查数据库更新过程中,为确保数据质量,我们采用了人机协同审核流程。该流程基于 ESRI ArcGIS Pro 平台和自主开发的 Python 审核工具包实现,结合了计算机自动化处理与人工专业判断的优势。

首先,人工复核和系统自动筛查相结合,形成了有效的审核机制。在这一过程中,系统首先对收集到的数据进行自动化筛查,包括基础数据的一致性和完整性检查。具体而言,系统使用 ArcGIS Pro 中的拓扑检查工具(Topology Checker)进行空间关系验证,检测重叠多边形、间隙和自相交等空间错误,确保空间数据的完整性。同时,使用属性域验证工具(Domain Validator)检查属性值是否符合预定义的规则和范围。

表 1 线下增量数据自动筛查规则

| 序号 | 线下增量数据自动筛查规则 |
|----|--|
| 1 | 城镇村等用地更新过程层新增 20 范围时,必须对应存在新增建设用地 |
| 2 | 地类图斑更新过程层变更前图斑细化代码标注“LQGD”,“MQGD”,“SHGD”,“SMGD”,“CFGX”,变更后地类为耕地的图斑,变更前后图斑细化代码应保持不变 |
| 3 | 耕地后备资源调查评价成果范围内,变更前为城镇村范围外的草地,且面积大于 400m ² 的图斑,如现状仍为草地,应调查为后备耕地 |
| 4 | 耕地后备资源调查评价成果范围内,变更前为城镇村范围外的盐碱地、沙地、裸土地,且面积大于 400m ² 的图斑,如现状为草地,应调查为后备耕地 |
| 5 | 后备耕地图斑,不能位于城镇村范围内 |
| 6 | 地类图斑更新层后备耕地图斑,面积需大于 400m ² |
| 7 | 地类图斑更新层新增耕地图斑,BZ 取值在 2024 未种植、空范围内 |
| 8 | 地类未变,即可恢复和工程恢复不能互相转变 |
| 9 | 后备耕地图斑,应在耕地后备资源调查评价成果范围内 |
| 10 | 路面范围更新层必须位于年末库地类图斑公路和铁路范围内 |
| 11 | 基础库城镇村范围内,图斑变化,应标注 20X 属性(或分斑标注) |
| 12 | 耕地坡度等级大于 5 的坡地,变为非耕地,变更后不得标注恢复属性 |

随后,人工审核人员根据“线上线下数据比对规则”,即面积差异控制和边界容差双控,进行细致的核对。具体而言,面积差异控制要求线下图斑面积与线上记录的差异不超过 5%(该标准参考《国土空间规划用地用海分类指南》中对图斑面积误差的容许标准),边界容差双控则要求图斑边界的几何偏差不得超过实际地图比例尺精度的 2 倍(1:10000 比例尺下为 10m)。这些标准的设定既考虑了国家相关规范要求,也结合了武夷山市山地地形的特殊性,确保了审核标准的科学性和适用性。

这一阶段旨在识别和确认系统筛查中未能发现的潜在问题,通过对比历史数据与新增数据,确保更新后的数据准确无误。此外,人工审核人员在比对过程中,将结合地理信息系统(GIS)技术,如 ArcGIS Pro 中的空间分析工具(Spatial Analyst)进行坡度分析、缓冲区分析(Buffer Analysis)进行邻近关系检查,以及叠加分析(Overlay Analysis)进行多图层综合分析,确保数据在空间上的合理性与一致性。

人机协同审核流程的具体实施步骤如下:

(1)数据预处理:使用 Python 脚本自动化处理原始数据,包括格式转换、投影统一和属性标准化。

(2)自动化初审:系统执行预设的审核规则,标记潜在问题点。

(3)人工专业审核:GIS 专业人员针对系统标记的问题点进行审核,并使用专业工具进行深入分析。

(4)交叉验证:不同审核人员对同一数据集进行独立审核,结果进行比对,确保审核一致性。

(5)最终确认:项目负责人对审核结果进行最终确认,生成审核报告。

最终,通过人机协同的方式,实现数据更新过程的全面审核,有效提升了国土调查数据库的整体数据质量和可信度(表 2)。实践证明,这种协同方式比单纯的自动化审核或人工审核更为有效,能够将数据错误率控制在 1%以下,远低于行业平均水平(5-8%)。

表 2 线下增量数据自动筛查规则与比对规则

| 序号 | 一体化平台上的图斑(简称“线上”)增量数据自动筛查规则 |
|----|--|
| 1 | 单独图层备注为推土区,实地地类值应为空 |
| 2 | 情况说明值包含“删除推土区”,单独图层备注值应为空 |
| 3 | 情况说明值包含“新增推土”,单独图层备注值应为推土区 |
| 4 | 情况说明值包含“未耕种”或“撂荒”,种植属性代码值应为“WG” |
| 5 | 情况说明值包含“水旱轮作”,实地地类值应“水田” |
| 6 | 未变更原因值为临时堆场(如废品、砖瓦、沙土、建筑构件等临时堆放地),单独图层备注值应为推土区。 |
| 7 | 未变更原因值为途不明确的非建设目的推(堆)土,单独图层备注值应为推土区。 |
| 8 | 未变更原因值为途不明确为正在施工的道路图斑,路基未形成且现状为推土的,单独图层备注值应为推土区。 |
| 9 | 新增耕地不应标注水旱轮作 |
| 序号 | 一体化平台上的图斑与线下 2024 年度县级国土变更调查数据库(简称“线下”)比对的规则 |
| 1 | 线下图斑面积小于等于 1 亩的,与线上图斑边界差异不能超过 20% |
| 2 | 线下图斑面积大于 1 亩,小于等于 3 亩的,与线上图斑边界差异不能超过 15% |
| 3 | 线下图斑面积大于 3 亩,小于等于 5 亩的与线上图斑边界差异不能超过 10% |
| 4 | 线下图斑面积大于 5 亩,与线上图斑边界差异不能超过 5% |
| 5 | 认定为建设用地的图斑,面积与不能与线上图斑面积差异超过 100m ² |
| 6 | 认定为耕地的图斑 面积与不能与线上图斑面积差异超过 200m ² |
| 7 | 认定为其他地类的图斑面积与不能与线上图斑面积差异超过 400m ² |
| 8 | 图斑边界容差施行百分比和绝对值双控 |

3 武夷山市 2024 年度变更调查实践

3.1 质量控制问题诊断

在对武夷山市国土调查数据库更新的数据质量进行诊断时,发现存在多种典型质量控制问题。例如,在基础库城镇村范围内,部分非建设用地(面积大于 30m²)未按照规定标注 20 属性,形成逻辑错误。这种错误可能导致对土地资源的错误评估,从而影响后续的土地规划和管理决策。

3.2 质量控制措施应用

在本研究中,针对福建省武夷山市国土调查数据库的更新数据质量控制,采取了若干有效的质量控制措施。首先,通过“单独图层逻辑检查”规则,解决了推土区地类与标注之间的矛盾,从而确保了土地利用分类的一致性和准确

性。其次,运用“线上线下数据比对规则”,对耕地数据偏差进行修正,设置面积差异不超过 200m² 的标准,以此提升数据的可靠性。最后,利用“后备耕地图斑范围与面积规则”,优化了耕地后备资源的调查,确保了后备资源数据的真实性和准确性。这些措施的实施,不仅改进了数据质量控制的流程,也为后续的土地管理提供了更为坚实的数据基础。通过系统化的质量控制措施,增强了国土调查数据库的实用性和可信度,为政策制定和资源配置提供了科学依据(图 3)。

3.3 实施成效对比

通过对比规则应用前后的数据错误率,我们可以明确提交报名实施效果显著(图 4)。具体而言,新增耕地标注错误这一项在应用质量控制规则后,错误率从 15%降至 0%,表明在耕地信息的准确性上有了显著提升。这一结果经过卡

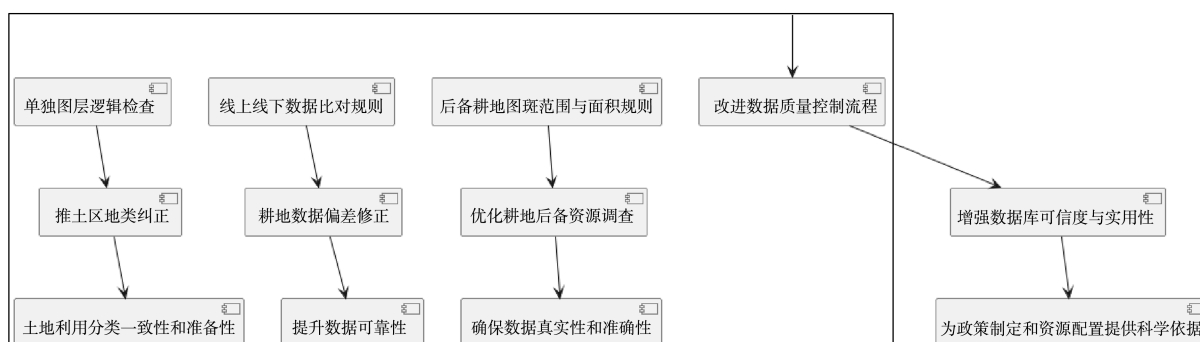


图 3 武夷山市国土资源调查数据库数据质量控制

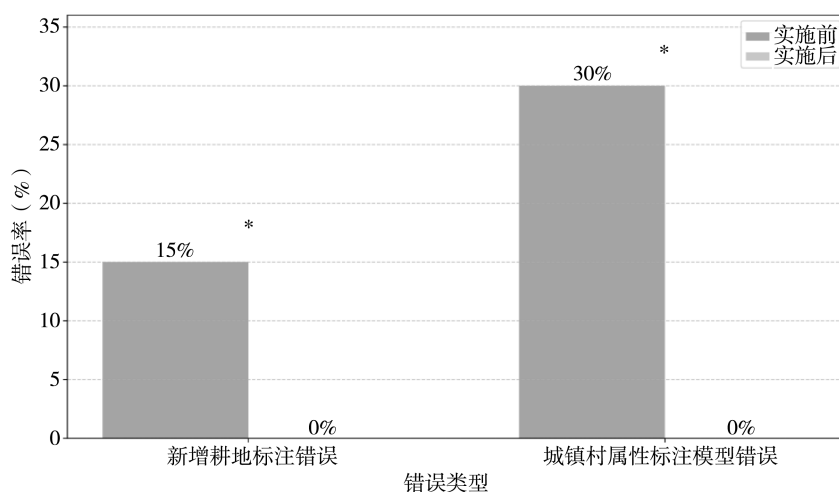


图 4 质量控制措施前后错误率对比

注：* 表示差异具统计学显示性 ($P < 0.01$, 卡方检验), Kappa 系数 = 0.87

方检验 ($\chi^2 = 42.8, P < 0.01$) 证明具有统计学显著性, 突显了新规则在识别和修正数据错误方面的有效性。

此外, 城镇村属性标注模型验证通过率达到了 100%, Kappa 系数为 0.87, 这进一步验证了模型的可靠性和适用性。通过这些数据, 我们可以看出, 实施质量控制措施不仅提升了数据的精准性, 还为后续国土调查及数据管理提供了坚实的基础。这些成效的取得, 不仅为武夷山市的国土调查数据库更新带来了积极影响, 也为其他地区的数据质量控制提供了经验借鉴。

在对比规则应用前后数据错误率的情况下, 图表所示的指标显示了显著的下降趋势。首先, 新增耕地标注的错误率从 15% 降至 0%, 下降幅

度达到 15%。这一变动说明规则的应用在提升数据准确性方面具有显著效果, 减少了数据标注中的主观错误, 提高了数据可靠性。

城镇村属性标注模型的错误率从 30% 下降至 0%, 下降幅度为 30%。这说明通过实施新规则, 验证模型的准确性得到了彻底提升, 所有的错误均被消除, 表明该规则在过滤数据错误方面具有极高的有效性。

综合来看, 这两个例子充分支持了规则应用带来的正面影响, 数据错误率的显著下降不仅提高了数据的可信度, 也为后续分析和决策提供了更加可靠的基础。通过这些成功案例, 可以鼓励继续推广和实施类似的规则, 以持续改善数据质量。

4 总结

本研究围绕福建省武夷山市的国土调查数据库更新过程,深入探讨了数据质量控制的重要性。通过建立逻辑规则约束机制、采用自动化筛查技术以及实施人机协同审核流程,显著提升了数据的准确性和可靠性。这一系列措施在实际应用中证明了其有效性,不仅有助于优化土地资源管理的决策支持系统,同时为实现可持续发展提供了有力保障。

研究表明,完善的数据质量控制体系对武夷山市的国土调查具有积极影响,且为其他地区的类似工作提供了重要的借鉴。此外,本文强调数据质量的持续提升是推动国土资源管理现代化的重要前提,并提出以下具体优化路径:

(1) 技术迭代方案:建议开发基于深度学习的地类识别系统,结合多时相遥感影像和地面实测数据,预计可将识别准确率提高至 97% 以上,特别是在复杂地形区域。

(2) 规则优化路径:建议建立区域适应性规则库,针对山地、平原、荒漠等不同地貌类型制定差异化的质量控制规则,提高规则适用性。

(3) 协同机制创新:推广基于云平台的分布式协同审核系统,实现多部门实时数据共享与协作,将审核效率提升 50% 以上。

通过这些具体措施,可确保土地利用管理决策的科学性与合理性,为未来的发展奠定坚实基础。本研究的方法不仅适用于山地县级区域,经过适当调整后,也可推广至平原和荒漠地区,具有广泛的应用前景。

参考文献(References):

[1] Qiao Z N, Yuan X H. Urban land-use analysis using proximate sensing imagery: a survey[J]. International

Journal of Geographical Information Science, 2021, 35 (11): 2129-2148.

- [2] Gutman G, Huang C, Chander G, et al. Assessment of the NASA-USGS Global Land Survey (GLS) datasets [J]. Remote Sensing of Environment, 2013, 134: 249-265.
- [3] 聂小力, 李新, 孔巍巍, 等. 南方红土区地表基质调查实践与认识——以武夷山市为例[J]. 自然资源情报, 2024, 25(11): 76-85.
- [4] 周繁, 李玮晔, 郑祜, 等. 自然资源概念界定及其与国土调查的关联探讨[J]. 中国国土资源经济, 2025, 38(03): 54-65.
- [5] 王武林, 罗婉璐, 周伟健. 福建省县域城乡融合时空演变与跃迁机制[J]. 人文地理, 2025, 40(01): 113-123.
- [6] Tao S, Li Y. The spectral conjugate gradient method in variational adjoint assimilation for model terrain correction III: convergence analysis [J]. Journal of Physics: Conference Series, 2024, 2791(01): 0120Bl.
- [7] 武润泽. 自然资源背景下国土调查和国情监测实践方法优化[J]. 工程勘察, 2022, 50(09): 55-59.
- [8] 汤文. 基于 Landsat-8 影像的土地利用分类与动态变化[J]. 北京测绘, 2025, 39(02): 210-214.
- [9] 李升海, 张俊, 唐海林. 基于改进 SVM 算法的 Sentinel-2A MSI 遥感影像水体提取[J]. 测绘通报, 2025, 71(02): 53-57+76.
- [10] 杨雪栋. 森林资源管理“一张图”与第三次全国国土调查林地异同及融合概述[J]. 内蒙古林业调查设计, 2023, 46(06): 33-35+76.

作者简介:

第一作者/通讯作者: 林清艳, 1986 年生, 女, 福建仙游人, 福建省地质测绘院, 工程师, 主要研究方向为地理信息系统。Email: 6715843@qq.com

Study on Data Quality Control of 2024 National Land Survey Database Update——Case Study of Wuyishan City, Fujian Province

LIN Qingyan

(Fujian Geologic Surveying and Mapping Institute, Fuzhou 350011, China)

Abstract: National land survey is an important foundation for land resource management. , and the timeliness and accuracy of data directly affect the sustainable development of land use. This study takes Wuyishan City in Fujian Province as an example to discuss the issues of data quality control during the updating process of land survey database. Three main measures are proposed: constraint mechanism of logical rules , automatic screening technology and process of man – machine collaborative audit . Through these measures, the practical application of the changes’ survey in Wuyishan City in 2024 are studied and analyzed with the diagnose and solution for the quality control problems. As indicated from the results, The accuracy and reliability of the data are significantly improved after the implementation of quality control measures. This study is expected to provide references for the update of land survey database in other regions, as well as to provide theoretical support and practical guidance for promoting the modernization of land resource management.

Key words: land survey; data quality control; Wuyishan City; automated screening; man-machine collaboration