引文格式：黄喆, 孟令奎, 熊淑萍, 等. 轻量化“清四乱”核查移动 WebGIS 设计与开发[J]. 地理空间信息, 2023, 21(6): 99-102. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2023.06.026

# 轻量化“清四乱”核查移动 WebGIS 设计与开发

黄　喆[1]，孟令奎[1]，熊淑萍[1]，张　文[1*]
（1. 武汉大学遥感信息工程学院，湖北 武汉 430079）

**摘　要：**“清四乱”是水利行业加强对河流、湖泊监管的一项重要任务，而核查环节较依赖工作人员现场执行，人工现场核查对这个时效要求较高的任务产生了一定阻碍，采用移动 WebGIS 解决这一问题。移动 WebGIS 在提供实时基于位置服务的同时，程序开发部署更加灵活、轻量化，在更多行业的运用中发挥出了自身优势。基于此，对一个主要使用 Vue.js 和 MapBox 框架的轻量化移动 WebGIS 单页面程序的开发测试案例进行了解析，论证并检验了移动端程序用于“四乱”核查环节的可行性。

**关键词：**“清四乱”；移动 WebGIS；Vue.js；MapBox
**中图分类号：**P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2023）06-0099-04

## Design and Development of Lightweight Mobile WebGIS for “Clearing the Four Chaos”

HUANG Zhe[1], MENG Lingkui[1], XIONG Shuping[1], ZHANG Wen[1]
(1. School of Remote Sensing and Information Engineering, Wuhan University, Wuhan 430079, China)

**Abstract:** “Clearing the four chaos” is an important task for the water conservancy industry to strengthen the supervision of rivers and lakes, and the verification process is more dependent on the on-site implementation of staff. Manual on-site verification has a certain obstacle to this task with high timeliness requirements. Mobile WebGIS can help solve this problem. The application of mobile WebGIS not only provides real-time location services, but also makes the program development and deployment more flexible and lightweight, which can play its own advantages in more industries. We analyzed a case study of development and testing on a lightweight mobile WebGIS single-page application that mainly using Vue.js and MapBox architecture, examined and demonstrated the feasibility of mobile Apps in “Clearing the four chaos”.

**Key words:** “Clearing the four chaos”, mobile WebGIS, Vue.js, MapBox

建设数字流域与智慧防洪体系，实现水利数字化以及现代化，是目前水利行业的重要任务。水利全要素的数字化，实现要素透彻感知对“河/湖长制”的有效施行和加强河流、湖泊监管具有十分重要的推动作用。“互联网+”与水利工作的融合，使得一系列技术的应用帮助了水利行业从业者更有效地开展工作，其中包括移动端 WebGIS 程序。这些程序在提供实时性的基于位置服务（LBS）的同时，将很大一部分功能转移到互联网上进行，实现程序部署的轻量化[1]。互联网近年来技术进步迅速，这些移动端 WebGIS 程序部署环境明显改善，也为其在水利行业的更广泛应用创造了条件。以“掌上治水”为代表的水利移动端 WebGIS 程序，支持公众从微信端平台投诉，并能对汇总的信息进行快速、精确统计，实现了“互联网+”框架下全民参与治水，在无人机精确巡查的助力下实现了水务巡查“全覆盖”[2]。此外，移动端 WebGIS 程序可以与更多数据来源进行融合，例如人工智能(AI)技术融合的语音识别、文本文法识别、词汇纠错等，这些智能化技术的应用使得河湖巡查工作更精确、高效[3]。水利移动 WebGIS 在功能集成更完备的同时，利于轻量化部署的相关开源 API 二次开发程序也日益受青睐。在这些轻量化程序的帮助下，清除“四乱”地物的现场核查工作更为便利。即使无人机现场确认地物属性的优势明显，但在传感器成像分辨率和施放条件等技术限制下，不能完全实现对工作人员现场核查的替代，因此将轻量化移动端 WebGIS 应用于此用途仍然具有重要意义[3]。

## 1　总体设计

### 1.1　设计目标

“清四乱”完整的流程闭环包括巡查、详查、核

收稿日期：2021-11-09；修回日期：2022-04-29。
项目来源：国家重点研发计划项目（2017YFC0405806）。
第一作者简介：黄喆（1995—），硕士研究生，主要从事网络 GIS、水利遥感监测研究工作，E-mail：jn3323@qq.com。
通信作者：张文（1980—），讲师，主要从事水利遥感和 GIS 的研究工作，E-mail：wen_zhang@whu.edu.cn。

查与复查，大致流程为[4]：

1）巡查。使用多源遥感影像，结合群众举报和互联网舆情等其他数据，进行大范围自动识别，寻找“四乱”问题线索。

2）详查。使用高分辨率遥感影像，对特定时间、地点的问题进行详细调查，精确界定问题的范围、类型，并与相关许可对照，锁定疑似“四乱”问题。

3）核查。在移动App的辅助下，实地查勘或无人机取证，具体确认问题。

4）复查。使用多源遥感影像进行对比，掌握问题处理和整改情况，为处罚提供依据。

核查环节需要工作者根据详查环节的结果，查验详查环节的疑似“四乱”地物是否符合界定条件。“四乱”类型的大致对比见表1，其中部分地物的核实工作需要现场调查，因此开发设计辅助现场工作的程序很有必要。系统的设计目标是协助“清四乱”现场核查工作者更精确、高效地完成工作。程序执行疑似“四乱”地物核查的业务流程需要完成以下任务：

1）核查需要明确疑似“四乱”对象的范围，因此，根据对象的不同，现场核查时需要在地图上勾选疑似“四乱”地物，勾选的地物形状可以是点状、线状或面状。疑似“四乱”地物数据上传完毕后，地图主界面加载、显示对应对象。

2）核查需要对疑似“四乱”对象进行核验，确认其是否符合“四乱”各种类型的界定要求，从多方面确认——是否在河流/湖泊岸线特定范围内，使用是否已申请许可，许可是否在有效期内，申请使用范围是否符合许可要求。

3）根据“四乱”类型界定要求评判结果得出“是”或“否”的结论，将结果上传至该地物所对应的核查事件。

4）确认该“四乱”已完成整改，或者该地物不属于“四乱”类型，至此即可将对应要素从图上移除，结束核查流程。

以上4个步骤即可组成一个完整的核查闭环，与下一环节“复查”相衔接。

### 1.2 总体结构

本次实验使用的程序，在Mapbox已经提供完备模板的基础上进行二次开发，即可实现包括地图渲染、后台数据分析等移动端GIS应用程序可实现的功能，在Node.js运行以模拟移动端环境。专题地图的底图使用Mapbox提供的Terrain和Street数据集，此外也可使用天地图等其他来源的地理信息数据。渲染完成的图层可在浏览器上展示，符合典型的B/S模式。本程序的设计架构（图1）分为应用层、核心层、数据访问层和基础设施层。

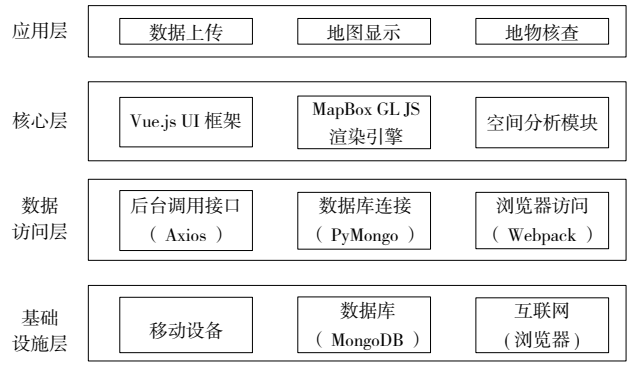



图1 系统总体结构

1）应用层。程序的用户交互功能在这一层实现，包括地图显示，疑似“四乱”地物数据的添加、删除和修改。

2）核心层。这一层的重要组件完成程序核心功能的实现，包括地图数据的渲染，疑似“四乱”地物空间矢量数据的存储与呈现。

3）数据访问层。这一层实现程序的前后台交互，数据库连接和浏览器访问，是实现B/S交互模式的关键组成部分。

4）基础设施层。这一层包括了实现程序外部访问功能的配套移动设备与MongoDB等软件系统。

开发环境使用的主要组件见表2，这些组件覆盖了核心功能和数据访问功能。

表1 “四乱”事件类型对比简表

| 类型 | 事件描述 | 常见追踪对象 | 对应范围 |
|---|---|---|---|
| 乱堆 | 河湖岸线附近的固体废弃物堆放 | 固体废弃物 | 小 |
| 乱建 | 河湖岸线附近的未经许可建筑 | 违章建筑物 | 较大–中 |
| 乱占 | 未经许可围垦河道、湖泊 | 河道形态变化，林木和高杆作物 | 大–极小（部分地物需现场核查） |
| 乱采 | 河道或湖泊未经许可的采砂、取土行为 | 采砂机械、露天采场 | 较大–中 |

表2　程序开发环境

| 开发环境名称 | 版本号 | 功能说明 |
|---|---|---|
| Vue | 2.5.2 | 搭建Javascript前端的轻量化框架 |
| Axios | 0.21.1 | 拦截请求，实现前后端交互 |
| MapBox GL | 1.11.1 | 使用WebGL渲染后端地图数据，并由前端输出 |
| PyMongo | 3.11.3 | Python程序与MongoDB数据库的接口，实现远程数据库操作 |
| Flask | 1.1.2 | 实现Python程序Web功能的轻量化框架 |
| Webpack | 3.6.0 | 将Javascript程序打包成浏览器可运行的格式 |

## 2　关键技术

### 2.1　Vue.js框架

Vue.js是一种基于JavaScript语言的开源MVVM库。MVVM模式相比MVC最大的改进，是将前端的View与后端的Model相互分离，增加、修改、删除后端数据条目无需改动前端用户界面（UI）。二者与ViewModel双向绑定，而ViewModel存放的逻辑可以与不同的View和Model同步，因此该模式允许组件的复用。高度模块化的组件简化了开发与测试流程，适合轻量化的单页面应用（SPA）开发[5]，开发效率相比需要精密计划的MVC模型有了明显提升[6-7]。采用这一框架，SPA的UI设计可以规避繁琐的DOM选择器操作，且组件复用可以简化后台数据修改，这个数据驱动的模式与需要修改大量数据条目的GIS程序匹配程度较高。

### 2.2　MapBox GL JS API

MapBox GL JS是一款开源JavaScript库，支持WebGL渲染多种数据源，产品主要是矢量瓦片地图。网络地图的瓦片分割可以减小对带宽资源的占用，矢量瓦片的编码模式提高了动态查询等交互操作的效率，存储模式可减少数据冗余[8]。MapBox GL JS使用开源渲染引擎，将JSON格式的样式文件渲染成产品地图，样式文件包含绘制数据、绘制顺序以及绘制样式，用户可根据需要灵活定制[9]。除了在线制图轻量化以外，标注图上要素的图标和字体采用分段加载模式，同样可以降低对带宽资源的占用[10]。程序主要用矢量数据存储地物空间信息，采用MapBox的矢量瓦片格式有利于大量地物对象空间数据的高效存储和解析，也是实现程序设计轻量化的重要步骤。轻量化的设计可以减小“四乱”事件相关数据块传输对网络带宽的占用，程序响应更快，加速了核查闭环的完成，可以提高现场核查工作效率。

### 2.3　数据库设计

核查流程跟踪的对象为一个事件，程序对该事件的记录可以使用一个结构体进行封装，具体属性包括必备字段和可选字段。前者包括唯一且不可重复的ID（即数据库“主键”）、时间戳、事件对应的“四乱”类型和空间信息，后者包括补充信息的图像和文字。

考虑到MapBox的渲染样式文件格式以JSON为主，此处可以将表示疑似“四乱”地物对象的数据格式与JSON适配。这些对象由特定键值对构成，包括空间数据以及非空间数据（属性数据）。空间数据则由JSON衍生的GeoJSON格式存储，即为一个表示地物的有序点集，能表示点、线、面状地物。本程序采用了MongoDB存储地物等数据，该数据库主要使用JSON格式存储数据，其作为一款较为典型的NoSQL数据库，相比SQL数据库更适合搭配可扩展性要求较高的WebGIS程序。此处使用PyMongo组件连接既有数据库，实现程序与远程数据库的操作。

## 3　系统功能实现

程序的地图加载界面见图2，支持地物标绘与数据上传功能。图3的数据上传界面与表2的疑似“四乱”地物数据字段对应，空间特征则在图幅上标绘后显示。用户选取图2右侧的标绘地物（折线），在图幅上勾选多边形即可完成。点选数据上传功能（云端），填写地物的各个数据字段（描述信息和图片非必需），建立该地物的完整信息，完成地物标绘和数据上传。点选标绘完成的地物即弹出对话框，地物确定符合“四乱”界定条件后，图幅维持原状，直至整改完成。若地物被排除，直接选择“否”，进入图4的对话框直接删除，确定为“四乱”的地物整改完成后的删除流程与此相同。此处选择某河流岸线处的一处河砂堆作为示例地物作为演示过程的疑似“四乱”地物，演示过程证明程序可实现核查流程闭环。



图2 程序主界面

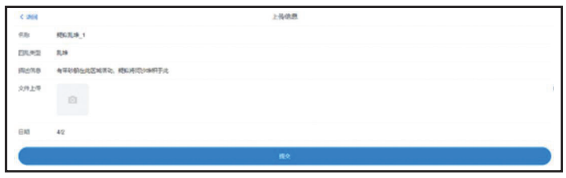


图3 数据上传界面




图4 地物删除提示

## 4 结 语

以本文技术为主开发的基于Vue.js和MapBox为代表的轻量化框架的“清四乱”核查移动WebGIS程序，实现了基本的河湖“四乱”地物核查闭环。其部署及功能实现与Web深度整合，开发过程灵活便捷。此外，部分关键功能的实现集成在浏览器端，采用B/S计算模式，与程序采用的Vue.js和MapBox技术结合，减少了数据传输的资源占用。此类移动WebGIS的使用将核查部分任务转移至在线执行，可有效减少核查过程中人工现场工作对工作效果的影响，显著的贡献在于用网络辅助各环节间的响应，有效压缩了业务执行的应答周期，使工作开展更为迅速流畅。

## 参考文献

[1] 李凌霄,谭德宝,张煜. 浅析水利移动GIS应用软件开发[J]. 长江科学院院报, 2015, 32(6):120-126

[2] 黄俭,鲍彪,路建军. 基于河长制的智慧水务信息服务平台建设探究与应用[J]. 数字技术与应用, 2017(9): 115-118

[3] 唐锚,尹晓楠,李霞. 北京河长智慧移动终端应用设计与开发[J]. 人民黄河, 2020, 42(3): 164-168

[4] 蔡阳,崔倩. 河湖遥感“四查”机制建立及其应用实践[J]. 水利信息化, 2020(1): 10-14

[5] 麦冬,陈涛,梁冬湾. 轻量级响应式框架Vue.js应用分析[J]. 信息与电脑, 2017(7): 58-59

[6] 李成仁. 基于Vue.js的单页面WebGIS可视化框架研究与实现[J]. 地理空间信息, 2020, 18(5): 83-86

[7] 黄佛辉. 基于Vue.js的WebGIS开发研究[D]. 重庆:重庆交通大学, 2017

[8] 朱秀丽,周治武,李静,等. 网络矢量地图瓦片技术研究[J]. 测绘通报, 2016(11): 106-109

[9] 陈举平,丁建勋. 矢量瓦片地图关键技术研究[J]. 地理空间信息,2017,15(8):44-47

[10] 张翔. 基于MapBox的矢量瓦片Web制图系统研发与实现[D]. 青岛:山东科技大学, 2018

(上接第48页)

86(11):2 278-2 324

[2] Krizhevsky A, Sutskever I, Hinton G E. Imagenet Classification with Deep Convolutional Neural Networks[J]. Advances in Neural Information Processing Systems, 2012, 25: 1 097

[3] Simonyan K, Zisserman A. Very Deep Convolutional Networks for Large-scale Image Recognition[J]. arXiv Preprint arXiv:1 409. 1 556,2014

[4] Szegedy C, Liu W, Jia Y, et al. Going Deeper with Convolutions[C]//Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2015: 1-9

[5] He K, Zhang X, Ren S, et al. Deep Residual Learning for Image Recognition[C]//Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2016: 770-778

[6] Howard A G, Zhu M, Chen B, et al. Mobilenets: Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision Applications[J]. arXiv Preprint arXiv:1 704. 04861,2017

[7] Sandler M, Howard A, Zhu M, et al. MobileNetV2: Inverted Residuals and Linear Bottlenecks[C]// 2018 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). New York: IEEE,2018,00474

[8] 任宇杰,杨剑,刘方涛,等. 基于SSD和MobileNet网络的目标检测方法的研究[J]. 计算机科学与探索,2019,13(11): 1 881-1 893

[9] 谭永忠,姜舒寒,吴次芳. 闲置土地的形成原因与类型划分[J]. 中国土地,2016(2):9-12

[10] 蓝天宇. 闲置土地如何认定[J]. 中国土地,2017(12):60

[11] 赵洋,许军. 基于MobileNetV2与树莓派的人脸识别系统[J]. 计算机系统应用,2021,30(8):6