

科学施肥推荐系统 - 功能介绍说明

一、项目概述

科学施肥推荐系统是一个基于 GIS (地理信息系统) 和土壤养分数据库的智能农业施肥决策平台，专为长江中下游地区的稻麦轮作农业设计。系统通过整合土壤养分数据、气象数据、作物生长模型和施肥专家知识，为农户提供精准、科学的施肥方案推荐。

技术架构

层级	技术方案
前端	HTML5 + CSS3 + JavaScript + Bootstrap 5 + 高德地图 API
后端	Node.js + Express
数据存储	JSON 文件数据库 / SQLite
空间数据	GeoTIFF + GeoJSON
部署	支持 Cloudflare Workers / Render / 传统服务器

二、核心功能模块

2.1 智能定位与地图服务

系统提供多种定位方式，自动获取用户农田位置：

定位方式	优先级	说明
GPS 定位	1	通过浏览器 Geolocation API 获取精确位置
网络定位	2	通过高德地图 IP 定位服务获取位置
默认位置	3	默认定位到南京（经度 118.763, 纬度 32.057）

地图功能：

- 交互式地图选点，支持点击/拖拽选择农田位置
- 地址搜索与反向地理编码
- 地图标记点管理

2.2 土壤养分数据获取

系统通过 GeoTIFF 栅格数据提供空间化的土壤养分信息：

养分指标	数据文件	单位	说明
碱解氮 (AN)	GTiff/AN_5-15cm_1km_clip.tif	mg/kg	土壤有效氮含量
有效磷 (AP)	GTiff/AP_5-15cm_1km_clip.tif	mg/kg	土壤有效磷含量

养分指标	数据文件	单位	说明
速效钾 (AK)	GTiff/AK_5-15cm_1km_clip.tif	mg/kg	土壤有效钾含量

数据来源：1km×1km 网格分辨率的土壤养分空间分布数据，深度为 5-15cm 耕层。

养分水平分级：

养分	极低	低	中等	高	极高
碱解氮	<60	60-90	90-120	120-150	>150
有效磷	<5	5-10	10-20	20-40	>40
速效钾	<50	50-100	100-150	150-200	>200

2.3 施肥方案计算

基于目标产量法，结合区域肥料利用率数据，计算推荐施肥量：

计算公式：

$$\text{施肥量(kg/亩)} = (\text{目标产量} \times \text{单位产量养分吸收量} - \text{土壤供肥量}) / (\text{肥料养分含量} \times \text{肥料利用率})$$

参数配置：

作物	目标产量范围	单位产量吸氮量	单位产量吸磷量	单位产量吸钾量
水稻	400-700 kg/亩	0.02 kg	0.01 kg	0.025 kg
冬小麦	300-500 kg/亩	0.025 kg	0.01 kg	0.02 kg

区域肥料利用率：

系统内置长江中下游各地区稻麦轮作的肥料利用率数据，以 GeoJSON 格式存储：

地区	作物	氮肥利用率	磷肥利用率	钾肥利用率
襄阳	冬小麦	40%-50%	20%-25%	50%-60%
武汉	水稻	32%-40%	15%-22%	40%-50%
扬州	冬小麦	25%-30%	15%-20%	35%-45%
...

2.4 农时指导服务

系统提供区域化的农时表，指导农户合理安排农事活动：

播种期建议（以部分城市为例）：

地区	冬小麦播种期	水稻栽插期	备注
襄阳	10月20日-11月5日	5月20日-6月5日	鄂北岗地，播期较早
武汉	10月30日-11月15日	5月25日-6月15日	江汉平原，播期较晚
合肥	10月25日-11月10日	5月20日-6月5日	抢水栽插
扬州	10月25日-11月5日	6月1日-6月15日	里下河，抢晴

2.5 气象数据服务

集成 Open-Meteo 免费 API，获取实时和预测气象数据：

- 温度（当前、最高、最低）
- 相对湿度
- 降水量
- 风速风向
- 土壤温湿度

气象数据用于优化施肥时机建议，避免不利天气施肥。

2.6 数据持久化

系统自动保存用户的计算记录，便于追溯和分析：

存储内容：

- 作物类型与目标产量
- 地理坐标
- 土壤养分数据
- 施肥推荐结果
- 用户会话信息

存储方式： JSON 文件数据库 (`fertilizer_data.json`)，支持跨平台运行。

三、API 接口说明

3.1 核心接口

方法	路径	功能描述
GET	/	返回前端页面
GET	/health	健康检查
POST	/calculate	计算施肥方案
GET	/test_geotiff	获取土壤养分数据（通过坐标）

3.2 业务接口

方法	路径	功能描述
GET	/api/weather	获取气象数据
POST	/api/fertilizer_timing	获取施肥时机建议
POST	/api/simulate	离线模拟计算
GET/POST	/api/amap_proxy	高德地图 API 代理
GET	/api/map_config	获取地图配置

3.3 计算接口示例

请求：

```
POST /calculate
{
    "crop_type": "水稻",
    "target_yield": 600,
    "longitude": 118.763,
    "latitude": 32.057,
    "sowing_date": "2024-06-01"
}
```

响应：

```
{
    "success": true,
    "data": {
        "fertilizer_recommendation": {
            "N": 12.5,
            "P2O5": 4.8,
            "K2O": 8.2
        },
        "soil_nutrients": {
            "AN": { "value": 95.2, "level": "中等" },
            "AP": { "value": 15.3, "level": "中等" },
            "AK": { "value": 120.5, "level": "中等" }
        },
        "timing_advice": "建议在播种前7-10天施基肥..."
    }
}
```

四、部署方案

4.1 本地开发

```
# 安装依赖  
npm install  
  
# 开发模式 (热重载)  
npm run dev  
  
# 生产模式  
npm start
```

服务默认运行在 <http://localhost:5000>

4.2 Cloudflare Workers 部署

```
# 部署到 Cloudflare Pages  
npm run deploy:pages  
  
# 部署到 Cloudflare Workers  
npm run deploy:worker
```

4.3 Render 部署

项目包含 `render.yaml` 配置文件，可直接连接 GitHub 仓库自动部署。

五、数据文件说明

文件名	类型	说明
长江中下游稻麦轮作肥料利用率.geojson	GeoJSON	各地区氮磷钾肥料利用率数据
长江中下游稻麦轮作农时表.geojson	GeoJSON	各地区播种/栽插时间表
GTiff/AN_5-15cm_1km_clip.tif	GeoTIFF	土壤碱解氮空间分布
GTiff/AP_5-15cm_1km_clip.tif	GeoTIFF	土壤有效磷空间分布
GTiff/AK_5-15cm_1km_clip.tif	GeoTIFF	土壤速效钾空间分布
fertilizer_data.json	JSON	用户计算记录数据库

六、系统特色

6.1 精准定位施肥

- 基于地理坐标自动获取土壤养分数据
- 考虑区域差异的肥料利用率参数
- 1km×1km 空间分辨率的土壤数据支持

6.2 离线数据支持

- 系统内置默认养分参数，无网络时可正常使用
- 支持手动输入土壤检测数据
- 前端缓存策略优化用户体验

6.3 多平台部署

- 传统服务器部署
- Serverless 架构 (Cloudflare Workers)
- 容器化部署支持

6.4 用户友好界面

- 响应式设计，适配移动端
- 交互式地图选点
- 可视化养分水平展示
- 详细的施肥建议说明

七、适用范围

本系统适用于以下地区：

- **湖北省**: 襄阳、随州、武汉、荆州、孝感
- **安徽省**: 合肥、安庆、芜湖
- **江苏省**: 扬州、泰州、南通
- **江西省**: 南昌
- **浙江省**: 杭州
- **湖南省**: 长沙
- **上海市**

八、版本信息

- **版本号**: v1.0.0
- **开发语言**: JavaScript (Node.js)
- **运行环境**: Node.js >= 16.0.0
- **开源协议**: MIT License

九、联系方式

如有问题或建议，请通过项目仓库提交 Issue。