

乡城县水利数字沙盘建设系统架构

版本：V1.0

作者：阮坤

更新日期：2023 年 4 月 3 日

四川农业大学 WhyStudio 工作室团队

目录

1. 系统需求分析	3
1.1 项目背景和目的	3
1.2 用户需求	3
1.3 系统规格说明	3
1.3.1 系统功能:	3
1.3.2 软硬件环境:	4
2. 功能模块划分	5
2.1 数据采集与管理模块（后台）:	5
2.2 用户管理与权限控制模块:	6
2.3 系统维护与监控模块（后台）:	6
2.4 系统主体功能模块（前端）	6
（1）数字底座模块.....	6
（2）水利工程模块（水电站、水库、取水工程、太阳能提灌站）	6
（3）水系模块（湖泊、水系、干支流）	6
（4）水资源模块	7
（5）水安全模块（堤防、护岸）	7
（6）健康评价模块.....	7
（7）河湖划界模块.....	7
（8）岸线规划模块.....	7
（9）移民搬迁模块.....	7
3. 系统架构设计	8
3.1 前端（Vue.js 3.0）	8
3.2 后端（Java SpringBoot）	9
3.3 数据库（MySQL 或 PostgreSQL + PostGIS）	9
3.4 三维可视化服务	9
3.5 对象存储服务（七牛云）	10
3.6 项目管理和协作工具（Gitee DevOps）	10
3.7 操作系统（Windows Server）	10
4. 数据模型设计	10
附录 1 - 水电站、水库和取水工程的 description 字段结构和内容	17
附录 2 数据库表 sql 参考	21

1. 系统需求分析

1.1 项目背景和目的

乡城县位于中国四川省甘孜藏族自治州西南部。它处于甘孜州的南部地区，地理坐标为东经 98° 58′ 至 99° 44′，北纬 28° 25′ 至 28° 55′ 之间。乡城县临近四川省与云南省的交界处，地势复杂，地形以高山、丘陵和河谷为主。乡城县地处高原地区，地形复杂，水系分布受地形影响较大。乡城县的水系主要以雅砻江流域为主，拥有一些支流和河谷。整体来看，乡城县水资源较为匮乏，水利设施和水源保障能力有待提高。水利发展涵盖了水电站、水利工程、水系、防洪减灾、水安全等多个方面的建设和管理。为了有效应对这些挑战，提升乡城县水利数据管理能力以及自然灾害预警、预报、预防、预案（简称“四预”）建设水平，本项目致力于整合各类水资源和水环境相关信息，构建一个数字底座，以便更好地支持决策和规划。

1.2 用户需求

功能需求：通过以河流湖泊等为基础单元，对水电站水库取水工程、水资源、防洪减灾点位数据、水安全、健康评价数据、河湖划界、岸线规划、移民搬迁等数据进行展示。

性能需求：正常使用无卡顿。

用户体验要求：符合水利数据流转逻辑，符合水利专业要求逻辑。

1.3 系统规格说明

1.3.1 系统功能：

根据用户阐述，列举用户所期望的系统功能如下：

（1）数字底座：重点区域倾斜摄影，实现对水电站及附近区域的高清倾斜摄影数据的展示和管理。水利工程数据管理，整合水电站、水库、取水工程（含太阳能提灌站）等矢量及文字资料，实现数据的可视化和查询。乡城县 DEM 和 DOM 数据，实现数字底座的基础数据，DEM 精度应该达到 1m 分辨率级别以上，DOM 分

分辨率达到 1m 级别以上。

(2) 水系管理: 水系是该系统建设的核心工作, 所有功能均围绕水系实现。水系管理的基础功能包含湖泊、水库信息管理: 实现对湖泊、水库等水体信息的展示、查询和更新。支流信息管理: 整合多级河流支流数据, 按不同粗细展示。

(3) 水资源管理: 河段文字资料: 提供河段文字资料的查询、展示和管理功能。

(4) 防洪减灾: 灾害点位管理, 展示和管理矢量灾害点位、文字和图片资料。转移路线及安置点管理, 展示和管理矢量转移路线及安置点数据。

(5) 水安全: 包含堤防和护岸。堤防信息管理: 整合堤防的矢量及文字资料, 实现数据的展示、查询和更新。护岸信息管理: 整合护岸的矢量及文字资料, 实现数据的展示、查询和更新。

(6) 健康评价: 健康等级展示: 根据健康等级, 绘制矢量颜色图并提供查询功能。文字资料管理: 实现健康评价相关的文字资料的展示、查询和管理。

(7) 河湖划界: 河湖划界数据管理: 整合河湖划界的矢量图层和文字资料, 实现数据的展示、查询和更新。

(8) 岸线规划: 岸线规划数据管理: 整合岸线规划的矢量图层和文字资料, 实现数据的展示、查询和更新。

(9) 移民搬迁: 移民搬迁数据管理: 整合移民搬迁的矢量图层和文字资料, 实现数据的展示、查询和更新。

这些功能需求旨在满足乡城县水利电子沙盘项目的数据管理、查询、展示和更新等方面的需求, 以便为相关部门提供一个高效、便捷的水利数字沙盘平台。

1.3.2 软硬件环境:

(1) 服务器: 至少 2 台高性能服务器, 用于搭建主从或负载均衡架构, 以确保系统的高可用性和稳定性。建议配置: 多核处理器 (如 8 核或更高)、至少 32 GB 内存、1 TB 或更高的磁盘存储空间 (SSD 优选)。

(2) 软件环境: 操作系统选择 window server, 需搭建 arcgis server 与 cesium 相关服务; 数据库选择 MySQL 数据库, 若涉及到对象存储, 使用七牛云对象存储服务; 三维可视化选择 Arcgis for JavaScript 或者 CesiumJS。开发

环境选择 Java SpringBoot 进行后台开发，前端选择 Vue3.0 进行开发。版本控制采用 Gitee 服务，项目管理和协作工具选择 Gitee DevOps 工具流。

2. 功能模块划分

根据功能需求，需要在底图基础之上实现以下功能：水系（湖泊、水库、干支流）的矢量展示和基础数据的查询，水资源的查询、防洪减灾的矢量显示和查询，水安全（堤防、护岸）的适量展示和查询、健康评价的适量展示和查询，河湖划界矢量数据展示和查询，岸线规划矢量图层展示和数据查询，移民搬迁矢量图层展示和数据查询。此外，需要建立数据管理模块、用户登录注册模块、用户权限管理模块。

用户端主体功能的逻辑为：

- （1）底图控制界面，控制底图的显示隐藏等，具备测量、漫游等功能。
- （2）搜索界面，通过搜索水系、其它水里相关数据，进行定位与弹窗展示。
- （3）弹窗展示中以水系为中心，具备 tab 切换面板功能。
- （4）底图中的 BIM 模型、矢量数据等具备点击触发事件功能，点击后进行弹窗展示数据。

2.1 数据采集与管理模块（后台）：

- （1）重点区域倾斜摄影数据采集与导入
- （2）水利工程数据采集与导入
- （3）水系数据采集与导入
- （4）水资源数据采集与导入
- （5）防洪减灾数据采集与导入
- （6）水安全数据采集与导入
- （7）健康评价数据采集与导入
- （8）河湖划界数据采集与导入
- （9）岸线规划数据采集与导入
- （10）移民搬迁数据采集与导入

对于矢量数据，通过 ArcMap 进行整理，数据库表内容通过导出至 excel，进

而导入 MySQL 等数据库。通过 ID 字段进行关联。

2.2 用户管理与权限控制模块:

- (1) 用户注册与登录 (前端)
- (2) 用户角色与权限管理 (后台)
- (3) 数据访问权限控制 (后台)

2.3 系统维护与监控模块 (后台):

- (1) 系统性能监控
- (2) 数据备份与恢复
- (3) 系统日志记录与审计

2.4 系统主体功能模块 (前端)

(1) 数字底座模块

主要通过 ArcGIS Server/ArcGIS for Javascript 和 CesiumJS 对高精度 DEM、高精度 DOM、水电站大坝堤防护岸等 BIM 模型以及倾斜摄影模型等数据进行可视化展示, 形成数据底座, 基础功能应包含图层显示基本控制, 点击事件触发, 基础动画功能实现。

(2) 水利工程模块 (水电站、水库、取水工程、太阳能提灌站)

通过叠加水电站、水库、取水工程、太阳能提灌站矢量点位数据至底图中, 通过查询数据库获取点位经纬度信息与其它信息, 定位至相关位置; 或者通过点击底图上的 BIM 模型和点数据, 查询数据库对应数据并且显示。

(3) 水系模块 (湖泊、水系、干支流)

水系模块包含湖泊、水系、河流, 河流通过乡镇进行分段, 可以通过搜索查询定位对应矢量位置并弹窗显示数据, 数据包含水资源基础信息、健康评价等信

息。

(4) 水资源模块

无矢量数据，作为水系模块的基础数据。

(5) 水安全模块（堤防、护岸）

包含堤防、护岸的矢量数据，可以通过搜索定位并弹窗显示，也可通过点击底图上对应图层弹窗显示数据内容。

(6) 健康评价模块

作为水系的一部分基础数据。

(7) 河湖划界模块

包含河湖划界的矢量数据，并包含数据库基础信息，通过搜索定位与弹窗，通过点击图层进行弹窗。

(8) 岸线规划模块

包含岸线规划的矢量数据，并包含数据库基础信息，通过搜索定位与弹窗，通过点击图层进行弹窗。

(9) 移民搬迁模块

包含移民搬迁的矢量数据，并包含数据库基础信息，通过搜索定位与弹窗，通过点击图层进行弹窗。需要注意的是，包含移民疏散图像，需要显示。

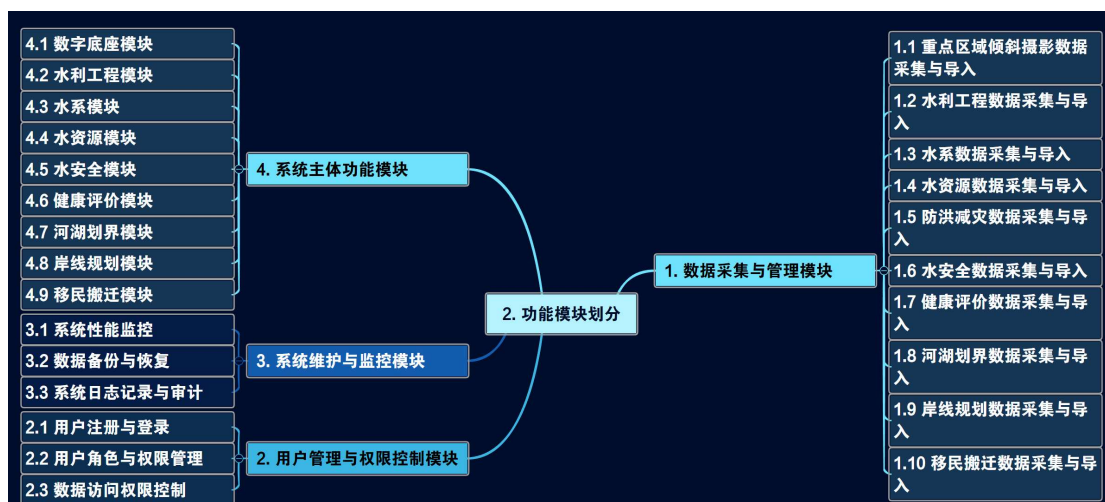


图 1 功能模块划分

3. 系统架构设计

基于以上功能模块与 1.3.2 节所提到的硬件软件环境，将整个系统架构分为前端、后端、数据库、三维可视化服务和对象存储服务等部门。确保各个组件之间的清晰分工和高度模块化。总体思路如下：

3.1 前端 (Vue.js 3.0)

- 用户界面组件：使用 Vue.js 3.0 开发各种用户界面组件，如导航栏、侧边栏、地图组件等。
- 数据可视化组件：使用 ArcGIS for JavaScript 或 CesiumJS 开发地图和三维场景相关的可视化组件，如底图切换、图层控制、属性查询等。
- 表格、表单和其他界面元素：使用 UI 框架（如 Element UI 或 Vuetify）开发表格、表单和其他界面元素，以便于用户进行操作和数据输入。
- 前端业务逻辑：处理用户交互、数据校验、页面跳转等逻辑。
- 状态管理：使用 Vuex 进行全局状态管理，方便组件之间的状态共享和通信。

3.2 后端 (Java SpringBoot)

- RESTful API: 为前端提供 RESTful 风格的 API, 包括数据的增删改查、权限控制等功能。
 - 数据采集与管理模块接口: 实现数据的上传、下载、导入和导出等功能。
 - 用户管理与权限控制模块接口: 实现用户注册、登录、权限管理和数据访问控制等功能。
 - 系统维护与监控模块接口: 实现系统性能监控、数据备份与恢复、日志记录与审计等功能。
 - 系统主体功能模块接口: 实现数字底座、水利工程、水系、水资源、水安全等功能。
- 业务逻辑处理: 处理来自前端的请求, 执行相应的业务逻辑, 返回结果。
- 数据库访问层: 使用 JPA 或 MyBatis 进行数据库访问, 完成数据的查询、插入、更新和删除操作。

3.3 数据库 (MySQL 或 PostgreSQL + PostGIS)

- 数据表结构设计: 根据系统需求和数据特点设计合理的数据表结构。
- 空间数据支持: 如果需要存储和处理空间数据, 可以选择 PostgreSQL + PostGIS 作为数据库, 以支持空间数据的存储和复杂空间查询。

3.4 三维可视化服务

- ArcGIS Server
 - 地图服务: 发布地图服务, 提供底图、矢量图层等数据供前端展示。
 - 三维场景服务: 发布三维场景服务, 提供三维模型、地形等

数据供前端展示。

- Cesium 相关服务
 - 3D Tiles 服务：提供 3D Tiles 格式的三维模型数据，如倾斜摄影、BIM 模型等。
 - Terrain 服务：提供地形数据，供前端展示高程信息。

3.5 对象存储服务（七牛云）

- 文件存储：将上传的文件（如图片、模型文件等）存储在七牛云对象存储中。
- CDN 加速：使用七牛云提供的 CDN 加速服务，加速文件的访问速度，提高系统性能。

3.6 项目管理和协作工具（Gitee DevOps）

- 版本控制：使用 Gitee 服务进行代码版本控制，确保代码的安全性和可追溯性。
- 项目管理：使用 Gitee DevOps 工具流进行项目管理，包括任务分配、时间规划、进度跟踪等。
- 协作工具：使用 Gitee 提供的协作工具，如 Wiki、Issue 等进行团队协作。

3.7 操作系统（Windows Server）

- 应用程序运行环境：提供稳定的运行环境，支持上述技术栈的运行。
- 系统管理与维护：进行系统的安全管理、性能监控、故障排查等工作。

4. 数据模型设计

根据各个功能模块，设计主要功能的数据库表有组织机构表、用户表、角色表、权限表、角色权限关联表、水电站水库取水工程表、水系表、水资源表、防洪减灾点位数据表、水安全表、健康评价数据表、河湖划界表、岸线规划表、移

民搬迁表。其中功能模块主要围绕水系展开，水系是基本中心。各个数据库表对应关系如下：

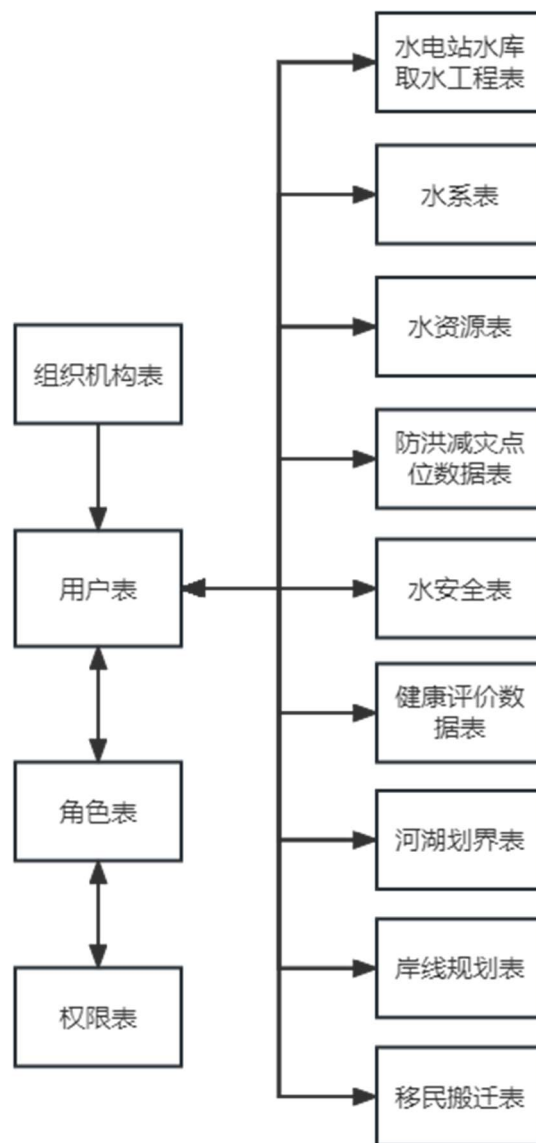


图 2 数据表对应关系

1) 组织机构表 (organizations)

- id (主键)
- name (组织机构名称)
- level (组织层级，如县、乡镇、村等)
- parent_id (上级组织机构 ID，外键)

2) 用户表 (**users**)

- id (主键)
- username (用户名)
- password (密码)
- email (邮箱)
- avatar (头像)
- nickname (昵称)
- key (暂时保留字段, 用于授权某些扩展功能)
- role_id (角色 ID, 外键)
- organization_id (组织机构 ID, 外键)

3) 角色表 (**roles**)

- id (主键)
- name (角色名称)
- description (角色描述)

4) 权限表 (**permissions**)

- id (主键)
- name (权限名称)
- description (权限描述)
- module (关联的功能模块)

5) 角色权限关联表 (**role_permissions**)

- role_id (角色 ID, 外键)
- permission_id (权限 ID, 外键)

6) 水电站、水库和取水工程 (**water_projects**)

- id (主键)
- name (项目名称)
- type (项目类型: 水电站、水库、取水工程)
- capacity (容量, 如水库容量、发电容量等, 单位可能不同, 可以在描述中注明)
- location (地理位置, 例如坐标或地名)

- status (项目状态, 例如运行中、建设中、已关闭等)
- description (项目描述)

其中, description 为一个 json 数据, 格式参考四川省河湖长制信息化平台接口: <http://39.107.180.192:8081/hzzService/api/report/get-rea-id>, 返回字段数据定义请参考该网站

7) 水系表 (water-systems)

- id (主键)
- water-type (水系类型: 湖泊、水库、直流、干流等)
- river-code (河流编码)
- river-name (河流名称)
- river-alias (河流别名)
- total-length (河流整体长度, 单位: km)
- segment-length (当前河段长度, 单位: km)
- basin-area (流域面积, 单位: km²)
- estuary-flow (河口流量, 单位: m³/s)
- affiliated-basin (所属流域)
- bank (岸别)
- survey-code (普查代码)
- branch-level (干支级别)
- cross-type (跨区类型)
- river-level (河道等级: 省级、市级、乡镇级、村级)
- start-location (起始位置)
- end-location (终止位置)
- description (点位描述)

8) 水资源表 (water-resources)

- id (主键)
- river-id (河流 ID, 外键, 关联 water-systems 表的 id)
- resource-type (水资源类型: 地表水、地下水、再生水等)
- resource-volume (水资源量, 单位: 立方米)

- resource-usage (水资源用途: 农业、工业、生活、生态等)
- resource-quality (水资源质量等级: 优、良、中、差等)
- resource-status (水资源状况: 充足、紧张、枯竭等)
- extraction-rate (开采率)
- data-year (数据年份)
- description (补充说明的 json 数据)

9) 防洪减灾点位数据表 (disaster-prevention-points)

- id (主键)
- name (点位名称)
- type (点位类型: 避难所、警戒区、易发地区等)
- location (点位位置: 经纬度坐标)
- address (具体地址)
- capacity (容纳人数, 适用于避难所类型)
- responsible-person (负责人姓名)
- responsible-person-contact (负责人联系方式)
- description (点位描述)
- images (图像描述, 逗号隔开, 多个 url)

其中 description 为 json 字符串格式, 可以包含更多的数据内容。

10) 水安全表 (water-safety)

- id (主键)
- name (名称)
- type (类型: 堤防、护岸等)
- location (位置: 经纬度坐标)
- address (具体地址)
- length (长度, 单位: 米)
- height (高度, 单位: 米, 适用于堤防类型)
- material (材料: 土石、混凝土等)
- construction-year (建设年份)
- responsible-department (负责部门)

- description (描述)

11) 健康评价数据表 (health-evaluation)

- id (主键)
- river-id (河流 ID, 外键)
- evaluation-standard (评价标准: 如《四川省河流(湖库)健康评价指南》2022 版)
- river-chief (河长信息)
- health-score (健康得分)
- health-status (健康状况: 非常健康、健康、亚健康、不健康、劣态)
- evaluation-conclusion (健康评价结论)
- attachment (附件上传, 存储文件路径)
- evaluation-date (评价日期)
- description (描述)

12) 河湖划界数据表 (river-lake-boundary)

- id (主键)
- river-id (河流 ID, 外键)
- lake-id (湖泊 ID, 外键)
- boundary-type (划界类型: 自然界线、人工界线等)
- boundary-description (界线描述)
- start-pile-number (起始河道桩号)
- end-pile-number (终止河道桩号)
- start-point (起始点坐标, 存储经纬度, 如 "104.0646, 30.6574")
- end-point (终止点坐标, 存储经纬度, 如 "104.0682, 30.6570")
- boundary-length (界线长度, 单位: 米)
- create-date (创建日期)
- update-date (更新日期)

13) 岸线规划数据表 (shoreline-planning)

- id (主键)

- planning-name (规划名称)
- river-id (河流 ID, 外键)
- lake-id (湖泊 ID, 外键)
- shoreline-type (岸线类型: 自然岸线、人工岸线等)
- planning-start-point (规划起始点坐标, 存储经纬度, 如 "104.0646, 30.6574")
- planning-end-point (规划终止点坐标, 存储经纬度, 如 "104.0682, 30.6570")
- planning-length (规划长度, 单位: 米)
- start-pile-number (起始河道桩号)
- end-pile-number (终止河道桩号)
- planning-description (规划描述)
- approval-status (审批状态: 未审批、已审批、驳回等)
- create-date (创建日期)
- update-date (更新日期)
- description (描述表)

14) 移民搬迁数据表 (relocation)

- id (主键)
- project-name (搬迁项目名称)
- affected-area (受影响区域)
- affected-population (受影响人口数量)
- start-date (搬迁开始日期)
- end-date (搬迁结束日期)
- relocation-type (搬迁类型: 生产、生活、生态等)
- relocation-reason (搬迁原因: 水利工程、灾害等)
- relocation-method (搬迁方式: 集中式、分散式等)
- relocation-budget (搬迁预算, 单位: 元)
- relocation-status (搬迁状态: 未开始、进行中、已完成)
- contact-person (联系人)

- contact_phone (联系电话)
- create_date (创建日期)
- update_date (更新日期)
- description (描述)
- images (图像数据, 可以展示路线什么的)

以上数据表中, 都需要额外包含如下字段:

- description (描述数据)
- create_time (创建事件)
- modify_time (修改时间)

附录 1 - 水电站、水库和取水工程的 description 字段结构和内容

接口信息: http://39.107.180.192:8081/hzzService/api/report/get_rea_id

字段描述请参考四川省河湖长制信息话平台。

返回数据格式参考:

```
{
  "code": 1,
  "msg": "",
  "data": [
    {
      "osid": "510003",
      "code": "513223000003",
      "name": "吉鱼电站-水库工程",
      "village": " ",
      "re-lic-code": " "
```

"vol": 164.0,
"tegr": "小(1)",
"eng_grad": "4",
"hnm": "岷江",
"rvnm": "岷江",
"type": "\\",
"long": "103.800278",
"lat": "31.643056",
"matrl": "混凝土坝",
"kd-str-type": "支墩坝",
"height": 20.0,
"kd-length": 85.0,
"wat-shed-area": 13760.0,
"flow": 28908.0,
"start-date": " ",
"bdtm": "2006",
"repe": "日调节",
"ns-type": " ",
"ns-weir-type": " ",
"ns-weir-heght": 0.0,
"ns-wr-slco": " ",
"ns-max-rfw": 2800.0,
"wr-abns": " ",
"abns-type": " ",
"abns-stand": " ",
"wain-num": 0,
"wain-type": "斜拉闸式",
"max-difl": 0.0,
"emt_u-type": " "

"max_rfw": 0.0,
"de_stand": 50,
"ch_stand": 500,
"elsy": "1956 年黄海高程系统",
"dacr_elev": 1534.35,
"ch_lev": 1532.85,
"de_lev": 1530.71,
"flco_lev": 0.0,
"wat_lev": 1532.5,
"norm_pool_stag_cap": 0.0,
"fl_low_lim_lev_cap": 0.0,
"fl_low_lim_lev": 0.0,
"elev": 1528.5,
"stor_fl_cap": 0.0,
"flco_cap": 0.0,
"ben_res_cap": 81.8,
"dead_cap": 80.0,
"area": "0.08",
"func": "4",
"mpob": " ",
"wsob": "生态用水",
"de_irar": 0.0,
"iaob": " ",
"adm_dep": "电力（能源）部门",
"adm_dep_name": "省水利厅",
"grad": "1",
"adag": "茂县宝山吉鱼水电开发有限公司",
"wrcd": "1",
"wrpd": " ",

```

    "wrcd": "1",
    "wrws": "0",
    "wrws-sp": " ",
    "wrcd-dp": " ",
    "count": 0,
    "wqle": " ",
    "wrws": " ",
    "mo-time": " ",
    "mnag": " ",
    "ssk": " ",
    "pac": "51",
    "level": "省级",
    "sid": "510003",
    "has-new": "0",
    "noleader": false,
    "eng-stat": "1",
    "note": " ",
    "if-cross": "0",
    "cross-dist": null,
    "update-chief": false,
    "center":
" {\\"type\\": \\"Point\\", \\"coordinates\\": [103.802752884709, 31.64583196532
23]} ",
    "run-state": null,
    "region": null,
    "dangerous-weak-reservoir": null,
    "adag-type": null,
    "re-lic-depart": null,
    "safty-type": null,

```

```

    "rain-area": null,
    "sjhswszdxxll": null,
    "xhhswszdxxll": null,
    "lszdxxll": null,
    "spillway-type": null,
    "yhdzdxxll": null,
    "fsjzw-type": null,
    "sjfsll": null,
    "earthquake-area-type": null
  }
]
}

```

附录 2 数据库表 sql 参考

```

CREATE TABLE IF NOT EXISTS relocation (
  id INT AUTO-INCREMMENT PRIMARY KEY,
  project-name VARCHAR(255) NOT NULL,
  affected-area VARCHAR(255) NOT NULL,
  affected-population INT NOT NULL,
  start-date DATE NOT NULL,
  end-date DATE,
  relocation-type VARCHAR(255) NOT NULL,
  relocation-reason VARCHAR(255) NOT NULL,
  relocation-method VARCHAR(255) NOT NULL,
  relocation-budget FLOAT,
  relocation-status VARCHAR(255) NOT NULL,

```

```

        contact_person VARCHAR(255),
        contact_phone VARCHAR(255),
        create_date DATE,
        update_date DATE
    );

CREATE TABLE IF NOT EXISTS shoreline_planning (
    id INT AUTO-INCREMENT PRIMARY KEY,
    planning_name VARCHAR(255) NOT NULL,
    river_id INT,
    lake_id INT,
    shoreline_type VARCHAR(255) NOT NULL,
    planning_start_point VARCHAR(255) NOT NULL,
    planning_end_point VARCHAR(255) NOT NULL,
    planning_length FLOAT,
    start_pile_number VARCHAR(255),
    end_pile_number VARCHAR(255),
    planning_description TEXT,
    approval_status VARCHAR(255), (审批状态: 未审批、已审批、驳回等)
    create_date VARCHAR(255), (创建日期)
    update_date VARCHAR(255), (更新日期)
);

CREATE TABLE IF NOT EXISTS river_lake_boundary (
    id INT AUTO-INCREMENT PRIMARY KEY,
    river_id INT,
    lake_id INT,
    boundary_type VARCHAR(255) NOT NULL,
    boundary_description TEXT,

```

```

    start_point VARCHAR(255) NOT NULL,
    end_point VARCHAR(255) NOT NULL,
    boundary_length FLOAT,
    start_pile_number VARCHAR(255),
    end_pile_number VARCHAR(255),
    create_date DATE,
    update_date DATE,
    FOREIGN KEY (river_id) REFERENCES river(id),
    FOREIGN KEY (lake_id) REFERENCES lake(id)
);

```

```

CREATE TABLE IF NOT EXISTS river_lake_boundary (
    id INT AUTO-INCREMENT PRIMARY KEY,
    river_id INT,
    lake_id INT,
    boundary_type VARCHAR(255) NOT NULL,
    boundary_description TEXT,
    start_point VARCHAR(255) NOT NULL,
    end_point VARCHAR(255) NOT NULL,
    boundary_length FLOAT,
    create_date DATE,
    update_date DATE,
    FOREIGN KEY (river_id) REFERENCES river(id),
    FOREIGN KEY (lake_id) REFERENCES lake(id)
);

```

```

CREATE TABLE IF NOT EXISTS health_evaluation (
    id INT AUTO-INCREMENT PRIMARY KEY,
    river_id INT,

```

```

        evaluation-standard VARCHAR(255) NOT NULL,
        river-chief VARCHAR(255) NOT NULL,
        health-score FLOAT NOT NULL,
        health-status ENUM('非常健康', '健康', '亚健康', '不健康', '劣态
') NOT NULL,
        evaluation-conclusion TEXT,
        attachment VARCHAR(255),
        evaluation-date DATE,
        FOREIGN KEY (river-id) REFERENCES river(id)
);

```

```

CREATE TABLE IF NOT EXISTS water-safety (
    id INT AUTO-INCREMENT PRIMARY KEY,
    name VARCHAR(255) NOT NULL,
    type ENUM('堤防', '护岸') NOT NULL,
    location POINT NOT NULL,
    address VARCHAR(255),
    length FLOAT,
    height FLOAT,
    material VARCHAR(255),
    construction-year INT,
    responsible-department VARCHAR(255),
    description TEXT
);

```

```

CREATE TABLE IF NOT EXISTS disaster-prevention-points (
    id INT AUTO-INCREMENT PRIMARY KEY,
    name VARCHAR(255) NOT NULL,
    type ENUM('避难所', '警戒区', '易发地区') NOT NULL,

```



```

location POINT NOT NULL,
address VARCHAR(255),
capacity INT,
responsible-person VARCHAR(255),
responsible-person-contact VARCHAR(255),
description TEXT
);

CREATE TABLE IF NOT EXISTS water_resources (
    id INT AUTO-INCREMENT PRIMARY KEY,
    river-id INT,
    resource-type ENUM('地表水', '地下水', '再生水') NOT NULL,
    resource-volume FLOAT,
    resource-usage ENUM('农业', '工业', '生活', '生态') NOT NULL,
    resource-quality ENUM('优', '良', '中', '差'),
    resource-status ENUM('充足', '紧张', '枯竭'),
    extraction-rate FLOAT,
    data-year YEAR,
    FOREIGN KEY (river-id) REFERENCES water_systems(id)
);

CREATE TABLE IF NOT EXISTS water_systems (
    id INT AUTO-INCREMENT PRIMARY KEY,
    water-type ENUM('湖泊', '水库', '直流', '干流') NOT NULL,
    river-code VARCHAR(50),
    river-name VARCHAR(100) NOT NULL,
    river-alias VARCHAR(100),
    total-length FLOAT,
    segment-length FLOAT,

```

```

    basin-area FLOAT,
    estuary-flow FLOAT,
    affiliated-basin VARCHAR(100),
    bank ENUM('左岸', '右岸'),
    survey-code VARCHAR(50),
    branch-level ENUM('一级', '二级', '三级', '四级', '五级'),
    cross-type ENUM('无跨区', '跨省', '跨市', '跨县'),
    river-level ENUM('省级', '市级', '乡镇级', '村级'),
    start-location VARCHAR(255),
    end-location VARCHAR(255)
);

```

```

CREATE TABLE IF NOT EXISTS water-projects (
    id INT AUTO-INCREMENT PRIMARY KEY,
    name VARCHAR(100) NOT NULL,
    type ENUM('水电站', '水库', '取水工程') NOT NULL,
    capacity FLOAT,
    location VARCHAR(255) NOT NULL,
    status ENUM('运行中', '建设中', '已关闭') NOT NULL,
    description TEXT
);

```

```

CREATE TABLE IF NOT EXISTS organizations (
    id INT AUTO-INCREMENT PRIMARY KEY,
    name VARCHAR(100) NOT NULL,
    level VARCHAR(50) NOT NULL,
    parent-id INT,
    FOREIGN KEY (parent-id) REFERENCES organizations(id)
);

```

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS users (  
    id INT AUTO-INCREMENT PRIMARY KEY,  
    username VARCHAR(50) NOT NULL UNIQUE,  
    password VARCHAR(255) NOT NULL,  
    email VARCHAR(100) NOT NULL UNIQUE,  
    role_id INT,  
    organization_id INT,  
    FOREIGN KEY (role_id) REFERENCES roles(id),  
    FOREIGN KEY (organization_id) REFERENCES organizations(id)  
);
```

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS roles (  
    id INT AUTO-INCREMENT PRIMARY KEY,  
    name VARCHAR(50) NOT NULL UNIQUE,  
    description VARCHAR(255)  
);
```

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS permissions (  
    id INT AUTO-INCREMENT PRIMARY KEY,  
    name VARCHAR(50) NOT NULL UNIQUE,  
    description VARCHAR(255),  
    module VARCHAR(50) NOT NULL  
);
```

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS role_permissions (  
    role_id INT,  
    permission_id INT,  
    FOREIGN KEY (role_id) REFERENCES roles(id),
```

```
FOREIGN KEY (permission-id) REFERENCES permissions(id),  
PRIMARY KEY (role-id, permission-id)  
);
```