

西藏大中型水库新型移民信息管理系统建设与探讨

陶泽鑫 张亮 陈鹤元

中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司，四川成都，610072；

摘要：本文围绕西藏大中型水库移民管理需求，设计并探讨了一套新型移民信息管理系统。系统以“全流程数字化、数据可视化、管理精细化”为目标，构建了涵盖项目大数据、基础资料管理、可研阶段、实施阶段等六大板块的功能架构，包含实物指标管理、规划设计成果管理、移民信息一张图系统等 16 项核心功能模块。通过整合 BIM+GIS 技术、三维可视化与地理信息分析，系统实现移民安置区域多源数据（地形影像、国土三调、实物指标等）的可视化叠加与动态展示，并基于微服务架构（Spring Cloud、Nacos）与分布式数据库（DM 数据库集群）构建高并发、高可靠的技术支撑体系。实际应用中，系统通过“一户一册”补偿计算模型自动生成土地确认表、赔偿协议等成果，减少人工计算错误，提升工作效率 40%，同时实现移民资金拨付、合同管理、档案数字化等全流程闭环管理，为水电工程移民安置工作的规范化、信息化提供了创新解决方案。

关键词：西藏大中型水库；移民信息管理系统；功能架构；技术架构；BIM+GIS 技术；微服务架构；移民安置实施管理；补偿计算模型

DOI: 10.69979/3060-8767.25.04.043

1 概述

西藏自治区是我国的清洁能源基地，其水能资源技术可开发量达 1.74 亿千瓦，依托以水电为核心，地热、风能、太阳能多能互补的新能源体系，已建成 500 千伏主干网架支撑的现代化电网。随着藏木、加查、大古等 143 座大中型水电站的相继投产和《国务院关于完善大中型水库移民后期扶持政策的意见》的实施，西藏自治区正逐步构建具有高原特色的移民管理体系。

鉴于全区平均 4000 米以上海拔的特殊地理环境——高寒缺氧、冻土广布、生态敏感区占比达 68%，以及平均 127 起/年地质灾害的客观情况，传统的移民管理模式面临多重挑战：一是受限于高海拔人居环境的承载力阈值，外迁安置地域稀少，二是生态保护红线与经济发展需求之间的空间博弈，三是跨部门数据协同，存在高原通信盲区的壁垒。

水库移民的主要重难点包括外迁安置困难、经济发展不均衡、就业和生计问题等。由于水库移民人口信息量大、指标繁复，各级政府部门间交换、收集、归纳的信息数据十分庞大，对移民信息管理系统提出了更高要求。

有效地沟通掌握水库移民数据信息，是搭好建设水库移民信息系统工程的基础，本文主要就西藏自治区大中型水库移民新型信息化系统建设进行探讨。国务院及相关部门对大中型水库移民后期扶持政策进行了完善，

为推进大中型水库移民工作树立了重要里程碑。政策以“稳得住、能发展、可致富”为总要求，以推动库区和移民安置区乡村振兴为目标，以促进移民群众共同富裕为方向，贯彻新发展理念，构建新发展格局，高质量抓好政策的贯彻落实工作。

在此背景下，西藏水库移民信息系统建设应当聚焦“地理适应性”与“智能决策”双核驱动：一方面，针对氧含量不足平原 60% 的运维环境，移民信息管理系统可以采用抗低压服务器集群与北斗短报文应急通道，确保在 30% 乡镇道路季节性中断情况下的数据连续性。另一方面，移民信息管理系统可以深度融合人工智能与多源地理数据，构建包含三维实景建模、生态红线预警的智能平台，通过多元化系统建设，数据实时共享，主要业务和监督检查为手段与水库移民工作职责相融合，从而提高西藏自治区水库移民工作管理水平和体制。

2 建设背景

西藏自治区部分大型水电工程建设呈现“三超”特征：超地域跨度（平均单项目涉及 3.6 个县级行政区）、超复杂对象（含藏式宗教建筑、高寒草场等 8 类特殊淹没标的）和超长周期（搬迁安置平均持续 5.8 年）。以雅鲁藏布江中游梯级开发为例，单个项目需协调 4 县 16 乡的移民工作，涉及 1.2 万移民安置和 47 亿元资金流转。传统管理模式面临三重困境：一是纸质档案与电子数据并行，出现的 32% 信息错漏率；二是跨部门审批行

政迟滞，平均耗时 23 个工作日；三是地质灾害预警与移民安置的空间冲突率达 18%。

在面临大量征地拆迁、资金兑付、项目管理等工作时，即需要建设高效的新型移民信息管理系统，提高工作管理水平和效率。移民司指出“各省要加强水库移民信息化建设，要全面构建安全稳定、高效实用的信息管理系统，充分利用信息化技术，对移民、资金和项目进行适时、动态的精准监管，确保信息系统的衔接和数据共享，进而实现水库移民信息“一张图”管理。

通过构建移民安置“数字孪生”模型，可缩短移民安置定制方案周期，更是落实“移民信息一张图”的技术响应，是解决高原特殊环境下的“项目管理分散、资金监管链长、生态协调敏感等难题”的关键路径。

3 信息系统构建

3.1 系统设计

3.1.1 总体架构

水电开发移民管理信息系统通过各类空间信息软件搭建起来的空间信息管理系统是采集、贮存、管理、分析和描述有关地域分布数据进行空间信息管理，其既能管理反映空间信息的三维数据，又能管理反映对象属性信息的二维数据。移民安置规划是在地理空间分布上进行的规划活动，利用空间信息管理可以实现移民空间数据和属性数据的有机结合，其具有的强大的数据处理和空间分析功能可为移民规划过程中的各种复杂计算和分析提供有力的技术支撑，能显著提高移民工作的效

率，使规划、管理和决策更加科学化、高效化，实现多种先进技术与移民专业应用的有效集成，为实物指标调查、辅助移民规划设计、移民实施管理等工作提供高效。业务规划总体架构如下所示：



图 1 系统功能总体架构图

3.1.2 功能架构

水电开发移民管理信息系统主要功能设置为：项目大数据、基础资料管理、可研阶段、实施阶段、工作台及一户一册六大板块。具体功能架构如下：

征地移民信息管理系统旨在为征地移民管理提供有效的途径，为移民的基础信息录入、实物指标现场调查和复核、监测评估现场调查、监测数据跟踪以及数据综合处理，移民后期扶持帮助提供便利的平台和规范化的管理。

系统主要包含了实物指标管理系统、规划设计成果管理系统、移民信息一张图系统、建设征地管理系统、移民安置实施管理系统、合同管理系统、资金管理系统、档案管理系统、移民自助查询系统、移民公共信息展示系统和移动端 APP 等。

平台功能划分表															
移民信息一张图	规划设计成果管理	实物指标管理	建设征地管理	移民安置任务管理	计划进度管理	合同管理	资金管理	设计变更管理	档案管理	验收管理	设监评管理	报表管理	移民自助查询	移民公共信息展示	移动端 APP
															系统综合管理

平台主要功能：

实物指标管理系统主要根据《水电工程建设征地区域实物指标调查规范》要求，依据可行性研究报告阶段和移

民安置实施阶段实现实调数据的录入、查询、汇总、报表输出及对比分析等功能。



图 2 实物指标系统驾驶舱

规划设计成果管理系统主要包括对移民规划大纲中关键数据、指标、参数等信息提取，实现对移民安置主要规划数据的数字化和可视化。

“一张图”系统通过地理信息和三维可视化技术全方位整合移民安置地区地形、影像、倾斜摄影、交通道路、国土三调和实物指标调查成果，规划设计成果和实施成果等基础数据，提供可视化服务，并通过不同专题内容切换和图层叠加切换，展示不同成果变化。



图 3 移民管理一张图系统演示图

(4) 移民安置实施管理主要实现对移民安置中的移民户安置实施过程进行管理，包含了对移民户的人口界定以及移民搬迁安置管理等功能。

(5) 计划进度管理包含了实施阶段的生产安置、搬迁安置、安置点建设和专业项目迁复建等，机关和企业事业单位处理等实施计划管理和进度管理等。

(6) 合同管理包含了对移民相关合同的管理以及与地方政府实施工作协议，代建项目合同等。

(7) 资金管理包含概算分解、移民资金申请、移民资金拨付管理以及资金实际使用情况。

(8) 设监评管理包含了对移民综合设计、监理、评估等工作环节的监管。

(9) 建设征地管理主要包括了土地利用规划成果管理、征地手续办理、征收土地台账管理、临时用地台账管理和土地税费测算等功能，实现对土地征收全过程管理。

(10) 设计变更管理主要是实现对设计变更在管理范围内的流程管理。

(11) 档案管理按照档案验收标准建立档案管理数

据库，实现对各类移民档案的原件和扫描件一体化管理，为移民档案的收集整理、鉴定、销毁、检索、利用等工作提供信息化手段、解决档案管理不规范、档案整理工作效率低、档案利用率不高的问题。

(12) 验收管理涵盖了工程验收以及移民工程验收两个部分，包含移民项目过程中发生的相关的专业工程项目，其中移民验收主要针对移民项目进行验收，包括自验、初验、终验三个步骤。

(13) 移动端 APP 主要实现了移民工程中实物指标现场调查和复核、独立评估现场调查、现场巡查、事项审批和移民信息查询等功能。

3.1.3 平台技术架构

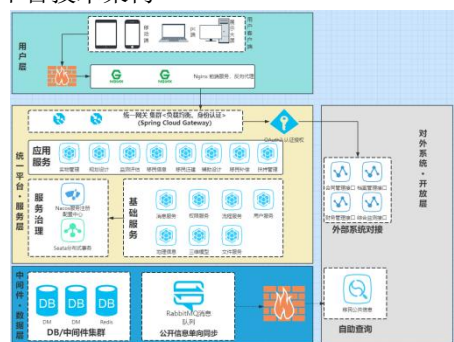


图 4 技术架构演示图

用户层：主要面向用户，向用户提供交互操作界面，可视化展示大屏等，使用 nginx 作为服务容器，以 javascript、typescript、vuejs, webgl、threejs 等技术构建用户应用程序，同时利用 nginx 反向代理到服务层；

服务层：采用分布式微服务架构，在 YJ 公司统一数字平台的数字底座基础上应用 java, springboot, spring cloud, nacos, steata, GIS, BIM 等技术开发公共服务中心，提供统一对外服务接口；

数据层：使用 DM 数据库构建的主从集群，采用 redis 作为缓存数据库，利用 rabbitMQ 消息队列作为公开消息单向可靠传输服务，采用 minio 实现 S3 标准文件存储服务；

对外层：数据接口通过服务层的 OAuth2.0 接入系统，自助查询通过接收单向同步的数据在离线服务器上通过自助查询应用向公众提供查询服务。

3.2 系统规划

水电移民信息管理系统在可研阶段时，将基础数据进行了入库管理，查询，展示和分析，实时计算相关参数变化后的统计结果，以供和实施阶段参考对比。系统设计如图所示：

图 5 基础信息填报演示图

(1) 前期可研阶段的基础数据入库管理、查询、展示和分析。通过高精度模型计算三维场景下不同高程的等高线和淹没线，并将实物指标调查数据进行叠加。展示移民户的全部信息。



图 6 可研移民户信息基础数据演示图

(2) 针对水库移民工程中涉及到的移民户土地及土地附着物，房屋及房屋附属设施，专项等实物指标调查数据根据“一户一册”信息以及后扶及征地移民实物补偿计算模型进行补偿计算，自动计算并输出土地确认表，附着物确认表，明白卡和赔偿协议等成果资料。如下图所示：

二、实物指标及补偿补助资金

表 1 **补偿补助资金汇总表**

序号	费用项目	补偿金额(元)	备注
1	房屋补偿费	/	详见表 2
2	房屋装修补偿费	/	详见表 3
3	附属设施补偿费	/	详见表 4
4	农业设施及农村小型专项补偿费	/	详见表 5
5	土地补偿费	1000.00	详见表 6
6	青苗及林地林木补偿费	200.00	详见表 7
7	零星树木补偿费	/	详见表 8
8	其他补偿补助费	/	详见表 9
合计	金额(元)	1200.00	
	大写	壹仟贰佰元整	

图 7 “一户一册”演示图

针对实物指标调查阶段调查人员将每天录入的数

据通过 Excel 固定模板的形式上传至水电移民信息管理系统，通过系统可以实时查询每家每户的实物指标，并可指定相应用户进行修改；在平台中以每户为单元，并生成每户的土地附着物确认表，补偿资金兑付的明白卡，移民搬迁协议和搬迁承诺书；解决了大量移民赔付资金人工计算的错误以及标准不统一的问题，相比于传统人工提升了 40%的工作效率，并能对工作完成情况精细统计和分析，按市，县，区，镇，村，组等不同层级对人口，土地，房屋的实物指标数量，补偿费用等情况进行统计输出。



图 8 移民信息一张图

(3) 针对征地移民工作涉及的数据资料多，工作方式效率低，成果数据不知直观等问题，系统结合 BIM+GIS 技术，实现数据资料的快速，有序收集整理，查询以及统计分析并将结果作为永久性电子化档案保存管理，行成水电开发移民管理信息系统信息化管理。



图 9 移民信息一张图

以权属人为纽带，以实物指标为核心，贯穿征地移民工作全过程。对移民管理过程中所产生的各种原始资料（如实物指标调查照片，音像资料，原始调查表等）进行管理。原始资料与每一个移民户，每一块土地，每一处房屋等进行关联；一条数据可以关联多份原始资料，如一个移民户可以与他的户口本照片，房屋产权证照片，房屋照片，家庭成员照片，原始调查签字表原件及复印件，其他财产等进行关联；并根据安全协议系统根据用户权限控制下载该类材料。

[illegible]

图 10 实物指标信息填报演示图

(4) 通过建立基于管理平台的后期扶持系统以 GIS 地图为导引, 以移民户为单元, 跟踪管理移民户的后期生活, 生产情况, 定位查询人口流动变迁, 扶持项目前后生活变化情况, 按文字, 图片, 视频等多种方式以时间为线索进行 GIS 可视化渲染。

4 系统优化思考与建议

4.1 基于 GIS 在水库移民中信息录入与处理工作

水库建设选址是一个复杂的过程，需要综合考虑政治、经济、社会和人口等多方面因素，其不仅涉及到大量的移民安置和工程作业，还包括信访维稳等社会管理工作。在这一过程中，土地信息的精准录入和结果分析至关重要，因为即使是微小的误差也可能导致巨大的后果。

为了有效处理水库移民和土地信息,可以利用地理信息系统(GIS)技术,结合遥感技术、全球定位系统(GPS)等现代技术手段,构建一个综合的3S技术平台,创建一个优秀且适用的数据库管理系统,为后续的地理信息数据处理提供基础支撑。

基于 GIS 的地理信息系统开发设计服务平台，可以将水库移民土地信息数据录入系统进行处理，生成相关信息。这样的系统不仅能够提高数据处理的效率和准确性，还能为水库建设的规划、管理和决策提供强有力的技术支持。通过 GIS 平台，可以实现土地信息的可视化，优化移民安置方案，监控工程进度，以及评估环境影响，从而确保水库建设项目的顺利进行和社会稳定。

同时移动 GIS 终端与服务器相结合,极大地提升了

地理数据信息的采集和处理效率。这种结合利用移动 GIS 终端的便携性和实时性,使得技术人员可以在野外直接进行数据收集,自动记录行动轨迹,并能够即时计算面积等地理信息。这些数据随后可以无线传输到服务器,由服务器进行进一步的处理和分析。

这种技术的应用不仅减少了传统数据收集所需的时间和人力，还提高了数据的准确性和可靠性。随着工程测量技术的不断进步，移动 GIS 的应用范围也在不断扩大，它将在城市规划、环境监测、农业管理、灾害评估等多个领域发挥更加重要的作用。

此外，移动 GIS 还可以与云计算、大数据、人工智能等技术相结合，实现更高级的数据处理和分析功能。例如，通过云计算，可以实现数据的远程存储和共享；通过大数据分析，可以从海量地理信息中提取有价值的信息；通过人工智能技术，可以实现对地理信息的智能识别和预测。

总之, 移动 GIS 终端与服务器相结合, 为地理信息数据的采集、处理和应用提供了一个高效、便捷的解决方案, 随着技术的不断发展, 其在未来将扮演越来越重要的角色。

4.2 与其他信息平台共享信息的机制

为了提升水库移民管理信息系统的效能，建议在后期规划研发中实现与公安户籍、财政、扶贫等部门信息平台的数据共享，通过实时动态监测和评比通告系统，实现对水库移民人口、资金使用和项目实施的精准监管。同时，积极参与水利部和省政府的信息化建设，将水库移民监管工作纳入国务院督察平台和水利部监管信息化平台，强化现代信息技术与水库移民业务的深度融合，以适应水库移民管理现代化发展需求，确保数据安全和个人隐私保护，同时建立有效的用户培训、反馈和改进机制，以及及时更新相关政策和法规，以保障系统的合法合规运行。同时，应当让广大群众享有知情权，参与权与监督权，将水库移民强监管工作纳入重点监管和信息化网络共享监督机制。

4.3 基于 AI 的移民发展扶持评价框架构建

通过构建移民发展扶持评价框架,可以通过监测移民当前居住地的数据资料,现阶段用于确定发展扶持评价模型的数据体系,并对移民实物调查的数据进行筛选、分类和标准化处理,并为日后决策提供指导性方针,避免人工因素的影响,将所有误差降低到最低。通过构建

“数据感知-智能分析-决策优化”三级AI评价框架来发展扶持体系,深度融合高原地理特征与文化属性,实现移民发展精准化,动态化评估。系统通过搭建数据中枢,整合移民户籍,BIM模型等多源数据,计算移民是否恢复到安置地基本生活发展要求,并精准评价发展情况,并根据情况给出具体的定点和定向评价结果,以便管理部门提出指导意见,推动移民整体发展与共同进步,保障移民既能达到搬迁前的生活条件,又能尽快融入新的生活环境。

4.4 信息系统安全

在水利水电移民工程中,移民迁移数据属保密资料,仅允许系统用户使用。在当前互联网环境下,数据安全是系统开发的关键考量。移民信息系统设计需着重关注两大问题:

(1) 权限控制:只有经管理员授权的用户才能登录系统。这既能防止系统信息与数据泄露,还能通过信息加密、权限控制、访问密钥、VPN等手段,依据用户不同授予相应权限,保障系统信息安全。

(2) 操作日志管理:系统应具备日志记录功能。一是操作日志,对用户的修改、删除、改动、查询等重要操作进行记录,管理员可在后台查询与管理,以便找回误删、误编数据;二是登录日志,记录用户登录名、IP地址、登录时间等登录信息。

5 结论

随着大型水库的移民工作力度不断加大以及信息化改革的不断推进,对于移民信息系统的智能化,信息化的需求也日益强烈。

西藏大中型水库移民信息管理系统的建设,是响应国家“数字中国”战略、实现移民工作高质量发展的重要实践。移民安置信息管理系统通过整合GIS、AI与多源数据共享技术,构建了覆盖移民全生命周期管理的智能化平台,有效解决了传统管理模式中数据孤岛、效率低下、监管滞后等问题。系统以“一张图”管理为核心,实现了从实物调查到后期扶持的全流程数字化,显著提升了移民安置的精准性与透明度。

然而,系统在实际应用中仍需克服以下挑战:一是高海拔地区网络基础设施薄弱,制约了移动端应用的实时性;二是移民群体数字素养参差不齐,需加强培训与参与式设计;三是跨部门数据共享的权责边界需进一步明确。未来,可探索区块链技术保障数据安全,引入边

缘计算优化偏远地区数据处理能力,并通过动态评价模型实现移民发展的自适应调控。

未来本系统成功实施不仅为西藏水电工程移民管理提供了技术范本,也为全国类似地区的移民工作转型提供了参考。随着“智慧水利”建设的深入推进,移民信息管理系统将在政策协同、生态保护、民生改善等领域发挥更大价值,助力实现“稳得住、能发展、可致富”的移民安置目标。

参考文献

- [1] 赵朝彬,罗天文,徐锐,等.基于WebGIS的水库移民信息系统设计与实现[J].陕西水利,2020(7):127-129.
- [2] 王国强,郭亮亮,罗天文,等.信息化技术在水库移民信息采集中的应用[J].人民黄河,2020,42(11):162-165. DOI:10.3969/j.issn.1000-1379.2020.11.035.
- [3] 郭亮亮,罗天文,赵朝彬,等.智慧水利背景下水库移民信息化建设[J].水利水电快报,2022,43(4):123-127. DOI:10.15974/j.cnki.slsdkb.2022.04.021.
- [4] 王茂洋,罗天文,吴恒友,等.水电工程移民全生命周期信息化管理云平台建设[J].人民长江,2019,50(5):200-204. DOI:10.16232/j.cnki.1001-4179.2019.05.037.
- [5] 高薇,范光伟,沈正,等.四川省水库移民后期扶持管理信息系统设计与实现[J].中国水运(下半月),2013,13(9):80-81.
- [6] 李犇.水利水电工程建设征地移民安置工作的几点思考[J].山西水利,2023,39(5):62-64. DOI:10.3969/j.issn.1004-7042.2023.05.032.
- [7] 李荣波,李安强,游中琼,等.基于MDIP-VIKOR的水库多目标调度方案评价模型[J].人民长江,2019,50(5):191-195. DOI:10.16232/j.cnki.1001-4179.2019.05.035.
- [8] 张明.基于压咸补淡的西江流域水库群实时调度及多目标方案评价研究[D].陕西:西安理工大学,2020.
- [9] 刘永贵,胡志国,梁逢斌.水库移民安置管理信息系统建设探讨[J].人民长江,2007,38(12):27-29,37. DOI:10.3969/j.issn.1001-4179.2007.12.010.
- [10] 王凡,刘自辉.工程建设征地移民信息采集系统研究[J].中国水利,2017(6):57-59. DOI:10.3969/j.issn.1000-1123.2017.06.022.