

面向智慧水利的 县域水资源监管集成平台设计 ——以无锡市滨湖区为例

牟昀丽¹, 梁永荣², 吴 凯³

(1. 无锡市滨湖区水利局, 江苏 无锡 214071; 2. 水利部南京水利水文自动化研究所, 江苏 南京 210012;
3. 南京审计大学, 江苏 南京 211815)

摘要:滨湖区水资源数字孪生规范化监管平台是将取水户内部管网设施孪生投射,取水口规范化建设台账整编,水资源业务办理场景等深度融合并集成展现的数字化业务平台。平台建设水资源数字孪生规范化监管平台,形成规范化业务流程,提升业务管理和办理效率,为县域水利信息化建设树立标杆,探讨县域智慧水利发展战略实施路径,为推进智慧水利建设提供参考。

关键词:水资源; 智慧水利; 集成平台; 数字孪生

中图分类号:TV213.4

文献标识码:A

文章编号:1007-7839(2022)Sup2-0052-06

Design of county water conservation and standardize water resources management integration platform for smart water conservancy: a case study of Binhu district in Wuxi

MOU Yunli¹, LIANG Yongrong¹, WU Kai²

(1. Water Bureau of Binhu District, Wuxi City, Wuxi 214071, China;
2. Nanjing Automation Institute of Water Conservancy and Hydrology MWR, Nanjing 210012, China;
3. Nanjing Audit University, Nanjing 211815, China)

Abstract: Binhu District Water Resources Digital Twin Standardized Supervision Platform is a digital business platform that deeply integrates and integrates the twin projections of water intake households' internal pipe network facilities, ledger compilation of standardized construction of water intakes, and water resources business handling scenarios. The platform builds a standardized supervision platform for digital twins of water resources, forms a standardized business process, improves business management and handling efficiency, sets a benchmark for county-level water conservancy information construction, explores the implementation path of county-level smart water conservancy development strategies, and provides reference for promoting smart water conservancy construction.

Key words: water resource; smart water conservancy; integration platform; digital twins

收稿日期: 2022-11-01

作者简介: 牟昀丽(1989—), 女, 工程师, 本科, 主要从事智慧水利和水资源管理工作。E-mail: 821814406@qq.com

智慧水利是水利高质量发展的显著标志^[1]。传统水利行业普遍面临信息共享壁垒高筑、设计规划片面不全、服务沟通不畅等诸多难题。随着移、云、大、物、智等科技的发展,为进一步提升水资源管理水平,面向智慧水利的水资源管理集成平台成为行业转型发展的必然趋势^[2-3]。县域尺度是推动智慧水利落地的基本单元,是推动水利高质量发展的重要组成部分。现在国内已有相关成果产生:水利部发布了智慧水利总体框架^[4];浙江、江苏等省发布了省级的智慧水利总体框架^[5];深圳、郑州、大连等城市已经提出了智慧水利建设的框架,并推动了相关领域建设^[6-10]。县域尺度水资源管理规范化集成平台的相关设计、构想仍处于探索过程^[11],以无锡市滨湖区为例,用现代信息技术与业务的深度融合,构建以取水工程规范化建设和水务经理履职为核心的平台,适应新时期水资源管理与调配工作需要和智慧水利要求的系统平台,为县域水利信息化建设树立标杆,探讨县域智慧水利发展战略实施路径,为全面推进我国智慧水利建设提供参考依据。

1 背景和需求

1.1 研究背景

近几年来,无锡市滨湖区水利局积极推进水资源管理信息化建设,通过规划建设信息化平台及推动工程配套的信息化项目建设。在水资源管理方面,滨湖区现有自备水源取水户已完成超声波流量计改造18家全覆盖,其中3家规模以上取水户接入省级在线监测平台。在水利信息化基础设施、业务应用系统、保障环境等方面快速发展,打下了良好的基础。

滨湖区在水利信息化已具有一定基础,但相对于精细化管理、智能化应用的需要,目前还存在不足。取水口多级计量设施尚不完善,物联网技术改造尚未完成,新兴技术在水资源管理方面的应用尚处于起步阶段,水资源管理和节约用水全流程业务模块及配套APP尚未建成,政企交互系统尚未构建,水资源管理和节约用水各项业务尚未实现统一平台通办,亟需建立数字化、模块化、智能化集成运行的全流程业务平台。

1.2 平台需求

水资源管理的传统工作模式是通过纸质文件或部分电子资料对水资源信息进行归档、管理,具有信息不即时,管理困难,查询、分析、协同办公能力弱等特点。因此,需要通过信息技术系统全面地

掌握研究区的自然、社会、经济等要素的状况,构建基础数据库。开发专业功能模块,如最严格水资源管理制度的考核指标体系和计算公式,可快速计算相关的考核指标值并进行评价。在水资源需求立项及水功能区水质条件发生变化的情况下,分析、诊断、评估相关的影响,提高水资源管理和科学决策的水平。

1.3 建设目标

完善感知物联体系,对代表性取水计量设施进行升级改造,以现有信息基础设施建设为基础,初步搭建滨湖区水资源数字孪生规范化监管平台和移动应用系统,开展信息化系统的初步建设,建设滨湖区数字底板、知识平台、模型平台以及配套基础信息设施,为滨湖区水利高质量发展提供有力支撑和强力驱动。

2 平台的主要功能模块

平台遵循“统一技术标准、统一运行环境、统一安全保障、统一数据中心”的原则,充分利用现有水利信息化基础设施,构建水资源数字孪生规范化监管平台,开发水资源管理业务功能模块。按照实用性、先进性原则,确定系统总体构架;按照实用、方便、高效的原则,对业务流程进行分析和优化,对信息的可视化展示提出具体实现方式;按照一张图、一站式的理念,实现各类监测对象的集中管理和信息的统一展示,实现信息与功能、功能与功能的联动,并提供多种访问入口。

2.1 总体架构

平台自下而上包括基础设施层、数字孪生平台、业务应用以及用户层,同时标准规范体系、运行维护管理体系与信息安全体系贯穿整个系统。总体框架如图1所示。

2.2 物联感知监测体系

物联感知监测体系建设包括取水计量设施建设。在一级计量设施建设方面,滨湖区现有自备水源取水户已完成超声波流量计改造18家全覆盖,监测方式选择管道型超声波流量计,主要由管道超声波流量计、遥测终端机(RTU)、通信控制模块、太阳能电池板、太阳能充电控制器、蓄电池、避雷装置等组成。其中3家规模以上取水户接入省级在线监测平台,其余15家均符合接入县域集成平台硬件要求。在二三级计量设施改造方面,在滨湖区市级以上重点监控自备水源用水户中进行二三级计量设施改造,此类取水用户目前共2家,其中无锡地铁久安

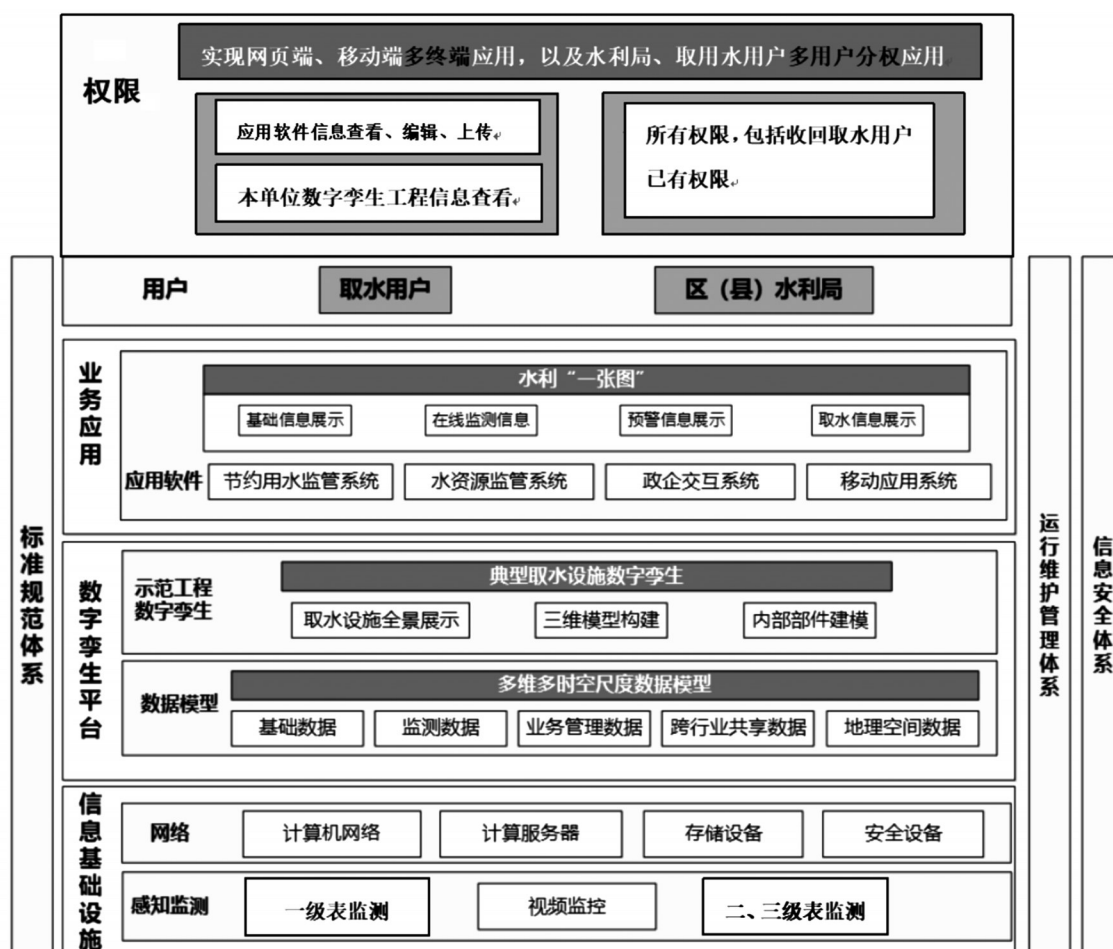


图1 总体架构

公司管网结构较为单一,地表水经用水管网直接流入产品搅拌设备进入产品被消耗,无二三级使用场景。因此,确定了中视传媒有限公司无锡影视基地分公司(水浒城、三国城景区)作为试点初步按照二级表90%计量率、三级表80%计量率的水平进行布设。二期工程将进一步考虑在一级计量设施安装点加装视频监控设备,实现对取水户日常取水行为的有效监控。

2.3 数字孪生平台

2.3.1 数据模型

以基础数据、监测数据、业务管理数据、跨行业共享数据、地理空间数据等多类型数据为基础,构建多维多时空尺度数据模型,为水利一张图等各类涉水业务应用提供一体化共享服务的支撑,也可结合业务视角对不同数据资源进行展示,方便业务部门对空间数据资源直观了解,并通过模块化的开发实现多核心业务要素不同风格下的轻应用服务。

2.3.2 数字孪生工程

取水设施全景展示:利用中高分辨率卫星遥感影像获取取水设施空间信息,实现可视化交互,并结合区域矢量化图层进行空间定位展示。

取水设施三维模型构建:利用取水设施附近地形、设计资料以及实地勘测资料,结合三维建模工具,构建取水设施主要建筑物三维模型。

典型示范工程内部部件建模:从滨湖区内水泵、泵房、管网、用水设施、主要生产设备、厂区环境等关键要素中,选取具备条件的某个重点工程、构建外部L3级、内部能够达到部件级的数字孪生模型。数字孪生示范工程三维建模示意图见图2。

该示范工程目前仅能实现对瞬时流量、累计流量数据的感知、反馈和记录,同时通过三维建模对示范点取排水水网络、平面布局进行模拟,但无法对物理世界实现完全的虚拟投射和运行预测。示范工程的关键点在于,健全二三级计量设施并实时监测反馈并核算分析取水户用水总量、主要用水部

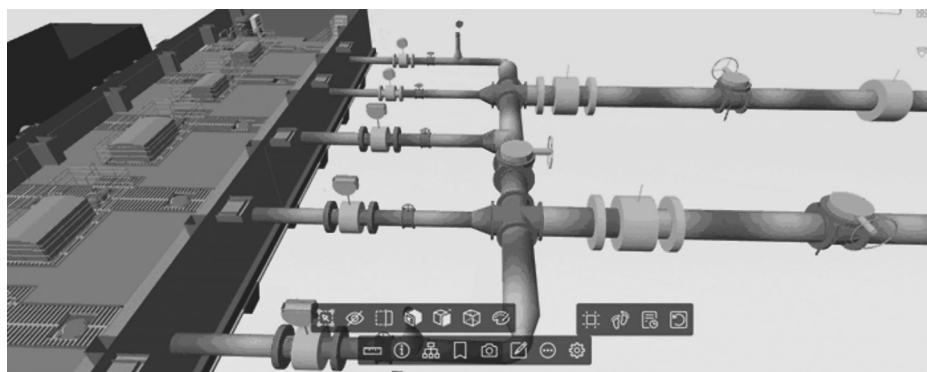


图2 数字孪生示范工程三维建模示意图

位和设施的实时用水数据,实现生成水平衡测试网络图,反映实际用水定额和管网漏损等。主要难点在于无法对取水工程硬件设施进行实时感知和反馈,管道直径、材质、使用年限等基础数据只能通过前期人工测量录入和平台查看。

2.4 应用系统

应用系统总体建设内容见图3,主要包括节约用水监管、水资源监管、政企交互、移动应用系统。

2.4.1 节约用水监管系统

节约用水监管系统包括用水总量和用水强度双控、用水定额监控、用水计划执行监控、节水型社会载体创建、水平衡测试、用水审计以及节水贷等功能。

(1)用水总量和用水强度双控。通过已建水资源信息监测站实现自备水的实时监控以及自来水取水的监控,并提供在线监测模块数据以及移动端

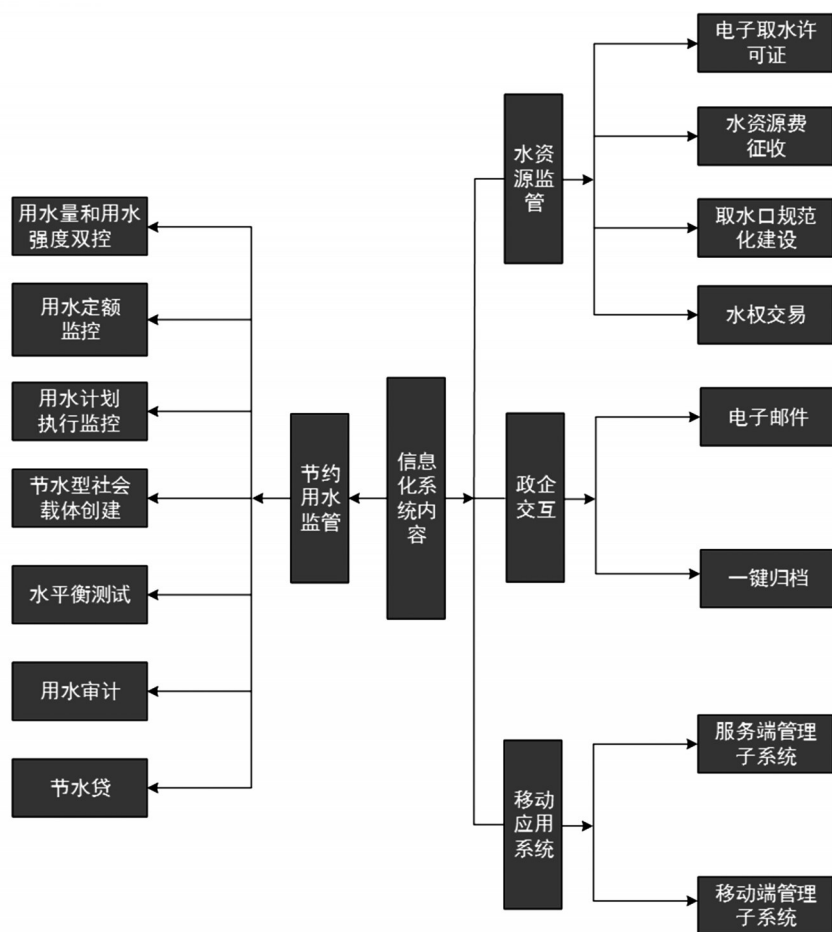


图3 应用系统总体建设内容

人工数据上报功能。

(2)用水定额监控。以自备取水实时监控水量数据为基础,并手动输入产品类别、产量和自来水用量,计算出实际用水定额,并与相应省定额对比。

(3)用水计划执行监控。每年年初导入当年用水计划,当用水量达到用水计划的80%则发出预警。可根据用水计划调整内容,显示调整前用水计划、调整后用水计划以及修改日期等信息。

(4)节水型社会载体创建。可输入文件、类别、单位名称、创建年份、复查年份,并提供新增功能;绘制已创建节水型载体企业占高耗水行业比重覆盖率图,可绘制行业分行业比重覆盖率图。

(5)水平衡测试。可导入企业水平衡测试文本,分年度展示,按照不同水平衡测试有效期时间,在Web端和APP端进行工作提示,依据水平衡测试文本模板开发水平衡测试文本内容填写功能。

(6)用水审计。包括录入省市三级重点用水户名录和企业历次用水审计成果、开展时间,按照重点监控用水户5年1次的频率,在Web端和APP端进行工作提示。

(7)节水贷。可实时更新国家省市“节水贷”政策介绍、省市节水金融服务合作机构介绍,并提供金融机构拨打电话、导航服务。根据不同金融机构材料要求,设置“节水贷”自主申报模块,努力搭建金融支持节水工作的平台。

2.4.2 水资源监管系统

水资源监管系统建设内容主要包括电子取水许可证、水资源费征收、取水口规范化建设、水权交易。

(1)电子取水许可证。实现汇总表格和证照文本录入,并可根据汇总表格中的电子取水证有效期,提前发送工作提醒至水务经理人手机端。

(2)水资源费征收。实现年度、月度汇总表格录入,并利用自备水取水实时监控数据计算月度水资源缴费额。

(3)取水口规范化建设。基于各取水口经纬度坐标,绘制取水口位置分布图,并可通过点击取水口位置图像显示规范化建设照片等。水务经理人可根据延续水申请书文本大纲,填写申请书并盖电子章,并可查询近5年取水户用水量。区水利局可根据延续评估表大纲,填写延续评估表并导出,并可查询近5年用水量和水资源费。实现取水总结历年导入、新增功能,并可导入月度用水量,根据取水总结编写大纲引导水务经理人录入取水总结以及

加盖电子章。统计台账、抄表记录依据抄表模板,提取数据生成,依据申请模板,取水计划由水务经理人录入生成。根据政企交互中的发送功能发送的水资源缴费通知书和票据,导入相应台账层级中。取水工程运维实现以取水户为单位,以列表形式将计量设施安装合同、照片进行导入。实现计量设施更换维修记录,以取水户为单位,通过列表形式显示更换维修时间,提供导入更换维修照片。水权交易实现单笔交易内容导入功能,水务经理人可填写申请书并可加盖电子章。

2.4.3 政企交互系统

政企交互系统主要包括电子邮件和一键归档。实现重要文件和规范化建设台账相关文件的实时发送,如用水计划下达文件、调整批复文件、水资源费缴款通知书、缴款票据等可在相应模块中进行文档选择和邮件发送。

(1)电子邮件。实现邮件的编写、保存、发送、管理功能,可对单人或者批量发送电子邮件,发送可带附件。

(2)一键归档。后期系统运行过程中,可将其他业务系统日常产生的相关材料进行一键归档。

2.4.4 移动应用系统

结合GIS、GPS、智能感知等技术手段,基于通用开发平台,支持各类主流智能手持操作系统,定制开发跨平台的移动综合业务应用系统,为水资源管理工作人员以及取水户提供随时随地、方便快捷的移动业务信息处理平台,形成服务自动化、办公网络化、管理科学化、监管信息化的移动水利管理功能。联控联调移动应用系统定制开发,支持各类智能手机,实时接收监测和填报信息,实现水资源综合业务的移动办公。

移动应用系统由服务端管理子系统和移动端管理子系统组成。服务端管理子系统主要包括后台管理、信息查询、远程协作等模块。移动端管理子系统主要实现实时监控、节约用水监管、取水口规范化建设管理、政企交互等模块。

2.5 安全系统

安全体系主要包括数据安全、应用安全以及安全管理制度等方面。

(1)数据安全。主要在数据存储、访问、处理等各环节采取的安全措施,包括用户授权、CA认证、数据加密、冗余存储备份等。

(2)应用安全。在系统设计时采用分层设计理念,将信息接收处理、数据存储、应用管理、发布

服务等分层设计,确保应用系统安全,同时在身份鉴别、访问控制、冗余信息保护、通信完整性、通信保密性、软件容错和资源控制等方面采取对应安全措施。

(3)安全管理制度。包括设备管理、人员管理、机房管理等制度。

3 建设效益

3.1 信息充分共享,提升数据价值

通过建立水资源信息和数据的采集、传输、管理、共享、分析应用的相关标准和流程,实现信息采集的全覆盖,相关部门间业务信息的充分共享,数据分析的统一规范,消除数据孤岛、信息烟囱,促进业务的一体化管理,使水务管理决策更加科学、精准,显著提升信息和数据价值,避免管理数据资源的重复建设,通过应用资产和数据资产的复用,使涉水信息化成果得到更充分的利用,有效降低系统建设、运维和管理成本。通过本建设项目,以信息化手段增强对滨湖区全域取用水进行动态监管的能力,实现取用水24 h动态监管不间断,打通政府部门间、政企间、政社间对于用水单位用水量和基础信息以及社会经济数据的实时更新与共享通道。

3.2 工作模式转变,管理成本降低效益提升

通过行业监管事务提供规范化、精细化的日常管理工具,将人力投入、人工作业为主的模式,转变为通过系统功能提供敏捷、高效、规范化、精细化管理手段的模式,用科技换人力。提供多种业务办理方式,降低成本。同时通过本建设项目,推进形成基础设施集约统一,业务应用协同联动,政务服务利企便民的发展格局,使信息化管理更加规范、应用更加高效、服务更加智能。

4 结语与展望

新技术突破带来了新一轮的信息化技术变革,新科技与水利业务深度融合,为水利信息化赋予更多现代化“智慧”新动能以实现水利新发展。经过近几年的信息化建设,县域节约用水和规范化监管相关类似平台已出现,但存在信息采集存在短板,多数依靠人工抄读采集企业机构的取用水数据;已建业务应用系统涉及水资源和节水等应用较少,还

未形成专门的支撑管理系统,无法支撑新技术应用的扩展和业务变化的需求;业务系统缺少统筹规划,应用深度不够,已建应用系统没有进行统一的规划设计,数据信息处理还停留在采集和基础分析层面等问题。本平台把握“总量与效率双控”主轴,围绕“三规范、二精准、一清晰”取水工程规范化建设标准以及《江苏省用水单位水务经理管理制度(试行)》,对照水行政主管部门监管职责和取水单位管理义务,搭建应用系统的业务体系框架,形成可推广的适合江苏省县域的水资源管理集成平台设计范例。

参考文献:

- [1] 李国英. 推动新阶段水利高质量发展 为全面建设社会主义现代化国家提供水安全保障——在水利部“三对标、一规划”专项行动总结大会上的讲话[EB/OL]. (2021-08-24)[2021-08-26]. http://www.mwr.gov.cn/xw/slyw/202108/t20210824_1540429.html.
- [2] 蒋云钟,冶运涛,赵红莉,等. 智慧水利解析[J]. 水利学报,2021,52(11):1355-1368.
- [3] 王忠静,王光谦,王建华,等. 基于水联网及智慧水利提高水资源效能[J]. 水利水电技术,2013,44(1):1-6.
- [4] 中华人民共和国水利部. 水利部关于印发加快推进智慧水利的指导思想和智慧水利总体方案的通知[Z]. 北京:中华人民共和国水利部,2019.
- [5] 包志炎,姜小俊,黄康,等. 浙江水利数字化转型总体框架和关键技术研究[J]. 水利信息化,2020(2):1-8.
- [6] 戚晓明,白夏,金菊良,等. 智慧水资源管理系统的设计与应用[J]. 华北水利水电大学学报(自然科学版),2017,38(3):47-51.
- [7] 王晓辉,殷峻暹. 深圳市智慧水务建设总体框架研究[J]. 水利水电技术,2019,50(增刊1):192-196.
- [8] 杨明祥,蒋云钟,田雨,等. 智慧水务建设需求探析[J]. 清华大学学报(自然科学版),2014,54(1):133-136,144.
- [9] 边晓南,张雨,张洪亮,等. 基于数字孪生技术的德州市水资源应用前景研究[J]. 水利水电技术,2022,53(6):79-90.
- [10] 孙大鹏. 丹东市智慧水利信息平台的设计与实现研究[J]. 黑龙江水利科技,2021,49(8):112-115.
- [11] 徐健,李国忠,徐坚,等. 智慧水利信息平台设计与实现——以福建省沙县智慧水利信息平台为例[J]. 人民长江,2021,52(1):230-234.