

水利信息化技术发展与应用现状

丁彦文

江苏省水文水资源勘测局 江苏南京 210000

摘要：水利信息化技术融合计算机、通信、网络、传感器等现代信息技术，实现水利业务的智能化、精细化管理，其发展对经济社会稳定意义重大。我国水利信息化自上世纪80年代起步，历经多个阶段，如今迎来高速发展黄金期。关键技术包括物联网技术构建“感知网”提升监测精度，大数据与云计算技术处理海量数据助力决策，人工智能技术提高预报精度，GIS技术发挥空间分析能力。目前，数字孪生流域建设成效初显，水资源管理与水灾害防御信息化水平提升。但数据整合共享、技术标准规范、网络安全等面临挑战。未来多技术融合、智慧水利推进、网络安全强化将助力水利信息化为水利事业高质量发展提供支撑。

关键词：水利信息化技术；现代信息技术；发展阶段；应用现状

引言

水利作为国家基础设施建设的关键领域，对经济社会的稳定发展至关重要。水利信息化技术融合计算机、通信、网络、传感器等现代信息技术，实现水利业务的智能化、精细化管理。它不仅改变了传统水利工作的模式，更成为提升水利行业整体效能的核心力量。

我国水利信息化自上世纪80年代起步，历经多个重要发展阶段。初期，主要是进行水利信息系统的基础搭建，在一些重点水文站安装简单的监测设备，实现了部分水文数据的人工采集向半自动采集的转变。到了90年代，随着计算机和网络技术的普及，开始构建小型的水利信息网络，使数据传输更加便捷，信息共享范围有所扩大。进入21世纪，特别是近年来，大数据、云计算、物联网、人工智能等新兴技术蓬勃兴起，水利信息化迎来了高速发展的黄金时期，全面开启了智慧水利的建设篇章。

一、水利信息化关键技术及应用现状

（一）水利信息化关键技术

1. 物联网技术

物联网技术在水利领域构建起了一张精密的“感知网”，极大提升了水利监测的广度和精度。在水资源监测中，传感器节点的部署密度不断加大，除了常规的水位、流量监测，还能对水中的溶解氧、pH值、重金属含量等水质指标进行实时监测。这些传感器具有低功耗、高精度的特点，大大减少了维护成本。在水文测站上，数千个传感器组成的网络，每5分钟就会更新一次数据，为

流域水资源管理和防洪决策提供了持续稳定的数据支持。

在水利设施监测中，物联网技术的应用场景不断拓展。以大坝为例，除了传统的位移、应力监测，现在还能对大坝的温度场、渗流压力等进行监测，数据传输实时性达到秒级，一旦出现异常数据，系统会自动报警，有助于第一时间进行排查处理，确保大坝安全运行。此外，在灌溉系统中，物联网技术可以通过监测土壤湿度、温度等信息，实现精准灌溉，提高水资源利用效率，减少水资源浪费，为农业节水灌溉提供了有力支持。

2. 大数据与云计算技术

通常水利数据来自水文站、气象站、水利工程等多个渠道，数据量大，数据类型多。云计算为水利工作提供了强大的算力和存储支持，大数据技术能高效处理海量水利数据，同时通过数据挖掘、机器学习等算法，能从这些数据中发现潜在的规律和趋势，为科学决策提供有力依据。例如，在洪水预测中，通过对多年的历史洪水数据和实时雨水情数据进行分析，建立洪水预测模型，提高洪水预测的准确性和时效性，为防洪决策提供更精准的参考。

3. 人工智能技术

人工智能在水文预报中的应用越来越成熟。传统的水文预报模型受限于经验参数的设置，精度往往不够理想。而基于深度学习的人工智能模型，能自动学习历史水文数据中的复杂关系，有效提高了预报精度，为防洪调度决策提供了更可靠的依据。此外，人工智能技术还可以应用于水利设施的故障诊断和预测性维护。通过对设备运行数据的分析，建立设备故障诊断模型，提前预

测设备可能出现的故障，及时进行维护和修理，减少设备故障对水利工程运行的影响，提高水利设施的可靠性和运行效率。

4. 地理信息系统 (GIS) 技术

GIS技术以其强大的空间分析能力，在水利规划中发挥着不可替代的作用。在水灾害防御中，GIS技术能实时生成洪水淹没范围图。结合实时的水位数据和地形数据，通过空间分析算法，快速计算出不同洪水等级下的淹没区域，并标注出区域内的人口、房屋、基础设施等信息^[1]。同时，GIS技术还可以用于水资源的合理规划和配置。通过对水资源分布、需水情况、地形地貌等因素的综合分析，制定科学合理的水资源开发利用方案，优化水资源的配置，提高水资源的利用效益。

(二) 水利信息化技术应用现状

1. 数字孪生流域建设

数字孪生流域通过构建与真实流域一致的虚拟模型，实现了对流域水资源、水环境等的全过程模拟。我国在长江、黄河、淮河等主要流域的数字孪生建设已取得阶段性成果。在长江2024年第1号洪水防御过程中，数字孪生三峡1.0版本发挥了重要作用，利用数字孪生行蓄洪空间平台预警研判模块，跟踪分析长江中下游超警堤防情况和洲滩民垸运用风险情况，助力水利部长江水利委员会防御局靶向预警，并为各地组织巡堤查险、人员转移提供了及时“叫应”提醒服务。通过数字孪生流域建设，可以实现对流域的实时监测、动态分析和科学决策，为流域的综合管理提供有力支持。

2. 水资源管理信息化

信息化技术推动了水资源管理向精细化、科学化方向发展。在水资源监测与调配方面，建立了覆盖全国的水资源监测网络，通过在线监测设备实时采集水资源数据，并利用信息化平台实现了水资源数据的实时共享和动态分析。根据不同地区的水资源状况和用水需求，借助水资源调配模型，制定科学合理的水资源调配方案。通过安装智能水表，实现用水量的精准计量和实时传输，为用水户提供便捷的缴费服务，同时提高了水资源管理的效率和透明度。

3. 水灾害防御信息化

在洪水监测与预警方面，构建了“天空地”一体化的洪水监测体系。利用卫星遥感、雷达监测等技术获取大范围的洪水信息，通过地面水文监测站点对水位、流量等数据进行实时监测，实现了对洪水的全方位、多层次监测。同时，建立了完善的洪水预警系统，通过短信、

广播、电视等多种渠道及时向社会公众发布洪水预警信息。在2024年部分地区发生的洪水灾害中，洪水预警系统提前发布预警，为当地群众转移避险赢得了宝贵时间，有效减少了人员伤亡。

此外，依托信息化技术建立的防汛调度指挥系统整合了水文、气象、水利工程等多方面的数据，通过防汛调度模型对洪水演进过程进行模拟分析，快速制定合理的水利工程调度方案，最大限度地减轻洪水灾害损失，为防汛决策提供科学依据

二、水利信息化技术在区域经济社会发展中的应用

(一) 农业领域

在农业生产中，水利信息化技术的应用显著提高了灌溉效率和水资源利用效率。通过传感器实时监测土壤湿度、温度和作物生长状况，结合气象数据进行智能分析，可实现精准灌溉。例如，在干旱地区推广的智能滴灌系统，利用物联网技术将传感器数据传输至控制中心，根据作物需水规律自动调节灌溉时间和水量，使水资源浪费减少30%以上。

同时，水利信息化技术推动了农业现代化进程。例如，在山东寿光蔬菜种植区，借助物联网和大数据技术搭建的智慧农业系统，实现了蔬菜生长环境的实时调控和病虫害的早期预警，使蔬菜产量提高25%，品质显著提升，农户收入增加18%。这种技术集成模式正逐步向全国推广，助力农业向高效、绿色、可持续方向发展。

(二) 工业领域

在工业生产中，水利信息化技术助力企业优化用水结构，降低用水成本。例如，大型钢铁企业通过部署工业水务智能管控平台，实时监测生产环节的用水量、水质变化，利用大数据分析实现水资源的梯级利用和循环利用，使吨钢耗新水降低至1.5立方米以下，相较于传统工艺节水40%以上。同时，基于云计算的工业水污染预警系统，可提前24小时预测水质超标风险，保障工业生产与周边水环境的协调发展。

(三) 城市居民生活

在城市供水管理中，水利信息化技术保障了供水安全与稳定。例如，北京城市智慧水务系统通过在1.5万公里供水管网中部署8000余个智能压力监测点和3000余套水质传感器，构建起“城市供水神经网络”。借助大数据分析模型，系统可提前6小时预警管网漏损，定位精度达95%以上，年均减少漏损水量1200万立方米，相当于6个昆明湖的水量。同时，基于区块链技术的水质溯源系

统,使居民通过手机扫码即可获取从水源地到水龙头的全流程水质信息,增强公众对供水服务的信任度^[2]。

三、水利信息化技术发展面临的挑战

(一) 数据整合与共享难题

水利数据来源广泛,包括不同部门、不同地区以及不同监测设备采集的数据,数据格式和标准不一致,导致数据整合难度较大。此外,由于部门之间存在信息壁垒,数据共享机制不完善,部分数据难以在不同部门之间流通和共享,影响了水利信息化技术的整体应用效果。例如,在水资源管理中,水利部门、环保部门、城建部门等都涉及到水资源的相关数据,但由于各部门的数据管理系统独立运行,数据无法有效共享,导致水资源管理决策缺乏全面、准确的数据支持。

(二) 技术标准与规范不统一

不同厂家生产的传感器、数据接口和通信协议各不相同,导致不同品牌的设备难以兼容。各地开发的水利信息系统,在数据存储格式、功能模块设计等方面也存在差异,系统之间的数据交换和业务协同困难。这不仅增加了水利信息化建设的成本,也不利于技术的推广和应用。例如,在一些地方的水利信息化项目中,由于采用了不同厂家的设备和技术,系统集成过程中遇到了诸多问题,影响了项目的进度和质量,同时也给后续的运行维护带来了不便。

(三) 网络安全风险

随着水利信息化程度的提高,网络安全威胁日益凸显。水利信息系统存储着大量敏感数据,包括水利工程的设计图纸、运行参数、水资源分布数据等,这些数据一旦泄露或被篡改,可能造成严重后果。同时,随着水利信息化系统与互联网的连接日益紧密,网络攻击的渠道和手段也不断增多,如恶意软件、网络钓鱼、DDoS攻击等,给水利信息化系统的安全防护带来了巨大挑战。

四、水利信息化未来发展展望

(一) 多技术融合创新发展

未来,物联网、大数据、云计算、人工智能、GIS等技术将实现深度融合,形成更加智能、高效的技术体系。例如,物联网技术实时采集水利数据,通过5G通信网络快速传输至云计算平台,利用大数据技术进行存储和管理,人工智能算法对数据进行智能分析和挖掘,GIS技术则将分析结果以可视化的方式呈现。这种融合将实

现水利业务的全流程智能化、精细化管理,推动水利行业现代化进程。例如,在水资源管理中,通过对水资源监测数据的实时采集和分析,结合GIS技术的可视化展示,实现水资源的精细化调配和高效利用;在水利工程建设中,利用物联网技术对施工过程进行实时监控,结合大数据和人工智能技术对施工质量进行智能评估和预测,提高工程建设质量和效率。

(二) 智慧水利全面推进

智慧水利以数字孪生流域为核心,构建起全方位感知、全过程智能、全业务协同的水利管理体系,将成为水利信息化发展的核心方向。在智慧水利体系下,水利设施将具备自我感知、自我诊断、自我修复的能力,水资源管理将更加科学、精准、高效,水灾害防御将实现智能化预警和快速响应。智慧水利的全面推进,将使水利行业的管理水平实现质的飞跃。

(三) 强化网络安全保障

网络安全将成为水利信息化建设的重点领域。未来将加大网络安全技术研发投入,开发适应水利行业特点的安全防护技术和产品。建立健全网络安全管理制度,加强对水利信息系统的安全防护,定期进行安全评估和漏洞扫描。加强网络安全人才培养,提高水利部门工作人员的网络安全意识和技能。构建多层次的网络安全防护体系,实现从终端到云端的全方位安全保障,确保水利信息系统的安全稳定运行。例如,采用先进的加密技术对水利数据进行加密存储和传输,防止数据泄露;建立入侵检测和防御系统,及时发现和阻止网络攻击。

综上所述,水利信息化技术在水资源管理、水灾害防御、水利工程建设等方面发挥着重要作用,但也面临着数据整合与共享、技术标准与规范、网络安全等诸多挑战。未来,随着多技术融合创新发展、智慧水利全面推进以及网络安全保障的不断强化,水利信息化将迎来更广阔的发展前景,为我国水利事业的高质量发展提供有力支撑。

参考文献

- [1]周艳艳.济宁市农田水利工程建设中信息技术的应用与发展[J].农业工程技术,2024,44(29):98-99.
- [2]孙小兵,王海滨.综合治理视角下的水资源管理与生态保护策略探析[J].人民黄河,2025,47(S1):54-55.