

简述水利工程运行管理中大数据分析的应用价值

柯雪磊

新疆生产建设兵团第十师水利工程管理服务中心（北屯市水利工程管理服务中心） 新疆 北屯 836099

摘要：本文探讨了水利工程运行管理中大数据分析的应用价值，水利工程运行管理具有复杂性、动态性、区域性和安全性和环保性等特点。大数据分析通过整合多方数据，为水资源调度、工程安全监测、防汛抗旱管理、水质监测与保护等方面提供了科学依据。通过大数据分析，可以提高水利工程的运行效率和经济效益，保障水安全和生态环境，推动技术创新与管理模式变革，为水利工程运行管理带来了革命性的改变。

关键词：水利工程；运行管理；大数据分析；应用价值

1 水利工程运行管理的特点

1.1 复杂性

水利工程运行管理涉及多个方面和环节，具有高度的复杂性。从工程组成来看，一个完整的水利工程通常包含水库、大坝、渠道、泵站、水闸等多种设施，这些设施之间相互关联、相互影响，形成一个复杂的系统。在运行管理过程中，需要协调好各个设施的运行状态，确保整个工程系统的稳定高效运转。同时，水利工程的运行管理还涉及到水文、气象、地质、生态等多种自然因素，以及社会、经济、政策等多种人为因素。这些因素相互作用、相互制约，使得水利工程运行管理面临着诸多不确定因素和挑战。例如，水文情势的变化会影响水库的蓄水量和放水调度，气象条件的异常可能引发洪涝或干旱灾害，政策的调整可能改变水资源的分配方式等。另外，水利工程的运行管理还需要多个部门和单位的协同配合，如水利管理部门、电力部门、农业部门、环保部门等，各部门之间的职责和利益不同，协调难度较大，进一步增加了运行管理的复杂性。

1.2 动态性

水利工程的运行管理处于不断变化的动态过程中。首先，自然环境因素是动态变化的，水文流量、水位、降雨量、蒸发量等水文气象要素会随着季节、气候的变化而发生改变，水库的蓄水量、渠道的输水能力等也会随之变化。其次，水利工程的运行状态也是动态变化的。随着运行时间的增长，工程设施会出现老化、磨损、腐蚀等问题，其性能和安全性会逐渐下降。水利工程的运行负荷也会随着用水需求的变化而变化，如农业灌溉用水在不同季节有明显的差异，工业用水和生活用水也会随着经济发展和人口增长而发生变化。

1.3 区域性

水利工程的运行管理具有明显的区域性特征，不同

地区的自然地理条件、水文气象状况、水资源分布、经济社会发展水平等存在较大差异，导致水利工程的类型、规模、功能和运行管理方式也各不相同。例如，在南方多雨地区，水利工程的主要功能可能是防洪排涝和水资源的调配；而在北方干旱半干旱地区，水利工程则更侧重于蓄水灌溉和供水保障。不同区域的水利工程面临的问题和挑战也不同，如南方地区可能面临洪涝灾害的威胁，北方地区则可能面临水资源短缺的问题^[1]。水利工程的运行管理还需要考虑区域之间的协调和合作。水资源具有流动性，一个区域的水利工程运行管理措施可能会对其他区域产生影响。

1.4 安全性与环保性

安全性是水利工程运行管理的首要目标。水利工程一旦发生安全事故，可能会造成巨大的人员伤亡和财产损失，对社会稳定和经济发展产生严重影响。例如，大坝溃决会引发洪水灾害，威胁下游地区人民的生命财产安全；渠道坍塌会导致水资源浪费和农田被淹等问题。因此，在水利工程运行管理过程中，必须始终把安全放在首位，加强对工程设施的监测、维护和管理，及时发现和排除安全隐患。随着人们环保意识的提高，水利工程运行管理的环保性也日益受到重视。

2 水利工程运行管理中大数据的来源

水利工程运行管理中的大数据来源广泛，涵盖了工程建设、运行、维护等各个环节以及相关的自然和社会经济因素。第一，从工程自身来看，各类监测设备是大数据的重要来源。在水库、大坝上安装的变形监测仪、渗流监测仪、应力应变监测仪等，能够实时采集大坝的位移、沉降、渗流量、应力等数据，为工程安全监测提供依据。渠道上安装的流量监测仪、水位监测仪等，可实时记录渠道的输水流量、水位变化等信息。泵站、水闸等建筑物上的传感器也会采集设备的运行参数，如电

压、电流、功率、转速等。第二，水文气象数据也是大数据的重要组成部分。气象站、水文站等监测站点会收集降雨量、蒸发量、气温、湿度、风速、风向、水位、流量、水质等数据，这些数据对于水资源调度、防汛抗旱、水质监测等工作具有重要意义。随着遥感技术的发展，卫星遥感数据也成为水文气象数据的重要补充，能够提供大范围的地表覆盖、植被生长、水体分布等信息。第三，水利工程的运行管理数据同样不可或缺。包括水库的蓄水量、放水记录、灌溉用水量、发电用水量、水费征收记录等；工程设施的维护保养记录、维修记录、设备更换记录等；以及水利管理部门的调度指令、会议纪要、政策文件等。第四，社会经济数据也为水利工程运行管理提供了重要参考。如区域内的人口数量、工农业产值、用水定额、产业结构等数据，能够帮助管理者更好地了解用水需求和经济发展对水资源的影响，从而制定更加合理的水资源管理策略^[2]。

3 大数据分析在水利工程运行管理中的应用

3.1 水资源调度

水资源调度是水利工程运行管理的核心内容之一，大数据分析为水资源的科学调度提供了有力支持。通过对历史水文数据、气象数据、用水数据等进行分析，可以建立水资源调度模型，预测未来的水资源供需状况。例如，根据历史降雨量和径流量数据，结合气象预报，能够预测未来一段时间内水库的来水量；根据各行业的用水历史数据和发展趋势，能够预测未来的用水需求。基于这些预测结果，管理者可以制定优化的水资源调度方案，合理分配水资源，确保水资源的供需平衡。通过实时采集水库水位、流量、渠道输水情况、各用水户的用水数据等，对水资源调度方案进行实时调整。当某一区域用水需求突然增加时，能够及时从其他区域调水补充；当来水量突然减少时，能够及时削减用水指标，保障重点用水需求。

3.2 工程安全监测

水利工程的安全运行至关重要，大数据分析在工程安全监测中发挥着重要作用。通过对工程设施的各类监测数据进行实时分析和处理，能够及时发现工程存在的安全隐患，提前预警，采取措施进行维修和加固。对于大坝来说，通过对变形监测数据、渗流监测数据、应力应变监测数据等进行连续分析，可以掌握大坝的变形规律和安全状态。当监测数据出现异常变化时，大数据分析系统能够及时发出预警信号，提醒管理者进行检查和处理。例如，如果大坝的位移量超过了规定的阈值，系统会报警，管理者可以及时组织专业人员进行排查，

确定是否存在坝体失稳的风险；对于渠道、泵站、水闸等工程设施，大数据分析可以监测其运行状态和健康状况。通过分析设备的运行参数，如振动、温度、压力等，能够判断设备是否存在故障隐患。例如，泵站电机的振动频率异常可能意味着电机存在轴承磨损等问题，通过及时维修可以避免设备故障导致的停机事故。通过对长期监测数据的分析，建立工程老化模型，预测工程设施的剩余使用寿命，为工程的维修、改造和更新提供决策依据，提高工程的安全性和可靠性。

3.3 防汛抗旱管理

防汛抗旱是水利工程运行管理的重要任务，大数据分析在防汛抗旱管理中具有显著优势。在防汛方面，通过对历史洪水数据、气象数据、地形数据等进行分析，可以建立洪水预报模型，提高洪水预报的精度和提前量。利用大数据分析，可以实时整合气象站、水文站、雨量站等监测数据，以及卫星遥感数据、雷达数据等，对降雨过程、洪水形成过程进行实时监测和模拟。当监测到可能发生洪水时，能够及时发出洪水预警，为防汛指挥决策提供依据。大数据分析还可以优化防汛调度方案，根据洪水预报结果和工程运行状态，制定科学的泄洪方案，确保大坝、堤防等工程的安全，减少洪水灾害损失。在抗旱方面，大数据分析可以通过对历史干旱数据、气象数据、土壤墒情数据、作物生长数据等进行分析，建立干旱监测和评估模型，及时掌握干旱发生的范围、程度和发展趋势^[3]。根据干旱评估结果，管理者可以制定抗旱措施，如合理调配水资源、启动应急供水工程、推广节水灌溉技术等，最大限度地减轻干旱灾害的影响。

3.4 水质监测与保护

随着人们对生态环境的重视，水质监测与保护成为水利工程运行管理的重要内容，大数据分析在这一领域的应用日益广泛。通过对水质监测数据进行分析，可以及时掌握水体的污染状况和变化趋势。大数据分析可以整合不同监测点的水质数据，如pH值、溶解氧、化学需氧量、氨氮、重金属含量等，对水体的质量进行全面评估。通过建立水质预测模型，能够预测未来水质的变化趋势，提前发现潜在的水质污染风险。当发生水质污染事件时，大数据分析可以快速追溯污染源头。通过对污染发生前后的水质数据、水文数据、周边污染源数据等进行分析，确定污染物质的种类、来源和扩散路径，为污染治理提供依据。例如，当水库水质出现异常时，通过分析入库河流的水质数据、周边工厂的排污数据等，能够快速找到污染源头，并采取相应的治理措施。另

外，大数据分析还可以为水资源保护规划提供支持。通过对水质数据、污染源数据、生态环境数据等进行综合分析，制定合理的水资源保护目标和措施，控制污染物排放，改善水体质量，维护水生态平衡。

4 大数据分析在水利工程运行管理中的价值体现

4.1 提高运行效率与经济效益

大数据分析能够显著提高水利工程运行管理的效率，进而带来可观的经济效益。在水资源调度方面，通过科学的数据分析和预测，制定优化的调度方案，能够减少水资源的浪费，提高水资源的利用效率。例如，精准的灌溉调度可以避免过量灌溉，节约农业用水，同时提高农作物的产量。大数据分析可以实现工程设施的预知性维护。通过对设备运行数据的分析，提前发现设备的潜在故障，及时进行维修和更换，避免因设备故障导致的停机事故，减少维修成本和停机损失。例如，对泵站电机的运行数据进行分析，预测电机的使用寿命和可能出现的故障，提前安排维修，能够提高泵站的运行可靠性，降低维护费用。通过对各类运行数据的分析，找出运营管理中的薄弱环节和不合理之处，采取相应的改进措施。例如，通过分析泵站的能耗数据，优化泵站的运行参数，降低能耗；通过分析水费征收数据，加强水费征管，提高水费收缴率，增加水利工程的收入；通过建立信息化管理平台，实现数据的自动采集、分析和共享，减少人工操作和数据处理时间，提高决策的及时性和准确性。

4.2 保障水安全与生态环境

保障水安全是水利工程运行管理的首要目标，大数据分析在这方面发挥着重要作用。通过对工程安全监测数据的实时分析和预警，能够及时发现工程设施的安全隐患，采取措施进行处理，避免安全事故的发生。例如，大坝安全监测系统通过大数据分析能够及时发现坝体的异常变形，提前发出预警，为大坝的安全运行提供保障。大数据分析能够提高灾害预警的准确性和及时性，为防汛抗旱决策提供科学依据，最大限度地减少灾害损失。准确的洪水预报可以提前转移受威胁区域的群众和财产，避免人员伤亡和财产损失；及时的干旱预警可以帮助农民调整种植结构，采取抗旱措施，减少农业

损失。通过对水质数据的监测和分析，及时发现水质污染问题，采取措施控制污染源，改善水体质量，维护水生态平衡。例如，通过对河流、湖泊水质数据的分析，掌握水体的富营养化状况，采取相应的治理措施，防止水华等生态灾害的发生^[4]。

4.3 推动技术创新与管理模式变革

大数据分析推动了水利工程运行管理的技术创新。为了满足大数据分析的需求，需要不断研发和应用新的监测技术、数据传输技术、数据存储技术和数据分析算法等。例如，物联网技术的应用实现了监测数据的实时采集和传输，云计算技术为海量数据的存储和处理提供了支持，人工智能算法提高了数据分析的精度和效率。这些技术创新不仅提高了水利工程运行管理的水平，还带动了相关产业的发展。例如，水利监测设备制造业、信息技术服务业等因大数据分析的应用而得到快速发展，形成了新的经济增长点。传统的管理模式主要依靠经验决策，管理效率低下，而大数据分析为管理决策提供科学依据，推动管理模式向精细化、智能化、科学化转变。通过建立信息化管理平台，实现了水利工程运行管理的数字化和可视化，管理者可以通过平台实时掌握工程运行状态和水资源状况，及时调整管理策略。

结束语

综上所述，大数据分析在水利工程运行管理中发挥着不可或缺的作用。它不仅提升了水利工程的管理水平，还促进了技术创新和产业升级。未来，随着技术的不断进步和数据的持续积累，大数据分析在水利工程运行管理中的应用将更加广泛和深入，为水资源的可持续利用和水生态系统的保护提供更加强有力的支持。

参考文献

- [1] 邓贵友. 水利大坝工程对洪水调控与水资源优化的影响研究[J]. 水利科技与经济, 2025, 31(04):14-19.
- [2] 冯社广. 区域水利工程水资源调配优化与可持续利用研究[J]. 水土保持, 2025, (05):187-189.
- [3] 颜晓晓, 李永波. 运用大数据分析优化水利工程管理决策的探索与实践[J]. 珠江水运, 2025, (01):117-119.
- [4] 李小平. 运用大数据分析优化水利工程管理决策的探索与实践[J]. 珠江水运, 2024, (15):79-81.