

水资源规划与管理决策支持系统的发展和应用

孔跃¹ 张健²

1 丹东市水务服务中心 2 辽宁省第七地质大队有限责任公司

DOI:10.12238/hwr.v8i8.5636

[摘要] 随着全球水资源日益紧张,如何高效、合理地规划和管理水资源成为了研究的热点。如何合理有效地管理水资源,成为一个亟待解决的问题。水资源规划与管理决策支持系统,作为一种集信息技术、决策科学和水资源管理于一体的综合性系统,其发展和应用对于提升水资源管理效率、优化水资源配置具有重要意义。基于此,本文针对水资源规划与管理决策支持系统的发展和应用进行了探讨,旨在为相关领域的研究和实践提供参考。

[关键词] 水资源规划; 管理决策支持系统; 发展; 应用

中图分类号: TV213 文献标识码: A

Water resource planning and management decision –making support system development and application

Yue Kong¹ Jian Zhang²

1 Dandong City Water Service Center 2 Liaoning Provincial Seventh Geological Brigade Co., Ltd

[Abstract] As global water resources are becoming tense, how to plan and manage water resources efficiently and reasonably has become a hot spot for research. How to manage water resources reasonably and effectively has become an urgent problem. Water resource planning and management decision –making support system, as a comprehensive system integrating information technology, decision –making science and water resources management, its development and application is of great significance to improving the efficiency of water resources management and optimizing the allocation of water resources. Based on this, this article discusses the development and application of water resources planning and management decision –making support systems, aiming to provide reference for research and practice in related fields.

[Key words] water resources planning; management decision support system; development; application

引言

水资源是人类生存和社会发展的基础资源,其合理利用和有效管理直接关系到国家经济和社会的可持续发展。面对复杂多变的水资源形势,传统的水资源管理方法已难以满足现代社会的需求。水资源决策支持系统是指利用计算机及相应的软件(包括人工智能、专家系统等技术)完成数据提取、逻辑推理、信息处理和管理控制等功能,为水资源决策者提供有关数据及应用模型的(计算机)交互式信息处理系统。它主要由数据库系统、模型库系统、方法库系统和用户接口系统四个子系统组成。因此,开发和应用水资源规划与管理决策支持系统,以实现对水资源的科学化、精准化管理,具有重要的理论意义和实践价值。

1 决策支持系统的概念及其发展历程

1.1 定义

决策支持系统(Decision Support System,简称DSS)是一个集成了数据、模型、知识、分析方法以及人机交互界面的综合

性计算机系统。它的核心目的是通过为决策者提供必要的信息和分析工具,帮助决策者面对半结构化或非结构化问题时做出更加科学、合理的决策^[1]。DSS不仅提供数据查询和展示功能,还能通过数据分析、模拟预测和方案优化等方式,支持决策的全过程。

1.2 结构与功能

DSS通常由以下几个部分构成:数据库系统、模型库系统、方法库系统、知识库系统以及人机交互系统。这些部分相互协作,共同实现DSS的核心功能,包括数据收集与整理、模型构建与运行、知识推理与表示、决策分析与方案生成等。通过这些功能,DSS能够帮助决策者在不同层面上进行决策分析,提升决策的质量和效率。

1.3 发展历程概述

自20世纪70年代起,DSS的发展经历了多个阶段,其结构和功能不断完善,应用领域也逐渐扩大。20世纪70年代,DSS的概念

初步形成。这一时期, DSS主要侧重于数据管理和信息查询, 以支持决策过程中的信息获取。虽然功能相对简单, 但为后续的DSS发展奠定了基础。进入80年代, DSS的结构逐渐完善, 形成了数据库、模型库和对话生成器三部件的基本框架。这一时期, DSS开始引入更多的分析方法和模型, 以支持决策过程中的定量分析和预测。同时, 人机交互界面也得到了改进, 使得用户能够更加便捷地与系统进行交互。随着信息技术的快速发展, 90年代出现了智能决策支持系统(IDSS)。这一阶段的DSS引入了人工智能技术, 如知识推理、机器学习等, 使得系统能够更好地理解用户需求, 提供更为精准的决策支持。不仅如此, IDSS还加强了与其他信息系统的集成, 实现了信息的共享和协同工作。进入21世纪, DSS继续发展并与新技术相融合。云计算、大数据、数据挖掘等新技术的出现为DSS提供了更为丰富的数据资源和分析手段。此外, DSS还开始应用于更广泛的领域, 如金融、医疗、教育等, 为各行各业的决策提供了有力支持。

2 DSS在水资源规划及管理中的应用

2.1 水资源评价

DSS在水资源管理中, 特别是在水资源评价方面, 发挥着至关重要的作用, 水资源评价是水资源管理的基础, 它涉及到对水资源数量、质量、时空分布、可利用性等方面的全面评估。DSS的应用, 为这一复杂而关键的任务提供了科学、高效的工具。首先, DSS能够集成多源数据, 包括气象、水文、地理、社会经济等多方面的信息, 为水资源评价提供全面的数据支撑。这些数据经过DSS的处理和分析, 能够揭示出水资源的分布规律、变化趋势以及影响因素, 为决策者提供准确、可靠的信息。其次, DSS通过构建数学模型, 对水资源进行评价和预测。这些模型可以根据实际需要, 考虑不同的因素和条件对水资源进行定量分析和评估。通过模拟和预测, DSS可以帮助决策者了解未来水资源的变化趋势, 提前制定相应的应对策略^[2]。此外, DSS还能够进行多方案比较和优化, 在水资源评价过程中, 往往需要考虑多种可能的方案, 如不同的取水方案、供水方案、节水方案等。DSS可以对这些方案进行综合评价和比较, 分析各方案的优缺点, 为决策者提供最优化的选择。最后, DSS还可以为水资源评价提供可视化支持。通过图形、图像等直观的形式, DSS可以将复杂的水资源评价结果以简洁明了的方式呈现给决策者, 帮助他们更好地理解评价结果, 制定更合理的决策。

2.2 水资源规划

水资源规划是一项复杂且至关重要的任务, 涉及到对水资源的合理利用、保护和开发, 直接关系到地区的可持续发展和民生福祉, DSS的应用, 为水资源规划提供了更为科学、系统和全面的支持。在水资源规划中, DSS能够充分利用各种数据和信息, 对水资源进行全面的分析。通过收集、整合和处理气象、水文、地理、社会经济等多方面的数据, DSS能够揭示出水资源的时空分布规律、变化趋势以及影响因素。这为水资源规划提供了坚实的数据基础和科学依据。在此基础上, DSS通过构建数学模型和仿真系统, 能够对不同的水资源规划方案进行模拟和预测。这

些模型可以考虑到各种因素, 如降雨、蒸发、径流、水质等, 以及人类活动对水资源的影响。通过模拟不同方案下的水资源供需状况、生态环境影响等, DSS可以帮助决策者评估各方案的可行性和效果, 从而选择出最优的规划方案。最后, DSS还能够对规划方案进行多目标优化。在水资源规划中, 往往需要考虑到多个目标, 如供水安全、生态保护、经济发展等。DSS可以综合考虑这些目标, 通过优化算法和技术, 寻找出既能满足各方需求, 又能实现整体效益最大化的规划方案。另外, DSS还能够为水资源规划提供可视化和交互式的决策支持平台。通过多样化形式, DSS可以将复杂的规划方案和结果以直观、易懂的方式展现给决策者。同时, 决策者还可以通过平台与模型进行交互, 调整参数和方案, 实时查看模拟结果, 从而更加灵活地进行决策。

2.3 水资源配置

水资源配置是一个复杂而精细的过程, 需要考虑到各种因素, 包括不同地区的水资源状况、用水需求、生态环境需求等, 而DSS以其强大的数据处理和分析能力, 为水资源配置提供了科学的决策支持。在应用中, DSS能够全面收集和分析各地区的水资源数据, 包括降雨量、河流水量、水库蓄水量等。通过整合这些数据, DSS能够清晰地展示出各地区的水资源分布状况和可利用量, 为决策者提供直观的数据支持。其次, DSS能够根据用水需求和生态环境需求, 构建水资源配置模型。这些模型可以综合考虑各种因素, 如供水优先级、水质要求、生态流量等, 以确保水资源的合理分配和可持续利用。通过模拟不同的配置方案, DSS可以预测各方案对水资源供需平衡、生态环境影响等方面的效果, 为决策者提供多种选择。在水资源配置以及管理中, 随着天气变化、用水需求波动等因素的影响, 水资源状况会不断发生变化。DSS能够实时监测这些变化, 并根据实际情况对配置方案进行调整, 确保水资源的合理利用和最大化效益。最后, DSS在水资源配置中的应用还体现在其可视化展示方面。DSS可以将复杂的水资源配置过程和结果以简洁明了的方式呈现给决策者。这不仅有助于决策者更好地理解水资源配置方案, 还能帮助他们更直观地评估方案的优劣, 从而做出更明智的决策。

2.4 紧急事件响应

在水资源管理中, 面对突发的水资源紧急事件, 如严重的水灾、持续的干旱等, DSS以其高效的数据处理能力和灵活的决策支持机制, 为决策者提供了有力的工具, 确保其能够迅速、准确地做出响应^[3]。DSS能够通过实时数据监测与收集, 与各种传感器和监测设备的连接, DSS能够实时获取关于水资源状况、气象条件、环境变化等多方面的数据, 当紧急事件发生时, 这些实时数据为决策者提供了宝贵的依据, 使他们能够迅速了解事件的规模和影响范围。基于收集到的数据, DSS利用先进的算法和模型, 对紧急事件的发展趋势、潜在影响以及可能带来的后果进行预测和评估。这种预测和评估不仅有助于决策者了解事件的严重性, 还能为他们制定有效的应对措施提供科学依据。在提供应对方案和优化决策上, DSS根据预测结果和评估分析为决策者提供多种应对方案, 实现资源调度、灾害防控、应急供水等, 还能

对不同的方案进行模拟和比较,帮助决策者选择最优的方案,以实现最大的减灾效果和最小的损失。在紧急事件响应过程中,DSS能够将相关信息及时发布给相关部门和公众,提高应急响应的透明度和效率。不仅如此,DSS还能协助决策者进行跨部门、跨地区的协调沟通,确保各方能够协同作战,共同应对紧急事件。

3 DSS在水资源规划与管理中的关键技术

3.1 数据收集与预处理

数据收集是DSS在水资源规划与管理中的首要任务,这一环节涵盖了从多个渠道和来源获取与水资源相关的数据,这些数据涉及降雨量、河流水位、水质指标、地下水水位等多个方面,它们为DSS提供了全面、细致的水资源状况信息。在数据收集的基础上,预处理技术对于提高数据质量和可靠性至关重要。预处理过程中,首先需要对数据进行清洗,去除重复、错误或无效的数据,以减少数据噪声和异常值对后续分析的影响。接下来,通过数据标准化和归一化技术,将数据转换为统一的格式和范围,以便在DSS中进行统一的处理和分析。此外,对于缺失数据的处理也是预处理过程中的一个重要环节,可以采用插值、估算等方法进行补充,以确保数据的完整性和连续性。DSS在数据预处理中还需要运用一些高级技术,如数据挖掘和机器学习算法。这些技术可以帮助DSS自动识别数据中的模式和趋势,提取有用的信息,并为后续的模型构建和仿真提供支持。例如,通过聚类分析可以发现不同地区水资源的相似性和差异性;通过关联规则挖掘可以发现不同水资源指标之间的关联关系。

3.2 模型构建与仿真

模型构建DSS在水资源规划与管理中涉及对水资源系统的深入理解和抽象化表达。通过收集和分析大量数据,DSS能够建立反映水资源系统实际运行规律的数学模型,这些模型不仅包括物理模型,还涵盖经济模型、社会模型等,共同构成了水资源系统的综合描述^[4]。在构建模型的过程中,DSS还需要考虑各种不确定性因素,如气候变化、人类活动对水资源的影响等,以提高模型的准确性和可靠性。仿真技术则是模型构建后的重要应用。通过仿真,DSS可以对不同规划和管理方案进行模拟和预测,以评估其效果和潜在影响。仿真技术可以模拟水资源系统的动态变化过程,包括降雨、径流、蒸散发等自然过程,以及人类活动对水资源的影响。这一过程中,仿真还可以考虑多种情景和参数的变化,以全面评估方案的适应性和鲁棒性。通过仿真结果的分析 and 比较,DSS可以为决策者提供科学依据,帮助他们选择最优的规划和管理方案。

3.3 决策分析与优化

决策分析与优化是DSS在水资源规划与管理中的核心技术,涵盖了从数据解析到方案选择,再到策略优化的完整过程。这一技术在水资源规划中发挥着至关重要的作用,有助于实现资源的合理配置和高效利用。在决策分析阶段,DSS首先需要对大量水资源数据进行深度挖掘和精准分析。这些数据可能来自多个渠道,包括实时监测数据、历史数据以及预测数据等。DSS通过运用先进的算法和模型,对这些数据进行整合、筛选和转换,提取出对决策有价值的信息。这些信息不仅反映了水资源的数量和质量状况,还揭示了其时空分布特征和变化趋势。在获取了充分的数据支持后,DSS进一步进行决策分析。这包括对各种可能的规划方案进行定量评估,预测其可能带来的效果和影响。DSS可以运用多种决策分析技术,如期望值法、决策树法等,对各种方案进行概率分析和风险评估。在决策优化阶段,DSS致力于寻找最佳的水资源规划方案。这一过程通常涉及到多个目标和约束条件的权衡和协调。DSS可以运用多目标优化算法,综合考虑经济效益、社会效益和生态效益等多个方面,寻求最优的决策方案。与此同时,DSS还可以根据实时数据和反馈信息进行动态调整和优化,确保规划方案始终保持在最佳状态。

4 结语

水资源规划与管理决策支持系统的发展和應用,为提升水资源管理效率、优化水资源配置提供了有力支持。随着技术的不断进步和应用领域的不断拓展,系统将在水资源管理中发挥更加重要的作用。未来,还需要关注系统的可持续性和安全性问题,确保系统能够长期稳定地为水资源管理提供支持。

参考文献

- [1]陈星宇,严戈.水资源规划与管理新挑战新思想综述[J].中国科技期刊数据库工业A,2023,(07):129.
- [2]闫林露,王峰.厄瓜多尔水资源规划项目组织与管理实践[J].水利水电快报,2022,43(12):115-117.
- [3]王锐鑫.新时期水资源规划与管理存在的问题及对策分析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(11):143.
- [4]漆瑞丰,周建中,刘懿.基于token令牌的水资源管理决策支持系统网络安全体系研究[J].水力发电,2021,47(11):625.

作者简介:

孔跃(1978—),男,汉族,辽宁丹东人,本科,职称水文地质高级工程师,研究方向:水资源保护,水资源管理,水资源规划,温泉开发利用,温泉管理,地表水,地下水,水利水电。

张健(1987—),男,汉族,辽宁丹东人,硕士,职称水文地质高级工程师,研究方向:水资源保护,水资源管理,水资源规划,温泉开发利用,温泉管理,地表水,地下水,水利水电。