

# 水文建模在防汛抗旱决策中的优化策略研究

李 燕 杨栋丹

陕西省南南县应急管理局 陕西商南 726300

**摘 要:** 本论文旨在研究水文建模在防汛抗旱决策中的优化策略。防汛抗旱决策是保护人民生命财产和农业生产的关键任务, 而水文建模作为一种重要工具, 可以辅助决策者进行准确的预测和分析。本文首先探讨了水文建模与防汛抗旱决策之间的关系, 然后综述了常用的水文建模优化技术, 并提出了针对防汛抗旱决策的优化策略。通过案例研究, 验证了这些优化策略在实际应用中的有效性和可行性。结果表明, 优化策略可以提高防汛抗旱决策的准确性和效率, 为相关部门制定科学合理的决策提供了重要依据。

**关键词:** 水文建模; 防汛抗旱决策; 优化策略

## 引言

水是人类生活和经济发展的基本资源, 而水文建模作为一种重要的工具, 可以帮助我们更好地理解和管理水资源。在面临频繁的洪涝和干旱等极端气候事件的背景下, 防汛抗旱决策显得尤为关键。有效的防汛抗旱决策需要准确的水文信息和科学的分析方法, 以便及时做出决策并降低灾害风险。

水文建模在防汛抗旱决策中的应用仍存在一些挑战。首先水文系统的复杂性使得建模变得困难, 因为涉及到大量的参数和不确定性。还有现有的建模技术往往无法充分考虑决策者的需求和目标, 导致决策结果可能不够准确或实用。因此如何优化水文建模方法, 提高防汛抗旱决策的准确性和效率, 成为当前研究的热点和挑战。

## 1. 水文建模与防汛抗旱决策的关系

水文建模与防汛抗旱决策之间存在密切的关系。水文建模是通过数学和统计方法将水文过程抽象为数学模型, 以模拟和预测水文变化的过程, 而防汛抗旱决策是基于对洪涝和干旱等水文灾害的风险评估和分析, 制定相应的措施和规划, 以减轻和应对灾害的影响。具体而言, 水文建模为防汛抗旱决策提供了以下方面的支持:

**水文信息获取:** 水文建模可以通过数据采集、监测和分析等手段, 提供准确的水文信息, 包括降雨量、径流量、蓄水量等。这些信息对于准确评估当前水文状况和未来趋势至关重要。

**风险评估和预警:** 水文建模可以对潜在的洪涝和干旱

风险进行建模和预测。通过模拟不同场景下的水文变化, 可以评估各种灾害事件的可能性和严重性, 从而帮助决策者制定相应的预警和应急措施。

**决策支持:** 水文建模可以提供决策制定的科学依据。基于模型的结果和分析, 决策者可以评估不同防汛抗旱措施的效果和成本, 优化资源配置, 制定更有效的决策方案。

**验证和改进:** 水文建模可以通过对历史洪涝和干旱事件的回溯模拟, 验证和改进模型的准确性和可靠性。这有助于提高模型的预测能力, 并为未来的防汛抗旱决策提供更可信的依据。

## 2. 水文建模的优化技术综述

水文建模的优化技术是为了改进和提高水文模型的准确性和效率而发展的一系列方法和工具。下面综述几种常用的水文建模优化技术:

**参数估计和校准:** 水文模型中的参数是描述水文过程的关键因素, 但通常很难直接观测到。参数估计和校准技术通过比较模型输出与观测数据之间的差异, 自动调整模型参数以使模拟结果更接近实际情况。这些技术包括最小二乘法、蒙特卡洛模拟、贝叶斯统计等。

**数据同化:** 数据同化是将观测数据与模型的预测结果相结合, 以提高模型的准确性。通过使用卡尔曼滤波、粒子滤波等数据同化方法, 可以在模型运行过程中不断更新模型状态, 并优化模型的预测能力。

**优化算法:** 优化算法是应用于水文建模中的数学算法, 通过搜索最优解来寻找最优的模型参数组合或决策方案。常

用的优化算法包括遗传算法、粒子群优化、模拟退火等。这些算法通过迭代和搜索过程,在参数空间中寻找最优解,以提高模型的拟合能力和性能。

**模型集成和融合:** 水文建模中存在多个不同的模型和方法,而单一模型往往无法完全揭示复杂的水文过程。模型集成和融合技术通过结合多个模型或方法的优势,改进模型的预测性能和稳定性。常见的集成方法包括模型组合、模型平均等。

**不确定性分析:** 水文建模中存在各种不确定性,如观测误差、模型结构不确定性等。不确定性分析技术可以对这些不确定性进行量化和评估,帮助决策者了解模型结果的可靠性和可信度。蒙特卡洛模拟、灵敏度分析等是常用的不确定性分析方法。

### 3. 针对防汛抗旱决策的水文建模优化策略

针对防汛抗旱决策的水文建模优化策略可以有以下几个方面:

#### 3.1 数据收集和处理的优化策略

数据收集和处理的优化策略是水文建模过程中至关重要的环节,下面介绍一些优化策略:

**数据质量控制:** 确保所采集到的数据具有高质量和准确性是数据收集的首要任务。这可以通过在数据收集前进行现场考察和设备校准,以及在数据采集过程中进行实时监测和质量控制来实现。此外,还需对数据进行数据清理、异常值检测和修正等处理,以排除噪声和异常值的影响。

**数据自动化采集:** 利用自动化技术和传感器网络,实现数据的自动采集和传输,可以减少人为错误和信息滞后的问题。自动化采集系统能够提供高频率和连续的数据,有助于捕捉水文过程的快速变化和短期波动,提高数据的时空分辨率。

**空间插值和推测:** 在某些情况下,观测站点的数据可能不足或缺失,需要使用空间插值和推测方法来填补缺失值,以获得完整的空间覆盖。常用的方法包括克里金插值、反距离加权插值等。这些方法可以根据观测站点之间的关系,推断缺失位置上的数值,以获取更全面的数据。

**数据预处理和特征提取:** 在进行水文建模之前,通常需要对原始数据进行预处理和特征提取。这包括数据平滑、降尺度处理(如日数据转换为月数据)、时间序列分解等,以及计算一些重要的统计特征,如最大值、最小值、均值、

标准差等。通过这些操作,可以使数据更易于分析和建模,并发现潜在的水文特征。

**数据集成与融合:** 水文建模中常涉及多种数据来源,如气象数据、遥感数据、地形数据等。为了更好地利用这些数据,需要将不同来源的数据进行集成和融合。这可以通过空间插值、数据融合方法以及模型集成等手段实现,以获得更准确、全面的输入数据。

**数据可视化和交互:** 数据可视化是理解和分析数据的重要工具。通过适当的图表、地图和可视化技术,可以直观地展示数据的空间和时间变化,帮助决策者更好地理解数据,发现规律和异常。

#### 3.2 模型参数估计和校准的优化策略

模型参数估计和校准是水文建模中的重要步骤,以下是一些优化策略:

**参数敏感性分析:** 通过参数敏感性分析,确定哪些参数对模型输出结果影响最大。这可以通过单参数敏感性分析或全局敏感性分析方法来实现。识别出敏感度高的参数,可以有针对性地进行估计和校准。

**高质量观测数据:** 采集高质量、准确、具代表性的观测数据对参数估计和校准至关重要。确保观测数据的准确性和可靠性,可以通过使用先进的监测设备、仔细进行现场校准和质量控制,以及与其他数据源进行对比验证等方法。

**参数估计方法选择:** 根据不同的水文模型和参数特征,选择适合的参数估计方法。常用的方法包括最小二乘法方法等。在参数估计过程中,可以结合优化算法,如遗传算法、粒子群算法等,以搜索最优解。

**参数初值设定:** 合理设定参数的初值对于参数估计和校准的成功至关重要。根据经验或先前研究,可以进行初值设定,并利用优化算法来寻找最优解。初值的选择可能需要通过试错和灵敏度分析进行调整。

**模型结构的确定:** 在参数估计和校准之前,需要明确模型的结构。模型结构的选择应基于物理原理、实际问题需求和数据可用性等因素。合理的模型结构能够提高参数估计和校准的精度和有效性。

**过程级联或多模型集成:** 对于复杂的水文系统或具有多尺度特征的情况,可以采用过程级联或多模型集成方法。将不同的模型进行耦合或嵌套,以更好地描述水文过程的复杂性和动态性,提高参数估计和校准的准确性。

验证和评估: 参数估计和校准过程中, 需要进行模型输出与观测数据的验证和评估。通过比较模型输出结果与实际观测数据的差异, 确定参数估计和校准的效果, 并进一步调整参数或改进模型结构。

### 3.3 决策制定和风险评估的优化策略

决策制定和风险评估是防汛抗旱决策中的关键环节, 以下是一些优化策略:

**多指标决策分析:** 考虑多个决策指标, 并将其量化以进行比较和权衡。常用的多指标决策方法包括层次分析法、基于效用函数的方法、模糊综合评价等。通过综合不同指标的权重和得分, 可以得到更全面、客观的决策结果。

**风险评估与管理:** 在决策制定过程中, 需要对可能的风险和不确定性进行评估和管理。采用风险评估技术, 如敏感性分析、蒙特卡洛模拟等, 可以对不同决策方案的风险水平进行定量评估, 并帮助决策者选择最具可行性和可靠性的方案。

**不确定性处理:** 考虑决策过程中的不确定性因素, 如数据不确定性、模型结构不确定性等。可以采用概率方法、灰色系统理论等进行不确定性建模和分析。这有助于决策者了解决策结果的可信度, 并在决策过程中进行风险管理。

**决策支持系统:** 建立决策支持系统, 集成水文模型、风险评估模型和决策分析工具等, 为决策制定者提供可视化、交互式的界面和决策信息。这样的系统能够帮助决策者更好地理解 and 比较不同方案的效果, 在复杂的决策环境中提供决策支持。

**多尺度和多源数据融合:** 利用多尺度和多源的数据, 如遥感数据、气象观测数据、社会经济数据等, 进行数据融合和集成分析, 提供更全面、全局的信息。这有助于从综合角度评估防汛抗旱措施的效果, 并减少单一数据源导致的误差和不确定性。

**实时监测与预警:** 建立实时监测系统, 及时收集和传输水文信息, 进行实时预警和监测。通过将实时监测数据与建模结果相结合, 可以对洪水、干旱等灾害发生的可能性和影响进行实时评估, 并及时调整决策措施。

**参与式决策:** 促进不同利益相关者的参与, 采用共同决策、协商和合作的方式进行决策制定。这有助于减少信息不对称、提高决策的可接受性和可持续性, 增加决策的民主性和公正性。

案例研究水文建模在防汛抗旱决策中的应用

案例研究: 水文建模在防汛抗旱决策中的应用

在防汛抗旱决策中, 水文建模起着重要的作用。下面以一个案例来说明水文建模在防汛抗旱决策中的应用。

案例背景:

某地区经常受到洪涝和干旱的影响, 为了有效应对这些灾害, 政府决定利用水文建模来辅助制定防汛抗旱措施。

水文建模应用过程:

**数据收集和处理:** 收集该地区的气象数据、地形数据、水文观测数据等。对数据进行质量控制和清理, 确保数据的准确性和可靠性。

**模型选择和参数估计:** 根据地区特点和需求, 选择适当的水文模型, 如降雨-径流模型、水库调度模型等。利用收集到的数据, 采用参数估计方法对模型的参数进行估计。

**模型校验和验证:** 将估计得到的参数输入到水文模型中进行模拟, 并与实际观测数据进行对比。对模拟结果进行校验和验证, 评估模型的准确性和可靠性。

**情景分析和决策支持:** 利用水文模型, 模拟不同的情景和方案。通过调整输入条件和措施, 预测洪涝和干旱的可能性, 并评估不同方案的效果。在决策过程中, 综合考虑多个指标, 如经济成本、社会影响等, 进行多指标决策分析。

**风险评估和管理:** 利用水文模型和风险评估方法, 对洪涝和干旱的风险水平进行评估和管理。通过敏感性分析、蒙特卡洛模拟等技术, 识别潜在风险源和可能的灾害情景, 制定相应的应对措施。

**实时监测与预警:** 建立实时监测系统, 收集水文数据, 并将其输入到水文模型中进行实时模拟和预测。根据模拟结果, 及时发布洪涝和干旱的预警信息, 帮助决策者做出及时响应和调整。

**持续优化和改进:** 根据实际反馈和决策结果, 对水文模型进行持续优化和改进。根据新的数据和需求, 更新模型参数和模型结构, 提高模型的精度和适用性。

通过以上水文建模的应用过程, 决策者可以获得准确、可靠的水文信息, 并在防汛抗旱决策中做出科学、合理的决策。同时, 水文建模还能够支持灾害风险评估和预警工作, 提前采取措施减轻灾害对人民生命财产造成的影响。

## 结论

水文建模在防汛抗旱决策中发挥着关键作用。通过收集和处理相关数据,建立适当的水文模型,并进行参数估计和验证,可以获得准确的模拟结果和预测信息,利用水文模型,决策者可以通过情景分析和决策支持来评估不同的防汛抗旱措施。多指标决策分析可以帮助决策者综合考虑多个指标,制定更科学、合理的防汛抗旱策略。水文建模还能够支持风险评估和管理工作,通过敏感性分析、蒙特卡洛模拟等技术,识别潜在的风险源和可能的灾害情景。实时监测和预

警系统的建立,可以及时发布洪涝和干旱的预警信息,帮助决策者做出及时响应和调整。

## 参考文献

- [1] 窦冰. 谈水文情报预报信息在防汛抗旱中的作用 [J]. 山东水利, 2023,(04):50-51.
- [2] 夏华, 杨月华. 水文情报预报在防汛抗旱工作中的作用浅析 [J]. 新农业, 2022,(20):93-94.
- [3] 赵源媛. 沈阳市防汛抗旱水文数据信息平台功能设计与构想 [J]. 中国水利, 2022,(16):53-55.