

对于无资料地区水文分析及计算研究

朱帆帆

海南江海工程咨询有限公司 海南 海口 570100

摘要：无资料地区因数据匮乏、下垫面条件复杂等，其水文分析及计算是水资源领域的难点问题。本文聚焦该类地区，分析其在水资源规划管理、水利工程设计及防洪减灾等方面的重要性，探讨数据缺乏、下垫面复杂、标准方法缺失及气候变化不确定性等主要挑战。同时，梳理水文比拟法、等值线图法、参数移植法、遥感与GIS技术及水文模型法等常用手段，为无资料地区水文分析与计算提供理论参考与方法借鉴。

关键词：无资料地区；水文分析；计算研究

引言：在水文水资源研究中，无资料地区因缺乏实测水文数据，其水文特征分析与计算面临诸多挑战。随着水资源开发利用需求的提升，准确开展该类地区的水文分析对水资源合理规划、水利工程科学设计及防洪减灾决策至关重要。然而，数据稀缺、下垫面条件多变、方法标准不统一及气候变化影响等问题，严重制约了分析计算的精度与可靠性。为此，探索适用于无资料地区的水文分析及计算方法，成为当前水文学研究的重要课题。本文将系统阐述无资料地区水文分析及计算的重要意义、主要问题及常用方法，为相关实践提供思路。

1 无资料地区水文分析及计算的重要性

1.1 水资源规划与管理

水资源规划与管理是保障区域可持续发展的核心环节，在无资料地区，水文分析及计算的重要性尤为凸显。通过科学的水文分析，能够深入了解区域水资源的时空分布特征，评估水资源的可利用量，为水资源的合理配置提供依据。例如，在干旱半干旱地区，准确把握降水、蒸发及径流规律，有助于制定高效的用水计划，避免水资源浪费与过度开发。此外，水文计算还能辅助建立水资源管理模型，模拟不同开发利用方案下水资源系统的响应，从而优化水资源调度策略，保障城乡供水、农业灌溉和生态用水需求，促进区域经济社会与生态环境的协调发展。

1.2 水利工程设计

水利工程设计的科学性与安全性依赖于精准的水文分析及计算结果。在无资料地区修建水库、水坝、桥梁等水利设施时，缺乏实测水文数据使得工程设计面临巨大挑战。通过水文分析确定设计洪水流量、水位等关键参数，是保障水利工程防洪安全和正常运行的基础。例如，合理估算设计洪水峰值和过程线，能够指导水库大坝的高度、溢洪道尺寸等关键参数的设计，避免因洪

水规模预估不足导致工程损毁或因过度设计造成资源浪费。同时，准确的水文计算还能为灌溉渠道、排水系统等工程设计提供流量、流速等数据支撑，确保水利工程发挥最大效益，满足区域防洪、供水、灌溉等多方面需求。

1.3 防洪减灾

防洪减灾关乎人民生命财产安全和社会稳定，无资料地区的水文分析及计算在其中扮演着不可或缺的角色。由于缺乏历史水文数据，难以直观掌握洪水发生规律，使得洪水风险评估和预警难度加大。借助水文分析技术，可综合利用周边地区水文信息、地形地貌和气象数据，推断无资料地区的洪水特征，包括洪水频率、淹没范围和洪峰流量等。这些数据为制定防洪预案、建设防洪工程提供关键依据，如合理规划防洪堤的高度和长度、确定蓄滞洪区的范围和启用条件等。同时，准确的水文计算结果能够提升洪水预警的及时性和准确性，为居民避险转移、物资调配争取宝贵时间，最大限度降低洪水灾害损失，筑牢防洪减灾防线^[1]。

2 无资料地区水文分析及计算面临的主要问题

2.1 数据缺乏

无资料地区面临严峻的数据匮乏困境。一方面，受地理条件限制，如高山、荒漠等偏远区域，自然环境恶劣，交通不便，难以布设水文监测站点，导致降水、蒸发、径流等关键水文数据长期缺失。即便存在少量站点，其数据序列也往往较短，无法满足水文分析对长周期、连续性数据的需求。另一方面，部分地区经济发展水平有限，缺乏资金用于购置先进的水文监测设备和维持站点的长期运行，数据采集工作难以持续开展。此外，由于缺乏统一的数据管理和共享机制，已有的零星数据也难以整合利用，使得水文分析缺乏坚实的数据基础，无法准确把握区域水文变化规律，给后续的水资源

规划、水利工程设计等工作带来巨大阻碍。

2.2 下垫面条件复杂

无资料地区下垫面条件的复杂性极大增加了水文分析难度。从地形地貌看,山地、丘陵、平原、盆地等多种地貌类型交错分布,降水在不同地形下的截留、下渗、产流和汇流过程差异显著,且复杂地形还会影响局部气候,进一步改变水文过程。土壤质地方面,黏土、砂土、壤土等不同类型土壤的孔隙度、渗透率和持水能力不同,导致下渗量和地下径流变化难以预测。植被覆盖同样影响显著,森林、草地、农田和城市建成区的植被截留、蒸腾作用各不相同,特别是在城市化进程中,土地利用类型快速转变,不透水面积增加,改变了原有的产汇流机制。这些下垫面要素相互作用、相互影响,形成极为复杂的水文过程,难以用单一的模型或方法进行准确刻画和模拟。

2.3 缺乏统一的标准和方法

无资料地区水文分析及计算尚未形成统一的标准和方法体系。由于数据稀缺,难以通过大量实测数据对不同方法进行系统验证和对比,导致不同研究者、不同机构在面对同一问题时,往往采用不同的分析方法和技术手段。以参数估算为例,不同研究对参数的选取、计算方法和适用范围界定存在较大差异;在水文模型应用中,模型结构的选择、参数率定方法和验证标准也各不相同。这种缺乏统一规范现状,使得不同研究成果之间缺乏可比性,难以相互借鉴和整合,增加了成果应用和推广的难度。同时,也不利于水文领域的学术交流和知识积累,阻碍了无资料地区水文研究的规范化和标准化发展,使得分析结果的可靠性和准确性难以得到有效保障。

2.4 气候变化影响的不确定性

气候变化给无资料地区水文分析带来了高度不确定性。全球气候变暖导致降水模式发生显著改变,极端降水事件的频率和强度增加,降水的时空分布更加不均匀且难以预测。气温升高加速了蒸发和蒸腾过程,改变了区域水量平衡关系。在无资料地区,由于缺乏长期、连续的气象和水文观测数据,难以准确量化气候变化对水文过程的具体影响程度和作用机制。不同的气候模型对未来气候变化的预估存在较大差异,基于这些模型开展的水文分析和预测结果也各不相同,使得水资源规划、防洪减灾等决策面临巨大挑战。此外,气候变化还可能引发一系列连锁反应,如冰川融化、海平面上升等,进一步加剧水文系统的复杂性和不确定性,增加了无资料地区水文分析及计算的难度和风险^[2]。

3 无资料地区水文分析及计算常用方法

3.1 水文比拟法

水文比拟法是无资料地区水文分析中较为传统且常用的方法,其核心原理基于相似性原则。该方法假定研究区域与参证流域在气候、地形、地质、植被等自然地理条件上具有相似性,进而将参证流域已有的水文资料和分析成果,移用到研究区域。例如,当研究区域缺乏降水、径流等实测数据时,若能找到一个气候条件相近、流域面积相当且下垫面状况相似的参证流域,就可将参证流域的年径流量、洪水过程线等数据,按照一定的修正系数(如面积比、降水比等)进行调整,从而获得研究区域的水文数据。水文比拟法的优点在于操作相对简单,对技术和数据要求较低,适用于初步估算。在实际应用中,水利工程规划的前期阶段,可快速得到水文参数的大致范围。然而,该方法的局限性也很明显,它对参证流域的选取要求极高,一旦相似性判断失误,就会导致结果偏差较大;而且它难以考虑人类活动对流域水文特性的影响,在城市化、水利工程建设等因素影响显著的地区,应用效果不佳^[3]。

3.2 等值线图法

等值线图法是利用水文要素的区域性分布规律,通过绘制等值线图来估算无资料地区水文参数的方法。其原理是将具有实测水文数据的站点的某一水文要素(如多年平均降水量、年径流深等)标注在地形图上,然后根据数值分布趋势,勾绘出等值线。在无资料地区,通过在等值线图上确定其位置,即可内插得到该地区相应的水文要素值。比如,在绘制多年平均降水量等值线图时,根据周边有降水观测站的实测数据,分析降水量的空间分布规律,绘制出等值线,进而获取无资料地区的多年平均降水量。该方法的优势在于能够直观地反映水文要素的空间分布特征,对大面积无资料地区的水文参数估算具有较好的适用性,在区域水文分析与规划中广泛应用。但它也存在不足,等值线的绘制依赖于站点数据的准确性和代表性,若站点分布不均或数据质量差,会影响等值线的精度;而且等值线图法难以考虑局部地形、地貌等特殊因素对水文要素的影响,在地形复杂地区可能导致估算结果误差较大。

3.3 参数移植法

参数移植法是基于流域水文模型参数的地区综合规律,将有资料地区的水文模型参数移植到无资料地区的方法。它首先需要在有资料地区建立合适的水文模型(如新安江模型、SWMM模型等),通过率定和验证确定模型参数,然后分析这些参数与流域自然地理特征(如流域面积、坡度、土壤类型等)之间的关系,建立

参与地理特征的经验公式或关系图。在无资料地区,根据其地理特征,利用已建立的关系,选取或推算出相应的水文模型参数,进而应用模型进行水文分析与计算。参数移植法能够结合水文模型的优势,综合考虑流域的产汇流过程,相较于简单的比拟和等值线法,对水文过程的模拟更加细致。在中小流域的水文分析中,可有效弥补资料缺乏的问题。不过,该方法对有资料地区模型参数的率定精度要求高,且经验关系的建立需要大量样本数据支撑,若数据不足,移植的参数准确性难以保证;同时,不同地区的水文物理过程存在差异,参数移植可能无法完全适应无资料地区的实际情况。

3.4 遥感与地理信息系统技术

遥感(RS)与地理信息系统(GIS)技术,在无资料地区水文分析中发挥着重要作用。遥感技术能够快速获取大面积的地表信息,如植被覆盖、土地利用类型、地形地貌等,为水文分析提供丰富的空间数据。例如,通过遥感影像可以提取流域的植被指数,进而分析植被对蒸散发和径流的影响;还能获取地形数据,生成数字高程模型(DEM),用于计算流域的坡度、坡向等地形因子。地理信息系统则是一个强大的空间数据处理与分析平台,它可以将遥感数据、地形数据、土壤数据等多源信息进行整合和管理,通过空间分析功能,如叠加分析、缓冲区分析等,提取与水文过程相关的参数,同时模拟流域的产汇流过程。二者结合的优势在于能够突破传统方法对实测数据的依赖,从宏观和微观层面全面刻画流域特征,实现对无资料地区水文过程的动态模拟与分析。在流域水资源评估、洪水灾害预警等方面应用广泛。但该技术也面临挑战,遥感数据的精度受天气、传感器性能等因素影响较大;而且GIS模型的构建需要较高的专业技术水平,数据处理和模型运算对计算机性能要求高,成本相对较高。

3.5 水文模型法

水文模型法是通过构建数学模型来模拟流域水文过

程,从而进行水文分析与计算的方法。在无资料地区,常用的水文模型有概念性模型(如水箱模型)、分布式水文模型(如TOPMODEL)等。概念性模型基于对流域水文过程的物理概念理解,将复杂的水文过程简化为一系列具有物理意义的模块,通过参数调整来模拟流域的产汇流。分布式水文模型则充分考虑流域下垫面空间分布的不均匀性,基于DEM等数据,将流域划分为多个单元,对每个单元进行水文过程模拟,然后进行汇流计算。水文模型法能够系统地描述流域内降水、蒸发、下渗、径流等水文过程,相较于其他方法,对水文机制的刻画更为深入。在气候变化影响研究、水资源规划等领域,可通过模型模拟不同情景下的水文响应。然而,该方法对模型结构的选取和参数率定要求极高,在无资料地区缺乏实测数据的情况下,参数率定困难,模型的适用性和精度难以保证;而且复杂的模型结构往往导致计算量大,对计算资源和技术人员的专业水平要求较高。

结束语

无资料地区水文分析及计算是水资源领域极具挑战性的课题。尽管现有方法各有优势,但在数据、技术与标准层面仍存局限。未来,需加强多学科交叉融合,利用新兴技术获取数据,完善方法体系;建立统一标准,推动成果互鉴;同时深化气候变化研究,提升分析预测精度。通过持续探索与创新,有望攻克难题,为水资源合理开发、水利工程建设及防洪减灾筑牢科学根基,实现区域可持续发展。

参考文献

- [1]黄寿河.浅析水文分析计算[J].建筑工程技术与设计,2022(19):1839-1839.
- [2]王俊,贾建伟,张明波,等.水文分析计算与海绵城市[J].中国防汛抗旱,2022,27(3):174-178.
- [3]吴鹏.水文分析计算机应用分析与探讨[J].中国水运(下半月),2021,11(5):175-178.