

水利工程设计中的水文水资源计算与分析方法研究

郑尚志

安徽省现代农业工程设计研究院

DOI:10.12238/hwr.v9i1.5997

[摘要] 在当今社会,水资源的合理利用与管理已成为全球关注的焦点,而水利工程设计作为实现这一目标的关键环节,其重要性不言而喻。本文将深入探讨水利工程设计中水文水资源的计算与分析方法,旨在为相关领域的研究人员和工程师提供科学、实用的指导。首先,我们将概述水文水资源的基本概念及其在水利工程设计中的作用;随后,将详细介绍几种常见的水文水资源计算与分析方法,包括频率分析、流域模型和水资源系统模拟等;最后,通过案例分析,展示这些方法在实际工程中的应用。

[关键词] 水利工程设计;水文水资源计算;分析方法

中图分类号: TV5 文献标识码: A

Study on the calculation and analysis method of hydrology and water resources in water conservancy engineering design

Shangzhi Zheng

Anhui Province Modern Agricultural Engineering Design and Research Institute

[Abstract] In today's society, the rational utilization and management of water resources has become the focus of global attention, and the water conservancy engineering design as a key link to achieve this goal, its importance is self-evident. This paper will explore the calculation and analysis methods of hydrology and water resources in the design of water engineering, aiming to provide scientific and practical guidance for researchers and engineers in related fields. First, we will outline the basic concepts of hydrology and water resources and their role in the design of water conservancy projects, some common calculation and analysis methods, including frequency analysis, watershed model and water resources system simulation; Finally, we demonstrate the application of these methods in practical engineering.

[Key words] water conservancy engineering design; hydrology and water resources calculation; analysis method

引言

随着我国经济社会的快速发展,水利工程在国民经济和社会中的地位日益凸显。水文水资源计算与分析作为水利工程设计的核心内容,对保障工程安全、提高工程效益具有重要意义。

1 水利工程设计中的水文水资源计算概述

在水利工程设计中,水文水资源计算扮演着至关重要的角色,它如同设计师手中的精密仪器,测量着自然界的脉搏,确保每一项工程都能与环境和谐共存。水文水资源计算,简而言之,是对水体在自然界循环流动过程中的各种物理、化学特性进行量化分析,旨在全面了解水的时空分布规律,预测其变化趋势。这一过程不仅需要扎实的理论基础,更依赖于丰富详实的数据支撑。从降雨量的季节性变化,到河流的瞬息万变,再到地下水的深藏不露,每一份数据都承载着自然界的的信息,是水利工程设计不可或缺的基石。

水文水资源计算的重要性不言而喻。它不仅是水利工程安全性的保障,更是水资源合理配置的指南针。在设计阶段,工程师们必须精确掌握水文状况,包括降雨量、径流量、洪水频率等关键参数,以此来确定工程的规模和标准,确保其在面对自然灾害时能发挥应有的防护作用。同时,通过对水文水资源的深入分析,我们能更好地理解水体在自然环境中的角色,为水资源的可持续管理提供决策依据。无论是干旱地区的水源开发,还是洪涝频发地区的防洪排涝,都离不开精准的水文水资源计算,它如同一双慧眼,让我们在变幻莫测的自然面前,拥有更多的主动权和预见性。

2 水文水资源计算的基本原理

2.1 水文循环过程分析

水文循环,这一自然界的基本过程,是水文水资源计算的基石。它涵盖了蒸发、降水、径流和下渗等多个环节,每个环节都蕴含着丰富的水文信息,对水资源的时空分布和动态变化起着

决定性作用。蒸发,作为水循环的起点,将地表水体转化为水蒸气,进入大气层,这一过程受温度、湿度和风速等因素影响,是计算潜在蒸发量和实际蒸发量的重要依据。降水,则是水循环中的关键环节,它将大气中的水分重新输送到地球表面,形成河流、湖泊和地下水,降水的时空分布直接影响水资源的可利用性,是设计水利工程过程中必须考虑的重要因素。径流,作为降水后地表水和地下水的流动过程,是连接降水与蒸发的纽带,径流的计算涉及到流域特征、土壤类型和地形地貌等多方面因素,对预测洪水和干旱至关重要。下渗,即降水透过地表进入土壤的过程,它补充了地下水储备,同时也影响地表径流的产生,下渗率的计算对于水资源平衡分析和灌溉规划具有重要意义。水文循环的各个环节紧密相连,相互作用,构成了水资源动态平衡的基础,通过对水文循环过程的深入分析,我们能更准确地评估水资源的现状和潜力,为水利工程的设计和水资源的管理提供科学依据。

2.2 水量平衡原理与应用

水量平衡原理,作为水文水资源计算的基石,其核心在于描述一个特定区域或水体在一定时间内的水量收支情况。这一原理认为,在一个封闭系统中,流入的水量与流出的水量和存储量变化相等,即“入=出+变”。具体而言,流入的水量包括降水、上游来水等,流出的水量则涉及蒸发、径流、下渗和下游排水等,存储量变化是指区域内水体的增减,如水库储水量的变化。水量平衡分析,不仅要求精确测量和估算各个环节的水量,还需要考量时间和空间的动态变化,确保计算的准确性。

在水利工程设计中,水量平衡原理的应用贯穿始终。首先,通过历史水文数据的分析,可以建立区域水量平衡模型,预测未来水情,为工程设计提供依据。例如,在设计水库时,水量平衡分析能帮助确定水库的容量和调节能力,确保其在干旱期能提供足够的水资源,而在洪水期能有效蓄洪,减少灾害风险。其次,水量平衡原理还用于水资源的合理配置,通过精细化管理,实现不同用水需求之间的平衡,如农业灌溉、养殖、发电、工业生产、生活用水和生态需水等。此外,水量平衡分析还能评估水利工程对周围环境的影响,如地下水位变化、河流生态流量等,为工程的环境评估和生态补偿提供科学参考。

3 水文水资源计算方法

3.1 统计分析方法

在水文水资源计算领域,统计分析方法犹如一把锐利的解剖刀,精准剖析着水文现象的内在规律。频率分析,作为统计分析的核心组成部分,通过对历史水文数据的深度挖掘,揭示出洪水、干旱等极端事件的发生概率,为水利工程设计提供坚实的科学依据。频率曲线的构建,如同绘制一幅水文事件的概率地图,清晰展示出不同规模水文事件的重现周期,使工程师们在面对未来不确定性时,能够做出更为合理的风险评估与规划。

趋势分析,则是另一统计利器,它聚焦于水文数据随时间变化的趋势,揭示出水资源的长期演变规律。通过线性回归等统计手段,趋势分析能识别出水文要素如降水量、径流量等随气

候变化的潜在模式,为水资源管理与规划提供前瞻性的指导。尤其是在全球气候变化背景下,趋势分析显得尤为重要,它帮助我们洞察水资源的未来走向,提前应对可能出现的水资源短缺或过剩问题。

统计分析还涵盖了一系列高级方法,如相关分析、回归分析等,它们深入探索水文变量间的复杂关系,为水文水资源计算注入了更多智慧。相关分析揭示了水文要素之间的相互依存关系,如降水量与径流量、蒸发量与气温之间的联系,为水资源的综合管理提供了有力支持。回归分析则通过建立数学模型,预测水文变量的未来状态,为水利工程的优化设计提供了精准的数值预测。

3.2 水文模型预测

在水文水资源计算的广阔领域中,水文模型预测如同导航灯塔,引领着我们穿越数据的海洋,抵达水资源管理与水利工程设计彼岸。水文模型预测,顾名思义,是借助数学模型和计算机技术,对未来水文情势进行预测的一种科学方法。它分为两大类:概念模型与物理模型,两者各有千秋,共同构成了水文预测的强大武器库。

概念模型,以其简洁明快特点,成为水文模型预测中的轻骑兵。它基于对水文循环过程的理解,将复杂的自然现象简化为一组易于操作的数学公式,如降雨径流模型、水库调蓄模型等。这些模型虽然抽象,却能迅速捕捉水文现象的本质,适用于快速预测和初步设计阶段。概念模型的魅力在于其灵活性与实用性,它能够根据不同的应用场景和数据条件,快速调整参数,实现水文事件的即时预测,为水利工程设计提供及时的决策支持。

相比之下,物理模型则更像是一位深谙自然法则的智者,它力求还原水文过程的真实面貌。物理模型基于物理学原理,如水动力学方程、能量守恒定律等,通过高精度的数值模拟,再现水文循环的每一个细节。这种模型能够深入解析水文现象背后的物理机制,对于复杂水文条件下的预测尤为有效。无论是山洪暴发的瞬间,还是地下水流的缓慢渗透,物理模型都能提供详尽的解释与预测,为水利工程设计精细化与科学化注入了强大的动力。

4 水文水资源计算在水利工程设计中的应用

4.1 案例分析: 水库设计

在水库设计中,水文水资源计算扮演着核心角色,其精确性直接关系到水库的安全性与经济效益。以某大型水库项目为例,设计初期,工程师们首先对流域内的水文数据进行了全面收集与分析,包括多年平均降水量、径流量、蒸发量等,以建立水文循环模型。通过频率分析,确定了水库设计所需的防洪标准,即能够抵御百年一遇的洪水。趋势分析则帮助预测了未来气候变化对水文条件的影响,确保水库设计的前瞻性。

在水库容量的确定上,水量平衡原理发挥了关键作用。工程师们通过计算流域内的水量收支,包括预测的降水、径流、蒸发和下渗等,确定了水库的蓄水能力。这一过程需反复迭代,以求在防洪、灌溉、发电和生态用水等多目标之间达到最优平衡。

4.2 案例分析：灌溉系统规划

在灌溉系统规划中，水文水资源计算如同一位精确的指挥家，巧妙地调控着水的旋律，确保农田得以适时适量地滋润。通过对降雨量、径流量、蒸发量等水文要素的细致分析，计算出灌溉需求，为农田提供恰到好处的水分补给。在规划初期，工程师们运用频率分析，评估干旱发生的概率与严重程度，以此确定灌溉系统的规模与布局，确保在干旱季节仍能维持作物生长所需水分。趋势分析则预测未来水资源的变化趋势，帮助规划者预见到潜在的水资源短缺问题，提前规划水源储备与节水措施。

水量平衡原理在灌溉系统规划中亦发挥着至关重要的作用。通过对流域内水量的收支分析，精确计算灌溉用水量与补给量，确保水资源的供需平衡。这不仅关乎农田的灌溉效率，更影响着整个区域的水资源可持续利用。例如，在干旱地区，通过精准的水量平衡计算，可以优化灌溉方式，采用滴灌、喷灌等节水灌溉技术，减少水分蒸发与渗漏，提高水资源的利用率。

5 水文水资源计算的未来趋势

站在新时代的门槛上，水文水资源计算正迎来一场深刻的变革。技术创新如同春日里的甘霖，滋养着这一领域的沃土，催生出一系列前沿方法与工具。人工智能与大数据分析的深度融合，正逐渐成为推动水文水资源计算向智能化、精准化演进的重要引擎。机器学习算法能够从海量的历史水文数据中自动提取特征，构建高度拟合的预测模型，显著提升水文事件预测的准确性和时效性。特别是深度学习技术，通过多层次的神经网络架构，能够捕捉水文数据的非线性关系，揭示隐藏在复杂水文现象背后的深层规律，为水资源管理与水利工程设计提供更为精细的决策支持。

遥感技术与物联网的广泛应用，极大地拓展了水文数据的采集范围与精度。卫星遥感能够实时监测大范围的水体变化，如地表水覆盖、植被指数等，为水文水资源计算提供宏观视角。而物联网传感器的布设，则实现了对关键水文要素如降雨、水位、水质的连续监测，填补了传统观测方法的空间盲区，提高了

数据的实时性和完整性。这些先进技术的集成应用，使得水文水资源计算能够更加全面地反映水文循环的动态变化，为水资源的可持续管理提供了强有力的技术支撑。

与此同时，跨学科的创新融合为水文水资源计算开辟了新的研究领域。生态水文学、社会水文学等新兴分支，强调水文过程与生态环境、社会经济系统的互动关系，推动了水文水资源计算向综合性、系统性方向发展。通过构建多尺度、多维度的水文模型，科学家们能够更深入地理解水文事件对生态系统健康和社会福祉的影响，为实现人水和谐共生的目标提供科学依据。例如，生态水文学关注水文过程对湿地、河流等生态系统服务功能的调节作用，而社会水文学则探讨水资源分配与社会公平正义的关系，这些交叉学科的研究成果，为水利工程设计提供了更为全面的视角，促进了工程与自然、社会的和谐共融。

6 结束语

水利工程设计中的水文水资源计算与分析方法对于确保水资源的有效管理和利用至关重要。通过对频率分析、流域模型和水资源系统模拟等方法的深入研究与应用，我们不仅能够提高水利工程设计精确性和可靠性，还能促进水资源的可持续发展。未来，随着科技的进步和环境变化的挑战，我们需要不断探索和创新，以适应新的需求和挑战，为建设更加绿色、安全、高效的水利基础设施贡献力量。

[参考文献]

- [1]汪亦清,郝青芳,许明智.生态水利工程设计的环境策略[J].黑龙江环境通报,2024,37(11):121-123.
- [2]吴丽娟.河道建设中生态水利工程设计的应用[J].水上安全,2024,(20):31-33.
- [3]庞奕锋.生态水利工程设计在水利建设中的应用探索[J].水上安全,2024,(19):80-82.

作者简介:

郑尚志(1989--),男,汉族,安徽省六安市金安区人,本科,工程师,研究方向:水利水电建筑工程设计。