

# 水利工程水文计算方法的思考

周峰

安徽淮河水资源科技有限公司

DOI:10.12238/jpm.v3i10.5354

**[摘要]** 水利工程建设时,通常会受到很多因素的影响,水文特点是其中较为重要的一个因素,有效计算出水文情况,可以为整个水利工程更好地建设打下良好基础。基于此,本文以演化算法为依托,选择某水利工程作为研究对象,设计出了一种水利工程水文计算方法,其中包括设计洪水与施工洪水的计算,及设计洪水校核,以此为水利工程水文计算工作的开展提供支持。

**[关键词]** 水利工程;水文计算;设计洪水;施工洪水

## Thinking on Hydrologic Computing Method of Water Conservancy Project

Zhou Feng

Anhui Huaihe Water Resources Technology Co., LTD., Bengbu city, Anhui Province 233000

**[Abstract]** In the construction of water conservancy projects, usually affected by many factors, hydrological characteristics are one of the more important factors, the effective calculation of the hydrological situation, can lay a good foundation for the better construction of the whole water conservancy project.

Based on this, based on the evolution algorithm, this paper selects a water conservancy project as the research object, and designs a hydraulic engineering hydrological calculation method, including the design flood and construction flood calculation, and the design flood check, so as to provide support for the hydrological calculation work of water conservancy engineering.

**[Key words]** water conservancy project; hydrological calculation; design flood; construction flood

### 引言:

水利工程是现代社会当中的重要组成部分,直接影响到现代社会的发展。水利工程的使用周期较长,通常在数十年以上,有些甚至会使用上百年,因而对水利工程建设质量有很高的要求。而想要确保水利工程建设质量,则需要注重水文、地质条件等多方面的因素,水文是其中较为重要的一点,准确把握施工现场的水文情况,可大大提升整个水利工程建设质量。所以,现代水利工程施工过程中,应针对工程特点,结合相关规定的要求,选择合理的水文计算方法。

### 1 演化算法概述

现代工程领域迅猛发展的今天,逐渐出现了越来越多的水文计算方法,演化算法是其中应用较为常见的一种,可较为精确地计算出水利工程的水文情况。演化算法由诸多内容构成,如遗传算法、演化规则及程序等,这些内容方法存在一定的差异,但内涵本质基本相同,均是以竞争原则为依托的。

#### 1.1 遗传算法

随着科学技术的快速发展,在20世纪60年代初期,美国数学家、科学家约翰·霍兰德等人经过多年研究,以生物系统进化机制为基础,逐渐提出了一种适用于复杂系统优化的自适

应概率化技术—遗传算法(GA),为复杂问题的分析与计算提供了一定支持<sup>[1]</sup>。之后数十年之间,通过科学家们的不断努力,逐渐以GA算法为核心,提出了多种相类似的计算方法,使得GA算法更加成熟与完善,并被广泛应用到数学研究、工程、机械制造等多个领域,对现代社会发展具有重要意义。

#### 1.2 演化规则及程序

对于GA算法来说,也存在一定的缺陷,如对初始种群的选择有一定的依赖性,导致该算法在实际应用中具有一定的局限性,不利于问题的分析与解决。这一背景下,为了更好地对问题进行分析,科学家们在GA算法的基础上,提出了演化规则,主要是利用已出现事件的分析与总结,对类似事件是否发生进行预测,以对问题进行预防。进入到90年代之后,J.R.Koza等人进一步对遗传算法进行了完善,在遗传算法中提出了一个重要的分支,即遗传程序设计,指的是遵循生物进化中的某一思想,逐渐搜索一个可用计算机程序实现的结构空间,从而达到程序自动化设计的目的<sup>[2]</sup>。

#### 1.3 演化算法的特征

对于演化算法来说,主要存在下述几个方面特征:(1)智能化。在问题计算分析之前,先要设计相应的编码方案,添加

合理的计算方法, 设定最佳的遗传算子, 然后在这些因素共同作用下, 自动完成所搜工作, 同时若目标的适应值越大, 其生存率也会越高, 之后遵循基因突变的规律, 逐渐生成符合环境要求的个体<sup>[3]</sup>。(2) 并行计算。演化计算时, 能够对问题进行并行计算, 其中, 共包含两个方面, 一个是内在并行, 对问题进行分析时, 同时采用多个计算机予以运算分析, 且各计算机保持独立, 相互并无影响与干扰。另一个为内含并行, 在对发咋问题分析时, 选择大量的计算机系统, 构建出一个规模庞大的计算机集群, 通过种群的方式, 对问题进行分析与搜索, 以此提升搜索速度, 缩短问题计算时间<sup>[4]</sup>。(3) 全局优化。对于以往其他计算方法来说, 受到计算方法自身特点因素的影响, 导致计算结果具有较大的局限性, 只可能得到局部最优解。而对于演化算法来说, 则能够同时在多个区域予以检索, 检索范围更大, 且速度更快, 以此获得更多的最优解, 从而提升问题的解决效果<sup>[5]</sup>。

### 1 工程概述

本次研究当中, 选择某水利工程作为研究对象。该工程为堤防加固项目, 处于贵州省境内, 该工程所在地的集雨面积约 689km<sup>2</sup>, 河流长度约 79km, 河流由东向西流淌, 坡降约为 2.63%, 河流的落差约为 195m, 由此表明, 该区域具有丰富的梳理资源, 从理论角度出发, 储藏量可以达到 10.35 万 kW, 按照 75% 的利用率进行计算, 总开发量为 7.76 万 kW。目前, 经过多年建设与发展, 该地区共构建出了 8 座水电站, 装机总容量约 7.0 万 kW, 基本达到了总开发量的理论值。在某项目的下游, 控制集雨面积约 1200km<sup>2</sup>。

### 2 水文信息的获取

水利工程建设时, 水文计算是其中较为关键的工作之一, 有效开展该项工作, 可准确了解工程区域的水文情况, 以此为工程的顺利建设打下良好基础。而在水文计算时, 首先要通过多种途径获取全面的水文资料。在获取水文资料的过程中, 要保证资料具有一定的代表性<sup>[6]</sup>。

### 3 设计洪水计算

#### 3.1 基本概念

某工程处于某水文站的上游, 间距为 5km, 在工程的下游, 含有 1200km<sup>2</sup> 的控制集水面积, 而在某水文站处, 集水面积约 1280km<sup>2</sup>, 两者相差在 7% 以内, 只有 6.67%, 均处于同一条河流上, 流域特性基本相同, 因而某工程设计洪水分析时, 可选择水文比拟法。某工程从建立之初, 就一直对水文资料予以监测, 并将监测结果准确记录下来, 使得水文资料就有良好的连贯性无需予以插补延长处理, 即可较为准确的展示出一段时间内该区域的水文特点。在流量资料方面, 共包含 28 年, 之后, 针对站网功能的调节, 从 1991 年开始, 中断了流量的测量, 但通过对某站水位与流量关系的观察能够发现, 两者基本上呈现出正比例关系, 是一条简单的曲线, 因而在流量确定时, 能够通过该水位流量图像的观察与分析获取。经过查询后可知, 某站的水位与流量当中, 不论是幅值还是谷值, 均具有较大的

波动, 且其中涉及丰、平与枯水周期的信息, 可较为完整地体现出该区域的水系水文特点。为了得到更加真实、准确的分析结果, 在选择资料后, 还应对其一一致性予以判断, 以确保资料当中所有信息类型、特征完全一致<sup>[7]</sup>。本研究对某工程水文分析时, 将各年份洪峰流量作为研究对象, 可满足上述要求的同时, 又保证资料的独立性。此外, 需要注意的是, 某工程属于 4 级堤围, 设计洪水为 20 年一遇, 因而将设计洪水 P 设定成 5%。最后, 利用某水文文章获取的数据信息, 即可估算出某工程周边水位情况与流量情况。

#### 3.2 计算方法

对设计洪水流量计算时, 是在某水文站近 44 年采集的基础上完成的, 首先, 通过距法公式的方式, 对设计频率洪水尽心相应的计算, 之后予以线性处理, 以此得到最终的计算结果。其中, 对于特大洪水来说, 计算公式为:

$$P_m = \frac{M}{N+1} (m=1,2,\dots,a) \quad (1)$$

对于实测洪水来说, 计算公式为:

$$P_m = \frac{a}{N+1} + \left(1 - \frac{a}{N+1}\right) \frac{m-1}{m-n+1} \quad (2)$$

式中, N 表示重现期值, n 表示实际测量结果的数量; a 表示特大结果的项数; M 表示特大结果的排序; m 表示实际测量结果的排序<sup>[8]</sup>。

通过上述两个公式, 即可得到相应的水文分析结果。

#### 3.3 基于项目所在地的设计洪水计算

由上述分析可知, 本次研究当中, 通过比拟法的方式, 对项目所在地的红枫情况进行推算, 其主要公式为:

$$Q_1/Q_2 = (F_1/F_2)^{2/3} \quad (3)$$

其中, Q1 表示某水文站测量到的洪峰流量值; Q2 表示某工程所在地处, 计算出来的洪峰流量结果; F1 表示在某水文站处, 所含有的集水面积, 本文选择 1280km<sup>2</sup>; F2 表示在某工程所在地处, 所含有的集水面积。

通过对某水利工程现场进行勘察可以发现, 在桩号为 0+840 区域处, 有一条向外延伸的支流, 该区域的总集雨面积约 1000km<sup>2</sup>, 因而对其洪峰流量计算时, 将整个工程划分成两个部分, 一个是工程尾段, 其集水面积约 1260km<sup>2</sup>, 另一个是桩号 0+840 区域处, 需要在整个工程所在区域集水面积的基础上, 减去第一部分的数值, 即 1158km<sup>2</sup>。

#### 3.4 排涝洪水计算

在水文分析时, 还应对排涝洪水情况进行计算。在这一方面计算过程中, 通过对相关规定的调查可以发现, 应以 10 年一遇 24h 暴雨产生的径流量为治涝设计标准, 其中在城镇及其他区域, 以 1d 作为排干设计标准, 在农田区域, 以 3d 作为排干设计标准。对于某工程来说, 并非处于农田区域, 因而将其排干设计确定为 1d。最后, 利用下述公式, 能够推导出工程的排涝流量:

$$Q_{\text{排}}=1000 \cdot \beta \cdot H_{10} \cdot F / 3600 \quad (4)^{[9]}$$

其中,  $Q_{\text{排}}$ 表示推导出来的排涝流量结果;  $\beta$ 表示径流系数, 由河流特点而定, 对于某工程所处河流来说, 将该指标设定成 0.8;  $H_{10}$ 表示 10 年一遇的 24h 暴雨量, 可通过当地降雨资料的收集与计算获得, 某工程所处区域为 161mm;  $F$ 表示研究范围内的排涝面积, 本文将其设定成 1.5km<sup>2</sup>;  $T$ 表示 1d 排水时间, 实际当中, 可能受到各种因素的影响, 导致排水系统无法连续工作, 因而实际排水时间低于 1d, 本研究当中, 将其设定成 22h。

通过上述公式与数据的计算后, 即可得到某工程的排涝流量, 即  $Q_{\text{排}}=2.47\text{m}^3/\text{s}$

#### 4 施工洪水计算

对于本工程来说, 位于某水电站的上游, 均处于同一河流当中, 流域特性基本一致, 集雨面积基本相同, 因而在对施工洪水计算时, 通过与相关部门的调查, 获取某水电站勘察报告资料, 以此作为依据, 通过比拟法的方式, 对某工程施工洪水予以计算。在某水电站的报告当中, 洪水计算结果包含 1987~2020 年的数据, 通过这些数据信息的浏览与分析, 能够得到该水电站水位~流量关系图像, 并确定出每个月份的流量峰值。之后以此为基础, 针对施工要求, 确定出 6 个研究时段, 分别为: 当年 9 月至第二年 4 月; 当年 9 月至第二年 3 月; 当年 10 月至第二年 4 月; 当年 10 月至第二年 3 月; 当年 11 月至第二年 3 月; 当年 11 月至第二年 2 月, 对流量峰值予以观测, 并进行频率分析。

根据当地气候特点, 结合工程建设情况可知, 在 11 月~2 月份期间, 属于干旱期, 洪峰流量最低, 但施工时间段, 因而会产生较高的施工压力, 不符合实际需求; 在 10 月~3 月份期间, 洪峰流量相对于上一时间段略有增加, 但时间更长, 平均计算后, 该时间段的洪峰流量也不是很大, 可将其作为施工洪水结果。所以, 某工程最终确定为  $P=33.33\%$  的 10 月~3 月分期洪水成果, 其中, 在桩号 0+800 至上游处, 通过上述计算, 能够得到洪峰流量  $Q$  为  $209\text{m}^3/\text{s}$ ; 在桩号 0+800 至下游处, 通过行数公式计算, 可以得到红枫流量  $Q$  为  $197\text{m}^3/\text{s}$ 。

#### 5 设计洪水校核

针对某工程所在位置情况, 通过对当地暴雨径流资料查询可知: 整个区域的集雨面积在 500km<sup>2</sup> 以上, 按照当地综合单位线三号无因次单位线  $u_i \sim x_i$  进行分析。对相关资料查询与整理后, 可得到如表 1 所示结果。在原设计方案资料当中, 对洪水计算时, 采用的是推理公式法, 通过该方式计算后, 能够得到如表 1 所示结果。通过该结果观察能够发现, 从设计层面出发, 在经过复核后, 与原有计算结果高出 289.60m<sup>3</sup>/s。由此表明, 相对于原来的推理公式法, 本文提出的计算方法更加良好, 得到的水文计算精确性更高, 通过该计算方法的应用, 将为水

利工程的建设打下良好基础。

表 1 某工程区域实际洪水情况表

| 计算频率 P | 红枫流量值 | 来源     |
|--------|-------|--------|
| P=5%   | 840   | 实际勘察结果 |
| P=0.5% | 1240  | 实际勘察结果 |

表 2 比拟法与推理公式法的计算结果表

| 计算频率 P | 洪峰流量值  |       | 结果对比  | 选定结果   |
|--------|--------|-------|-------|--------|
|        | 比拟法    | 推理公式法 |       |        |
| 10%    | 800.60 | 741   | 8.04  | 800.60 |
| 5%     | 970.67 | 962   | 0.90  | 970.67 |
| 0.5%   | 1528.5 | 1749  | 12.61 | 1749   |

#### 总结:

综上所述。为了更好地开展水利工程水文计算工作, 本文以某工作作为研究对象, 阐述了一种水文计算方法, 该方法主要以演化算法为依据, 根据与被研究区域相类似水资源现场资料的整理与分析后, 对被研究区域的水文进行计算, 可以得到较为精确的水文计算结果, 与实际之间的误差非常小, 可将其看做现场水文情况, 以此为水利工程的建设提供支持, 防止由于水文情况不准确而引发的各种事故, 对人民生命健康与经济财产提供保障。

#### [参考文献]

- [1]赵付勇.工程调节下新疆二塘沟河水文计算与分析[J].水利科学与寒区工程, 2021, 04(04): 139-142.
- [2]陈凯, 高英, 贾彦顺, 等.中美公路涵洞小流域地区水文计算对比研究[J].公路, 2021, 66(07): 22-29.
- [3]龙章发, 谢加球, 罗姗姗.贵州山区小流域引洪工程水文分析计算方法研究[J].广西水利水电, 2021,08(03): 46-49.
- [4]李晓丽, 史文美.浅谈廊道跨伊家河支流河防洪评价及水文计算分析[J].治淮, 2021,11(06): 15-17.
- [5]朱文静.TOPMODEL 模型在新疆伊犁河流域水文计算中的应用研究[J].地下水, 2021, 43(02): 153-156.
- [6]王明新, 赵义平, 刘迪.基于 Sentinel-1 影像提取 DEM 的精度及水文分析应用[J].内蒙古水利, 2020, 05(12): 40-41.
- [7]宋春艳, 马惠群, 闫峰.基于海绵城市理念的电厂低影响开发设施的水文计算分析[J].给水排水, 2020, 56(S1): 957-96.
- [8]周庆杰, 高珊, 刘乐军, 等.基于水文分析法的海底峡谷特征要素自动提取方法研究及应用[J].海洋技术学报, 2020, 39(01): 25-31.
- [9]李俊杰.朱仙镇园区蓄水工程水文特征及设计暴雨计算[J].河南水利与南水北调, 2019, 48(09): 35-36.