

(11)

46-48

计算和修正彭曼公式的计算机通用程序设计

庄卫华

侯战生 5152.7

(河海大学计算机工程系 南京 210098) (河海大学水文水资源系 南京 210098)

摘要 彭曼公式是水面蒸发计算和农田蒸发量计算中经常使用的一个公式,由于其中一些物理量是用经验方法确定的,当使用地区的环境条件改变时,需根据当地的实际情况对公式中的一些经验系数作适当的修正。本文介绍了一种既能对彭曼公式进行系数修正,又能对彭曼原式及其修正式进行比较计算和方案选优的计算机通用程序,给出了程序的基本结构、功能说明和系数修正的主要流程,以及一些修正方法说明。

关键词 彭曼公式 水面蒸发 程序设计 计算机应用

农田 计算机 程序设计

1 彭曼公式简介

彭曼公式^[1]的一般形式为

$$E = \frac{\Delta H + \gamma E_a}{\Delta + \gamma}$$

式中 E 为自由水面蒸发量; Δ 为温度-饱和水汽压曲线 T 在 T_a 时的斜率(T_a 为气温); γ 为干湿球常数; H 为水面净辐射。

$$\Delta = \frac{e_a}{273 + T_a} \left(\frac{6463}{273 + T_a} - 3.927 \right)$$

$$\gamma = \frac{C_p P}{\epsilon L} = 0.66 \quad (\text{hPa}/^\circ\text{C})$$

$$H = (1 - a)Q - F$$

式中 e_a 为气温等于 T_a 时饱和水汽压; C_p 为空气定压比热; L 为汽化潜热; P 为大气压; $\epsilon=0.622$ 为水汽分子量与干空气分子量的比值; a 为反射率,对自由水面 a 可取 0.05; Q 为总辐射; F 为有效辐射。

彭曼公式中,总辐射

$$Q = R_A(0.18 + 0.55n/N)$$

式中 R_A 为天文(理论)辐射值; n 为实际日照时数; N 为可能日照时数。

有效辐射 F 采用 Brunt 公式

$$F = \sigma T_a^4 (0.56 - 0.092 \sqrt{e_a}) \times (0.1 + 0.9 \frac{n}{N})$$

式中 σ 为斯蒂芬-玻尔兹曼常数,其值为 $2.01 \times 10^{-9} \text{mm/d} \cdot ^\circ\text{C}^4$; e_a 为空气实际水汽压。

彭曼公式中, E_a 为当蒸发面温度与气温相等时的水汽输送方程,一般称之为空气中的“干燥力”

$$E_a = K(e_a - e_d) \left(1 + \frac{\mu_2}{100} \right)$$

式中 $K=0.35$; $(e_a - e_d)$ 为空气饱和差; μ_2 为蒸发面上空 2m 处的风速。

2 程序设计思想和特点

2.1 程序设计思想

a. 彭曼公式中的经验系数,会因使用地区的自然环境和一年四季的气温不同而要作适当调整,从而得到适用于全国各地水面蒸发计算的不同修正式;同时为将修正式更好地应用于生产实际,要尽量提高其计算精度。所以我们在编程时充分考虑了程序的通用性

和可靠性,并且采用了多测站水文实测资料反复验证计算。

b. 要提高彭曼公式的计算精度,关键问题是提高式中各物理量的计算精度。因此对总辐射 Q 和“干燥力” E_a 都要作重要修正,修正程序部分主要是对这两个系数进行修正。对 Q 的修正是采用大家熟悉的最小二乘法,因为这种方法对减少随机误差、提高逼近精度是比较有效的算法;对 E_a 的修正则采用实测资料反推系数 K 的方法。

c. 对彭曼公式中的主要物理量修正之后,可以拟定几组待选方案送入计算机,排列组合成各种计算方案,然后用水文测站(某一站)若干年的实测数据代入组合的各方案中计算,把计算结果与实测资料进行校核比较,得到各种方案不同精度的合格率数,从而筛选出较理想的方案,即彭曼公式的修正式。

d. 为了验证程序的可靠性,特编制一验证模块,输入多测站水文资料,进行反复计算,反复校核修正式的合理性和计算精度。

2.2 程序特点

本程序的主要特点是通用性强,适合于全国各地的水面蒸发计算;灵活性高,可以随意扩充功能;程序语句简洁,使用方便。为了增强程序的通用性,具体设计程序时采用了以下几种方法:

a. 用 C 语言编制程序,因为 C 语言具有描述问题能力强、灵活性好、通用性好的特点,非常适用于通用程序的设计,与现代程序设计风格相匹配。

b. 本程序采用了结构化程序设计的思想,即从顶向下逐步求精、程序模块化、控制流结构化、数据结构系统化的程序设计方式,每个小模块(函数)完成一项独立功能,模块与模块之间可以相互调用,也可以任意装配。整个程序结构清晰,极易扩充功能。

c. 程序中的变量大都采用外部变量,在主程序中完成初始化。不同模块间对外部变

量可共享,也可以很方便地进行数据通讯;另外,从各模块的独立性考虑,又引入了一些静态外部变量或局部量。增设了一个验证计算模块,增强了程序的可靠性。

3 程序结构和功能

3.1 程序功能

全程序由主函数和 13 个辅助函数组成,完成四大功能。

a. 修正参数部分。由三个函数组成,分别完成插值计算,系数 a_0, b_0 的修正计算和“干燥力”公式中 K 系数的反推。

b. 输入/输出部分。输入部分完成所有实测数据的输入(包括实测资料 Q, E_a, R_A , 观测点对 $x(i), y(i)$ 等)。输出部分完成各种修正系数、方案比较结果、校核验证结果和生产科研实例计算结果等的输出,且大多以图表形式输出。

c. 方案选优部分。完成两大功能:一是完成一套实测数据(某水文测站的若干年资料)分别用组合好的各种方案(本例用 22 个方案)计算比较,并排列出各种不同精度的合格率数,以便选出最佳方案(即修正式);二是完成方案拟定、组合比较,并将比较结果排序后送到输出文件。

d. 验证计算部分。用修正后的修正式计算某一地区若干测站的实测数据,计算该地区的水面蒸发量。本文用鄱阳湖地区的余干、

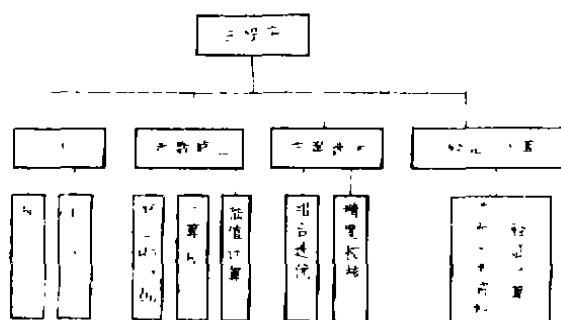


图1 程序结构图

星子、湖口、波阳、棠阴、康山等站的实测资料计算了鄱阳湖地区的水面蒸发量,结果比较理想。

3.2 程序结构和修正流程图

本程序分为四大块,即输入/输出块、参数修正块、方案选优块和验证计算块,见图1,其参数修正流程图见图2和图3。

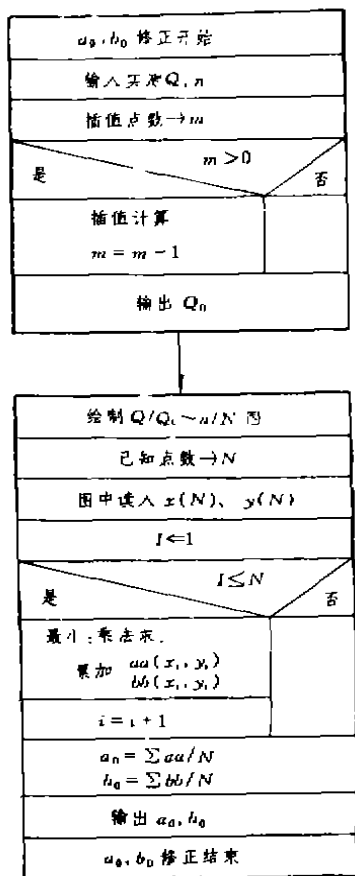


图2 修正 a_0, b_0 之值流程

4 结 语

本文介绍的通用程序已应用于鄱阳湖水面的具体研究中,并已部分应用于生产实际中,两者均取得了较满意的效果。

参考文献

- 1 林斯雷 R K 等,工程水文学,刘光文等译,北京:水利出版社,1981

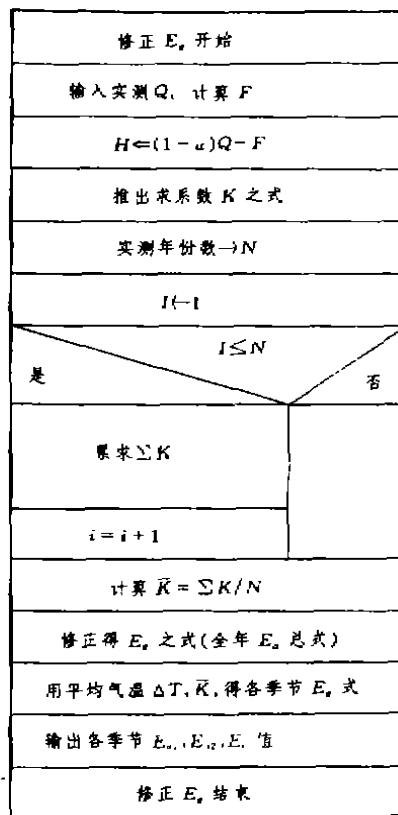


图3 修正 E_0 之值流程

- 2 姚汝祥等,水资源系统分析及应用,北京:清华大学出版社,1987

(收稿日期:1995-05-12)

简 讯

- △乌克兰国营 Ukrinterenergo 公司为越南兴建了一座价值 3600 万美元的水电站,该电站位于小河省。
- △伊朗在 Babdrud 河兴建伊朗第一座橡胶坝,建坝所需构件均从日本进口。
- △斯里兰卡政府计划 2010 年前在现有 1255MW 的基础上增加 900MW 电力供应,目前政府正在为外国私人企业参与这一计划制订指标。
- △古巴中西部 1995 年 6 月下旬遭受暴雨袭击,导致全国 219 座水库中的 35 座达到满蓄;暴雨还造成大范围的洪水。