

用微型计算机计算分析黄土高原的蒸腾蒸发量

帅 启 富

(中国科学院西北水土保持研究所)

提 要

本文总结用微型计算机计算分析黄土高原地区蒸腾蒸发量的程序,并以陕北杏子河流域为例,简述应用的方法及其成果。

一、前 言

蒸腾蒸发量 ET_0 不仅是表征一个地区气候状况的重要因子,而且对农林牧业生产布局有很大的影响。由于在田间难于精确测定 ET_0 值,多通过计算方法来解决。30多年来,我国有关部门的工作者在使用H.L.彭曼计算公式时,一般只按月平均资料来计算。因为彭曼公式的计算比较繁杂,人工计算需花大量的时间和精力。到目前为止的研究表明,有关农业、气象、地理、水文等学科都涉及到蒸腾蒸发量问题。为更好地为国民经济服务,许多部门都希望对 ET_0 问题进行更细致的计算和研究。

我们在1983年参照联合国世界粮农组织(FAO)作物需水量小组推荐的新的彭曼公式,参照有关统计计算方法,编制了一套比较完整的计算分析程序(程序语言为BASIC语言),并在实际应用中作了反复修改。现在我们借助于TRS—80微型机,利用黄土高原地区有关气象台站历年逐旬的气象资料,对其相应的 ET_0 值进行了计算和分析。所得结果为该地区的农林牧业生产布局决策和有关研究,提供了又一项可靠的依据。通过实际应用,说明程序方法的效果比较理想,不仅节省了大量的人力和时间,而且大大提高了成果的准确性,从而加快了我们研究工作的进度。

全部程序的操作步骤是基本一致的,不同的目标程序所采用的符号也基本统一。这就给程序的应用,尤其是程序的综合使用,提供了极为方便的条件。主要操作步骤有:1.输入基本资料;2.与目标程序合并;3.运行(包括结果输出)。这套程序可供计算分析旬、月、年的 ET_0 值及其与降水量、净辐射量、饱和水气压差之间的关系,输出或打印的资料比较完整,便于参阅和保存。凡需要计算和分析 ET_0 值的地区和部门,只要具备气温、日照、湿度、风速等实测资料,均可参考使用。

二、基本方法与步骤

程序方法的依据之一是H.L.彭曼计算公式,其次是有关数理统计方面的分析方法。根据对蒸腾蒸发量计算和分析的不同要求,我们编制了不同的目标程序。全部程序的内容或基本方法可归纳为下列几个主要方面:

第一是基本资料的输入。包括:1.最大可能日照时数 N 和总辐射量 R_0 值;2.加权系数 W 与气温 T 的关系表;3.饱和水气压 e_s 与气温 T 的关系表;4.气温、日照(n)、相对湿度(rh)、

风速 (u) 等实测气象资料; 5. 计算点编号和资料的起始年份。

第二方面的内容是ET₀值的计算。首先用改进的彭曼公式计算ET₀的旬(月)平均值(毫米/日), 然后按各旬天数乘以相应的平均值, 得出年、月合计值。针对黄土高原地区的具体情况, 我们选定了有关参数, 实际计算公式则是

$$ET_0 = W[(1 - \alpha)(0.25 + 0.50n/N) R_a - \sigma (273 + T)^4 (0.1 + 0.9n/N)(0.34 - 0.044\sqrt{e_a}) + (\frac{1}{W} - 1) 0.27 (1 + \frac{uG}{100}) (e_a - e_d)]$$

式中: α —表面反射率

e_a —实际水气压(毫巴), $e_d = e_a \cdot rh/100$

G—风速换算系数

第三为分析部分。1. 求出多年平均旬、月、年的ET₀值; 2. 按旬、月、年为时段分别作ET₀的经验频率分析; 3. 求比值K(降水量R与ET₀之比)、K₁(饱和水气压差与ET₀之比)、K₂(净辐射量R_n与ET₀之比); 4. 作K~R之间的回归分析, 并求出相关系数。

第四个方面是打印(或输出)全部计算分析结果。

按照以上基本方法或内容, 略加整理就可作出如图1所示的计算分析流程图。在此基础上就容易编制具体程序了。

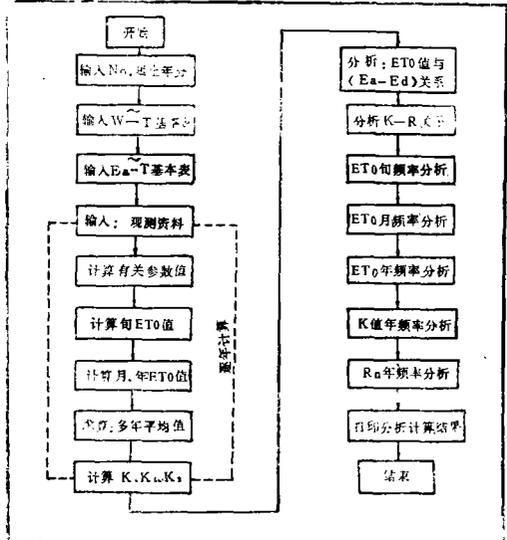


图1 蒸腾蒸发量ET₀计算分析流程图

三、程序的应用指导

前节所述主要步骤告诉我们, 不同的计算和分析目标, 应该有相应的独立的程序, 以满足使用者的不同要求。所以我们在编制程序时考虑了这个问题。全部程序可分为三个方面10个项目的目标程序, 应用时应根据具体情况选取相应的程序。主要的目标程序是:

(一) 蒸腾蒸发量的计算:

1. 按逐旬平均资料计算旬ET₀值;
2. 按逐旬合计值资料计算旬平均ET₀值;
3. 按逐月平均资料计算月ET₀值;
4. 按逐月合计值资料计算月平均ET₀值;
5. 按平均、合计混合资料计算ET₀值。

(二) 经验频率分析:

6. 按旬作ET₀、R频率分析;
7. 按月作ET₀、R频率分析;
8. 按年作ET₀、R、R_n、e_a-e_d频率分析。

(三) 其它:

9. 降水蒸发回归分析, 求出回归系数和相关系数;
10. 打印基本资料和成果一览表。

使用者还必须注意，在确定目标程序时，要根据计算点的纬度和海拔高程，选取对应的 $W \sim T$ 和 $e_a \sim T$ 基本表的值。同时，还要考虑表面反射率 α 值在年内不同季节的差别。此外各气象站不同高度的风速资料，还要进行换算。

四、应用成果举例

程序方法的实际效果是比较理想的。为清楚起见，现以陕北杏子河流域为例，简述程序应用的大致过程及有关成果，以供参考。

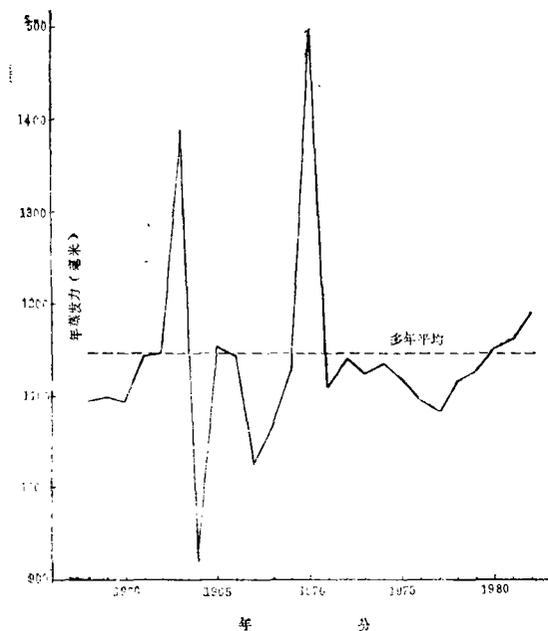


图2 杏子河流域历年蒸腾蒸发量曲线

置、种植制度的确定、灌溉制度以及产量的稳定性的确定等都起着决定性的作用。我们对杏子河流域的计算分析表明，该地区年蒸腾蒸发量 ET_{OY} 与年降水量 R_Y 显著相关（见图3所示），相关系数 $r = 0.95$ ，其关系式为：

$$EF_{OY} = \frac{R_Y}{1.049 \times 10^{-4} R_Y - 0.0827} \quad (R_Y \geq 200)$$

年降水蒸发比 K 值的范围在 $0.28 \sim 0.85$ 之间，多年平均 $K = 0.47$ ，说明该地区的干旱程度还是比较严重的。因此，充分利用该地区降水资源潜力，是一项十分重要的艰巨任务。

杏子河流域位于北纬 $36^{\circ}46' \sim 37^{\circ}13'$ ，平均海拔高程在1,000米以上，该流域属黄土丘陵沟壑区。根据我们对杏子河流域的调查，地表面作物反射率 α 值的情况是：2月下旬—6月中旬， $\alpha = 0.15$ ；6月下旬—9月中旬， $\alpha = 0.25$ ；8月下旬—10月中旬， $\alpha = 0.20$ ；其余月（旬） $\alpha = 0.10$ 。该流域附近有安塞、志丹、延安、靖边等气象站，我们就根据这些气象站历年实测的气温、日照、相对湿度、风速旬平均资料，对逐旬 ET_0 值进行了计算。全流域范围内的平均结果见图2。

程序应用的另一个成果就是，对年蒸腾蒸发量与年降水量的关系分析。这在分析干旱程度对农作物的影响、分析农业气候资源，尤其对降水资源评价工作具有重要的意义。因为这些因素对作物种类的配

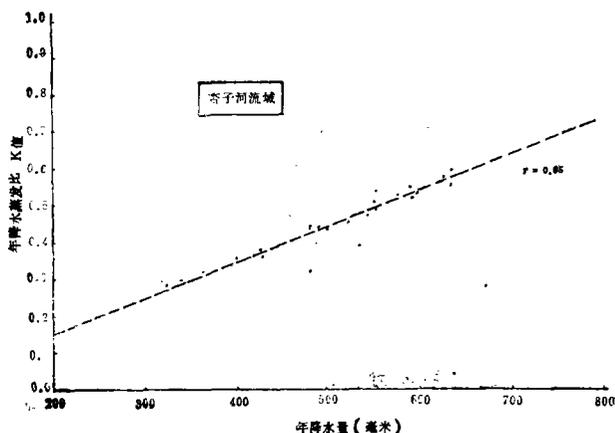


图3 年蒸腾蒸发量与降水量的关系

五、结 语

以上对蒸腾蒸发量计算与分析的程序方法，作了初步总结，这是微型计算机在水土保持研究

基本国策和奋斗目标

——我国环境保护的十年回顾和未来展望

王慧炯 李金昌 李泊溪

(国务院技术经济研究中心)

一、我国环境保护事业的进展

我国明确地提出保护和改善环境，把它作为国民经济发展任务的一个组成部分，有计划有步骤地进行，始于1972年。1973年8月，在已故周恩来总理的关怀和支持下，国务院召开了第一次全国环境保护会议，确定了“全面规划，合理布局，综合利用，化害为利，依靠群众，大家动手，保护环境，造福人民”的环境保护方针。10年来，我国在环境保护方面做了许多工作，取得了很大成绩。主要表现在以下几个方面：

(一) 初步形成了环境管理体系

迄今为止，从国家到省、地、市和相当一部分县，都建立了环境保护机构，作为政府的职能部门，负责国家和地方的环境保护工作。中央和少数省、市、自治区的经济主管部门及相当一部分大中型企业，也相应地建立了环境保护机构，实施对本部门、本行业、本单位的环境管理。全国已形成了一支26,000多人的环境保护队伍。近两年，环境保护的计划管理有所加强，全国五届人大第五次会议通过的第六个五年计划，把环境保护列为国家经济和社会发展的十项基本任务之一，还专门列出了环境保护篇章，提出了明确的目标和要求。为了防止新污染源的产生，1980年国家计委、经委、建委和原国务院环境保护领导小组联合颁布了《基本建设项目环境保护管理办法》，规定新建、扩建、改建工程，要编制环境影响评价报告书，经审查批准后才能建设，并规定环境保护设施要与主体工程同时设计、同时施工、同时投产（即“三同时”原则）。1982年，基建项目做到“三同时”的约有75%。为了促进企业加强经营管理，节约和综合利用资源，治理污染，改善环境，国务院1982年2月颁布了《征收排污费暂行办法》，在全国普遍实行了排污收费的制度。据1982年统计，共征收排污费5亿元，其中54%已用于补助企业治理污染。

(二) 环境保护法制建设有较大发展

在1979年全国人大颁布《中华人民共和国森林法（试行）》、《中华人民共和国环境保护法

工作中的一个实际应用。文中以陕北杏子河流域为例，简述了程序方法的应用过程与部分成果。这对有关方面的研究，将有一定的帮助。

全部计算分析程序，是配合我们的实际工作而编制的。应该指出，它不仅可用于这次作黄土高原地区蒸腾蒸发量的全面计算分析，而且待将来有了更丰富的资料后，仍然可以参考使用。另一方面，只要对程序中与纬度、海拔高程有关的直略加以修改，在其它地区同样可以使用。

把蒸腾蒸发量问题的计算与分析工作程序化，这是我们实际工作中的一个尝试。毫无疑问，这个程序方法还需要不断改进，使之日臻完善。