

最大蒸发量的气候学计算及其应用

锦西县气象站 杜尚云

蒸发是一个地区气候状况的重要因子。1948年英国学者彭曼提出了蒸发力的概念，它的定义是在充分湿润的条件下，土壤蒸发和植被蒸腾之和，称为蒸发力或最大可能蒸发量。这一说法三十年来得到了全世界广泛采用。

$$E_0 = \frac{\Delta H + rE_a}{\Delta + r} \quad (1)$$

式中 E_0 为自由水面蒸发量(mm); Δ 为气温 T_a 时饱和水汽压(e_a)曲线的斜率; r 为干湿球湿度方程的常数; H 为自由水面的辐射平衡; E_a 为干燥力。

一、蒸发量的气候学计算及其时空分布

蒸发受气候因素、土壤因素和植被因素的综合影响，关系十分复杂。当土壤水分足够时，蒸发主要决定于气象因子，彭曼以能量守恒定律为基础，考虑了太阳的天文位置，下垫面的辐射收支、温度、湿度、风速等因子，实际计算了蒸发池的最大可能蒸发量后，总结出水面最大蒸发量的公式为：

由于(1)式为众所周知，故不作详细解释。

在实际计算时，先将气象记录逐一进行物理当量的换算，求得 Δ 、 H 、 E_a 后，再由(1)式求得 E_0 ，即为自由水面的日平均蒸发量，日平均蒸发量乘以该月的天数，即为月的最大蒸发量。为运算方便，可列表进行，以锦西为例(表1)。

自由水面蒸发量(E_0)与陆面蒸发量(或

表1 锦西自由水面蒸发量的计算

月份	e_a (mb)	R_H	V_{10} (m/sec)	R_a (卡/cm ² ·日)	n/N	t_a C	R_l	R_B	$H=R_l-R_B$	Δ	E_0 (mm/月)
1	1.7	0.51	2.448	347.08	0.71	-8.9	3.188	3.296	-0.018	0.195	20.987
2	2.1	0.50	2.808	476.91	0.71	-5.8	4.381	3.366	1.015	0.239	35.308
3	3.3	0.48	3.240	644.73	0.67	1.4	5.694	3.327	2.367	0.369	76.973
4	6.1	0.51	3.816	823.95	0.63	9.5	6.985	3.102	3.883	0.602	127.320
5	10.0	0.53	3.528	954.96	0.63	17.0	8.096	2.921	5.175	0.896	177.444
6	17.2	0.70	2.952	1015.19	0.54	21.0	7.797	2.021	5.776	1.132	166.320
7	24.7	0.82	2.376	984.48	0.45	24.1	6.777	1.297	5.480	1.356	151.559
8	23.2	0.79	1.944	876.66	0.56	23.5	6.889	1.654	5.235	1.328	146.289
9	14.6	0.68	2.160	712.28	0.67	18.4	6.291	2.604	3.687	1.009	112.650
10	8.4	0.62	2.592	527.08	0.69	10.8	4.749	3.094	1.655	0.675	71.765
11	4.2	0.56	2.736	380.07	0.68	1.9	3.390	3.242	0.148	0.401	37.170
12	2.1	0.50	2.376	311.91	0.70	-6.0	2.838	3.315	-0.477	0.239	21.173

下垫面蒸发量) E_r 有如下关系:

$$E_r = K E_0 \quad (2)$$

彭曼通过实验确定, 春季(3—5月) $K = 0.70$; 夏季(6—8月) $K = 0.80$, 秋季(9—11月) $K = 0.70$; 冬季(12—2月) $K = 0.60$ 。由此可得生长季(5—9月) $K = 0.76$; 年 $K = 0.70$ 。

我们利用彭曼确定的系数计算锦州地区各站的陆面蒸发量(表2)。从计算结果可知, 全区平均陆面蒸发量为782.3毫米, 锦县最多, 为812.5毫米。义县最少, 为751.3毫米。

各季蒸发量的分布趋势, 冬季蒸发量最小, 三个月全地区的平均蒸发量只有42毫米, 义县仅为32毫米。秋季全区平均蒸发量为145.8毫米, 春季为261.4毫米。本地区春季气温回升较快, 蒸发量相应增加迅速, 全地区平均蒸发量由3月的52.4毫米, 4月份增加到86.4毫米, 5月份猛增到122.6毫米。加之春季少雨, 常形成严重春旱。夏季蒸发最旺, 为372.7毫米, 占全年总蒸发量的47.6%, 生长季蒸发量全地区平均为569毫米, 占全年的72.7%。

表2 锦州地区各站的陆面蒸发量 (mm)

站名	春	夏	秋	冬	生长季	年
锦西	267.2	371.3	155.1	46.5	573.2	801.5
兴城	240.1	360.5	140.1	37.3	539.6	739.1
绥中	245.9	355.0	147.5	43.7	544.4	755.0
黑山	269.7	384.5	146.3	44.7	584.7	804.6
义县	259.5	372.4	128.5	32.2	563.8	751.3
锦县	272.3	383.2	153.7	43.9	590.5	812.5
北镇	275.3	382.2	149.2	45.8	587.0	812.4
均值	261.4	372.7	145.8	42.0	569.0	782.3

二、蒸发量计算的实际应用

1、确定地区的水分盈亏 我们把地区水分盈、亏定义为有效降水与陆面蒸发之差,

它是评价地区水分资源的主要参量。

有效降水量 R_k 由下式表示:

$$R_k = R - H + A$$

其中: R 为大气降水量; H 为径流量; A 为地下水补给量。据水利部门的研究, A 按陆面蒸发的10%估算。据此, 计算了全地区各站点的各季水分盈亏量(表3)。

从四季的水分盈亏分布来看, 以春季亏缺最多, 全区平均亏缺196.0毫米, 相当于每亩亏缺130.1吨水, 占全年总亏缺量的82.4%。

表3 各季水分盈亏量 (mm)

时段	春季	夏季	秋季	冬季	生长季	全年
站名	(3—5月)	(6—8月)	(9—11月)	(12—2月)	(5—9月)	(1—12月)
全区	-196.0	-24.0	-46.8	-35.9	-105.3	-237.8

作物生长季全区普遍缺水, 全区平均缺水105.3毫米, 占全年缺水的44.3%。全区以锦西为中心, 向外缺水越来越多, 其中以绥中缺水最多, 为283.3毫米, 义县、黑山次之。

2、确定作物的水分盈亏 地区水分盈亏只是从气候方面评价一个地区的水分供应状况。我们将有效降水与作物需水之差, 定义为作物的水分盈亏(V_z), 其表达式为:

$$V_z = R_k - K_c E_0$$

其中: K_c 为国际粮农组织确定的整个生长季作物系数的平均值(表4)。 $K_c E_0$ 可以视为作物的最大蒸散量(作物需水量)。

表4 作物系数 (K_c) 表

作物种类	玉米	高粱	花生	大豆	棉花	谷子
作物系数	0.825	0.800	0.775	0.825	0.850	0.750

有效降水可视为作物的水分供应量, 其意义同前, 只是地下水补给量按作物需水量的10%估算。据此, 我们确定了玉米等6种作物的水分盈亏量(表5)。

3、确定合理的灌溉量 灌溉量的实际利用率随着地形、地势、土壤性质和气象条件的不同而不同, 依据各作物的水分盈亏量,

表5 作物水分盈亏量 (mm)

站名	玉米	高粱	花生	大豆	棉花	谷子
黑山	-133.7	-116.4	-99.1	133.7	-151.0	-81.8
北镇	-108.5	-91.1	-73.7	-108.5	-125.9	-56.4
义县	-151.5	-134.7	-118.1	-151.5	-168.1	-101.4
锦县	-121.0	-103.5	-86.1	-121.0	-138.6	-68.6
锦西	-151.2	-134.2	-117.2	-151.2	-168.2	-100.2
兴城	-170.5	-154.7	-139.0	-170.5	-186.2	-123.2
绥中	-200.6	-184.5	-168.4	-200.6	-216.7	-152.3

表6 作物灌溉量 (吨/亩)

站名	玉米	高粱	花生	大豆	棉花	谷子
黑山	179	155	132	179	201	109
北镇	141	121	99	141	168	75
义县	203	180	157	203	224	135
锦西	201	179	156	201	224	134
锦县	161	138	115	161	185	91
兴城	227	206	185	227	248	164
绥中	267	246	225	267	289	203

常见错别字举例

注：有些字虽然没错，有两种写法，本刊习惯用新华字典的第一个字，例如算(讵)

误	正	误	正
予报	预报	第一	第一
付高	副高	山岑	山岭
行止	停止	山岑	山峰
菅理	管理	彤响	影响
园点	圆点	复盖	覆盖
讵数	算数	土壤	土壤
调正	调整	欠收	歉收
合并	合并	产曷	产量
范围	范围	洪水	灌水
下分	部分		

估算了锦州地区各县的作物全生育期总灌溉量(表6)。

还可根据降水的长期预报对照本文所算得的数据，预测作物水分的供应状况，开展农业气象服务工作。

由于蒸发降水等因素对作物的实际作用非常复杂，本文只是粗浅的讨论，仅供参考。

本刊来稿要求

来稿务请用钢笔在单面方格稿纸上誊写清楚，文字力求简练，科技论文每篇一般以不超过6000字(含图、表)为宜。

1、来稿不要写错别字、连笔字、草字、繁体字和非正式简化字。希能准确使用标点符号。

一般论文中常出现句号与分号、连接号与破折号分不清的现象(连接号“—”占一个位置，破折号“——”占两个位置)。

2、全文的名词、计量单位、符号和外文字母的大小写要前后一致。计量单位要使用法定计量单位例如，毫巴(mb)改用百帕(hPa) [详见(84)国气办字第019号文件]。

3、图、表切勿过大、过多，图表序号一律用阿拉伯字，图题置于图下(居中排)，表名置于表之上(居中排)，图须用黑墨绘在硫酸纸上。本刊采用双栏排字，每栏宽为7cm，因此，图宽一般不要超过7cm。

4、参考文献请按一定次序标号，置于正文之后，并依次写明作者的姓名、论文题目、杂志名称(或出版社)、卷期数和发表年份(见下例)。外文参考文献请用印刷体书写。

[1] 陆一强，副高西北侧的强对流云团与局地暴雨，北方天气文集，(4)1983年。
在文中的标法： $\times \times \times \times \times \times \times \times$ ⁽¹⁾ $\times \times \times \times$