

E₆₀₁型与小型蒸发器对比观测分析

黄秋红

(吉林省长春气象局, 130062)

提 要

通过对长春国家基准气候站 1986~1997 年夏季(5~9 月)E₆₀₁型与小型蒸发器 12 年蒸发量及 1997 年冬季(10~4 月)的冰面蒸发对比观测资料,进行相关分析和对比分析,得到两种蒸发量的折算系数,求出了累年 E₆₀₁型蒸发量的气候估计值。

关键词: 蒸发量 资料分析 气候估计值

引 言

在实现地面与空气水汽交流变化中,蒸发作为重要途径,在水分收支平衡、水文、水利灌溉、农业蒸散等领域发挥着重要作用。

在长期地面气象观测中,各级气象台站广泛使用的测量蒸发的仪器是 20cm 口径的小型蒸发器(以下简称小型),它安装在距地面 70cm 的高度上。这种小型蒸发器尽管与测量降水的雨量器口同高,但由于容积小,器壁裸露于空气中,历年平均蒸发量比平均降水量要大得多,这与局地相抵偿原理相悖,不能代表一地的实际蒸发量。

为测得更接近实际的蒸发量,吉林省从 1985 年开始,所有基准、基本站陆续安装了深埋地下、大容积(器口面积为 3000cm²、水深 40~50cm)、器口边缘距地面 7.5cm 的 E₆₀₁型蒸发器(以下简称 E₆₀₁)。E₆₀₁型是 WMO 推荐使用的水面蒸发观测仪,这种蒸发器其构造、安装位置更接近自然,测得的蒸发量与实际水面蒸发量更为接近。

本文分析了小型蒸发量偏大的原因,并对 1986~1997 年长春国家基准气候站(以下简称长春站)E₆₀₁型和小型 5~9 月蒸发量进行相关分析,求得两种蒸发量的折算系数,为吉林省中部平原有效利用长序列小型蒸发资料提供了应用途径。

1 小型蒸发量偏大的原因

根据陆地水份收支的局地相抵偿原理,一地的降水与蒸发和径流的多年平均值应基本平衡,即蒸发量应小于或等于降水量。长春站小型所测得的 12 年平均蒸发量为 1512.1mm,比 12 年平均降水量 587.8mm 多 924.3mm。也即平均每年流失 924.3mm 的水份。又由表 1 可见,小型测得的 12 年平均蒸发量比 E₆₀₁型明显偏大,且偏大率季节性差异明显。5 月、6 月份偏大率在 75% 以上,7~9 月偏大率也在 51%~64%,5 月最大高达 91.2%。小型蒸发量为何如此偏大?下面通过蒸发原理和两种蒸发器的构造、安装等方面加以对比分析。

我们知道在蒸发面上总存在着水分子从水体向空气中扩散和空气中的水分子进入水体两个过程,这两个过程的不平衡性使水面变化,就形成了蒸发。根据道尔顿蒸发公式: $W = C(E - e)/p$, (式中 W 为蒸发率, C 为与风速有关的函数, E 为水面温度下的饱和水汽压, e 为水面上空气中的实际水汽压, p 为大气压)。

因一地的两种蒸发器高度气压差非常小,由气压 p 变化引起的蒸发速率的变化可忽略不计;水面上空气中的实际水汽压 e 与高度之间为指数关系,在一地的两种蒸发器的高度上,经过计算 e 很接近,且 e 的变化幅度相对于 E 而言要小得多,因此 e 对两种蒸

发器蒸发速率的影响也小得可不考虑。

由此看出,引起两种蒸发器蒸发量差异的主要因素是风速和水面温度下的饱和水汽压。风速越大,蒸发越快。由于地表摩擦作用,使得近地面层风速随高度迅速加大。 E_{601} 型安装在近地面,而小型安装于70 cm高度上,其蒸发量就会偏大,且风速越大偏大率越大。

此外,小型容量甚小,器壁裸露。加之器壁为铜质,热传导率高,白天在阳光的直射下,器内水温经常比空气温度高许多。而饱和水汽压会随温度的增高而增大,因而水温愈高,蒸发面上的饱和差越大,蒸发越快。 E_{601} 型大部分处于地下,容量远远大于小型,四周又有护水圈,阳光直射不到器壁,因而水温和蒸发速率小于小型。

2 E_{601} 型与小型蒸发量的对比分析

2.1 蒸发量的分布特征

计算长春站小型和 E_{601} 型1986~1997年5~9月各月及5~9月总蒸发量的12年平均值,以及两者之间的差值和比值,列表1。比值 $K = E_{601}$ 型蒸发量 / 小型蒸发量,偏大率 D 为小型蒸发量与 E_{601} 型蒸发量相比偏大的百分数。

表1 长春站两种蒸发器1986~1997年12年平均蒸发量资料

项目	小型/mm	E_{601} 型/mm	差值/mm	比值 K	偏大率 $D/\%$
1月	17.7	10.6			
2月	32.9	19.7			
3月	92.0	55.2			
4月	207.2	116.0			
5月	274.9	143.8	131.1	0.523	91.2
6月	239.5	136.4	103.1	0.570	75.6
7月	172.0	105.3	66.7	0.612	63.3
8月	153.6	98.1	55.5	0.639	56.6
9月	131.7	86.9	44.8	0.660	51.6
10月	112.0	70.6			
11月	55.2	33.1			
12月	23.4	14.0			
5~9月	971.7	570.6		0.587	70.3
1~12月	1512.1				

从表1可看出,两种蒸发器测定的蒸发量差别很大,5~9月12年平均蒸发量,小型为971.7 mm, E_{601} 型570.6 mm,小型比 E_{601} 型蒸发量多401.1 mm。两种蒸发器测得的蒸发量各月分布规律较为一致,最大值小型为274.9 mm, E_{601} 型为143.8 mm,均出现于5月份;最小值小型为17.7 mm, E_{601} 型为10.6 mm,均出现于1月份。(表1中10月~4月 E_{601} 型蒸发量为气候估值)。图1为两种蒸发器蒸发量的变化曲线图,两种蒸发量各月分布状态相似。

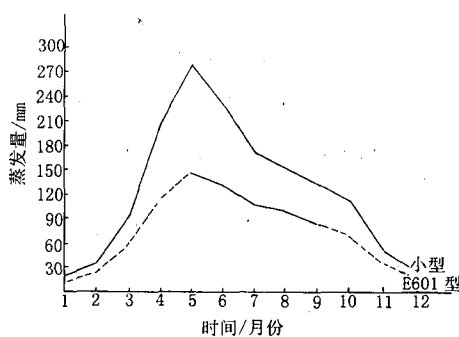


图1 长春站两种蒸发量12年平均变化曲线

2.2 两种蒸发量的相关分析

为找到两种蒸发器蒸发量之间的相互关系,利用两种蒸发器同期对比观测资料进行一元直线回归分析。即: $\hat{y} = \hat{a} + \hat{b}x$, (式中 x 为小型蒸发量, \hat{y} 为 E_{601} 型蒸发量估计值, \hat{a} 、 \hat{b} 为待定系数)。分别对5~9月及5~9月合计值和逐年7~9月及5~9月所有各值合为一组进行相关分析,计算结果列于表2,表中 r 为相关系数, α 为信度水平。回归分析表明,各月相关系数多数月份达0.870以上,5~9月合计值相关系数稍小为0.583,但相关系数 $r_{0.05} < r < r_{0.01}$,线性相关显著。其他月份和不同月份的两种组合资料均通过信度 $\alpha = 0.01$ 的检验,故可由 $\hat{y} = \hat{a} + \hat{b}x$ 求得 \hat{y} 。

表2 长春站两种蒸发量一元直线回归数据

项目	\hat{a}	\hat{b}	r	α
5月	29.88	0.415	0.871	0.01
6月	6.514	0.542	0.871	0.01
7月	21.87	0.485	0.872	0.01
8月	-22.12	0.783	0.884	0.01
9月	29.73	0.434	0.784	0.01
5月合计	236.36	0.344	0.583	0.05
5~9月	30.68	0.429	0.933	0.001
7~9月	19.01	0.510	0.877	0.001

2.3 两种蒸发量的折算系数

2.3.1 5~9月各月折算系数

E_{601} 型与小型蒸发量的比值 K 即为两种蒸发量的折算系数。由表1可见,长春站5~9月各月折算系数均在0.523~0.660。

2.3.2 冬季(10月~4月)折算系数

吉林省地处寒温带气候区,冬季结冰期长,每年最低气温均可达-30℃以下,为防止结冰期 E_{601} 型冻裂,冬季(10月~4月)则停止观测。为使多年冬季小型蒸发资料更具使用价值,根据中国气象局的统一安排,吉林省国家基准、基本站,借助1997年冬季 E_{601} 型换型之际,进行了破坏性对比观测试验,获取了两种蒸发器结冰期冰面蒸发对比观测值。

结冰期总冰面蒸发量 E_{601} 为161.1mm,小型为267.8mm。

结冰期冰面蒸发折算系数 $K = 161.1 / 267.8 = 0.60$ 。

结冰期 E_{601} 型日冰面蒸发量 = E_{601} 型总冰面蒸发量/结冰期日数。

长春站1997年冬季结冰日数为139天,计算出结冰期 E_{601} 型日冰面蒸发量为1.2mm。结冰期为1997年11月13日~1998年4月1日,此结冰期即最后一次冻结成完整冰层之日至首次冰层融化已不完整日之间的时期。10月、4月应属处于时冻时化,水面蒸发与冰面蒸发的交替期。由图1小型蒸发量曲线可看出,这两月蒸发量分别介于3月、5

月、9月、11月之间,这两月的折算系数采用内插法算得10月为0.63,4月为0.56,11月~3月折算系数即为0.60。按上述折算系数,将表1中的1986年~1997年10月~4月小型蒸发量换算成 E_{601} 型蒸发量填绘于图1(虚线)。

3 E_{601} 型蒸发量的气候估计值

E_{601} 型测得的蒸发量较接近实际,但资料年限短。而广大气象台、站多年积累的都是小型蒸发资料。为充分利用这些宝贵资料,我们利用长春站1951~1997年47年各月的小型蒸发资料,求得 E_{601} 型累年各月及年平均蒸发量的气候估计值。因 E_{601} 型与小型蒸发量之间线性相关非常显著,由表3可见,求得的累年5~9月回归气候估值 \hat{y} 与由折算系数 K 计算的气候估值 \hat{E} 非常接近,两者的误差百分率仅为0.5%~3.7%。故可由小型蒸发量乘以各月折算系数 k 而简便计算出 E_{601} 型蒸发量的气候估计值,以供各部门使用。

表3 长春站1951~1997年累年各月及年平均蒸发量的气候估计值

项目	小型/mm	\hat{E} /mm	\hat{y} /mm	误差百分率/%
1月	21.0	12.6		
2月	35.7	21.4		
3月	96.8	58.1		
4月	218.8	122.5		
5月	321.3	168.0	163.2	2.9
6月	258.5	147.3	146.6	0.5
7月	194.6	119.1	116.3	2.4
8月	164.7	105.2	106.8	-1.5
9月	147.1	97.1	93.6	3.7
10月	116.4	73.3		
11月	56.6	34.0		
12月	26.4	15.8		
年合计	1657.8	974.4		

4 小结

①长春站蒸发量随季节变化明显,春季大,冬季小,5月是一年中蒸发量最大的月份,1月是最小的月份。

②长春站小型蒸发明显偏大,小型12年5~9月平均比 E_{601} 型蒸发量偏多401.1

mm, 偏大率达 70.3%, 且各月偏大率随蒸发量的增大而迅速增大, 5月达 91.2%。E₆₀₁蒸发量更具代表性、准确性和比较性。

③E₆₀₁型与小型蒸发量之间具有很好的正相关关系, 多数月份通过信度 $\alpha = 0.01$ 的检验, 而由 K 求得的气候估值 \hat{E} 与 \hat{y} 非常接近, 从而可利用求得的各月折算系数 k 简便计算出历年及累年各月或年平均 E₆₀₁型蒸发量的气候估计值。

④冬季(10月~4月), 由于仅有一年对比观测资料, 资料宝贵却又缺少对可信度的验证, 故冬季冰面蒸发折算系数仅供参考使用。

参考文献

1. В. а. Каган, В. А. Рябченко, А. С. Сафаров. 气候系统的水分收支. 气象科技, 1998(3).
2. 李崇志. E₆₀₁B型蒸发观测业务及蒸发量的分析判断. 气象, 1998, 24(2).

Contrast Analysis of E₆₀₁ Versus Small-sized Evaporation Gauge

Huang Qiuhong

(Changchun Meteorological Office, Jilin Province 130062)

Abstract

The evaporation capacity in the summer (May to Sep.) from 1986 to 1997 and ice-surface evaporation in the winter of 1997 (Oct. to next Apr.), measured by small-sized evaporation gauge, were compared with the measurement by E₆₀₁ at Changchun National Standard climatic station. The conversion coefficient of two Rinds evaporation data was obtained by correlation analysis and contrast. The climate estimated values of E₆₀₁ evaporation for years in succession were obtained.

Key Words: evaporation capacity ice-surface evaporation small-sized evaporation gauge