

谢万银,陈英,徐彬. 甘肃民勤小型与E-601型蒸发皿蒸发量折算系数分析[J]. 干旱气象, 2014, 32(3): 481-486, [XIE Wanyin, CHEN Ying, XU Bin. Analysis on Small Type and E-601 Type Evaporation Conversion Coefficient in Minqin of Gansu Province[J]. Journal of Arid Meteorology, 2014, 32(3): 481-486], doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2014)-03-0481

甘肃民勤小型与E-601型 蒸发皿蒸发量折算系数分析

谢万银^{1,2}, 陈英^{1,2}, 徐彬^{1,2}

(1. 中国气象局兰州干旱气象研究所, 甘肃省干旱气候变化与减灾重点实验室, 中国气象局干旱气候变化与减灾重点开放实验室, 甘肃 兰州 730020; 2. 甘肃省民勤县气象局, 甘肃 民勤 733300)

摘要: 利用民勤国家基准气候站1992~2001年5~9月各月小型与E-601型2种蒸发皿蒸发量的同步对比观测资料, 通过对比分析、相关分析、离差分析方法以及气候估算值分析得出: (1) 各月小型与E-601型2种蒸发的折算系数在0.504~0.601之间, 平均折算系数为0.574; 各年2种蒸发的折算系数在0.529~0.608之间, 平均折算系数为0.574; (2) 2种蒸发量5~9月的月、年平均折算系数相同, 2种月蒸发量的平均相关系数为0.952, 相关性很好, 但2种蒸发的年平均相关系数为0.330, 相关性很不理想, 因此利用按月计算的折算系数来换算2种蒸发量更为合理; (3) 小型蒸发量的离差系数大于E-601型蒸发量, 小型蒸发量的离散程度比E-601型蒸发量大。由于E-601型蒸发量只有5~9月有观测资料, 在考虑民勤站小型蒸发与E-601型蒸发资料互相换算时, 首先考虑将E-601型蒸发量换算为小型蒸发量来利用, 为有效利用民勤长序列小型蒸发量资料做了很好的衔接。

关键词: 小型蒸发和E-601型蒸发; 折算系数; 民勤

文章编号: 1006-7639(2014)-03-0481-06 doi:10.11755/j.issn.1006-7639(2014)-03-0481

中图分类号: P426.2

文献标识码: A

引言

下垫面的水分蒸发是水分循环的重要组成部分, 蒸发量的变化是气候变化的综合反映, 其研究对深入了解气候变化规律及对未来水资源的规划和开发利用具有重要的参考价值^[1]。蒸发量的研究不仅在水文、水利、水库工程的运行管理领域有极其重要的作用, 而且对气候变化及水资源利用、工农业生产仍有重要意义。作为典型干旱半干旱区的西北地区, 其蒸发量研究^[2-4]具有很重要的意义。

物理学定义的蒸发为液体温度低于沸点时, 发生在液体表面的汽化过程, 在任何温度下都能发生; 影响蒸发快慢的因素有温度、湿度、液体的表面积、液体表面的空气流动等^[5]。气象观测定义的蒸发量是指一定口径的蒸发器中, 在一定时间间隔内因蒸发而失去的水层深度, 以毫米数来表示^[6]。直接观测是获得蒸发量资料的根本途径, 国内外实验研究表明, 若用器测法较好地反映实际水面蒸发, 则必

须是几何尺寸足够大的蒸发池^[7], E-601型大型蒸发器是WMO推荐使用的蒸发观测仪, 这种蒸发器的构造、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, 但资料年限短。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20 cm口径的蒸发器, 它安装在距地面70 cm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, 由于水体面积、安装高度、器壁裸露受到额外的辐射能、水温及雨水溅失等原因, 所测出的蒸发量与实际水面蒸发量相差很大^[8], 不能很好地代表实际的蒸发量, 但对于了解实际蒸发量的时间变化规律和趋势是有价值的^[9], 而且广大气象台站多年积累的都是小型蒸发资料, 小型蒸发皿蒸发与实际蒸发之间存在着密切的联系^[10], 总体上蒸发皿和实际蒸发具有相同的变化趋势^[11], 利用小型蒸发和E-601B型蒸发量同步对比观测资料求得的折算系数折算后的蒸发量仍有一定的使用价值。

收稿日期: 2014-02-10; 改回日期: 2014-04-22

作者简介: 谢万银(1972-), 男, 甘肃武威人, 工程师, 主要从事气象观测及管理工作. E-mail: 183430137@qq.com

我国已有不少学者对各种不同蒸发器蒸发量之间的折算系数进行了研究。盛琼等^[12]分析了全国小型蒸发器之间折算系数的分布规律,全国折算系数的年平均值在 0.622 左右波动,变幅较小。任芝花等^[13]分析全国 31 个省市小型蒸发器对 E-601B 型蒸发器的折算系数,全国折算系数的年平均值为 0.62,甘肃的平均值为 0.59。庞成等^[14]计算甘肃张掖的折算系数平均为 0.611。此外还有诸多学者对不同地区的小型蒸发器和 E-601 型蒸发器的折算系数进行了研究,发现不同的蒸发仪器、不同的安装方式、不同地区和甚至不同季节其折算系数不一样^[15-19]。

目前,应用民勤蒸发量资料时,由于蒸发观测任务的改变,无法用具体系数得出 2002 年以来的 5~9 月的小型蒸发量,给资料应用带来不便。现利用民勤国家基准气候站 1992~2001 年 5~9 月小型蒸发量和 E-601 型蒸发量的同步对比观测资料,通过对比分析、相关分析、离差分析方法分析 2 种蒸发量之间的关系,初步得出民勤小型蒸发与大型蒸发之间的折算系数,为有效利用民勤长序列小型蒸发资料提供途径。

1 甘肃民勤小型蒸发与 E-601 型蒸发之间的折算系数

1.1 资料选取

鉴于民勤国家基准气候站 1992~2001 年之间的小型蒸发资料,同时 5~9 月有 E-601 型蒸发资料(1~4、10~12 月结冰期无 E-601 型蒸发资料),所以选取 1992~2001 年 5~9 月同期的小型与 E-601 型蒸发资料来计算民勤小型蒸发与 E-601 型蒸发之间的换算系数。

1.2 2 种蒸发量的对比分析及折算系数

在计算民勤小型蒸发与 E-601 型蒸发之间的

折算系数的同时,还有必要分析 2 种蒸发量之间的差值、偏大率、相关系数。

折算系数通常定义为较大水体蒸发量与较小水体蒸发量的比值,故小型蒸发对 E-601 型蒸发的折算系数定义为 E-601 型蒸发量与小型蒸发量之比^[20]。由于蒸发量受多种因素的影响,日折算系数范围变化较大,一般不给出日折算系数^[21];民勤国家基准气候站 1~4 月、10~12 月结冰期无 E-601 型蒸发资料,因此只统计 5~9 月各月及 5~9 月各年平均折算系数。偏大率定义为小型蒸发量与 E-601 型蒸发量相比偏大的百分率,即偏大率 = (小型蒸发量 - E-601 型蒸发量) / E-601 型蒸发量 × 100%。

将民勤站 1992~2001 年 5~9 月 2 种蒸发量及差值、偏大率、相关系数、折算系数列表 1 如下。从表 1 可看出,1992~2001 年 5~9 月平均蒸发量小型为 337.8 mm, E-601 型为 193.9 mm,小型比 E-601 型蒸发量多 143.9 mm。2 种蒸发器测得的蒸发量各月分布规律基本一致,小型蒸发 5~9 月为递减的趋势, E-601 型除 6 月比 5 月略增大外,基本也是递减趋势;最大值小型为 393.4 mm,出现在 5 月, E-601 型为 212.9 mm,出现在 6 月;最小值小型为 223.0 mm, E-601 型为 134.0 mm,均出现在 9 月。5~9 月 2 种蒸发器测定的蒸发量差值很大,差值随 5~9 月蒸发量的减小而减小,偏大率同样随 5~9 月蒸发量的减小而减小^[22],平均偏大率为 74%。5~9 月 2 种蒸发资料相关系数在 0.802~0.895 之间,平均相关系数为 0.952,均通过了 $\alpha = 0.001$ 显著性水平检验,5~9 月 2 种蒸发资料相关性显著;折算系数 5~9 月是逐渐增加的趋势,5~9 月平均折算系数为 0.574,与任芝花等^[13]分析的全 31 个省(市)小型蒸发器对 E-601B 蒸发器的折算系数甘肃的平均值为 0.59 较为接近。

表 1 民勤站 1992~2001 年 5~9 月 2 种蒸发量及差值、偏大率、相关系数、折算系数
Tab.1 Two kinds of evaporations and their differences, partial rates, correlation coefficients, conversion coefficients in Minqin station from May to September during 1992-2001

	小型蒸发量/mm	大型蒸发量/mm	差值/mm	偏大率/%	相关系数	折算系数
5 月	393.4	212.4	181.0	85	0.802	0.540
6 月	378.7	212.9	165.8	78	0.895	0.562
7 月	369.2	217.7	151.5	70	0.875	0.590
8 月	324.7	192.6	132.1	69	0.873	0.593
9 月	223.0	134.0	89.0	66	0.847	0.601
平均	337.8	193.9	143.9	74	0.952	0.574

注:表中相关系数均通过 0.001 显著性水平检验

将民勤站 1992 ~ 2001 年 5 ~ 9 月各年 2 种蒸发量及差值、偏大率、相关系数、折算系数列表 2 如下。从表 2 可看出 1992 ~ 2001 年(5 ~ 9 月)2 种蒸发器测定的蒸发量差值很大,差值大小与 2 种蒸发量的大小、偏大率的变化无规律可寻;1992 ~ 2001 年(5 ~ 9 月)年平均蒸发量小型为 1 689.0 mm, E - 601 型为 969.6 mm,小型比 E - 601 型蒸发量多 719.5 mm。2 种蒸发器测得的年蒸发量最大值小型为 1 798.0 mm, E - 601 型为 1 008.3 mm,均出现在 1997

年;2 种蒸发器测得的年蒸发量最小值小型为 1 609.3 mm,出现在 1993 年, E - 601 型为 935.2 mm,出现在 1996 年,最小值没有出现在同一年份。1992 ~ 2001 年(5 ~ 9 月)2 种蒸发量相关系数在 0.915 ~ 0.994 之间,年平均相关系数为 0.330,由显著性水平检验可知,2 种蒸发量的年相关性比月相关性明显要差;1992 ~ 2001 年(5 ~ 9 月)折算系数在 0.529 ~ 0.608 之间,10 a 平均为 0.574,与 1992 ~ 2001 年 5 ~ 9 月 2 种蒸发量折算系数 0.574 相同。

表 2 1992 ~ 2001 年各年 2 种蒸发量及差值、偏大率、相关系数、折算系数
Tab.2 Two kinds of evaporations and their differences, partial rates, correlation coefficients, conversion coefficients in each year during 1992 - 2001

年份	小型蒸发量/mm	大型蒸发量/mm	差值/mm	偏大率%	相关系数	折算系数
1992	1 646.8	1 001.4	645.4	64	0.974 **	0.608
1993	1 609.3	940.7	668.6	71	0.986 *	0.585
1994	1 656.5	979.3	677.2	69	0.974 **	0.591
1995	1 669.1	975.4	693.7	71	0.994 **	0.584
1996	1 617.6	935.2	682.4	73	0.979 *	0.578
1997	1 798.0	1 008.3	789.7	78	0.982 *	0.561
1998	1 673.5	972.0	701.5	72	0.930 *	0.581
1999	1 730.3	992.8	737.5	74	0.915 *	0.574
2000	1 715.5	951.4	764.1	80	0.969 **	0.555
2001	1 773.8	939.2	834.6	89	0.985 **	0.529
年平均	1 689.0	969.6	719.5	74	0.330 *	0.574

注:表中“*”和“**”分别表示相关系数通过 0.01 和 0.05 显著性水平检验

1.3 2 种蒸发量的线性相关性

利用民勤站 1992 ~ 2001 年 5 ~ 9 月各月小型蒸发和 E - 601 型蒸发 2 种蒸发量作相关分析(图 1)和月蒸发量的线性回归方程(表 3),方程中 y 为小型蒸发量, x 为 E - 601 型蒸发量。从图 1 和表 3 可看出,5 ~ 9 月各月小型蒸发和 E - 601 型蒸发 2 种蒸发量相关系数为 0.952,相关性很好。在一般情况下,温度越高、辐射越强、湿度越小、风速越大、气压越低则蒸发量越大^[23],反之越小。对于长期资料来说,在相同月份的温度、辐射(日照)、湿度、风速、气压的波动性小,对蒸发的影响程度差异不大,各月小型蒸发和 E - 601 型蒸发 2 种蒸发量拟合性较好。

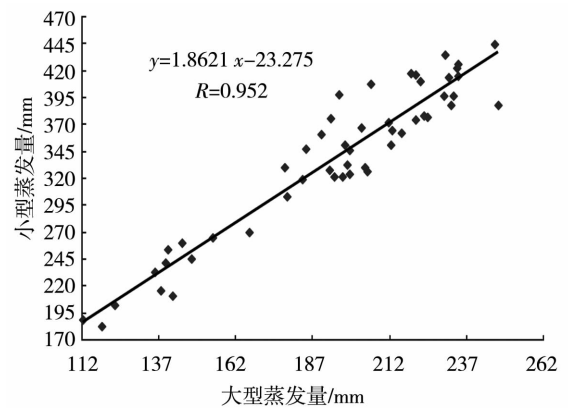


图 1 民勤站 1992 ~ 2001 年 5 ~ 9 月小型蒸发和 E - 601 型蒸发各月蒸发量相关分析
Fig. 1 The correlations of two kinds of monthly evaporations from May to September during 1992 - 2001 in Minqin station

表3 5~9月月蒸发量的线性回归方程
Tab.3 Linear regression equations of monthly evaporations from May to September

月份	线性回归方程
5月	$y = 1.3628x + 103.89$
6月	$y = 1.677x + 21.778$
7月	$y = 1.6659x + 6.5428$
8月	$y = 1.5876x + 18.94$
9月	$y = 1.9373x - 36.582$

利用民勤站1992~2001年5~9月小型和E-601型蒸发2种总蒸发量作相关分析(图2),可以看出,5~9月小型蒸发和E-601型蒸发2种总蒸发量相关系数为0.330,2种总蒸发量年相关性很不理想。由于影响蒸发量因子的多元化及其时段组合的月、年际差异,蒸发量的年际稳定性波动较大^[24],5~9月小型蒸发和E-601型蒸发2种总蒸发量拟合性较差。

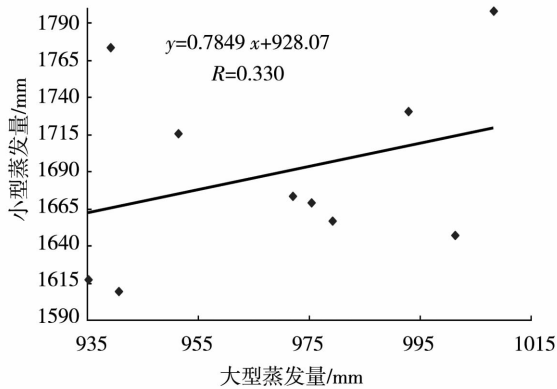


图2 1992~2001年5~9月小型蒸发和E-601型蒸发总蒸发量相关性
Fig.2 Correlation of two kinds of total evaporations from May to September during 1992-2001 in Minqin station

1.4 2种蒸发的离差分析

2种蒸发的离差分析是通过计算2种蒸发量1992~2001年5~9月各月离差系数(表4)来比较2种蒸发量分布的离散程度,离差系数=标准差/平均值。从表4可看出小型蒸发离差系数1992~2001年5~9月在0.008~0.123之间,最大值出现在9月为0.123;E-601型蒸发离差系数1992~2001年5~9月在0.090~0.101之间,最大值出现在8月为0.101;除5月小型蒸发与E-601型蒸发离差系数差值为负值外,其余都为正值,说明小型蒸发量资料的离散程度大于E-601型蒸发,但相差

不大。小型蒸发量的离差系数大于E-601型蒸发,说明小型蒸发的离散程度较大,这可能与仪器本身的水体面积、安装高度、器壁裸露受到额外的辐射能、水温、雨水溅失及观测误差等有关。

表4 民勤站1992~2001年5~9月2种蒸发量的离差特征

Tab.4 The dispersion characteristics of two kinds of evaporations from May to September during 1992-2001 in Minqin station

月份	小型离差系数	E-601型离差系数	差值
5月	0.008	0.091	-0.083
6月	0.100	0.095	0.005
7月	0.108	0.096	0.012
8月	0.109	0.101	0.008
9月	0.123	0.090	0.033

1.5 近30a小型蒸发的气候估算值分析

气象上采用的近30a气候统计值是用1981~2010年资料整编而得,由于民勤国家基准气候站观测任务的改变,1981~2010年2种蒸发资料不是同期观测。小型蒸发1981~2001年全年有观测资料,2001~2010年5~9月没有观测资料;E-601型蒸发只有1992~2010年的5~9月有观测资料,故将E-601型蒸发近30a气候统计值(实际为1992~2010年5~9月的观测资料)利用表1中计算的各月折算系数折算为小型蒸发的气候估算值,然后与小型蒸发近30a气候统计值(只计算1981~2001年5~9月观测资料)进行差值分析,进一步分析折算系数的有效性。表5将民勤站1992~2010年5~9月小型蒸发量气候估算平均值与近30a气候统计值(1981~2001年5~9月观测资料)进行列表分析。从表5可知,5~9月经折算后的小型蒸发量与近30a气候统计值的小型蒸发量比较,最大差值百分率为-7.1%,年合计差值百分率为-0.8%。由此可见,5~9月利用各月折算系数将E-601型蒸发折算后的小型蒸发量可以代替统计气候值。

1.6 2种蒸发的折算系数分析

从以上利用对比分析、相关分析、离差分析方法以及气候估算值分析可知,民勤站1992~2001年5~9月各月小型与E-601型2种蒸发的折算系数在0.504~0.601之间,平均折算系数为0.574,2种蒸发的平均相关系数为0.952,相关性很好;民勤站1992~2001年5~9月各年2种蒸发的折算系数在

0.529~0.608之间,平均折算系数为0.574,各年2种蒸发的平均相关系数为0.330,相关性很不理想。虽然小型与E-601型2种蒸发量5~9月的月、年平均折算系数相同,但是月蒸发量的相关性比年总蒸发量的相关性明显要好,因此利用按月计算的折算系数来换算2种蒸发更为合理,1~4、11~12月由于没有同期观测资料没有分析小型与E-601型

2种蒸发折算系数;同时,小型蒸发量的离差系数大于E-601型蒸发,小型蒸发的离散程度比E-601型蒸发大,E-601型蒸发只有5~9月有观测资料换算更为快捷,由此在考虑民勤站小型蒸发与E-601型蒸发资料互相换算时,首先考虑将E-601型蒸发换算为小型蒸发来利用,为有效利用民勤长序列小型蒸发资料做了很好的衔接。

表5 民勤站1992~2010年5~9月小型蒸发量气候估算值与近30a气候统计值分析

Tab.5 The contrastive analysis of small pan evaporation estimations from May to September during 1992-2001 and climate statistical values over the past 30 years in Minqin station

月份	1992~2010年气候 估算值/mm	近30a(1981~2001年) 气候统计值/mm	差值 /mm	差值百分率 /%
5月	403.4	388.5	14.9	3.8
6月	397.9	383.5	14.4	3.7
7月	375.5	389.1	-13.6	-3.5
8月	328.9	341.7	-12.8	-3.7
9月	223.7	241.0	-17.2	-7.1
年合计	1729.4	1743.8	-14.4	-0.8

2 结 论

(1) 综合以上分析表明,民勤站1992~2001年5~9月各月小型与E-601型2种蒸发的折算系数在0.504~0.601之间,平均折算系数为0.574;民勤站1992~2001年5~9月各年2种蒸发的折算系数在0.529~0.608之间,平均折算系数为0.574。

(2) 民勤站小型与E-601型2种蒸发量5~9月的月、年平均折算系数相同,但是2种蒸发月蒸发量的平均相关系数为0.952,相关性很好;各年2种蒸发的平均相关系数为0.330,相关性很不理想,因此利用按月计算的折算系数来换算2种蒸发量更为合理。

(3) 民勤站小型蒸发量的离差系数大于E-601型蒸发量,小型蒸发量的离散程度比E-601型蒸发量大,E-601型蒸发只有5~9月有观测资料换算更为快捷,由此在考虑民勤站小型蒸发量与E-601型蒸发量资料互相换算时,首先考虑将E-601型蒸发量换算为小型蒸发来利用,为有效利用民勤长序列小型蒸发资料做了很好的衔接。

参考文献:

[1] 韩军彩,张秉祥,高祺,等.石家庄市蒸发皿蒸发量的变化特征及其影响因子分析[J].干旱气象,2009,27(4):340-345.

[2] 徐兴奎.西北干旱和半干旱地区地表蒸发计算方法评估应用[J].气候与环境研究,2011,16(3):329-336.
 [3] 王鹏祥.西北地区干湿演变及其成因分析[D].南京:南京信息工程大学,2008.
 [4] 苗运玲,卓世新,杨艳玲,等.新疆哈密市近50a蒸发量变化特征及影响因子[J].干旱气象,2013,31(1):95-99.
 [5] 李景鑫,王式功,李艳,等.西宁市蒸发量变化特征及影响因素[J].干旱气象,2013,31(3):497-504.
 [6] 中国气象局.地面气象观测规范[M].北京:气象出版社,2003.
 [7] 国家气象局气候监测应用管理司.WMO-NO.8,气象仪器和观测方法指南[M].北京:气象出版社,1992.
 [8] 梁桂花,张小平,朱叶.朔州市近50a蒸发量变化特征及影响因子分析[J].干旱气象,2009,27(2):123-126.
 [9] 任国玉,郭军.中国水面蒸发量的变化[J].自然资源学报,2006,21(1):31-44.
 [10] 庄晓翠,张林梅,阿志肯,等.阿勒泰地区暖季蒸发变化特征及与气象因子的关系[J].干旱气象,2009,27(3):213-219.
 [11] 刘波,肖子牛,马柱国.中国不同干湿区蒸发皿蒸发和实际蒸发之间关系的研究[J].高原气象,2010,29(3):629-636.
 [12] 盛琼,申双和,顾泽,等.小型蒸发器的水面蒸发量折算系数[J].南京气象学院学报,2007,30(4):561-565.
 [13] 任芝花,黎明琴,张纬敏,等.小型蒸发器对E-601B蒸发器的折算系数[J].应用气象学报,2002,13(4):508-512.
 [14] 庞成,马鸿勇,王伏村,等.张掖E601型与小型蒸发观测资料对比[J].干旱气象,2011,29(3):362-367.
 [15] 郑皎,王继红,李华伟,等.蒙自地区蒸发折算系数分析[J].气象与环境学报,2011,27(1):45-47.
 [16] 张焕萍,张占峰,邵玉红.玉树站E-601型与小型蒸发器对比

- 观测分析[J]. 青海气象, 2003(1):43-47.
- [17] 张玉霞, 齐永胜, 娄桂杰. 贵溪站 E-601B 型蒸发与小型蒸发的关系研究[J]. 气象与环境科学, 2009, 32(增刊):344-346.
- [18] 班富孝. 小河站蒸发折算系数分析[J]. 地下水, 2010, 32(2):127-128.
- [19] 刘红霞, 王飞, 黄玲, 等. 乌苏 E-601B 型蒸发与小型蒸发折算系数分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 2012, 6(6):65-68.
- [20] 刘小宁, 王淑清, 吴增祥, 等. 我国两种蒸发观测资料的对比分析[J]. 应用气象学报, 1998, 9(3):321-328.
- [21] 杨允凌, 王丛梅, 杨丽娜, 等. 蒸发对比观测及折算系数[J]. 气象科技, 2013, 41(1):37-41.
- [22] 黄秋红. E601 型与小型蒸发器的对比观测分析[J]. 气象, 2000, 26(10):45-48.
- [23] 林苗青. 1957-2009 年南澳蒸发量变化特征及影响因子[J]. 气象与环境学报, 2011, 27(1):40-44.
- [24] 马瑞, 王继和, 屈建军, 等. 近 50a 来民勤绿洲-荒漠过度带气候变化及沙尘天气特征[J]. 中国沙漠, 2011, 31(4):1031-1036.

Analysis on Small Type and E-601 Type Evaporation Conversion Coefficient in Minqin of Gansu Province

XIE Wanyin^{1,2}, CHEN Ying^{1,2}, XU Bin^{1,2}

(1. Institute of Arid Meteorology, CMA; Key Laboratory of Arid Climatic Change and Reducing Disaster of Gansu Province; Key Open Laboratory of Arid Climate Change and Disaster Reduction of CMA, Lanzhou 730020, China; 2. Minqin Meteorological Station of Gansu Province, Minqin 733300, China)

Abstract: Based on the synchronization contrastive observational data of small evaporation pan and E-601 type from May to September during 1992-2001 in Minqin national reference climate station, two kinds of evaporation were compared and analyzed by using correlation, deviation and climate estimation methods. The results are as follows: (1) The monthly conversion coefficients of two kinds of evaporation varied from 0.504 to 0.601, and the average value was 0.574, while the annual conversion coefficients of them varied from 0.529 to 0.608, and their average value was 0.574. (2) Although the monthly and the annual conversion coefficients of small pan evaporation and E-601 type evaporation were same, and the monthly average correlation coefficient of two kinds of evaporation was 0.952 which showed a good correlation, the annual average correlation coefficients of two kinds of evaporation was only 0.330, so it was more reasonable that two kinds of evaporation should be converted through the calculated monthly conversion coefficients. (3) The dispersion coefficient and dispersion degree of small pan evaporation was larger than those of E-601 type. Since E-601 evaporation was only observed from May to September, when small pan evaporation and E-601 type evaporation were inter-converted, it should be firstly considered that E-601 type evaporation was changed into small pan evaporation, which was a good connection for effective utilization of the long sequence small pan evaporation data.

Key words: small pan evaporation; E-601 type evaporation; conversion coefficient; Minqin