

苑跃,赵晓莉,王小兰,等. 相对湿度自动与人工观测的差异分析[J]. 气象,2010,36(2):102-108.

相对湿度自动与人工观测的差异分析^{*1}

苑 跃 赵晓莉 王小兰 游 泳

四川省气象信息中心, 成都 610071

提 要: 利用四川 135 个站自动与人工第二年平行观测相对湿度(下文简称湿度)资料,就自动与人工观测相对湿度的差异及引起差异的原因进行了分析。结果表明:相对湿度自动与人工观测相比,日平均值平均偏低 2.7270%、月平均值平均偏低 2.7970%、年平均值平均偏低 2.7472%。56.35%的时次自动观测湿度值与人工观测湿度值的差值在 5%以内,86.66%的时次自动观测湿度值与人工观测湿度值的差值在 10%以内,2.61%的时次自动观测湿度值与人工观测湿度值的差值在 20%以上。自动与人工观测湿度的差值无明显地域性差异。湿球纱布包扎不规范、纱布不清洁,干湿球温度表人工读数误差,干湿球温度表的通风状态,观测时间的不一致,自动观测在高湿状况下的非线性以及其他原因均会导致自动与人工观测湿度产生差异,甚至是显著差异。

关键词: 相对湿度,自动观测,人工观测,差异分析

The Difference of the Relative Humidity Between Automatic and Manual Observations

YUAN Yue ZHAO Xiaoli WANG Xiaolan YOU Yong

Sichuan Meteorological Information Center, Chengdu 610071

Abstract: The data in the second year of relative humidity from Sichuan 135 stations observed by automatic and manual in parallel, are used to analyze the difference between the relative humidity information by automatic and manual observations, and the reasons for the differences. The parallel comparison observations indicated that the average daily relative humidity observed by automatic way was 2.727% less than that by manual way, the average monthly relative humidity observed by automatic way was 2.797% less than that by manual way, and the average annual relative humidity observed by automatic way was 2.7472% less than that by manual way. There were 56.35% stations whose difference values in relative humidity respectively observed in the two ways were less than 5%, the difference values were below 10% at 86.66% stations, and the difference values were above 20% at 2.61% stations. The relative humidity D-value between automatic and manual observations has no significant regional difference. Some factors may affect the results, even make the significant difference between manual and automated observations, such as the irregular use of wet-bulb gauze, uncleanness of gauze, the error that people read dry-bulb thermometer and wet-bulb thermometer, the state of ventilation dry-bulb thermometer and wet-bulb thermometer, inconsistently observation time, the automated observation nonlinear in high humidity and so on.

Key words: relative humidity, automatic observation, manual observation, difference analysis

* 四川省气象局《HMP45D与干表测湿间的差异分析》(川气2009-09)资助
2009年2月23日收稿; 2009年9月16日收修定稿
第一作者: 苑跃,气象资料应用研究. Email: yuany9950@sina.com

引 言

四川省气象部门自 2001 年开始布设自动气象观测系统,经过多年的不断建设,截止目前,全省 155 个台站先后完成自动气象站建设。自动气象站自 2002 年起逐步正式投入业务运行,开始有了自动观测作为正式记录的地面气象观测资料。用自动观测系统开始逐步取代历经几十年的人工观测系统,观测体制、观测仪器和设备发生了很大变化。中国气象局相关观测技术规范要求:“观测资料质量评估是我国大气探测自动化系统建设的重要组成部分,根据气候委员会会议(CCL)对 WMO 成员国的要求,在进行大气探测自动化进程中,需要一定时间的平行观测,在统一的气候资料存档和管理原则下,对观测资料进行质量评估,以确保历史资料的均一性”^[1]。湿度观测,四川省自动观测站采用 HMP45D 温湿传感器,代替干湿球温度表进行测湿。用 HMP45D 温湿传感器和干湿球温度表进行湿度观测,由于其观测方式和测量原理的差别,它们之间的观测值产生差异是不可避免的。那么自动和人工观测湿度的差异大小如何?是气象部门各级领导、业务、科研、服务工作者非常关心、关注的问题。

国内许多文献对观测系统变化而引起的气象参数观测结果的差异做过分析,如降水^[2]、温度^[3-4]等,但对自动与人工间观测相对湿度的差异分析研究较少。本文主要就 HMP45D 温湿传感器(以下简称自动)和干湿球温度表(以下简称人工)观测的湿度的差异进行了分析。

1 对比资料处理

自动观测湿度设备采用 HMP45D 温湿度传感器,人工观测采用干湿球温度表,分别安装在同一观测场内成东西排列、间距在 4 m 以上的百叶箱内。

本文针对 4 次定时(02、08、14、20 时)自动与人工观测的湿度资料进行分析。使用了四川省气象信息中心提供的 2008 年以前全省 135 个站自动与人工平行观测资料中第二年的湿度资料。自动与人工观测资料均利用三级质量控制系统中质量控制软件^[5]进行了业务质量检验。台站分布如图 1 所示。

对自动和人工观测湿度资料进行对比分析时,如果自动或人工观测资料有一个缺测时,对比资料

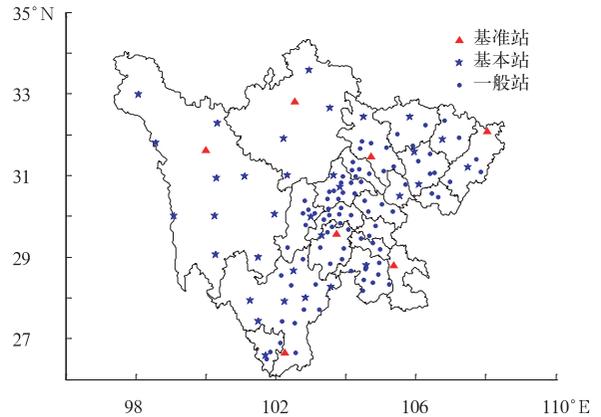


图 1 四川省自动与人工观测湿度对比分析台站分布
Fig. 1 The comparative analysis station distribution of relative humidity by automatic and manual observations

作缺测处理;一日中定时记录缺测一次或以上时,日平均对比差值作缺测处理;一月中缺测日数大于 6 次,月平均对比差值作缺测处理;一年中有一个月或以上月平均值缺测时,年平均对比差值作缺测处理^[6]。由于因自动或人工缺测而造成作缺测处理,日平均湿度数据有 3625 个作缺测,月平均湿度数据有 161 个作缺测,年平均湿度有 44 个数据作缺测。

在分析过程中,湿度的日平均值为该日 4 次(02、08、14、20 时)定时值之和除以 4 而得,月平均值为该月的日平均值的月合计值除以该月的日数而得,年平均值为该年年合计值除以 12 而得^[6]。自动与人工观测湿度的差值为自动观测的湿度值减去同时人工观测的湿度值,自动与人工观测湿度的相对差值为上述湿度的差值除以人工观测的湿度值。

2 自动与人工观测湿度的差异结果

表 1 是自动与人工观测湿度的对比差值统计表。总的来看,湿度各项目的自动观测比人工观测平均值平均偏低。

表 1 自动与人工观测湿度的对比差值统计表
Table 1 Contrast D-value of relative humidity by automatic and manual observations

	平均偏低 /%	一致的占 /%	>0 的占 /%	<0 的占 /%
日平均值	2.7270	2.68	13.15	84.17
月平均值	2.7970	6.93	7.00	86.07
年平均值	2.7472	0.00	6.67	93.33

2.1 自动与人工观测湿度日平均值的差异

对全省 135 个站 45692 个自动与人工观测的湿

度日平均值资料进行了对比,自动观测比人工观测的日平均值平均偏低 2.7270%。其中,自动与人工观测湿度日平均值一致的占 2.68%,自动观测湿度日平均值大于人工观测的占 13.15%,自动观测湿度日平均值小于人工观测的占 84.17%。

2.2 自动与人工观测湿度月平均值的差异

对全省 135 个站 1092 个自动与人工观测的湿度月平均值资料进行了对比,自动观测比人工观测的月平均值平均偏低 2.7970%。其中,自动与人工观测湿度月平均值一致的占 6.93%,自动观测湿度月平均值大于人工观测的占 7%,自动观测湿度月平均值小于人工观测的占 86.07%。

2.3 自动与人工观测湿度年平均值的差异

对全省 135 个站 91 个自动与人工观测的湿度年平均值资料进行了对比,自动观测比人工观测的年平均值平均偏低 2.7472%。其中,自动与人工观测湿度年平均值一致的占 0.0%,自动观测湿度年平均值大于人工观测的占 6.67%,自动观测湿度年平均值小于人工观测的占 93.33%。

2.4 自动与人工观测湿度差异的地域分布

图 2 是四川省自动与人工观测湿度年平均值差值的地理分布图。从图中可看出,各个差值段在全省各地基本是均有分布,在某个地域没有比较明显和比较集中分布某一差值段,说明自动与人工观测湿度的差值无明显地域性差异。

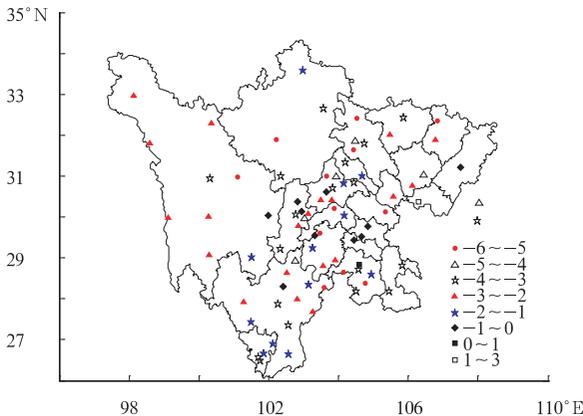


图 2 四川省自动与人工观测湿度年平均值差值的地理分布

Fig. 2 The average annual difference distribution of relative humidity by automatic and manual observations in Sichuan

2.5 自动与人工观测湿度差异的日变化

以全省 7 个基准站逐小时自动与人工观测的湿度年平均值资料进行对比,各站自动与人工观测的湿度年平均值的日变化如图 3。从图 3 可看出:各站自动与人工观测湿度逐小时年平均值的变化趋势基本一致,即各小时自动观测的湿度的年平均值普遍小于人工观测的年平均值,且中午时段差异较大。

2.6 自动与人工观测湿度的差值分布

对 135 个站 182768 次自动与人工观测的湿度差值进行了分布统计,各差值段内的观测时次数分布及所占百分比如表 2 所示。其中,75.71%的时次自动观测湿度值小于人工观测湿度值,8.51%的时次自动观测湿度值与人工观测湿度值一致,15.78%的时次自动观测湿度值大于人工观测湿度值;56.35%的时次自动观测湿度值与人工观测湿度值的差值在 5%以内,86.66%的时次自动观测湿度值与人工观测湿度值的差值在 10%以内,2.61%的时次自动观测湿度值与人工观测湿度值的差值在 20%以上。

表 2 湿度相对差值段内的观测时次数及所占百分比

Table 2 Number and percentage of observations within various difference ranges

差值段 U	次数	百分比/%
$< -20\%$	4044	2.21
$-20\% \sim -10\%$	17267	9.45
$-10\% \sim -5\%$	49179	26.91
$-5\% \sim 0$	67883	37.14
0	15547	8.51
$0 \sim 5\%$	19561	10.70
$5\% \sim 10\%$	6216	3.40
$10\% \sim 20\%$	2333	1.28
$> 20\%$	738	0.40

注: $U = (\text{自动观测的湿度值} - \text{人工观测的湿度值}) / \text{人工观测的湿度值}$

3 自动与人工观测湿度的差异原因分析

3.1 湿球纱布的包扎不规范引起的人工测量湿度偏大

湿球纱布由于包扎不规范,未按《地面气象观测规范》的要求进行包扎,会引起人工测定湿度值有误。

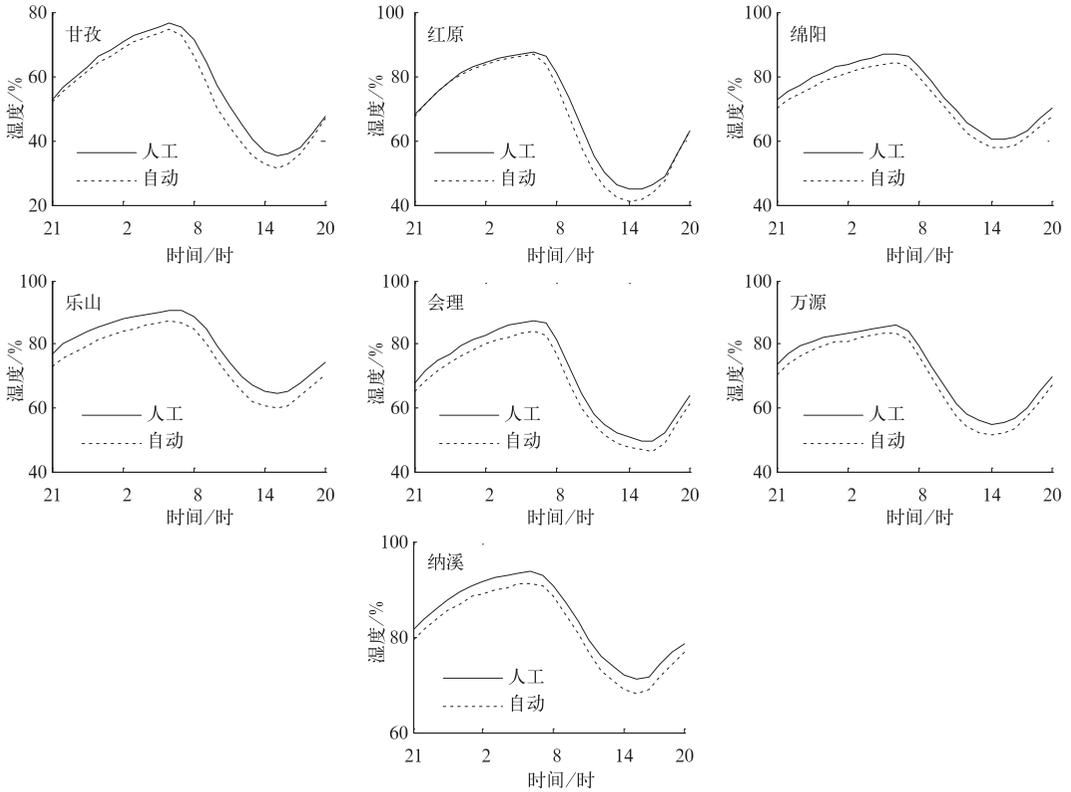


图 3 四川 7 个基准站自动与人工 24 小时观测湿度年平均值的日变化曲线
 Fig. 3 The 24-hour humidity data by automatic and manual observations in the annual mean daily change at 7 basic stations in Sichuan

一方面是人工观测的干湿球温度表的湿球纱布包扎得过紧,容易阻碍湿度表球部引水,使水杯中的水上不到球部,导致球部湿润不够,则纱布就会紧贴球部干在上面,使干湿球的温度相近,致使实测湿度值增大^[7-8]。

另一方面是人工观测的干湿球温度表的湿球纱布包扎得较松,也会使湿球温度偏高,造成实测湿度值偏大。在成都市温江区国家基本站的同一百叶箱中进行的纱布包扎较松与正常包扎的 20 次对比观测中,纱布包扎较松的湿球比正常包扎的湿球有 14 次偏高 0.1℃,有 5 次相同,1 次偏低 0.1℃。这种情况是水杯中的水很容易上到包扎球部的纱布上,在纱布上形成饱和水分,使纱布不能紧贴球部,在纱布与球部间形成气泡,造成纱布包扎较松比正常包扎的湿球温度偏高。

3.2 湿球纱布不清洁引起的人工测量湿度偏大

湿球包扎的纱布是否清洁,也必然影响人工观测的湿度测定。湿球纱布必须经常保持清洁、柔软和湿润,一般应每周换 1 次。遇有沙尘等天气,湿球纱布上有灰尘时,应立即更换^[6]。否则,易出现纱布

引水困难,球部湿润不良,影响湿度测定^[8]。

3.3 干湿球温度表的示值引起的误差

干湿球温度表人工读数误差也会产生湿度误差。一般的玻璃温度表的读数可以估计到 ±0.1℃。假设干球或湿球中任一温度表误差 0.1℃,对计算相对湿度产生的误差如表 3 所示^[9]。从表 3 可看出,人工读数产生的湿度误差随温度的降低呈增大的趋势。

表 3 不同气温下,干球或湿球温度误读 0.1℃对相对湿度计算的最大误差

Table 3 The maximum deviation in relative humidity calculation with misreading 0.1℃ under different temperatures

气温/℃	相对湿度误差/%
-30	±18
-20	±8
-10	±4
0	±2
15	±1
30	±1

表 4 自动与人工观测相对湿度绝对差值在 25.0% 以上的对比资料 (%)

Table 4 Comparative information of relative humidity by automatic and manual observations with absolute difference above 25.0%

区站号	站名	观测时间	自动观测湿度	人工观测湿度	自动与人工观测湿度差值
56038	石渠	2004011420	87	41	46
56038	石渠	2004012314	32	80	-48
56038	石渠	2004020514	20	52	-32
56079	若尔盖	2004011220	41	15	26
56079	若尔盖	2004050414	51	79	-28
56152	色达	2004011014	11	37	-26
56152	色达	2004011814	27	55	-28
56152	色达	2004012214	16	42	-26
56152	色达	2004030114	18	48	-30
56152	色达	2004050808	56	82	-26
56152	色达	2004110620	62	33	29
56152	色达	2004122602	76	50	26
56172	马尔康	2004032514	41	68	-27
56194	北川	2005010108	67	98	-31
56257	理塘	2004050702	58	84	-26
56296	金塘	2006010408	63	89	-26
56384	峨眉	2005090120	93	64	29
56385	峨眉山	2004050620	27	54	-27
56385	峨眉山	2004052202	36	62	-26
56580	布拖	2006050314	18	44	-26
57303	苍溪	2006010608	34	78	-44
57303	苍溪	2006072808	64	92	-28
57317	蓬安	2006052614	22	48	-26
57329	开江	2003030402	99	55	44
57329	开江	2003030520	99	71	28
57329	开江	2003030614	99	46	53
57329	开江	2003031814	99	65	34
57402	蓬溪	2006031802	62	97	-35
57411	南充	2004031120	99	72	27
57416	邻水	2003081914	99	65	34
57420	大竹	2003041114	99	68	31
57420	大竹	2003041214	99	65	34
57420	大竹	2003061220	99	72	27
57420	大竹	2003102114	99	67	32
57507	隆昌	2003022608	99	73	26
57605	古蔺	2003041020	99	69	30
57605	古蔺	2003041114	99	62	37
57605	古蔺	2003041120	99	71	28
57605	古蔺	2003041214	99	61	38
57605	古蔺	2003041220	99	62	37
57605	古蔺	2003041208	99	65	34
57605	古蔺	2003041314	99	71	28
57605	古蔺	2003041320	99	72	27
57605	古蔺	2003041414	99	45	54
57605	古蔺	2003041420	99	52	47
57605	古蔺	2003041514	81	38	43
57605	古蔺	2003041520	80	42	38
57605	古蔺	2003041614	78	36	42
57605	古蔺	2003041620	82	53	29
57605	古蔺	2003041714	75	31	44
57605	古蔺	2003041720	76	49	27

3.4 干湿球温度表的通风状态引起的误差

干湿球温度表由于通风状态的不同也会引起误差。简单无通风的干湿球温度表测湿准确度比有人工通风的干湿球温度表测湿准确度要低得多。四川台站使用的简单无通风的干湿球温度表测量湿度所用的查算表是约定在通过干湿表球部的平均风速为 $0.8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的条件下编制的,而实际的风速往往与约定值大不相同。总的误差大小取决于空气的温度和湿度。在干空气条件下,误差可以容易地达到 10%相对湿度,而在温带,误差约在百分之几相对湿度的量级^[10]。

3.5 观测时间的不一致引起的误差

自动观测是在正点的 00 分进行数据采样,00—01 分完成自动观测所有项目的观测,几乎是在瞬间完成的。而人工观测是在 45—00 分内,由台站根据观测项目的多少和观测仪器的布设状况确定的^[6]。在上述时段内,气象要素值会有不同程度的变化。由于两种观测体制在观测时间上不同步,因此观测结果也必然会出现差异^[11]。

3.6 天气过程引起的误差

表 4 中的 56385 站相应日经查相关表、簿,自动与人工观测湿度差异较大属高山特殊气候所致,受观测时云过山顶经过气象站,短时间内湿度变化较大,加上二者的观测时间差异,致使二者数据差异偏大。

3.7 湿球溶冰不当引起的误差

表 4 中的 56038、56152、56194、56257 站相应日经查相关表、簿,自动与人工观测湿度差异较大系湿球溶冰不当所致。

3.8 仪器问题引起的对比差异

表 4 中的 56038、56079、56172、56296、56384、56580、57303、57317 站相应日经查相关表、簿,自动与人工观测湿度差异较长系自动观测仪器故障所致。

表 4 中的 57329、57411、57416、57420、57507、57605 相应日自动与人工观测湿度差异较大,系在高湿状况情况,自动观测湿度不能及时随湿度减小而下降。这是由于自动观测湿度采用湿敏电容测湿,而湿敏电容在相对湿度为 80%以下时,线性度

好,测湿性能较好。湿敏电容在相对湿度为 80%以上时,开始出现非线性,在相对湿度接近 100%时,出现明显的失真,这种情况在高温、高湿状态下更为明显,此时降湿速度明显下降^[11]。

4 结论

通过对四川 135 个站自动与人工平行观测期第二年湿度观测资料的一系列对比分析,得到以下结论:

(1) 自动与人工观测湿度平均为自动比人工偏低。日平均值平均偏低 2.7270%;月平均值平均偏低 2.7970%;年平均值平均偏低 2.7472%;各小时自动观测湿度的年平均值基本小于人工各小时观测湿度的年平均值。

(2) 75.71%的时次自动观测湿度值小于人工观测湿度值,8.51%的时次自动观测湿度值与人工观测湿度值一致,15.78%的时次自动观测湿度值大于人工观测湿度值。

(3) 56.35%的时次自动观测湿度值与人工观测湿度值的差值在 5%以内,86.66%的时次自动观测湿度值与人工观测湿度值的差值在 10%以内,2.61%的时次自动观测湿度值与人工观测湿度值的差值在 20%以上。

(4) 自动与人工观测湿度的差值无明显地域性差异。

(5) 湿球纱布由于包扎不规范、纱布不清洁,会引起人工测定湿度值有误,造成自动与人工观测湿度出现差异。凡不按《地面气象观测规范》的要求进行包扎,不论包扎过紧或较松,以及纱布不清洁,都会影响人工观测湿度的精度。

(6) 干湿球温度表人工读数误差也会产生湿度误差。人工读数产生的湿度误差随温度的降低呈增大的趋势。

(7) 干湿球温度表由于通风状态的不同也会引起误差。总的误差大小取决于空气的温度和湿度。在干空气条件下,误差可以容易地达到 10%相对湿度,而在温带,误差约在百分之几相对湿度的量级。

(8) 观测时间的不一致也会引起自动与人工观测湿度的误差。由于自动与人工两种观测体制在观测时间上不同步,观测结果也必然会出现差异。

(9) 自动观测在高湿状况下的非线性,会导致自动与人工观测湿度出现较大差异。

致谢: 本文的完成,得到了成都市温江区气象局郑丽英同志的大力帮助,在此谨表敬意与感谢。

参考文献

- [1] 中国气象局. 地面有线综合遥测气象仪(II型)观测规范[M]. 北京:气象出版社, 1999.
- [2] 任芝花,李伟,雷勇,等. 降水测量对比试验及其主要结果[J]. 气象,2007,33(10):96-101.
- [3] 刘小宁,任芝花,王颖. 自动观测与人工观测地面温度的差异及其分析[J]. 应用气象学报,2008,19(5):554-563.
- [4] 任芝花,涂满红,陈永清,等. 玻璃钢百叶箱与木制百叶箱内温湿度测量的对比分析[J]. 气象,2006,32(5):35-40.
- [5] 任芝花,熊安元. 地面自动站观测资料三级质量控制业务系统的研制[J]. 气象,2007,33(1):19-24.
- [6] 中国气象局. 地面气象观测规范[M]. 北京:气象出版社 2003.
- [7] 张立清,张洪卫. 相对湿度实测值与自记值差值较大之原因分析[J]. 陕西气象,2002,(2):44.
- [8] 吴仕美,苏菲. 如何提高测定空气湿度的准确度[J]. 贵州气象, 2003,(5):41.
- [9] 张霁琛. 现代气象观测[M]. 北京:北京大学出版社 2000.
- [10] 国家气象局气候监测应用管理司. 气象仪器和观测方法指南[M]. 北京:气象出版社 1992.
- [11] 胡玉峰. 自动与人工观测数据的差异[J]. 应用气象学报, 2004,15(6).