

郑州市相对湿度预报服务系统

李 平

黄石璞

刘绿江 郑梨云 贺 哲

(河南省气象台, 郑州 450003)

提 要

从专业服务需求出发, 将概率统计学中多种统计方法与天气预报方法相结合, 为用户提供了 1981—1990 年 10 年间有关相对湿度的各项咨询资料, 并分月讨论了逐日 14 时 24 小时相对湿度概率特征区间、特征日和综合预报方法, 建立了郑州市相对湿度预报服务系统。供专业咨询和日常相对湿度预报业务使用。

关键词: 相对湿度服务系统 特征区间 特征日 综合预报

引 言

河南气象台自 1982 年开展专业有偿服务以来, 相对湿度预报不但没有间断, 而且业务范围及内容不断扩大。到目前为止, 省台每天上午 8:00 提供一次当天 08—14 时的相对湿度和湿球温度预报, 每天下午 16:00 提供当天 16 时至次日 20 时 5 个不同时段相对湿度和湿球温度预报。为满足各行各业对

相对湿度的需求, 为用户单位提供及时、准确的相对湿度预报, 建立郑州市相对湿度预报服务系统是十分必要的。

1 系统的结构

该系统包括专业服务用户档案库、常用气象要素咨询资料库和郑州市相对湿度预报方法库(见图 1)。

1.1 用户档案库

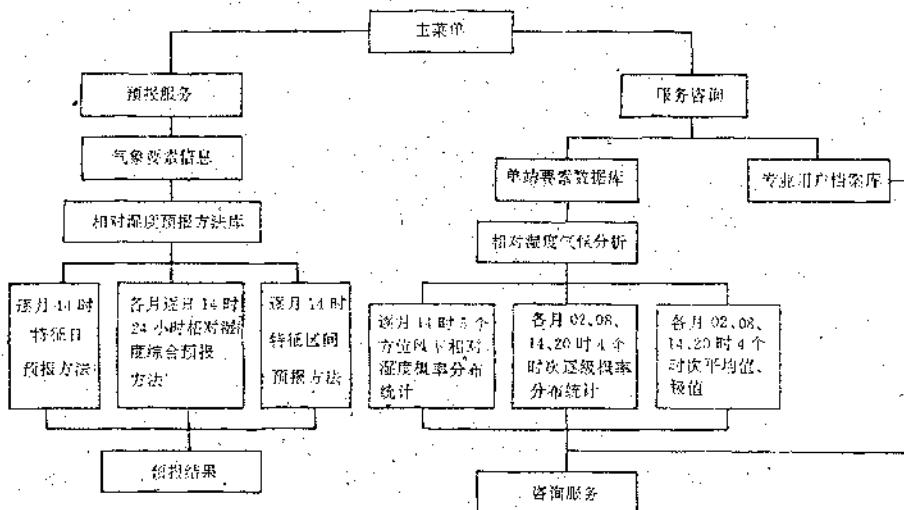


图 1 系统框图

1.1.1 郑州市用户检索 将与省台签订合同的用户单位、服务内容、时间、联系人、联系电话等统一存档。

1.1.2 各用户对相对湿度的重点要求 包括各用户所需相对湿度的预报时段,以及各行业不同类型产品对相对湿度的需求值。

例如,郑州市国棉一厂10—11月份对相对湿度的要求:纯棉:温度 $<29^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度54%—62%;梳棉:温度 $=31.5^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度55%—62%;并粗纯棉:温度 $\leq 30^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度58%—66%。

1.2 常用相对湿度气象要素咨询资料库

1.2.1 郑州市单站相对湿度要素数据库

该数据库中存储了郑州市1951—1980年相对湿度分析资料,以及1981—1990年郑州单站02、08、14、20时4个时次的相对湿度、湿球温度、风向、风速、雨量、特殊天气现象等资料。以供随时调用,利于查询。

1.2.2 郑州市相对湿度气候分析 对气候概况,特别是季节特点的了解是天气预报的重要背景。相对湿度是非常灵敏的气象要素值,它的日变化很大,而且其变化随季节和月份的不同有较大差异。例如:在1月一天中最大可达92%,最小仅为5%;而7月一天中相对湿度的变化则为94%—37%。由此可见,掌握相对湿度的季节变化特征并研究其演变规律具有独特的意义。以往的气候分析只进行季、月、年的平均分析,它满足不了咨询服务的要求。为更深入地了解相对湿度的变化规律,我们采用经验分布法对各月02、08、14、20时4个观测时次的资料进行了全面的气候统计分析,其结果如下:

I 气候分析子目录(1981—1990年)

(1)各月02、08、14、20时4个时次的相对湿度平均值;

(2)各月4次观测最小值;

(3)各月极小值和月最小平均值;

(4)各月02时相对湿度逐级分布概率;

(5)各月08时相对湿度逐级分布概率;

(6)各月14时相对湿度逐级分布概率;

(7)各月20时相对湿度逐级分布概率;

(8)各月02、08、14、20时4个时次的相对湿度逐级分布概率直方图;

(9)静风下各月14时相对湿度逐级频数;

(10)NNE—E风下各月14时相对湿度逐级频数;

(11)ESE—SSE风下各月14时相对湿度逐级频数;

(12)WSW—S风下各月14时相对湿度逐级频数;

(13)W—N风下各月14时相对湿度逐级频数;

(14)逐月14时各风向下大概率与集中概率相对湿度区间表。

II 气候分析中部分内容解释

(1)对各月4个时次进行逐级概率分布分析

由概率论知道,某一随机变量的分布密度函数为 $f(x)$,则

$$f_i \approx \int_{x_i}^{x_{i+1}} f(x) dx = p_i$$

其中 f_i 和 p_i 表示随机变量取值在 x_i 到 x_{i+1} 区间的频率和概率。根据需要人为地对要素进行划分,并将所分得的各级作为事件分别求对应的频率列成表格是气象统计中常用的方法。我们参考行业对湿度的要求按10%为一间隔划级,分别对各月02、08、14、20时进行10个间隔的概率分析。用 $f_i/\Delta x_i$ 表示该区间的频率密度,它与概率密度相对应。由于区间 $\Delta x_i=10$,故频率密度值可用频率在各区间中的值来代替。为了将4个时次的分布情况反映在一张图中,我们把各区间的概率用不同的符号代表。

图2是一个例子,它清楚地表明,10月份08时,70%以上的相对湿度都达80%以上,但14时分布就不一样了,相对湿度值在20%—69%的概率基本均衡。只有相对湿度

值在 30%—39% 的概率稍大,为 20%—29%,其余的都只占 10%—19%。由此可见,有了这么细致的各月概率分布图,不论什么行业的咨询服务都能得到圆满的答复。

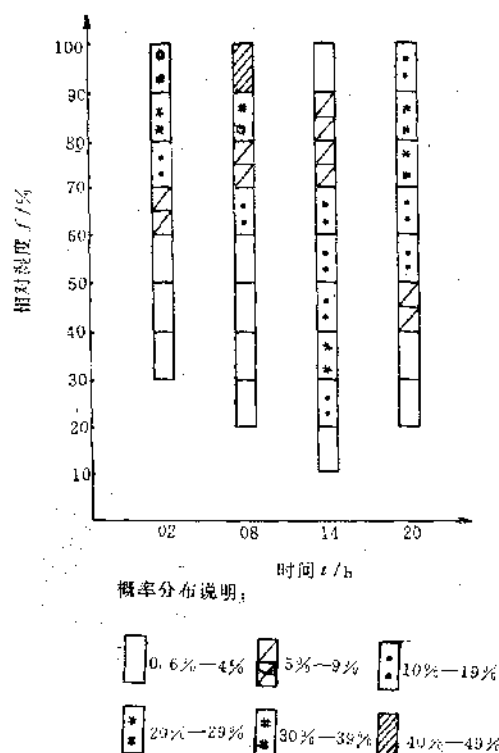


图2 10月4个时次相对湿度逐级分布概率直方图

(2)按风向对相对湿度进行概率密度分析

大家都知道,来自不同方向的风对空气潮湿程度的影响极大。吹偏东风空气将变得潮湿,而连续刮西北风,空气会立即变得干燥。比如1990年2月9日14时,相对湿度值为98%,第二天14时刮 $8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 的WNW风,相对湿度马上降到了39%。在《郑州单站相对湿度初探》一文中,也提出了风向对相对湿度影响的重要性。为此我们将风向分为5个方位区间: C、NNE—E、ESE—SSE、WSW—S、W—N。分别统计出各月14时在上述5个方位风向下的相对湿度逐级频数(见气候分析子目录中10—13条),并在此基础上计算了各风向下大概率与集中概率相对湿度区间分布,制作了供服务咨询与专业预报使用的区间查算表(例子见表1)。

1.3 郑州市逐日14时24小时相对湿度预报方法库

进行大量统计分析的目的还是为了寻找预报方法。上述统计结果表明,每天14时的相对湿度变化幅度最大。我们尝试用统计学与天气学相结合的预报方法,即采用概率统计的方法找出各月有代表性的特征区间和特征日的预报指标,再结合统计预报结果,综合做出每天14时的相对湿度预报。

表1 逐月14时各风向下大概率与集中概率相对湿度区间(%)

月份	风向	C(静风)	NNE—E	ESE—SSE	WSW—S	W—N
		区间	区间	区间	区间	区间
1		20—59	20—59	10—29	10—39	10—29
		58	69	29	59	59
		20—39	20—49	50—69		10—19
		31	54	41		40
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10		40—69	30—69	20—59	20—49	10—69
		67	66	93	70	82
			50—59	30—49	30—49	20—39
			21	52	52	40
11						
12						

这里所说的“特征区间”指的是各月14时相对湿度逐级概率权重较大的区间;或逐

级概率权重较小的区间(以概率的相对大小而论)。

例如,9月份14时42%的概率都集中在相对湿度为40%—59%的区间,而其它区间的相对湿度值概率各占15%以下,那么40%—59%就是9月份的一个特征区间。又比如,7月和8月14时,相对湿度值集中在50%—79%区间,19%以下的相对湿度值几乎不出现,而20%—49%区间的相对湿度值也只占当月的百分之十几,那么50%—79%这一区间也可看作7、8月份的一个特征区间。

“特征日”是指一个月中相对湿度逐级概率分布较均匀时,相邻两天14时的相对湿度差值超过25%,就称后一天为一个特征日。

按照上面的规定我们分月讨论了14时的特征区间或特征日的预报因子。

1.3.1 各月14时特征区间或特征日预报指标子目录

(1)1月份相对湿度值在10%—29%区间的预报指标

(2)2月份相对湿度特征日预报指标

(3)3月份相对湿度特征日预报指标

(4)4月份相对湿度特征日预报指标

(5)5月份相对湿度值在40%—49%区间的预报指标

(6)6月份相对湿度值在40%—49%区间的预报指标

(7)7月份相对湿度值在40%—49%区间的预报指标

(8)8月份相对湿度值在20%—49%区间的预报指标

(9)9月份相对湿度值在20%—49%区间的预报指标

(10)10月份相对湿度特征日预报指标

(11)11月份相对湿度特征日预报指标

(12)12月份相对湿度值在10%—29%区间的预报指标

1.3.2 相对湿度特征区间预报实例

我们采用判别法选取因子来解决相对湿度特征区间的预报问题。也就是把预报量分

为两类:一类是特征区间,一类为非特征区间。采用判别法筛选因子找出有特征区间月份的预报指标。由于因子分为统计量和预报量,各月指标差异较大,在此我们不能一一例举,下面仅就1月份相对湿度在10%—29%区间的预报指标例举如下:

(1)当天14时 $f \leq 9\%$;

(2)当天14时 $10\% \leq f \leq 26\%$, $T \leq 10.3^\circ\text{C}$,且预报第二天无降水;

(3)当天14时 $f \leq 40\%$, $T \leq 10.3^\circ\text{C}$,且预报第二天有 $\geq 7\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的NNE-E风;

(4)当天14时 $f \leq 79\%$,预报第二天14h升温 4°C 以上;

(5)当天14时 f 为任意值。

①预报第二天有 $\geq 10\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的W-N风;

②无降水,预报第二天有 $\geq 7\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的W-N风;

凡满足上述5条中任一条指标即可预报未来24小时相对湿度落在10%—29%区间。

本指标共有样本155天,报对126天,错29天,历史拟合率为81.3%。

1.3.3 相对湿度特征日预报指标解释

特征日预报指标是分别寻找了第二天14时相对湿度值比前一天升25%以上或降25%以上的指标(举例从略)。

1.3.4 郑州市24小时相对湿度综合落区预报

有了上述特征区间和特征日的预报方法,再结合逐月14时各风向向下相对湿度分布密集区间资料和各时次相对湿度逐级分布概率统计,就可用当天14时实时要素综合做出次日14时相对湿度落区预报。

举例说明:已知1990年1月17日14时 $f=82\%$,预报次日14时为ENE风2级,做1990年1月18日 f 值预报。

步骤如下:

第一步:先套用1月份相对湿度值在

10%—29%的预报指标,确定次日14时 f 值不落在10%—29%区间;

第二步:查气候分析子目录第8条,确定可能落在30%—70%区间;

第三步:根据风向预报,查气候分析子目录中的第10条便可得出 f 在30%—49%区间;

第四步:把第二条结果与第三条结果套嵌,重叠部分即是 f 预报区间,其落区为30%—49%,取中间值做为预报值即 f 为40%左右。

实况:18日14时 f 值为43%。预报与实况误差仅3%。

2 系统试验情况

该系统于1993年10月—1994年9月投入业务试验,按照该系统所研制的方法于每天下午16:30前做出第二天14时的相对湿度预报值,并于第二天与实况进行对比,对比的方法分预报值与实况值误差在0—5%、0—10%和>10%三挡(见表2),从表中可以清楚地看出,采用该方法做相对湿度预报是切实有效的。预报值与实况值误差在5%以内的准确率全年平均达65%,预报值与实况值误差在10%以内的准确率全年平均达95%。7月、8月、10月相对湿度日变化小,准确率高达100%。由此可见,该方法是相当严谨的,适宜于各级台站推广。

表2 1993年10月—1994年9月试验情况

月 份	分 段 准 确 率 /%		
	误差	0—5%	0—10% >10%
93.10	48	100	0
93.11	57	97	3
93.12	65	91	5
94.1	68	97	3
94.2	68	96	4
94.3	52	84	16
94.4	67	90	10
94.5	71	94	6
94.6	63	90	10
94.7	77	100	0
94.8	77	100	0
94.9	63	97	3
年平均	65	95	5

通过一年的业务试验,用户普遍反映由该系统所作出的相对湿度预报较以前的预报准确率有明显提高,效果较好,使用户在参考了相对湿度预报后所作出的生产安排更加合理,减少了许多不必要的损失,提高了经济效益。

3 小 结

3.1 该系统较严谨地对10年4个定时观测时次的样本进行全面的统计分析,为扩大咨询服务提供了丰富的资料。

3.2 寻找逐月特征区间和特征日的预报指标对相对湿度预报起到了提纲挈领的作用。

3.3 把统计预报和天气预报融为一体的综合预报法简捷易懂,它可做为相对湿度预报的一个工具,无疑将提高日常相对湿度预报的准确率。

该系统适合于各级台站在日常业务中推广使用。

The Relative Humidity Forecasting Service System of Zhengzhou

Li Ping Huang Shipu Liu Lujiang Zheng Liyun He Zhe

(Henan Province Meteorological Office, Zhengzhou 450003)

Abstract

The probability statistics methods and the usual weather forecasting methods are combined based on the request of the special service, therefore data of the relative humidity from 1981—1990 are given. The probability characteristics of inter-region and the characteristics of synthetic weather forecasting methods of monthly relative humidity of 24 hours at 14 o'clock are discussed. A special service system of relative humidity forecasting of Zhengzhou is built for special service and routine relative humidity forecast.

Key Word: relative humidity service system characteristic inter-region characteristic day synthetic forecast