

KY 指数变化特征与鲁南晚春降水

王 令 珍

(枣庄市气象局)

一、前 言

KY 指数作为降水预报中的一个非常重要的指数,于 1976 年首先由日本气象学家山崎考治提出^[1],此后他又对 KY 指数与降水的关系作了比较深入的研究。他总结指出,当 KY 指数 ≥ 1 时有产生大雨的可能, KY 指数 ≥ 2 产生大雨的可能性很高, KY 指数 ≥ 5 时确实会有大雨产生,准确率约为 70%。

在我国不少人对 KY 指数与各地降水的关系也进行了许多统计和分析,徐小英等人用 KY 指数作广州前汛期降水预报,也取得了比较明显的效果^[2]。

然而由于各地地理条件和气候特点的差异以及影响系统的不同, KY 指数的反映也不尽相同,研究其变化和反映特征,对于做好一地的降水预报可能是十分需要的。

对某一地而言, KY 指数作为一种降水预报指数不仅与天气影响系统有关,更主要的是与不同路径的影响系统有关。日本主要受西风带系统影响,广州前汛期也主要受西风带系统影响,应用 KY 指数作降水预报,效果都比较显著。我们鲁南地区一年中也大都受西风带系统影响,用 KY 指数进行降水预报,理应是合适的,但考虑到季节的特点,为突出冷暖平流变化的影响,我们这里仅研究春末冷暖空气交接比较显著时期的 KY 指数变化与鲁南降水的关系。

鲁南降水大多集中于夏季和秋季,晚春往往雨水较少,属于旱时期,但也有些年份降水偏多,且有暴雨出现,因而造成的影响较大。通过分析我们发现用 KY 指数做鲁南晚春五月份的降水预报效果是好的。特别

是大雨和暴雨, KY 指数反映特别明显。

二、KY 指数的计算

KY 指数的表达式:

$$KY = \frac{\beta T_A - SI + \gamma}{\alpha + (T - T_a)_{850}}$$

分别由温度平流 T_A 、沙氏指数 SI 和 850 hPa 温度露点差三项组成。其中的 α 、 β 、 γ 是统计参数。

关于温度平流 T_A 的计算,我们采用了徐小英等的计算方案^[2]。

$$T_A = \frac{2 \Omega \sin \varphi}{\ln \frac{P_{500}}{P_{850}}} \cdot V_{500} \cdot V_{850} \cdot$$

$$\sin(dd_{500} - dd_{850})$$

其中 $\Omega = 7.29 \times 10^{-5}$ 弧度·秒⁻¹ 为地球自转的角速度。 $R_a = 2.87 \times 10^6$ 尔格·克⁻¹度⁻¹ 为干空气比气体常数,只要根据 500 hPa 和 850 hPa 上的风向风速与测站纬度,便可计算出测站的温度平流。当风向随高度呈逆时针旋转时 $T_A < 0$ 为冷平流,当风向随高度呈顺时针旋转时 $T_A > 0$ 为暖平流。

SI 指数可用 $SI = T_{\text{环境}500} - T'_{500}$ 计算, T'_{500} 为气块升到 500 hPa 时的温度,由 T_{850} 和 $(T - T_a)_{850}$ 通过查表求得。 $SI > 0$ 表示稳定, SI 越大越稳定, $SI < 0$ 表示不稳定, SI 越小越不稳定。

$(T - T_a)_{850}$ 则表征低空湿度情况。

由公式的三项要素可知,当出现暖平流,层结越不稳定,低空湿度越大,则 KY 数值越大,反之, KY 越小。

关于 T_A 一项,通过一定的单位换算最后算出的结果数量级在 10^{-5} ,与其它两项相

比几乎可以忽略,为了使三项量级接近,在公式中能显示 T_A 一项的作用,便于统计分析,我们令 $\beta=10^5$, α 和 γ 分别取1和5,这是通过 KY 指数与降水的对应关系经过反复调整而取得的。

由此得到以下计算公式

$$KY = \frac{1 \times 10^5 T_A - SI + 5}{1 + (T - T_{d850})}$$

在计算过程中又考虑到西风带系统影响下暖湿气流输送主要来自西南方,因此我们选取了鲁南地区上游的徐州、郑州、驻马店三站的资料,分别计算三站的 KY 指数,在西北方向上选取了太原站的 KY 指数,鲁南降水以枣庄站为代表,通过统计对比分析发现太原站的 KY 指数变化与鲁南降水关系不显著,而其它各站关系较好。因此我们主要研究其它三站与鲁南降水关系。

三、 KY 指数变化与鲁南降水的关系

我们利用了1982年、1983年、1985年三年的5月份资料进行 KY 指数计算,逐年进行普查分析,下面分别给出降水特多的1985年5月和降水正常偏少的1982年5月的情況作为例子。

1985年5月是鲁南同期降水特多的年份之一。500 hPa形势特点:西太平洋副热带高压比较活跃,北抬时期较常年偏早,亚洲中纬环流经向分布明显。因而使我国东部地区大部受较强的偏南气流影响,暖湿空气强盛,该月的500 hPa月平均图上,我国青藏高原南部到孟加拉湾为南支槽控制,我国东部35°N以南均受槽前影响,是典型的初夏环流形势。

图1给出该月 KY 指数变化与鲁南降水分布图。曲线中实线为徐州的 KY 指数,虚线是郑州的 KY 指数,下面的直方图为枣庄站降水量。从中可以看出,郑州和徐州 KY 指数的变化与鲁南降水天气有着较好的对应关系。 KY 指数对强降水反映非常灵敏,强降水出现前或出现时 KY 指数往往有一个突

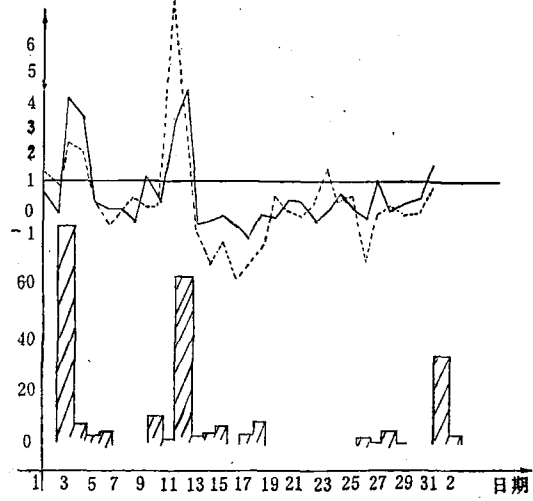


图1 1985年5月 KY 指数分布与枣庄降水量图

增时期,而当强降水过后的弱降水天气, KY 指数往往锐降,甚至表现为负值。通过对影响系统的分析,我们发现,当影响系统东移南压以后,槽线顺转为切变线,到达淮河以南地区稳定少动,鲁南受其雨区的北部边沿影响,造成长时间的降水。这时的鲁南以及徐州、郑州一带受到切变线北侧的偏北冷湿气流影响,层结也趋于稳定,因而使得 KY 指数变小变负。 KY 指数的这种反映对我们进行强降水过程的起报则是比较有利的。

我们在 KY 指数等于1处画一条横线,在横线以下,鲁南基本无雨,在横线以上则往往对应降水天气。当两站中的任一站 KY 指数大于1,鲁南在当天或第二天就对应一次降水过程,在两站的 KY 指数全都大于1以后,产生降水的可能性很高。 KY 指数大于2以后,鲁南很可能有一次大到暴雨过程。

1982年5月是鲁南同期降水正常偏少的年份之一,该月500 hPa上太平洋副高588线还远离大陆无明显的北挺迹象,中纬环流比较平直,暖湿空气还不太活跃。500 hPa月平均图上,东亚大槽继续维持,我国东部受东亚大槽影响,在印度半岛的南支槽,槽前西南气流仅到达长江流域,是比较标准的春季环流形势。

在统计比较该月各站 KY 指数与鲁南降

水关系上,我们发现徐州和郑州的 KY 指数与鲁南降水关系远不及驻马店 KY 指数反映明显。这主要是该月冷空气势力仍比较偏南,且环流形势多为纬向分布,当系统影响鲁南时,暖湿气流输送并不强, T_d 较小,且多为稳定性降水, SI 较大,因而使 KY 指数较小。又因鲁南往往是受其地面系统的北部边缘影响,而驻马店纬度比徐州、郑州偏南,当系统影响时 KY 指数变化较大,所以和鲁南降水的对应关系较好。

图 2 是 1982 年 5 月 KY 指数曲线与鲁南降水分布图,曲线中实线为徐州站 KY 指数、虚线为驻马店 KY 指数,与图 1 类似,当两站中任一站的 KY 指数大于 1 时基本都与当天或第二天枣庄站的降水相对应。当 KY 指数小于 1 时基本无雨。本月仅有一次大雨过程正对应了驻马店 KY 指数大于 2。其结论与对图 1 的分析基本一致。

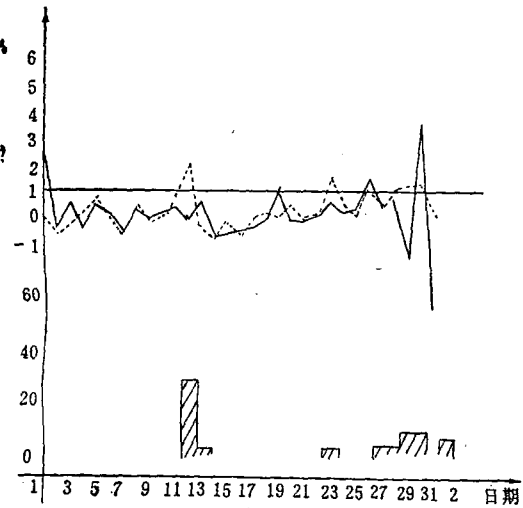


图 2 1982 年 5 月 KY 指数分布与枣庄降水量图

通过以上分析可知,根据该月份的环流特征,适当选取不同指标站的 KY 指数预报鲁南降水则是十分必要的。

这样 1985 年 5 月我们选取徐州、郑州作为指标站,1982 年 5 月和 1983 年 5 月我们选取徐州和驻马店作为指标站。并分别统计了各指标站 KY 指数达到指标后预报鲁南天气的结果,其准确率统计如表 1。

表 1

	1985	1983	1982	总计	准确率
$KY>2$	3/4*	0/2	1/3	4/9	44%
$KY>1$	6/8	7/12	5/7	18/27	67%
$KY<1$	14/23	17/19	21/24	52/66	79%

* $KY>2$ 出现 4 次,大雨以上降水出现 3 次

上表说明,在实际预报中仅用 KY 指数的数值大小做枣庄的降水预报,在 5 月同期暖湿空气比较活跃的年份,指标站 KY 指数与枣庄降水关系较好,特别是大雨过程效果更好,而暖湿空气不活跃的年份则效果较差,大雨空报次数较多。总的预报准确率仍然不高,有必要结合天气影响系统进行进一步的分析。

四、分型统计分析

天气形势分型,我们依据 700 hPa 影响系统,在同种天气系统影响下分别进行 KY 指数预报鲁南降水天气的准确率统计,其准确情况如以下各表所示。

我们把 700 hPa 在河套地区出现低槽的定义为河套槽型,资料样本中共有 24 次,当 KY 指数达到指标后预报准确率统计如表 2。

表 2

$KY>2$	3/3	100%
$KY>1$	6/7	86%
$KY<1$	12/17	71%

河套槽在 $32^{\circ}N$ 附近越过河南进入华北地区称为华北低槽型,资料样本中共有 6 次,准确率统计如表 3。

当高空槽过后,鲁南受槽后西北气流影响,或受高压脊控制,我们定义为高压控制型,其准确率统计情况如表 4。

受西南涡或切变线影响称为低涡切变

表 3

$KY > 2$	0/2	0%
$KY > 1$	0/2	0%
$KY < 1$	3/4	75%

表 4

$KY > 2$	0/1	0%
$KY > 1$	1/6*	16%
$KY < 1$	21/24	88%

* $KY > 1$ 出现 6 次仅 1 次有降水, 量为 0.1mm.

型,因两者在反映暖湿气流活动方面有一定的相近性,因而放在一起统计,共有 22 次,准确率情况如表 5。

表 5

$KY > 2$	2/3	67%
$KY > 1$	9/10	90%
$KY < 1$	7/12	58%

受深厚东北低涡南部边沿影响,定义为东北低涡型,出现的次数比较少,样本中仅出现了 5 次,预报准确率如表 6。

表 6

$KY > 2$	无	无
$KY > 1$	0/1	0%
$KY < 1$	4/4	100%

受其它天气系统影响的还有 5 次,因个例太少未作统计分析。

从以上的分型统计可以看出,当 700 hPa 在河套地区有低槽东移时,用 KY 指数预报鲁南降水准确率比较高,达到大雨指标预报大雨以上降水的准确率几乎可达 100%。而处于华北低槽和高脊控制型的时候,无论

KY 指数是否大于 1 或是否大于 2,基本均无降水产生,更无大雨出现。当鲁南处于低涡切变影响时, KY 指数大于 1 预报降水准确率也比较高, KY 指数大于 2 往往有大雨出现。只是 KY 指数小于 1 时仍有降水出现,报晴准确率仅有 58%。东北低涡型,属无雨型,当此型出现后一般可直接预报鲁南无降水天气。

五、预报实例

1986 年 5 月 18 日 700 hPa 为低涡切变型,暖湿空气比较强,分别取郑州、徐州两站 08 时的资料(取自天气图可能有一定误差)。

郑州: $\varphi = 34.72^\circ$, $T_{850} = 15.0^\circ\text{C}$,

$$(T - T_d)_{850} = 0.2^\circ\text{C},$$

$$dd_{850} = 200^\circ, vv_{850} = 6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1},$$

$$T_{500} = -7.0^\circ\text{C}, dd_{500} = 250^\circ,$$

$$vv_{500} = 12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}, SI = -0.6$$

徐州 $\varphi = 34.28^\circ$, $T_{850} = 20.0^\circ\text{C}$,

$$(T - T_d)_{850} = 25.0,$$

$$dd_{850} = 200^\circ, vv_{850} = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1},$$

$$T_{500} = -7.0^\circ\text{C}, dd_{500} = 225^\circ,$$

$$vv_{500} = 27 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}, SI = 11.0$$

代入相应的计算公式,得 $KY_{\text{郑州}} = 2.16$, $KY_{\text{徐州}} = -4.28$ 。两站中有一站 KY 指数大于 2.0,且是上游站,结果 19 日枣庄降水 51.3 mm。

六、结 语

1. 以上分析说明用 KY 指数进行降水预报效果是明显的。特别对于强降水过程 KY 指数反映特别显著,但要根据环流的变化特征和冷暖空气的活动情况选择相应的指标站,这对于做好降水预报是十分需要的。

2. 根据不同的影响系统用 KY 指数进行降水预报可以较高地提高预报准确率。对于河套槽型和低涡切变型,用 KY 指数大于 1 和 KY 指数大于 2 进行一般降水和强降水的预报准确率相当高,但 KY 指数小于 1 时仍有产生降水的可能。而当出现华北低槽

型、高脊控制型和东北低涡型时无论 KY 指数是否大于 1 或是否大于 2, 一般均无降水产生, 属形势消空型。在实际预报中要注意。

3. KY 指数运算方便, 计算简单, 比较适宜基层台站使用, 特别是强降水预报的应用。

4. 我们这里仅统计了三个月的资料, 且各月情况差异较大, 可靠性仍然比较差, 如果

再进行较长时间的统计和分析, 可能还会发现一些问题, 可靠性也会更好一些。

参 考 文 献

- [1] 山崎考治, 对流三条件(KY Index——大雨预想の一方法), 研究时报, 27 卷。
- [2] 徐小英等, 应用 KY 指数作广州前汛期降水预报, 气象 1986 年第四期。
- [3] 杨大升等, 动力气象学, 气象出版社, p.127。