

# 江苏里下河地区降水与水位的关系

钱余根 周国华 张长湘

(江苏省扬州市气象局, 225002)

## 提 要

洪涝是里下河地区汛期的主要灾害,也是当地各级政府防范的重点。洪涝灾害的发生,与降水前的水位有着密切的关系,作者根据里下河地区的特殊水系和地形,研究确定出降水量与水位的定量关系。根据降水的预报,得出雨后的最高水位预报值,防汛部门可根据预报结果,提前采取必要的措施,减少洪涝灾害的影响。

**关键词:**降水 水位 洪涝 预报

## 引 言

江苏里下河地区是我国著名的粮棉仓之一,地处苏北灌溉总渠以南,大运河以东,通扬运河以北,串场河以西,为一块中间低、四周高的盆地。地跨淮阴、扬州、盐城、南通四市,总面积 11965km<sup>2</sup>。其上游淮河的洪水经外围的入江水道流入长江,堤外河湖水位一般高出里下河地面 5~7m,内水可由盐城四港(黄沙港、新洋港、斗龙港、川东港)排入大海和通过江都水利枢纽工程排入长江。1931年长江、淮河流域大水,淮河洪水致使里下河堤坝多出决口,湖水涌入,造成里下河地区一片汪洋,田禾尽没。由于这里地形特殊,洪涝灾害多为域内降水所至。兴化是里下河地区的锅底洼,海拔高度在 3.0m 以下,最低处仅 0.7m,里下河地区受涝程度首先在兴化表现出来。因此,我们用兴化单点为代表,研究里下河降水与水位的关系,用以代表整个里下河地区的情况。

理论上,对于雨量的考虑应该用整个里下河地域上的平均降水量,而这个资料在目前测雨站点极为稀少的情况下无法取得。因此,我们只能用里下河域内几个站降水量的平均值代表面上的降水量来研究与洪涝灾害的关系。

## 1 降水量与水位的关系

水位的高低受诸多因子的制约。一般情

况下,水位与降水量呈正相关,但同时它还受到地表旱涝程度、水陆面积比、起涨水位和排出量等因素的影响。当久旱不雨时偶降暴雨,由于土地极其干旱,雨落地后地面渗透较快,水位上升就不明显。当起涨水位较高时,河(湖)面积增大,使容水量增大,因而水位上升也越慢<sup>[1~3]</sup>。而排水量具有明显的外部原因和人为因素,我们不作详细讨论。这里将着重研究在里下河这一特定的水陆面积比例条件下,降水量、起涨水位等因素与水位的关系。

我们知道,最终水位应是起涨水位与水位增量之和,即:

$$H = h + \Delta h \quad (1)$$

水位增量主要是由降水及与之有关的因子如随水位升高而增加的容水量和陆地径流等因素造成的。因此有:

$$\Delta h = R + XR \quad (2)$$

其中, $R$ 为降水量,在水面上的降水量就是水位上升的量; $X$ 为与径流及起涨水位有关的系数。由于里下河地区绝大部分高度在 4m 之下,兴化则全在 4m 之下,我们将起涨水位因素对水位的贡献设计为  $(4-h) \cdot k_1$ ,  $k_1$  为调节系数,即起涨水位越高,对水位升高的贡献越小,当水位达到或超过 4m 时,里下河大部地区、兴化全域将成为一片汪洋,这时水位的上升就完全取决于降水量的大小,而与起涨水位无关,这时取  $(4-h) \cdot k_1 = 0$ 。正常情

况下,兴化地区陆地面积为水面积的 4.6 倍,陆地上的积水排出量对水位的贡献设计为  $4.6 k_2$ ,  $k_2$  亦为调节系数,即为水面 4.6 倍的陆地上积水排出量对水位升高的贡献。这样,  $X$  的表达式可表示为:

$$X = (4 - h) \times k_1 + 4.6 \times k_2 \quad (3)$$

或:  $X = (4 - h) \times k_1 \cdot 4.6 \times k_2 \quad (4)$

若采用式(3)的分项计算,其  $k_1$ 、 $k_2$  需分别经统计求得,将存在两项的统计误差。而采用式(4)计算,  $k_1$ 、 $k_2$  可合并为一项,其统计误差也只有一项。根据研究,其计算结果式(4)优于式(3),故选用式(4)为  $X$  的表达式。

令  $k = k_1 \cdot k_2$ , 则式(4)可改写为:

$$X = (4 - h) \times 4.6k \quad (5)$$

将式(5)代入式(1), 则水位预报方程为:

$$H = h + R + (4 - h) \times 4.6k \times R \quad (6)$$

为了统一单位,即水位的单位用 m、降水量的单位用 mm 来表示,则式(5)改写为:

$$H = h + R/1000 + (4 - h) \times 4.6k \times R/1000 \quad (7)$$

根据式(7),利用扬州市防汛防旱指挥部提供的 1965 ~ 1989 年水位和雨量资料统计求出  $k$  值。根据研究,  $k$  值与降水量的大小有关,降水量越小,由于渗透、径流、蒸发等原因,陆地上的积水排出量亦越少,故  $k$  值应越小;降水量越大,渗透、径流、蒸发等并不增大,因而,陆地上的积水排出量也就越大,这对水位升高的贡献也越大,故  $k$  值亦较大。经统计,降水量与  $k$  值的关系如表 1。

表 1 降水量与  $k$  值的关系

雨量/mm	50	100	150	200	250	300
$k$	0.07	0.10	0.14	0.20	0.25	0.31

对  $k$  值的应用为向下引用,即达不到上一级降水量标准仍用下一级降水量所对应的值。雨量大于 300mm 后的  $k$  值不变,仍为 0.31。

由于土壤的径流以及农田积水的人工排

出等因素,并不是每次降水一结束水位就停止上涨,据资料分析,水位的上涨具有滞后性,一般为降水结束后的 2 天左右才能达到最高水位。因而,当预报次日有暴雨出现时,式(7)中对暴雨量值的引用,我们是利用里下河地区兴化、高邮、宝应三站当月的暴雨气候值的平均值代入(6、7 月份分别为 72.0 和 79.3mm),算得水位的第一次预报值,当暴雨实况出现时再进行订正,计算得出较为可靠的水位预报值,这样当水位达到致涝标准时,仍可提前 1~2 天向有关部门进行服务,并可采取适当的措施,防止洪涝灾害的发生,这对减少经济损失,保障人民生命财产安全有着重大意义。

## 2 检验与应用

式(7)实际是经历史资料统计求得,因而也存在着一定的统计误差。我们用历史资料对式(7)进行回代,并以绝对误差在 0.04m 以内为准确,那么准确率可达 85% 以上,极个别的误差也仅 0.06m。

从误差值与降水量的分布来看,雨量较小的误差亦较小,雨量较大,误差亦较大,50mm 降水量的平均误差在 0.01m 之内,而 250mm 以上降水量的误差平均在 0.02 ~ 0.03m。误差与起涨水位的分布为低水位误差较小,高水位误差较大,起涨水位在 1.80m 以下时,平均误差为 0.015m,起涨水位在 2.0m 以上时,平均误差为 0.04m。

1993 年 7 月 14、15 日,兴化出现了连续暴雨,两天降水量达 170mm,当时兴化的水位为 1.3m,经用式(7)计算,其预报水位为 1.76m,而实况是随着降水后各地积水的排出,水位逐渐升高,18 日达 1.72m 的最高值,比预报水位仅偏低 0.04m,实况与预报基本相符。

而在 1991 年连续暴雨的回代检验中,水位的预报一般都比实况偏高 0.1m 以上,如 6 月 28 ~ 30 日三天降水 286mm,水位为 1.73m,根据式(7)计算,预报水位为 2.52m,而实况仅 2.36m,预报比实况偏高 0.16m。这主要是在建立降水与水位的关系时,未考虑

江都和盐城的水量外排,从1991年6月28日至7月2日,江都排入长江的水量为15483万 $m^3$ ,盐城入海的水量为33333万 $m^3$ ,因而降低了水位,使实际水位大大低于预报水位。

总的说来,在没有水量外排的情况下,水位的预报值与实况值还是基本相符的,这正是我们追求的结果。

### 3 问题与讨论

里下河地区降水与水位的关系的确立,使我们能在致涝暴雨来临之前,就可提前2~3天左右得到可能达到的水位,这样可以为地方政府通过水利枢纽工程降低河流水位,减少暴雨对人民生命财产的威胁提供科学的依据。但是如前所述,水位的预报与实况还有一定的误差,要提高水位预报的精度,我们认为还有以下工作需在今后的研究中加以完善。

①在建立水位预报方程时,我们是将几个站点的实测降水量考虑成整个面上的平均降水量,事实上,降水量的分布是极不均匀的,客观上存在一定的误差,这对水位预报的精度有直接的影响,随着气象现代化建设的发展,如建立里下河地区暴雨监测二级基地

后,就可以较精确地求出面上的平均降水量,从而比较精确地求出未来水位。

②在建立水位预报方程时,未考虑水量的外排因素,这导致在有水量外排的情况下实况水位较预报水位明显偏低,在今后可获取这方面的资料,进一步完善关系式,以确定确保安全水位下的外排量。

③在水位预报方程中,表面上看没有考虑渗透、径流、蒸发等因素,事实上在统计计算时使用的是历史实测降水与水位资料,因而以上因素已隐含于其中。

总之,要使里下河地区降水量与水位的关系进一步明确与完善,还有诸多工作要做,我们将在今后的工作中对上述问题作重点研究,为里下河地区的经济建设作出更大的贡献。

### 参考文献

- 1 周允中等.长江三峡致洪暴雨及其产生背景.气象科学,1990,10(4):417.
- 2 程 及.海安暴雨洪涝灾害预报探讨.气象,1996,22(11):49.
- 3 詹道江,邹进上.可能最大降水与洪涝.北京:水利电力出版社,1983:25.

## The Relationship between Precipitation and Water Level in Lixiahe Area of Jiangsu

Qian Yugen Zhou Guohua Zhang Changxiang

(Yangzhou Meteorological Office, Jiangsu Province 225002)

### Abstract

Flood and waterlogging are main calamities during flood season in Lixiahe area of Jiangsu province. The calamity occurrence is closely related to the water level before precipitation. The relationship between rainfall amount and water level was determined on the basis of the special river system and topography in Lixiahe area. The forecast value of the highest water level was given according to the rainfall forecast. The essential measures can be taken in advance in term of the forecast result and therefor the flood and waterlogging damage could be reduced.

**Key Words:** precipitation water level flood and waterlogging rainfall forecast