

307-315

太湖平原圩区分类及圩区洪涝分析
——以湖西区为例

高俊峰

毛锐

(中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008)

P333.2

提要 以太湖平原湖西区为例, 用聚类分析, 对圩区进行了分类。结合地形条件, 把圩分成3大类, 8小类。并对圩区致涝原因进行了分析。结果表明: 雨量、水面率、田面高程、排涝能力、圩堤高度、地形等是致涝主要原因。结合产流原理, 设计三口不同降雨量, 引入一分级指标 M , 对每一类圩的洪涝危险程度进行了分析计算, 得出每一类圩在不同设计雨量下的危险程度。主要结论是: 圩区受涝, 更多的是人类活动的影响, 地形高处不一定比地形低处安全; 抽排能力不足和水面率小是圩内致涝的主要原因。

关键词 圩 圩的分类 洪涝危险度

太湖平原, 圩区, 分类

一、前言

太湖平原是长江三角洲的一冲积平原, 面积 35, 272. 4 km²。西以茅山山脉与界岭为界, 南以钱塘江为界, 北以长江为界, 东临东海。沿江、沿海地区由于受泥沙冲淤的影响, 形成一相对较高的环形“岗身”地带, 以太湖为中心的中间地区是一相对低凹地区。所以太湖平原是一“碟形洼地”。平原内湖荡众多、水网密布, 通江贯海, 富庶发达。太湖平原地势低洼和其优越的地理位置, 水土资源及气象条件, 极适合人类生活、生产。已在国民经济中显示出越来越显要的地位。与长江中下游的其他平原地区一样, 太湖平原千百年来一直遭受洪水的威胁。据历史考察, 筑圩始于春秋时, 吴在固城湖区筑圩, 变涂泥“为吴之沃土”^①, 距今约 2400 年。太湖地区的圩田, 大约形成于唐后期, 发展和巩固于五代吴越时期。北宋以后开始紊乱, 明清以后至解放前, 日益毁坏。

圩是古代劳动人民与自然斗争的结果, 圩在抗御洪水过程中发挥了巨大作用。目前对圩的研究主要有: 圩区洪涝治理的定性分析; 用非线性规则的方法研究圩区最优水面率及抽排动力配制^{[4], [5], [6]}; 塘浦圩田史的研究^{[7], [8]}。圩也称圩田, 圩子、围田、垸或圩垸。不同地区有不同称谓。它是利用地形, 或沿自然河道, 堆土做堤, 或开挖河沟, 围田筑堤; 或与山丘连接, 背山处筑堤围田。平原地区, 圩堤一般是闭合的, 有节制闸或抽排水站进行圩内水量与圩外水量的交换。圩的要素有 4 个: 圩堤、田面、抽排装置、涵闸。圩区受天然堤的影响, 多呈碟形。其主要特点是: 水高田低; 汛期或汛期某一段时间, 圩外河网水位高于圩内田面高程。决定圩是否受涝的因素有 4 个: (1) 圩堤高度是否高于外河水位, 圩堤是否能承受水力不破坏;

本文于 1993 年 3 月 8 日收到, 6 月 7 日改回。

①《光绪高淳县志》, “春秋时, 吴筑固城为濊渚邑, 因筑圩附于城, 为吴之沃土。”

(2)抽排动力是否能排除圩内涝水;(3)圩内田面相对高程;(4)圩内水面率大小。

本文选择太湖平原湖西区作为典型来研究圩区分类及洪涝危险圩的划分。这里地形条件复杂且各种类型的圩在此均有。

二、圩的分类

1. 资料的处理

不同地形条件下圩的受涝机制不同,考虑到圩是一相对独立体,其所处地形条件对其受涝程度影响甚大。现有圩的资料不能反映地貌差异特征。根据圩在地形图上的具体位置判读。圩的类型及判别标准是:

(1)半山圩 这种圩临河傍山,部分为山丘坡地,部分为低洼圩田。圩田与外河有一圩堤相隔。

(2)平坦圩 这种圩位于平坦洼地,高差起伏不大,田面间高差一般在 1m 之内,圩内河网水位基本一致。某一级田面高程所占面积 $\geq 71\%$ 。

(3)高差圩 这种圩介于半山圩和平坦圩之间,田面有明显高差,但高差一般不超过 1.5m。某两级田面高程不同的田面积之和占圩总面积的 80%以上。

按上面三种类型将湖西区圩(面积 $\geq 200\text{hm}^2$)分成三大类:半山圩 13 个;平坦圩 45 个;高差圩 18 个。

综合圩区的资料来看,圩堤高度、水面率(圩内水面积与圩的总面积比值)、排涝模数(排涝流量与圩内总面积的比值)、田面相对高程(田面高程与汛前圩内平均水位差),这四个要素与圩的受涝程度密切相关。本文用以分析的原始资料表见表 1、2、3。

表 1 半山圩原始资料

Tab. 1 Data of polders by hills

序 号	水面率	排水模数 ($\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{hm}^2$)	田面相对高程 (m)
1	0.18	0.0080	0.76
2	0.09	0.0036	1.10
3	0.11	0.0092	0.51
4	0.09	0.0047	0.72
5	0.26	0.0079	1.20
6	0.07	0.0043	2.05
7	0.10	0.0070	1.40
8	0.08	0.0049	1.54
9	0.15	0.0072	0.98
10	0.07	0.0046	0.73
11	0.09	0.0034	0.76
12	0.08	0.0078	0.92
13	0.11	0.011	1.08

表 2 高差圩原始资料

Tab. 2 Data on mixed high land polders

序 号	水面率	排水模数 ($\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{hm}^2$)	田面相对高程 (m)
1	0.17	0.0060	0.33
2	0.08	0.0026	1.70
3	0.14	0.0046	1.20
4	0.10	0.0047	1.10
5	0.05	0.0077	0.90
6	0.07	0.0064	0.90
7	0.15	0.0046	1.05
8	0.14	0.0024	1.70
9	0.11	0.0050	0.65
10	0.17	0.0074	0.32
11	0.17	0.0094	0.99
12	0.13	0.011	0.99
13	0.13	0.012	1.30
14	0.14	0.014	1.74
15	0.15	0.0078	0.94
16	0.08	0.0079	0.70
17	0.19	0.011	1.10
18	0.08	0.0098	1.34

表 3 平坦圩原始资料

Tab. 3 Data on flat land polders

序 号	水面率	排水模数 (m ³ /s · hm ²)	田面相对高程 (m)	序 号	水面率	排水模数 (m ³ /s · hm ²)	田面相对高程 (m)
1	0.04	0.0096	0.65	2	0.08	0.014	1.21
3	0.08	0.0094	1.10	4	0.22	0.0069	0.58
5	0.19	0.0078	0.90	6	0.09	0.0077	1.05
7	0.07	0.0075	0.10	8	0.03	0.011	0.73
9	0.04	0.0039	1.44	10	0.29	0.0073	0.69
11	0.05	0.011	0.72	12	0.06	0.0062	1.00
13	0.09	0.0035	0.90	14	0.08	0.0045	0.90
15	0.21	0.0090	0.80	16	0.10	0.0029	1.00
17	0.11	0.014	0.51	18	0.10	0.0086	1.30
19	0.24	0.0078	1.25	20	0.11	0.0093	1.36
21	0.14	0.0061	1.00	22	0.15	0.011	0.98
23	0.08	0.0056	1.04	24	0.05	0.012	0.79
25	0.08	0.0079	0.89	26	0.08	0.0079	0.89
27	0.15	0.0088	0.83	28	0.11	0.011	0.68
29	0.07	0.012	1.02	30	0.06	0.0096	1.07
31	0.09	0.0090	0.71	32	0.13	0.0073	1.42
33	0.16	0.0081	0.58	34	0.08	0.0080	0.75
35	0.17	0.0060	0.33	36	0.12	0.0053	1.00
37	0.07	0.011	0.49	38	0.09	0.010	0.69
39	0.17	0.0086	0.82	40	0.08	0.0075	0.72
41	0.12	0.0086	0.80	42	0.01	0.0054	0.90
43	0.08	0.010	0.78	44	0.11	0.0082	0.42
45	0.26	0.014	0.70				

2. 分类方法

根据聚类分析的分类思想,属性或特性相似的圩必然聚到同一类之中。对于圩来说,其出现的那一天起就与抗御洪涝联系在一起,圩资料所反映的信息必然也反映其抗御洪涝的强弱,聚类分析即通过对资料的处理,将具有相同或相似抗御洪涝特性的圩分到一类中。

为了消除所选择要素的量纲对分类的影响,首先将表 1、2、3 中的数据按(1)式标准化。经此变换后的数据,其均值为零,标准差为 1,且与变量的量纲无关。

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{S_j} \quad (1)$$

$$\bar{x}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij} \quad (2)$$

$$S_j = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2 \right]^{1/2} \quad (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m) \quad (3)$$

式中, n 为样本数(每类圩中圩的数量); m 为圩的要素个数; x_{ij} 为原始数据; x'_{ij} 为经标准化后的数据。

圩之间的“亲疏”程度——距离,用欧氏距离来计算:

$$D_{ij} = \left[\sum_{k=1}^m (x'_{ik} - x'_{jk})^2 \right]^{1/2} \quad (k = 1, 2, 3, \dots, m) \quad (4)$$

式中: x'_{ik} 为第 i 个圩子的第 k 个要素值; x'_{jk} 为第 j 个圩子第 k 个要素值; i, j 为任意两个圩; D_{ij} 为圩 i 和 j 之间的距离。

离差平方和法基于方差分析的思想,即如果类分得合理,则同类圩之间离差平方和应当最小;类与类之间的离差平方和应当较大。基于这样的理论,先使 n 个圩子自成一类,然后将其中两个合并成一类,再合并其中两类,照此做下去,直到所有样品归为一类为止^[9]。假设已将 n 个圩子分成 L 类,表示为 G_1, G_2, \dots, G_L , n_i 表示类 G_i 中圩子的个数, D_{ij}^2 表示 G_i 与 G_j 之间的距离,则类 G_r 与 G_i 合并成新类 $G_r = \{G_r, G_i\}$, G_r 与任一类 G_i 的距离递推公式为:

$$D_{r,i}^2 = \frac{n_r + n_i}{n_r + n_i} D_{r,i}^2 + \frac{n_r + n_i}{n_r + n_i} D_{r,i}^2 - \frac{n_r}{n_r + n_i} D_{r,r}^2 \quad (5)$$

离差平方和法是单调的,该方法能得到局部最优解。

3. 分类结果:

用上述分类方法,将半山圩分成二类, k_1-1 和 k_1-2 类。 k_1-1 类包括(1,9,3,5,7,8), k_1-2 类包括(2,4,10,11,6,12,13);将高差圩分成三类: k_2-1 , k_2-2 和 k_2-3 。 k_2-1 包括(2,8,4,16,3,7,9,5,6), k_2-2 包括(11,15,17,12,13,14,18)。 k_2-3 类包括(1,10);将平坦圩分成三类: k_3-1 , k_3-2 , k_3-3 。 k_3-1 类包括(1,8,11,2,18,20,3,30,6,25,26,10,24,32); k_3-2 类包括(4,19,45,9,17,44,36,28,22); k_3-3 类包括(5,15,37,7,35,43,12,23,42,13,14,16,27,39,38,21,29,41,33,31,34,40)。圩的聚类分类谱系见图 1、2、3。每一类圩的具体位置见图 4。

聚类分析将具有相似特点的圩分到同一类之中,它们在防洪抗涝中有共同特性。

三、圩区洪涝分析

太湖平原广大圩区,地形平坦,地势低洼。圩区受圩堤影响,四周高、中间低。汛期暴雨

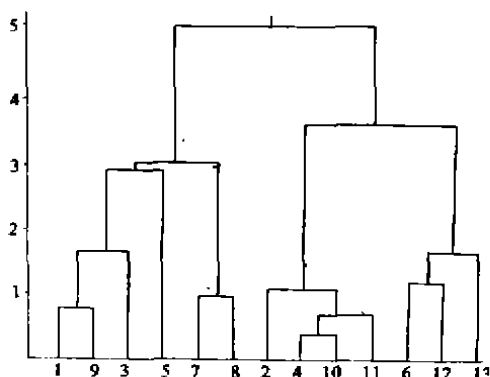


图 1 半山圩聚类谱系图

Fig. 1 Cluster figure of polders by hills

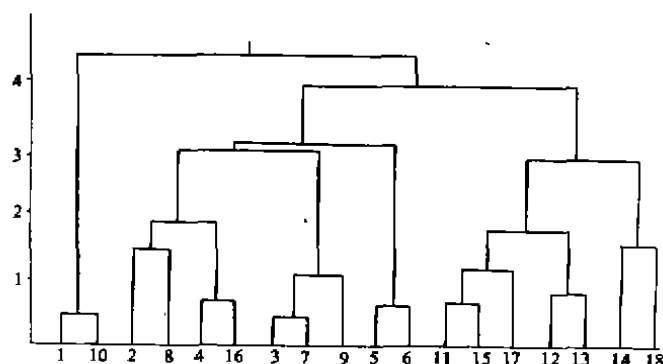


图 2 高差圩聚类谱系图

Fig. 2 Cluster figure of mixed high land polders

频繁,圩外河道水面往往高于圩内田面,圩内降水不能自流排出,需抽排或电排涝水。

圩区致涝有以下 6 种情况:

1. 降雨量大 造成本地区成涝的雨型有两种,一种是梅雨;二是台风雨。1954、1991 年洪水就是梅雨型。梅雨季节在 6、7 月,梅雨期一般长约 20 天,最长达 63 天(1965 年)。梅雨期降雨量约占全年降雨量的一半左右,降雨形式多连绵阴雨,偶有阵雨和暴雨。1954 年全流域降水较均匀,5—7 月降水 891mm,为多年平均的 1.57 倍,降水频率 50 年一遇。1991 年降

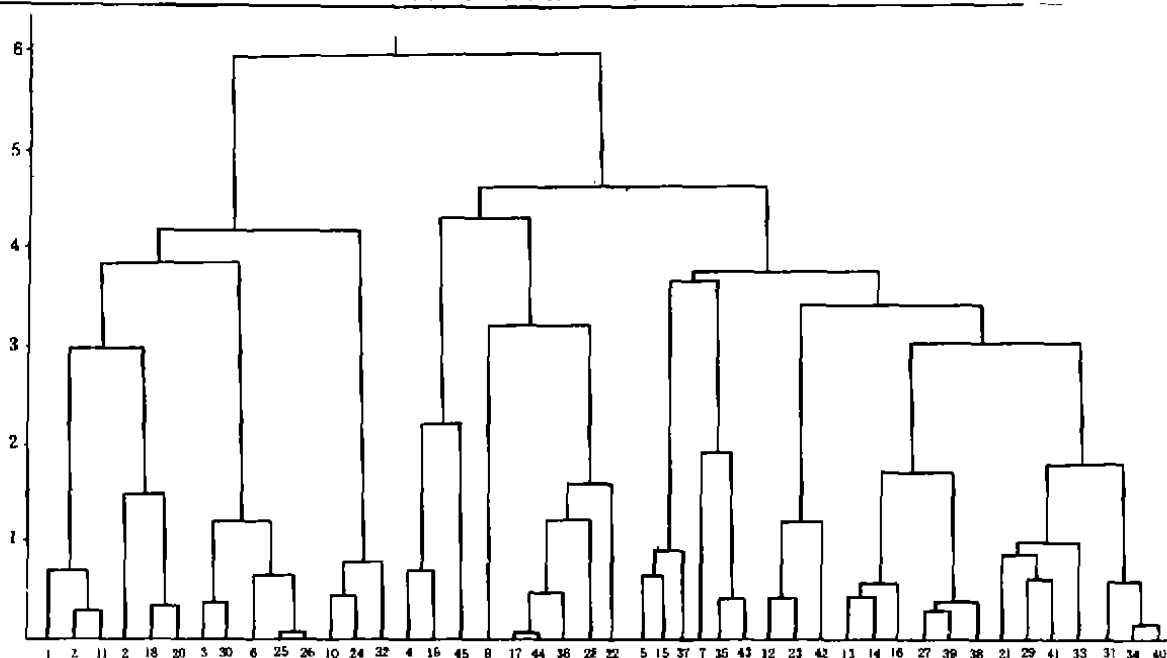


图3 平坦圩聚类谱系图

Fig. 3 Cluster figure of flat land polders

水集中在湖西区,30天降雨达631mm,降水频率100—200年一遇。台风雨型降水,一般年份7月中旬至9月中旬在太平洋上形成台风,在我国东南沿海登陆后,北上穿过本流域。以1962年9月4—6日洪水为典型,该次洪水由14号台风形成,暴雨中心在常熟、苏州、嘉兴一带,其中苏州雨量达438.8mm。引起河网水位两天内暴涨0.75—1.16m。这两种类型降水对该区造成严重洪涝威胁。

2. 圩外水面高于圩内田面 太湖平原周边高程5—6m,中间0.5—3.5m,高差约2.5m。中间洼地包括淀柳、青松、嘉北,是最易发生洪涝灾害的地方。太湖平原位于长江和钱塘江河口段,河流比降十分平缓,达 $1/10^5$ — $2/10^5$ 。平原上虽然河道纵横、到处见水,但流速很慢,经常维持0.1—0.2m/s,泄水能力很小,一遇洪水即壅积不畅。太湖流域紧靠东海,河道受潮汐顶托影响,使洪水排泄更加受阻。这些因素都导致汛期圩外河网水位陡涨,再加河网之间圩区大量涝水抽排出来,使圩外水位高过圩内田面高程。

3. 圩区调蓄水面不足 自从1954年以来,太湖流域进行过大规模的湖泊围垦及圩区改造工程。在一些低洼农田都修建了大大小小的圩区,同时还联圩、并圩而发展成控制性的大包围。近20年来,太湖平原圩外水面减少了650km²,占原太湖平原总圩外水面的26%。河湖调蓄容积减少近 $10 \times 10^9 \text{m}^3$ 。其中湖西区调蓄水面积减少最多,比60年代减少42%。太湖调蓄容积比60年代减少 $2 \times 10^9 \text{m}^3$ 以上。结果是遇到较大洪水时,圩外河湖水位急剧升高,持续时间又长,增加了河湖防洪压力。同时,圩区有些水面已开辟成为精养鱼池,虽为水面,却对水深、水位及变幅有严格要求,过量的水要排出池,水深不足还要补充注水。这种精养鱼池没有蓄涝功能,不能充当圩区水面率,也是治涝的一种负担。在长江流域规划中(1988年)提出以10%的内湖水面率作为中下游平原圩区治涝的基础。据太湖平原圩区来看,大部分圩内水面率都超过了这个标准,也有一部分圩的内水面率没有达标,这些圩主要是半山圩。

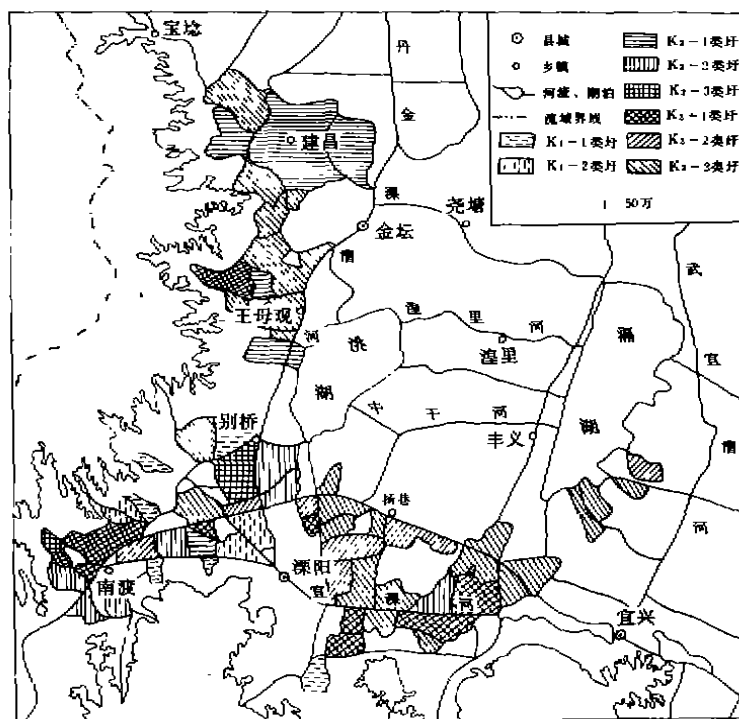


图 4 圩子分布图

Fig. 4 Distribution of polders

4. 圩区排水装机不足或配套工程不完备 圩区排涝发展有如下几个阶段: 自流排涝; 内湖与涵闸并举; 涵闸、内湖与渠系并举; 机电排水泵的应用。目前太湖平原圩区排涝标准下限(排涝模数 $\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{hm}^2$) 为 0.0054。太湖平原不同的地区对装机容量有不同的规定, 一般按日雨 150—200mm, 2—3 天排出来设计排涝能力。1954 年洪水敲响了警钟。各地水利条件都有不同程度的改善。治理重点集中在下游低洼地区, 忽视上游湖西地区及长兴的治理。湖西区圩区防洪工程标准低, 排涝装机不足, 水利设施老化, 无法抗御特大洪涝, 在 1991 年洪水中, 破坏决堤多, 淹没范围大, 灾情严重。太湖平原的几片半高地, 由于高程相对较高, 排水能力和水利设施防洪标准也很低。发生洪涝时反而成了受涝区。1991 年洪水即如此。

5. 圩堤未达标准 汛期圩外河网水位一般较高, 圩堤是圩内耕地及生产免受涝灾的主要设施。太湖平原的地形大致由西向东倾斜, 且周边高、中间低, 各地的圩堤高度不同。圩堤的高度一般以 1954 年洪水位作为设计标准。1954 年以来, 河网、湖泊等地面状况都发生了变化, 其蓄水能力普遍减小, 虽然增加了抽排设施, 但如果发生 1954 年型洪水, 其水位也比 1954 年实测水位要高。1954 年是有记录以来太湖平原最大洪水, 频率为 50 年一遇。1991 年洪水全流域只为 25 年一遇。平原内实测到的水位, 湖西及太湖水位超过 1954 年, 其它地区与 1954 年水位相比, 差距在 0—35cm 之间。丹阳、金坛、常熟、宜兴都有因圩堤高度不够而破坏的情况。

6. 地形致涝 太湖平原西部山地分布的半圩区, 临山一面不修圩堤, 临水一面修堤与山连接。降雨时, 圩内成了一集水的水库, 山坡上降水向圩内汇集, 虽然有时圩外水位相对较低, 但内涝已构成威胁。在平原下游的低洼地区还分布着 3.5—4.0m 以上的半高地, 因其地势略高, 一般洪水不成灾, 其圩区建设标准低且不配套, 汛期外河水位猛涨, 这些相对较高的

圩因防洪标准低而受涝。地形起伏不大的圩,如果没有采取高水高排,低水低排,降雨时高处水迅速向低处汇集,也会使低处受涝。

四、危险圩的划分

危险圩的划分只考虑圩内涝水的排除,假设圩堤是不破的。因为影响破堤因素很多,暂不做考虑。

在以下前提下分析洪涝危险圩:

1. 圩内产流以蓄满产流计算。

2. 计算水田的起始水深为水稻田适宜水深上限,末了水深取耐淹水深上限,计算时间取水稻孕穗期。(其它时期或水深只需变动相应参数,类似计算。)

3. 设计三日降雨,排水时间 4 天,每天开机 22h。

引入一洪涝危险圩分级指标 M ,它综合了圩内产流及圩本身的特性:

$$M = \frac{\Delta H}{W \cdot T \cdot 22 \cdot 3600} \quad (6)$$

$$\Delta H = R - \alpha \cdot H \cdot x \quad (7)$$

排涝天数 T 取 4 天,(6)式简化为

$$M = 31.58 \cdot \Delta H / W \quad (8)$$

式(6)~(8)中, M 为危险圩分级指标; R 为圩内降雨净雨深(m); W 为排涝模数($\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{hm}^2$); x 为水面率; H 为田面相对高程; α 为经验系数。

田面相对高程取田面分级高程的加权平均值。设某一个圩的田面高程为 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_{n-1}, x_n, x_{n+1}$, 相应分级面积分别为 A_1, A_2, \dots, A_n 。则

$$H = \frac{(x_1 + x_2)A_1 + (x_2 + x_3)A_2 + \dots + (x_n + x_{n+1})A_n}{2A} - h \quad (9)$$

式中 h 为圩内汛前平均水位(m)。

α 值是用 1991 年湖西区实际的降雨和洪涝灾害资料,并且结合地形图高程不同田面所占比例来确定。半山圩 α 为 0.33;高差圩 α 为 0.5;平坦圩 α 为 0.67。当用这些参数时,1991 年受涝圩有 95% 以上与计算判别相符。

W, x, H 取每类圩的平均值。见表 4。

表 4 各类圩要素平均值

Tab. 4 Mean values of factors of polders

圩的类型	水面率	排水模数($\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{hm}^2$)	田面相对高程(m)
k ₁ -1	0.100	0.0076	0.350
k ₁ -2	0.150	0.0110	0.330
k ₂ -1	0.120	0.0043	0.550
k ₂ -2	0.167	0.0110	0.700
k ₂ -3	0.170	0.0067	0.325
k ₃ -1	0.100	0.0100	0.660
k ₃ -2	0.160	0.0100	0.600
k ₃ -3	0.100	0.0076	0.530

设计三日降雨量,分别计算每一类圩内三种不同下垫面:水面、水稻田,旱地非耕地的产流^[10]及每一类圩的洪涝危险指标 M 。计算结果见表 5。

表 5 各类圩在不同设计降雨量下的和 M Tab. 5 Flood risk extent M of every polder based on design rainfall

设计三日 降雨(mm)	净雨深(m)			危险指标 M							
	水面	水田	旱地	K_1-1	K_1-2	K_2-1	K_2-2	K_2-3	K_3-1	K_3-2	K_3-3
340	0.330	0.328	0.290	1.752	1.122	2.775	0.835	1.862	1.172	1.043	1.650
330	0.320	0.318	0.280	1.690	1.081	2.665	0.793	1.792	1.125	0.997	1.588
320	0.310	0.308	0.270	1.628	1.039	2.555	0.752	1.721	1.079	0.950	1.525
310	0.300	0.298	0.260	1.556	0.997	2.445	0.711	1.650	1.032	0.903	1.463
300	0.290	0.288	0.250	1.504	0.956	2.335	0.669	1.580	0.986	0.856	1.401
290	0.280	0.278	0.240	1.442	0.914	2.225	0.628	1.509	0.939	0.809	1.339
280	0.270	0.268	0.230	1.380	0.872	2.115	0.587	1.438	0.893	0.762	1.276
270	0.260	0.258	0.220	1.318	0.831	2.005	0.545	1.368	0.846	0.716	1.214
260	0.250	0.248	0.210	1.256	0.789	1.895	0.504	1.297	0.800	0.669	1.152
250	0.240	0.238	0.200	1.195	0.747	1.785	0.463	1.226	0.753	0.622	1.089
240	0.230	0.228	0.190	1.133	0.705	1.675	0.421	1.156	0.707	0.575	1.027
230	0.220	0.218	0.180	1.071	0.664	1.565	0.380	1.085	0.660	0.528	0.965
220	0.210	0.208	0.170	1.003	0.622	1.455	0.339	1.015	0.614	0.481	0.903
210	0.200	0.198	0.160	0.947	0.580	1.345	0.297	0.944	0.567	0.434	0.840
200	0.190	0.188	0.150	0.885	0.539	1.234	0.256	0.873	0.521	0.388	0.778
190	0.180	0.178	0.140	0.823	0.497	1.124	0.215	0.803	0.474	0.341	0.716
180	0.170	0.168	0.130	0.761	0.455	1.014	0.173	0.732	0.428	0.294	0.654
170	0.160	0.158	0.120	0.699	0.413	0.904	0.132	0.661	0.381	0.247	0.591
160	0.150	0.148	0.110	0.637	0.372	0.794	0.091	0.591	0.335	0.200	0.529
150	0.140	0.138	0.100	0.575	0.330	0.684	0.049	0.520	0.288	0.153	0.467
140	0.130	0.128	0.090	0.513	0.288	0.574	0.008	0.449	0.244	0.107	0.404

由指标 M 的设计思想可以看出, $M > 1$ 时,圩内涝水不能按时排至危险程度以下,圩内农作物(主要是水稻)将遭受损失, M 越大,洪涝危险程度越大,可能损失也越大。 $M \leq 1$ 时,圩区排水能力可将涝水排至安全程度,圩内不受涝。从表 5 中可以看出: k_2-1 型圩最易受涝。这也说明有些半山圩由于所处位置较高,圩的建设标准不高,反而易受涝。 k_2-2 型圩最安全。比较他们的分类要素, k_2-2 型圩的排涝模数比 k_2-1 型大 2.7 倍,这是主要原因。 k_2-1 型圩的排涝能力不足,还不到排涝标准的下限($0.0054\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{hm}^2$)。而 k_2-1 型圩的部分抽排设施将闲置。

从表中还可看出,处于较高位置的半山圩并不比较低位置的平坦圩安全。人类活动已完全改变了自然的洪涝规律。

参 考 文 献

- [1] 毛 锐。太湖大灾与治理太湖。湖泊科学,1992,4(1):1—8。
- [2] 许正甫。平原圩区治涝与内湖综合利用问题。自然灾害学报,1992,1(4):15—24。
- [3] 张超等。计量地理学。北京:高等教育出版社,1984,149—161。
- [4] 白亮台、郭元裕、雷声隆。平原圩区除涝系统最优规划的非线性规划模型。武汉水利电力学院学报,1984,(3)。
- [5] 郭元裕、白亮台、钱绪米。确定南方平原湖区最优水面率的线性规划模型及其求解方法。武汉水利电力学院学报,1983,(2)。
- [6] 郭元裕、白亮台、雷声隆。南方圩(湖)区最优水面率研究。水利学报,1982,(7):5—12。
- [7] 郑肇经主编。太湖水利技术史。北京,农业出版社,1985。
- [8] 罗积玉、邢 瑛。经济统计分析及预测。北京,清华大学出版社,1987,56—191。
- [9] 缪启愉编著。太湖塘浦圩田史研究。北京,农业出版社,1985。
- [10] 余晓珍。太湖流域产流计算初步研究。河海大学学报,1990,18(6):41—47。

CLASSIFICATION OF POLDERS AND ANALYSIS OF FLOOD - WATERLOGGING IN TAIHU LAKE BASIN —— THE CASE OF WEST TAIHU LAKE

Gao Junfeng Mao Rui

(Nanjing Institute of Geography & Limnology, Academia Sinica, Nanjing 210008)

Abstract

Based on cluster analysis, the polders in west Taihu Lake are classified into eight types. Such key elements to cause flood-waterlogging as rainfall, water surface, elevation, discharge capacity, dyke, topography are analyzed. An index M and three-day design rainfall are used to study the flood-waterlogging risk of every type of the polders. The main conclusion is: 1. Neither all the high lands are safe and nor all the low lands are risky. 2. Human activities have great impacts on flood waterlogging.

Key words Polder, classification of polders, flood-waterlogging risk extents