

鄱阳湖区洪涝灾害规律分析*

王 凤^{1,2}, 吴敦银^{1,2**}, 李荣昉^{1,3}

(1: 江西师范大学鄱阳湖生态环境与资源研究教育部重点实验室, 南昌 330022)

(2: 江西师范大学地理与环境学院, 南昌 330029)

(3: 江西省水利科学研究院, 南昌 330029)

摘 要: 根据1950–2002年的鄱阳湖洪水与洪水灾害损失资料, 建立年最高洪水位与洪灾损失的相关模型; 运用概率统计的理论与方法, 研究了鄱阳湖区洪涝灾害与灾害损失的统计规律, 将鄱阳湖洪水、鄱阳湖区洪涝灾害的受灾面积划分为6个等级, 揭示鄱阳湖区洪水主要集中于10年一遇(3级)以下; 一般洪水为2–5年一遇, 在统计资料内, 共发生过24次, 造成的损失只占到历年总损失量的约1/3; 5年一遇以上的洪水虽然只发生过7次, 但是其损失却占历年洪灾总损失的约2/3. 采取综合治理措施, 降低鄱阳湖洪水位, 并进一步提高鄱阳湖区圩堤防洪能力是减轻鄱阳湖区洪涝灾害损失的有效途径.

关键词: 鄱阳湖区; 洪水等级; 洪灾频率; 灾害规律

Analysis on flood disaster characteristics in Lake Poyang region

WANG Feng^{1,2}, WU Dunyin^{1,2} & LI Rongfang^{1,3}

(1: *Key Laboratory of Lake Poyang Ecological Environment and Resource Research of Ministry of Education, Jiangxi Normal University, Nanchang 330022, P.R.China*)

(2: *School of Geography and Environment, Jiangxi Normal University, Nanchang 330029, P.R.China*)

(3: *Institute of Water Science, Jiangxi Province, Nanchang 330029, P.R.China*)

Abstract: Based on the data of flood peak levels and flood disaster losses in Lake Poyang region during the period of 1950–2002, this paper established the correlation model between the annual flood peak levels and flood disaster losses, analysed the statistical pattern and regularity of flood disasters and flood disaster losses in Lake Poyang. A scheme of 6-grades was established for floods and areas of flooding in the Poyang region, which revealed that most of the floods occurred once every 2–5 year and are smaller than Grade 3 flood (once every ten year). Lake Poyang had 24 floods during 1950–2002, which accounts 1/3 of total flood disaster losses of this period. Although, Grade 4 floods (once every 5 year) were recorded only 7 times, they account 2/3 of total flood disaster losses. We believe, to low peak flood levels by comprehensive and integrated measures and management, and to increase the capacity of flood prevention for the dyked lakeside farmland are the effective options for mitigation of flood damages and losses.

Keywords: Lake Poyang region; flood grade; frequency of flood disaster; regularity of flood disaster loss

鄱阳湖位于长江南岸的中下游交界处, 汇集赣江、抚河、信江、饶河、修 5 条河来水, 经湖盆调蓄后在湖口注入长江; 是我国最大淡水湖, 湖区水清土沃, 资源丰富, 物华天宝, 自古以来为我国著名的鱼米之乡. 传统上, 鄱阳湖湖区是湖泊周边涉及南昌、九江、上饶 3 市的 15 县(市)区, 为长江中下游五大平原之一, 总面积 26280km², 占江西省国土面积的 15.7%^[1]; 是我国重要商品粮基地和江西省重要工业基地. 2005 年末湖区有耕地 5556km², 人口 1184 × 10⁴ 人, 分别占江西省的 26.5%、27.4%; 粮食产量、生产总值分别占江西省的 29%、56%, 在江西省及长三角经济带乃至全国都有极为重要的经济地位.

* 鄱阳湖区生态环境与资源研究教育部重点实验室(江西师范大学)开放基金(PK2004003)资助. 2007–03–28 收稿; 2007–11–05 收修改稿. 王凤, 女, 1980 年生, 硕士研究生.

** 通讯作者; E-mail: wudunyin@126.com.

然而, 鄱阳湖区又是长江中下游洪涝灾害的重灾区和多发区, 频繁的洪涝灾害危及湖区人民生命财产安全, 严重地制约着湖区经济社会的发展. 据历年洪灾资料统计 1950-2005 的 56 年中, 鄱阳湖区有 46 年发生了水灾, 平均 5 年中 4 年有灾. 发生大洪水灾害的年份主要有 1954 年、1983 年、1995 年、1998 年、1999 年等. 1954 年湖口最高水位达 21.68m(吴淞高程, 下同), 鄱阳湖区 15 个县的绝大多数圩堤溃决, 淹没农田 2100km², 无收农田面积 1865km², 受灾人口 330 多万人, 九江市区水深 3m 多, 南浔铁路中断行车 125d. 1983 年湖口最高水位 21.71m, 滨湖地区 108 座圩堤溃决, 淹田 427km²、南浔铁路中断行车 16d. 1998 年湖口站实测最高洪水水位 22.59m, 为有记录以来最高洪水水位, 沿湖区的湖口、星子、德安等城市严重受淹, 湖区 4 条国道交通中断, 京九铁路昌北段中断行车 20h, 138 座圩堤溃决, 淹没耕地 460km², 受灾人口 60 × 10⁴ 人, 该年江西省直接洪灾损失 376.8 × 10⁸ 元, 主要集中于鄱阳湖区^[1].

频繁的洪涝灾害严重的制约着湖区经济社会的发展, 甚至使经济发生倒退. 鄱阳湖区(含南昌、九江市区)1995-1997 年的工业呈正增长率趋势, 1998 年的特大洪水导致工业经济负增长, 比 1997 年下降了 35%, 直至 2000 年, 工业总产值仍未赶上 1997 年的水平. 粮食总产粮变化情况与工业总产值变化相同(见表 1).

表 1 1995-2000 年鄱阳湖区粮食总产粮与工业总产值变化情况比较

Tab.1 Total output of Agriculture and Industry in Lake Poyang area from 1995 to 2000

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
粮食总产粮(× 10 ⁴ t)	398.0	468.0	469.0	316.4	414.4	410.1
工业总产值(× 10 ⁸ 元)	484.24	415.38	606.10	391.73	333.30	431.98

因此, 研究鄱阳湖区洪水及洪灾发生规律, 对于鄱阳湖区的防灾减灾具有极为重要的意义. 不过, 目前长江中下游仅有的共同承担着调蓄长江洪水作用的通江湖泊——洞庭湖、鄱阳湖^[2], 前者已受到了极大关注, 对其洪涝灾害特征、成因、灾情评估、减灾对策等进行了大量的研究, 取得了一系列研究成果^[3-8], 而对鄱阳湖区的研究相对较少. 闵騫对鄱阳湖区 20 世纪 90 年代洪水特征做过一些分析^[9], 窦鸿身等讨论过围垦对鄱阳湖洪水的影响^[10], 吴敦银、闵騫等研究了退田还湖对降低鄱阳湖洪水水位的作用^[2,11], 云惟群、闵騫等使用鄱阳湖超警戒水位的天数作为判别变量, 判断鄱阳湖地区灾害轻重程度^[12-13]. 而对鄱阳湖区洪水、洪灾规律缺少系统研究, 特别是将湖区水情与实际灾情作对应研究的则基本未见, 因此这方面的研究显得迫切而必要.

1 资料获取与研究方法

1.1 资料获取

为探讨鄱阳湖区洪水与洪涝灾害损失规律, 收集了鄱阳湖区湖口、都昌、星子等主要水文(水位)站 1950-2002 年年最高水位和鄱阳湖区 1950-2005 年的洪水灾害损失资料. 年最高水位系国家基本水文(水位)站实时观测值, 资料精度可靠. 洪水灾害资料来源于江西省水利部门有关文献^[14-15], 江西省防洪规划基本资料^① (为相关市县防汛部门在受灾当年的调查统计), 是较可靠的历史资料.

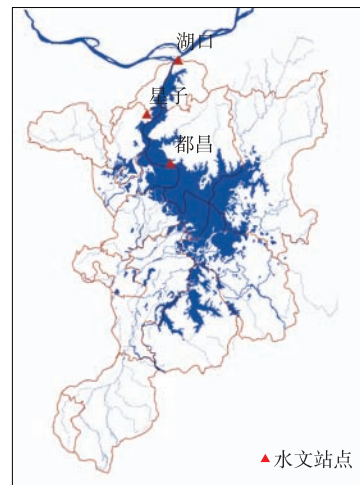


图 1 鄱阳湖湖区范围及相关水文站点的位置示意

Fig.1 Sketch map of Lake Poyang area showing the hydrometric stations mentioned in paper

① 江西省水利规划设计院编. 江西省防洪规划基本资料. 1999.

1.2 研究方法

本文采用回归分析法, 选择鄱阳湖区防洪代表站, 建立年最高洪水位与洪灾损失的相关模型; 确定鄱阳湖区洪水、洪灾等级, 揭示鄱阳湖区洪涝灾害与灾害损失的规律. 由于鄱阳湖不仅具有很大的调蓄能力, 而且其出流受到长江的严重顶托. 因此, 鄱阳湖洪水频率既不能用出湖洪峰流量或洪量的频率表示, 也不宜用入湖洪峰流量或洪量的频率表达, 只能用洪峰水位或年最高水位的频率描述^[9].

由于长江中下游湖泊的调蓄容积不断变化, 以及个别年份的溃堤分洪(1954分洪 $1023 \times 10^8 \text{m}^3$ ^[16])等因素, 为使资料满足一致性的要求, 采用水文学洪水演进方法^[2,17], 建立长江汉口—八里江(含鄱阳湖)江段的洪水演算模型, 将历年最高水位还原到目前江湖环境条件下:

$$\left. \begin{aligned} Q_{\text{总入流}} - Q_{\text{出流}} &= \Delta V / \Delta t \\ V &= f_1(Z_{\text{湖口}}) \\ Q_{\text{出流}} &= f_2(Z_{\text{湖口}}, \Delta Z_{\text{湖口}} / \Delta t) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

式中, $Q_{\text{总入流}}$ 为汉口流量、汉口—湖口支流流量、鄱阳湖五河七口控制站流量及区间流量等几部分考虑传播时间叠加之和; $Q_{\text{出流}}$ 为湖口以下、长江干流八里江断面出流; V 为鄱阳湖容积与汉口—湖口江槽容积之和; $Z_{\text{湖口}}$ 为湖口水文站水位; $\Delta Z_{\text{湖口}}$ 为湖口水文站水位涨落率; Δt 为计算时段.

采用皮尔逊Ⅲ型曲线^[18]进行频率计算: 通过数学期望公式获得经验频率 P_m , 采用最高水位均值 \bar{X} 、变差系数 C_v 和偏态系数 C_s 作为统计参数, 按矩法初步估算统计参数、用经验适线法确定统计参数.

2 研究结果

2.1 鄱阳湖区洪水等级划分

湖口水文站既是鄱阳湖洪水的出湖控制站, 也是长江干流和鄱阳湖区的防洪代表站. 通过对鄱阳湖区的星子、都昌水位站与湖口站实测的年最高水位建立相关分析. 星子站、都昌站最高水位与湖口站最高水位呈线性关系, 相关系数分别为 0.997、0.995. 因此, 湖口水文站可以作为鄱阳湖区的代表站, 以湖口站洪水资料作为依据, 分析鄱阳湖区的洪水及洪灾特征.

采用湖口水文站的年最高水位对鄱阳湖区的洪水进行定级. 按(1)式对各大洪水年的洪水进行演算, 获得 2002 年江湖调蓄条件下的 1950–2002 年洪水位. 1954 年洪水还原的湖口水位为 24.53m, 提出作特大值处理, 据考证其重现期(N)可定为 200 年一遇, 因此湖口站年最高水位频率曲线的经验频率和统计参数均按不连续系列计算. 将湖口站 1950–2002 年最高水位减去一个基数 5.90m(最低水位)后, 采用皮尔逊Ⅲ型频率曲线按经验适线, 得到频率曲线如图 2.

根据鄱阳湖洪水位频率计算成果和湖区防洪标准等因素, 将鄱阳湖 2–100 年一遇洪水位划分为 6 个等级(表 2), 参照历年湖口站最高洪水位, 分析得鄱阳湖区洪水主要集中于 3 级(10 年一遇)以下, 该等级

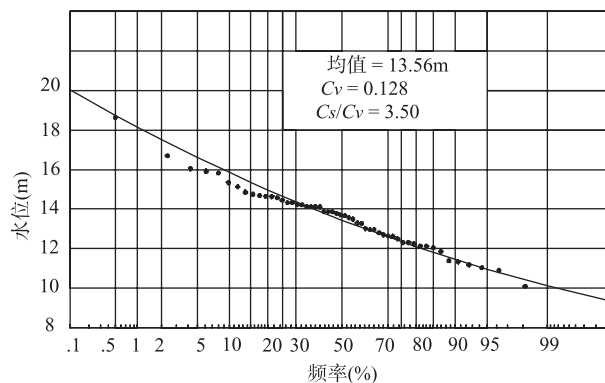


图 2 湖口站最高水位频率曲线

Fig.2 Frequency curve of the peak level in Hukou

表 2 鄱阳湖洪水等级划分

Tab.2 Grade dividing of flood scale in Lake Poyang area

洪水等级	分级	6	5	4	3	2	1
	P(%)	1	2	5	10	20	50
	重现期(年)	100	50	20	10	5	2
湖口站水位(m)		24.12	23.43	22.52	21.71	20.92	19.32

以上的洪水较少发生. 鄱阳湖区 4 级(20 年一遇)以上的洪水就属于特大洪水, 1998 年实测洪水位 22.59m 相当于 4 级洪水, 为特大洪水; 2-4 级洪水为大洪水; 2 级以下洪水为一般洪水; 1 级(2 年一遇)以下的洪水为常遇洪水, 基本不会造成洪水灾害损失.

2.2 历史大洪水与大洪灾发生时间的分布规律

图 3 是接近或高于 2 级的大洪水分布时间的点列图, 反映了鄱阳湖区典型大洪水年的分布情况. 由图可知, 大洪水发生的年份有很大的随机性, 在某些年代具有相对集中的趋势. 20 世纪 70 年代初至 80 年代初是大洪水发生比较集中的时期, 80 年代中期至 90 年代中期是大洪水少发期, 90 年代中后期是大洪水发生频繁的时期, 而进入 21 世纪之后, 洪水又一次平息, 长达 6 年的时间没有发生大的洪水. 这也说明鄱阳湖区较大规模洪水的爆发具有间歇性, 有一定的周期, 该图显示每一个周期约为 20 年左右, 这与长江中上游和鄱阳湖流域降水规律基本相同. 鄱阳湖流域的降水量也显示有一定的周期性, 50 年代和 90 年代为偏多雨期, 60 年代和 70 年代为偏少雨期, 80 年代为降水比较平均的年代^[19].

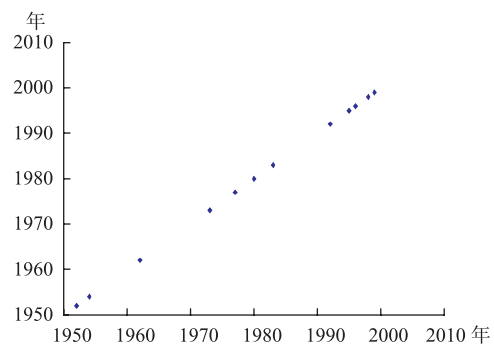


图 3 典型大洪水年时间分布

Fig.3 Time sequence of great floods during 1960-2005 in Lake Poyang

图 4 是历年的灾害总损失(a)及农田受灾面积(b)排在前列的时间分布, 从图中可以看出, 洪灾损失较大年份与图 3 典型大洪水年时间分布规律基本相同, 主要发生在 20 世纪 80 年代之后, 尤其是 20 世纪 90 年代以后, 发生次数急剧增加.

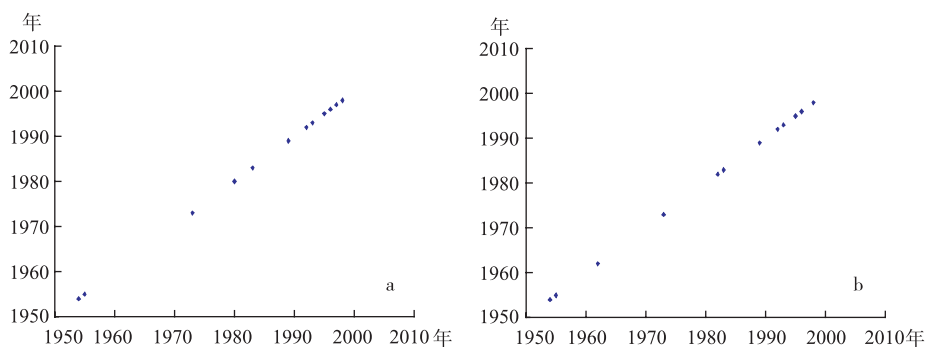


图 4 鄱阳湖区洪灾损失较大年份时间分布(a: 灾害总损失; b: 农田受灾面积)

Fig.4 Time sequence of larger flood disaster loss in Lake Poyang region

2.3 最高洪峰水位与洪涝灾害损失的关系分析

采用湖口水文站的实测年最高洪水位和鄱阳湖区农田受灾面积建立相关关系, 分析洪涝灾害损失的

规律. 图 5(a)为历年湖口最高洪水位与受灾面积关系图, 图中当湖口最高水位低于 19m 时, 鄱阳湖区灾害较小, 波动比较明显且与水位高度无相关关系; 而当湖口最高水位高于 19m 时, 受灾面积是随着水位的升高而增加, 相关性比较明显. 湖口最高水位低于 19m 的共有 22 年, 其中有 18 年农田受到了损失, 但损失较小, 主要发生在 1985 年以前, 90 年代的湖口最高水位均超过 19m. 图 5(b)为 90 年代湖口最高洪水位与受灾面积关系图, 由图可见, 受灾面积随水位的升高急剧增加, 趋势较图 5(a)更加明显, 因此, 可以说鄱阳湖区的洪涝灾损失与湖口最高洪水位相关性很强, 相关系数达 0.992.

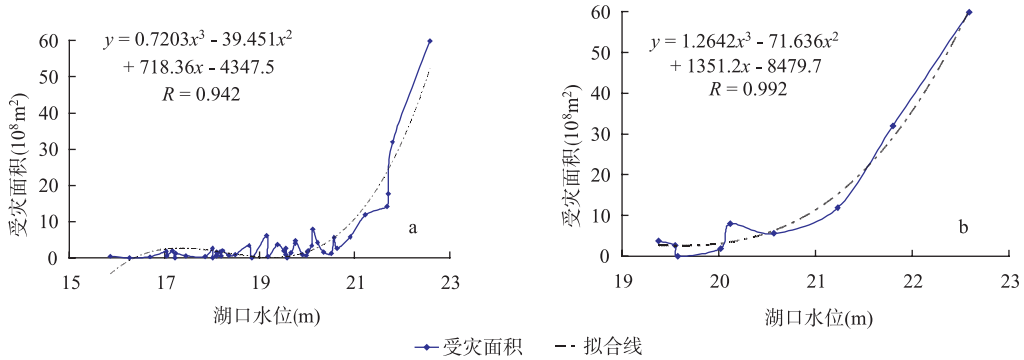


图 5 历年(1960-2005 年)湖口实测最高水位与鄱阳湖农田受灾面积关系

Fig.5 Relationship between the actual measured peak level in Hukou and the flooded area of farmland in Lake Poyang region during 1960-2005

2.4 洪涝灾害损失频率分布

洪水频率的分析应用十分广泛, 但对洪水灾害损失进行频率分析目前比较少见^[20]. 农田受灾面积不随经济发展等因素变化, 因此选用其作为随机变量, 进行频率分析. 图 6 是采用 1950-2002 年农田受灾面积制作的灾害损失频率曲线图, 曲线拟合较好, 说明鄱阳湖区农田受灾面积的变化基本上服从皮尔逊 III 型曲线的分布规律. 从频率曲线看, 发生频率大于 20% 时, 受灾的农田面积变化不大; 但是当发生频率小于 20% 尤其是发生频率小于 10% 时, 农田受灾面积随频率的减小而急剧增大.

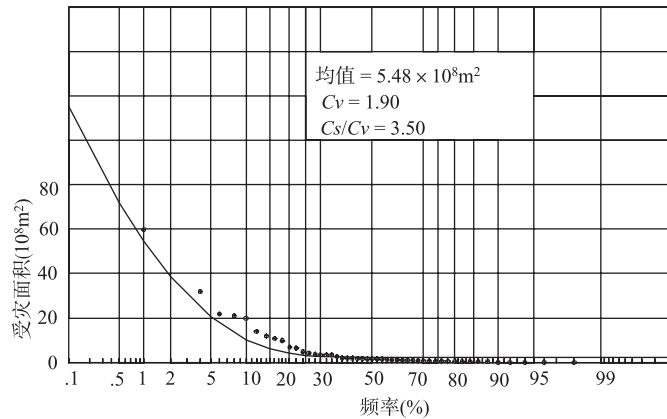


图 6 农田受灾面积频率曲线

Fig.6 Frequency curve of the flooded farmland area

2.5 洪水灾害损失特点

据 1950-2002 年的洪水灾害损失情况的统计, 2 年一遇以下的洪水基本上不形成洪灾, 5 年一遇以上

(即发生频率低于 20%)的洪水造成的灾害损失远大于该等级以下洪水造成的损失. 鄱阳湖区一般洪水为 2-5 年一遇, 在统计资料内, 共发生过 24 次, 造成的损失大约只占到历年总损失的 1/3, 而 5 年一遇以上的洪水虽然只发生过 7 次, 但是其损失却约占历年洪灾总损失的 2/3. 可见, 少数几次大洪水造成的灾害损失远大于多次小洪水造成的灾害损失.

表 3 鄱阳湖区受灾面积等级划分

Tab.3 Grade dividing of the scale of flooded farmland in Lake Poyang region

灾害等级	分级	6	5	4	3	2	1
	<i>P</i> (%)	1	2	5	10	20	50
面积(10^8m^2)		54.5	38.6	20.6	10	4.2	2.3

3 讨论与结论

运用概率统计的理论与方法对湖口站历年最高洪水位与鄱阳湖区历年受灾面积进行分析, 探讨了鄱阳湖区洪涝灾害与灾害损失的统计规律, 鄱阳湖区洪水灾害损失具有如下规律和特点:

(1) 鄱阳湖区洪灾损失与湖口站最高洪水位的相关性极强, 相关系数达 0.942, 其中 20 世纪 90 年代达 0.992. 因此, 湖口站洪水位越高, 鄱阳湖区洪灾损失越大. 鄱阳湖区洪涝灾害损失随着洪水等级的增大而增大, 洪水等级高于 2 级(即发生频率低于 20%)时, 灾害损失急剧扩大.

(2) 5 年一遇以上的洪水虽然只发生过 7 次, 造成的损失却占历年洪灾总损失的约 2/3, 2-5 年一遇的 24 次洪水, 造成的损失只占到历年总损失量的约 1/3. 这种结果是鄱阳湖区特殊的地理条件、人类活动、长江流域气候变化等诸多因数形成的.

鄱阳湖为一开口型湖泊, 上承江西五河来水, 下连长江, 受五河和长江干流洪水的双重影响, 而鄱阳湖区地势低洼, 长江干流或五河洪水均可使湖区大范围面积受淹. 历史上为解决粮食问题, 人们对湖区洲滩进行围垦, 修建了众多圩堤, 这些圩堤保护区的地面高程多在 13-17m 之间, 鄱阳湖区现有 0.667km^2 以上圩区 314 座, 由于资金不足等原因, 鄱阳湖区圩堤的防洪标准普遍偏低, 大部分为 2-10 年一遇, 219 座 6.670km^2 以下的圩区防洪标准在 2-5 年一遇, 仅少数重点圩堤的防洪标准达到 10-20 年一遇. 因此, 遇 2-5 年一遇洪水, 鄱阳湖区仅有部分圩区被淹没, 洪灾损失较小, 当洪水大于 5 年一遇时, 大多数的中小圩区遭受损失, 特别是洪水大于 10 年一遇的 1954、1995、1998、1999 年洪灾损失巨大, 4 年洪灾损失占历年总损失的 45%.

鄱阳湖最高洪水位受长江干流洪水控制, 鄱阳湖区洪灾损失的大小与长江中上游洪水大小关系十分密切, 由于 20 世纪 90 年代长江流域气候异常, 频繁发生大洪水, 使得该年代鄱阳湖的最高洪水位均超过 5 年一遇, 洪灾损失也主要集中在该时期. 其中, 1998 年长江干流汉口站洪峰流量 $71000\text{m}^3/\text{s}$, 为 1950 年以来第 2 个大洪水年, 使得湖口水位达 22.59m 超过 20 年一遇, 该年的洪灾损失占历年总损失约 20%.

(3) 洪水灾害对鄱阳湖区经济发展影响巨大, 不仅会影响到湖区的经济发展速度, 而且会使经济发生倒退. 1995-1997 年鄱阳湖区的粮食总产量逐年增加, 1998 年遇特大洪灾, 粮食产量急剧下降, 至 2000 年粮食总产量仅与 1995 年接近, 比 1997 年低 13%, 邻鄱阳湖的永修、德安、星子、湖口、都昌、波阳、余干 7 个县 1998 年的粮食总产量仅占 1997 年的 49%, 而共青城 1998 年粮食总产量比 1997 年减少了 2/3 以上, 仅相当于 1995 年粮食产量的 60%. 可见洪灾对农业生产影响巨大.

从表 1 可见, 1998 年特大洪灾不仅对鄱阳湖区当年经济产生巨大的直接影响, 且具有持续效应. 对农业的影响期长, 主要是该年洪水损坏的堤防、冲毁农田灌溉设施的小型水库、塘坝、渠道、提排灌站数量多, 这些水毁工程的恢复不是当年就能完成, 而是要经过多年努力才能修复. 1998 年洪水使得鄱阳湖区 2 万余个工矿企业的厂房、设备遭破坏, 当年全面停产的工矿企业 1 万余个, 造成 1998、1999 年工业总产值持续下降.

(4) 鄱阳湖区洪灾损失与鄱阳湖区圩堤防洪标准低有很大关系. 湖区整体防洪抗灾能力低, 常出现小

水大灾,大水特大灾情况,即出现洪灾等级高于洪水等级情况,如1998年的洪水位22.59m,洪水等级相当于4级(20年一遇),而受灾面积达595000km²相当于6级灾害等级(100年一遇)。因此,进一步提高鄱阳湖区圩堤防洪能力对于减轻洪灾损失十分重要。同时对长江中上游及鄱阳湖流域采取综合治理措施,降低湖口站洪水位以降低洪水灾害的损失极为重要。

4 参考文献

- [1] 朱宏富,金 锋,李荣昉编著. 鄱阳湖调蓄功能与防灾综合治理研究. 北京: 气象出版社, 2002.
- [2] 吴敦银,李荣昉,王永文. 鄱阳湖区平垸行洪、退田还湖后的防洪减灾形势分析. 水文, 2004, 24(6): 26-31.
- [3] 周国华. 试论洞庭湖区的洪涝灾害及其减灾对策. 灾害学, 1997, 12(3): 28-33.
- [4] 贺建林. 洞庭湖区洪涝灾害的地质因素与人为因素. 灾害学, 2000, 15(4): 43-48.
- [5] 刘士余,赵小敏. 洞庭湖区洪涝灾害成因与防治对策研究. 生态学杂志, 2003, 22(6): 147-151.
- [6] 曾群华,郭 跃. 洞庭湖区洪涝灾害的特征及成因分析. 地质灾害与环境保护, 2003, 14(3): 55-60.
- [7] 彭际作,毛德华. 洞庭湖区1998年与1954年特大洪涝灾害比较研究. 热带地理, 2000, 20(2): 116-120.
- [8] 毛德华. 洞庭湖区洪涝灾情评估与分析. 自然灾害学报, 2000, 9(3): 46-53.
- [9] 闵 骞. 20世纪90年代鄱阳湖洪水特征的分析. 湖泊科学, 2002, 14(4): 323-330.
- [10] 窦鸿身,闵 骞、史复祥. 围垦对鄱阳湖洪水位的影响及防治对策. 湖泊科学, 1999, 11(1): 20-27.
- [11] 闵 骞. 鄱阳湖高水还湖对水位影响的计算与分析. 水文, 2002, 22(3): 40-45.
- [12] 云惟群,付凌晖,王惠文. 鄱阳湖地区洪水灾害模式分析. 灾害学, 2003, 18(1): 30-35.
- [13] 闵 骞. 鄱阳湖洪水灾变特征的分析. 江西水利科技, 1997, 23(2).
- [14] 江西省水利厅编. 江西省水利志. 南昌: 江西科学技术出版社, 1995.
- [15] 江西省水利厅编. 江西水旱灾害. 1995.
- [16] 黎安田. 长江1998年洪水与防汛抗洪. 人民长江, 1999, (1).
- [17] 仲志余,徐承隆,胡维忠. 长江中下游水文学洪水演进模型研究. 水科学进展, 1996, 7(4): 75-81.
- [18] 水利部长江水利委员会. 水利水电工程设计洪水计算规范. 北京: 水利电力出版社, 1993.
- [19] 江西省水文局. 江西省水资源综合规划. 水资源调查评价报告, 2004: 7.
- [20] 魏一鸣,金菊良,杨存建等著. 洪水灾害风险管理理论. 北京: 科学出版社, 2002.