

廖玉芳, 赵辉, 彭嘉栋, 等. 洞庭湖区旱涝灾害加剧的气象成因[J]. 灾害学, 2016, 31(1): 29–32, 54. [Liao Yufang, Zhao Hui, Peng Jiadong, et al. The Weather Causes of the Aggravated Drought and Flood Disaster in Dongting Lake Region[J]. Journal of Catastrophology, 2016, 31(1): 29–32, 54.]

洞庭湖区旱涝灾害加剧的气象成因^{*}

廖玉芳, 赵辉, 彭嘉栋, 吴贤云, 张剑明, 段丽洁

(湖南省气候中心, 湖南长沙 410118)

摘要: 利用洞庭湖区及湖南四水流域、长江上游地区气象观测资料 and 各类指标资料, 基于统计方法, 开展洞庭湖区旱涝加剧气象成因分析, 得出如下结论: 我国主雨带位置的年代际变化直接影响到洞庭湖区雨水资源的丰枯变化, 进而影响到旱涝趋势的变化; 东亚夏季风和赤道中东太平洋地区海表温度异常通过对我国主雨带位置的影响来影响洞庭湖区水资源的丰枯; 气候变暖背景下洞庭湖各流域雨水资源向丰枯同步转变, 易使洞庭湖洪水形成顶托之势或水资源来源枯竭, 导致旱涝灾害加重; 洞庭湖各流域枯水季节雨水资源减少加重洞庭湖区枯水季节缺水程度。

关键词: 洞庭湖区; 旱涝灾害; 加剧; 气候变暖; 雨水资源

中图分类号: X43; S42 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000–811X(2016)01–0029–05

doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2016.01.007

2014年4月14日, 中华人民共和国国务院正式批复同意《洞庭湖生态经济区规划》^[1], 立足保障水安全、着力构建和谐人水新关系、加快解决城乡饮水安全问题等水问题成为了洞庭湖生态经济区建设的重点任务。1990年代以来, 洞庭湖区旱、涝灾害加剧, 对该区经济社会发展和生态系统造成了重大影响^[2–6]。有个两方面的因素影响到该区域的水安全问题: 一是雨水资源的变化, 二是人类活动的影响^[7–12]。关于人类活动对洞庭湖区旱涝的影响已有众多学者进行研究并取得相应的研究成果^[13–18], 有关气象成因方面的分析较少, 余曼平^[19]分析了前一年秋冬季黑潮暖流区海温与洞庭湖区汛期降水和洪涝的关系, 毛德华^[20]指出导致洞庭湖洪涝灾害的内在机制是厄尔尼诺事件导致的全球气候异常, 吴贤云^[21]研究了两湖流域持续性旱涝过程的大气环流形势及水汽输送特征。在科学发展观指导下, 人类活动对水资源的负面影响在减小, 而雨水资源的变化将成为水安全的重要影响因素, 也是发生洪旱灾害最主要的诱因。针对洞庭湖生态经济区开展旱涝气象成因分析, 把脉好洞庭湖雨水资源的变化规律, 采取积极应对趋利避害尤显重要。

1 资料与方法

1.1 资料

采用的主要资料如下: 湖南省及湖北省的荆

州市、长江上游地区各地面气象观测站 1961 年以来降水、气温观测资料; 东亚夏季风指数、ENSO 监测资料(来源于国家气候中心)。

1.2 方法

1.2.1 定义

洞庭湖区: 按中华人民共和国国务院 2014 年 4 月 14 日正式批复同意《洞庭湖生态经济区规划》所指定的范围, 即湖南省岳阳市、常德市、益阳市, 长沙市望城区和湖北省荆州市, 共 33 个县(市、区)。

长江上游地区: 以湖北宜昌、江西湖口作为分界点, 把 100°~120°E 之间的长江主体分为上游、中游及下游三个部分。

1.2.2 分析方法

(1) 气象干旱日的确定: 根据国家标准^[22]给出的综合气象干旱指数, 计算公式为:

$$CI = aZ_{30} + bZ_{90} + cM_{30} \quad (1)$$

式中: Z_{30} 、 Z_{90} 分别为近 30 d 和近 90 d 标准化降水指数 SPI 值, M_{30} 为近 30 d 相对湿润指数; a 、 b 、 c 分别取值 0.4、0.4、0.8。根据式(1)计算某站点每日的 CI 值, 当 $CI \leq -0.6$ 时, 则表示该站点出现气象干旱日。

(2) 暴雨洪涝的确定: 根据文献^[23]中的标准, 某站点任意连续 10 d 累积降水 ≥ 200 mm 统计为一次暴雨洪涝。

* 收稿日期: 2015–06–08 修回日期: 2015–07–31

基金项目: 中国工程院“我国旱涝事件集合应对战略研究”(2012–ZD–13); 中国气象局气候变化专项“湖南省适应气候变化战略研究”(CCSF 201212)

作者简介: 廖玉芳(1962–), 女, 湖南常德人, 正研级高级工程师, 主要从事气候与气候变化研究。

E-mail: lyf_13975681873@163.com

(3) 区域平均值: 某区域内各站点的算术平均。

(4) 线性倾向估计: 根据文献[24], 用 x_i 表示样本量为 n 的某一变量, 用 t_i 表示 x_i 所对应的时间, 建立 x_i 与 t_i 之间的一元线性回归:

$$x_i = a + bt \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

式中: a 为回归常数, b 为回归系数, b 的符号表示变量 x 的趋势倾向。当 $b > 0$ 时, 表示随时间 t 的增加, x 呈上升趋势; 当 $b < 0$ 时, 表示随时间 t 的增加, x 呈下降趋势。 b 值的大小反映上升或下降的速率, 即表示上升或下降的倾向程度。

(5) 累积距平: 对于序列 x , 其某一时刻 t 的累积距平表示为

$$St = \sum_{i=1}^t (x_i - \bar{x}) \quad (3)$$

其中,

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

将 n 个时刻的累积距平值全部算出, 即可绘出累积距平曲线进行趋势分析, 对于降水量累计距平曲线, 将上升段定义为丰水期, 下降段定义为枯水期。

2 洞庭湖区旱涝现状

2.1 干旱现状

四季有旱、夏秋旱频率最高。洞庭湖区月气象干旱日数在 2.1 d(2、3 月)~11.4 d(10 月)天之间, 以 8~10 月干旱发生频次最高, 各月在 11 d 以上; 冬末春初发生频次最低, 在 3 d 以下。

年年有旱、干旱多发期时间延长。1961 年以来洞庭湖生态经济区年平均气象干旱日数在 11.0(2002 年)~165.8 d(2011 年)之间, 无明显增减趋势, 呈现出三段明显的干旱多发期(图 1): 1971~1974、1984~1992、2003~2013 年, 各干旱多发期的持续时间呈明显的攀升态势, 2003 年以来有 5 年(2003、2006、2009、2011、2013 年)发生了严重干旱灾害, 对洞庭湖区生产、生活、生态的用水安全形成了巨大的威胁, 如 2003 年的秋季干旱使得各类型湿地面积萎缩, 候鸟越冬栖息地质量下降, 10 月如约而来的白琵鹭飞走 2/3; 2009 年的干旱导致湖区 48 万人出现饮水困难。

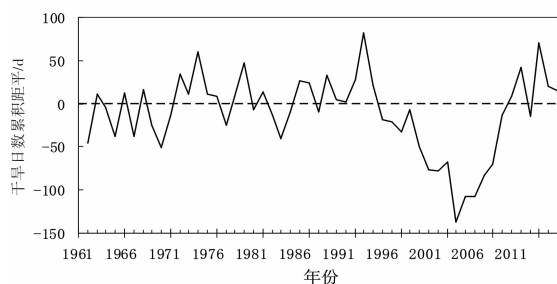


图 1 洞庭湖生态经济区 1961~2013 年气象干旱日数累积距平曲线图

2.2 暴雨洪涝现状

春夏秋三季均有暴雨洪涝, 夏季暴雨洪涝发生

频次最高。按任意 10 d 累积降水 ≥ 200 mm 统计为一次暴雨洪涝, 洞庭湖生态经济区春、夏、秋各季平均暴雨洪涝频次分别为 0.22、0.49、0.02 次。

96.2% 的年份有暴雨洪涝出现, 1990 年代中后期至 21 世纪初为暴雨洪涝多发重发期。1961~2002 年洞庭湖生态经济区平均年暴雨洪涝频次在 0(1985、2009 年)~2.56 次(2002 年)之间, 无明显增减趋势, 存在二段暴雨洪涝多发期, 分别为 1966~1969、1995~2004 年(图 2), 其中 1961 年以来洞庭湖区发生的 5 个典型大涝年有 4 年发生在 1990 年代中后期至 21 世纪初, 分别是 1996、1998、1999、2002 年。

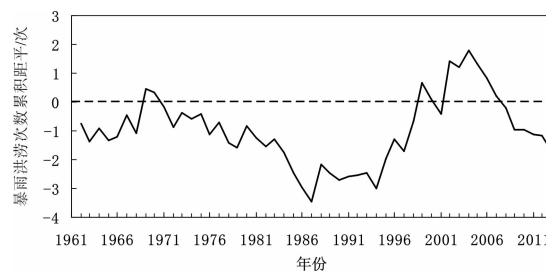


图 2 洞庭湖生态经济区 1961~2013 年暴雨洪涝频次累积距平曲线图

3 洞庭湖区旱涝加剧气象成因

3.1 洞庭湖区气候背景

气候显著暖。1961~2013 年, 洞庭湖区年平均气温约升高 1.2 $^{\circ}\text{C}$, 其中最暖的 10 年均出现在 1990 年中期之后。

雨水资源呈现为“枯-丰-枯”变化。1961 年以来, 洞庭湖区雨水资源年代际变化特征(10 年至数十年周期)十分显著, 1960 年代至 1980 年代少雨、1990 年代多雨、2000 年至现在少雨(图 4)。

3.2 我国主雨带位置变化的影响

1961 年以来我国主雨带经历了先自北向南再自南向北移动的变化过程(图 3), 1960 年代到 1980 年代主要雨带位于长江以北地区, 洞庭湖区少雨, 为干旱多发期; 1990 年代主要雨带位于长江及以南地区, 洞庭湖区多雨, 为洪涝多发期; 2000 年以来雨带又逐渐向北移, 洞庭湖区再度少雨, 成为又一干旱多发期。在洪涝多发期内易发生特大洪涝灾害(1996、1998 年), 干旱多发期内易发生极端干旱(2003、2009、2011 年)。

3.3 东亚夏季风、赤道中东太平洋地区海表温度异常的影响

通常强夏季风年, 雨带北进速度较快, 中国主雨带容易停滞在北方, 而出现北涝南旱的局面; 反之, 弱夏季风年, 雨带容易长时间停留在长江流域或者长江以南, 南方多雨, 容易发生洪涝^[25-27]。从图 4 可以看出, 1970 年代到 1980 年代东亚夏季风强度强, 雨带位置偏北, 洞庭湖区少雨; 1990 年代东亚夏季风强度弱, 雨带位置偏南, 洞庭湖区多雨; 进入 21 世纪以来夏季风强度偏强, 雨带北移, 洞庭湖区再度进入少雨阶段。

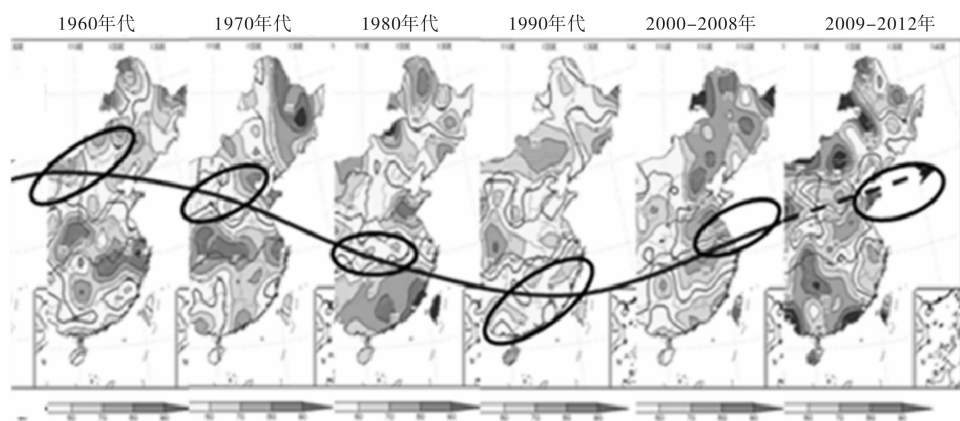


图3 夏季我国主雨带位置的年代际变化(来源于国家气候中心)

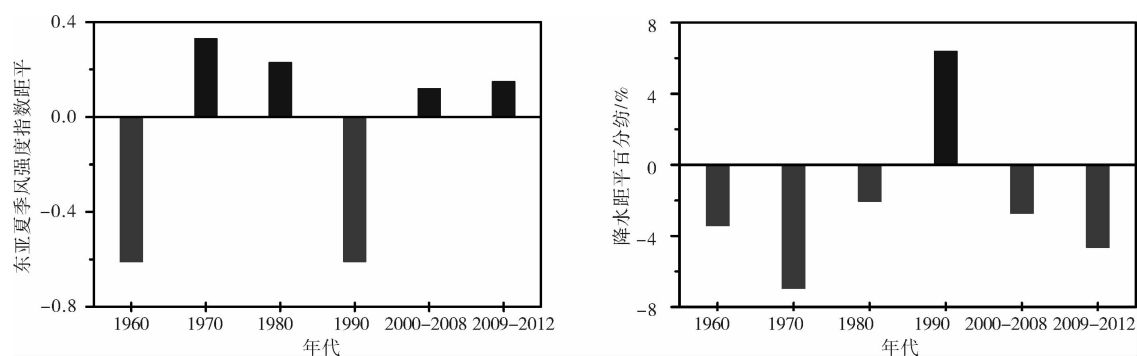


图4 东亚夏季风强度指数的年代际变化及洞庭湖区降水距平百分率的年代际变化(相对于1981-2010年)

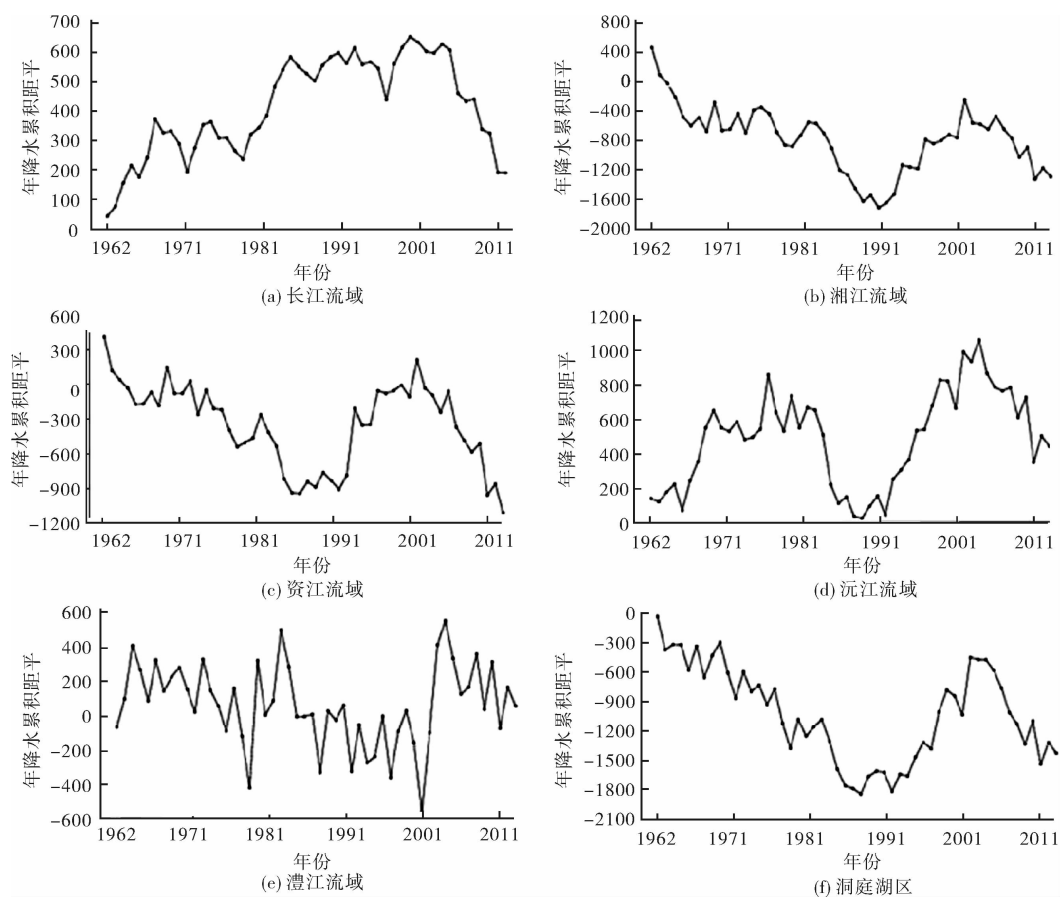


图5 各流域及洞庭湖区年降水累积距平曲线

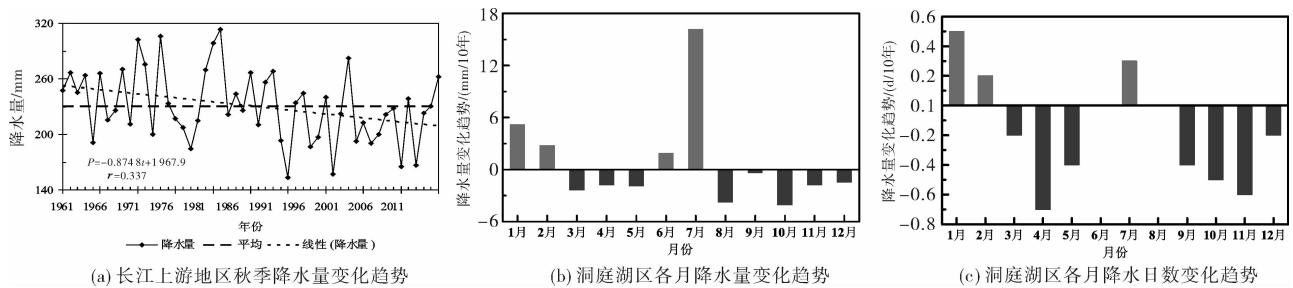


图6 长江上游地区秋季降水量变化趋势及洞庭湖区1961-2013年各月降水量、各月降水日数变化趋势

厄尔尼诺事件的发生发展会导致东亚夏季风减弱,拉尼娜事件的发生发展会导致东亚夏季风增强^[28-30],进而影响到我国主雨带的位置。1960年代至1980年代拉尼娜年多于厄尔尼诺年,我国主雨带位置偏北,洞庭湖区少雨;1990年代厄尔尼诺年多于拉尼娜年,我国主雨带位置偏南,洞庭湖区多雨。

3.4 气候变暖背景下洞庭湖各流域雨水资源向丰枯同步转变

用降水累积距平曲线(图5)分析洞庭湖各流域降水丰枯的空间变化,得出:1990年代之前,洞庭湖区与湘江、资江流域降水丰枯同步,但与长江上游地区、沅水流域、澧水流域降水丰枯变化不同步;1990年代开始,各流域与洞庭湖区降水丰枯变化一致性显著增强,1990年代-21世纪初除澧水流域外其他各流域降水同步偏丰,2003年以来一致性偏枯。

3.5 枯水季节雨水资源减少加重洞庭湖区枯水季节缺水程度

1961年以来长江上游地区秋季降水量显著减少(图6),湘江、资江、沅水、澧水流域秋季降水也有不同程度减少,影响到洞庭湖区少雨季节上游来水量;而洞庭湖区8-12月降水量、降水日数均呈减少趋势(图6),出现少雨季节雨更少状况。

4 结论及讨论

在洞庭湖区气候显著增暖的背景下,旱涝灾害呈现加剧之势,分析其气象成因得出,我国东部主雨带位置位于长江以北时,洞庭湖区少雨、易旱;反之,洞庭湖区多雨、易涝。东亚夏季风偏强洞庭湖区少雨、易旱,反之多雨、易涝;厄尔尼诺事件的发生发展会导致东亚夏季风减弱、拉尼娜事件的发生发展会导致东亚夏季风增强,洞庭湖区则对应多雨或少雨。洞庭湖各流域雨水资源向丰枯同步转变,易使洞庭湖洪水形成顶托之势或水资源来源枯竭,导致旱涝灾害加重;洞庭湖各流域枯水季节雨水资源减少加重洞庭湖区枯水季节缺水程度。

本文从气象角度讨论了洞庭湖区旱涝灾害加剧的成因,应该注意的是,区域气候变迁、特殊的地理位置、人类对下垫面的改造(包括大型水利工程的建设、水利行政政策推行)等因素也同样决定到洞庭湖水资源、水环境时空分布的差异性及

旱涝灾害发生的强度,对上述因素可能产生的影响开展更深入地研究,将有利于提高综合决策的科学性。

参考文献:

- [1] 国务院. 国务院关于洞庭湖生态经济区规划的批复(国函[2014]46号)[EB/OL]. (2014-04-22)[2015-05-28]. http://www.gov.cn/jzhengce/content/2014-04/22/content_8775.htm.
- [2] 李景保,朱翔,周国华,等. 洞庭湖区灾害性洪水对生态灾害群发的复合效应[J]. 生态学报, 2002, 22(3): 334-340.
- [3] 李景保,余果,欧朝敏,等. 洞庭湖区农业旱灾演变特征及影响因素——60年来的灾情诊断[J]. 自然灾害学报, 2011, 20(2): 74-81.
- [4] Chang J, Li J B, Lu D Q, et al. The hydrological effect between Jingjiang River and Dongting Lake during the initial period of Three Gorges Project operation[J]. Journal of Geographical Sciences, 2010, 20(5): 771-786.
- [5] 常疆,李杨,朱佩娟,等. 避洪耐涝生态农业的发展方向与思路——洞庭湖退田还湖区案例研究[J]. 自然灾害学报, 2007, 16(3): 70-75.
- [6] 廖玉芳,彭嘉栋,罗伯良,等. 环洞庭湖区气候变化研究[M]. 北京:气象出版社, 2013.
- [7] 蔡述明,周新宇. 人类活动对长江中游湿地生态系统的冲击[J]. 地理科学, 1996, 16(2): 129-136.
- [8] 李景保,朱红旗,龙经文. 从湖泊水域环境异变论洞庭湖区洪涝灾害[J]. 灾害学, 1997, 12(4): 80-84.
- [9] Vorosmarty C, Lettenmaier D, Leveque C, et al. Humans transforming the global water system[J]. Eos, 2004, 85(48): 509-513.
- [10] Bates B, Kundzewicz Z W, Wu S, et al. Climate Change and Water, Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change[M]. Geneva, Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2008.
- [11] 李静芝,朱翔,李景保,等. 洞庭湖区城镇化进程与水资源利用的关系[J]. 应用生态学报, 2013, 24(6): 1677-1685.
- [12] 王克林,章春华,易爱军. 洞庭湖区洪涝灾害形成机理与生态减灾和流域管理对策[J]. 应用生态学报, 1998, 9(6): 561-568.
- [13] 李杨,王玉萍,欧阳敏. 洞庭湖流域农业旱灾风险评估[J]. 灾害学, 2014, 29(1): 52-57.
- [14] 许振宇,王克林,汤恒,等. 湿地生态灾害系统及灾害应急能力建设——以东洞庭湖国家自然保护区为例[J]. 自然灾害学报, 2010, 19(2): 140-146.
- [15] 田玉刚,覃东华,杜渊会. 洞庭湖地区洪水灾害风险评估[J]. 灾害学, 2014, 26(2): 56-60.
- [16] 朱翔. 洞庭湖区水灾机制和减灾分析[J]. 自然灾害学报, 1999, 8(1): 35-41.
- [17] 刘婧,方伟华,葛怡,等. 区域水灾恢复力及水灾风险管理研究——以湖南省洞庭湖区为例[J]. 自然灾害学报, 2006, 06: 56-61.
- [18] 邢子强,严登华,鲁帆,等. 人类活动对流域旱涝事件影响研究进展[J]. 自然资源学报, 2013, 28(6): 1070-1082.

(下转第54页)

- 分析[J]. 灾害学, 2014, 29(2): 1-3, 53.
- [6] Alarie Y. Toxicity of fire smoke. [J]. Critical Reviews in Toxicology, 2002, 32(4): 259-289.
- [7] 陈鑫宏, 毕海普, 邢志祥, 等. 火灾烟气危害评价 HTV 模型的应用与验证[J]. 中国安全科学学报, 2013, 23(9): 20-25.
- [8] 谢剑平, 刘惠民, 朱茂祥, 等. 卷烟烟气危害性指数研究[J]. 烟草科技, 2009(2): 5-15.
- [9] 陈珊珊, 蒋勇, 邱榕, 等. 某商铺火灾热和烟气危害性数值研究[J]. 哈尔滨工程大学学报, 2012, 33(9): 1097-1103.
- [10] 李山岭, 蒋勇, 邱榕, 等. 火灾烟气危害定量评价模型 TH-VCH 及其应用[J]. 安全与环境学报, 2012, (2): 250-256.
- [11] 王小完, 马骥, 骆正山. 基于天然气管线泄漏蒸汽云爆炸危害分析[J]. 灾害学, 2013, 28(3): 16-19.
- [12] 韩如适, 朱国庆, 张国维, 等. 中庭类高层建筑防排烟技术优化设计[J]. 工业安全与环保, 2013, 39(6).
- [13] 杨钧然. 高层建筑火灾预防策略分析[J]. 齐齐哈尔大学学报: 自然科学版, 2014(4): 31-31.
- [14] 黎强, 刘清辉, 张慧, 等. 火灾烟气中有毒气体的体积分数分布与危害[J]. 自然灾害学报, 2003, 12(3): 69-74.
- [15] 陈鑫宏, 毕海普, 邢志祥, 等. 火灾烟气危害评价 HTV 模型的应用与验证[J]. 中国安全科学学报, 2013, 23(9): 20-25.

Quantitative Evaluation Research of Harmful Consequences of Tobacco Fire

Chen Yongfeng, Li Duo, Zhu Zhenyu and Yang Jiao
(Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710055, China)

Abstract: In order to evaluate the fire hazard of flue gas in tobacco warehouse, based on models of visibility, heat, FED and N-GAS, TVH (Toxicity, Visibility, Heat) model is proposed. Using the method of PyroSim software simulation, taking a fire tobacco warehouse as the prototype, the virtual fire scene close to the real is built. Through simulating the movement law of the smoke and the variation curve that hazard evaluation factors of flue gas change with time, it is concluded that the effect of flue gas of different position is different. According to the flue gas hazard index the three models quantitative calculate, the conclusion heat is an important cause of casualties is analyzed. Considered the effect of heat and visibility, the evaluation hazard of TVH model is more comprehensive than that of N-GAS and FED model. Finally, the application of TVH model is put forward.

Key words: tobacco fire; visibility; heat radiation; TVH model; PyroSim simulation

(上接第 32 页)

- [19] 余曼平. 黑潮暖流与洞庭湖区汛期降水和洪涝的关系[J]. 气象, 1999, 25(9): 21-23.
- [20] 毛德华, 夏军. 洞庭湖区洪涝灾害形成的机制分析[J]. 武汉大学学报, 2005, 51(2): 199-203.
- [21] 吴贤云, 丁一汇, 叶成志. 两湖流域盛夏持续性旱涝过程诊断分析[J]. 热带气象学报, 2012, 28(1): 12-22.
- [22] 张强, 邹旭恺, 肖风劲. GB/T20481-2006 气象干旱等级[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006: 17.
- [23] 陆魁东, 帅细强, 李文华. DB43/T234-2004 气象灾害术语和等级[S]. 北京: 气象出版社, 2004: 1.
- [24] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京: 气象出版社, 1999: 37-40.
- [25] 黄荣辉, 顾雷, 徐予红, 等. 东亚夏季风爆发和北进的年际变化特征及其与热带西太平洋热状态的关系[J]. 大气科学, 2005, 29(1): 20-36.
- [26] 赵汉光, 张先恭. 东亚季风和我国夏季雨带的关系[J]. 气象, 1996, 22(4): 8-12.
- [27] Zhou Xiuji, Zhao Ping, LIU Ge, et al. Characteristics of decadal-centennial-scale changes in East Asian summer monsoon circulation and precipitation during the Medieval Warm Period and Little Ice Age and in the present day[J]. Chinese Science Bulletin, 2011, 56(25): 3003-3011.
- [28] 冯晓伟, 孙照渤. ENSO 对东亚夏季风强度的影响[J]. 南京气象学院学报, 1998, 21(2): 196-200.
- [29] Xinyao R, Renhe Z, Tim L. Impacts of Atlantic sea surface temperature anomalies on Indo-East Asian summer monsoon-ENSO relationship[J]. Chinese Science Bulletin, 2010, 55(14): 2458-2468.
- [30] 王会军, 范可. 东亚季风近几十年来的主要变化特征[J]. 大气科学, 2013, 37(2): 313-318.

The Weather Causes of the Aggravated Drought and Flood Disaster in Dongting Lake Region

Liao Yufang, Zhao Hui, Peng Jiadong, Wu Xianyun, Zhang Jianming and Duan Lijie
(Hunan Climate Center, Changsha 410118, China)

Abstract: The result of analysis of the weather causes of the aggravated of drought and flood disaster in Dongting Lake Region based on statistic analysis of some indices and the meteorological observation data of Dongting Lake Region, the Four River basin in Hunan, the upper reaches of the Yangtze River show that the wet and dry of rainwater resources in Dongting Lake Region is directly influenced by interdecadal variations of the location of main-belt in China. Further it influenced the tendency of waterlogging-drought variation. Then it influenced the tendency of waterlogging-drought variation. The East Asian summer monsoon and sea surface temperature in the central and eastern equatorial Pacific effected the location of main-belt in China then influence the wet and dry of rainwater resources in Dongting Lake Region. Rainwater resources in Dongting Lake basin synchronously wet or dry under the background of climate warming, which trend to result the flood pile up in Dongting Lake or lead to the origin of water resources exhausted. The increased of the water resources of Dongting Lake Basin at the dry season aggravated the water shortage level.

Key words: Dongting Lake Region; drought and flood disaster; aggravate; climatic warming; rainwater resources