

《国家重点基础研究发展规划》项目

我国重大气候和天气灾害形成机理和预测理论的研究

第一部分 我国重大气候灾害的形成机理和
预测理论研究项目论文集(一)



我国旱涝重大气候灾害 及其形成机理研究

CLIMATIC DISASTERS

黄荣辉 李崇银 王绍武 等编

气象出版社

《国家重点基础研究发展规划》项目

我国重大气候和天气灾害形成机理和预测理论的研究

第一部分 我国重大气候灾害的形成机理和预测理论研究
项目论文集(一)

我国旱涝重大气候灾害 及其形成机理研究

CLIMATIC DISASTERS

黄荣辉 李崇银 王绍武 等编

气象出版社

内容提要

本集是《国家重点基础研究发展规划》首批启动项目之一“我国重大气候和天气灾害形成机理和预测理论的研究”第一部分“我国重大气候灾害的形成机理和预测理论研究”项目论文集序列的第一集。它集中反映了本项目在关于我国旱涝重大气候灾害的时空分布特征及其形成机理方面的研究成果。本集共收入有关论文 39 篇,包括了以下五个部分的研究成果:

- (1) 关于东亚气候系统及其对气候灾害的影响;
- (2) 亚洲季风变异及其对我国旱涝灾害的影响;
- (3) 长江、淮河流域和我国东部地区洪涝特征及其影响因素;
- (4) 我国华北持续干旱灾害及其与气候系统年代际变化的关系;
- (5) 我国重大气候灾害与全球气候变化的关系。

本书可供大气科学、环境科学和海洋科学的科研部门、有关院校师生参考,并可供防灾减灾部门的工作人员和从事全球变化研究的科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

我国旱涝重大气候灾害及其形成机理研究/黄荣辉 李崇银 王绍武等编.

—北京:气象出版社,2003. 11

ISBN 7-5029-3682-3

I. 我… II. ①黄… ②李… ③王… III. ①干旱-气候变化-研究-中国②降水-气候变化-研究-中国 IV. P468. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 098224 号

我国旱涝重大气候灾害及其形成机理研究

黄荣辉 李崇银 王绍武 等编

责任编辑 李太宇 陈志荣 终审 俞卫平

出版:气象出版社

发行:新华书店总店北京发行所 全国各地新华书店经销

出版社地址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

出版社电话:68406262

出版社网社:<http://cmp.cma.gov.cn>

电子邮箱:ams@cma.gov.cn

印刷:北京市金瀑印刷有限责任公司

开本:787×1092 1/16

印张:30.875

字数:800 千字

定价:80.00 元

邮政编码:100081

传真号码:62176428

版次:2003 年 11 月第一版

印次:2003 年 11 月第一次印刷

印数:1~1000 册

ISBN 7-5029-3682-3/9 • 1304

《国家重点基础研究发展规划》项目

我国重大气候和天气灾害形成机理和预测理论的研究

第一部分

我国重大气候灾害的形成机理和 预测理论研究

项目论文集总编辑委员会

主编：黄荣辉

编委：曾庆存 巢纪平 丑纪范

吴国雄 李崇银 王绍武

陈泮勤 张人禾 陆日宇

序

我国地处东亚季风区,由于东亚季风年际和年代际变化很大,因此,我国气候灾害发生频繁且严重,尤其是 20 世纪 80 年代以来,大范围的旱涝等重大气候和天气灾害已给我国工农业生产和国民经济带来严重损失。每年由于旱涝灾害造成经济损失达 2000 亿元左右,约占国民经济总产值的 3%~6%。1998 年长江流域、松花江和嫩江流域的特大洪涝灾害给国民经济带来了 2600 亿元的严重经济损失;1999~2001 年我国华北地区严重干旱不仅给工农业生产带来严重损失,而且严重影响到华北地区水资源和生态环境,特别是造成扬沙和沙尘暴天气剧增。因此,开展我国重大气候灾害的形成机理和预测理论的研究,提高跨季度和年度气候异常的预测水平,从而防御和减轻旱涝等重大气候灾害造成的经济损失是我国国民经济建设当务之急。

气候异常的机理及其预测是当前国际大气科学的前沿研究课题,也是“国际气候变率及其可预测性研究计划(CLIVAR)”的核心内容。鉴于我国重大气候和天气灾害的严重性,《国家重点基础研究发展规划》把我国重大气候和天气灾害的形成机理和预测理论作为首批项目的重点研究内容之一。此项目鉴于气候和天气灾害在时间和空间尺度的差别又分成两部分:我国重大气候灾害的形成机理和预测理论与我国重大天气灾害的形成机理和预测理论研究。第一部分“我国重大气候灾害的形成机理和预测理论研究”作为我国参加 CLIVAR 国际计划的一个核心计划,此项目从我国旱涝重大气候灾害的发生为研究的切入点,从气候系统各圈层相互作用,特别是从“东亚气候系统”各成员的相互作用进行了深入分析,提出我国重大气候灾害的形成机理,并构建相应的气候数值模型,从而提出我国重大气候灾害的跨季度和年度预测理论和模式;并且,为了更好地揭示气候灾害的形成机理并在数值模型中能有更真实的物理参数,本项目还成功地进行了两个大型野外观测试验,获取了许多有关海—气和陆—气相互作用宝贵的科学观测数据。

在国家科学技术部的《国家重点基础研究发展规划》首批启动项目之一“我国重大气候和天气灾害形成机理和预测理论的研究”第一部分“我国重大气候灾害的形成机理和预测理论研究”的资助下,来自中国科学院有关研究所、教育部有关院校、国家气象局和国家海洋局,以 6 位中国科学院院士为指导的 70 多位专家组成的项目研究队伍经过四年多的辛勤努力,在重大气候灾害的形成机理和预测理论方面取得了重大进展。为了总结本项目在这四年多的研究成果,特别是反映本项目所取得创新和具有闪光点的研究进展,在项目全体参研人员的撰稿基础上,项目专家组特编辑如下论文集序列:

第一部:我国旱涝重大气候灾害及其形成机理研究

第二部:ENSO 循环机理和预测研究

第三部:青藏高原与西北干旱区对气候灾害的影响

第四部:气候系统的动力理论、模型和预测研究

在本论文集序列的编辑、修改与编排中,耿淑兰、王磊、刘春燕等同志作出了不少贡献,特此感谢。由于撰写和编辑此论文集序列时间匆忙,论文集的文章肯定有不少欠妥之处;恳请指正。

《国家重点基础研究发展规划》首批启动项目

我国重大气候和天气灾害形成机理和预测理论的研究

第一部分 我国重大气候灾害的形成机理和预测理论研究(G1998040900(I))

项目首席科学家 黄荣辉

2003年4月10日

前 言

本集是《国家重点基础研究发展规划》首批启动项目之一“我国重大气候和天气灾害形成机理和预测理论的研究”第一部分“我国重大气候灾害的形成机理和预测理论研究”项目论文集序列的第一集。它集中反映了本项目在关于我国旱涝重大气候灾害的时空分布特征及其形成机理方面的研究成果。本集共收入有关论文 39 篇,包括了以下五个部分的研究成果:

- (1) 关于东亚气候系统及其对气候灾害的影响;
- (2) 亚洲季风变异及其对我国旱涝灾害的影响;
- (3) 长江、淮河流域和我国东部地区洪涝特征及其影响因素;
- (4) 我国华北持续干旱灾害及其与气候系统年代际变化的关系;
- (5) 我国重大气候灾害与全球气候变化的关系。

参加本集编审工作还有张庆云、陈文、陆日宇研究员以及朱锦红副教授等。

黄荣辉 李崇银 王绍武

2003 年 4 月 20 日

目 录

序 前言

第一部分 关于东亚气候系统及其对气候灾害的影响

东亚气候系统与中国重大气候灾害	黄荣辉 陈际龙 周连童(3)
全球季风系统与大气环流的季节变化	薛 峰 林一骅 曾庆存(19)
近 50 年东亚及西北太平洋环流形势与中国东部夏季降水	李跃凤 丁一汇(29)
亚澳季风系统水汽汇的准两年变化及其与我国降水的关系	 乔云亭 罗会邦 简茂球(39)

第二部分 亚洲季风变异及其对我国旱涝灾害的影响

大气季节内振荡的异常与南海夏季风的强弱变化	李崇银 龙振夏 张庆云(51)
亚洲季风区对流层温度季节性变化与季风建立迟早的关系及其物理成因的初步研究	 贺海晏 温之平 简茂球(60)
南海夏季风强度指数及其变化特征	吴尚森 梁建茵(72)
南海夏季风强弱年区域动能收支特征	梁建茵 吴尚森(83)
太平洋海温异常对南海西南季风建立早晚的影响——数值模拟研究	 梁建茵 吴尚森(92)
影响 1991 年和 1994 年南海夏季风爆发迟早的物理因子探讨	 梁肇宁 温之平 袁卓建 覃慧玲(104)
南海强夏季风(1994 年)和弱夏季风(1998 年)建立的机理分析	 杨 艳 温之平 覃慧玲 袁卓建(117)
南亚高压季节变化与亚洲热带夏季风爆发的关系	 钱永甫 张 琼 姚永红 张 艳 张学洪(128)
夏季西太平洋副热带高压的年际变化	陆日宇(139)
1999 年东亚夏季风异常活动的物理机制研究	孙 颖 丁一汇(178)
热带太平洋海温与东亚冬季风异常的关系研究	李跃清 黄荣辉 李崇银(207)
中国东部夏季降水的多尺度时空分布特征	李跃凤 丁一汇(218)
1997 和 1999 年南海夏季风与中国东部异常降水	李跃凤 丁一汇(227)

第三部分 长江、淮河流域和我国东部地区洪涝特征及其影响因子

夏季中国东部灾害性气候的环流异常特征	张庆云 陶诗言 卫 捷 张顺利(243)
20 世纪 90 年代东亚严重旱涝事件的大尺度条件分析	 丁一汇 孙 颖 李跃凤 刘一鸣(260)

江淮流域夏季严重旱涝与大气季节内振荡·····	杨 辉 李崇银(276)
青藏高原冬春季积雪与长江黄河流域汛期降水等级的相关分析 ·····	····· 卢敬华 李国平 赵敏芬(286)
西太平洋副热带高压的气候特征及其与广东汛期降水关系的研究 ·····	····· 李江南 王安宇 蒙伟光 樊 琦 刘黎明 冯瑞权 侯尔滨(295)
东亚夏季风雨带和西太平洋副高季节变化耦合特征·····	黄晓东 罗会邦(304)
5 月份北极涛动指数与东亚夏季降水年际变化的联系及其预测意义 ·····	龚道溢(313)
大气环流因子与汛期降水量预测效果的研究·····	黄嘉佑(318)
长江流域暴雨与海温异常关系的数值模拟研究·····	郭裕福 王 嘉 赵 彦(323)

第四部分 我国华北持续干旱灾害及其与气候系统年代际变化的关系

华北干旱的阶段性与突变性研究·····	黄嘉佑 刘 舸(343)
东亚气候系统年代际变化及其对中国夏季降水年代际变化的影响 ·····	····· 周连童 韦志刚 黄荣辉(349)
华北降水年代际变化特征及其与全球海气系统变化的联系 ·····	····· 杨修群 谢 倩 郭燕娟 徐桂玉 朱益民(365)
年代际变化、遥相关型与中国北方旱涝异常 ·····	戴新刚 汪 萍 李昊睿 曾红玲(376)
东亚夏季风的年代际变化及其与华北降水的联系·····	孙照渤 李 春 陈海山(391)
20 世纪 70 年代末期夏季亚洲大气环流的突变 ·····	····· 王安宇 冯瑞权 唐天毅 李江南 樊 琦 蒙伟光 黄荣辉(401)
气候年代际变化对中国降水的影响·····	琚建华 吕俊梅 任菊章(407)
南亚高压与我国盛夏气候和华北降水异常的关系研究 ·····	····· 钱永甫 姚永红 张 琼 张学洪(423)
北京地区干旱分析·····	黄嘉佑(435)
平均流、瞬变扰动涡度强迫对 1997 和 1999 年汛期西太平洋副高异常维持的贡献·····	····· 李跃凤 丁一汇(443)

第五部分 重大气候灾害与全球气候变化的关系

近千年全球平均气温变化的诊断与模拟研究 ·····	····· 王绍武 蔡静宁 朱锦红 谢志辉 龚道溢(459)
全球气候变暖情景下的大气环流基本模态 ·····	····· 朱锦红 王绍武 张向东 慕巧珍 谢志辉(467)
气候突变时间的预测·····	刘式达 陈 炯 付遵涛 刘式适(478)

第一部分

关于东亚气候系统及其对气候灾害的影响

东亚气候系统与中国重大气候灾害^{*}

黄荣辉 陈际龙 周连童

(中国科学院大气物理研究所, 北京 100080)

摘要 本研究在总结我国重大气候灾害的种类、时空分布特征及其形成机理研究的基础上, 提出东亚气候系统的概念; 并且, 从东亚气候系统各成员, 特别是从大气圈中的东亚季风、西太平洋副热带高压、中纬度扰动, 从海洋圈中的 ENSO 循环、热带西太平洋暖池和印度洋的热力状态, 从青藏高原的动力、热力作用、北冰洋海冰、欧亚积雪以及干旱和半干旱区的陆面过程等来分析和讨论我国重大气候灾害的形成机理。本研究还结合 1998 年夏季长江流域、嫩江和松花江流域的特大洪涝所发生的具体实际, 进一步分析了东亚气候系统对我国重大气候灾害发生的影响。

关键词 东亚气候系统 重大气候灾害 干旱 洪涝

1 引言

习惯上, 人们把气候灾害与天气灾害统称为气象灾害, 其实两者是有区别的。天气灾害是指局地性、短时间的强烈天气而带来的灾害, 如台风、暴雨、冰雹、龙卷风等, 这类天气常伴随有强风和暴雨, 对农作物生长有很大的毁坏作用; 气候灾害则是大范围、长时间的气候异常所造成的灾害, 如长时间气温偏高、偏低, 或降水量偏多、偏少, 风力偏强等, 这些气候异常会带来干旱、洪涝、低温、冷害和沙尘暴等灾害。气候和天气灾害都对农业、工业、牧业、水利、交通等产生巨大影响, 从而造成巨大经济损失。一般, 气象灾害造成的损失可占到国民经济生产总值的 3%~6%, 在异常年份, 气象灾害造成的经济损失更加严重。近年来, 气候异常给我国带来了严重气候灾害, 尤其是旱涝等重大气候灾害每年造成约 200 亿 kg 的粮食损失和 2000 亿元以上的经济损失, 气候灾害造成的经济损失可占到气象灾害造成的经济损失的 78% 左右。因此, 气候灾害的特征、规律、成因及预测已成为我国大气科学的前沿研究课题。

由于我国气候灾害的严重性, 我国大气科学界一直重视我国气候灾害的研究。在 20 世纪 80 年代和 90 年代就开展了“我国长江、黄河流域旱涝规律、成因及其预测研究”、“灾害性气候预测及其对农业年景和水资源调配影响的研究”; 并且, 最近在《我国重点基础研究发展规划》中把“我国重大气候灾害的形成机理和预测理论研究”作为一个重点研究内容。通过这些项目的实施, 对于我国气候灾害的形成机理有了较深入的认识。此外, 为了提高对气候灾害的预测能力, “我国短期气候预测系统的研究”作为国家“九五”期间的重点科技攻关项目。这些项目的实施, 不仅大大加深了对我国气候灾害形成机理和过程的认识, 而且也提高了我国气候的预测水平。

本文综述近 10 多年来在上述这些项目研究中对我国重大气候灾害及其发生机理的认识, 特别是总结了 4 年来在“我国重大气候灾害的形成机理和预测理论研究”项目执行中的研究成

^{*} 本研究得到《国家重点基础研究发展规划》首批启动项目“我国重大气候灾害的形成机理与预测理论研究”(G1998040900(I))的资助。

果。本论文在总结和分析了中国气候灾害的严重性、种类、时空分布的基础上,提出了东亚气候系统的概念;并且,分析了东亚气候系统各成员对这些重大气候灾害的影响。此外,本论文还结合 1998 年夏季长江流域特大洪涝发生的具体实际,进一步分析了东亚气候系统对中国重大气候灾害发生的影响。

2 中国气候灾害的种类及其造成损失的严重性

我国由于处于东亚季风区,东亚夏季风的年际变异将导致我国旱涝等重大气候灾害的发生,而冬季风的变异将导致我国严重雪灾、寒害和沙尘暴的发生,因此,中国气候灾害的种类是很多的,这些气候灾害将会给我国带来严重的经济损失。

2.1 中国气候灾害的种类

根据黄荣辉和郭其蕴等^[1]的研究,对我国工农业和经济造成严重损失的气候灾害主要有以下几种:

(1) 干旱

干旱是我国最常见、影响最大的气候灾害,每年因干旱造成的粮食减产和经济损失约占气象灾害造成经济总损失的 50% 左右。根据黄荣辉和郭其蕴等^[1]的统计结果,全国各地均可发生干旱,全国每年平均旱灾面积约 0.2~0.27 亿 hm^2 左右,占我国耕地总面积的 1/5 左右。我国有些地区经常出现年降水量比常年少 30%~50%,个别季度能出现比常年平均少 60%~80%,致使发生严重干旱。如图 1 所示,由于气候变化,华北地区在 1965 年以后,降水连年减少,20 世纪 80 年代的年平均降水量约比 50 年代减少了 1/3,造成了严重干旱。降水的减少致使华北地区水资源严重缺乏,在 20 世纪 80 年代华北地区人均水资源占有量只有全国平均值的 1/6,耕地亩均水资源占有量只有全国平均值的 1/10;并且,从 20 世纪 90 年代后半期,华北地区干旱更加严重,1997~2001 年夏季华北地区平均降水量比气候平均约减少了 20%~30%。1999 年夏季在华北西部,特别在山西、河北西部一带,降水量比常年减少了 30% 以上,产生了严重干旱,有的地区夏秋作物绝产;2000 年夏季,在河套地区、华北北部、东北南部夏季降

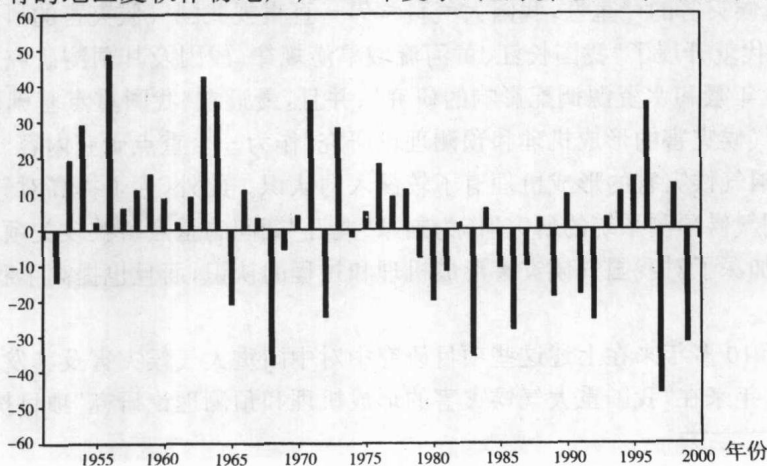


图 1 华北地区夏季(6~8月)降水距平百分率的年际变化

水量又比常年减少了 30%~40%，在上述地区又发生了严重干旱；2001 年夏季，除山东半岛外，华北中西部地区又发生了持续性严重干旱。这些地区严重干旱已致使农作物大幅度减产，水资源严重短缺。

(2) 雨涝

雨涝是我国仅次于干旱的气候灾害，雨涝每年造成的粮食和经济损失约占气象灾害造成经济总损失的 27.5% 左右，个别严重雨涝年份损失更严重。1991 年夏季江淮地区发生洪涝，仅安徽、江苏两省粮食就减产了 120 亿 kg。全国年均雨涝受灾耕地约 0.07~0.1 亿 hm^2 左右。如图 2 所示，1998 年夏季长江流域、嫩江和松花江流域汛期降水量将近常年的 2 倍，发生了特大洪涝，受灾耕地面积高达 0.2 亿 hm^2 左右。雨涝主要发生在夏季，但春、秋季甚至冬季也时有发生，例如 1982~1983 年冬季，华南就发生了几十年不遇的洪涝灾害；1998 年春江南降水是常年的 150%~200% 左右，造成严重洪涝。

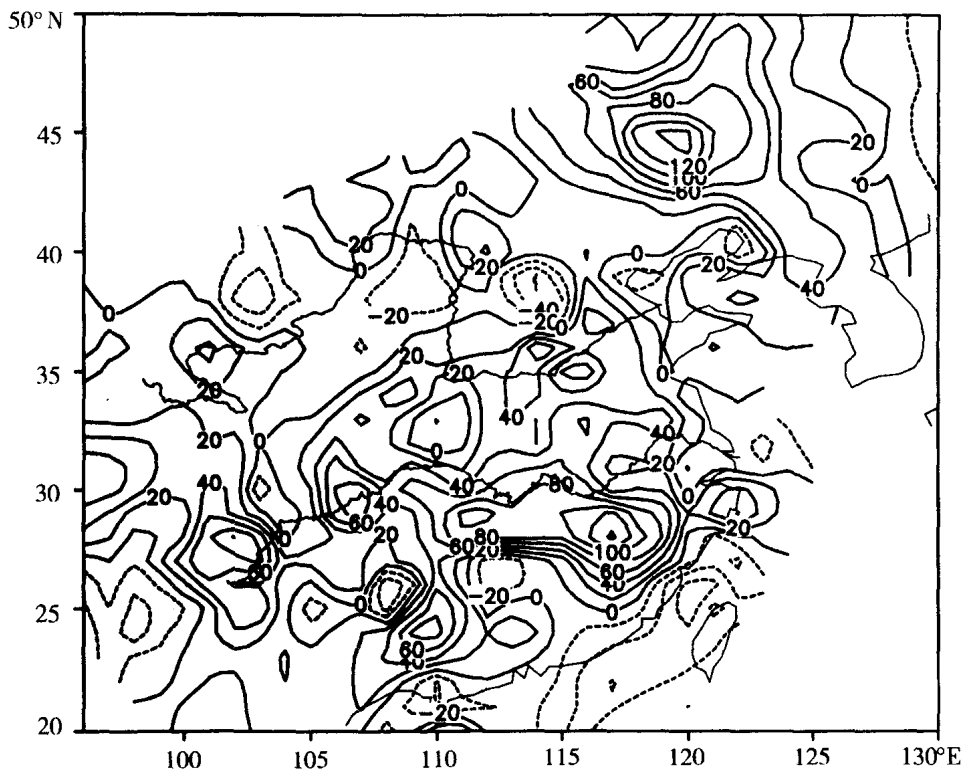


图 2 1998 年夏季我国降水距平百分率的分布

(3) 沙尘暴

沙尘暴本身是一种天气灾害，但沙尘暴发生频次增多则成为气候灾害。近几年来由于北方春季干旱、气旋发生频率增高，大风天气明显增多，使得沙尘暴大幅度增多。2000 年内蒙古和华北地区发生了 13 次沙尘暴和扬沙天气，2001 年又发生 18 次沙尘暴和扬沙天气，2002 年春季沙尘暴也接连不断发生，特别是 2002 年 3 月 18~20 日在西北地区和内蒙古、华北地区发生 10 多年来最严重的沙尘暴。沙尘暴不仅影响工农业生产，危害人民身体健康和生命安全，而且由于沙尘暴影响大气能见度，因而影响交通，严重时高速公路和机场需关闭。特别是 1993 年 5 月 5 日发生在河西走廊、内蒙古和宁夏一带的沙尘暴造成数十人伤亡和数亿元的经济损失，沙

尘暴的增多已成为我国生态环境中一个严重问题。

(4) 夏季低温

气温长时间的偏低也能造成灾害。东北地区是我国重要的粮食基地,一般说来,这里夏季温度较高,雨水丰沛,对一年一熟的作物适宜,但有的年份夏季出现低温就可能严重影响作物生长。因此,夏季低温是造成我国东北地区粮食减产最重要的气候灾害,例如 1972 年和 1976 年,东北地区因夏季低温冷害粮食减产分别为 63×10^8 kg 和 47.5×10^8 kg。

除上述主要气候灾害外,还有霜冻、低温阴雨、寒害、雪灾、登陆台风的增多等。因此,中国气候灾害的种类是很多的。这些气候灾害从其发生机理看,可以分为 3 种类型:一是降水异常所造成,如干旱、雨涝、雪灾;二是气温异常所造成,如夏季低温、霜冻、寒害、春季连阴雨等;三是风异常所造成,如沙尘暴。我国气候灾害中以干旱和雨涝两种气候灾害最为严重,约占气象灾害造成的经济总损失的 78%。

2.2 中国气候灾害造成经济损失的严重性

由于我国气候灾害的种类繁多,发生的持续性长并很严重,因而造成的经济损失也是严重的。

20 世纪 90 年代以来,我国因气象灾害造成的经济损失每年平均在 1 000 亿元以上,1991 年夏季淮河流域及长江中、下游地区发生的特大洪涝以及华南和河套地区的严重干旱,约造成了 1200 亿元的经济损失;1994 年江淮流域的严重干旱及华南与辽南地区严重洪涝造成的经济损失竟达到 1800 亿元。从 20 世纪 90 年代后半期起,我国气候灾害造成的经济损失更加严重,1997 年因受厄尔尼诺事件的影响,气象灾害约造成 1975 亿元的经济损失;1998 年夏季长江流域和嫩江、松花江流域发生了特大洪涝,造成了约 2600 亿元的经济损失和 3000 余人丧生。1999~2001 年夏季,我国华北和东北南部发生了严重干旱,不仅致使我国粮食生产大幅度减产(约减产了 10%),而且致使华北和东北地区水资源严重缺乏、生态环境恶化、沙尘暴天气剧增。近年来,由于华北和内蒙古地区干旱加剧、植被退化,并且加上春季气旋活动频繁,大风天气增多,致使上述地区沙尘暴发生次数剧增,严重影响工农业生产和交通,并危害人民身体健康。此外,1999 年冬和 2000 年发生在北疆和内蒙古地区的雪灾给这些地区畜牧业造成严重损失。

3 中国重大气候灾害的时空分布

我国东部处于东亚季风区,由于季风的影响,我国降水和气温变化不仅在空间严重不均匀,而且在时间也严重不均匀,如降水主要集中在夏季。这就使得各种气候灾害出现的频率随季节和地理位置而变化。黄荣辉和郭其蕴等^[1]利用 1951~1990 年 40 a 的气候资料统计和研究了我国主要气候灾害的时间与空间分布变化情况,得出了我国主要气候灾害的时空分布特征如下:

3.1 各灾种的空间分布和年际变化

(1) 干旱

干旱主要发生在我国西北和华北地区,西北地区年降水量很小,一年四季均有干旱发生,

属于干旱气候。华北降水量年际和季节变化很大,在春、夏季很容易发生干旱,特别是黄淮海地区干旱更是频繁发生。对每个季节来讲,我国大部分地区干旱发生频率大约为三年一遇,但华北和西南地区干旱发生频率随季节变化较大。华北和西南地区春季干旱发生频率可达三年两遇;其次是长江、淮河流域夏季干旱也时常发生(图略)。

(2) 雨涝

全国雨涝发生频率比干旱稍低,一般约为五年一遇,主要发生在长江中、下游地区和东南沿海。夏季在长江中、下游地区雨涝发生频率可达三年一遇,且强度大、影响范围广,如1954、1980和1991年夏季在长江流域发生了严重洪涝,特别是1998年夏季长江流域、嫩江和松花江流域发生了特大洪涝。

(3) 沙尘暴

根据周自江和王锡稳等^[2]的研究,我国沙尘暴主要发生在春季,而沙尘暴发生的高频区主要在南疆的塔里木盆地的周围、河西走廊、宁夏和内蒙古的西部。这些沙尘暴高发区大部分位于塔克拉玛干沙漠、巴丹吉林沙漠、腾格里沙漠和毛乌素沙漠及其周围的植被稀少地区。上述地区平均每年可发生沙尘暴的日数最多可达30~50 d,若再计算扬沙天气的日数可达40~80 d之多。我国沙尘暴影响范围很广,淮河以北的绝大部分地区均可受到沙尘暴和扬沙天气的影响。

我国沙尘暴发生和扬沙天气有着很大的年代际变化,从总的趋势看,20世纪80~90年代沙尘暴的发生日数比50~70年代少,呈减少趋势,然而在青海的柴达木盆地的西部和浑善达克沙漠的周围却有增加的趋势;并且我国西北强沙尘暴发生的日数呈上升趋势。从2000年之后我国内蒙古中部和华北地区沙尘暴和扬沙天气剧增。

(4) 夏季低温

夏季低温一般发生在我国东北(包括内蒙古地区),它对农业生产危害很大。在这40 a中,严重低温的年份就有1954、1957、1964、1969、1972、1976和1985年等,再加上一般低温冷害年,出现频率约达到四年一遇。其它地区夏季低温较少见。

(5) 雪灾

雪灾主要发生在冬春季,高发区位于内蒙古东部、青藏高原东部和新疆的北部,出现的频率可达到三年一遇。其它地区雪灾较少见。

此外,还有霜冻、寒害和登陆台风的偏多等。

3.2 各灾种的季节变化

从上分析可以看到,我国气候灾害随季节变化很大。沙尘暴主要发生在春季;旱涝主要发生在春、夏季;登陆台风的增多与低温主要发生在夏季;而寒害和雪灾主要发生在冬季;霜冻灾害主要发生的春、秋季。

从上可以看到,我国气候灾害有很大的年际变化和季节变化,干旱发生频率可达到三年两遇,其它各种气候灾害发生的频率大部分均在三到四年一遇。如果以季为单位,并且考虑到不同地区的气候灾害的发生,则全国每年可能发生重大气候灾害十几次之多,有些年份甚至更多。因此,有些年份气候异常大,各种气候灾害可同时发生,从而发生严重自然灾害,带来巨大经济损失;而有些年份则气候条件相对较好,气候灾害较少发生,全国风调雨顺,粮食丰收。

3.3 各灾种的年代际变化

上面所述的气候灾害还有很大的年代际变化,总的情况是:20世纪50~60年代除雨涝灾害较多外,其它灾害不多;70年代气候灾害最频繁,干旱、雨涝、霜冻等重大灾害多发生在1969~1979年期间;80年代干旱发生频率增加,其它灾害发生频次低于70年代,与60年代相当,仍远大于50年代;90年代干旱和洪涝发生频率均增加,而沙尘暴发生日数减少;21世纪初我国华北干旱加剧、沙尘暴发生日数剧增。

4 东亚气候系统及其对中国重大气候灾害的影响

4.1 东亚气候系统

要预测灾害气候的发生,首先必须了解气候变化是如何产生的。从20世纪70年代起,人们在认识气候方面有了一个突破性的飞跃,这就是认识到:气候变化与异常不仅仅是由于大气圈的内部热力、动力作用的结果,而是大气圈、水圈、冰雪圈和岩石圈所构成的地球气候系统中各圈层相互作用的结果。具体来说,是地球大气、海洋、冰雪、陆地等相互作用的结果,此外,还与生物圈及人类活动有很大关系。因此,要了解气候灾害的成因,不仅要知道控制气候灾害发生的大气内部过程,而且还要知道大气外部如海洋、陆面等的热力状况及其对大气的的影响。

中国气候灾害的发生主要是由于东亚气候系统变化所引起(见叶笃正和黄荣辉^[3],黄荣辉^[4])。如图3所示,这个系统包括了以下几下成员:

- (1) 在大气圈中有东亚季风(包括冬、夏季风)、西太平洋副热带高压、中纬度扰动;
- (2) 在海洋圈中有热带太平洋的厄尔尼诺和南方涛动循环(ENSO循环)、热带西太平洋暖池热力状态和印度洋的热力状态;
- (3) 在陆面与岩石圈有青藏高原的动力、热力作用、北冰洋海冰、欧亚积雪以及陆面过程,特别是干旱和半干旱区的陆面过程。

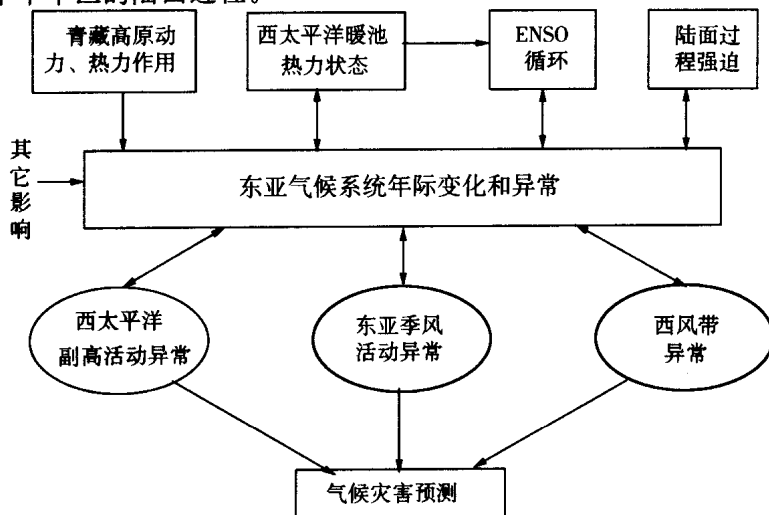


图3 东亚气候系统示意图