

关于气候变化对我国的影响与 防灾对策建议^{*}

中国科学院学部

(北京 100864)

关键词 气候, 防灾, 对策

联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)指出,全球气候变暖已是一个不争的事实,未来100年全球气候还将持续变暖,并对自然生态系统和经济社会系统产生巨大影响。我国是受气候变化影响最为严重的国家之一,面临气候变化带来的各种负面影响尤其是自然灾害的严峻挑战。本报告主要评估全球气候变暖背景下我国极端天气气候事件的变化及其对自然生态系统和经济社会系统的影响,研究并提出我国应对气候变化的防灾对策。

1 全球气候变暖的背景

1850年以来全球平均地表温度升高、大范围冰雪融化以及海平面上升等都表明气候系统正在变暖。近百年全球平均地表温度上升了 0.74°C ,海平面上升约17cm。近50年来强降水事件的发生频率有所上升;热浪变得更为频繁;台风和飓风的强度也呈现增大趋势。在热带和亚热带,自20世纪70年代以来观测到了强度更强、持续更长的干旱。

引起全球气候变化的驱动因子包括自然和人为两个方面。自1750年以来,全球大

气二氧化碳、甲烷和氧化亚氮等温室气体浓度显著增加,这些温室气体浓度的增加主要源于化石燃料使用、农业和土地利用变化。温室气体增加使温室效应加剧,所以人类活动对气候的影响主要是增暖。在对大量研究成果综合评估的基础上,IPCC认为,人类活动“很可能”(90%以上的可能性)是造成过去50年气候变暖的主要原因。

依据几种可能的温室气体排放情景,气候模式模拟结果预计,到2100年,全球地表平均增温 1.1°C — 6.4°C ,海平面相应上升18—59cm。同时,高温、热浪、强降水事件的发生频率很可能会增加,台风和飓风的强度可能会进一步增强。

2 我国气候呈明显变暖趋势

与全球趋势一致,我国近百年地表气温增暖 0.5°C — 0.8°C ,比全球同期平均增温略高;近50年降水量则表现出微弱增加趋势。引起我国近50年气候变化的原因与全球一致,但我国的气候变化也有自身的区域特征:(1)20世纪20年代至40年代的增温比全球和北半球明显;(2)70年代以来,青藏高原冬春积雪有增加趋势,与欧亚其他地区情况不同;(3)80年代以来我国东部降水呈现“南涝北旱”,这可能与自然因素引起的年代际变化有关;(4)80年代以来我国西北西部降水有明显增加趋势,这可能与全球气候

^{*} 本文为咨询报告摘要。咨询研究组成员:中国科学院院士秦大河、孙鸿烈、张新时、吴国雄,中国工程院院士丁一汇,教授王绍武,研究员王苏民、姜彤、林而达、任贾文、丁永建、王文华、罗勇、徐晓斌、效存德、雷小途、潘家华,副研究员陈迎、戴晓苏,高工张洪广
收稿日期:2008年2月18日



中国科学院

变暖有关。

气候系统模式模拟结果显示,21 世纪我国气候还将持续变暖,尤以我国冬半年气候和北方气候变暖明显。与 1961—1990 年的 30 年平均相比,到 2020 年我国年平均地表气温将可能增暖 1.5°C — 2.1°C ,2050 年增暖 2.3°C — 3.3°C ,2100 年增暖 3.9°C — 6.0°C 。相应地,2100 年我国年平均降水量可能增加 10%—12%,而降水量的地区差异将变得更大。东亚冬季风可能减弱,夏季风可能加强。极端天气和气候事件的发生频率和强度也可能发生变化。

3 我国极端天气气候事件增多增强,严重影响经济社会可持续发展

在气候变暖背景下,极端天气气候事件的发生频率和强度以及地质灾害等均呈增加趋势,对我国经济社会有重要影响的灾害的变化将主要表现在以下若干方面。

3.1 华北干旱长期变化明显

20 世纪后期我国特别是北方干旱有逐渐加重的趋势,缺水矛盾日益突出,干旱范围逐步扩大,持续时间也由单月、单季、单年向连月、连季、连年增长,农作物受灾面积和粮食产量损失加大。1951—2006 年我国平均每年农作物受旱面积为 2 175.4 万公顷,2000 年受旱面积最大,为 4 054 万公顷;80 年代以后,受灾、成灾面积均趋于增加。干旱从以影响农业为主扩展到影响工业、城市乃至整个经济社会的发展,甚至造成了生态、环境的恶化。

华北地区是我国东部最容易发生干旱的地区,也是水资源短缺日趋严重的地区,干旱给经济发展和人民生活造成极大损失。自上世纪 60 年代中后期开始,华北地区降水持续偏少,特别是 80 年代和 90 年代尤为显著。

华东地区最严重的干旱年份大都与梅

雨期特别短、梅雨量特别少有关。高温干旱使晚稻生育期缩短产量下降,多种树木病虫害加重,危害果树生长并导致产量下降,森林火险的潜在危机明显增加。

3.2 南方暴雨洪涝趋于增加

我国平均每年受雨涝灾害的农作物面积为 975 万公顷,严重雨涝年份可达 1 500 万公顷以上,其中 1991 年、1998 年分别达到 2 460 万公顷和 2 229 万公顷。60 年代后半期与 70 年代洪涝较少,80 年代洪涝增加,尤其是 90 年代,长江及长江以南地区降水量和极端降水量、强降水事件强度都趋于增加。60 年代的持续干旱和 90 年代的多发性洪涝形成鲜明对比,90 年代是继 1950 年代后长江流域洪涝灾害高发的 10 年,其中极端降水事件的增加起了主要作用。

作为我国经济发展的核心地区,长江流域有近 1/3 的地区是洪涝灾害高脆弱地区,频繁发生的暴雨洪涝严重制约了区域的可持续发展,经济损失呈明显上升趋势。严重的洪涝灾害给工业、交通、通讯和水利设施以及人民生活带来严重影响。在继续变暖的 21 世纪,气温升高造成水循环加快,降水分布更加不均匀,极端降水事件频率增大,发生百年一遇旱涝的概率也会随之增大。

3.3 强台风增多、影响加剧

全球每年约有 80 个台风(含热带气旋,下同)生成,其中有 38% 发生在西北太平洋,全球有记录以来的最强台风也出现在西北太平洋。全球气候变暖造成海洋洋面温度和近地面气温升高,构成了台风自生成到消亡过程中的加强因素,极易导致台风强度增大。70 年代以来全球台风和强台风已增加了 1 倍;自 20 世纪中叶以来发生在北太平洋和西北太平洋的大约 4 500 次台风的风力平均增强了 50%。

50 多年来,登陆我国台风的中心气压

降低了约 10 百帕,呈现强度逐年增强的趋势,2005 年平均强度达到最强。2006 年出现了近 50 多年来登陆我国大陆最强的台风——“桑美”(登陆时中心附近最大风力仍有 17 级,中心最低气压 920 百帕)。1949—2006 年间,有 522 次台风登陆我国,年均 9 次,其中 4 级以上台风总数 184 次,年均 3.2 次。登陆我国的 4 级以上台风数从 1990 年末开始一个上升周期,2001 年进入了多台风登陆期。1975—1990 年登陆强台风和超强台风为 10 个,而 1991—2006 年则为 16 个。2001—2006 年的 6 年中,强台风和超强台风登陆个数已达 8 次。尤其 2005 年有 6 个强台风登陆,为 1949 年以来最多。

台风能量巨大,摧毁力极强,直接的和衍生的灾害种类最多,对生命安全、经济发展和社会稳定造成的影响都十分严重。经济越发展,台风灾害经济损失的绝对值越大,相对值减少,死亡人数也减少。据不完全统计,1982—2006 年,我国台风造成的死亡人数以 90 年代为最多,年均值达 497.6 人。虽然本世纪以来出现较多强台风,但随着我国防御台风能力的增强,2001—2006 年我国因台风造成的死亡人数年均值降到 442.8 人。2006 年因出现超强台风和移动路径复杂台风,死亡人数达 1 522 人,为近 24 年来第二位。其中,浙江、福建、广东等省近 20 多年来死亡人数都在 2 000 人以上,是伤亡最严重的地区。

我国台风登陆地点更多向东南沿海等人口密集、经济总量大、战略设施多、国防敏感地区域集中。研究表明,我国 70% 以上的大城市、50% 以上的人口和近 60% 经济总量都处于台风的直接影响之下。1949—2006 年登陆我国南部和东部沿海的台风约占全国登陆总数的 90%,其中登陆最多的是广东,其次是台湾、海南、福建、浙江。而这一区

域正是我国经济最发达、人口密度最大以及港口、核电站、军事基地、石油储备基地等战略设施相对集中的区域。浙江、广东、福建、广西、海南等省(区)近 20 多年来因台风造成的总经济损失均超过 300 亿元,是损失最严重的地区。随着全球气候变暖,台风登陆我国后移动路径更加复杂,受影响的区域呈扩大趋势,不仅沿海而且内陆地区的防台风压力也愈来愈大,科技部门和各级政府必须高度重视。

3.4 频发的高温热浪成为影响国民健康和社会发展的新危害

随着全球气候变暖,特别是地表气温的升高,高温热浪已成为一种十分严重并对美国、欧洲和我国等中高纬度国家和地区构成威胁的自然灾害,造成的人员死亡甚至比洪水、龙卷风、强风暴等灾害加到一起还要多。

近年来,严重高温热浪也频袭我国,华北、西北地区东部、长江以南大部地区都已成为极端高温灾害的脆弱区,极端高温事件发生频率越来越高。近年来,高温事件的发生频率较过去大大提高,较强的高温热浪一般 3—4 年出现一次,部分地区甚至年年都遭受袭击。从 1999 年至今,华北、长江流域及其以南地区和西北地区东部几乎每年都会出现持续 10 天以上强度大、范围广的极端高温天气。华北逐渐成为新的高温中心。西安、石家庄、郑州的炎热程度已不亚于南京等传统的四大“火炉”,以避暑胜地著称的河北承德 2000 年也一度出现连续 3 天超 40℃ 的极端高温天气。

极端高温热浪强度越来越强。20 世纪 40 年代、60 年代和 1999 年以来为近百年热浪的三个高发期。特别是 1999 年至今,我国几乎每年都会有持续 10 天以上的强度大、范围广的高温热浪出现。2003 年夏季,浙江出现了长达近 2 个月的极端高温天气,其中



中国科学院

丽水气温最高达 43.2 度,突破浙江省历史最高记录。2006 年,重庆市平均高温日数为 25 天,比常年同期偏多 14 天,9 个县区日最高气温在 40℃ 以上的日数达 7 天以上,突破历史极值。同一时期,四川盆地长期维持日最高气温达到 38℃—39℃ 的高温天气,部分地区超过 40℃。高温热浪导致并加重了四川、重庆百年一遇的极端干旱。随着经济快速发展,城市化进程的加快,人口、生产、交通集中,在工业生产、家庭炉灶、内燃机燃烧、机动车行驶等方面消耗能源的同时,都有一定的废热排放,使城市区域增加许多额外的热量收入。同时,城市规划建设使得土地利用发生变化,植被减少等等城市化造成的热岛效应也加剧了极端高温的酷热程度。

极端高温热浪严重危害人体健康,尤其是对弱势群体的生命安全威胁更大。从全球范围看,因高温热浪死亡多为城市弱势群体,西方发达国家这方面的问题反映更为突出。独居老人、长期慢性病患者、降温设施不足的低收入群体以及户外作业人员往往成为高温热浪最直接、最严重的受害者。此外,持续高温造成供电紧张,同时还会带来石油、天然气、煤炭等能源物资供应紧张的连锁反应,如处理不当,甚至引发严重的油荒、电荒等社会问题。持续高温对居民生活和工农业生产用水影响巨大,同时高温又加重旱情,导致农作物产量和质量大幅下降,连年大范围的高温热浪,会严重威胁粮食安全。

3.5 霾和雾等环境灾害的影响更加复杂和严峻

受全球变暖和经济快速发展与城市化进程加快的双重影响,霾和雾灾害对我国的影响更加复杂和严峻。

空气混浊的霾日在我国出现持续明显增多的趋势。进入 21 世纪后,增多趋势尤为

明显。2003—2006 年,连续 4 年为 1961 年有观测记录以来霾日发生频率最高的时期。霾已成为气候变暖形势下我国工业化阶段频率增长最快的灾害性天气。从 2000—2005 年,我国机动车保有量从 0.58 亿辆增加到 1.26 亿辆,增加 117%;能源消耗总量从 13 亿吨标准煤增长到 22 亿吨标准煤,增长 69%;同时全国霾的发生频率也从 4 000 多次增加到 7 000 多次,增长 75%。

霾天气条件下空气流动性非常差,大气中悬浮物比较容易携带各种细菌、病毒潜入人体,造成呼吸系统感染,使哮喘、慢性支气管炎等转变成急性呼吸系统疾病;霾造成近地层紫外线减弱,降低紫外线消灭大气微生物的能力,使传染性病菌的活性增强,间接导致其他多种疾病和传染病扩散,形成群体性公共卫生事件。

我国雾日的变化具有显著的时空特征。1954—2004 年,全国平均年雾日数呈减少趋势,2004 年的雾日数仅有 50 年代中期的一半。黄淮、江淮西部及辽东半岛、四川盆地东部地区年雾日数增多;东北、陕西中部、西南和华南部分地区年雾日数减少。雾日的这些时空变化趋势与平均温度呈负相关,与相对湿度呈正相关。

雾引发的交通事故高出其他灾害性天气 2.5 倍,伤、亡人数分别占事故伤、亡总数的 29.5% 和 16%。遇大雾天气,部分城市早高峰上班时间交通流量增大 20%,交通事故增加 30%。浓雾往往使高速公路、内河航运、民用航空陷入停顿。

3.6 冰冻圈变化加速

在我国,现代冰川、冻土和积雪是冰冻圈的主要组成部分。我国现代冰川储量约 5.6 万亿立方米,多年冻土冰储量 9.5 万亿立方米,稳定积雪折合 750 亿立方米的水,是亚太地区大江大河的发源地,是全球多达

27 亿人口的稳定水源。

80 年代以来,随着气候变暖,冰川加速退缩,约 80% 的冰川处于退缩状态。据初步估算,到 2030 年我国西部冰川将明显退缩,冰川融水持续增加,到 2050 年达到峰值。20 世纪中叶以来,我国冻土发生了显著变化,表现为多年冻土地温升高、面积缩小、下界升高、活动层厚度增加。我国北方主要积雪区的积雪面积呈增加或稳定状况。

在气候变暖背景下,冰冻圈灾害的频率、强度和影响范围都将增加。冰冻圈变化将会对我国气候、水资源、生态和环境产生深刻而长远的影响。冰川融水是西北干旱区绿洲稳定发展的必要条件,冰川退缩、人类活动加剧,破坏了这种冰川-绿洲系统的天然平衡,导致内陆河流尾间萎缩,生态恶化。冻土退化对水文循环、沼泽湿地、碳循环、生物多样性以及重大工程项目等有较大影响。冰冻圈变化影响高原的能量、热量平衡,导致海陆温差变化,进而影响我国东部季风气候,是提高我国短期气候预测能力需要考虑的关键因素之一。另外,雪灾、雪崩、冰湖溃决、凌汛等灾害影响交通、通讯、农牧业、旅游等行业和人民生命财产的安全。

4 应对气候变化相关灾害的对策建议

气候变化相关灾害已对我国产生了重大影响。上述研究也表明,我国是世界上遭受气候变化相关灾害最严重的国家之一,自然灾害的发生频率高、范围广,其中干旱、台风、暴雨、洪涝等灾害的人员和财产损失尤其严重。随着气候继续变暖,对我国经济社会发展造成的负面影响也将愈来愈大。为此,结合气候变化相关灾害特点,提出以下对策建议:

(1) 将应对气候变化相关灾害的各项政策措施作为各级政府贯彻落实科学发展观的重要战略措施。气候变化直接反映的是气

候系统各圈层的变化,直接影响的将是国民经济的各行各业、社会发展的方方面面。不仅在国家经济社会发展总体规划中要考虑适应气候变化、减轻气候变化的负面影响,在一些气候变化的脆弱区和农业、生态、环境、城市、交通、能源、卫生等气候变化高影响行业,都必须重视和加强应对气候变化能力建设,从根本上避免因人为因素加剧自然灾害的损失。

(2) 应对气候变化,需重视防御极端天气气候灾害,尤其是要做好防大灾、巨灾的准备。气候变化在一定程度上加剧了极端天气气候事件的发生,频率、强度、范围都有可能增加和扩大。随着我国经济发展,生产生活规律也在发生显著变化,灾害影响程度也随之增加。相对于一般性灾害而言,连片、连年的极端天气气候灾害对国家经济、政治、社会的影响更为严重,必须把防御极端天气气候灾害置于国家防灾战略更加突出的位置,从监测预测、预警防御、抗灾救灾等各个环节切实强化应对防范极端天气气候灾害的能力建设。对诸如超强台风、百年一遇的大洪水等大灾和巨灾要提前做好准备,提高防御标准。根据我国不同区域的气候特点和经济社会发展特征,必须重点防御华北地区的干旱、西部地区的冰雪圈变化、江淮流域和华南地区的洪水、沿海地区的台风。

(3) 根据全球气候变暖和灾害发生发展规律的变化,需加强对新灾害和突发灾害的防御。在全球气候变暖的背景下、加之工业化、城镇化的快速发展,我国已进入了高温热浪、雷电、龙卷风、沙尘暴、雾、霾、泥石流、滑坡、蓝藻暴发等气象、环境和地质灾害相对高发阶段,并且这些灾害又主要影响生命安全、人体健康以及交通、电力、通信、社区安全等。要把握全球气候变暖、人类活动、国家经济社会发展战略之间的紧密联系,把握



中国科学院

新型灾害发生发展和影响规律,增强防御水平。由于全球气候变暖,大气环流也变得极为不稳定,一些灾害的突发性也大大增强,一些地区出现了超出经验估计水平的突发灾害,加强城镇地区的飊线、瞬时大风、短时强降雨、光化学烟雾等灾害的防御,加强农村地区的雷击、龙卷风、短时强降雨及其引发的滑坡、泥石流、山洪等地质灾害的防御,都刻不容缓。

(4)需关注气候变化对重大工程的可能负面影响。重大工程因气候系统的变化造成安全隐患、运营风险加大。三峡工程、青藏铁路、南水北调等重大工程既可能对当地小气候产生影响,也可能受到气候变化的重大影响。因此,应建立重大工程生态与环境的动态监测系统,建立并完善重大工程项目的生态与环境后评估、灾害风险评估等制度,为使其成为推进可持续发展的长治久安的重大工程提供有效的科学保障。

(5)充分利用气候变化的有利影响。趋利也是一种有效减轻气候变化影响的重要措施。以温度升高为主要特征的气候变化对东北地区农作物增产的明显促进作用在我国所有区域是唯一的。因此,应进一步科学调整农作物种植结构,改善优势农产品的规模化布局,强化高产、稳产的集约化先进农业技术,充分利用未来几十年内气候变化对东北地区粮食生产可能有利的影 响,大力发展粮食生产,不断提高农业生产能力。在全球变暖趋势下,决策者应重新审视现有的防灾减灾规划,要更多地从减少风险、增强适应能力着眼。应该把气候变化看成是可持续

的灾害风险管理的一个驱动因子,提倡采取无悔的、可持续的预先防范措施,做到不增加风险、不减少收益、不增加危害等。同时,作为全球面临的重大共同课题,借应对气候变化之机,加强技术、资金、制度等方面的灾害和风险管理国际合作,也需引起高度重视。

(6)切实加强全球气候变暖背景下各类自然灾害的机理及影响研究。天气、气候及其它自然环境的变化极为复杂,超出一般规律和正常范围的变化往往导致灾害甚至灾难的发生。虽然我国在防灾减灾领域已付出了巨大努力,也取得了举世瞩目的成就,但是,面对全球气候变暖背景下气象灾害更加严峻的形势,面对经济社会发展对防灾减灾日益增长的需求,我们在灾害性天气气候和自然环境变化机理、规律、趋势,各类自然灾害对经济社会发展各个方面的影响途径、方式、程度,新形势下防御和减轻各类自然灾害的战略决策、应急处置、防御标准,等等诸多方面,都还缺乏深入、系统和有针对性的科学研究。科技部门和相关灾害防御责任部门,都必须重视和加强全球气候变暖背景下极端天气气候事件及其它各类自然灾害的科学研究。同时,还必须切实加强各类天气、气候、水文、冰雪、海洋、地质、环境等基础信息,气象、地震、地质、环境等自然灾害信息,以及农业、工业、交通、能源等经济发展信息的获取与共享,加强各类自然灾害之间相互影响的研究,以切实增强我国综合防灾减灾能力。