

气候变暖背景下的极端天气气候事件 与防灾减灾

翟盘茂, 刘 静

(中国气象科学研究院灾害天气国家重点实验室, 北京 100081)

[摘要] 首先概括极端天气气候事件以及“气候极值”的相关定义,并把极端事件分为单要素的极端事件、与天气现象有关的极端事件、多要素极端事件和极端气候事件。在此基础上,总结上述几类极端事件在气候变暖背景下的变化趋势及影响。指出气候变暖背景下我国长江中下游区域强降水事件更趋频繁,我国东部地区高温热浪天气更为明显;东北华北地区干旱趋势增加,尤其在20世纪末期和21世纪初期最为明显;近10年来西南地区干旱频繁发生。为减轻日益增加的重大气象灾害的损失,我国有必要加强高影响极端事件的监测、预警能力建设,同时还必须根据极端天气气候事件变化规律加强工程性防御措施,以防范和应对强降水引发的洪涝灾害和城市渍涝,以及与降水持续不足有关的重大干旱和高温热浪等气象灾害。

[关键词] 极端气候指数;高影响;气象灾害;工程

[中图分类号] P467 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2012)09-0055-09

1 前言

在全球变暖的大背景下,极端天气气候事件的变化引起了国内外学者的广泛关注。IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)第4次评估报告指出,过去的100年里全球平均气温上升了 $0.74\text{ }^{\circ}\text{C}$,在近50年全球气温以 $0.13\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 的速度上升^[1]。全球气候变暖似乎使夏季变得更热,冬季变得温和,并伴随着热浪频率和强度的增加,霜冻日数减少更明显,冷极端事件减少,夜晚更明显。与此同时,近50年占全球陆地面积一半以上的区域发生强降水的频率呈现增加趋势^[2]。强降水事件在美国、中国、澳大利亚、加拿大、挪威和墨西哥、波兰和前苏联均有所增加^[3]。受温度升高和区域性降水减少的影响,干旱的强度更强、持续时间更长。

极端天气气候事件加剧会给社会、经济和人民生活带来严重影响和损失。中国是旱涝、台风、寒潮等自然灾害多发的国家,我国北方旱灾、雪灾、寒潮和沙尘暴灾害频发,东南部地区台风、高温和雨涝灾

害影响严重(见图1)。据统计,从1949年以来,气象灾害的损失趋于增加,20世纪90年代中期以来每年的损失接近或超过了2000万亿,其中1998年受到长江和嫩江流域持续的强降水等极端事件的影响,全国气象灾害损失达3000万亿元,2008年我国南方地区持续的低温雨雪冰冻事件也造成了超过3000万亿的严重经济损失,2010年受到舟曲突发强降水影响引起的泥石流滑坡事件等造成的损失达5000万亿元(见图2)。

气象灾害一方面与极端事件频率和强度有关,另一方面与我国的经济水平发展和防灾减灾能力紧密相联。加强与气候变化有关的极端事件的变化研究,有利于国家防灾减灾和应对气候变化。鉴于不同类型的极端事件的影响具有很大差别,监测、预测和评价极端事件及其影响必须对各种极端事件进行严格的定义并给出定量指标。文章总结了极端温度、极端降水、台风、冰雹、雾和霾、干旱、寒潮、沙尘暴等极端事件的各种指标及其应用,探讨了其中存在的问题和未来需要关注的重点工作。

[收稿日期] 2012-06-25

[基金项目] 国家重点基础研究发展计划项目(2012CB417205)

[作者简介] 翟盘茂(1962—),男,江苏宜兴市人,研究员,研究方向为极端天气气候事件研究;E-mail:pmzhai@ema.gov.cn

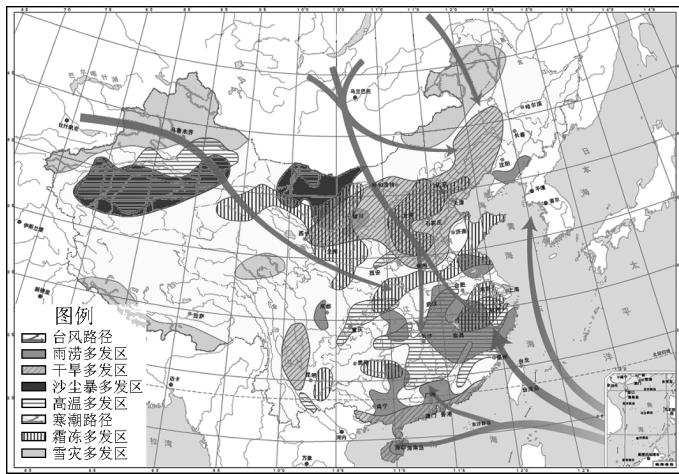


图1 中国主要气象灾害分布综合示意图

Fig. 1 Distribution of major meteorological disasters in China

注:引自 2007 年中国灾害性天气气候图集

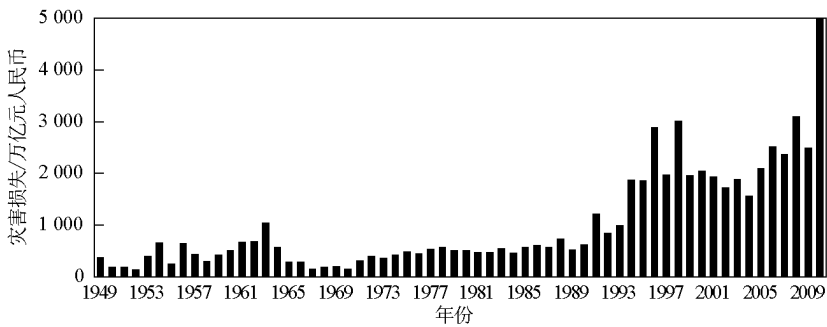


图2 1949—2010 年期间与极端天气紧密有关的气象灾害损失的变化

Fig. 2 Losses caused by meteorological disasters related to extreme weather events during 1949—2010

2 极端天气气候事件的定义

极端天气气候事件是在特定地区和时间发生的罕见的气象事件,当某地的天气气候状态严重偏离其气候平均态时,就可以认为发生了极端事件。在统计意义上,认为极端事件是小概率事件,有些人认为是 50 年一遇甚至 100 年一遇的事件。从时间尺度上分,极端天气事件是时间尺度较短(一般在一周以内)的罕见的或高影响的气象事件。而极端气候事件时间尺度较长的极端事件,通常是极端天气事件累积的结果。极端事件从极端性的性质上分可以包括两大类。一类是依赖于基本天气气候要素的极端值进行定义的,例如极端强降水、极端高温和低温事件。气候变化研究中通常通过分析这些要素的变化趋势来分析极端事件的演变规律。另一类极端事件是对自然环境有重大影响并且通常会带来较大

经济损失的灾害性极端事件(如干旱、洪涝、热浪等),这些极端天气气候事件也称为综合性极端事件,因为一般来讲,它们并不是由单一气象要素的异常引起的,而是由于两个甚至更多气象要素的共同作用造成的,例如降水减少和全球变暖是引起干旱加剧的两个重要因子。

目前研究和业务中主要为基于单一台站监测技术的定义,采用“气候极值”量化和表征异常天气气候现象,当气候要素(如气温、降水量等)达到定义的气候极值时,便可认为极端事件发生。关于极端值阈值的选取,国际上主要有两种处理方法,即绝对极值和相对极值。根据绝对物理界线值定义的事件有寒潮和霜冻日数、大雨和暴雨日数等,这种阈值的定义虽然相对简单,但在一定程度上也能较好地表征极端事件的特征和变化规律^[4,5],因此,仍受到各界学者和工作人员的青睐。同时,“极端天气和气

候”具有时空相对性,如日降水量 30 mm 在华南沿海和长江下游为正常降水量,而在西北地区已达到极端降水量水平,即使是同一地区,相同的降水量在不同季节所带来的影响也有可能不同。因此,确定某些事件(如日降水量等)的相对阈值是非常有必要的。目前国际上常采用某个百分位值(如第 95 百分位值)作为极端值的阈值,翟盘茂等利用百分位方法分析和研究了我国北方近 50 年温度和降水极端事件变化,此方法在我国极端气候研究中得到了广泛的认可和应用^[6];也有人对不同气候要素采用不同分布型的边缘值来确定气候极值,研究指出,我国降水量以 Γ 分布拟合效果较好(见图 3),江志红等利用 Γ 分布模式拟合区域降水百分率的概率

分布,由此推求黄淮流域夏半年(4—10 月)旱涝概率,并探讨该区出现各级旱涝概率的时空分布特征^[7]。李威和翟盘茂利用 Γ 分布函数对中国 1951—2004 年地面台站逐日降水观测资料进行日降水量概率分布拟合并定义极端降水事件,在此基础上对极端降水日数与 ENSO (EL Nino Southern Oscillation) 的关系进行分析研究^[8]。

与温度和降水相联系的极端事件变化的研究,大都基于逐日的气候资料进行。20 世纪 90 年代后期以来,我国的一些学者开始利用中国逐日气象资料开展多种极端气候指标变化格局分析^[4,5,9],这些研究今天仍然具有较普遍意义。

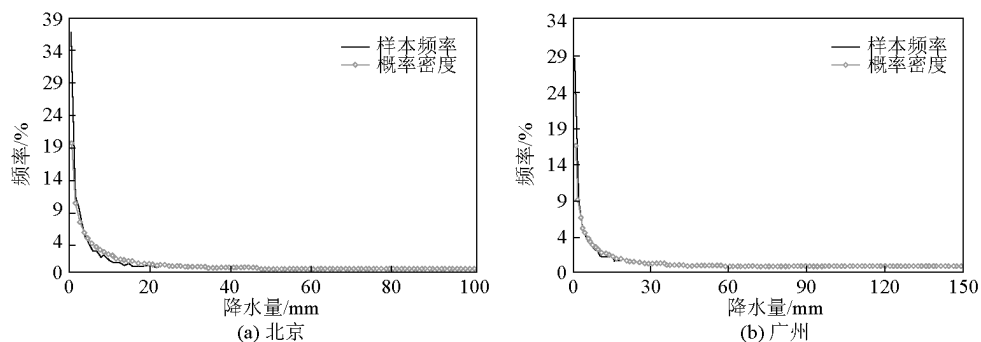


图 3 北京和广州日降水量 Γ 分布概率密度函数和频率分布曲线

Fig. 3 Gamma distribution probability density functions and sample frequencies of the daily precipitation for Beijing and Guangzhou

3 极端天气气候事件指数及其变化

近年来极端事件研究在不断深入,政府间气候变化专门委员会(IPCC)针对天气气候极端事件变化及其对自然物理环境影响的认识进行评估^[10],其分析跟 IPCC 报告中极端事件变化内容的差别在于除了强调极端事件的变化以外,还突出了与极端事件紧密相关的天气气候现象和影响。重点强调 3 方面内容:a. 大气中的天气气候极端事件变化(温度,降水,风等变量);b. 影响极端天气气候事件发生的天气气候现象(季风,厄尔尼诺,其他变率模态,热带气旋,温带气旋);c. 对自然物理环境的影响(干旱,洪水,极端海平面,波浪,沿海影响,冰川、地形和地质影响,包括高纬度多年冻土在内的变化,沙尘暴)。这种分类,把极端天气气候事件与其形成的天气气候环境以及影响联系到了一起,但也容易把形成极端事件的条件和极端天气气候事件造成的灾害混为一谈。文章对以上分类方法进行了修正,主

要从极端事件的影响要素出发,将其分为单要素极端事件、与天气现象有关的极端事件以及多要素极端事件,并进一步分析了这些极端事件的气候变化特征。从极端事件的持续时间上看,有时也将极端事件分成极端天气与极端气候事件。文章涉及的大部分极端事件由于时间尺度较短,都应属于极端天气事件的范畴。干旱由于其持续时间长,是长期降水极度偏少的结果,是典型的极端气候事件。

3.1 单要素极端事件

为了有效推动世界各国开展极端天气气候事件变化检测研究,WMO(World Meteorological Organization)气候委员会等组织联合成立了气候变化监测和指标专家组(ETCCDI, Expert Team on Climate Change Detection and Indices),并定义了 27 个典型的气候指数,其中包括 16 个气温指数和 11 个降水指数(见表 1 和表 2)。国内外学者利用这些基本指数对各种极端温度和降水事件进行了探讨^[11-13]。Manton 发现在东南亚和南太平洋地区,自从 1961 年

以来,热日和暖夜显著增多,而冷日和冷夜却减少了^[12]。Kunkel、Kostopoulou、Sen 分别分析了美国、意大利、印度等国家的极端降水,研究表明全球大部分地区极端降水量及其频次有增加的趋势^[14~16]。翟盘茂等指出我国北方夜间温度极端偏低的日数显著变少,白天温度偏高的日数趋于增多^[6]。随着我国气温呈现明显的上升,特别是 20 世纪 80 年代中期以来升温速度的显著加快,我国的霜冻日数显著下降(见图 4)。王小玲和翟盘茂针对不同等级的降水强度,分析了 1957—2004 年中国 8 个区域年降水量、降水频率和平均降水强度的线性变化趋势^[17],结果表明,西北西部、青藏高原和华东地区年降水量有明显增多趋势,华北、东北和西北东部年降水量明显减少;年降水频率除西北西部和青藏高原显著增加外,其余地区年降水频率均呈减少趋势;平均降水强度在华北、东北和西北东部呈减弱趋势,其余地区则呈增强趋势。年极端强降水日数表现为东北和华北以及四川盆地为减小趋势;西部地区和长江中下游一直到华南都表现出增加趋势(见图 5)。Alexander 根据不同地区专家研究的结果,首次给出了全球陆

地地区的极端温度和降水变化趋势,但在非洲和中东等地区仍然存在空间上的空白^[18]。

风是影响人类安全、海上航空活动以及基础设施建设的重要气象因子。近 50 年来中国年平均风速存在逐年减小的变化趋势,Jiang 等指出中国的大风日数也呈减小的趋势^[19]。虽然在 ETCCDI 的 27 个指数中没有给出明确的极端风速的概念,国内外一些研究也已经开展了极端风速变化的研究。

3.2 与天气现象有关的极端事件

除了跟温度、降水和风等单要素有关的极端事件,与台风、冰雹、雾和霾等有关的强天气现象紧密有关的极端天气气候事件也给社会经济和人类活动带来了较大的影响。

台风是发生在热带海洋上的一种具有暖中心结构的强烈气旋性涡旋,总是伴有狂风暴雨,常给受影响地区造成严重的灾害。中国是世界上热带气旋(TC)登陆最多、灾害最重的国家之一,平均每年登陆 7~8 个^[20]。通常以台风中心地面最大平均风速和台风中心海平面最低气压为依据判断台风的强度大小。

表 1 极端气温指数

Table 1 Indices of extreme temperature

分类	代码	名称	意义
日最高、最低气温的 月极值	TX _x	月最高气温极大值	每月中日最高气温的最大值
	TN _x	月最低气温极大值	每月中日最低气温的最大值
	TX _n	月最高气温极小值	每月中日最高气温的最小值
	TN _n	月最低气温极小值	每月中日最低气温的最小值
绝对阈值	FD	霜冻日数	一年中日最低气温小于 0 °C 的天数
	SU	夏季日数	一年中日最高气温大于 25 °C 的天数
	ID	冰封日数	一年中日最高气温小于 0 °C 的天数
	TR	热夜日数	一年中日最低气温大于 20 °C 的天数
	GSL	生长期	北半球从 1 月 1 日(南半球为 7 月 1 日)开始,连续 6 天日平均气温大于 5 °C 的日期为初日,7 月 1 日(南半球 1 月 1 日)以后连续 6 天日平均气温小于 5 °C 的日期为终日,初日和终日之间的日数为生长期)
相对阈值	TN10p	冷夜日数	日最低气温小于 10 % 分位值的日数
	TX10p	冷昼日数	日最高气温小于 10 % 分位值的日数
	TN90p	暖夜日数	日最低气温大于 90 % 分位值的日数
	TX90p	暖昼日数	日最高气温大于 90 % 分位值的日数
	WSDI	异常暖昼持续指数	每年至少连续 6 天日最高气温大于 90 % 分位值的日数
	CSDI	异常冷昼持续指数	每年至少连续 6 天日最高气温小于 10 % 分位值的日数
其他	DTR	月平均日较差	日最高气温与日最低气温之差的月平均值

表 2 极端降水指数

Table 2 Indices of extreme precipitation

分类	代码	名称	意义
绝对阈值	R10 mm	中雨日数	日降水量大于等于 10 mm 的日数
	R20 mm	大雨日数	日降水量大于等于 20 mm 的日数
	Rnn mm	日降水大于某一特定强度的降水日数	日降水量大于等于 n mm 的日数
相对阈值	R95 pTOT	强降水量	日降水量大于 95 % 分位值的年累计降水量
	R99 pTOT	特强降水量	日降水量大于 99 % 分位值的年累计降水量
持续干湿期	CDD	持续干期	日降水量小于 1 mm 的最大持续日数
	CWD	持续湿期	日降水量大于 1 mm 的最大持续日数
其他	Rx1day	1 日最大降水量	每月最大 1 日降水量
	Rx5day	5 日最大降水量	每月连续 5 日最大降水量
	SDII	降水强度	年降水总量与湿日日数(日降水量大于等于 1.0 mm) 的比值
	PRCPTOT	年总降水量	日降水量大于 1 mm 的年累计降水量

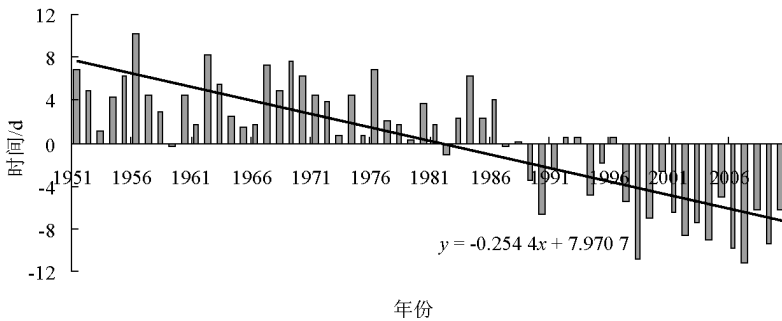


图 4 基于逐日最低温度计算的 1951—2010 年逐年霜冻日数的变化

Fig. 4 Series of frost days based on daily minimum temperature during 1951—2010

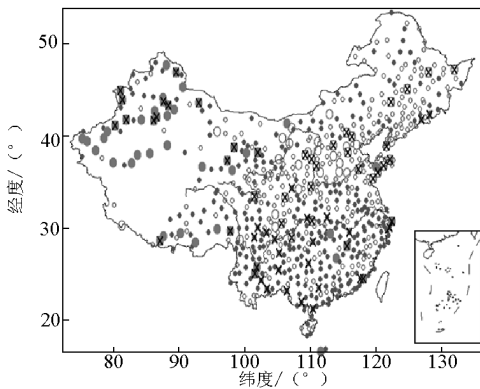


图 5 1951—2004 年极端强降水日数的变化趋势

Fig. 5 Spatial distribution of trends for frequency of extreme precipitation days during 1951—2004

注:实心(空心)圆点代表增加(减少),根据图标的大小,其趋势分别为大于 7.5 % 和小于 7.5 %,叉号代表趋势达到 0.05 以上的显著性水平

刘燕等利用 1949—2006 年热带气旋年鉴资料,根据 2006 年新制订的 TC 等级标准,分析了登陆我国 TC 的气候特征,结果表明,登陆 TC 的平均强度出现减弱趋势,但进入 21 世纪以来,平均强度显著增加,尤其是 TC 逐年强度极值表现更为明显^[20]。

冰雹是强对流天气系统引起的一种剧烈的气象灾害,它持续时间短,作用范围小,但是强度一般很大,对农业的损害最大,Xie 等统计了中国 1960—2005 年冰雹出现频率的年际变化特征和趋势,结果表明,20 世纪 80 年代之前年平均冰雹日数没有显著的变化,而在此之后年平均降水日数有显著的减小趋势^[21]。

雾和霾严重影响大气能见度,并对交通运输、人体健康以及农作物生产具有重要的影响。根据能见度将雾划分为重浓雾、浓雾和大雾,陈潇潇等分析了不同等级雾的年代际变化,结果表明,对于多数地区

来说,重浓雾在 20 世纪 70 年代有增多的突变,而浓雾与大雾无此特征^[22]。高歌利用 1961—2005 年中国霾日统计资料,探讨了霾的变化趋势,研究表明,我国东部大部分地区的霾日主要呈现增加趋势,而西部和东北大部分地区以减小趋势为主^[23]。

3.3 多要素极端事件

3.3.1 寒潮

寒潮天气过程是一种大规模的强冷空气活动过程,主要特点是剧烈降温和大风,有时还伴有雨、雪、雨淞或霜冻,会给农业生产、人类活动以及交通运输带来很大影响。中央气象台以过程降温与温度负距平相结合来划定冷空气活动强度,当过程降温达到 10℃ 以上、温度负距平的绝对值达到 5℃ 以上就可认为是寒潮事件。Lau 等以 3 个标准定义寒潮,即

降温大于 5℃,中国内陆与沿海的地面压力差大于 5 hPa 以及南海北部盛行北风风速大于 5 m/s^[24]。西伯利亚中部(70°~90°E,43°~65°N)为寒潮关键区,绝大部分冷空气在这里堆积加强进而入侵我国。从年代际变化上看,1961—2010 年中国平均寒潮频次呈明显的减少趋势,其线性变化趋势系数为 -0.3 次/10 a,通过了 95% 的显著性检验(见图 6)。魏凤英的结果表明,气候变暖后,冬春季发生在全国性寒潮灾害的频次显著减少,并指出这种减小趋势与 AO 位相的增强趋势背景有一定的联系^[25]。钱维宏等的结果表明,发生在我国的寒潮以北方最多,东北的寒潮始于 10 月份,而河套和江南的寒潮在 4 月份比较频繁^[26]。

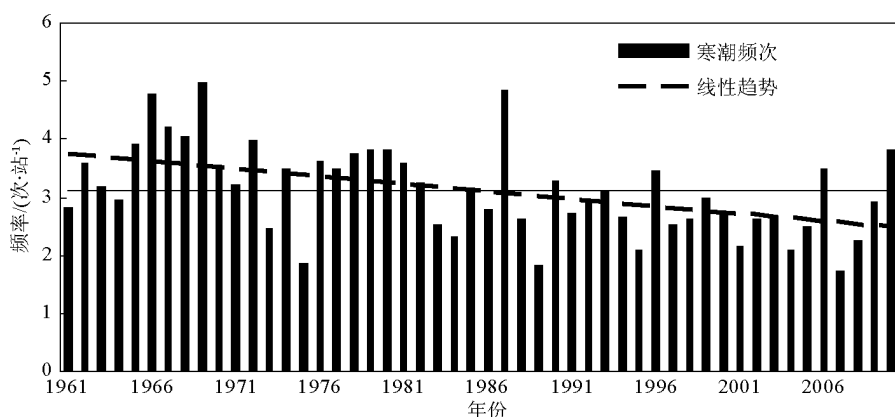


图 6 1961—2010 年中国平均寒潮频次变化曲线

Fig. 6 Time series of the frequency of the cold waves during 1961—2010

3.3.2 沙尘暴

沙尘天气多出现在干旱地区,空中沙尘弥漫会降低能见度,对交通运输和身体健康造成不良影响。如果遭遇持续强劲大风,便形成沙尘暴,强沙尘暴的风力可达 12 级以上,其摧毁力远远超过同样级别的普通风灾。

人们一般根据能见度和风速划定沙尘暴的等级,中国气象局沙尘暴强度等级标准根据能见度将沙尘暴划分为 3 个等级:沙尘暴、强沙尘暴、特强沙尘暴分别对应的能见度为 500~1 000 m、50~500 m 和 <50 m。康玲等在此基础上,又考虑了沙尘暴致灾的严重程度,将沙尘暴划分为 4 个等级,即弱沙尘暴、次强沙尘暴、强沙尘暴以及特强沙尘暴^[27],对应的能见度分别为 500~1 000 m、200~500 m、50~200 m 和 ≤50 m,并采用该指标,利用 1995—2007 年内蒙古地区地面测站的沙尘暴、能见度、风

速风向观测资料,分析研究了内蒙古地区沙尘暴的分布特征,结果表明,在一年内,内蒙古地区的沙尘暴、强和特强沙尘暴集中出现在春季的 3 月—5 月,4 月最多,沙尘暴下旬相对集中,上、下旬是大、小范围强和特强沙尘暴易发时段。李栋梁等以水平能见度小于 1 000 m 定义沙尘暴事件,选用中国 185 个常规气象观测站,分析了近 50 年来中国北方沙尘暴的气候特征,研究表明,中国沙尘暴日数呈减小趋势,20 世纪 90 年代是近 5 个年代中最少的,并且指出中国沙尘暴与夏季青藏高原地面感热关系密切^[28]。

3.4 干旱

干旱是由于受到长期降水不足引起的典型的极端气候事件。干旱及其形成机理是一个古老但又富有挑战性的研究课题,是人类面临的主要自然灾害,在全球变暖的大背景下,干旱化趋势已经成为国内外学者关注的主要问题之一。有关干旱指数的定义

多种多样,总体来讲,一类是仅仅考虑降水量这一单因素的指标,另一类是综合水分盈亏的指标。

降水量干旱指标(如降水偏少指标,降水距平百分率指标等)是通过气象学方法研究降水量的统计分布规律或以无降水持续日数反映干旱的强度和持续时间。标准化降水指数 SPI 在我国国家气候中心的旱涝监测中得到了较为广泛的应用^[29]。

降水量-蒸发量、蒸发量/降水量、降水量-作物需水量、作物需水量/降水量等干旱指标考虑了降水量和温度变化两因子的影响,降水资料容易获得,而蒸发量的计算方案有很多,通常以潜在蒸散量来

代替,常见的计算潜在蒸散的方法有 Thomthwaite、饱和差、Penman 等模型,其中 Penman 模型及其修正方案在我国应用最为广泛。

《气象干旱等级》国家标准^[30]推荐使用综合气象干旱指数 I_c ,该指数是由降水量标准化降水指数和相对湿度指数综合而得,反映短时间尺度(月)和长时间尺度(季)降水量气候异常情况,又反映短时间尺度(影响农作物)水分亏欠情况。采用综合气象干旱指数分析近半个世纪以来全国及不同地区干旱变化情况,结果表明,东北和华北地区干旱化趋势显著(见图7),近年来,西南地区的重大干旱事件也频繁发生。

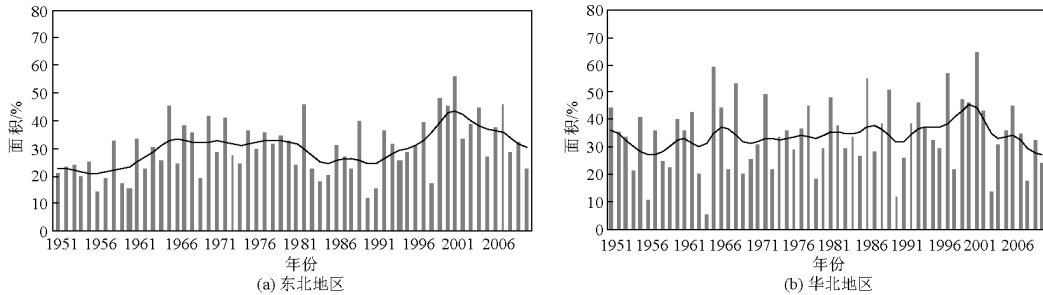


图7 我国东北和华北地区 1951—2010 年干旱面积变化

Fig. 7 Time series of annual percentage areas in drought conditions over northeastern and northern China during 1951—2010

涉及干旱发生机理的指标有很多,其中使用最多的是 Palmer 提出的 PDSI 指标,它是一个综合考虑水、可能蒸散、前期土壤湿度和径流的指标^[31]。PDSI 在各国得到了广泛的应用和认可,早在 20 世纪 70 年代,该指数被引入中国,并根据我国的实际情况对指数进行修正,得到了许多有意义的研究成果。翟盘茂等利用干旱监测降水指数(PDSI)分析了 1951—2003 年中国干旱变化特征,结果表明,在近半个多世纪中,我国发生较大范围的干旱主要出现在 20 世纪 60 年代、70 年代后期至 80 年代前期以及 20 世纪 90 年代后期至 21 世纪初^[32]。近 10 多年来西南干旱频繁发生,给当地人民生活带来了重大影响。

对于干旱,据统计世界各国一共有 55 种指标,也有人把干旱分为气象干旱、水文干旱、农业干旱和社会经济干旱 4 类,并定义了各自对应的干旱指数。有些指数具有区域和应用领域的局限性。因此,在选择极端指数对干旱事件进行监测时要针对具体情况,滥用指标很可能会得到与实际不符的结论。

3.5 气候变暖背景下极端事件的变化趋势

自 20 世纪 70 年代以来,我国极端天气气候事件变化特征呈现出明显的差异(见表 3),异常冷事

件霜冻、寒潮等显著减少,异常暖事件高温热浪变化不明显,极端降水事件变化趋势表现出较大的空间差异性,大风、热带气旋、冰雹、雾和霾、沙尘暴等表现为减小的趋势。

关于气候变暖与极端天气气候事件变化联系的研究,涉及到有关形成机制的复杂问题。Trenberth 指出,地面温度的升高会使地表蒸发加剧,使得大气保持水分的能力增强,大气水分含量增加^[33]。地面蒸发能力增强,将使干旱更易发生,同时为了与蒸发相平衡,降水也将增长,易于发生洪涝灾害。Liu 等探讨了各个强度的降水量随温度的变化关系后指出,当全球平均温度升高 1 K,极强降水量(90%~100% 最强强度的降水量)约增加 94.2%,而 30%~60% 百分位降水量约减少 20%^[34];全球平均降水强度随温度的增加幅度明显大于大气含水能力的变化幅度。由此看来,气候变暖通过大气水循环影响降水极端事件确实值得关注。由于冷空气活动的减弱,蒙古气旋频数减少、强度减弱,中国平均大风日数和极大风速呈减弱趋势,对应中国沙尘暴频率的减少。大尺度变暖还可能减少大雾频次,使得半个世纪中国大部分地区雾日呈减少趋势。

表3 各种极端天气气候指数定义及全球气候变化背景下其变化趋势

Table 3 Trends of various extreme weather/climate events under the background of global warming

分类	极端天气气候指数	变化趋势
单要素极端天气事件	霜冻	霜冻日数显著减少
	高温热浪	高温热浪出现次数年代际变化明显,20世纪90年代中期以来,高温热浪频繁发生
	极端强降水	强降水事件在长江及其以南地区趋强、趋多;华北强度减弱,频数明显减少;西北西部趋于频繁
	连阴雨	连阴雨日数东部显著减少,西部略有增加
	大风	大风日数趋于减少
与天气现象有关的极端事件	热带气旋	生成和登陆的热带气旋呈减少趋势
	冰雹	冰雹日数趋于减少
	雾	雾日减少
	霾	霾日增多
	雷暴	雷暴日数减少
多要素极端天气事件	寒潮	寒潮次数显著减少
	沙尘暴	沙尘日数呈减少趋势
极端气候事件	干旱	中国华北、东北和西北东部地区干旱趋势明显,近10年西南地区特大干旱频发

此外,极端天气气候事件的频发发生与 ENSO 事件、季风异常与不同的气候异常模态紧密相关,在大尺度环流异常时极端天气气候事件也更为突出。

4 极端天气气候事件的应对

在全球变暖的大背景下,我国各类极端事件均呈现出不同的时空演变特征。20世纪中叶以来,虽然不是所有极端事件都增加了,但在我国长江流域强降水频率趋于增加,而华北和东北地区干旱范围趋于扩大,近10年来,西南干旱又频繁发生。

特大干旱、持续性强降水、超强台风、强寒潮、区域性高温热浪等极端天气气候事件会造成巨大的经济损失和人员伤亡,可称之为重大气象灾害。气候变暖会引起一些极端事件的强度和频率增强,人类社会将面临更高的灾害风险,而且随着经济的发展,重大气象灾害经济损失不断加大,必须加强研究、应对和防御。由于极端天气气候事件致灾程度取决于事件本身的性质和强度、还取决于孕灾环境、载体体脆弱性和防灾能力等,因此需要从以下方面加以应对。

1)有必要建立高影响极端事件的指数和指标体系,加强高影响的极端天气气候事件发生发展过程监测、研究和预警。随着研究的深入,科技工作者

逐渐认识到探究极端天气气候事件形成机理的重要性。在今后的工作中,要进一步加强高影响的极端事件监测和研究,深入探究极端天气气候事件尤其是高影响极端事件的形成机理和预测技术,不断提高我国的灾害天气气候预警水平。

2)必须加强高影响极端事件的防御能力建设。据统计,在发达国家极端事件造成的经济损失较大,而在发展中国家极端事件造成的人员伤亡较为严重,这在很大程度上与发展中国家抵抗灾害的能力较弱以及对极端事件的预警能力不足有关。因此,改善人类面对极端事件时的脆弱性和暴露度有利于提高一个国家的防灾、抗灾和减灾能力。例如,针对高温热浪天气频发,可以通过加强预警系统建设、完善公共场所的制冷设施、改善城市基础设施等加以应对;针对强降水频率和强度增加,为减少突发洪水的危害性,可加强防洪工程建设,提高建筑质量、改善城市排水系统等风险防御措施;对于重大干旱事件的增加,可通过加强节水农业技术发展、加强水资源管理的抗旱工程建设等措施减少旱灾的影响。

人类面临的气象灾害具有很大的地域性特点和经济社会影响属性,需要根据当地的实际情况,评估灾害的风险因子,因地制宜地制订风险管理措施有利于降低极端天气气候事件所带来的影响。

参考文献

- [1] IPCC. Climate change 2007: the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change [R]. UK: Cambridge University Press, 2007.
- [2] 翟盘茂,王萃萃,李威. 极端降水事件变化的观测研究[J]. 气候变化研究进展, 2007, 3(3): 144 - 148.
- [3] Groisman P, Karl T, Easterling D, et al. Changes in the probability of extreme precipitation: important indicators of climate change [J]. Climatic Change, 1999, 42: 243 - 283.
- [4] 翟盘茂,任福民,张强. 中国降水极值变化趋势监测[J]. 气象学报, 1999, 57(2): 208 - 216.
- [5] Zhai Panmao, Ren Fumin. On changes of China's maximum and minimum temperatures in 1951—1990 [J]. Acta Meteorologica Sinica, 1999, 13(3): 278 - 290.
- [6] 翟盘茂,潘晓华. 中国北方近50年温度和降水极端事件变化[J]. 地理学报, 2003, 58(增刊): 1 - 10.
- [7] 江志红,丁裕国,宋桂英. 黄淮流域夏半年旱涝概率时空分布的研究[J]. 自然灾害学报, 1998, 7(1): 94 - 104.
- [8] 李威,翟盘茂. 中国极端降水日数与 ENSO 的关系[J]. 气候变化研究进展, 2009, 5(6): 336 - 342.
- [9] 严中伟,杨赤. 近几十年中国极端气候变化格局[J]. 气候与环境研究, 2000, 5(3): 267 - 272.
- [10] IPCC. In: Intergovernmental Panel on Climate Change Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation [M]. USA: Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2011.
- [11] Peterson T C, Folland C, Gnuzza G, et al. Report on the activities of the working group on climate change detection and related reports 1998—2001 [R]. World Meteorological Organization Rep. WCDMP-47, WMO-TD 1071, Geneva, Switzerland, 2001: 143.
- [12] Manton M J, Della-Marta P M, Haylock M R, et al. Trend in extreme daily rainfall and temperature in Southeast Asia and the South Pacific: 1961—1998 [J]. Int J Climatol, 2001, 21: 269 - 284.
- [13] Klein Tank, Können G P. Trends in indices of daily temperature and precipitation extremes in Europe, 1946—1999 [J]. J Climate, 2003, 16: 3665 - 3680.
- [14] Kunkel K E, Easterling D R, Redmond K, et al. Temporal variation of extreme precipitation events in the United States: 1895—2000 [J]. Geophys Res Lett, 2003, 30: 1900, doi: 10.1029/2003GL018052.
- [15] Kostopoulou E, Jones P D. Assessment of climate extremes in the eastern Mediterranean [J]. Meteor Atmos Phys, 2005, 89: 69 - 85.
- [16] Sen R S, Balling R C. Trends in extreme daily rainfall indices in India [J]. Int J Climatol, 2004, 24: 457 - 466.
- [17] 王小玲,翟盘茂. 1957—2004年中国不同强度级别降水的变化趋势特征[J]. 热带气象学报, 2008, 24(5): 459 - 466.
- [18] Alexander L V. Global observed changes in daily climatic extremes of temperature and precipitation [J/OL]. J Geophys Res 111: D05109. doi:10.1020/2005JD006290. 2006.
- [19] Jiang Ying, Luo Yong, Zhao Zongci. Changes in wind speed over China during 1956—2004 [G]. Theor Appl Climatol, DOI:10.1007/s00704-009-0152-7. 2010
- [20] 刘燕,林良勋,黄忠,等. 基于新等级标准中国登陆热带气旋气候及变化特征[J]. 气象科技, 2009, 37(3): 294 - 300.
- [21] Xie Baoguo, Zhang Qinghong, Wang Y. Trends in hail in China during 1960—2005 [G]. Geophysical Research Letters, 2008, 35(L13801).
- [22] 陈潇潇,郭品文,罗勇. 中国不同等级雾日的气候特征[J]. 气候变化研究进展, 2008, 4(2): 106 - 110.
- [23] 高歌. 1961—2005年中国霾日气候特征及变化分析[J]. 地理学报, 2008, 63(7): 761 - 768.
- [24] Lau K M, Chang C P. Planetary Scale Aspects of the Winter Monsoon and Atmospheric Teleconnection. Monsoon Meteorology [M]. USA: Oxford University Press, 1987: 161 - 202.
- [25] 魏凤英. 气候变暖背景下我国寒潮灾害的变化特征[J]. 自然科学进展, 2008, 18(3): 289 - 295.
- [26] 钱维宏,张玮玮. 我国近46年来的寒潮时空变化与冬季增暖[J]. 大气科学, 2007, 31(6): 1266 - 1278.
- [27] 康玲,孙鑫,侯婷,等. 内蒙古地区沙尘暴的分布特征[J]. 中国沙漠, 2010, 30(2): 400 - 406.
- [28] 李栋梁,钟海玲,魏丽,等. 中国北方年沙尘暴日数的气候特征及对春季高原地面感热的响应[J]. 高原气象, 2003, 2(4): 337 - 345.
- [29] Hayes M J, Svoboda M D, Wilhite D A, et al. Monitoring the 1996 drought using the standardized precipitation index [J]. Bulletin of the American Meteorological Society, 1999, 80: 429 - 438.
- [30] 张强,邹旭恺,肖风劲,等. 气象干旱等级 [M]// GB/T 20481—2006, 中华人民共和国国家标准. 北京: 中国标准出版社, 2006: 1 - 17.
- [31] 范嘉泉,郑建非. 帕默尔气象干旱研究方法介绍[J]. 气象科技, 1984, 12(1): 63 - 71.
- [32] 翟盘茂,邹旭恺. 1951—2003年中国气温和降水变化及其对干旱的影响[J]. 气候变化研究进展, 2005, 1(1): 16 - 18.
- [33] Trenberth K E. Atmospheric moisture residence times and cycling: implications for rainfall rates with climate change [J]. Climatic Change, 1998, 39: 667 - 694.
- [34] Liu S C, Fu C, Shiu C J, et al. Temperature dependence of global precipitation extremes [J/OL]. Geophys Res Lett, 36, L17702, doi:10.1029/2009GL040218, 2009.

(下转 84 页)