

文章编号: 1673-1719 (2010) 04-0284-06



气候变化对中国沿海地区 城市群的影响

董锁成¹, 陶 澍², 杨旺舟^{1,3}, 李 飞¹,
李双成², 李 宇¹, 刘鸿雁²

(1 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101;
2 北京大学城市与环境学院, 北京 100871;
3 云南师范大学经济与管理学院, 昆明 650500)

摘要: 气候变化和城市化是使得人类更容易遭受灾害影响的两大因素, 这两个因素在城市群叠加, 使其成为容易遭受灾害侵袭并造成重大损失的高风险区。中国沿海地区五大城市群经济实力雄厚, 是国家经济社会发展的重要引擎。但其处于海-陆交互作用地带, 受海陆复合型灾害的影响, 而且承灾体庞大, 在气候变化背景下更容易遭受重大灾害损失。建议国家相关部门充分认识到沿海城市群应对气候变化影响的紧迫性, 尽快提出应对策略, 并将气候变化的影响和适应对策纳入沿海城市区域的各种社会经济发展规划。

关键词: 气候变化; 海平面上升; 城市群; 沿海地区

中图分类号: P467 **文献标识码:** A

引言

联合国国际减灾战略 (ISDR) 发言人布瑞吉特·里奥尼 (Brigitte Leoni) 指出, 气候变化和城市化是使得人类更容易遭受灾害影响的两大因素^[1]。气候变化使人类面临更多的灾害威胁。近十年来, 气候变化引起的风暴、洪水、干旱等灾害的发生频率和严重性明显增加, 对经济、健康、安全等方面的威胁日益加剧, 已成为世界当前最突出的环境问题。同时, 随着城市化进程的加速, 人口、产业向城市集中, 城市成为规模庞大的承灾体, 更容易遭受灾害影响并造成重大损失。

城市群可以充分发挥集聚、辐射和联动效应, 在国家发展格局中占有非常重要的地位。另外, 中国人多地少的国情, 也在一定程度上决定了城市化的空间格局向紧凑型、集群化趋势发展。近年来, 中

国城市化的方针发生了重大调整。国家“十一五”规划纲要提出以特大城市和大城市为龙头, 发挥中心城市作用, 形成若干用地少、就业多、要素集聚能力强、人口分布合理的新城市群。城市群人口、产业、基础设施高度集中, 使得气候变化和城市化这两大因素使人类更容易遭受灾害影响的因素叠加, 引发灾害链、灾害群的可能性增加, 成为容易遭受灾害侵袭并造成重大损失的高风险区。

目前, 国内外在气候变化与城市区域关系的研究中, 主要聚焦于城市区域温室气体排放对气候变化的贡献和负面影响方面, 而对气候变化对具体城市区域影响的综合研究较少。中国政府发布的《气候变化国家评估报告》、《中国应对气候变化国家方案》、《中国应对气候变化的政策与行动》等报告和文件中, 有关气候变化对具体城市区域的生物物理过程、社会经济过程、资源基础以及城市功能、形

收稿日期: 2009-10-06; 修回日期: 2010-01-21

资助项目: 中国科学院西部行动计划项目(中国气候与环境: 2012)

第一作者: 董锁成 (1962—), 男, 研究员, 主要从事区域生态经济和区域可持续发展研究。通信作者: 杨旺舟, E-mail: yangwz.08b@igsnr.ac.cn

态变化等影响的系统研究涉及甚少。积极进行气候变化对城市群影响的探讨,具有重要的战略意义。

1 沿海地区城市群概况

目前,我国已基本形成了10个城市群。其中,沿海地区有长江三角洲、珠江三角洲、京津冀3个全国一级城市群以及山东半岛、辽中南2个次级城市群。五大城市群的区位优势明显,经济实力雄厚,成为国家经济社会发展的重要引擎(表1)。随着经济全球化和区域经济一体化加深,它们正逐步成为参与国际分工与合作的主要力量。

2 气候变化对沿海地区城市群的影响

沿海地区五大城市群处于海-陆交互作用的脆弱敏感地带,受海-陆复合型灾害的影响,洪水、台风、海啸、风暴潮等突发性灾害以及海岸侵蚀、海水入侵、土地盐碱化、湿地生态退化等缓发性灾害叠加,成为自然灾害的高发区。五大城市群人口、产业和设施密集,容易造成重大损失。在气候变化背

景下,海平面上升,洪水、台风、海啸、风暴潮的发生频率和强度增加,海岸侵蚀、海水入侵、土地盐碱化加剧。同时,气候变化对城市群所在区域的生态、环境、农业、供水、交通等产生一系列影响,使城市受到间接威胁。气候变化将使五大城市群成为全国受气候变化影响最大的地区,部分城市甚至会面临难以预测的巨大灾害风险。

2.1 滨海城市遭受洪水威胁和低地被淹没的巨大风险

沿海地区由于所处地理位置、地形和季风气候等因素的影响,洪灾频繁发生,成为全国遭受洪水危害频数最多、影响范围最广的3个洪水多灾区之一^[12]。王静爱等^[13]对中国城市人口在60万以上的70个城市进行研究,结果表明天津、广州为水灾最危险的城市,大连、唐山、青岛、苏州、无锡、扬州、深圳、珠海等为水灾高度危险的城市,这些城市都处在沿海各大城市群的核心区。在气候变化背景下,受海平面上升以及风暴潮、台风、暴雨等灾害的影响,五大城市群濒海的天津、上海、广州等城市将成为受洪水威胁和低地被淹没的高风险区。

表1 中国沿海地区五大城市群及其基本特征

Table 1 Five urban agglomerations in coastal region of China and their basic characters

名称	范围	地理位置	基本特征
辽中南城市群	以沈阳、大连为中心,包括鞍山、抚顺、本溪、营口、辽阳7个城市	位于辽东半岛和环渤海经济圈北缘	面积6.46万km ² ,人口2433.80万人,GDP 9765.35亿元,分别占全省的43.88%、57.51%和88.59%。农业发展条件较好,自然资源丰富,重工业基础雄厚
京津冀城市群	以京、津为中心,包括唐山、秦皇岛、保定、张家口等10个城市	位于华北平原北部,濒临渤海	面积16.68万km ² ,人口6722.77万人,GDP 22711.05亿元,分别占全国的1.74%、5.09%和9.10%。科技智力密集,重工业发达,经济实力居全国城市群第3位
山东半岛城市群	包括济南、青岛、烟台、淄博、威海、日照等8个城市	位于黄河经济带和环渤海经济区交汇点	面积7.40万km ² ,人口4010.56万人,分别占全省的46.93%和42.91%。GDP 17108.16亿元,占全国的6.80%。是山东省发展最快的地带,经济实力居全国城市群第4位
长江三角洲城市群	以上海为核心,包括南京、苏州、无锡、镇江、南通、杭州、宁波、嘉兴等16个城市	位于长江和沿海发展一级轴线交汇点,跨江苏、浙江、上海两省一市	面积11.01万km ² ,人口9749万人,分别占全国的1.15%和7.38%。GDP 46862亿元,占全国的18.78%。是中国城市分布最密集的地区,经济实力居全国城市群第1位
珠江三角洲城市群	以广州、深圳为中心,包括珠海、佛山、惠州、东莞、中山等9个城市	位于广东省中南部珠江出海口,毗邻港澳	面积5.47万km ² ,人口2872.5万人,分别占全省的30.45%、35.22%。GDP 25606.87亿元,占全国的10.26%。是中国重要的制造业基地,经济实力居全国城市群第2位

注:数据是根据《中国统计年鉴2008》以及相关省(市)的2008年《统计年鉴》计算得出^[2-11]。

2.1.1 沿海城市的低洼地区面临被淹没的巨大风险

气候变化引起海平面绝对上升。近30年来,中国沿海海平面总体上比1978年上升了90 mm,平均上升速率为每年2.6 mm,高于全球平均水平。其中,天津沿岸海平面上升最快,上升幅度达196 mm;上海次之,为115 mm;辽宁、山东、浙江上升均在100 mm左右,福建、广东为50~60 mm^[14]。预计未来30年,中国沿海海平面将比2008年升高80~130 mm^[15]。尽管各海区海平面变化幅度不同,但未来海平面上升值均较大(表2)。海平面上升非常缓慢,是一种长期的、缓发性灾害,但这种趋势很难阻止,并且几乎无法逆转。

表2 中国四海区海平面变化(单位:mm)

Table 2 Sea level changes in the four sea areas of China (unit: mm)

海区	过去30年上升值 (相对于1978年)	未来30年预测上升值 (相对于2008年)	未来30年上升值 (相对于1978年)
渤海	118	68~120	186~238
黄海	87	89~130	176~217
东海	86	87~140	173~226
南海	72	73~130	145~202

注:数据来源于《中国海平面公报2007》、《中国海平面公报2008》。

五大城市群中深圳、广州、上海、苏州、青岛、天津等大城市濒临海岸,海拔普遍较低,大部分仅2.0~3.0 m。天津市区近一半地区海拔不足3.0 m,塘沽东大沽一带海拔仅0.5~1.0 m,塘沽海滨公园海拔低于海平面。长江三角洲地势低平,北起灌河口,南至钱塘江口,有11000 km²海拔不超过2.0 m。上海海拔1.8~3.5 m。珠江三角洲大部分地区海拔不到1.0 m,约13%的土地在海平面以下。广州、中山、珠海等城市大部分地区处在当地平均高潮位以下,依靠堤围防护。由于城市土地资源紧缺,沿海城市普遍向低洼的滨海地段扩展,甚至通过填海造地来增加城市建设用地,例如唐山曹妃甸、天津滨海新区、上海临港新城等。国际上一般认为,海拔5.0 m以下的海岸区域为易受海平面上升、风暴潮灾害影响的脆弱区和危险区^[16]。由于上述原因,沿海城市群低洼地区面临被淹没的巨大风险。

2.1.2 洪水和风暴潮威胁大大增加

风暴潮、洪水是威胁沿海城市群的主要突发性灾害。风暴潮灾害的空间范围一般为10~1000 km,时间尺度约为1~100 h。当风暴潮位超过当地警戒水位2.0 m时,将发生特大风暴潮,死亡人数可能达千人以上或直接造成20多亿元的经济损失。2008年,沿海地区共发生风暴潮25次,直接经济损失192.24亿元^[17]。

由于气候变化、海平面上升、滨海湿地退化等原因,城市群面临洪水和风暴潮的威胁大大增加。首先,气候变化引起台风、风暴潮等海洋灾害发生频率和强度增加。其次,地下水超采严重以及大型建筑物群增加了地面负载,引起上海、天津等滨海城市地面沉降,海平面相对上升加快。1959—1992年,天津市区累计最大沉降量达2.7 m,沉降量大于1.5 m的面积由1978年的3 km²增加到1992年的133 km²^[18]。1921—2000年,上海市中心城区地面平均累计下沉约1.89 m,平均每年累计下沉23.63 cm,最大累计沉降量达到2.63 m,沉降面积约400 km²^[19]。城市地面沉降是一种连续的、渐进的、累积的过程,其发生范围大且不易察觉,但经过逐年积累,导致临海城市地面高程损失,并与海平面绝对上升叠加,使海平面上升加快。海平面上升导致潮位升高,使入海河流的河道比降下降,城市排水系统自流排水困难,河流淤积加重而排洪困难,容易造成城区严重内涝。其次,海平面上升导致天津、上海、广州等沿海城市海堤和挡潮闸的防潮能力降低,洪水、风暴潮灾害威胁增加。再次,海湾围垦、填海造地使滨海湿地萎缩,储水分洪、抵御风暴潮的缓冲区面积缩小,导致洪水、风暴潮灾害对滨海城市的威胁增加。

2.2 海水入侵和水质污染加重

海平面上升和地面沉降相叠加,使相对海平面上升加快,导致潮位升高,海水沿江河上溯距离增加,或入侵陆地地下淡水层的范围扩大。由于气候变暖,枯水期长江、珠江、黄河等来水减少甚至河流断流,海水借助潮汐作用倒灌江河,沿河上溯距离和范围增加,尤其河口区海水入侵程度加剧。南水北调工程还将导致长江下游输水量进一步减少,

未来海水倒灌对长江河口和沿岸城市的影响不可低估。沿海城市群地下水超采严重,地下水水位负值区(漏斗区)范围扩大,海水沿地下含水层入侵加重,造成地下水水质恶化,滨海土地盐碱化加重,城市淡水供需矛盾加剧。例如,大连市因地下水超采,形成地下水位低于海平面 5~25 m 的漏斗区,海水入侵面积达 28816 km²。上海滨海地段和岛屿外围土壤盐碱化,盐碱土总面积占全市陆域面积的 9.6%。珠江三角洲的珠海、中山、东莞、广州东部受咸潮影响较大。

沿海城市群由于工业化和城市化,工业废水和生活污水排放强度增大。另一方面,相对海平面上升使入海河流的河道比降下降,城市排污困难加大,受污染河水将更难排入海中而滞留在城区内的河道内,造成河流污染严重。上海地处长江河口,黄浦江贯穿上海中心城区。来自长江流域的污染物因江流推力不足而不能顺利排入大海,上海市排入黄浦江的污水也因长江口涨潮潮流的顶托而排放困难,导致上海水质污染严重。随着上游来水减少和海平面上升,这一情况可能进一步加重。

2.3 海岸和河口三角洲侵蚀更趋严重

随着海平面上升和台风、风暴潮等海洋灾害加剧,沿海城市海岸侵蚀加剧,使海滩、码头、护岸堤坝、防护林受到破坏和威胁。海平面上升导致潮位上升、强潮频率增多、潮差加大,海岸侵蚀加剧。根据 Bruun 法则,海平面上升会破坏原有的沉积-侵蚀平衡而造成海岸蚀退。潮位上升,导致侵蚀基准面上升,原来处于平衡状态的海岸剖面不适应新的动力条件,从而塑造新的剖面,并改变沿岸的冲积过程,导致海岸侵蚀加速。风暴潮侵袭期间,水位大幅度上升,并伴有大浪,持续时间长,加强了海浪的破坏能力和沿岸输沙能力,往往造成严重海岸侵蚀。随着气候变化,江河水量减少,加上大中型水库沿河截水拦沙,使入海河口的水沙量大大减少,导致河口三角洲及近海海岸侵蚀加速。海岸侵蚀严重,对大连、秦皇岛、青岛等滨海旅游城市发展造成很大影响。秦皇岛市海岸线长 124.3 km,市区海湾段近几十年来受海水侵蚀后退。北戴河海滨

浴场由于受到海水侵蚀,滩面变窄。20世纪70年代以前,长江年入海泥沙近5亿t,近30年来,入海泥沙呈明显减少趋势,90年代比60年代减少了1/3,比80年代减少了1/5,2000年入海泥沙为3.4亿t^[20]。随着上游水量减少以及葛洲坝、三峡大坝拦江蓄水,长江口及其附近海岸的淤积将减慢而侵蚀加速。

2.4 港口和河道航运受到威胁

海平面上升破坏海岸区侵蚀堆积的动态平衡,改变海岸附近沙堆的分布,或导致泥沙的堆积逐渐占优,引起航道淤塞,使海港水深降低,妨碍其功能的正常发挥,甚至使其报废。海平面上升而海岸抬升,海蚀阶地发育,导致港池、航道水深不够而港口废弃。海平面上升和地面沉陷,港口码头泊位和仓库高程降低,易受到风暴潮影响。随着海平面上升,长江、珠江等河面上升,河上桥洞净空减少,可能导致不能通航大型船舶,影响河道航运。港口和河道航运是沿海城市群发展的生命线,沿海五大城市群从北到南,分布着旅顺、大连、秦皇岛、天津、烟台、威海、青岛、连云港、上海、舟山、深圳、广州等港口。港口和河道航运受到威胁,会造成沿海城市对外交通联系减弱,对沿海城市群发展将产生严重影响。

3 趋势及建议

中国是世界上人口最多的国家,2008年人口已达到13.28亿人,人口基数大,且增长较快。依据城市化过程的S型曲线规律^[21],当城市化水平超过30%以后,城市化进程进入加速发展阶段。2008年,中国城镇人口6.07亿,城市化率达到45.68%,正处于城市化的快速发展阶段,人口、产业加速向城市群迁移和集聚。据有关资料预测,2030年中国人口将达到15.50亿人,城市人口9.30亿人;2050年中国人口将达到15.87亿人的高峰,城市化率将达到75.60%,城市人口将达到11.99亿人^[22-23]。沿海地区是中国经济发展的重心和人口高度集聚区,随着城市化水平的提高,城市数量和城市规模将进一步扩大,除北京、上海外,广州、深圳、天津等沿海城

市可能发育成千万人口的巨型城市。尤其随着全球化和信息化的迅速发展、生产的全球重构与转移以及交通网络基础设施完善,现有城市群将加快发展,长江三角洲、珠江三角洲、京津冀城市群可能通过空间联合而发育成大都市连绵区。此外,还可能形成台湾海峡西岸、广西北钦防等新的沿海城市群。

随着城市化进程加快,城市下垫面性质改变以及热释放、大气污染、水污染而导致城市区域淡水短缺、环境污染、生态退化等问题日趋显现,城市热岛效应加强。气候变化背景下,这些问题可能强化甚至恶化,沿海城市群未来面临的环境和灾害问题可能更趋于复杂。

基于上述分析,建议国家相关部门充分认识到沿海城市群应对气候变化影响的紧迫性,并在以下几个方面展开积极行动:

(1) 重视研究沿海地区特定城市大气-生态-环境-社会-经济对气候变化的响应及相互作用机制,并在气候变化对沿海地区城市群的影响路径、影响机制、脆弱性以及适应性等方面进行深入而系统的研究。对气候变化沿海地区城市群影响进行预测和评估,尽快提出适应和减缓对策。

(2) 加强海平面变化的监测 加强城市环境遥感监测系统、灾害预报与防灾减灾体系、突发性灾害预警和应急体系建设。加强沿海城市及河口堤防工程的建设,提高防潮标准。

(3) 将气候变化对城市的影响、适应对策及灾害管理作为重要内容,列入沿海城市区域的各种社会经济发展规划中,提高城市应对气候变化影响的能力,尽量避免和减少当前和未来气候变化对城市群的威胁与影响。 ■

参考文献

[1] 联合国电台 (United Nations Radio). 气候变化和城市化使人类更需增强减灾措施 [EB/OL]. 2007-05-25 [2009-06-20]. <http://www.unmultimedia.org/radio/chinese/detail/118165.html>

[2] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴 2008 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2008

[3] 辽宁省统计局. 辽宁统计年鉴2008 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2008

[4] 北京市统计局, 国家统计局北京调查总队. 北京统计年鉴 2008 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2008

[5] 天津市统计局. 天津统计年鉴2008 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2008

[6] 河北省人民政府办公厅, 河北省统计局. 河北经济年鉴 2008 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2008

[7] 山东省统计局, 国家统计局山东调查总队. 山东统计年鉴 2008 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2008

[8] 上海市统计局. 上海统计年鉴2008 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2008

[9] 浙江省统计局, 国家统计局浙江调查总队. 浙江统计年鉴 2008 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2008

[10] 江苏省统计局, 国家统计局江苏调查总队. 江苏统计年鉴 2008 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2008

[11] 广东省统计局, 国家统计局广东调查总队. 广东统计年鉴2008 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2008

[12] 杨桂山, 施雅风. 中国海岸地带面临的重大环境变化与灾害及其防御对策 [J]. 自然灾害学报, 1999, 8 (2): 13-20

[13] 王静爱, 王珏, 叶涛. 中国城市水灾危险性与可持续发展 [J]. 北京师范大学学报 社会科学版, 2004 (3): 138-142

[14] 国家海洋局. 中国海平面公报2008 [EB/OL]. 2009-03-12 [2009-07-26]. <http://www.soa.gov.cn/hyjww/hygb/zghpmbg/2009/03/1225332553131587.htm>

[15] 国家海洋局. 中国海平面公报2007 [EB/OL]. 2008-01-22 [2009-07-26]. <http://www.soa.gov.cn/hyjww/hygb/zghpmbg/2008/01/1200912279807713.htm>

[16] 沈文周. 中国近海空间地理 [M]. 北京: 海洋出版社, 2006: 370-398

[17] 国家海洋局. 中国海洋灾害公报2008 [EB/OL]. 2009-03-12 [2009-07-26]. <http://www.soa.gov.cn/hyjww/hygb/zghyzhgb/2009/03/1225332553248057.htm>

[18] 中国科学院地学部. 海平面上升对中国三角洲地区的影响及对策 [M]. 北京: 科学出版社, 1994: 111-118

[19] 姚士谋, 陈爽, 年福华, 等. 城市化过程中水资源利用保护问题探索——以长江下游若干城市为例 [J]. 地理科学, 2008, 28 (1): 23-26

[20] 李培英, 杜军. 中国海岸带灾害地质特征及评价 [M]. 北京: 海洋出版社, 2007: 75-78

[21] Northam R M. Urban Geography [M]. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 1979: 5-66

[22] 董锁成. 21 世纪中国可持续发展新论 [M]. 西安: 陕西人民出版社, 1999: 76

[23] 《中国设市预测与规划》课题组. 中国设市预测与规划 [M]. 北京: 知识出版社, 1997: 140-166

Impacts of Climate Change on Urban Agglomerations in Coastal Region of China

Dong Suocheng¹, Tao Shu², Yang Wangzhou^{1,3}, Li Fei¹,
Li Shuangcheng², Li Yu¹, Liu Hongyan²

(1 Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China; 2 College of Urban and Environmental Sciences, Peking University, Beijing 100871, China; 3 College of Economics and Management, Yunnan Normal University, Kunming 650500, China)

Abstract: Climate changes and urbanization are two main factors making human beings more vulnerable to disasters, and the two factors superimpose with each other in urban agglomeration. Furthermore, population, industry and infrastructure are highly centralized in urban agglomerations, which would become the high-risk areas being vulnerable to disasters and easily suffering great losses. Five urban agglomerations in the coastal region of China have strong economic strength and are important engines for driving economic and social development. On the other hand, they are located in the interaction area of land and sea, and suffer from the double impacts of sea and land disasters. Moreover, the disaster-bearing bodies of five urban agglomerations are too big, and accordingly they easily suffer great losses under the background of climate changes. For the reason mentioned above, national related departments should fully realize the urgency of coping with the impacts of climate changes on urban agglomerations in the coastal region, put forward coping strategies as soon as possible, and take into account the impacts and adaptive measures in socio-economic development plans of the coastal urban areas.

Key words: climate change; sea level rise; urban agglomeration; coastal region

信息与动态

极端天气气候事件项目中期进展研讨会召开

2010年5月9—10日,“我国主要极端天气气候事件及重大气象灾害监测、检测和预测关键技术研究”项目中期进展研讨会召开。来自国内20余个单位的70多位课题组成员济济一堂,项目负责人肖子牛研究员主持了会议。

该项目是“十一五”国家科技支撑计划重点项目,是由中国气象局组织,联合教育部、中国科学院、水利部、国土资源部等部委合作开展的科技攻关项目。

自2008年12月启动以来,初步建立了干旱、高温、低温、暴雨、台风等5种极端天气气候事件的监测技术和指标体系;分析了极端事件发生频次、强度和时空分布特征的变化规律和趋势;建立了极端气温与降水时空群发性图集及极端事件灾情数据库,发布了历史气象灾情普查数据1.0版本;研制了国家标准《暖冬等级》,获国家标准化管理委员会批准发布;初步建立了极端气候事件动态监测、量化影响评估、预警系统和灾害风险综合管理系统,相关研究成果在《气候变化国家评估报告》等编

写中得到较广泛应用;研究了极端高温和干旱事件的群发性、前兆信号捕捉和可预测性,改进气候模式系统参数化并开展了极端气候事件模拟试验,成功预测了2009年6月东北严重冷夏的极端低温事件;课题有关研究成果已为国家气象灾情分析和防灾减灾决策提供依据。项目在论文成果和人才培养方面也取得了突出的进展。

会上,6个课题负责人分别报告了课题中期研究进展,并展开深入讨论,取得如下成果:1)进一步统一思想,确定了以国家需求为研究重点,特别对项目执行期间发生的重大天气气候事件,如西南地区特大干旱、大范围冷事件和东北低温等极端事件的形成机理进行集中分析;对未来10~20年东亚雨带的年代际变化趋势进行预估研究,为政府部门决策提供科学依据。2)成立了业务系统研发攻关组,加快业务系统建设。3)明确了极端气候事件指标体系建设与极端事件机理分析相结合的思路,推进科研成果业务转化,实现课题间有机结合。

中国气象局国家气候中心 张雁