

正视气候变化影响 坚持减缓适应并重

陈燕 徐萌

江苏地处中国大陆东部沿海地区中部，滨江临海，湖泊众多，地势平坦，属于东亚季风气候区，处于亚热带和暖温带的气候过渡地区，是受气候变化影响明显的区域。2022年4月，《江苏省“十四五”应对气候变化规划》正式出台，成为全国较早公布的省级应对方案之一。这既是我省为全国生态文明建设率先探路的先行担当，也是主动适应气候变化、建设气候适应型社会的自觉行动，为经济社会转型发展预留更多的时间和空间。

全省气候变暖特征显著，年降水量波动上升

根据全省70个国家地面气象站的观测，显示出气温的迅速上升趋势。1961—2021年间，江苏省多年年平均气温为15.2℃，平均每10年增加0.31℃，呈显著上升趋势。在前30年期间（1961—1990年），年平均气温为14.7℃；在近31年期间（1991—2021年），年平均气温上升为15.7℃。2021年的年平均气温为历史最高值16.7℃；2007年和2017年同为历史次高值，为16.4℃，均出现在这段时期（图1）。全省年平均最低气温和最高气温在1961—2021年也呈显著上升趋势，平均每10年分别增加0.37℃和0.26℃。年平均最低气温增温速度大于年平均气温和年平均最高气温的增温速度。

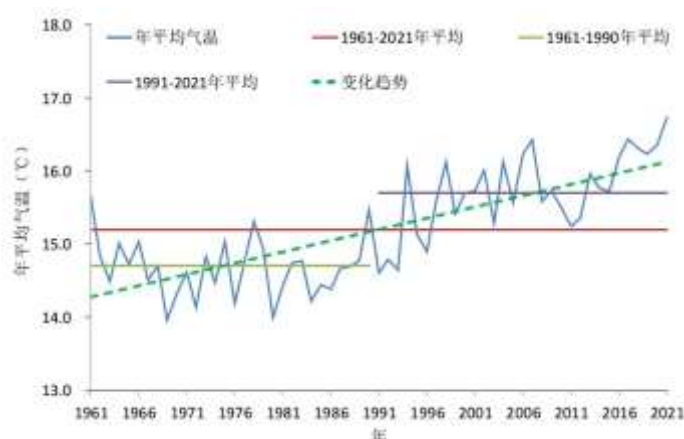


图1 江苏省年平均气温变化

江苏省年降水量在1961—2021年间呈现波动上升趋势。年降水量多年平均值为1034.0毫米，近61年平均每10年增加24.9毫米；年降水量年际变化明显，最大值（2016年，1519毫米）是最小值（1978年，564.9毫米）的2.7倍。前30年期间的平均年降水量为997.5毫米；近31年为1069.4毫米，在年降水量前十位的年份中，有7年出现在这段时期（图2）。年降水日数多年平均值为109.8天，在1961—2021年期间呈微弱减少趋势，平均每10年减少0.6天。

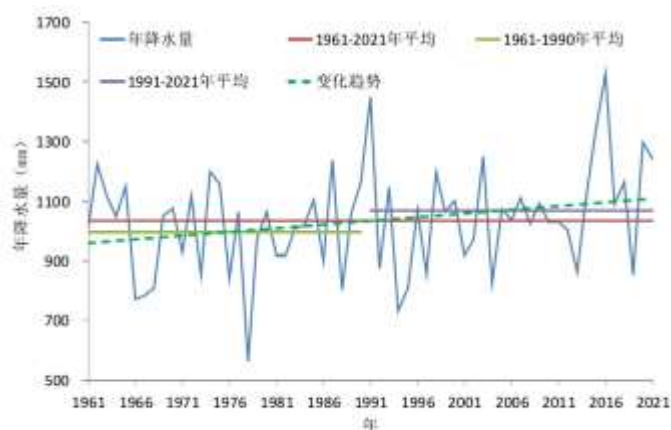


图2 江苏省年降水量变化

通过遍布全省多地的大气温室气体观测站网，省气象部门对重点区域大气中二氧化碳、甲烷浓度开展的持续高精度监测，以及中国气象局温室气体及碳中和监测评估中心江苏分中心（江苏省气象局组建）应用高分辨率碳同化反演模式开展的温室气体及碳中和监测评估分析，全省近年来大气二氧化碳浓度呈波动上升趋势，总体高于全球平均值，也高于世界气象组织在中国设立的瓦里关全球大气本底站的观测结果。

极端气候事件频发，气象灾害时有发生

全球气候不稳定性加剧，各地极端天气气候事件趋多增强。江苏是我国受气象灾害影响较频繁的省份之一，气象灾害种类多、出现频率高、影响范围广。

1961—2021年，江苏高温日数多年平均值为8.9天，近61年高温日数平均每10年增加1.3天；在高温日数前十位的年份中，有5年出现在2010年以后。年极端高温总体呈轻微上升趋势，平均每10年升高0.2℃。2013年7月至8月出现罕见大范围持续性高温天气，其最高气温高、范围广、持续时间长：全省平均高温日数32天，苏南大部分地区累计高温日数达40天以上；全省有21站极端最高气温超过40℃；2013年8月12日溧水最高气温41.6℃，是江苏省历史最高值。今年，我省到目前为止已出现3轮大范围连续高温天气，且是我省首次在6月中旬就出现持续高温过程，刷新了历史最早纪录。

1961—2021年，江苏低温日数多年平均值为55.3天，近61年低温日数平均每10年减少5.5天。年极端低温呈明显升高趋势，平均每10年增加0.8℃。虽然低温事件总体减少，但强寒潮事件时有发生，诱发雨雪冰冻灾害。2016年1月，世纪寒潮影响我省，多地出现明显雨雪天气，全省绝大部分站点48小时降温幅度达寒潮标准，过程极端最低温度出现东海，达-15.6℃；东海、响水、建湖、西连岛、海门等地创建气象站点以来观察到的1月历史最低值。

1961—2021年，江苏大雨日数、暴雨日数、大暴雨日数均呈增加趋势，易发暴雨洪涝。年大雨日数、暴雨日数、大暴雨日数的年均值分别为10.8天、3.4天和0.6天，近61年均呈增加趋势，平均每10年分别增加0.29天、0.19天和0.1天。年最大日降水量、年最大小时降水量呈波动上升趋势，平均每10年分别增加3毫米和4.6毫米。连云港南部和盐城北部是暴雨和大暴雨发生频次最高的地区，2000年8月30日，响水出现了699.7毫米的江苏历史最大日降水量。

江苏四季均可能有干旱发生，易旱区在淮北和灌溉条件相对较差的宁镇丘陵地区。跨季连旱的危害最为显著，损失也最大。2011年1月至6月中旬、2019年夏秋至2020年春季、2022年春，江苏省降水量均明显偏少，全省大部分地区出现不同程度的气象干旱，淮河出现断流，江河、湖泊水位异常偏低，水体面积明显减少，水产养殖业及农业生产遭受损失，水运和生态环境受

到影响。

近年来，龙卷、冰雹、大风、雷电等强对流天气呈现频率高、强度大的特点，夏季发生频率较高。2016年6月23日14时至15时，盐城阜宁、射阳等地发生历史罕见的龙卷、冰雹、雷电等强对流天气，地面观测到的最大风速为34.6m/s，经过综合研判发生了强度达到EF4级的龙卷。2021年4月29日至5月1日，我省大部分地区遭受大风、冰雹等强对流天气袭击，23个基本气象站出现8级以上极大风速，盐城市区则观测到极大风速为53.7m/s；9市出现冰雹，最大冰雹直径3—5厘米。

气候变化影响范围广，负面趋势加剧

造成严重经济损失。江苏每年因气象灾害及其次生灾害所造成的直接经济损失约占全省自然灾害损失的70%以上。虽然近年来我省气象防灾减灾成效显著，但是由于GDP总量大，单位面积GDP居全国省区之首，所以一次气象灾害往往也能造成比较大的经济损失。1991年夏季江苏淮河一线以南的百年罕见特大洪涝灾害，造成全省直接经济损失237.6亿元；2011年长达6个月的冬春夏连旱，造成全省直接经济损失22.7亿元；2016年的盐城龙卷造成99人死亡，846人受伤，是江苏历史上导致死亡人数最多的龙卷；2021年4月底至5月初的突发强对流天气，造成2.7万人受灾，直接经济损失1.64亿元。

威胁城市生命线。江苏城镇化率在全国位居前列，2021年达到73.94%，其中南京最高已达86.9%。气候变化对城市生命线的安全运营已经产生明显影响，强降水事件增多导致的城市内涝风险增加就是其中一个典型影响。全省降水的年代际波动明显，尤其在最近30年，降水量和降水日数显著增多，降水强度大。受其影响，全省各城市的年径流总量控制率分区总体变大，对应的日设计降水量的上限值和下限值均增加，例如南京海绵城市日设计雨量的上限值近年来波动上升，平均每10年增加1毫米，在1990年的日设计雨量是34.9毫米，到2020年，如果要达到同样效果，需上升至39.6毫米。强降水事件增多不仅显著提高了海绵城市建设的设计参数，还倒逼各地加快重新修订暴雨强度公式的步伐。如果不考虑气候变化对极端降水的影响，还按照原来的标准设计雨水管网、建设海绵城市，将无法有效实现雨水的渗、滞、蓄、净、用、排，增加城市内涝发生的风险。

影响粮食安全生产。江苏是农业大省，2021年种粮面积8141.3万亩，居全国第9；总产749.22亿斤，居全国第8。在气候变暖背景下，主要农业气象灾害时空分布及危害程度也发生明显变化，严重威胁粮食安全生产。2021年1月我省遭受2次强寒潮，冬小麦冻害面积创近20年之最；2021年水稻由于受搁田期连阴雨寡照、9月温度异常偏高致灌浆速度过快、10月中旬持续降雨加重稻株上部重量等因素叠加影响，导致全省约260万亩水稻发生倒伏。受气候变暖、农业结构、种植制度和品种变化等综合影响，农作物病虫害发生规律出现了新的变化，特别是20世纪80年代以来，灾害发生面积和发生频率逐年增长，发生程度逐年加重；主要粮棉油作物、蔬菜、果树等作物的生物灾害都呈现出频率高、强度大、危害日益严重的态势。近12年中有6年赤霉病呈大流行，在2012、2015、2016年，全省赤霉病发病面积占小麦种植面积的三分之二左右，自然发病下减产2—3成，高的超过5成、甚至绝收，且毒素超标严重。

影响太湖生态环境。气候变化和水质富营养化是近几十年来太湖蓝藻水华增多趋重的两个重要原因。在营养盐浓度充足的情况下，气温、风、光照、降水等气象因子都会对太湖蓝藻的生长和水华的形成产生重要的影响。在全球气候变暖的大背景下，近几年太湖区域年平均气温持续偏高，2021年太湖区域年平均气温17.7℃，再创历史新高，虽然气象条件总体有利于蓝藻水华形成，但是得益于防控力度加大，措施得当，2021年太湖蓝藻水华发生程度较2020年明显减轻，为近五年最轻。

气候变暖持续，减缓适应缺一不可

现有研究表明，全球变暖趋势仍将持续，极端天气气候事件发生频次和强度可能继续增加，气候变化影响和风险也会持续扩大，对自然环境、生态系统、人类生活、社会生产带来持久的影响。我国一直坚定实施积极应对气候变化的国家战略。2022年6月，17部门联合印发《国家适应气候变化战略2035》，正式提出减缓和适应是应对气候变化的两大并重策略。适应是通过加强自然生态系统和经济社会系统的风险识别与管理，采取调整措施，充分利用有利因素、防范不利因素，以减轻气候变化产生的不

利影响和潜在风险；减缓是通过能源、工业等经济系统和自然生态系统较长时间的调整，减少温室气体排放，增加碳汇，以稳定和降低大气温室气体浓度，减缓气候变化速率。

一是对气候变化的事实和影响进行全面的监测。在全省湖泊、湿地、农田等典型生态区建立综合观测平台，增强动量、热、水等能量和物质通量观测，拓展多气候区物候观测，形成多圈层的立体、开放、交互的气候综合监测系统。完善全省风能太阳能资源的精细化观测站网。建设长三角高强度人类活动圈内本底大气的长期、综合观测超级站点，开展观测分析评估。加强全省温室气体站观测能力建设，完善站网布局，强化全省温室气体及碳中和的监测和评估分析能力，助力实现“双碳”目标。

二是强化极端天气气候事件的预报预测和预警。深化气候变化事实、过程和机理研究，推进气候系统相互作用机制研究。增强对全省极端气候事件变化趋势认识能力，加强气候变化背景下全省多尺度极端天气机理和预报方法研究。完善全省临近、短时、短中期到中长期的无缝隙、精准化的天气气候预报预测业务体系，完善全省气象灾害风险评估体系，建立灾害风险预防机制，健全全省气象灾害风险防范体系。

三是对气候变化的影响和风险进行动态评估决策。强化全省粮食安全、生态环境、水资源、林业、公共卫生、海岸带等敏感行业和重点领域的定量化、动态化气候变化影响和风险评估。加强气候变化对我省排水、供水、供电、交通等城市生命线系统的设计、建设、维护标准的综合评估，建设气候适应性社会。持续全省开展开发区、重大工程项目的气候可行性论证评估，加强风能太阳能等气候资源的精细化评估，建立我省气候生态承载力评估技术体系。开展长三角一体化战略区域、长江经济带发展战略区域、淮河流域的气候变化风险评估，提升重大战略区域适应气候变化能力。