

翟盘茂. 全球变暖背景下的气候服务[J]. 气象, 2011, 37(3): 257-262.

全球变暖背景下的气候服务^{*}

翟盘茂

中国气象科学研究院灾害天气国家重点实验室, 北京 100081

提 要: 气候与人的关系密不可分。气候学本身就是人类认识自然、利用气候的科学。最近五十多年, 地球气候明显地受到了人类活动的影响, 而变化的气候又通过各种途径影响人类的生产和生活。21 世纪人类必须高度重视并积极应对气候变化及其相伴随的各种极端天气气候事件。通过进一步加强气候监测, 加强气候科学研究和模式研发, 迅速提升气候预测能力, 并通过加强建立与用户之间的伙伴关系, 建立气候服务系统, 从而不断提高服务水平, 以适应日趋严峻的气候变化。

关键词: 气候变化, 极端事件, 气候服务, 用户界面

Climate Service Under Climate Warming Background

ZHAI Panmao

State Key Laboratory of Severe Weather, Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081

Abstract: Climate and human are closely related in essence. Human society has a long history of adaptation to the earth climate. Climatology is a science of humankind understanding the nature and applying climate resource. Since the late 1950s, global climate has been very likely impacted by human being. Further, changing climate influences human life and production through a series of complicated processes. It should be alerted that in the 21st century we should actively cope with climate change and its associated with the extreme weather and climate events. It is urgent to further enhance climate system observation and monitoring, to conduct climate research and model development to enhance climate prediction capability. More importantly, it is necessary to establish a climate service system through close cooperation with sector users in order to adapt to increasingly serious climate change and climate variability.

Key words: climate change, extreme events, climate service, user interface

引 言

气候作为人类赖以生存的一种自然资源, 对人类的福祉和人类社会的繁荣至关重要。从原始时代起就存在着人类对气候的自发适应关系。随着科学的发展和人类认识水平的提高, 这种关系逐渐发展成为自觉的利用。早在春秋战国时期, 我国先贤们就对气候有了比较深刻的认识, 定出仲春、仲夏、仲秋和仲冬四个节气, 之后又逐步确定了二十四节气^[1]。随着观测仪器的诞生, 19 世纪末到 20 世纪

初期形成了经典的气候学, 研究人员开始用长期平均的概念, 以定量描述温、压、湿等气候要素的形式叙述某地气候, 并认为气候的形成主要取决于太阳辐射、海陆分布和大气环流^[2]。从 20 世纪 70 年代中期开始, 随着社会发展和科学技术的进步, 特别是计算机、卫星技术等各种气象观测仪器的应运而生, 面对各种重大气候事件, 在强烈的社会需求的推动下, 现代气候学得到迅速发展^[3]。人们认识到气候不是局地的、孤立的、不变的, 气候是具有全球联系的, 并且具有不同时间尺度的变化, 气候是气候系统的产物。

* 本文得到中国气象科学研究院基本科研业务费重点项目(2010Z001)资助
2011 年 2 月 14 日收稿; 2011 年 3 月 3 日收修定稿
作者: 翟盘茂, 主要从事气候与气候变化研究. Email: pmzhai@cma.gov.cn

1979 和 1990 年分别召开的第一、第二次世界气候大会推动了全世界气候科学和业务的快速发展。2009 年 8 月 31 日—9 月 4 日,在日内瓦又召开了第三次世界气候大会,会上回顾了 1979 年第一次世界气候大会发起的全球气候研究计划(Globe Climate Research Program, GCRP)30 年来和 1990 年第二次世界气候大会建立的全球气候观测系统(Global Climate Observing System, GCOS)在气候预测的科学基础研究和综合气候服务的制作方面所取得的显著进展。会议以“气候预测和信息为决策服务”为主题,以“为美好的未来提供更好的气候信息”为副标题,并通过了高层宣言,提出了要建立全球气候服务框架(Global Framework for Climate Services, GFCS)^[4]。可以预见,在未来几十年 GFCS 将引领气候科学与业务的快速发展,并紧密结合用户需求,与用户建立密切的合作互动关系,在把气候科研成果向业务服务能力转化,加强应对气候变化和极端事件的风险管理,及提高气候信息的经济社会应用效益等方面发挥巨大作用。

进入 21 世纪,气候变化问题受到前所未有的关注,并认识到最近五十多年来的气候变暖很可能受到了人类活动的影响,人类正在以各种方式影响着气候,使得气候变暖加速^[5-8]。同时,气候变暖在以复杂的方式影响着天气气候,气候变化也以其本身特有的方式影响着地球环境和人类社会(图 1)。可以说,气候与人类的关系也越来越紧密了。

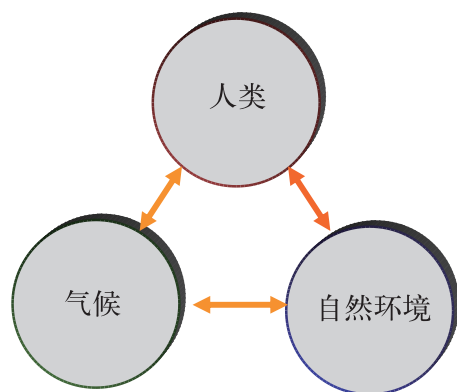


图 1 气候与人类相互影响、关系密切

Fig. 1 The relationship among climate, human and environment

本文阐述了当代的气候变化与人类的关系,基于第三次世界气候大会主要思想,阐述了在气候变化背景下如何进一步加强气候监测预测能力,提升

气候服务水平。

1 当代人类活动与气候相互影响

2011 年初,世界气象组织指出,2010 年全球平均气温与 2005 和 1998 年并列称为有仪器观测记录以来最高的年份。2010 年全球平均气温较 1961—1990 年气温平均值偏高 0.53 ℃,截至目前,全球平均气温最高的 10 个年份都是在 1998 年以后出现的(图 2)。2010 年 12 月北极海冰面积也创下最小纪录。图 2 清楚地显示出英国和美国三个不同研究机构的全球平均温度的变化情况,虽然在具体数值上略有差异(尤其是在早期),但可以明显地反映出自 1850 年以来气候始终处于年际、年代际的变化过程之中,同时在人类有仪器观测记录以来全球平均的气候存在着不断增暖的长期趋势!全球温度的变化是气候系统复杂的气候变化的一个分量,也可以认为是牵动地球系统变化的关键。越来越多的证据表明,人类活动所造成的全球变暖趋势正在加剧,已有 90% 以上的把握确信,过去五十多年观测到的大部分全球平均温度的升高是由人类活动引起的^[9]。

同时,全球变暖通过各种方式影响和威胁着人类社会。许多研究指出,气候变化对农业、水资源、自然生态系统、生物多样性和人体健康产生愈来愈重要的影响。许多国家面临着气候变化引起的海平面上升、海岸带侵蚀、海水入侵、淡水资源短缺和自然环境破坏等严峻的问题。气候变化还影响着极端天气气候事件的强度和频率,并与气象灾害产生联系^[10]。不断加强和蔓延的干旱直接危害着许多国家,特别是发展中国家。高温热浪,尤其是城市热浪已造成每年数千人死亡,特别是年老体弱者。可以说,气候变化已经是多种灾害风险的放大器,减缓与适应气候变化已经成为 21 世纪人类社会面临的共同挑战。

20 世纪 80 年代以来政府间气候变化专门委员会(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)在为用户全面、快捷地提供关于气候变化科学的最新认知方面发挥了重要作用,但在把气候变化科研成果转化为针对用户的气候服务及在将其用于造福人类社会方面所取得的进展仍然非常有限。面对全球变暖的形势,需要认真研究气候变化应对措施,进一步加强气候风险管理,提升气候服务的能力,以适应气候变化。

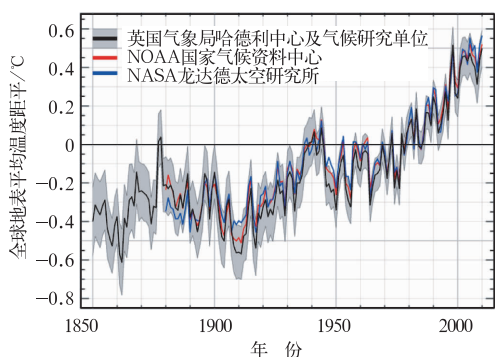


图 2 1850—2010 年全球地表平均温度的变化
逐年平均温度距平是相对于 1961—
1990 年的标准值,来源 WMO

Fig.2 The globe surface average temperature
variations between 1850 and 2010
The temperature anomalies are relative to
1961—1990 normal, source:WMO

2 气候监测预测能力直接影响服务水平提升

2.1 长期稳定、高质量的气候观测对气候和气候变化的监测预测业务、研究、应用和服务至关重要

大气、陆面和海洋的长时间观测不仅是监测变率与气候变化的重要资料基础和气候模式发展的必要支撑,而且对于评估经济和社会的脆弱性及气候变化适应政策的有效性具有十分重要的作用。基于气候系统观测资料开展的气候监测对进一步提高气

候系统及其可预测性的认识也必不可少。

鉴于人类对气候系统认识的深化和对气候变化问题强烈的关注,在第二次世界气候大会举行之后,GCOS 作为一个面向用户的长期观测系统得到了大力发展,其采取地基观测与空基观测、直接测量与遥感相结合的方法探测整个气候系统。从而,一些观测系统的退化问题得到了根本性扭转,许多新的观测系统得到建立(图 3 和 4)。其实施采取实地观测与空基观测相结合的方法探测整个气候系统包括其物理、化学、生物特性的变化,其基本气候变量(表 1)包括大气的近地面、高空要素和大气成分,海洋的海面和浅层要素,以及陆地的水文、冰冻圈及生物圈的一些相关的气候要素。研究人员将这些信息及时分发给各类不同用户,使得用户能够快速掌握和了解气候异常与变化的状况。GCOS 的建立对改进资料采集,提高气候预测和气候变化监测能力发挥了重大的作用^[11]。

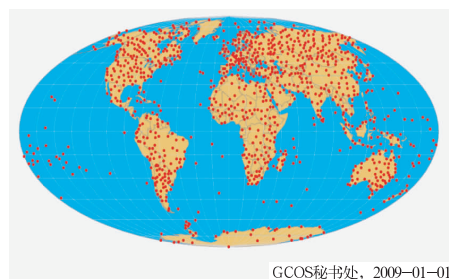


图 3 GCOS 地面观测站网的
分布^[11](1025 个站点)

Fig.3 The distribution of GCOS
surface network (1025 stations)

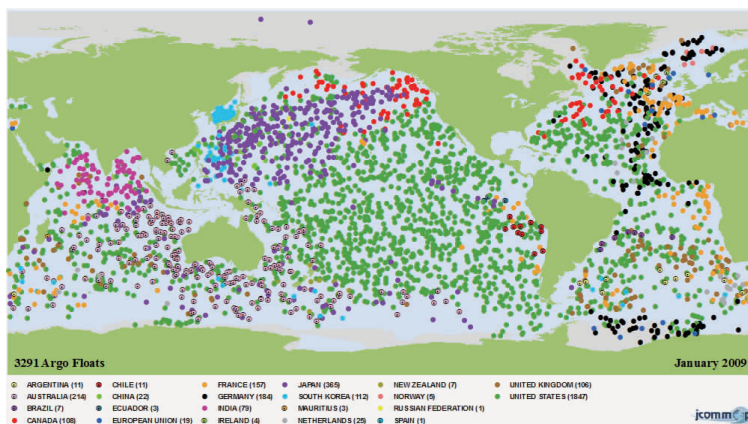


图 4 全球地转海洋实时观测阵(Array for Real-Time Geostrophic
Oceanography, ARGO)观测网的分布^[11]

Fig.4 The distribution of Global ARGO observing network

表 1 WMO 提供的基本气候变量表^[11]

Table 1 Elementary climate variables of WMO

大气	地面: 气温, 降水, 气压, 地面辐射收支, 风速风向, 水汽 高空: 地球辐射收支, 高空气温, 风速风向, 水汽, 云 成分: 二氧化碳, 甲烷, 臭氧, 其他温室气体, 气溶胶
海洋	海面: 海平面温度, 盐度, 海平面高度, 海况, 海冰, 海流, 海色, 二氧化碳 浅层: 温度, 盐度, 洋流, 营养物质, 碳, 洋流轨迹, 浮游植 物
陆地	径流, 地表水, 湖面高度, 雪盖, 冰川和冰盖, 永冻土和季 节性冻土, 反照率, 陆地覆盖(包括植被类型), 有效光合 辐射吸收率, 叶面指数, 生物量, 火灾

但需要指出的是许多已建立的观测系统没有严格履行 GCOS 的气候观测原则。在我国, 青藏高原和海洋上的气候观测仍然十分缺乏, 气候观测资料的质量保证和有效应用等问题仍然没有得到有效解决。为更好地理解和管理气候变率和变化, 21 世纪要全面实施 GCOS 计划; 应该制定区域 GCOS 行动计划, 各国应将观测系统建立置于最优先的地位; 为了加强有针对性的气候服务, 需要加强有关人类健康、能源、水资源、生物多样性、自然资源管理、城市气候、粮食安全、灾害管理和减灾、气候变化减缓和适应方面的观测; 要进一步加强气候观测资料综合应用和气候信息处理分析。

2.2 提高季节到年际气候预测水平是提升气候服务能力核心

目前国内外采用的气候预测业务技术主要有经验统计预测和动力模式预测, 近年来我国也在积极探索统计与动力相结合的方法以提高季节到年际的气候预测能力^[12]。经验统计预测技术利用过去的观测资料和统计模型, 依据的是真实的气候观测资料基础, 而不是基于有偏差的数值模式进行建模, 更加接近真实的气候状况, 但其不足是, 在历史上难以找到与未来一致的实例, 而且由于气候本身存在的不稳定性等一些问题, 因此完全基于过去的序列对未来进行预测具有很大的难度。

气候模式预报技术具有明确的物理框架和过程, 是未来气候预测发展的关键途径, 它可以包括多尺度变化, 进行多尺度的预测, 也可以包含最好的初始化信息和气候强迫信息, 并可以通过各种加工手段提供多种预报输出量。最近几十年来, 气候模式发展取得了长足进展, 气候模式已经能够模拟出一些观测到的气候变率, 如图 5 中展示的基于动力模式的 ENSO 集合预报已经能给出令人鼓舞的超过

半年的预测结果! 气候模式系统已经在气候预测与气候服务信息制作中发挥了不可替代的作用。

然而, 由于季节内影响天气的因子很多(包括大气内部的变率), 其潜在的可预报性没有被充分挖掘, 模式误差没有得到有效解决, 一些重要的区域气候特征没有刻画好, 模式参数化方案亟需改进, 模式的水平和垂直分辨率也需要进一步提高。由此看来, 基于模式的预测系统仍然要经历较长的过程才可能提供稳定可用的预测结果。

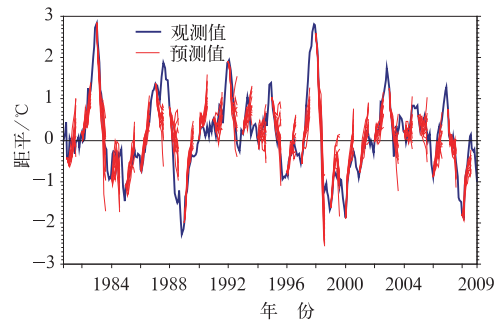


图 5 ECMWF 超前 7 个月的 ENSO 集合预报效果的检验^[13]
红线为预测值, 蓝线为观测值

Fig. 5 The results of the ECMWF ensemble forecast for ENSO at months 7

Red line is the forecast, and blue line is the observation

气候服务还对年代际气候预测存在强烈的需求。在任何情景下未来几十年全球变暖和地面温度持续上升已经成为一个不容置疑的结论, 这一结论正在左右着各国政府和组织的未来计划。但值得注意的是, 这样的背景下仍然会存在区域性和季节性的气候变率和变化, 因此, 政府决策对年代际气候变化的预测问题存在着强烈的需求, 但对其预测将是一个具有挑战性的科学问题。总体看来, 虽然在气象科学界对年代际变率预测的研究在不断增强, 人们认识到了海洋的初始化和其他慢变分量对年代际预测十分重要, 人为和自然的外部强迫也是可预报性的重要来源; 但当前预测水平还处于初级阶段, 需要人们更好地认识和理解驱动过程及提高模式的模拟能力, 模式研发应摆在重要的位置上考虑^[13]。

3 强化气候服务需要与用户建立紧密的交互关系

经过 GCRP 三十多年的发展及其相关活动的

实施,已为展开一系列气候服务奠定了坚实的基础。但需要指出的是,面对不断加剧的气候变化和不断发生的极端气候事件,气候研究与业务的效益还没有得到充分发挥,气候服务水平远不能满足当前和未来政府与广大公众的迫切需求。

加强气候服务,首先需要准确及时的监测预测信息,这就需要围绕提高预测准确率开展新的重大科学研究,并尽快促进科研成果的业务转化。通过新的研究和模拟计划提高气候预测的能力和技巧;同时进一步完善用于开展气候预测和服务的观测基础、气候资料的服务和质量控制。需要认识到,目前气候研究把整个地球作为一个复杂的、非线性的、相互作用的系统加以认识,并需要对耦合的人类系统和自然系统所造成的各种影响进行综合评估,并为用户提供均衡的、科学可信的和有针对性的信息。

气候影响着经济社会的各行各业。气候与人类健康,气候与可持续利用的能源,气候与水,气候与交通和旅游,气候与生物多样性及自然资源管理,气候与城市发展,气候与粮食安全,气候与海洋和海岸带开发利用的关系都十分密切。因此,强化气候服务目前最迫切的需求是建立气象部门与用户之间的非常密切的伙伴关系。

气候信息关系到广大公众,其主要作用在于拯救人民生命和保护人民财产,因此需要把气候信息融入各项政策框架和发展过程。面对日益加剧的气象灾害的影响,加强气候信息在灾害风险管理中的应用十分重要,气候信息与服务可以在减少灾害风险、预防疾病、环保、农业增产、水资源管理,以及基础建设规划方面具有独特的作用。为此,需要加强早期预警系统与防灾部门和中长期规划部门及气候风险保险部门的合作。

第三次世界气候大会提出了并决定建立 GFCS 的目的在于加强具有科学基础的气候预测和服务产品的制作、提供、分发和应用。为确保决策者、各个部门和用户获得气候变化信息和从季节乃至几十年时间尺度的气候预测信息,以适应气候变化,促进气候灾害风险管理,减少极端天气气候事件带来的损失,GFCS 由观测和监测,研究、模拟和预测,气候服务信息系统及用户界面计划四部分组成(图 6)。前两部分已经具有较好的基础,但仍需继续加强。后两者在一起形成一个“世界气候服务系统”。GFCS 中应该包含以下五点主要内容:一是 GCOS 及其组成部分,并实现气候资料自由共享;二是 GCRP,该

计划应得到充足的计算资源支持,并加大与其他同全球气候相关的研究计划之间的合作与互动;三是气候服务信息系统,该系统应充分利用现有国家和国际气候服务系统,以支持适应气候变化的各项工作;四是气候服务用户界面机制,其重点应放在建立气候服务提供方与用户联系和整合服务信息基础上;五是通过教育、培训强化宣传和沟通,形成有效并持久的能力建设^[4]。

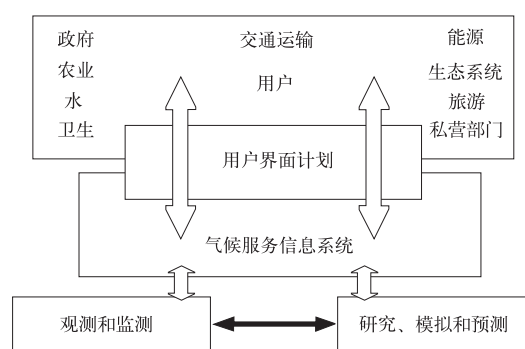


图 6 第三次世界气候大会提出的 GFCS 示意图^[1]

www.wmo.int/hlt-gfcs/documents/WCC-3_BriefnoteFINAL_91503_zh.pdf

Fig. 6 The components of the GFCS

4 结 语

最新的监测结果表明,地球气温达到了有仪器观测记录以来的最高值。近半个多世纪以来的全球变暖的趋势很大程度上受到了人类活动的影响。气候变暖在以复杂的方式影响着天气气候,也以其本身特有的方式影响着地球环境和人类社会,气候变化放大了自然灾害的致灾效应。因此,减缓与适应气候变化已经成为 21 世纪人类社会面临的共同挑战 and 重要任务。

鉴于气候变化的复杂性及其后果的严重性,以建立长期稳定、高质量的气候观测系统为基础,以提高气候预测能力为核心,以提升气候服务为根本是我们发展现代气候业务的重要的技术路线。

现阶段,气候研究与业务的效益还没有得到充分的发挥,气候信息的服务效益还没有得到有效体现。为了最大程度地满足政府与公众的需求,气候服务需要与用户建立紧密的伙伴关系,需要我们围绕提高气候预测的准确率,围绕气候服务系统建设,开展科学研究和业务技术发展,并积极促进科研成果向业务的转化;目前,在气候预测存在可预报性的限制条件下,应加快建立发展具有中国特色的用户

界面,进一步挖掘潜力,努力提高气候服务产品的可用性与有效性,利用有限的气候信息最大化地服务于社会经济与人民生活。有效的气候服务还需要我们进一步加强气候风险管理,将气候服务产品融入到气候敏感行业的各项政策框架和规划中,并能够在经济社会建设和发展中发挥其主流作用。

中国气象局近期发布的《现代气候业务发展指导意见》^[14],以服务经济社会发展和人民福祉安康为宗旨,以提高气候服务能力为核心,不断开拓服务领域、丰富服务产品、完善服务体系,进一步提高监测预测的准确性、灾害预警的实效性、气象服务的主动性、防范应对的科学性,并将在 2015 年建立中国气候服务框架(China Framework for Climate Service, CFCS),与全球气候服务框架思路一脉相承。

参考文献

- [1] 张家诚. 气候与人类[M]. 郑州:河南科学技术出版社,1988:371.
- [2] 王绍武. 现代气候学研究进展[M]. 北京:气象出版社,2001:458.
- [3] Burroughs W. Climate: Into the 21st Century[M]. Cambridge: Press Syndicate of the University of Cambridge, 2003.
- [4] WMO. World Meteorological Organization Final Report[R]. Meeting of Presidents of Technical Commissions, Geneva, 2-4 February 2009.
- [5] IPCC. Climate Change 2007: The Physical Science Basis[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2007:996.
- [6] 周秀骥. 防止气候恶化,优化人类生存的地球环境——气象科学面临的新挑战[J]. 气象,1991,17(3):31-34.
- [7] 丁一汇,耿全震. 大气、海洋、人类活动与气候变暖[J]. 气象,1998,24(3):12-17.
- [8] 任国玉. 我们未来的气候:人类的干预有多大[J]. 气象,2003,29(3):3-7.
- [9] 丁一汇. 气候变化(大学教材)[M]. 北京:气象出版社,2010:437.
- [10] 翟盘茂,李茂松,高学杰. 气候变化与灾害[M]. 北京:气象出版社,2009:268.
- [11] Karl T R, Diamond H J, Bojinski S, et al. Observation needs for climate information, prediction and application: capabilities of existing and future observing systems[J]. Procedia Environmental Sciences, 2010,1:192-205.
- [12] 肖子牛. 我国短期气候监测预测业务进展[J]. 气象,2010,36(7):21-25.
- [13] Stockdale T N, Alves O, Boer G, et al. Understanding and predicting seasonal-to-interannual climate variability: The producer perspective[J]. Procedia Environmental Sciences, 2010,1:55-80.
- [14] 中国气象局. 关于印发现代气候业务发展指导意见的通知[Z]. 气发[2011]1号.