

拔 云

让气候科学走进生活
决策者的新资源
气候服务
专题文章和采访



中英气候科学支持
服务伙伴关系计划

图片由Davi Costa / Shutterstock.com

 Met Office



 Newton
Fund

新观点：让气候科学走进生活

该手册将“气候科学支持服务合作伙伴关系计划”(CSSP)中国项目的科学研究总结成一系列专题文章和访谈。它旨在吸引广泛的读者，这包括气候服务提供者、用户以及学术界以外的那些密切关注气候变化并负责制定战略计划和决策的伙伴。

该手册如实地反映了CSSP中国项目的科学研究情况。该项目是自2014年以来中英之间的又一次成功合作，它得到了中英联合科学创新基金(即英国牛顿基金)的支持。中英双方机构借此机会进行了紧密合作，这些机构包括中国气象局、中国科学院大气物理研究所、英国气象局和相关大学。

该手册是由环境分析研究所通过VIEWpoint(可视化创新交互网络支持)制作的，该项目通过一系列高质量、可访问的资源与非常广泛的读者分享CSSP中国的前沿气候研究。您还将找到清晰的指示说明，以深入了解科学信息。该手册提供中英双语，可供阅读、下载和在线访问(www.viewpoint-cssp.org/handbook)。

这些页面上的所有资源(以及更多内容)可以在环境分析研究所提供的网站上免费获得：www.viewpoint-cssp.org。此官方网站包括340多种可检索的发表的科学论文目录、培训视频、数据可视化原型气候服务和气候术语表。

我们希望您利用这些资源，应对气候变化的挑战，当然这也是我们在国际社会中需要一起攻克的挑战，我们需要携起手来，共同保护我们的地球。

手册主编：萨利·史蒂文斯(Sally Stevens)

2021年3月



使用此二维码访问
VIEWpoint CSSP China网站

使用此二维码下载此手册以在
VIEWpoint CSSP China网站上阅读和共享



致谢

编辑人员：

萨利·史蒂文斯(Sally Stevens)，环境分析研究所通讯与项目经理
维琪·卢卡斯(Vicky Lucas)，环境分析研究所培训经理

中文翻译校对&国际市场协助：王冰冰(Bingbing Wang)

中文翻译校对&中文内容审核：胡翌(Yi Hu)

设计师：桑娅·汤姆斯(Sonja Thoms)，www.sonjathoms.com

附加设计与编辑：温海傑(Andy Wan)，andywan79@gmail.com

特别感谢牛顿基金会的理查德·贝立(Richard Baker)，
也衷心感谢所有撰稿人、受访者和事实检查员。



Attribution 4.0 International
(CC BY 4.0)

- 4 英国驻中华人民共和国大使致辞
- 7 中国气象局的欢迎致辞
- 8 中国科学院大气物理研究所的欢迎致辞
- 11 英国气象局的欢迎致辞
- 12 新观点手册的使用
- 13 项目的话题
- 14 气候科学支持服务伙伴关系 (CSSP) 计划
- 15 发表论文目录
- 16 粮食安全
- 19 恢复历史数据
- 21 长江流域的季节性预测服务
- 24 热带气旋的季节性预报
- 26 气候变化对茶叶生产的影响:挑战与机遇
- 28 归因研讨会
- 31 厘清自然与人为因素
- 32 基础设施的气候风险评估
- 34 合作解说
- 49 相册展示: 项目人员齐心协力
- 50 信息图
- 53 气候科学支持服务伙伴关系 (CSSP) 计划中国项目相关数字
- 55 新观点演示工具
- 56 简报
- 66 气候科学术语指南

英国驻中华人民共和国大使致辞

作者 吴若兰 女爵士, DCMG, 英国驻中华人民共和国大使

气候变化是对我们所处的时代具有决定性影响的挑战之一。尽管我们对这对一议题的认识不断深入，但是在阻止气候变化威胁加剧上，我们做的还并不够。

英国和中国是国际科学技术领域的领军国家，两国合作创造的知识硕果也位列国际前沿。随着两国在科学技术领域的投入不断增加并且均提出了到本世纪中叶实现碳中和的愿景，英中双方在引领应对气候变化这一全球挑战的平台已经搭建好。

英中双方在科学技术领域的合作可以追溯到17世纪，政府间科研伙伴关系已经超过40年。为期7年的中英联合科学创新基金（即英国牛顿基金）是双方在合作促进经济发展、应对气候变化、药物耐性和食品安全等众多全球挑战的里程碑。在这一伙伴关系中，英国方面的出资以中英联合科学创新基金的形式加入到合作基金中。

在伙伴关系基金中最为成功的项目之一是中英气候科学服务

“英中在引领应对气候变化这一全球挑战的平台已经搭建好…

以科学技术为中心才能为气候变化提供更有效和持续的解决方案。

伙伴关系计划，项目至今已进行七年之久。今年，中国将主办第十五届联合国生物多样性大会，英国将联合主办第二十六届联合国气候变化大会。全球目光都将聚焦在气候变化和生物多样性减少这两大紧密相连的议题上，将对促使国际社会在这两大迫切议题上做出有意义的承诺提供了绝佳的机会。

以科学技术为中心才能为气候变化提供更有效和持续的解决方案。我非常欣喜地向大家介绍这本书：书里记录了具有革新性的科研成果，能够加深我们对

于气候变化本身以及如何应对的理解。

在全球新冠疫情的复兴过程中，引领一条绿色、有韧性的路线至关重要。这本手册直观展现了气候变化的严重程度以及对我们每个人生活所造成的威胁，同时也指出了在确保气候韧性上我们可以做出的努力。

我们需要共同努力为应对气候变化贡献最大的力量。

吴若兰 女爵士, DCMG
英国驻中华人民共和国大使



吳若蘭女爵士, DCMG
英國駐中华人民共和國大使



宋连春 教授
中国气象局国家气候中心主任

中国气象局的欢迎致辞

作者 中国气象局国家气候中心主任, 宋连春 教授

作为中国气象局(CMA)方面的CSSP-China计划的联合领导人,我非常高兴地看到这本系统介绍项目主要成果的手册得以发布,并真诚地推荐给气候业务和服务工作者,以及各位用户。

进入21世纪,中英两国面临的最大挑战是气候变暖背景下极端事件增多和气候变率增强所带来的气候风险,它们威胁粮食安全、水资源安全、能源安全、生态安全等。

2014年时,中国气象局的第二代气候系统模式刚业务运行,但对我们对中高层大气和东亚气候的模拟预测能力存在不足,对东亚气候异常的驱动因子及其作用机理认识不够,极端事件的检测归因等业务能力建设刚刚起步。英国气象局的GloSea5季节预测模式系统也才投入业务不久,在亚洲及邻近海洋区域的应用性能尚不清楚。

CSSP-China项目正是在此背景下,于2014年6月启动,旨在建立中英双方在气候业务与研究领域长期稳定的战略合作伙伴

“CSSP China计划被公认为是中英两国之间历时最长、参与最多的最富有成效的气象合作项目。”

关系,以提升气候业务科研成果对气候服务的支撑和应用能力。

如今,CSSP-China计划被公认为中英气象合作项目中历时最长、参与人员最多、最富有成效的一次合作。

在过去七年间,我们在极端事件的检测归因、大尺度气候动力学、气候模式发展等方面开展了深度合作,并取得大量成果,更可喜的是这些成果在中国的气候服务中得到了广泛的应用。

这本手册收录了其中主要合作应用的探索和成功经验。2015年-2020年被认为是有记录以来最热的六年,我们经历了最强El nino事件的影响、各类极端高温、强降水、强降温、群发台风、大范围旱涝等极端事件的侵袭。得益于合作成果的应用,我们的灾害损失却少于6年前。我们坚信本手册的出版有助于将更多的气候科学研究发现转化为气候服务。

宋连春教授,
中国气象局国家气候中心主任

中国科学院大气物理研究所的欢迎致辞

作者 中国科学院大气物理研究所(IAP) 副所长, 周天军 教授

在CSSP-China合作框架下, 中国科学院大气物理研究所(IAP)与英国气象局和相关大学开展了卓有成效的合作。五年来, 共有92位IAP学者、博士后和研究生赴英国开展合作研究和参会交流, 有89位英国学者来IAP进行访问交流。

双方合作在Nature Communications, Science Advances, BAMS, QJRMS, AAS等国际学术期刊已联合发表超过60篇论文, 在以下四个科学领域取得显著进展:

1. 气候变化的检测归因:

促进了中国地区均一化的长期气候数据集的发展, 检测并量化了人类活动(特别是温室气体强迫)对复合型高温热浪、极端降水和干旱等东亚极端气候事件的影响。

2. 气候变率和水循环:

研究了严重影响中国水资源的极端干旱事件变率和水循环过程。基于参数扰动PPE超级集合试验, 揭示了内部变率和外强

“ 四个科学领域取得显著进展:

- 气候变化的检测归因
- 气候变率和水循环
- 短期气候预测
- 高分辨率降水模拟

迫对南亚季风年代际变化的影响。

3. 短期气候预测:

基于英国气象局气候预测系统, 开展了长江流域汛期降水的预测研究, 推动了长江流域降水预测的业务化进程。

4. 高分辨率降水模拟:

实现了东亚地区高分变变率($\sim 4 \text{ km}$)对流解析模拟(convection-permitting

model, CPM) 模拟, 提升了对东亚降水的模拟能力。

借此机会, 我代表IAP对参与CSSP-China的中英学者的卓有成效的工作表示感谢, 对牛顿基金会、英国气象局、中国气象局和中国科学院国际合作局的支持表示感谢, 并期待中英合作在未来能取得更为丰硕的成果。

中国科学院大气物理研究所(IAP)副所长, 周天军教授对本手册的介绍



周天军 教授
中国科学院大气物理研究所 (IAP) 副所长



肖恩·弥尔顿 (Sean Milton) 教授
基础科学副总监, 英国气象局
英国CSSP China项目主管

英国气象局的欢迎致辞

作者 基础科学副总监, 英国气象局, 英国CSSP China项目主管, 肖恩·弥尔顿 (Sean Milton) 教授

自我们启动“气候科学支持服务伙伴关系 (CSSP) 计划中国项目”以来, 已经过去了七年。

从一开始, 我们的宗旨就是将英中两国在气候研究方面的专业知识结合在一起, 以增进科学理解并应对全球共同面临的气候变化带来的挑战。那时, 我们在英国和中国建立了一个充满活力的研究团队, 并且到目前为止我们已经取得了一些重要的里程碑, 这一点, 我想大家都不会反对。

本手册由 VIEWpoint 新观点项目汇总而成, 其中分享了一些 CSSP China 的重点内容。

该项目已经孕育出成熟的、互惠互利的合作关系, 包括了 30 多个英国和中国的合作伙伴, 并有 200 多名科学家参与进来。在 Covid-19 大流行设立限制之前, 我们曾组织了 80 多次交流访问, 其中一部分研究人员驻留在其项目合作伙伴的机构处进行合作, 有些甚至驻留长达两年的时间。

这些交流对于开发创新性科学

“科学发展已经实现了
“科学支持服务”的核心目标, 并且正在用于创造全球福祉。”

服务以及对提升下一代气候学家的技能有着不可估量的价值。到目前为止, 我们已经在同行评审的期刊上发表了 340 余篇论文 (数量仍在增加!), 发表的论文涉及多个主题, 包括:

- 中国季节性预报的可预测性
- 东亚季风动力学与水循环
- 全球气候动力学
- 模型开发取得的进展
- 关于历史记录的观测和历史数据恢复的重点研究
- 开发包括水利、能源和农业在内的多个部门的原型气候服务

科学发展同样已经实现了“科学支持服务”的核心目标, 并且正在用于创造全球福祉。CSSP China 的研究为《上海市城市总体规划 (2017 - 2035年)》提供了信息, 帮助大坝运营商防止长

江流域发生洪水, 并被英国《国家防洪能力评估》(National Flood Resilience Review) 所采纳。通过更多天气和气候科学支持服务 (WCSSP) 计划, 并在全球范围内分享在此取得的科学进展, 加快进程并充分发挥其影响力, 从而使其他国家/地区受益。

自《巴黎协定》签署以来已过去五年, 随着 COP26 即将来临, CSSP China 项目中展示的英中科学与创新成果对于中国乃至全球未来的气候变化适应能力至关重要。

肖恩·弥尔顿 (Sean Milton) 教授
基础科学副总监,
英国气象局,
英国CSSP China项目主管

VIEWpoint手册使用指南

本手册是VIEWpoint新观点项目制作的手册资源使用指南。该手册提供了访问气候科学研究以及气候科学支持服务伙伴关系(CSSP)计划中国项目下所开发的新兴气候服务的便捷途径。

在手册中,我们分享了CSSP China项目作为世界级科学的研究项目亮点。该项目是由英国气象局领导,并和中国气象局(CMA)、中国科学院大气物理研究所(IAP CAS)、中国高等院校以及英国大学、其他组织合作进行。CSSP China项目开始于2014年,迄今为止已经发表了340余篇科研论文。该项目得到了中英联合科学创新基金(UK-China Research and Innovation Partnership Fund)(由牛顿基金在英国提供)的支持。

哪些人员可以使用本手册?

无论您是经验丰富的气候科学家,早期职业生涯研究人员,还是参与国家或地方政策的制定者,提供气候服务或做出企业内部战略规划的决策人员,您都将从本手册中得到启发。

本手册将引导您获得最前沿的气候科学信息和培训资源,并通过标记信息来源来进一步提高信息的可靠性,以便为您的决策制定提供支持。本手册还提供可分享和下载相关内容的链接和为不同知识和技术背景的广泛群体而设计的可视化数据。

下载和分享资源

VIEWpoint新观点是由英国环境分析研究所(IEA)运行的CSSP China项目,该项目制作了一系列高质量资料,这些资料可支持基于证据的决策制定,以更好地应对气候相关风险,从而让中国、英国和全球其他国家不断受益。

在本手册中,您可以:

- 阅读感兴趣的功能,通过通俗易懂的语言来深入了解科学背后的奥秘
- 访问数字培训资源、气候数据工具和气候服务原型演示工具的链接
- 阅读为不同背景的决策者提供的研究和信息图表的摘要
- 访问专为技术和非技术决策者设计的视频链接
- 分享和下载资源

本手册内容包含多个主题,涵盖能源、农业、水利、卫生、基础设施和城市建设等部门。每个功能都由不同的彩色标签标记,以显示与其相关的部门以及可用资源的指引(参见对页)。

除此之外,本手册还包括我们在整个CSSP China项目期间发布的340余篇学术论文的在线检索目录(www.viewpoint-cssp.org/catalogue)简介。这是研究成果汇编独一无二,其中的很多研究成果已经投入使用,为中国承诺到2060年实现净零排放的计划和战略决策提供了信息支持。您可在第13页上了解更多有关此目录的信息。

VIEWpoint CSSP China网站

本手册应和VIEWpoint CSSP China网站(全球皆可访问)一起使用。在网站上,除了能够访问本手册中提及的资源外,您还可以找到气候数据可视化原型下的可视化数据、气候科学术语表以及本手册电子版本(可供在线下载)的链接。具体详情请访问www.viewpoint-cssp.org

本手册收录了CSSP China计划涵盖的主题，并在每页外边缘以彩色标签进行了标记。



深圳景观，图片：Davi Costa / Shutterstock.com

能源

水资源

城市

基础设施

农业

健康

培训资源

科学见解

简报

气候科学支持服务伙伴关系(CSSP)计划

作者 杰米·米切尔 (Jamie Mitchell), 英国气象局

CSSP China汇集了广泛的学科,所有这些学科相互补充,为开发新气候服务这一具有挑战性但至关重要的任务打造坚实的基础。该服务可以促进两国的气候适应性经济发展和并提升社会福祉。

这个多样化的社区包括:取得科学进步的学者、将科学知识转化为决策依据(如气候风险评估工具)的私营部门(如Arup)以及通讯和可视化专家(环境分析研究所)。环境分析研究所使用平实语言讲解科学知识,以便两国广泛的受众能够理解和讨论科学知识。

我们拥有如此多种的技能和工具可以使用,这令该项目受益匪浅,也意味着我们所取得的成就远远超过一个学科能够解决的问题。

该项目为联合国可持续发展目标贡献了权威的气候科学知识,旨在帮助所有人实现更加美好和更加可持续的未来。可持续性的相互联系意味着该项目可为17个目标中的多个目标做出贡献,即从粮食安全(目标2)到有风险抵御能力的基础设施(目标9),以及从可持续城市(目标11)到加强伙伴关系(目标17)。

从根本上讲,CSSP China通过开发促进中英两国的气候适应性经济发展和提升社会福祉的新气候服务,来支持气候行动(目标13),尤其是目标13.1(加强各国对与气候相关危害和自然灾害的顺应能力和适应能力)。例如,帮助大坝运营商防止长江流域发生洪水,为《上海市城市总体规划(2017-2035年)》提供信息,并为英国《国家防洪能力评估》(National Flood Resilience Review)提

供支持。CSSP China的核心成就在于建立新的关系,其中很多关系将持续到项目周期结束之后。我们从一开始就清楚地知道:共同应对气候变化等全球挑战将比单枪匹马更加有效。交流计划非常成功,科学家们(其中很多人处于其职业生涯的早期阶段)在他们的合作机构中工作了大量时间,有些人甚至工作了长达两年。

这不仅增强了有关人员的分析、问题解决和沟通能力,还提升了他们在国际上的知名度和形象。

很多人在回国后谈到了与自己会与所在机构分享获得的新知识和学到的专业知识,这一过程很有价值而且十分重要。同样重要的是,这向他们开放了一种新的文化和工作方式,并因此带来了新的思路以应对挑战,如气候变化等具有全球重要性的问题。

借助多次科学研讨会,这些关系得到了加强和巩固,所有合作伙伴在研讨会期间见面,讨论他们的研究并共同规划来年的目标。这些面对面的访问(在19年新冠疫情之前)是建立牢固而富有弹性的伙伴关系的一种极其有效的方式,尽管现在已改为虚拟会议,但这些伙伴关系仍然保持着良好的发展势头。

我们期待着与我们的合作伙伴的下一次见面,也希望这个项目能够长期持续下去并取得成功。

杰米·米切尔 (Jamie Mitchell)
英国气象局

论文目录 - 永恒的遗产

作者 贾慧(Hui Jia), 环境分析研究所

新观点项目 (VIEWpoint) 制作并发布了由中英气候科学支持服务伙伴关系 (CSSP) 中国项目资助的 350 多篇发表论文的精选目录。

www.viewpoint-cssp.org/catalogue

通过将所有 CSSP 中国项目中已发表论文归档同在一个网站, 该目录使人们能够更容易地获取 CSSP 中国项目中有关基础气候科学、各气候专题、气候变化和中国气候服务的关键科学知识。研究人员和其他用户都可以使用该在线目录了解科学方法和成果细节。

该目录将论文集中在一个公共网站上, 将有助于向更广泛的科学家、工程师和其他用户提供信息。此外该目录还有一个优势, 就是用户可以根据不同感兴趣的主題进行搜索和筛选。

通过访问英国气象局约 350 篇 CSSP 中国项目的论文清单, 该目录将成为可供公众访问的资源, 为广大受众指明相关研究的方向。这些论文涵盖了广泛的专题, 从基础科学研究 (如风云卫星探测仪器的评估), 到最先进的模型开发 (如城市交通综合风险预警模型), 到在特定领域评估模型技能

(如为能源部门提供风速评估), 再到开发和应用气候服务 (如热带气旋的季节性预报)。

这些论文被统一整理在一个论文数据库中, 包含了出版商提供的摘要、数字对象标识符 (DOI) 和关键词标签。这个定制目录的一个主要特点是 新观点项目 (VIEWpoint) 针对 CSSP 中国项目核心服务部门所创建的基于关键主题的标签, 包括空气质量、能源、水资源、城市和食品安全。此外, 还采用了浅显易懂的标签来表明利益攸关方通常感兴趣的领域, 如极端事件、风暴、洪水、干旱和长期风险等。

新观点项目 (VIEWpoint) 通过将这一庞大的科学资源集成在一个网站, 创造了可持续使用数据、知识和应用的长期遗产, 使科学家、工程师和气候服务多学科领域的其他人员 (包括最终用户) 能够持续受益。

扫描右边的二维码访问
VIEWpoint CSSP China 网站
的精选目录



The screenshot displays the VIEWpoint CSSP China website's catalog page. The main area shows a list of research papers with columns for title, author, year, and abstract. A sidebar on the right contains a 'Filter' section with checkboxes for different themes such as Atmosphere and Land surface, Climate Change, Extreme Events, and more. Buttons for 'Apply filter' and 'Clear filter' are located at the bottom of the filter panel.

VIEWpoint CSSP China 目录是一个全面的、可检索的项目科学论文数据库。您可访问 www.viewpoint-cssp.org/catalogue 了解相关内容

干旱对东北地区 粮食产量的影响 在不断扩大



图表: Christian Lagerek / Storyblock.com

“预计这一干旱特征的变化将扩大其对整个粮食系统的影响,这亟需不同的机构共同协作。”

— 珍玛·戴维 (Jemma Davie), 英国气象局气候安全项目科学家

中国的粮食安全问题

作者 萨利·史蒂文斯 (Sally Stevens), 环境分析研究所

有关气候变暖对中国粮食供应链影响的研究对世界各地都很有借鉴意义。

还不仅有助于提高英国粮食供应链的适应能力,还能更好地了解全球粮食安全的风险。

中国粮食安全研究是由英国气象局 (Met Office)、中国气象局 (CMA) 以及深圳南方科技大学 (SUSTech) 的科学家们合作进行的。其重点关注的是构成中国“玉米带”部分的东北地区。

多个产粮区歉收

CSSP China 粮食安全项目的工作成果已于2017年发表,探讨了全球主要农作物产区(又称为“产粮区”),同时发生多地歉收的可能性。根据1970年代至今期间的气候模型模拟为代表,将气温和降雨量数据相结合,得到的结论是:同一年在美国和中国,由于干旱造成的玉米产量每十年将减产6% (产量冲击)。

珍玛·戴维 (Jemma Davie) 是英

国气象局气候安全部门的项目科学家。她从事的 CSSP China 项目的研究工作,着眼于多个产粮区歉收、干旱、产量与海面温度 (SST) 之间的关系以及对夏季不利气候条件的季节性预测。

她表示:“我们的研究从不同的角度入手,探寻中国东北地区的气候条件以及水资源短缺或水资源过剩的可能性,这些研究可以应用到大豆、小麦和水稻作物。”

“中国和美国作为玉米的主要产

地，两国同时发生的产量冲击将减少全球玉米的可用量，从而对贸易也产生影响。”

“我们还将这些方法作为其他项目的一部分并应用到其他国家/地区，包括欧洲以及英国进口小麦的其他地区。”

干旱程度加剧，范围更广

研究发现，在气候变暖的情况下，未来东北地区的干旱可能更加严重，其影响将辐射到更大的区域，而不是若干不连贯的小面积干旱。预计这一干旱特征的变化将扩大其对整个粮食系统的影响，这时候需要整个区域的决策者采取更加协调的战略性反应机制。

珍玛·戴维解释道：“我们通过气候模拟输出数据的分析表明，根据基于‘温度和降水量’的综合干旱定义，到二十世纪末，干



图表: Pixabay



旱将从影响多个小片农田转变为影响更大面积的联合区域。但是，我们采用的标准会影响结果——对于仅基于‘降水量’的干旱定义，影响更大面积的这一转变并不明显。”

“大范围的干旱很可能是受全球和地方因素的共同驱动，其中可能包括厄尔尼诺南方涛动(ENSO) 和东亚急流。人们普遍预计，未来的干旱面积将会扩大，因此更亟需不同的机构进行跨区域协调。”

海面温度和季节性预测

威胁农作物产量的预警能力，对于粮食供应链中的战略规划者和决策者而言将是一种宝贵的工具。

珍玛·戴维表示：“我们正在研究海面温度与农作物产量之间的潜在联系，以及探索全球海洋的哪些地区对于中国农作物产

量的潜在预测因子至关重要；例如，冬季和夏季热带太平洋的海面温度是否能够较好地预测影响玉米产量的生长条件？我们同时也着眼于定义不利气候条件的方式，以及寻找会对产量产生冲击的最佳预测阈值，以限制潜在的虚假警报。”

粮食安全项目的下一步将对华北和东北平原的不利气候条件风险进行量化，其与冬季气候的关联以及与次年夏季的关系，以及是否可以将其发展为年度气候服务的季节性预测。

根据中国潜在用户的反馈信息，接下来的工作重点是将研究成果发展成为气候服务工具。我们正在向农民、行业决策者和政策制定者发送调查问卷，以根据他们的特定需求来量身定制决策支持工具。

了解更多有关CSSP China中国的粮食安全讨会的信息 - 第60页

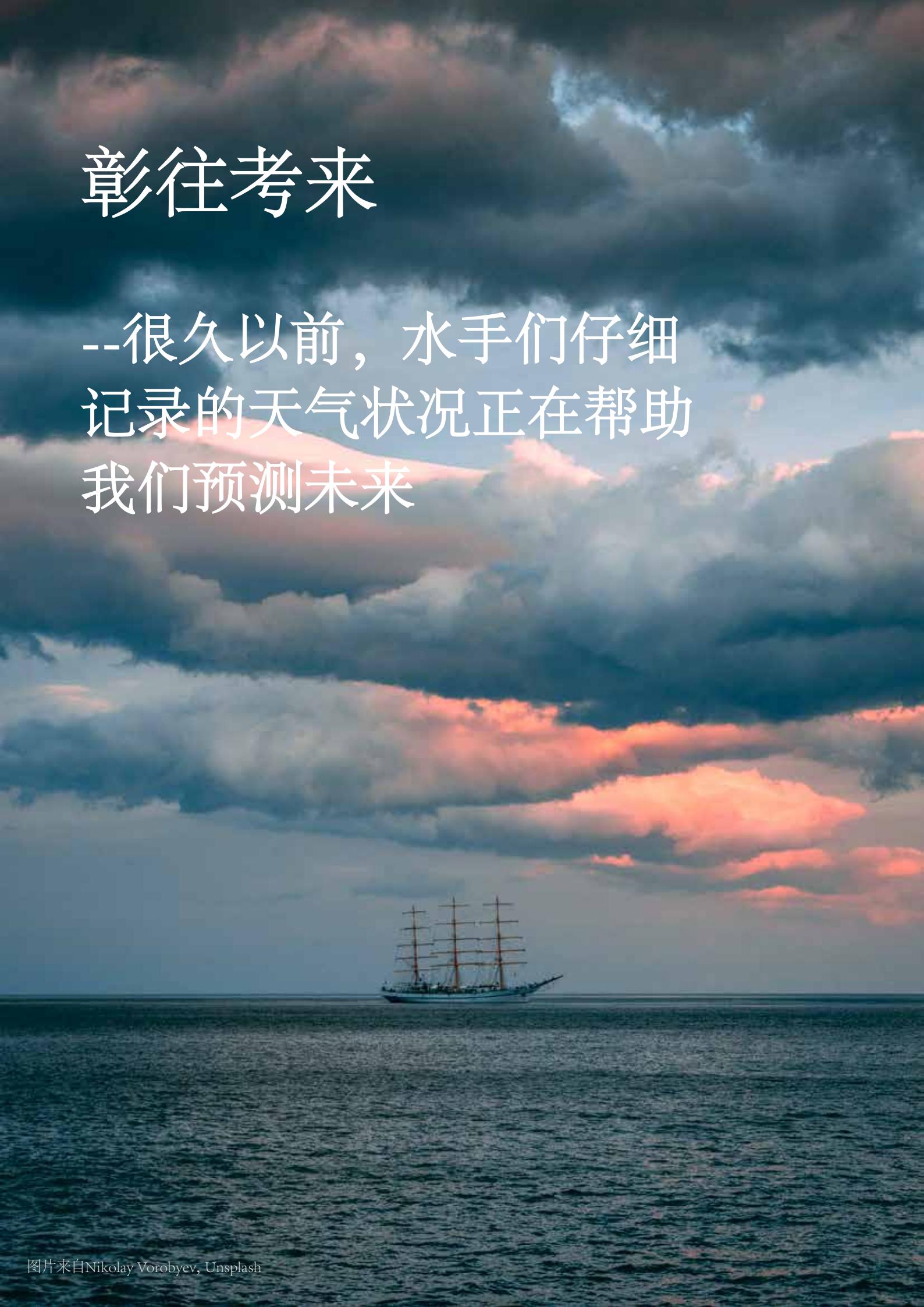
下载并分享CSSP China的资料

扫描二维码下载由英国气象局制作的关于中国粮食安全的信息图表



彰往考来

--很久以前，水手们仔细记录的天气状况正在帮助我们预测未来



“世界各地都有‘丢失的’档案，数以百万计的历史天气观测数据.....我们正在寻找它们，将其数字化并输入到我们的气候模型系统中。”

——菲利普·布罗汉 (Philip Brohan) 博士，英国气象局气候科学家

恢复历史数据

菲利普·布罗汉 (Philip Brohan) 博士，英国气象局气候科学家

长江是世界上最大的河流之一，它起源于青藏高原，贯穿中国中部（流经武汉、南京和上海等城市）最终到达中国东海出海口，全长6000多公里。1931年夏天，长江洪水泛滥，在这场20世纪最致命的自然灾害中，约有200万人丧生。

为什么会发生这样的事呢？是什么原因导致了1931年的洪水，以及，至关重要的是，我们可以从这次事件中学到哪些关于未来洪水风险的信息？

如果时光倒流到90年前，我们可以监控和预报洪水：收集来自本地气象站和船舶中有关温度、气压和降雨量的观测数据，并将其用于我们复杂的现代化天气预报模型。然后我们就可以确切地说明发生了什么以及发生的原因。2021年，CSSP China计划的气候研究人员正在尝试进行这一时空之旅——在图书馆和档案馆回顾洪水期间的观测数据，并将这些历史观测数据与当今的计算机化气候模型相结合，进行新的重建，并了解未来风险。

尽管洪水发生在中国，但是研究

洪水需要国际的协调：我们需要中国的历史天气观测数据、附近国家/地区以及英美船舶的历史观测数据、还需要具备历史天气建模和重新分析技能的专业人士。

过去的气候记录如何影响我们的未来？

英国气象局气候科学家菲利普·布罗汉博士表示：“我们正在利用过去的记录来预测未来。如果没有过去极端天气事件的记录，我们就无法将未来的预期纳入考虑；了解某一极端天气事件以前是否发生过；我们所预报的信息比过去所发生的情况更好还是更糟糕？”

“我们对未来可能发生的事件的所有了解都离不开过去发生事件的信息。如果我们能够重建过去的极端天气事件和知晓导致此类事件的条件，我们就可以更有把握、更确定地预测未来可能发生的情况。”

在CSSP China的资助下，地球大气环流重建 (ACRE) 计划正在收集世界各地的历史记录，结合

几乎实时的气象观测数据，进行全球重新分析，以重新运行不断变化的地球气候模型。

布罗汉博士表示：“世界各地‘丢失的’档案和数以百万计的历史天气观测数据可能会隐藏于尘土飞扬的博物馆地下室、船舶公司档案室、海岸警卫队的记录、甚至是个人日记中。我们正在努力寻找，将它们数字化并输入到我们的气候模拟系统中。”

中国气象局 (CMA) 正在领导中国境内历史数据记录的搜寻工作，而英国气象局正在添加印度和东南亚气象站的记录。船舶记录也很关键——在中国周边海域，许多国家的船舶都进行了天气观测。我们甚至还有一些在长江上航行的船舶收集的观测数据——长江可通向内陆数千公里。

布罗汉博士表示：“我们通过CSSP China项目与中国气象局建立了直接的链接，他们为我们提供了精确预报所需的天气观测数据。没有伙伴关系和CSSP 资源，我们根本无法解决这个问题。”

历史数据将如何对中国产生影响?

重新分析过程正在由国家海洋和大气管理局 (NOAA) 和科罗拉多大学共同执行。英国科学家在归因研究中使用这些结果，以找出导致1931年长江发生毁灭性洪水的原因，由于使用的是历史数据，结果将更加可靠。关键问题在于——像这样的洪水是否会再次发生？

菲利普表示：“因为它不仅仅是模型，而是模型与观测数据的结合，即重新分析，因此我们能够获得更加精确的模型输出。然后，我们可以通过改变一些条件并观察结果如何变化来进

行实验。例如，1931年是厄尔尼诺年，这是一个关键因素，但是如果我们从模型中删除厄尔尼诺，会发生什么呢？严重洪灾的风险将如何变化？

我们已经证明，基于重新分析的归因是一种识别导致极端事件的因素的有用方法。

“我们还希望信心满满地证明极端天气的气象驱动因素，然后提升做出准确预测的信心。我们的目标提升预测的事件的准确性，这些事件包括气候变暖和恶劣天气（例如在某些国家/地区造成巨大生命损失和财产损害的大规模洪水）等等。英国，特别是英国气象局，在归因

方面拥有庞大的国际记录。

“地球大气环流重建伙伴关系使大家可以聚在一起完成这项工作。在未来一年，我们将做出一些新的重大成果，以真正了解 1931 年长江洪水的真相。我们也希望这能给其他伙伴关系带来启发。

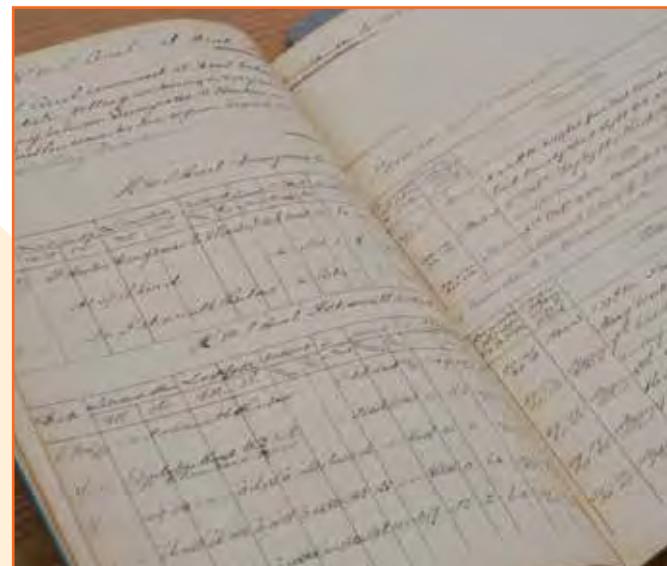
“我们采用的方法对于世界各地的恶劣天气事件归因也很有帮助，因此可以广泛应用。世界上每个国家/地区都有自己希望进行归因的恶劣天气事件。”

了解更多有关CSSP China归因研讨会的信息 - 第28-31页



上方和右侧：天气条件的历史记录（很多是在历史航运记录中发现的）正在用于建立更精确的计算机化气候模型。

图片：CSW Associates——数据服务。



我们需要您帮助保存历史数据

我们对过去天气的了解取决于水手们数十年前的观测和记录在航海日志中的数据。若要将这些观测数据应用于科学领域，我们需要阅读既往的航海日志并抄录其中的内容。这是一项艰巨的任务，我们需要数千名志愿者的帮助。

如果您愿意花一个小时阅读一些历史记录并挽救一些天气记录，请通过以下网址加入我们：<https://www.oldweather.org/>



“许多人付出了巨大的努力，推动了此项目的成功”

-- 菲利普·贝特Philip Bett 博士, 哈德利中心

气候变率影响资深科学家

长江流域的季节性预测服务

作者 萨利·史蒂文斯 (Sally Stevens) , 环境分析研究所

中国夏季强降雨季节性预测技术的提高, 正在为早期的关键决策提供支持, 以控制长江流域发生洪水的风险。

这项于早春时节发布并在夏季前再次更新的预测, 是英国气象局、中国气象局 (CMA) 和大气物理研究所 (IAP) 的气候科学家之间密切合作的成果。

他们提前给出了夏季降雨量高于或低于平均水平的可能性, 以便为救援计划和重要经济决策者提供支持——经济决策涉及到

长江及其支流沿岸的多个大坝需要释放多少水量才能避免发生洪水, 但这会以影响水电能源供应为代价。

联合开发气候服务

自 2016 年发布首个季节性试验预测以来, 英国气象局哈德利中心的研究人员和应用气候科学家们通过CSSP China 项目与 CMA 及其区域气候中心密切合作, 致力于相关时间段和地理区域的研

究。该项成果对使用中的季节性预测进行了完善, 以满足利益相关者的需求, 而该流程现已用作中国和全球其他国家开发联合气候服务的模板。

哈德利中心气候变率影响资深科学家菲利普·贝特(Philip Bett)博士负责在英国气象局的气候科学家和其应用气候服务团队以及负责根据长江流域的季节性预测做出决策的中国组织之间进行联络。

他表示: “我发现和中英双方如

【接下一页】

满足雨季需求的解决方案

此具有科研活力的团队共事，开发满足中国合作伙伴利益相关者需求的服务是一件非常有意义的事情。在2016年做出的长江流域的试验季节性预测，对其进行完善以满足决策者的需求，意味着我们已经拥有了能够在未来提供更多类似气候服务原型的能力。”

长江流域季节性预测是如何做出的？

2014年，英国气象局CSSP China项目的研究人员开始使用全球季节性预测系统GloSea5，更加详细地观察该系统在东亚地区和长江流域的表现。这些地区曾在1998年遭遇洪水袭击，造成了大量人员伤亡和巨大的经济损失。

GloSea5是一个综合气候预测系统，可生成一系列预测，并给出可能的结果范围，从而提供对未来状况的概率性预测。

2016年5月，在武汉召开的春季磋商会议上提出了试验季节性预测，在此会议期间，CMA与长江流经的10个省份的区域气候中心代表以及水利和能源管理者齐聚一堂。

经过两天的讨论和反馈，对预

测的要求越来越清晰——预测需要在当年年初交付，着眼于整个流域的同时重点观测两个不同的区域，即三峡大坝枢纽的上游和下游——会更加有用。因此，我们做出了一些更改，更改后的预测时间需要提前，并且空间分辨率更高。

贝特博士表示：“长江沿岸各地特征大不相同，因此在管理大坝时，要注意上游和下游的重要区别。”

通常，我们分别在每年的2月、3月、4月和5月发布四次预测，涵盖了5-6-7月和6-7-8月的时间段。从2020年开始，每次发布都会包含一个额外的预测，该额外预测重点关注6月的时间段，因为此时间段通常会出现降雨量峰值。

CSSP China 季节性预测如何使用？

预测范围覆盖整个流域，包括上游和下游地区。Philip补充道：“我们利用误差条形图清晰地显示不确定性的范围，并将预测结果与往年进行对比。”

春季磋商会议就夏季暴雨季节来临之前，对大坝后方的水库释放水量进行了探讨并为战略规

划决策提供了相关信息。这样做是为了降低下游人口稠密地区以及重要农业和工业区遭遇洪水的风险，同时尽可能避免破坏大坝的能源生产能力。贝特博士评论道：“基于季节性预测做出的决策与基于每天或每周的时段做出的决策是完全不同的。”

“长江流域季节性预测的成功是由多个因素构成的：不仅在于对季节性预测模型输出结果并摸索性地加以使用，还在于找到了对数据进行后期处理的方法以发挥其最大作用；持续优化用户参与度以及发展科研，并精心制作对利益相关者有用的重要内容，并对确定性和不确定性保持高度的务实精神。”

“在CSSP China项目中，很多人付出了大量的努力，此项目本身以及与我们中国同事的合作都取得了巨大的成功。”

为什么重要？

长江是世界上第三大的河流，全长6300公里（3915英里）。长江源自青藏高原的冰川融水，流经巍峨的山脉、陡峭的山谷和重要的水力发电站（即三峡大坝）。

它充当成都、重庆、武汉、南京等工业城市的航运港口，并向外



与三峡大坝(中国重要的水力发电站)运营有关的战略规划决策是在春季做出的。图片,Shutterstock

延伸,形成由湖泊、支流和沼泽组成的人口稠密的三角洲,最后到达东海的入海口上海。长江流域覆盖了中国近五分之一的土地,而这里也是中国三分之一人口的家园。其肥沃的农用土地贡献了中国近一半的农作物产量和超过三分之二的水稻产量,对鱼类生产也具有重要意义。但是长江的水位波动很大,很容易发生毁灭性的洪水灾害,其中60%-80%的降水都发生在夏季季风季节。

三峡大坝是世界上最大的发电站,2018年的发电量超过了1000亿千瓦时。在当年长江上游流域发生暴雨期间,三峡大坝对中小规模的洪水起到了一定的控制

作用。

关于下一步合作和项目合作经验

除了2020年4月发布的最新6月单月预测外,CSSP China已推出的基于原型的另一项服务是东亚热带气旋的季节性预测。此外,还开发了一种可用于风速季节性预测的工作原型。

贝特博士反思道:“重要的是要意识到,在联合开发一项服务时,

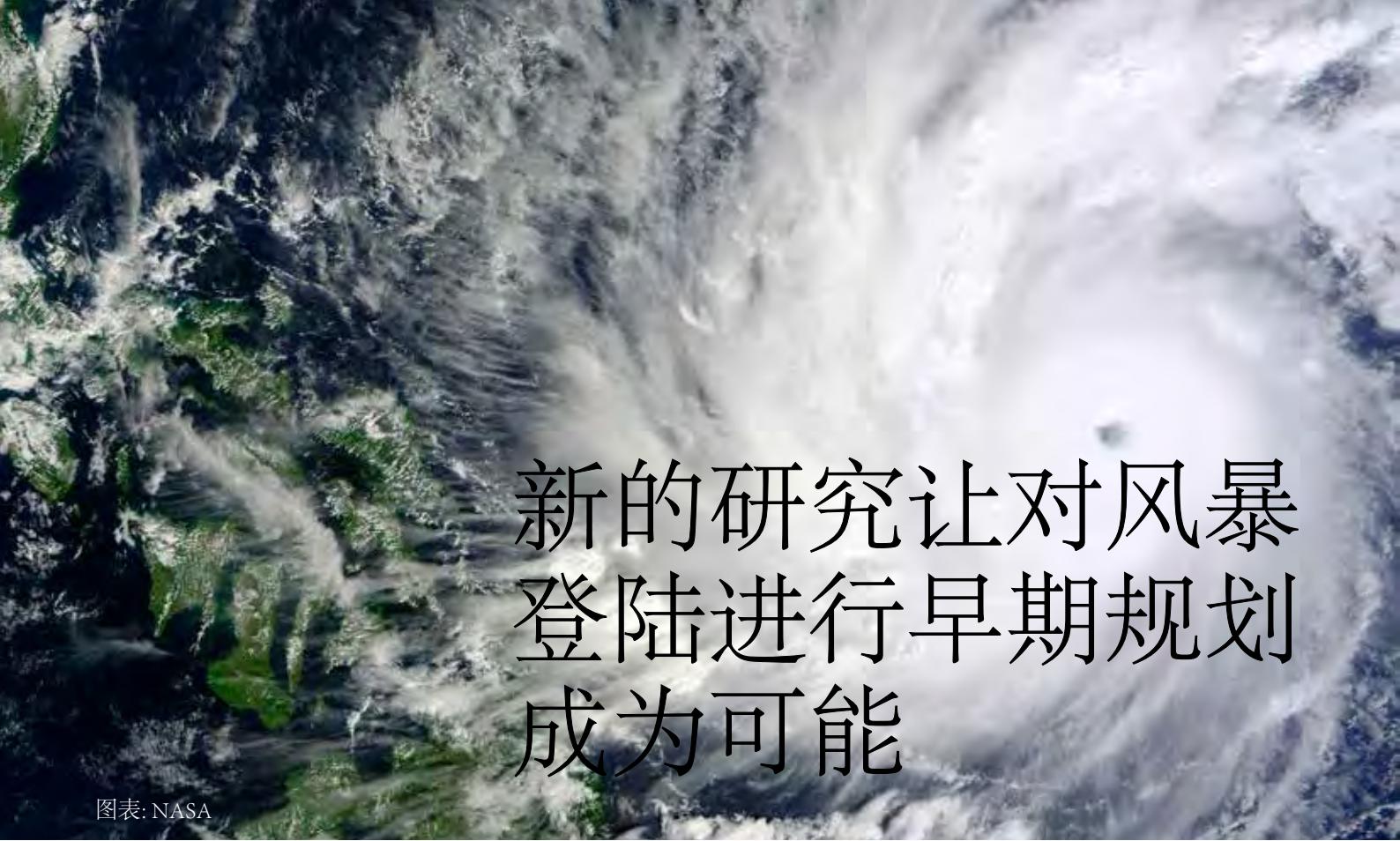
没有任何一个步骤是容易或者微不足道的。英国气象局CSSP团队的独特之处在于,我们将气候研究人员与气候服务科学家的努力相结合。CSSP资金明确设立科学发展方向和气候服务方向的好处是:气候科学在这七年间一直能够相互协作,并能够和用户紧密联系,这虽少见却非常重要。”

了解有关风速季节性预测信息-第24页



菲利普·贝特(Philip Bett)博士是英国气象局气候变率影响团队的资深科学家,该团队属于英国气象局月度至年代际变率和预测领域。

他的研究专注于开发使用季节性预测的新方法,该方法通常应用于英国、欧洲和中国的能源行业。



新的研究让对风暴登陆进行早期规划成为可能

图表: NASA

热带气旋的季节性预报

作者 萨利·史蒂文斯 (Sally Stevens) , 环境分析研究所

热带气旋是最具破坏力的重大灾害之一, 所经之处可能会引发暴雨、强风、海啸、洪水、山体滑坡、建筑物损毁、人员伤亡、经济损失和其他长期破坏。中国遭受了比大多数国家/地区更多的灾难, 其东部和南部广阔的海岸线与西太平洋海盆毗邻—这里是每年热带气旋发源数量最多的地区。

为了应对中国和其他易受热带气旋侵袭的国家/地区所面临的日益严重的威胁, CSSP China项目提供了热带气旋季节性预报服务

原型, 以预测来年夏季可能在中国东部沿海登陆的热带气旋数量。英国气象局开发的这项服务的真正价值在于, 它预测的是登陆情况, 而不仅仅是本季节海盆中可能形成的热带气旋数量。

首次试验预报于2019年5月发布。中国表示, 较早的预报对于决策将更具价值, 为响应这一反馈意见, 我们对原型进行了进一步开发, 从而在2020年3月1日发布了关于6月、7月和8月的首次预报, 并在当年的4月1日进行了更新, 在5月1日进一步完善了预报。

热带气旋的季节性预报是如何产生的?

英国气象局与作为CSSP China项目一部分的中国气象局 (CMA) 和中国大气物理研究所 (IAP) 展开了长期合作, 并将继续与中国用户保持联系, 以获取更多反馈。这些预报是基于英国气象局著名的GloSea5季节性预报系统做出的, 该系统显示出了很高的技术水平(或准确性), 可以预测在中国东部登陆的热带气旋的风险。

“我们渴望在中国找到更多的机构进行合作。”

- 蒂姆·米切尔 (Tim Mitchell) 博士, 英国气象局气候科学家

致力于CSSP China项目的英国气象局气候科学家 Tim Mitchell 博士表示: “从历史上看, 世界各地热带气旋的季节性预报通常针对的是整个海盆, 但真正重要的是要知道某个热带气旋在特定海岸线上登陆的概率。尽管人们已经尝试了一段时间, 但是对热带气旋可能登陆地区的预报技术尚不成熟。”

“我们现在能够做的是着眼于大气和海洋中的各种大规模因素与气候系统大规模特征的统计关系, 以预测热带气旋在这段海岸线上登陆的可能性。”

“在英国气象局, 我们开发了一个季节性预报模型, 该模型可以很好地展示可能发生的情况。英国气象局的模型是世界上最好的模型之一, 尤其对于西太平洋地区形成和发展的热带气旋, 技术已经很成熟。”

预报是如何应用来保护人类和经济?

英国气象局的预报重点是人口稠密的中国东部沿海地区, 包括长江三角洲和上海, 这里是中国乃至全球重要的工业和农业区。

CMA在自身开发气候服务以支持在中国东部沿海的能源、水利、农业和工业部门的决策以及灾害风险管理计划时, 获得了英国气象局的热带气旋季节性预报。但该季节性预报面临着不断的挑战, 如: 要在全球气候变化中改变天气灾害模式, 需要获取更可靠的数据, 并尽早报告有效的决策, 从而最大程度地减少损失和损害。

预报涵盖了中国的夏季 (6 - 8 月), 这是中国最有可能出现热带气旋的几个月, 但中国的风险分析和政策制定在早春便已开始。

英国气象局2019 年的预报受各种可能性的影响, 因为没有迹象表明存在异常“忙碌”或“平静”的季节。长期以来, 这条海岸线在夏季平均会出现三个热带气旋。结果, 三个热带气旋都穿过了指定区域。

7 月, 热带风暴丹娜丝 (Danas) (也称为“猎鹰 (Falcon)”) 对菲律宾造成了前所未有的破坏。8 月初, 热带气旋利奇马 (Lekima) 在中国登陆, 沿海省份浙江及其最大的城市杭州有 500 万人受到影响。据报道, 此次热带气旋共造成 90 人死亡, 100 万人撤离家

园; 25 万人撤离上海; 34000 所房屋遭到破坏。8 月底, 强热带风暴白鹿 (Bailu) 席卷了中国大陆, 袭击了福建省, 并在侵袭台湾后逐渐减弱。

米切尔博士表示: “2019 年 5 月, 我的同事们访问了中国, 亲自向 CMA 递交了首个试验预报, 并直接与使用者进行了沟通。我们从中国同事那里得到的反馈是, 如果我们能够在当年的早些时候做出预报, 这会是最适合 CMA 的流程。返回英国后, 我们发现可以在3月1日对 6 月、7 月和 8 月进行预报, 并且该预报仍然具有一定技术水平。那是 2020 年的首次发布, 随后在4月1 日和5月1日对预报进行了更新。”

下一步

这项研究未来有可能会在全球范围内被更广泛地应用。同时, 米切尔博士表示: “我们渴望在中国找到更多的组织来与我们合作, 共同致力于对原型的进一步开发, 这些组织可以利用我们产出的信息来做出实际的决策。这些组织不一定需要很大的规模。”

可通过电子邮件联系

蒂姆·米切尔 (Tim Mitchell) 博士

tim.mitchell@metoffice.gov.uk

气候变化对茶叶生产的影响：挑战与机遇

作者 萨利·史蒂文斯 (Sally Stevens), 环境分析研究所

试问有什么烦恼是停下来品尝一杯清爽的优质茶饮所无法缓解的?

在这个充满不确定性的世界, 我们如何才能确保数以百万计的饮茶者将来仍然可以依靠品尝一杯精美的茶饮来放松身心?

科学家们正在探索气候变化对纤弱茶树的潜在影响, 这些茶树为全世界的茶饮者提供了清爽安神的佳品。

根据中国国家统计局的数据, 中国不仅是世界上最大的茶叶生产国 (2019 年的茶叶产量为 280 万吨), 中国人的饮茶史也已经延续了 5000 多年。

云南是茶叶产量最大的省份 (根据国家统计局的报告, 2019 年种植面积为 48.09 万公顷), 其次是贵州、四川和湖北, 而中国最受欢迎的后发酵茶品种普洱茶就生长于云南。

几千年来, 随着关于茶树对极端天气的敏感性有了深入的知识和了解, 茶农们种植茶树和收获茶叶的技能得到了很大的发展。但是, 未来不断变化的气候将如何

影响这一至关重要的农业生产? 以及相关研究是否可以为粮食生产与世界其他地区之间的关系提供见解?

了解过去天气事件的影响以及未来气候变化对茶叶生产的潜在影响, 对于规划如何保护、发展和适应茶叶种植至关重要, 特别是在云南省, 这里的地貌和气候特征在世界上是独一无二的。此研究还为中英两国科学家提供了全方位探索云南气候模型评估, 以及与广大用户互动开发新的最佳实践的机会, 从而使更广泛的气候服务社区从中受益。

云南保山野生茶树森林中的茶叶生产历史可以追溯到 3000 多年前。这里的气候和地貌使其成为最合适顶级普洱茶作物的地区之一, 普洱茶因其经数十年放陈而增加的醇厚感和口感质地而备受喜爱。这里的树木可能已有数百年的历史, 它们的根部已经深入到富含矿物质的土壤中。

这是云南财经大学城市与环境学院副教授李少娟 博士开始其 CSSP China 项目研究的地方。她谈论了自己的研究发现以及对茶农们的启示:

问题: 为什么了解中国不断变化的气候对于茶叶生产如此重要?

回答: 茶树的生长状态对气候变率和变化非常敏感, 后者直接影响茶叶的产量和品质。随着全球变暖以及中国极端气候的频繁发生, 茶叶生产受到了显著影响。

了解中国不断变化的气候非常重要, 尤其是茶叶产区。茶叶的品质和作物产量受不同降雨事件的影响, 包括长时间降雨、持续干旱事件和暴雨等。

据我们所知, 我们的研究工作是第一个致力于探索数十年气候记录与毛茶价格、茶叶初加工的不同步骤之关系的研究。

中国的茶区广泛分布于不同的气候区, 地理位置和气候条件也存在很大差异。

考虑到茶树的生长状态直接受气候变率和变化的影响, 研究多时间尺度气候事件对中国不同著名茶区(特别是云南, 这方面的研究仍然相对匮乏)茶叶生产的影响非常重要。此外, 了解过去不同时间尺度天气事件的影响以及未来气候变化对茶叶生产的影响



清茶淡话

-- 对中国茶叶生产的启示

图表: Shutterstock

响,对于开发和适应茶叶种植
也非常重要。

“我们的研究工作是第一个致力于探索数十年气候记录
与毛茶价格、茶叶初加工的不同步骤之关系的研究。”

- 李少娟 博士

问题: 是否有进一步研究的机
会?

回答:由于地理位置和气候条件
的特殊性,保山茶区拥有优越的
气候优势资源和优良的茶叶品
质,有时甚至优于中国云南其他
著名的茶区。因此,这里具备良
好的茶叶作物品种,可以加工成
最好的红茶和普洱茶。

保山还有许多未开发的野生茶
叶种植区,具有很大的勘探潜力
和研究价值。

未来,可以考虑进一步开发保山
茶区的优质茶叶产品。此外,我
们将在未来评估极端温度事件
与茶叶生产之间的关系。现有的

研究以保山茶区为基础,后续研
究可以扩展到其他茶区。

问题: 我们在哪里可以找到更多
信息?

回答:有关更多信息,请访问中
国政府相关部门的官方网站、官
方出版的书籍和学术文章。



李少娟 博士是云南财经大学城市
与环境学院的副教授。

她在气候变化、气候模拟以及气候
变化对山区经济作物产量之影响方
面拥有近 16 年的经验。

完成研究工作的第一阶段后,我
们的论文《多时间尺度降水事件
对茶叶生产的影响:中国云南保
山的案例研究》将在适当时候正
式发表。

共同努力

揭开极端天气的成因

图表: Shutterstock



“它为两国提供了关于中国气候变化驱动因素更好的思路和理解”

-- 西蒙·泰特 (Simon Tett) 教授, 爱丁堡大学

归因研讨会

作者 萨利·史蒂文斯 (Sally Stevens), 环境分析研究所

CSSP China 的归因研讨会是一次成功的合作, 该合作促成了该计划中最实用、最有效和最有力的科研合作成果, 并且已在全球范围内得到推广。

该研讨会将中英两国的顶尖科学家和早期职业生涯研究人员汇聚在一起, 共同撰写科学论文, 研究人为因素导致的气候变化对中国近期特定极端天气事件的影响程度。

由此形式取得的巨大成功, 该研讨会模板已成功应用于全球

其他区域的 CSSP 归因活动以及其他气候项目中。

牛津电子研究中心 (Oxford e-Research Centre) 的 Climateprediction.net (CPDN) 计划协调员萨拉·斯帕罗 (Sarah Sparrow) 博士参与了 CSSP Brazil 项目, 将归因研讨会描述为“从做中学”, 并补充道:

“大多数参与者都是早期职业生涯研究人员, 在报名时我们就提醒过他们, 这将是一份艰苦的工作, 但是截至本周末, 他们即将

完成一篇论文并准备发表。”

撰写气候研究论文的新方法

论文发表在中国科研界受到高度重视和尊敬, 同时论文的发表也是作为在中国广泛的气候服务领域之间分享研究发现的重要途径。

归因研讨会提出了一种创新的合作方式来撰写论文, 每个研究小组的所有成员都需要做出同等的贡献。这需要组织者对每个小组的动态进行细致的把控。他们

为摘要的确立提供支持,清楚的是,参与者是从事研究工作和起草论文的人员(对于其中一些人,这将是他们发表的第一篇论文)。在一些情况下,研讨会的成果将会被进一步推进并开展更广泛的研究从而在其他期刊上发表更多论文。

爱丁堡大学地球动力学与建模系主席西蒙·泰特(Simon Tett)教授参与了多个CSSP China项目,并表示:“取得的科研成果对中英双方都十分有益,它为两国提供了关于中国气候变化驱动因素更好的思路和理解”。

6步完成一次成功的归因研讨会

1.准备: 大约10-15名参与者出席研讨会,每位参与者提名一个要研究的极端天气事件。参与者将被分为三组,每组五个人。每组由两名培训师(其中一名来自中国,另一名来自英国)领导,研究组织者选定的一个事件。

2.数据: 组织者对参与者进行分组,以确保参与者技能分布均匀,他们的任务是寻求批准并将相关数据引入研讨会。参与者需将本地数据引入研究,如:该地区的温度记录或降雨量记录。

3.培训: 研讨会首先介绍了归因

方法,然后介绍了环境变化研究所(IEA)的弗蕾德里克·奥图(Friederike Otto)博士在2017年发表的基于风险的极端事件评估过程的归因方法概述。

4.开启任务,定义极端事件: 第一项任务是正确定义事件,按照持续时间和地理区域来划分事件类别。斯帕罗博士解释道:“我们在此阶段与参与者进行了非常紧密的合作,因为通常这将是他们第一次不得不以这种方式考虑极端天气事件,但这对于取得富有意义的结果至关重要。”

5.进展和反馈: 定期(每天和周末)对每个小组内部以及小组整体的进展情况非正式展示,以收获反馈并培养技能和信心。

6.撰写研究论文: 从一开始,参与者就知道他们需要在周末之前完成研究论文的初稿。组织者在起草摘要方面会给予支持,参与者在研讨会后继续合作完成论文,并准备将论文提交给选定的期刊或特刊,如2020年1月的《美国气象学会公报》(BAMS)增刊。

培养沟通技能

研讨会取得成功的一个关键活动在于每个研究小组每天需要

向整个小组做一次报告,并获得培训师及其同伴的反馈。这有助于培训师对进展情况进行把控和比较,在提高每个小组注意力的同时,并在半正式、轻松的环境中培养沟通技能。

“在一周的时间里,所有人轮流进行演讲。” ,斯帕罗博士表示。“对于很多人来说,这将是他们第一次站在一群人面前用英语进行演讲。这可以帮助他们了解常用题材,分享思路并让他们在演讲方面变得更有信心”。

在研讨会的最后一天,每个小组对他们的研究进行了联合演示,这有助于增加研讨会后参与者之间的互动。

保持势头以及后续步骤

随着对归因研讨会认识的加深,其范围可能扩大至让利益相关者有机会与参与者一同参加最终的演讲展示。

此外,历时较长的研讨会可能会包括将研究成果传达给利益相关者和政策制定者的相关培训,并制成与研究论文同时发表的书面摘要和/或视频解说。在每次研讨会过程中,组织者都会利用这一机会来挖掘潜在的研讨会培训师,其最终目的是组建

一支能够独立于研讨会并在东道国开展归因研究的气候科学家团队。

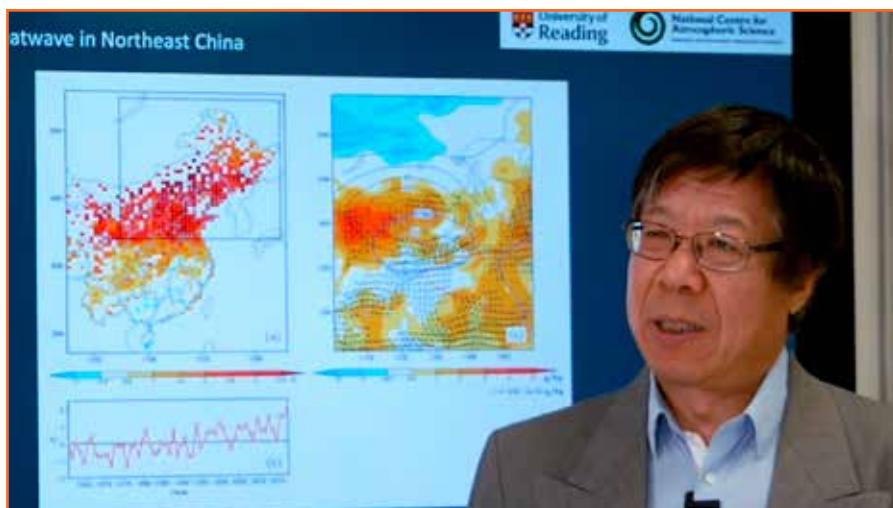
国际归因研讨会可以将研究全球不同地区气候的科学家们汇集在一起, 目前, 巴西和中国的早期职业生涯研究人员已经举办了一次这样的研讨会。在不同国家小组中就相关极端气候事件开展工作, 并分享日常报告, 从而确定共同分享的主题, 来促进气候变化的国际间合作。

在 Covid-19 出行受限期间, CSSP Brazil 的一次虚拟归因研讨会成功试用了一种新的形式: 包括致力于极端事件影响的小组和归因小组, 同时还包括面向所有人的沟通技巧培训会议。未来, 这三个小组的任务可能是研究同一极端事件, 其中一个小组

采用标准方法; 一个小组重点关注导致事件发生的大规模动力学, 而另一个小组则重点关注事件的影响。这样便可以在研讨会结束时获得更全面的结果。研讨会后的下一步计划可能包括运行水文模型并融入更多的

社会科学, 让参与者更广泛地思考如何将极端事件的不同方面联系起来。

调查气候变化下的中国热浪 - 阅读第 36 页上有关极端天气事件归因的更多信息。

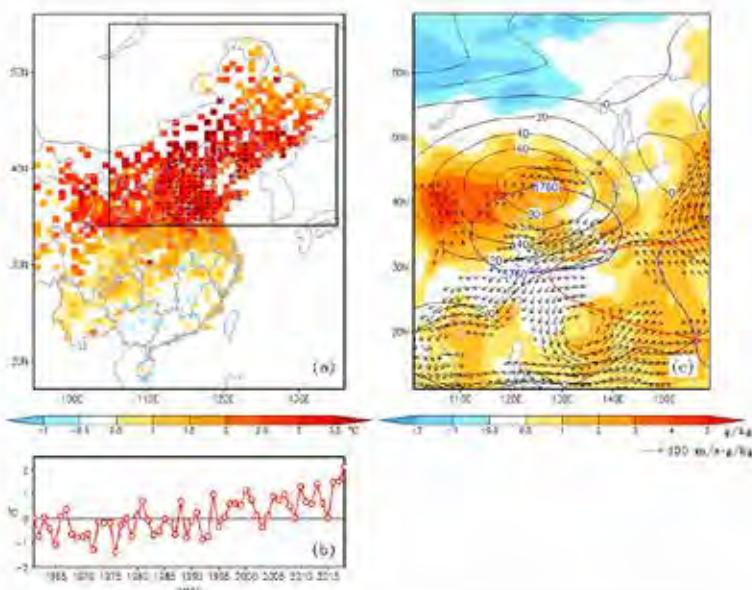
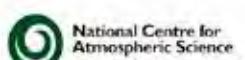


董步文博士在VIEWpoint视频中讨论了他有关归因研讨会的工作。他的研究涵盖了2018年7月14日至8月15日期间在中国东北发生的极端热浪事件, 这次气候事件对人类健康、农业、电力和供水都产生了不利影响。他总结到, 在未来几十年间, 人为活动将增加极端热浪发生的可能性。(下方)。

扫描对开页上的二维码观看视频。

The 2018 Extreme Heatwave in Northeast China

by Dr Buwen Dong



- Unprecedented heatwave
14 July to 15 August 2018
- Adverse effects on health, agriculture, power and water supplies
- Anthropogenic forcing will make extreme heatwaves more likely in future decades

“我们到目前为止共举办了四次研讨会，并已经发表了九篇科研论文”

-- 董步文 博士, 英国国家大气科学中心

理清自然与人为因素

作者: 维琪·卢卡斯 (Vicky Lucas), 环境分析研究所

中英气候科学支持服务伙伴关系计划 (CSSP China) 最成功的成就之一就是提倡为科学家和早期职业生涯研究人员举办归因研讨会并在英国和中国都举行了一些互惠互利的活动。通过这些研讨会, 我们进而对中国的极端天气事件进行细致分析, 从而确定气候变化对全国各地极端天气事件的影响。

气候归因是气象学中难度很大的一项任务。虽然恶劣天气一直存在, 但是诸如‘风暴是否在逐渐变强’, ‘热浪是否更加强烈’, ‘野火的分布是否更加广泛’之类的问题都尚未知晓。

对于界定清晰的大型事件, 归因研究旨在调查人类排放的温室气体在多大程度上加剧了相应事件的发生。气候归因技术被重点应用于重大事件发生的几周或几个月内, 来严格判断人为原因导致的气候变化在严重性、持续时间或频率的影响程度。

依循相关气候事件

2018年夏季, 中国东北受到了前所未有的漫长而强烈的热浪

影响。7月和8月间, 中国气象局 (CMA) 连续33天发布了高温预警。

同年7月30日, 高温导致的入院人数打破了拥有800万人口的沈阳市的历史记录。

在VIEWpoint为CSSP China项目制作的简短视频采访中, 雷丁大学英国国家大气科学中心 (NCAS) 的董步文博士谈到了归因研讨会和2018年发生的热浪的影响(请看文末视频)。

在CSSP China 归因研讨会上发表的一篇科学论文描述到: 长时间夜间高温在我们的生活中已变得更为普遍, 特别是在气候变化的人为影响下。

以2018年夏季中国东北地区的持续夜间热浪事件为例。它本来在自然界中极为罕见, 其发生频率约为500年一次, 但是随着全球变暖, 发生频率现在已经变成了60年一次。

共同协作

在CSSP China研讨会上, 与会代表和导师们密切合作。他们首先确定需要展开调查的大型气候事件, 在几天的时间内他们共同进行了概述和分析, 回家之后还继续合作进行研究。研讨会最终联合发表了多篇科学论文, 这不仅实现了会议举行的初衷, 还加强了中英两国的正式研究关系以及非正式研究关系。

董博士表示: “我们的目标是将研究成果发布在《美国气象学会通告》(BAMS) 中介绍去年发生的极端天气事件的年度特刊上。事实证明, 我们取得了巨大的成功。我们到目前为止共举办了四次研讨会, 并已经发表了九篇论文, 包括2020年 BAMS 专刊, 另外还有三篇论文已经提交, 目前正在修订中。”

“这些论文涉及多种课题, 例如干旱、强降水以及热浪。”

了解更多内容并观看视频

人为因素对2018年夏季中国东北地区持续夜间热浪的影响(Ren et al, 2020)

<https://doi.org/10.1175/BAMS-D-19-0152.1>

扫描二维码观看视频。





城市气候弹性 逐步测试方法

上海。图片来源: Leslin Liu, Pixabay

“气候变化正在发生, 我们迫切需要更好地了解这点并为未来做好准备”
——奥雅纳(ARUP)的玛丽亚·桑耶皮娅 (Maria Sunyer Pinya)

基础设施的气候风险评估

作者: 维琪·卢卡斯 (Vicky Lucas), 环境分析研究所

一种分步评估气候变化对城市建筑物和基础设施构成风险的工具已在中国城市中建立。

由全球工程、设计和咨询公司奥雅纳(Arup)开发的基础设施气候风险评估工具以“让广泛计划者和决策者采用”为主旨。

结构化评估以奥雅纳在中国的往期工作为基础, 建立了以用户为导向的实践型气候风险框架。它在气候科学支持服务合作伙伴关系计划 (CSSP) 中国项目的框

架下进行了修订, 纳入了气候预测的定量值, 建立在风险评估方法的基础上, 并向用户提供一系列降低风险的选择。

专为计划者和决策者设计

奥雅纳高级气候变化顾问玛丽亚·桑耶皮娅 (Maria Sunyer Pinya) 说: “气候变化正在发生。我们的基础设施资产可能尚未做好准备, 我们需要意识到这些并为应对未来的气候做准备。”

气候风险评估

基础设施工具的功能是使规划者和决策者逐步对衡量“气候变化对建筑环境的影响”的方法进行评估, 以确保基础设施能够在本世纪下半叶承受更高的温度或适应降雨模式的变化。

玛丽亚于2021年1月在新观点(VIEWpoint)与中英商业理事会合作举办的网络研讨会上向基础设施专业人士介绍了该工具, 该工具旨在让政策制定者和决

策者对基础设施的气候变化风险有较深入的了解。

它通过对当前和未来风险的综合信息来指导用户，指出对于某些基础设施的某一部分(例如公路或铁路部分)是否可能需要进行更详细的风险评估，并鼓励用户与其他利益相关者(例如资产经理或工程和设计团队)协商并共同努力来更好地了解潜在影响。

支持联合国可持续发展目标

该框架与联合国可持续发展目标保持一致，并为之做出了贡献，例如关于建设抗灾基础设施的9号目标，关于可持续抗灾城市的11号目标和应对气候变化及其影响的13号目标。玛丽亚补充说：“该工具具有全球意义。该流程最初是在中国四个具有代表性的城市(北京，上海，武汉和深圳)开发的，它适用于许多其他地点，并且可以很容易地针对世界上任何其他地点进行调整。现实是，世界所有城市都需要适应气候变化。”

这项工作的杰出成果之一是，该框架可帮助决策者理解气候变化预测及其内在的不确定性。气候变化数据分析得出的结果不是唯一的数字(例如，极端降雨的百分比增加)，而是一个范围，



奥雅纳的气候风险评估工具将逐步指导用户完成该过程，使其适合各种专业人士。

我们需要考虑这一不确定性并将其融入设计中。因此，对于该工具而言，重要的是要提供有效的指导以帮助用户完成许多步骤，从整体上而非单个部分考虑不确定性，并咨询负责或了解基础架构资产的其他人员。

奥雅纳团队的另一个好处是，可以让用户更多地使用和解释定量气候预测，并将这些信息与定性影响评估结合起来。

下一步

玛丽亚补充说：“工具的开发是高度迭代的，它需要考虑用户如何感知到输出。这是因为用户需

要互动并保持参与，而不是像阅读报告时那样被动。为了实现这种关联性，奥雅纳将一系列专业知识整合在一起，包括有关铁路工程以及极端天气事件的专业知识。”

在收集完用户的进一步反馈并对这些评论进行调整后，工具开发的下一阶段是使其适用于其他基础设施类型和极端天气事件。当前的重点是公路和铁路以及降雨和气温，但以后也可能将其扩展到其他的领域(如自来水公司或数字基础设施)。

更多有关奥雅纳气候风险工具的信息，见第39页。

玛丽亚·桑耶皮娅是奥雅纳公司负责基础设施工具的气候风险评估项目的经理。她在丹麦攻读博士学位期间，研究并量化了气候变化数据(尤其是极端降雨数据)中的不确定性，以洞悉未来的洪水。

玛丽亚博士研究的主要发现是，气候变化预测中的不确定性不应成为不采取行动的借口。适应不断变化的气候是一项艰巨的任务，我们需要将这种不确定性纳入我们的适应和适应力评估中。



气候变化的背景下的中国热浪研究

Explainer

气候科学支持服务伙伴关系 (CSSP) 计划中国项目面向决策者提供简单易用的研究。



图片来源: Pixabay.com

焦点

作为气候科学支持服务伙伴关系计划 (CSSP) 中国项目的一部分，我们举办了一系列研讨会，使研究人员可以将英国的归因技术应用于中国的极端天气事件。归因是确定人为气候变化在极端事件中起作用的程度的过程。结果显示，使用接近自然发生热浪时的海面温度可以更好地在气候模型中重现这一事件，这一结果反映了英国的归因方法。

重要性

在CSSP中国归因研讨会上，代表们对极端事件进行研究，所以当2017年7月上海出现创纪录的40.9°C气温时，他们就关注了这一事件并发现了热浪对公众健康和农业造成的严重影响¹。研讨会研究了人为变暖是否增加了中国中东部出现此类热浪的可能性。研究发现，如果气候变化是人为原因导致的，那么热浪持续五天的可能性会增加十倍。



图片来源:
Pixabay.
com

风险。结果显示，热浪风险的大小受使用的海面温度影响非常大²。

方式

我们通过一系列的气候模拟来进行归因研究，以确定在有无气候变化的情况下是否会再出现极端事件以及这种事件发生的频率是怎样的。我们还会对气候进行数百次建模来确定事件出现的范围。为表示气象系统中的不确定性，该集合每种情况的起始条件都略有不同。从研讨会上展示的数据来看，全部的模型都无法推算出中国中东部很高的温度，因此研究人员需要更仔细地研究模型输入。进一步的研究表明，用接近2017年海面温度的观测值，可以更真实地模拟类似热浪的频率和

后续措施
极端事件的归因是最近气候研究的热门主题。这些研究有助于我们了解未来极端事件的潜在变化，并制定适应或缓解策略。研究的成果是发现和改进风险预测过程的一部分，如‘海面温度范围对确定陆地高温非常重要’。为了将海面温度模式的影响考虑在内，CSSP中国研讨会将在进一步研究中对英国气象局运营归因系统的输入数据做以更改。

参考文献

- [1] Chen et. al 2019 DOI:10.1175/BAMS-D-18-0087.1
- [2] Sparrow et. al 2018 DOI:10.1088/1748-9326/aae356

www.viewpoint-cssp.org



由新观点制作的这些合作解说，用通俗易懂的语言整理了气候科学支持服务伙伴关系计划(CSSP)中国项目的一些深受关注的主题。请使用反面的二维码下载并分享。

干旱气候中的暴洪泛滥：中国西南部地区面临的双重挑战

Explainer

气候科学支持服务伙伴关系(CSSP)计划中国项目面向决策者提供简单易用的研究。02



位于中国西南部的云南省内农村地区(图片来源: Chan Xiao (NCC, CMA))

焦点

在干旱气候背景下，中国西南部地区的山洪灾害在近 15 年来频繁发生，这对气候的适应和水源的管理提出了新的挑战。高分辨率降雨观测结果显示：在未来几十年气候变暖的情况下，这种矛盾的趋势还将继续。

重要性

中国西南部地区位于接近北纬25度的亚热带，地处青藏高原东南部。该地区的特点是冬季和春季格外干燥。由于其复杂且崎岖多山的独特地形，该地区极易受到极端降雨的影响。这种地形容易形成强降雨，从而导致山体滑坡和山洪暴发。

在全球气候变暖的气候背景下，亚热带地区会变得更加干燥。如此一来，中国西南部地区会越来越容易发生干旱状况，而中国东南部和东部地区则普遍会变得更加潮湿。

然而，该地区在过去15年间出现了更多的极端降雨和山洪灾害，而非更多的干旱。中国农业部统计的历史记录表明，自1971年以来，云南省受干旱影响的作物区面积增加了一倍多，而受山洪灾害影响的作物区面积增加了96%。

方式

利用从由中国西南部地区142个气象站组成的测量网络1971 年至 2013年间所收集到的逐时和逐日观测结果，我们进一步研究了降雨量的变化。



云南省(图片来源: Charlottees, Pixabay)

1971年至 2013年间，中国西南部地区的年降雨量和雨季降雨量都有所减少。在过去 15 年间，该地区几乎所有气象站所记录的夏季总降雨量都出现了明显的下降趋势。然而，极端降雨量（在最潮湿的 5% 时间内的降雨强度）却稳步增加，这与中国农业部最近的旱涝年度统计记录相一致。

后续措施

根据对未来的预测，在气候变暖的情况下，中国西南部地区这种矛盾的趋势预计会在未来数十年内持续下去。鉴于这一趋势以及该地区对气候变化的敏感性，政策制定者和公众不仅要为干旱造成的水资源短缺做好准备，还要为不断增加的山洪灾害做好准备。特别是，考虑到该贫困地区高度依赖农业，在发生气候变化之前做好充分的准备工作就变得十分重要。

参考文献

- Wang et al., 2014 DOI:[10.1007/s00376-014-3223-3](https://doi.org/10.1007/s00376-014-3223-3)
Wu et al., 2015 DOI:[10.1002/cjg2.20187](https://doi.org/10.1002/cjg2.20187)
Xiao et al., 2018 DOI:[10.1007/s00376-018-7275-7](https://doi.org/10.1007/s00376-018-7275-7)

www.viewpoint-cssp.org



青藏高原低涡跟踪调查研究： 现代方法和传统方法的比较

Explainer

气候科学支持服务伙伴关系（CSSP）计划中国项目面向决策者提供简单易用的研究。03



青藏高原（图片来源：Unsplash.com）

焦点

青藏高原涡旋（TPV）是长江流域出现的一种风暴，它可引发强降雨和特大山洪。人们往往因发现 TPV 时间太晚而无法做出有效预警。因此我们需要确定一种可靠的跟踪和检测方法。中国 CSSP 的部分内容就是对涡旋自动跟踪方法与人工跟踪方法进行对比研究，以了解涡旋的发展过程及其影响。

重要性

青藏高原低涡是夏季（4月-9月）在青藏高原上空出现的一种天气系统。一些低涡会向东移动离开青藏高原造成强降雨，进一步导致拥有中国三分之一的居住人口的长江流域发生灾难性洪水。例如，2008 年 6 月中旬，低涡引发了一系列强降雨¹，迫使华南地区 130 万人口进行疏散，造成了超过 100 亿元的经济损失²。因此，几十年来，精准预测青藏高原低涡移动轨迹一直是中国研究者关注的重大课题。

目前，识别与跟踪青藏高原低涡非常困难，特别是在其生命周期的早期阶段。这主要是因为在青藏高原，特别是在低涡发源的高原西部，用于跟踪低涡的观测资料非常有限。因此，发现低涡时往往较晚，导致无法发出有效的预警，人们也无法对洪水事件采取预防行动。因此，我们迫切需要开发迅速可靠的探测和跟踪方法。

方式

目前的跟踪方法主要包括人工跟踪和自动跟踪：前者依靠专家对案例进行逐一观察分析，后者利用气候模型进行模拟输出。

作为中英气候科学支持服务伙伴关系（CSSP）计划中国项目的一部分，科学家们对人工和自动追踪方法进行了全面的比较，结果显示，与人工追踪方法相比，自动追踪方法可以在更西部地区探测到处于更早发展阶段的青藏高原低涡³。

此外，利用全球气候模型的输出数据，自动追踪方法还有助于了解青藏高原低涡的空间分布和年周期等发展规律。科学家们利用自动追踪手段发现，7月份四川省与青藏高原低涡相关的降水可占总降水量的 40%⁴，证实了低涡对青藏高原下游降水具有很大影响。

后续措施

与人工跟踪方法相比，自动跟踪的方法更具客观性，可重复性更高，而且可以更早检测到低涡。自动跟踪方法可以融入以 NWP 为基础的工作流程来改善低涡的预测效果并让与低涡相关洪水预警提前。同时，我们可以从传统的人工跟踪方法中汲取经验和知识来补充和完善自动跟踪方法，进而改善对低涡的自动跟踪。这是科学家们首次在高分辨率的全球气候模型中考察青藏高原低涡的发生规律，有助于加深对低涡产生机制和发展规律的认识，从而更好地了解和预测其影响。

参考文献

- [1] Chen et al., 2015 DOI:10.1155/2015/481735
- [2] MCA of China, 2008 www.news.sina.com.cn/c/2008-06-14/214415745609.shtml
- [3] Curio, et al., 2018 DOI:10.1007/s00376-018-7278-4
- [4] Curio, et al., 2019 DOI:10.1175/JCLI-D-18-0021.1

www.viewpoint-cssp.org



北京雾霾未来将何去何从？

Explainer

气候科学支持服务伙伴关系（CSSP）计划中国项目面向决策者提供简单易用的研究。04



北京故宫博物院雾霾事件（图片来源：[Pixabay.com](#)）

焦点

在中国，北京及其周边地区的空气污染最为严重。了解气溶胶排放量的变化对该地区雾霾事件发生频率和强度的影响对于今后制定缓解策略十分重要。

重要性

近几十年来，由于经济的快速发展和城市化的进程的加速推进，空气污染已成为中国面临的主要问题之一，它对公众健康构成了巨大威胁。北京（人口2000万）及其周边地区污染最为严重。

中国政府于2013年实施了《大气污染防治行动计划》，这一计划使得导致空气质量恶化的气体和颗粒物的排放量的大幅减少，例如，2013年至2017年，二氧化硫（SO₂）的排放量降低了59%¹。但是，北京仍频繁发生雾霾事件。

气溶胶排放量的变化除了直接影响雾霾成分外，还可以通过影响大范围的气象条件来影响雾霾天气。由于中国的气溶胶排放量在今后可能仍会快速降低，因此，了解该变化对雾霾事件的发生频率和强度的影响对于缓解策略的制定十分重要。

方式

作为“气候科学支持服务伙伴关系计划中国项目”的一部分，专家们调查了北京地区雾霾天气相关气象条件的未来变化情况，以及到21世纪中叶在两种不同的气溶胶排放量情景下，这些气象条件出现时雾霾事件的严重程度。他们通过对与空气质量指数（AQI）相关的雾霾天气指数（HWI）模

拟，得出了有利于形成雾霾的条件并量化了未来气候中雾霾事件的发生率以及气溶胶缓解措施的影响²。

他们发现，导致北京雾霾事件发生的气象条件（气温较高、风力微弱和湿度较大）会在未来更加频繁。但是如果气溶胶排放量在未来继续降低，雾霾天气的强度也可能会随之降低。

后续措施

中国和其他邻国未来的气溶胶排放途径存在很大的不确定性，例如，印度已取代中国成为世界上最大的人为二氧化硫（SO₂）排放国³。更好地了解气溶胶排放量变化对北京地区今后雾霾天气所带来的重大影响，有助于我们制定未来的区域和全球政策。

研究表明，空气质量控制政策对局部空气质量乃至对人类健康的益处超过了其动态气候影响，并对制定未来的缓解策略至关重要²。我们应继续实施空气污染控制政策。

展望未来，英国气象局目前正在开发一种具有HWI预测功能的气候时标雾霾服务原型，这将为下游用户提供更好的缓解效果。

参考文献

[1] Zheng et al., 2018 DOI:[10.5194/acp-18-14095-2018](https://doi.org/10.5194/acp-18-14095-2018)

[2] Zhang et al., 2020 DOI:[10.5194/acp-2020-957](https://doi.org/10.5194/acp-2020-957), in review

[3] Li et al., 2017 DOI:[10.1038/s41598-017-14639-8](https://doi.org/10.1038/s41598-017-14639-8)

www.viewpoint-cssp.org



高效评估风云三号卫星仪器， 借以提升天气预报质量

Explainer

气候科学支持服务伙伴关系 (CSSP) 计划中国项目面向决策者提供简单易用的研究 05



图片来源: Wikimages, Pixabay.com

焦点

作为“气候科学支持服务伙伴关系计划中国项目”(CSSP China)的一部分，我们根据英国气象局全球数值天气预报系统的短期预报结果对中国风云三号卫星的九台仪器进行了评估。评估结果已反馈给中国气象局(CMA)。同时，部分应用业务预报有关的产品也让英国气象局在全球预报系统获益良多。

重要性

卫星观测是观测地球的主要方式，它提供了覆盖全球的宝贵测量数据流。作为中国风云(FY)计划的一部分，FY-3极地轨道卫星由FY-3A至FY-3D四颗卫星组成，并配备了11台高性能探测仪器。它们是应用于天气预报、全球气候变化研究、灾害监测和专业活动(例如航空、海事活动)的重要数据来源。目前，许多国家/地区都在使用FY-3卫星数据。

利用卫星观测数据的一项基本要求是对仪器数据质量进行详细、全面的评估。但是常规观测数据相匹配)通常需要数十年的时间，因此我们需要采取更高效的方法来加快这一过程。

，由于基于常规观测的评估(例如将卫星数据与

方式

为了使从卫星发射到其数据成功应用于气候服务之间的时间间隔缩短至十年以下，我们将卫星观测数据与近期气候史的模拟结果和英国气象局全球预报模型的短期预报进行比较，并对中国FY-3系列卫星的几台仪器进行了评估，进而确定了偏差并根据需要制定了修正方案。近年来的实践证明，此方法能够加快整个评估过程。

参考文献

Carminati et al., 2018 DOI:[10.1007/s00376-018-7266-8](https://doi.org/10.1007/s00376-018-7266-8)

Carminati et al., 2020 DOI:[10.1007/s00376-020-0010-1](https://doi.org/10.1007/s00376-020-0010-1)

NSMC 2020 <https://fy4.nsmc.org.cn/nsmc/cn/satellite/FY3.html> (Mandarin)

FY-3B、3C和3D任务搭载的三台微波湿度计、三台微波温度计和两台微波成像仪已经过全面评估，并准备投入业务使用。这些仪器还能提供有关地表和大气温度、湿度和冰粒的宝贵信息。

同时，我们还对FY-3D任务搭载的高光谱红外大气探测仪(探测温度、湿度和微量气体)进行了评估，并且正在评估将其数据应用于业务用途的潜在裨益。

后续措施

全面的评估让我们可以将观测数据质量迅速反馈给中国气象局，以便及时、高效地进行重新设计和修正。

作为“气候科学支持服务伙伴关系计划中国项目”的一部分，我们将或已经将这三台湿度计、两台成像仪和一台温度计投入业务使用，并大幅提高了24小时预报的准确性。2020年是中国风云气象卫星计划诞生50周年，同时也是一个重要的里程碑——该计划的观测数据首次在英国的全球天气预报模型中使用，这为英国气象局全球预报系统提供了很大的帮助。



www.viewpoint-cssp.org

奥雅纳气候风险工具： 在气候变化背景下保护您的基础设施

Explainer

气候科学支持服务伙伴关系（CSSP）计划中国项目面向决策者提供简单易用的研究。06



Erdenebayar Bayansan (图片来源: Pixabay.com)

焦点

奥雅纳（Arup）现已创建一项气候服务，它可令中国市政部门中的基础设施规划师、工程师和项目经理能够评估未来的极端气候条件（例如高温或高强度降雨）对关键基础设施系统的影响，并确定解决方案。根据气候科学支持服务伙伴关系计划（CSSP China）中国项目的研究，这款决策支持工具可轻松访问整个可信赖的全球气候模型（GCM）数据集。用户可以未来气候情景下量化不断变化的危害程度，结合自身对城市基础设施的了解来实施风险评估，并做出有针对性的适应措施。

重要性

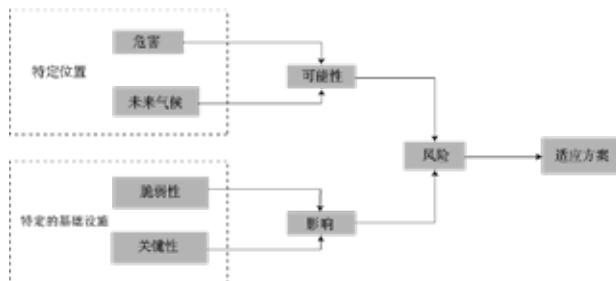
交通、供水和能源系统等已有的基础设施可确保城市的有效运行并保障人们的优质生活。由于气候变化，极端高温或降雨造成的损坏或故障可能会在未来变得更加严重和/或更加频繁，使得未来适用性成为基础设施规划、设计和运行中的重要组成部分。

在不断变化的气候中，极端气温或降雨的历史记录提供的信息比较有限。对此，用户可以使用奥雅纳的工具来获取帮助。此工具易于使用，并且可以直接且目标明确地访问评估一些权威的气候模型数据，同时还带有清晰地解释说明，便于理解。

方式

右上的流程图可为用户提供指导，并将全球气候模型的数据与用户在以下方面的专业知识结合在一起：

脆弱性：系统对极端气候条件下导致故障的敏感程度。



奥雅纳气候风险工具中的信息流

关键性：系统对经济、社会以及其他依存系统运转的重要程度。

脆弱性和关键性的结合可以使用户对指定地点的特定基础设施系统的潜在危害影响进行系统评估。确定整体风险，并指导用户找出实用的应对方法或技术，从而帮助确定投资的优先顺序以改善顺应性。

后续措施

奥雅纳的气候服务工具、培训和指导资源现已在四个城市（北京、上海、武汉和深圳）投入使用。对于这些城市，此工具现在可用于为决策提供支持。后续我们会将此工具推广至其他城市。

www.arup.com

奥雅纳是一家全球工程、设计和咨询公司，其使命为
塑造更美好的世界

www.viewpoint-cssp.org



VIEWpoint 新观点

本稿件由环境分析研究所（Institute for Environmental Analytics）发起的中国CSSP项目VIEWpoint制作。该项目重点关注研究，并通过可用资源来改进伙伴关系中所开发气候服务的使用。

Institute for
Environmental
Analytics

Attribution 4.0 International
(CC BY 4.0)

SUSTAINABLE
DEVELOPMENT
GOALS

高分辨率革命助力中国气候研究

Explainer

气候科学支持服务伙伴关系 (CSSP) 计划中国项目面向决策者提供简单易用的研究 • 07



图片来源: Vitor Dutra Kaosnoff Pixabay

焦点

由于缺乏长期的高分辨率数据集，我们对中国复杂多变气候的了解不多。英国气象局最近开发的高分辨率（25千米）数据集可以更好地反映中国气候的逐年变化，并证实了自1850年以来温度呈持续升高趋势。这与全球气候的变化趋势是一致的。

重要性

中国是一个幅员辽阔的国家，与欧洲面积相近。由于复杂的地形，中国遭受各种气候和极端天气（例如热浪、洪水）的影响，并且呈现出大范围的变暖趋势（Zhou 等，2016年）。

若要了解气候多变性和极端天气变化的全部信息，连续、均质且公正的长期观测记录至关重要。但是在20世纪50年代以前，中国许多地区的地表气候记录很少，特别是喜马拉雅山脉和青藏高原等西部地区。即使卫星可以提供覆盖范围越来越广的精细数据集，但也只能追溯到1979年以后。

长期高质量数据集的缺乏始终限制我们对中国气候的重要驱动因素和变化趋势的了解。虽然全球气候模型可以延长现有数据集的周期，但由于全球数据集的空间分辨率较低，我们仍较难重现中国极端降水等方面。为了更好地反映中国的区域气候，同时与全球气候保持一致，我们亟需一个包含全球气候特征和局部地形详情的具有更高分辨率的数据集。

方式

Amato 等人（2019年）尝试通过缩小中国在全球数据集（20Cr2c）内的水平空间分辨率来解决低分辨率带来的一些局限性。该全球数据集以200千米和6小时的时空分辨率来提供风、温度和湿度数据。

通过利用英国气象局开发的高分辨率气候模型，我们扩大了大范围气候过程对区域尺度（25千米）的影响，还生成了1851年至2010年中国历史气候数据集（20CR-

DS）。它的空间分辨率更高，并按照每日/每月的时间尺度提供可用结果。以外我们还评估了缩小尺度数据集的优势和局限性。尽管缩小尺度数据集可能导致温暖潮湿与季节性潮湿出现偏差，但是它的偏差很小。此外这一举措很大的优势是能真实地反映空间和时间趋势。它可以反映中国的年气候循环（温度和降水），特别是青藏高原等观测数据稀少的地区。另外，该数据集还可以更好地反映1901年以来观测温度的年际变化和趋势，并证实了自19世纪50年代以来温度呈显著持续升高的趋势。

后续措施

高分辨率长期气候数据（20CR-DS）是19世纪下半叶和整个20世纪中国首个缩小尺度的再分析数据集。这项工作是深入了解中国发生热浪、干旱和降水等影响较大事件的模式和驱动因素所必经的第一步。该数据集具有难能可贵的高分辨率，并免费提供月平均数据下的标准（NetCDF）格式数据（Sadri 等，2019年），其有望在未来的科学分析、影响研究和气候服务开发中广泛使用。英国气象局还在Jupyter Notebooks中，用计算效率更高的（Zarr）格式，为20CR-DS提供了一套基于Python的教程。它旨在促进其在研究社区的应用。同时，我们对更高频率数据集（每天、3小时和每小时）的检查也在进行中。最近，我们正在开发用于中国的空气质量控制的20CR-DS的气候服务原型。它的高分辨率优势有望帮助研究者对雾霾天气指数的区域进行预测。

参考文献

Amato et al., 2019 DOI:10.1175/JAMC-D-19-0083.1

Sadri et al., 2019 DOI:10.5281/ZENODO.2558135

Zhou et al., 2016 DOI:10.1002/joc.4400

www.viewpoint-cssp.org



集成式大风预警系统， 让城市轨道交通运行更安全

Explainer

气候科学支持服务伙伴关系计划（CSSP）中国项目面向决策者提供简单易用的研究。08



Image: PublicDomainPictures, Pixabay

焦点

大城市的人们依靠城市轨道交通出行，但这种系统很容易受大风的影响。作为“气候科学支持服务伙伴关系计划中国项目”的一部分，我们开发并评估了一种集成式大风预警系统，它为网络运行和应急计划提供支持。

重要性

随着城市的快速发展，上海，拥有2400多万人口的沿海城市，它的城市轨道交通系统也在不断扩张。上海地铁系统是世界上线路第二长的地铁系统，它由676千米的线路和414个车站组成。目前，上海地铁日客运量约为1180万。

城市轨道交通容易受恶劣天气的影响，严重的话，运行会受阻。在上海，台风登陆时的破坏性大风会影响车厢的稳定性，甚至可能导致车厢脱轨，造成重大经济损失和人员伤亡。

因此，我们需要更好地了解这种不利气象条件对轨道车辆性能的影响并评估轨道网络运行的风险等级和应急计划——这亟需一个预警系统。

方式

科学家们开发了一种轨道交通集成式大风预警系统。它由观测或模型预测得出的高分辨率风数据、评估风对轨道车厢影响的易损部位模型以及用于发布预警的风险评估系统组成¹。

鉴于16号线的南部几乎每年都会遭遇台风，我们对上海东南部59千米长的上海地铁16号线的东南



图 1:
上海地
铁 16
号线的
预知大
风风险
(Han
等, 2020
年)

部59千米长的上海地铁16号线（高架轨道45米）的预警系统进行了评估。2015年7月11日台风灿鸿登陆时，预警系统确定了整个上海地铁16号线的风险等级，以及高风险至极高风险的区域（图1）。当天早上，高风险区域的16号线列车在实际的轨道运行中降低了车速，这表明预警系统提供了有效的风险评估。

后续措施

该轨道交通集成式大风预警系统可以为大风中的轨道安全运行提供更高分辨率的预警信息。该系统利用计算机模拟的风况预测，预测轨道网络的安全风险等级并发布实时预警。该系统已于2016年7月开始向上海申通地铁集团提供服务。它还有可能应用于其他拥有地面轨道系统却易受大风影响的城市。

参考文献

[1] Han et al., 2020 DOI:10.3390/atmos11010053



www.viewpoint-cssp.org

季节性预测在中国能源行业的应用前景可期

Explainer

气候科学支持服务伙伴关系 (CSSP) 计划中国项目面向决策者提供简单易用的研究。09



风力发电场 (图片来源: Pixabay.com)

焦点

随着中国可再生能源的广泛应用，温室气体排放和空气污染已在减少，风力发电正变得越来越重要。英国气象局的季节性预测系统在中国地区的冬季风速预测方面表现卓越，并为风能行业的预测提供了前景甚好的基础。

重要性

为了在2060年之前实现净零排放目标，中国承诺要减少温室气体排放和空气污染。这说明中国有强烈的动力采用更多的清洁可再生能源。因此，风电变得越来越重要：截止2020年8月，中国风电总装机规模超过2.2亿千瓦，稳居全球第一，利用率达到97%¹。

准确预测风速是风力发电场进行规划、开发和运行的关键。中国的北部和南部沿海地区分布着大量的风电场，这亟需熟练的预测技术。

方式

英国气象局对其全球季节性预报系统在预测与中国能源行业相关的气象变量方面的能力进行了研究，包括近地面风速²。

他们的结果表明，英国气象局的系统具有预测中国部分地区的冬季（12月-1月-2月）风速的能力，特别是靠近南海的东南沿海地区和北方中部地区。

在此基础上，英国气象局对上述地区的冬季风速预测能力又进行了进一步评估：结果显示其预报系统在这些地区具有高且稳定的预测能力³。他们在详细研究中还识别了这两个关键区域的大尺度预测因子，这些因子正是可预测性的来源。例如，中国东南地区风速的可预测性来自模型对厄尔尼诺南方涛动 (ENSO) 的预测能力。

后续措施

英国气象局的季节性预报系统在预报中国东南和中北部冬季风速方面具有强大的能力。通过在秋季对即将到来的冬季可再生电力供应进行估计，其具有为风能行业开发季节性气候服务的潜力。该预报技能也可应用于典型的风力发电机轮毂高度的风速预测。

然而，该系统无法预测我国大部分地区的夏季风，决策者在使用此季节性预测时还需注意这一点。

参考文献

- [1] National Energy Administration, 2020 Wind power utilization level continues to improve in China. www.nea.gov.cn/2020-10/30/c_139478910.htm Accessed 09 November 2020 (Mandarin)
- 国家能源局（2020 年）。我国风力发电利用水平不断提高。
- [2] Bett et al., 2017 DOI:10.1175/JAMC-D-17-0070.1
- [3] Lockwood et al., 2019 DOI:10.1007/s00382-019-04763-8

www.viewpoint-cssp.org



修正中国大规模气温记录中的城市偏差

Explainer

气候科学支持服务伙伴关系（CSSP）计划中国项目面向决策者提供简单易用的研究。010



上海，图片来源：Wei Zhu, Pixabay

焦点

可靠的气温记录让人们能够深入了解影响地方和区域气温。气温测量通常会受到周围环境的影响，这可能会导致结果有偏差。在地表气温记录中，城市化可能是最常见的系统性偏差来源。此类偏差存在相当大的不确定性，特别是在城市扩张迅速的地区。Wang、Tett和Yan（2017年）发现，在华东地区，不断增加的城市土地份额（已开发的周边地区的比例）导致了最低气温的升高，但对最高气温的影响却微乎其微。

重要性

在发展中国家，城市化发展迅速且不断变化，这导致地方和区域层面的地表气温记录产生偏差。气候模型最适合用于气温的大规模平均变化的分析，但不能直接与城市化发展迅速地区（例如华东地区）的当地测量结果进行比较。由于人口大多聚集在城市中，因此，如果想要根据气候模型预测来量化城市极端温度变化的风险，我们需要在地方和区域层面对城市化的影响进行修正。

方式

我们利用了1980–2009年中国日地面气温数据集（由753个气象观测到且经过修正）（Li and Yan, 2009, 2010），又结合再分析了数据集和多数据源的长期土地覆盖数据集（Hu et al., 2015）。针对每个观测点，我们计算了城市土地份额趋势，结果精确到10km x 10km像素。

我们假定每个城市观测点观测到的气温趋势为大规模气温趋势、当地城市气温趋势以及代表未知过程的噪声的总和。

参考文献

- Wang et al., 2017 DOI:10.1002/2016GL071524
- Li & Yan 2009 DOI:10.1080/16742834.2009.11446802
- Li & Yan 2010 DOI:10.1007/s00376-009-9052-0
- Hu et al., 2015 DOI:10.1007/s12665-014-4000-4

重新分析数据可以提供目前可能的过去天气和气候的最完整信息。我们将观测结果与过去的短期天气预报结合起来，并使用现代天气预报模型进行了重新分析。重新分析数据可用于表示长期气温趋势。我们假定了局部地区变暖与城市土地份额成正比。

尽管城市对最高气温的影响很小且在统计学上不显著，但是，它会导致最低气温升高：城市份额从0%到100%的变化可导致升温 $1.7 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ ，在1980–2009年期间，华东地区大约9%的最低气温的升高趋势是由城市变暖导致的。

后续措施

尽管城市土地份额是确定当地城市变暖的一个重要因素，不过，其他因素还包括人为加热、城市化程度以及当地背景气候。

先前的技术依靠人口数据来计算城市化，但是，此类数据通常过于陈旧，而这种方法则更为可靠，并可应用于其他地区。

www.viewpoint-cssp.org



洪水足迹评估：一种针对影响和恢复的全新方法

Explainer

气候科学支持服务伙伴关系（CSSP）计划中国项目面向决策者提供简单易用的研究 · 11



河水泛滥，图片来源：Jean Béller, Unsplash

焦点

对于洪水风险管理方案中的投资，至关重要的是确定关键基础设施中的“盲点”以及经济供应链和社会网络中的弱势部门。洪水足迹模型可以衡量自然灾害的间接经济影响，令决策者能够探索不同的洪水后经济恢复计划。它重点关注灾后供需失衡、剩余资源的分配以及生产者和消费者适应行为的作用。

重要性

许多研究密切关注自然灾害（例如洪水）的社会和经济影响，并通常主要关注各种直接损失（对自然资源、人员、资本存量以及其他有形资产的短期切实影响）。不过，这些仅仅是全部损失的一小部分。间接损失是指因洪水引起的损失、延误、经济活动中断以及重建成本所造成的经济影响和/或损失。

因自然灾害而造成的直接经济损失通常由政府当局或保险公司通过第一手数据调查和访谈进行估算，或者使用基于物理性质（例如基础设施）的灾害模型进行计算。人们采用四种主要方法来估算自然灾害的间接经济损失：灾后经济调查、计量经济建模（它们均来自于主要数据来源）、投入产出（IO）以及可计算的一般均衡模型。

特别是基于IO的自适应区域的投入产出（ARIO）模型，这是自然灾害影响评估领域中最重要的贡献之一（Hallegatte, 2008年）。

方式

“洪水足迹”的概念（由Mendoza-Tinoco等人在2017年首次提出）属于ARIO类别模型，可用于

描述洪水的总体（直接和间接）经济影响。此概念可扩展至包括消费者和生产者灵活性和适应性的作用以及替代方案在启动和维持恢复流程中的作用。

人们可以作出两种假设：一种假设是灾前外交关系稳定，另一种假设是在洪水后的恢复期内允许将进口商品作为外部资源。

后续措施

此项研究为灾害风险分析和管理提供了更广阔的视野，同时，模拟洪水之后的各种恢复条件，也为决策者提供了多项洪水后经济恢复计划，例如替代劳动力（劳动者）或基础设施恢复计划。

不过，由于迄今为止关于各个部门和经济系统在灾后如何恢复的统计数据仍然很少，因此，关键的模型测试依然很难实施。

我们需要收集关于全新恢复方法和影响的更为具体的信息，还需要在未来的研究中付出更多的努力。由于突发性灾难很少单独发生且不常局限于单个地区，因此，我们将不断地改进模型并将其应用于单个/多个地区的单个/多个灾害事件。

参考文献

Amato, R., H. Steptoe, E. Buonomo, and R. Jones, 2019: High-Resolution History: Downscaling China's Climate from the 20CRv2c Reanalysis. *J. Appl. Meteor. Climatol.*, 58, 2141–2157, <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-19-0083.1>.

Sadri, S., R. Amato, H. Steptoe, D. Hein-Griggs, S. Tucker, E. Buonomo, and R. G. Jones, 2019: Downscaled 20CRv2c (#37) gridded historical climate data over China (1851–2010). Zenodo, <https://doi.org/10.5281/ZENODO.2558135>

www.viewpoint-cssp.org



VIEWpoint

新观点
本稿件由环境分析研究所（Institute for Environmental Analytics）发起的中国CSSP项目VIEWpoint制作。该项目重点关注研究，并通过可用资源来改进伙伴关系中所开发气候服务的使用。

Institute for Environmental Analytics

Attribution 4.0 International
(CC BY 4.0)

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

携手合作：中国气候服务框架（CFCS）

Explainer

气候科学支持服务伙伴关系（CSSP）计划中国项目面向决策者提供简单易用的研究¹²



焦点

为了减轻和应对自然灾害，我们日益需要增进对于气候在过去和未来的变化方式的了解。在决策过程中使用气候信息可以提高社会对气候相关灾害的了解、认识和准备并改善经济成果。中国气候服务框架（CFCS）是一项协同合作，旨在使决策者了解在未来设计中考虑气候影响的社会和经济效益，从而在中国和世界范围内加以利用并进一步发展科学知识和能力。

重要性

中国饱受各种气象灾害的侵袭，例如洪水、干旱、台风、热浪、霜冻、雾霾以及沙尘暴，其中，许多灾害变得更加频繁发生，这在某种程度上归咎于气候变化。

人们需要气候信息来帮助避免或减轻气象灾害对规划与实施方面可能造成的影响。气候服务包括生成、提供和使用气候信息的过程，我们可以通过这样的方式针对当前和未来的条件协助做出决策（Hewitt等人，2012年）。

方式

CFCS旨在提供及时、准确、定制的气候服务，以降低社会在面对气候相关风险时的脆弱性并指导各个产业部门在未来适应气候变化。

CFCS提供多种类型的输出，例如：根据用户需求推出的气候服务、监测、预测和评估产品，所有这些均需要跨学科专业知识。气候服务由跨学科团队进行开发，该团队中的成员包括气候科学家、社会科学家、研究员、预报员以及通信专家。

CFCS也旨在改进气候服务提供者和用户之间的协作，从而促进双方理解在各个部门规划中使用气候数据的益处，例如：基础设施、能源和农业。通过专家用户界面，用户可以获取历史和实时的观测结果以及涵盖历史和未来时期的气候模型的输出，并监测和评估极端的天气和气候事件。

CFCS管理结构将所有相关的国家参与者聚集在一起开展携手合作，以在全国范围内改善气候服务交付。

后续措施

在调查中，88%的CFCS用户对服务感到满意（2017–2019年）。另一个成功的标志是科学贡献：在2014–2019年期间，共计816篇科学论文被发表刊登。

CFCS正在努力实现从气候研究向相关、定制且可用于支持各个部门（例如农业）的长期规划的操作性气候服务的过渡。

气候预报的技能也将不断进行改进，以协助做出关于防灾减灾方法的决策。

参考文献

Wang et al., 2020 DOI:[10.1175/WCAS-D-19-0121.1](https://doi.org/10.1175/WCAS-D-19-0121.1)

Hewitt et al., 2012 DOI:[10.1038/nclimate1745](https://doi.org/10.1038/nclimate1745)

www.viewpoint-cssp.org



利用3D模型检测气流在高建筑物的流动情况

Explainer

气候科学支持服务伙伴关系 (CSSP) 计划中国项目面向决策者提供简单易用的研究 *13



北京城市景观图像

焦点

高层建筑（高度>50m）在城市地区变得日益常见，它们可能会对当地和整个街区的城市气候造成影响。高层建筑也会和低矮建筑互相作用。与孑然而立的高层建筑相比，较小型建筑的低矮檐篷可竖直改变建筑物尾流（建筑物后方的气流），因此，流速在较长距离的顺风街面上方会降低。当前的污染扩散和城市空气质量模型不能预测到此情况，它们可能会错误地预测污染物的扩散。

重要性

根据当前的联合国预测，到2050年，将有超过66亿人（全球人口的68%）在城市居住。在全球范围内，各种高层（高度>50m）和超高层（高度>300m）建筑勾勒出许多大城市的天际线，而这种情况将越发常见。

孑立或成群的高层建筑会对当地环境及邻区的城市微气候造成影响。与低矮建筑相比，空气动力学（例如局部流场畸变、远距离尾流效应）、辐射收支（例如建筑物投影）以及表面能量平衡的因素（例如建筑材料中的热量存储、人为散热）的影响可能很大。高层建筑可以显著改变周围街道的行人高度气流以及低位建筑屋顶上方的流场。这会影响污染物的传播途径，从而可能会影响疾病的传播以及城市的整体通风潜力。高层建筑和低矮建筑之间的气流互相作用也会改变高层建筑后方的风场结构。

方式

我们在风洞中使用一个1:200比例的3D打印模型来表示（简化的）伦敦市中心区域，其中包含三座高度超过32m的建筑（最高建筑为134m）。建筑按



简化3D模型中的城市建筑和街道布局

照街区表示，没有小规模的外观细节（上方）。模型位于转盘上，以便探索不同的风向并使用不同的模型配置：仅使用高层建筑、仅使用低矮建筑以及使用高层和低矮建筑的组合来表示真实案例。这些测量结果消除了真实大气环境中的某些复杂性，并捕获了平均流动特性。

后续措施

了解并量化高层建筑对城市近地表大气环境的影响至关重要。电脑化的预测模型（例如天气预报、空气质量）需要考虑城市粗糙度以及常见的由高层建筑造成的大范围风场效应。

参考文献

Hertwig et al., 2019 DOI:10.1007/s10546-019-00450-7



www.viewpoint-cssp.org

对中国近四十年来夏季降水强度增加的研究

Explainer

气候科学支持服务伙伴关系（CSSP）计划中国项目面向决策者提供简单易用的研究。¹⁴



图片来源：Pexels, Pixabay

焦点

气候变化提升了大气的持水能力，也增加了极端降雨和山洪暴发的潜在风险。通过分析中国721个气象站1971年至2013年间连续逐小时降雨量的记录，我们发现夏季最大逐小时降雨强度平均增加了约11.2%。在有些地区，干旱（由于降雨量减少导致的）和暴洪（持续时间有限的高强度降雨增加）发生的风险有所增加。单凭大气中水份含量的多少并不能完全解释速度加剧的极端降雨。

重要性

近几十年来，由于快速的城市化进程和过时的排水系统无法应对新的状况，中国的城市洪灾数量有所增加。

极端降雨量的增加会伴随着迅速的气候变暖。1971年至2013年间，中国夏季平均每小时最大降雨量增加了11.2%。中国住宅开发部的一项调查发现：在中国351个城市中，有62%的城市在2008年至2010年间遭遇过至少一次洪灾。

持续的气候变化将进一步强化水循环、增加平均降雨量和极端降雨量，并可能导致更多暴洪灾害。如果没有前瞻性应对措施，隐含的经济损失可能会是毁灭性的。

过去的分析仅考虑到了逐日降雨量记录，但逐小时和逐日降雨量记录却可以得出截然不同的结论。现有研究仍存在的问题：它们或是使用的观测点较少，或是时间较短。

方式

我们从2400多个观测点中挑选了721个气象站1971年至2013年在夏季（即6月、7月和8月，出现大量降雨时）观测到的记录，以确保每个观测点的缺失数据不超过5%。

参考文献

Xiao et al., 2016 DOI:10.1038/srep38506

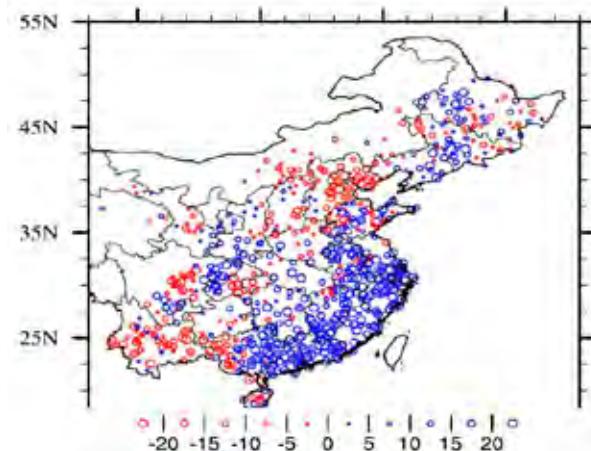


图1：夏季总降雨量的线性趋势（mm/10y）

我们对中国1971年至2013年间逐小时质量控制日平均地面气温和降雨量数据也进行了分析。

后续措施

此项工作推断，可能是夏季极端对流性降雨的持续加强，但这仍需进一步调查研究。中国东南部地区的夏季总降雨量呈现出很强的上升趋势而中国北部地区和西南部地区则呈现出下降趋势，这增加了山洪和干旱的风险（图1）。单凭大气中水份含量的多少并不能完全解释速度加剧的极端降雨。



www.viewpoint-cssp.org

服务开发：作物干旱状况卫星日常监测

Explainer

气候科学支持服务伙伴关系计划（CSSP）中国项目面向决策者提供简单易用的研究。15



玉米种植图像

焦点

卫星数据可提供对大型农业区的每天自动监测，以提示即将出现的干旱情况，在气候科学支持服务伙伴关系（CSSP）计划中国项目开发了一种实时远程监测服务系统，此系统是以田间尺度为分辨率，以此观察作物状况。

重要性

从政府机构到保险公司再到分散农户，各种各样的利益相关者都有兴趣了解当前可能会影响作物健康和产量的干旱情况。因为卫星监测可提供对作物状况的近实时诊断，所以它可以被简化为一项自动化服务，以便针对即将出现的干旱进行早期预警。

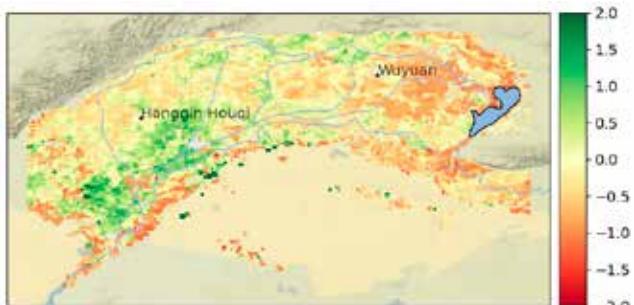
方式

从北部干旱的内蒙古平原（北纬 40° ，东经 108° ）到南部的亚热带广西地区（北纬 23° ，东经 109° ），我们在现有研究的基础上选择了七个关键的农业生产区域来开发这项服务。这些区域已经建立灌溉系统，因此，作物长势压力被诊断为“农业干旱”——既缺少降水又限制灌溉，而这种水资源缺乏的情况会影响作物生长。

根据长达15年的针对每个卫星图像像素的地表气温和植被颜色的卫星测量结果，我们执行了作物状况诊断。我们将每个像素的现状与此历史记录基线进行比较，以确定新观测结果在指标中的位置，其中，异常低（负）值表示干旱情况，高值表示水分不是作物生长的限制因素（右上方图）。使用10天数据的组合模式可避免因云层覆盖而造成差异。

参考文献

- Tang et al., 2010 DOI:[10.1016/j.rse.2009.10.012](https://doi.org/10.1016/j.rse.2009.10.012)
Hu et al., 2019 DOI:[10.1016/j.agrformet.2019.107707](https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2019.107707)



10天平均作物状况示例（负值=干旱/压力）

后续措施

此系统正处于操作性试用阶段，可为用户创建作物长势压力图。此系统的显著优势为：

- 有较高的分辨率（大约一千米）检测作物状况
- 此方法不依赖于传感器，因此，可以使用其他卫星数据来源
- 使用映射异常数据更容易发现差异
- 计算效率高的算法可实现近实时操作，可在卫星通过某地区的几小时之内交付结果。

即使是中国一些偏远地区，人们也可以在全球范围内的任何地方查看这些结果。2002年至2017年期间的历史数据集分析表明，一些地区更易于发生干旱，特别是从2014年开始。



www.viewpoint-cssp.org



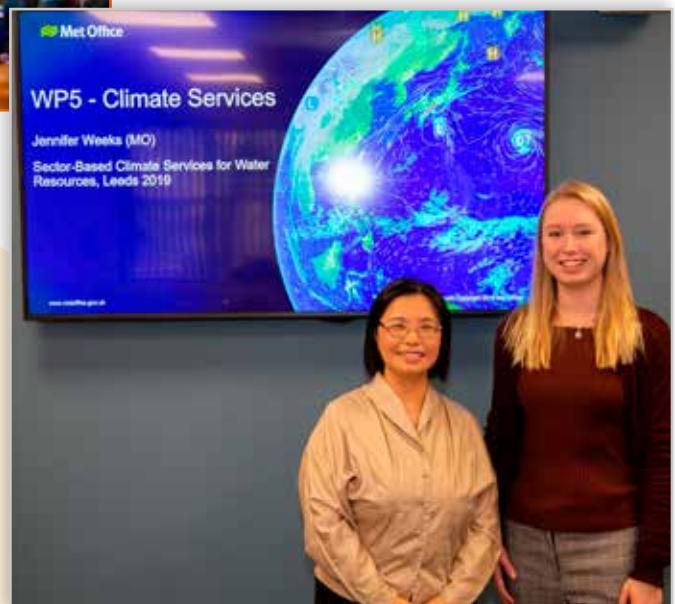
CSSP中国团队照片: 2019年9月在新冠肺炎旅行限制之前, 中英两国科学家在爱丁堡举行的最后一次年度研讨会上(左上和左下)。



左下为法国医学科学院资深科学家法比恩·卡米纳蒂 (Fabien Carminati) 博士, 摄于2018年3月北京气象局 (CMA) 总部。



下图: 国际气候服务组织气候服务科学家詹妮弗·维克斯 (Jennifer Weeks) 与利兹大学环境风险管理学讲师蕭艷玲 教授 (Yim Ling Sui) 会面。2019年12月, 利兹大学派代表接待了南水北调 (东线) 工程中国代表团



信息图表



中国城市十年空气质量服务

中国各城市中心（特别是北京）的空气质量较差且普遍存在冬季雾霾，这是各行各业的共识与共同难题。空气质量对一些关键的部门（如卫生、交通、农业）有着重大的影响，而这也可能转化成为个人和经济成本。“气候科学支持服务伙伴关系计划中国项目”（CSSP China†）正在推动一项基于数十年时段（2020–2099 年）的雾霾样本服务。这项服务旨在告知目标终端用户和政策制定者定制的空气质量预测和其潜在影响，从而用知识增强城市韧性。

空气质量差会造成哪些影响？

患病率上升



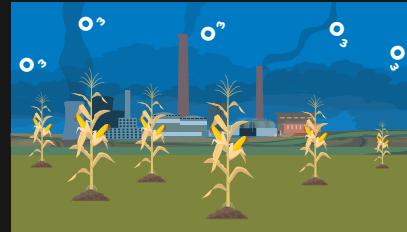
小颗粒雾霾与中风、肺癌和慢性阻塞性肺病（COPD）患病率的增加有关——相关的经济成本先前超过了 GDP 的 3%。

运输延迟



雾霾会降低能见度，导致航空部门航班延误和取消以及全城道路被迫封闭。

作物减产



对流层臭氧会对重要作物造成损害。此前的小麦、水稻和玉米的减产量已超过 7000 万吨。

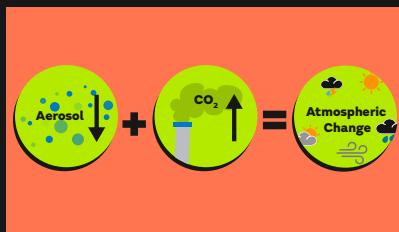
我们最新的研究表明了什么？*

排放量的高度不确定性



CMIP6 情景中的MIP 研究表明：由于未来社会、经济和政治环境的未知因素，排放量和未来气候具有很大的不确定性。

大规模大气模式



气溶胶排放量的减少和温室气体（GHG）的增加改变了大规模的大气动力学，使各项条件更加有利于吸收雾霾，从而有可能降低空气质量。

气溶胶吸收



然而，气溶胶的预计整体减少将意味着极端冬季雾霾事件中吸收污染物的减少，从而降低空气质量极差日期的出现概率。

接下来会有哪些调查？

区域性研究



未来的研究可能会探究本地解决流程对雾霾驱动因素的作用。我们的目标是利用现有的动态化缩小尺度的气候模拟来研究区域效应。

尘埃的作用



尘埃是雾霾的重要组成部分。DAHLIA 项目将有助于调查大气尘埃如何导致未来雾霾事件。

为您的部门定制数据



您或您的企业是否会从定制雾霾预测中受益？我们的目标是制作用户专享手册，以便用于政策和缓解/适应计划。

了解更多

† CSSP 中国项目是天气和气候科学支持服务伙伴关系（WCSSP）计划的一部分，由牛顿基金会的分支中英研究与创新合作伙伴基金支持。
更多信息，请参见 <https://www.metoffice.gov.uk/research/approach/collaboration/newton/cssp-china/index>

* 郭（音译）等人的文章“为进一步改善北京雾霾，气溶胶的减少超过了流通量的变化”（提交）提到了有助于这项服务的研究。

英国气象局制作了一系列的信息图表，您可以使用二维码进行下载和分享。



Newton
Fund

中英气候科学支持服务伙伴关系计划之粮食安全

农业对中国的经济和人民福祉至关重要。中国政府已为国家设定了新的粮食安全目标，包括关注自给自足和水资源的可持续性。中国的玉米、小麦和大米等谷物产量几乎占世界谷物产量的五分之一，所以中国农业对于全球粮食安全至关重要。因此，我们需要更好地了解气候多样性和变化对农业带来的风险，这将为中国乃至世界贡献巨大的社会经济利益。气候科学支持服务伙伴关系 (CSSP) 中国项目的科学研究正用来帮助社区做出更好的农业决策，以确保农业的可持续性、安全和繁荣。

科学研究如何造福农业生产？

增强抵御极端天气的能力



提供有关极端天气事件的最新风险信息，这将有助于社区建立适应气候的农业和粮食系统。

提高农作物产量的策略



使用应变策略来优化产量，例如轮作。

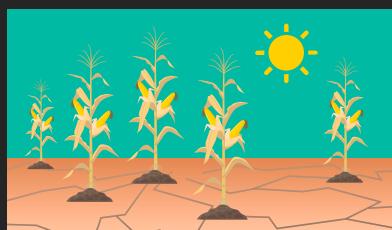
开发农作物预警系统



开发工具以帮助用户更好地预测对农作物的潜在危害。

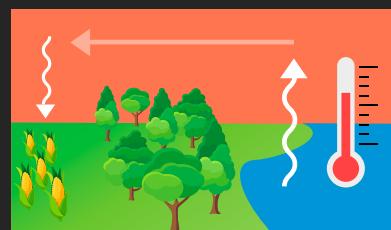
我们的最新研究表明了什么？

当前作物生产的风险



研究表明，中美两国每年破纪录地发生大面积干旱的几率为 5%，而每十年同时发生玉米歉收的概率约为 6%。

预测不利条件



研究已经确定了不同海洋海面温度模式与中国北方和东北地区玉米产量之间的联系。这使我们能够对种植作物的不利条件提供预警。

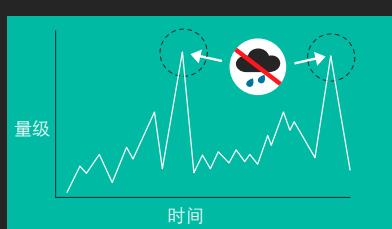
农作物受影响的位置和方式



研究有助于理解和量化影响农业产量的因素。这是通过对用水和作物健康指标的分析来实现的。

科学家们是怎样研究的？

模拟极端天气事件



使用最新的气候模型来模拟物理机制上最合理的极端天气事件 (UNSEEN 方法)。

作物对极端天气的反应



使用观测数据和模型来了解温度和降雨变化对作物的影响。

作物风险卫星测图



使用哥白尼哨兵卫星数据库中的图像，这些图像可用于监测作物压力和其对产量的影响。

了解更多

CSSP 中国项目是天气和气候科学支持服务伙伴关系 (WCSSP) 计划的一部分，由牛顿基金会的分支中英研究与创新合作伙伴基金支持。更多信息，请参见



高精度极端天气总效果模拟 (UNSEEN) - 一种用于预测极端天气事件的新颖方法，请参见



信息图表



中英气候科学伙伴关系计划 (CSSP) 之中国城市气候服务

中国的城镇居民人口密集，其重要表现是城市为主要经济中心，大约有六成人口居住在城区。中国许多城市都受到热浪、暴雨和台风等天气和气候灾害的影响。这些灾害发生的频率以及强度在未来可能会有所改观。不仅如此，诸如城市热岛、地表渗透性差等关于城市环境的特征不仅会增加气候风险，还会对居民舒适度、生产力和城市基础设施的效率产生不利影响。

中英气候科学伙伴关系计划 (CSSP)[†] 正在利用科学研究来开发原型城市气候服务。这会为城市决策者提供夯实可靠的气候信息，从而帮助她们预测未来情况，从外它还可以提高城市应对气候变化的韧性。

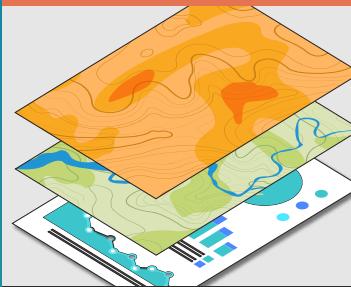
城市气候服务有哪些好处？

提高城市韧性



我们建立气候灾害城市级证据基础来帮助城市应对气候影响并满足城市服务的需求。

实用的决策工具



我们调整气候信息可用输出格式来帮助城市利益相关方做出有效决策并为政策提供信息依据。

调整和规划



我们打造出了一个量身定制的气候信息平台，这样可以突出城市最易受气候影响的区域，为城市的调整、规划和设计提供信息依据。

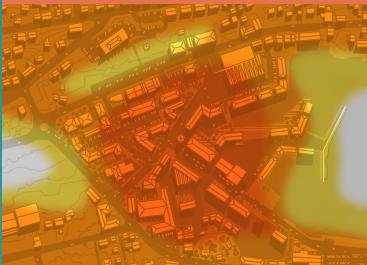
发展中的城市气候服务

城市包



针对每个城市个体，我们提供高水准、非技术的气候变化项目介绍以及背后的科学内涵。

城市热服务



结合社会经济和土地利用数据，我们精准定位当前和未来的热危害，进而确定城市中的脆弱地区。

城市洪水



气候的高分辨率模型数据可以帮我们提供关于当前和未来热带气旋灾害和城市洪水的信息。

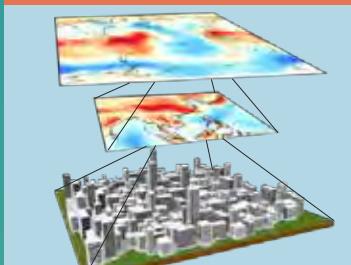
哪些研究可以为城市气候服务提供帮助？

极端高温事件建模



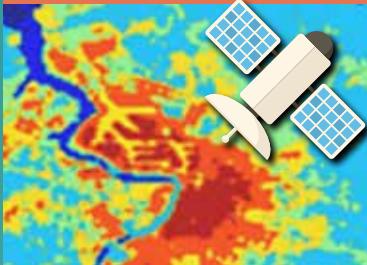
气候的高分辨率数据可以帮我们分析当前和未来的热压力变化和极端高温事件，例如中国城市的热浪。

城市建模



我们建立的中国高分辨率气候模型可以更好地呈现城市进程，反映极端事件并评估城市层面的影响。

地表温度分析



由于城市在不断发展，卫星数据可以帮我们更好地了解中国各大城市的城市热岛变化情况。

了解更多

[†]CSSP 中国项目是天气和气候科学支持伙伴关系 (WCSP) 计划的一部分，由牛顿基金会的分支中英研究与创新合作伙伴基金支持。更多信息，请参见

[‡]<https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTLN.ZS?locations=CN>

制作单位：Met Office。Met Office 和 Met Office 标志均为注册商标。© Crown 2020 版权所有：Met Office 01336





发表论文
340余篇

30名早期职业
研究人员接受
归因科学培训

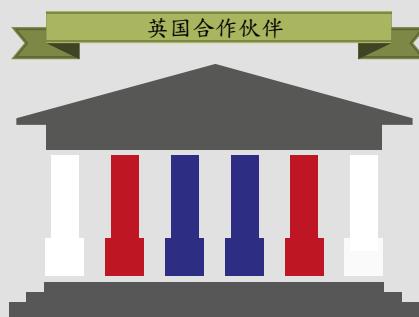
100位
英国科学家



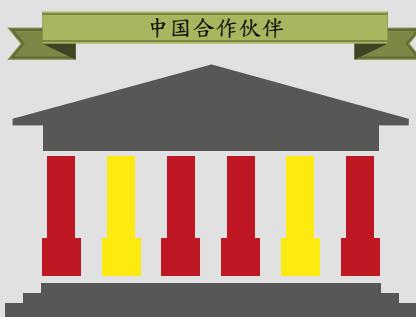
100位
中国科学家



气候科学支持服务伙伴关系(CSSP) 计划中国项目相关数字



× 18



× 10



80余次科学家互访



了解水资源

国家大气科学中心(NCAS)与荷兰和中国的同事们合作创建了PERCHANCE工具，这款工具有助于了解围绕水资源和水资源可用性的潜在问题。这款工具追溯了中国上空降雨的雨水来源，并揭示了三个关键事实：

1. 除了季风季节以外，中国上空的大部分降雨均来自陆地而非海洋。
2. 尽管地中海和黑海与中国相隔甚远，但由于强劲的西风急流和陆地



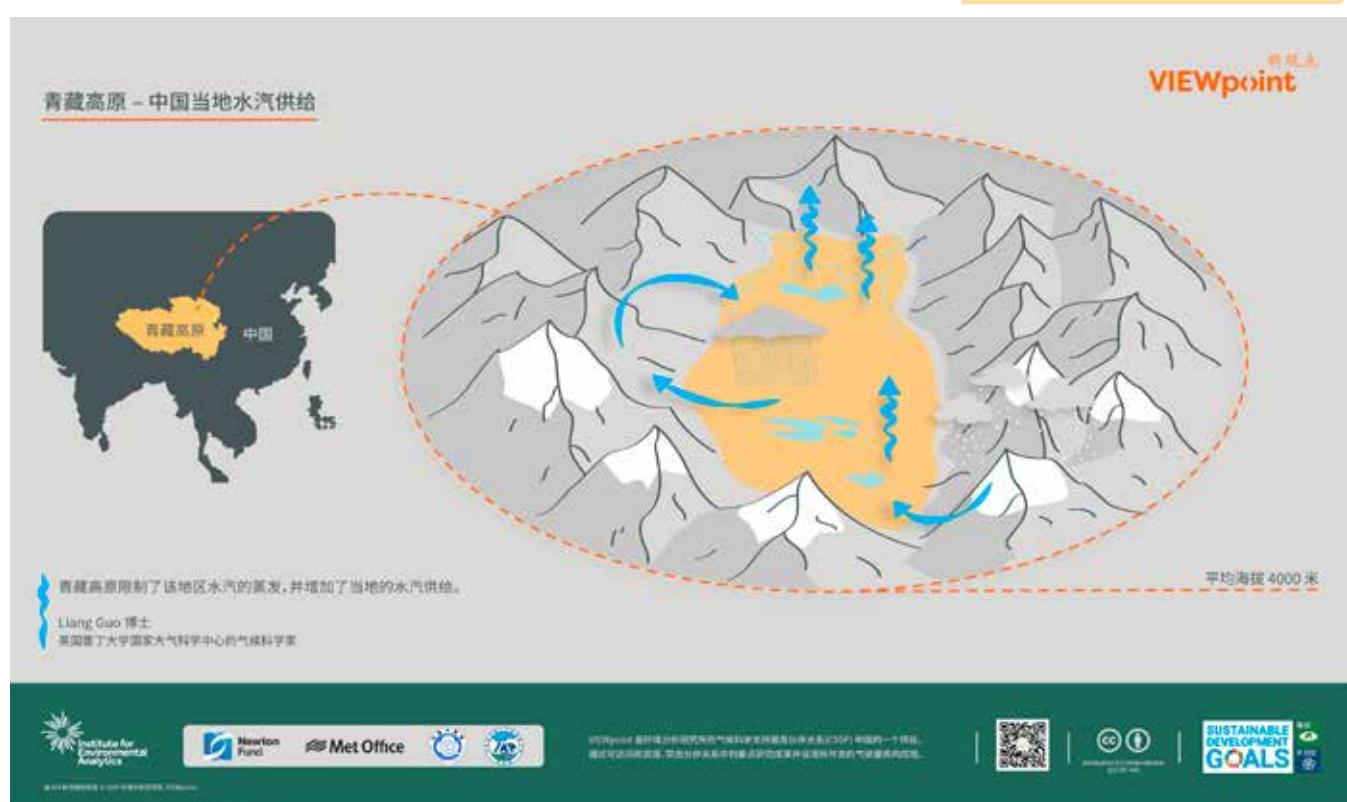
表面结冰，二者在冬季仍然有较大的影响力。

3. 由于当地地形的原因——青藏高原上空的局部水分再循环较强。



VIEWpoint用通俗易懂的语言制作了有关PERCHANCE研究的视频。

扫描二维码观看本视频



新观点演示工具

作者乔恩·鲍尔 (Jon Blower) 博士, 环境分析研究所

CSSP China项目产生了大量出色的研究成果，这些研究成果对理解和应对气候变化具有相对大的实际影响。这些新的知识和数据将构成业务气候服务的基础，并向中国和世界各地的许多行业和政府部门用户提供服务。

提供气候服务需要服务提供者和最终用户之间的密切合作和共同设计，因此环境分析研究所已经为VIEWpoint项目开发了一系列演示工具，使其作为一个展示平台，来吸引潜在的气候服务用户。详情请访问VIEWpoint网站
www.viewpoint-cssp.org

应对城市日益炎热问题的规划

地表城市热岛 (SUHI) 演示工具是与英国气象局合作开发的。经过处理的卫星数据可提供一组1千米分辨率下的地表温度地图，这些地图提供了有关地表城市热岛效应的宝贵信息。地表城市热岛是指城市地区的温度始终高于周围的农村地区，从而对人类健康和舒适度产生了负面影响。该演示工具显示了城市地区的地表温度如何发生巨大变化以及如

何随时间变化，从而使决策者（例如地方政府和医疗保健专业人士）能够规划开发和干预措施，以减轻城市热量过剩导致的后果。演示工具重点关注中国的四个城市——北京、上海、广州和西安——但基础数据适用于全中国。

适用于水资源管理者的决策支持

由利兹大学开发的集成式气候-水资源管理 (iC-WRM) 工具是一个用户界面，水资源管理者可通过该界面针对各种气候和时段情景探索未来的河流水位。该工具以中国黄河上游地区为例，利用该地区水文模型的输出，用户可以对河流水位进行比较，以了解在未来不同的气候变化下降雨量和温度的预测值以及不同的水资源分配计划。用户可以通过对比月度平均流量值、每日流出量、洪

水频率曲线和近期相关条件，来评估在不断变化的气候下未来的可用水量。

以几乎实时的方式来监控农作物健康状况

VERDANT演示工具展示了一项由莱斯特大学开发的新功能，该功能可利用卫星对大型农业地区进行日常自动监控。对历史数据的分析表明，一些地区近年来变得更容易发生干旱，因此这项服务提供了一种手段，以几乎实时的方式，并以大约单个农田为单位监测干旱和作物状况。

此功能的独特之处在于，卫星所经之地（即使是在偏远地区）的结果可以在几小时内就完成传送。演示工具提供了一些这项研究的示例数据，展示了如何观察和诊断不同的状况。



您可以在VIEWpoint CSSP China网站
www.viewpoint-cssp.org/demonstrators
上免费访问这三个演示工具

扫描二维码，访问网站上的演示工具



为什么控制硫酸盐气溶胶如此重要? — 一个在气候变暖问题发挥复杂作用的角色

简报

给中国决策者的气候科学支持服务伙伴关系 (CSSP) 计划中国项目
研究汇报 01

人造气溶胶（例如由于工业化程度提高而产生的硫酸盐气溶胶）可对人体健康产生有害影响，并且对当今气候的影响越来越大。这会影响，例如降雨模式，进而影响我们的粮食和供水。如果我们能更好地了解硫酸盐气溶胶对气候和健康的影响，今后就能更妥善地制定决策以及处理好气候和空气质量缓解措施的平衡。

气溶胶本是矿物燃料燃烧的排放物，仅可持续数周的时间。对流层中的硫酸盐气溶胶会充当凝结核，导致云量增加。它们也是酸雨的主要来源。当硫酸盐气溶胶到达平流层时，它们会在平流层中停留数月，并对全球气温产生长达一年之久的影响。平流层中的硫酸盐气溶胶会散射来自太阳的辐射并吸收来自地球的辐射，从而产生冷却效果。

硫酸盐气溶胶对中国的影响

健康 – 由于工业化进程的加快，中国已成为人造气溶胶负载量最大的地区之一 (Lu 等人, 2011 年)。据世界卫生组织 (WHO) 估计，2016 年的大气污染曾导致全球 420 万人过早死亡，其中 40% 发生在中国 (世界银行, 2020 年)。

粮食 – 考虑到中国有 40% 的人口直接依赖于农业 (世界银行, 2019)，硫酸盐气溶胶可能会影响亚洲的夏季风和区域性降雨，并对粮食供应产生深远影响 (Bartlett 等人, 2018 年)。

水 – 在空气污染严重的城市 (例如北京)，包括硫酸盐气溶胶在内的空气污染物也可能通过被污染的降雨进一步污染水资源，从而加剧水资源短缺问题 (Kokkonen 等人, 2019 年)。

气候 – 硫酸盐气溶胶可以在局部乃至全球范围内与气候相互作用，引起全球平均气温、极端天气和昼夜温度范围等的变化。 (Wilcox 等人, 2018 年)。

更好地了解硫酸盐气溶胶带来的影响

- 气候缓解措施可改善空气质量** – 它可减少温室气体 (GHG)，从而进一步降低人们每天与高浓度空气污染物的接触 (Turnock 等人, 2019 年)。
- 中国北方地区的干旱与亚洲地区的硫酸盐气溶胶有关** – 亚洲地区的硫酸盐气溶胶导致东亚夏季风减弱，从而导致 20 世纪下半叶中国北方的降水减少 (Tian 等人, 2018 年; Dong 等人, 2019 年)。
- 未来硫酸盐排放途径对气候的短期影响** – 预计在整个 21 世纪，硫酸盐气溶胶的排放量将迅速减少，并导致东亚的夏季风增强。其变化的幅度将取决于未来的排放途径 (Wilcox 等人, 2020 年)。
- 硫酸盐气溶胶对气候变暖的抵消作用十分有限** – 由于其冷却效果，硫酸盐气溶胶部分抵消了 GHG 导致的变暖。相对于 GHG 导致的变暖，这种冷却效果可能很微弱，并且只能起到局部且暂时的缓解作用 (Luo 等人, 2020 年; Wilcox 等人, 2020 年)。



北京, (图片来源: Brady Bellini发表于 Unsplash)

由新观点制作的这些简报，用通俗易懂的语言整理了气候科学支持服务伙伴关系计划(CSSP)中国项目的一些深受关注的主题，它们特别为中国和世界各地的产业界和政府人士设计。请使用反面的二维码下载并分享。

VIEWpoint
新观点
简报

为什么控制硫酸盐气溶胶如此重要？——一个在气候变暖问题发挥复杂作用的角色

对决策者的影响

中国正在采取重要的措施应对空气污染问题，从而在实现社会经济快速发展的同时大大改善空气质量，具体措施如下：

- 升级工业和住宅能源 (Crane 和 Mao, 2015 年)
- 采用先进技术 (新华网, 2019 年)
- 开展全球合作 (世界银行, 2020 年)

但是因为中国一些大城市的污染物浓度超出了 WHO 的指导值，我们还需要做更多事情。如果硫酸盐气溶胶广泛而复杂的影响没有被充分考虑（例如，硫酸盐气溶胶与 GHG 之间的竞争，中国排放量减少与印度排放量增加之间的相关性），那么它不仅可能加剧雾霾事件以及粮食和水的短缺问题，也可能削弱在健康方面通过控制空气污染实现的成就。



上海的空气污染 (图片来源: Photoholigic 发表于 Unsplash)

中国已经在实现社会经济快速发展的同时大大改善了空气质量。自 2013 年实施《大气污染防治行动计划》以来，气溶胶排放量大大降低：与 2013 年相比，2017 年二氧化硫 (SO_2) 减少了 59% (Zheng et al., 2018)。

一个妥善的硫酸盐气溶胶的处理策略必须足够全面，并且应考虑以下建议：

- 继续实施空气污染控制策略。如果气溶胶排放量持续下降，，即便未来可导致形成雾霾事件的天气出现得会更加频繁，雾霾事件（例如北京）的严重程度也一定会有所降低 (Zhang 等人, 2020 年)。
- 继续投资于排放监测系统，例如，建立和维护排放监测系统和气候影响的国家级网络。
- 为全球合作提供进一步的支持和资助，例如，世界银行计划。
- 在促进经济增长、改善空气质量和稳定未来气候等竞争性挑战之间寻求平衡，尤其是对于像中国这样贫困人口总数较多的发展中国家而言。
- 与缓解措施互相结合 - 空气质量控制和气候缓解措施需要同步进行。
- 考虑硫酸盐气溶胶对气温的有限抵消性 - 这种抵消作用只会在短期内对区域性气候产生影响，因此不能被视为气候缓解措施。
- 测试并采用新的尖端技术来提高能源使用效率、监测气候变化并控制降雨污染。
- 参与气候服务的开发，例如，英国国家气象局研发的十年原型气候服务不仅可用于控制空气质量并预测霾天气指数，还可为下游用户提供定制化服务。
- 提高公众对硫酸盐气溶胶危害的认识：着重向他们强调减少生活中气溶胶排放所能带来的益处来赋能民众的认识。

延伸阅读：

- Crane K, and Mao Z. (2015). https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR861.html
Bartlett et al. (2018). <https://doi.org/10.1007/s00382-017-3726-6>
Dong et al. (2019). <https://doi.org/10.1007/s00382-019-04698-0>
Kokkonen et al. (2019). <https://doi.org/10.5194/acp-19-7001-2019>
Lu et al. (2011). doi:10.5194/acp-11-9839-2011
Luo et al. (2020). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab6b34>
Tian et al. (2018). <https://doi.org/10.1007/s00382-018-4105-7>
Turnock et al. (2019). Doi: 10.1088/1748-9326/ab4222
Wilcox et al. (2020). <https://doi.org/10.5194/acp-2019-1188> (In Press)
World Bank, (2019). <https://data.worldbank.org/indicator/SP.RUR.TOTL.ZS>
Xinhua Net, (2019). http://www.xinhuanet.com/fortune/2019-06/05/c_1124588176.htm (in Chinese). Wilcox et al. (2018). <https://doi.org/10.5194/acp-2018-980>
World Bank, (2020). <https://www.worldbank.org/en/results/2020/05/07/breathing-easier-supporting-chinas-ambitious-air-pollution-control-targets>
Zhang et al. (2020). <https://doi.org/10.5194/acp-2020-957>, in review
Zheng et al. (2018). <https://doi.org/10.5194/acp-18-14095-2018>



www.viewpoint-cssp.org

Newton
Fund

Met Office



沿海大城市的防洪： 上海的应用实例

简报

给中国决策者的气候科学支持服务伙伴关系（CSSP）计划中国项目
研究汇报 02

我们已经建立了在未来不确定性环境下评估沿海大城市的洪涝风险缓解策略的综合框架（胡 等人，2019 年）。该框架包含一个在上海市中心推广的决策支持工具。结果表明，排水能力起到主要作用，并且需要权衡灰色和绿色洪水缓解方案之间的利弊以降低洪水泛滥的风险。

大城市与气候变化

人口超过 1,000 万的大城市通常是一个国家最重要的人口和经济中心（联合国，2018 年），因此这些大城市在应对气候变化挑战方面发挥着主导作用。

在气候变暖的情况下，沿海大城市（例如，上海）将面临因降水量增加（根据现行保护标准）而上升的洪水风险，这对于防洪规划而言将是一项重大挑战。人为热源和人工土地覆盖相关的快速城市化可能会引发城市雨岛效应，从而导致局部洪水事件。此外，地面下沉和海平面上升导致了沿海城市的城市排水能力下降。除了这些复杂的物理因素外，社会经济因素的不确定性以及备受争议的利益相关者的优先处理准则将给洪水风险管理的长期规划带来进一步的挑战。

理解这些因素对增加洪水风险的影响程度，是应对气候变暖情况的关键。

这款规划支持工具，考虑了所有因素及其不确定性，并为解决不断增加的洪水风险提供了前景良好的框架，也为应对这一挑战或和提升应对策略提供了信息。

主要发现

- 开发完毕洪水风险决策支持工具** – 该工具考虑了未来降雨模型和强度的不确定性，极端降雨事件造成的物理和经济损害以及不同缓解方案的成本效益。
- 该工具适用于沿海大城市** – 实施该框架是为了防止上海在 21 世纪 50 年代再次发生破纪录的极端降雨事件。我们确定并评估了造成未来极端洪水事件不确定性的多个因素，以便为上海未来的防洪规划提供支持。
- 海平面上升和地面下沉是防洪的关键问题所在** – 由海平面上升和地面下沉引起的城市排水系统能力下降，是加剧上海市中心未来的洪水风险方面的罪魁祸首。
- 灰色和绿色基础设施相结合** – 灰色解决方案的负面影响（例如，深埋隧道建设）以及绿色解决方案的环境效益（例如，中国的海绵城市）很难衡量，而且规划者通常会低估这些影响和效益。考虑到灰色和绿色基础设施对环境的影响，最好在确保降低洪水风险的前提下将灰色和绿色基础设施相结合。
- 知识共创** – 考虑到未来的不确定性以及利益优先级的冲突，包含科学家、政策制定者、基础设施专家和其他利益相关者在内的知识共创过程对防洪的替代性解决方案的综合分析至关重要。



城市洪水（图片来源：Kelly Sikkema 发表于 Unsplash）



决策和 CSSP China

要应对未来气候变化带来的风险和不确定性，明智且富有远见的决策极为重要。另外还需要注意的一个方面是气候服务的共同开发：要确保提供者和用户都参与其中，从而缩小科学研究与实际应用之间的差距。

中英气候科学支持服务伙伴关系计划（CSSP China）将在科学家、政策制定者和利益相关者之间建立的强有力的战略合作，这为更好地管理气候变化风险提供了一个绝佳的机会。（Golding 等人，2017 年）。



上海黄浦江 (图片来源: Pixabay.com)

给决策者的建议

- 采用规划支持框架进行决策。** 此框架可确保城市规划者和其他利益相关者充分考虑气候变化下防洪的多种因素及其不确定性。
- 考虑未来气候和人类活动。** 未来的防洪方向：采取积极的规划策略来提高受海平面上升和地面下沉影响的排水能力。
- 平衡灰色基础设施与绿色解决方案。** 城市规划者应考虑这些洪水风险管理措施之间的权衡，尤其是在规划新城市（例如，中国的雄安新区）时。
- 在不同行动者和部门之间建立协同效应。** 鼓励决策者、科学家和行业专家之间进行互动。这将对应用研究起到激励作用，从而可能产生个性化程度更高和更有效的解决方案。
- 不断挖掘气候信息的价值。** 提高决策者对气候变化的认识，并开展应用气候信息的有效建设活动。

参考文献：

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2018. The World's Cities in 2018 e Data Booklet

Hu, H. et al., 2019. Synthesized trade-off analysis of flood control solutions under future deep uncertainty: An application to the central business district of Shanghai. *Water Research* 166, 115067.

Golding, N. et al., 2017. Improving user engagement and uptake of climate services in China. *Climate Services* 5, 39–45.





气候变化对中国粮食安全的威胁

简报

给中国决策者的气候科学支持服务伙伴关系（CSSP）计划中国项目
研究汇报 03

气候科学支持服务伙伴关系（CSSP）计划中国项目正在调查气候变化将如何影响中国东北地区的农业系统。这项研究将用于创建易获取的气候信息，研究结果可用于帮助中国政府官员、工商界和公众作出在短期和长远基于气候科学根据的决策。

旱灾是气候变化东北地区农业生产的主要灾害。中国生产全球30%的玉米供应，其中东北农区出产量占全国百分之三十，这使其成为国家生产的一个极其重要的地区。研究对近几十年来旱灾的特征进行评估，结果将有助于我们更全面地理解导致旱灾的气候驱动因素，以及干旱与玉米产量之间的关系。研究结果能加深我们对旱灾及其影响的了解。

这项关于粮食安全的工作如何帮助支持决策者？

中国气象局(CMA)和英国气象局(Met Office)正在调查与气候相关的粮食安全风险。这些信息将有助于决策者更完善地制定未来十年针对农业和粮食系统的规划。例如，了解东北农区(NFR)当前和未来的旱灾风险将有助于当地政府和农民决定在缺水时期之措施，以防止歉收。

这项工作支持中国气候服务框架(CFCS)中提出的农业风险管理重点。最终，了解气候和农作物产量之间的关系将有助于做出知情决策，为中国创建一个更多产、更韧性的农业产业。

CSSP China项目最新研究发现

- CSSP China为英、中科学家提供了一个开发模型和科学工具的平台，了解气候变化对中国和世界各地人民生活的影响。项目正在开展三个针对粮食安全的研究领域：
 1. 模拟极端天气事件——最新的气候模型可以模拟现实中可能发生但尚未观测到的极端天气现象。这种被称为“UNSEEN”(空前的极端天气集合模拟)的新技术利用最先进的气候模型创建了一个集合虚拟观测的平台。平台集合的信息可以帮助社区调节农业和粮食系统以适应气候变化。
 2. 作物对极端天气的反应——我们能利用实地观测和气候模型来加深对温度和降雨量变化对作物的影响。研究发现，急流强度的变化影响中国北方和东北地区玉米的生长条件(Kent等人，2019年)。研究结果可以用来制定季节性玉米产量预报，以帮助实施作最大限量提高物产量的策略。
 3. 作物风险卫星绘图——哥白尼哨兵卫星数据的图像能监测作物面对的气候压力。这些信息可以与观测天气数据结合使用，开发出作物预警系统。该系统有潜力被发展为移动应用程式。



图1：2020年干旱对辽宁省玉米生产的影响([sina.com](#))

Newton
Fund

Met Office



简报

气候变化对中国粮食安全的威胁

中国是全球最大的农业经济体，也是全球最大的粮食生产国之一。谷物产量约占世界的18%，肉类产量约占百分之二十九，蔬菜产量约占一半(Ghose, 2014年)。因此，粮食安全是中国农业政策的主要目标之一(Huang和Rozelle, 2009年)，而决策者能透过了解粮食和农业系统面临的风险而制定长期计划。

在评估气候对农业系统的风险时，我们需要考虑以下问题：

- 什么主要气候危机能影响粮食系统？
- 这些危机在未来将会如何变化？
- 决策者能如何使用于当前和未来气候信息以建立一个更具韧性的粮食系统？

为什么把重点放在东北农区？

东北农区玉米产量约占全国产量百分之三十。但东北农区产的玉米主要靠雨水灌溉，因此对气候导致的灾害（如旱灾）变得特别敏感。

旱灾是东北地区其中最主要的气候变化相关的灾害，亦是导致当地农业生产损失的主要原因（图3）。意外下降的玉米产量不仅对该地区造成巨大的经济损失，更会为价格、贸易以及全国乃至全球粮食安全产生负面影响。

英国气象局和中国气象局的合作研究结果指出东北农区需要采取气候变化适应和缓解措施以减少气候变化的影响。CSSP China其中的目标包括与东北农区的决策者共同发展气候服务，帮助他们管理风险。

东北地区面对哪些粮食安全风险？

旱灾是东北地区农业面临主要风险（表框1和表框2），对作物有可能作出毁灭性的影响。旱灾的影响取决于一系列因素，如旱灾严重程度、持续时间、面积和频率，以及作物种类和生长阶段。

二零一四年的严重干旱（表框1）对农业和中国人民的生计产生了大规模的影响。CSSP China研究冀盼利用现有的知识，提高对中国干旱和干旱风险的认识。

表框1：

案例研究——二零一三年年七、八月辽宁严重干旱
二零一四年七至八月月，中国北方七个省份遭遇严重干旱。部分地区遭遇自一九五一年以来最严重的干旱(Wang和He, 2015年)。

在夏季的几个月里，中国东北地区降水量明显减少，影响了吉林和辽宁。从图2可以看出，二零一四年辽宁省水资源总量（灰色区域）明显低于往年。

据新闻报道，辽宁省政府为此动员了二百多万人，投入了5.92亿元人民币。国家减灾委员会和民政部启动了全国抗旱应急响应。当地政府启动了水利工程应急预案，包括急调水车、人工降雨和挖井寻找替代水源。尽管如此，二零一四年年的干旱导致玉米产量减少了约四百万吨（约占玉米总产量的百分之五）(Wang等人, 2020年)。

这证明了恶劣天气事件对粮食安全和生计的影响。从合作研究和伙伴关系中获得的信息和知识对于帮助作出知情决策和为未来气候变化做好准备至关重要。

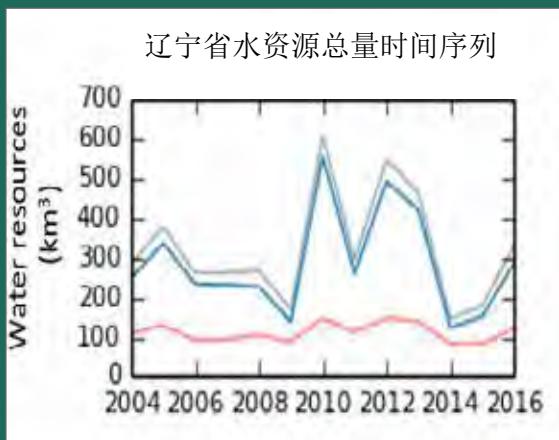


图2：按省份划分的水资源总量时间序列（灰色区域，立方千米），以及地表水水量（蓝色区域，立方千米）和地下水水量（红色区域，立方千米）。资料来源：中国国家统计局。

Newton
Fund

Met Office



简报

气候变化对中国粮食安全的威胁

在目前的气候条件下，每年发生干旱的机率为百分之五 (Kent等人, 2019年)，其面积大于以往观测到的任何事件（表框2）。农业用水量约占中国全部用水量（包括地表水和地下水）的百分之六十五(Pope, 2017年)。中国气象局和英国气象局进行的研究预测，到本世纪中叶，玉米灌溉需水量可能会增加，从而增加东北农区严重缺水的风险(Xu等人, 2019年)。水资源短缺预计将发生在玉米生长中期，这是玉米作物的重要发育历期。改善该地区的灌溉对维持目前的玉米产量至关重要。

该地区如何适应？

农民、决策者、科学家和农业产业正在利用CSSP China的最新研究成果以开发提供相关气候信息的工具。这些工具将围绕决策者的需要而设计，以帮助提前规划灌溉和调整作物月历等举措。



Pixabay.com

“了解气候对粮食生产的风险是建设具有韧性的可持续粮食系统的重要组成部分。我们正在与中国合作伙伴合作，了解现在和未来旱灾和洪水对玉米生产的影响。我们的目的是开发一个精巧的季节性预报系统，提供早期预警，让农民和决策者更完善地为这些现象做好准备。”

- 英国气象局中国CSSP项目科学家
Edward Pope 博士

表框2：当前气候下前所未有的事件

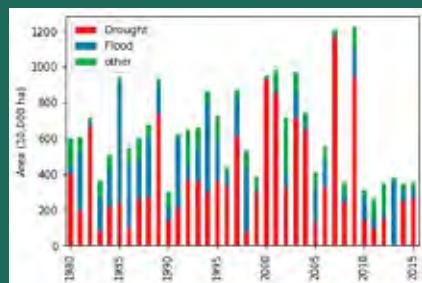


图3：据报道，在干旱为主要灾害的NFR，农田遭受干旱、洪水和其他灾害影响的地区。

东北农区是玉米生长的关键地区，干旱是该地区的主要灾害(图3)。

CSSP China研究人员使用了多种气候模型，在不同基础条件下，产生成了数千个当前气候的模拟数据集（图4-灰线）。这些模型运行产生的数据是同等观测数据集（1981-2010年）的八十倍（蓝线）。这有助于科学家了解当前气候的多变性，提高对极端气候事件，如干旱（红点）的认识。

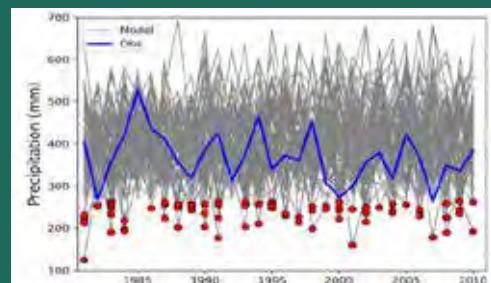


图4：1981-2010年NFR降水（灰线）与降水观测（蓝线）的气候模型运行分析。红点突出显示了历史最低降水量。该模型总共产生81个创历史记录的干旱事件 (Kent等人, 2019年)

这项研究表明，每年发生干旱的概率为百分之五，这比以往观测到的任何面积都要大(Kent等人, 2019年)。这意味着如果仅基于观测记录，严重干旱的预期风险一直被严重低估。

这结果更辨认了导致NFR降水变率和玉米产量改变的大规模大气环流模式。这些信息可用于创建气候资讯服务，向农民提供有关潜在干旱风险的季节性信息和知识。

通过了解创历史记录的干旱事件的现有和未来风险，决策者可以制定计划，使中国农业更能适应气候变化，创造一个更有粮食保障的未来。



对东北农区的影响和建议

东北农区如果不能有效适应气候变暖，玉米产量有可能会下降。政府、农业产业和当地农民需要采取行动，减少极端气候事件对作物造成的风险。其中包括：

- 参与并指导**气候资讯服务的发展**，如对玉米不利种植条件的季节性预测，让农业产业和当地农民明确其需求，以便为其提供更有针对性的服务。
- 评估目前的旱灾风险，找出**旱灾风险程度不同的地区**。
- 加强应急管理、水、农业和气候部门的**跨部门协作**，设计**长期灌溉基础设施**和**短期缓解战略**。
- 发布指导意见，让农民从**气候变暖日益增加的热量中受益**。
- 估算**不同生育期**的作物需水量，优化灌溉，确保干旱事件期间的水资源。
- 开发**更高效的灌溉技术**，通过采用激励性方法，如在不同的家庭和部门之间进行水权交易(Di等人，2020年；水利部发展研究中心，2018年)，激发**更高效利用水资源的积极性**。

下一步工作重点

英国气象局应与中国的农业专家合作设计模式工具，为农业产业和当地农民提供有关的气候的资讯，以便做出决策。英国气象局希望了解有关作物、农业和粮食的销售选择，亦将分享东北农区当前和预测未来气候信息和知识。英国气象局、中国气象局、企业和当地社区将共同努力，为中国创造一个更具韧性和粮食更有保障的未来。请读者扫描顶部的二维码（右下），通过微信联系英国气象局。

“旱灾不仅会直接影响生产力，还可能诱发虫害危害农业。由于应对干旱现象需要应急物资，因此提前对此类灾害进行季节性预报将有益于减灾战略规划。”

- 中国国际工程咨询有限公司农业专家

Wang Yanhua

参考文献：

- Kent, C., E. Pope, N. Dunstone, A.A. Scaife, Z. Tian, R. Clark, L. Zhang, J. Davie, and K. Lewis. (2019): Maize Drought Hazard in the Northeast Farming Region of China: Unprecedented Events in the Current Climate. *J. Appl. Meteor. Climatol.*, 58, 2247–2258, <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-19-0096.1>
- Ghose, B. (2014). Food security and food self-sufficiency in China: from past to 2050. *Food and Energy Security*, 3(2), 86-95.
- Huang, J. and Rozelle, S. (2009). Agricultural Development and Nutrition: the Policies behind China's Success. *World Food Programme*, 1-44.
- Pope, E. (2017). China Food Security risk assessment methodologies. s.l.:Met Office Hadley Centre.
- Xu, H., Tian, Z., He, X., Wang, J., Sun, L., Fischer, G., Fan, D., Zhong, H., Wu, W., Pope, E. and Kent, C. (2019). Future increases in irrigation water requirement challenge the water-food nexus in the northeast farming region of China. *Agricultural Water Management*, 213, pp.594-604.
- Wang, H., and S. He, (2015): The North China/Northeastern Asia Severe Summer Drought. *J. Climate*, 28, 6667-6681, doi:10.1175/JCLI-D-15-0202.1.
- Wang, C., Linderholm, H.W., Song, Y., Wang, F., Liu, Y., Tian, J., Xu, J., Song, Y. and Ren, G. (2020). Impacts of Drought on Maize and Soybean Production in Northeast China During the Past Five Decades. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(7), p.2459.
- Di, D. et al. (2020) Optimal water distribution system based on water rights transaction with administrative management, marketization, and quantification of sediment transport value: A case study of the Yellow River Basin, China. *Science of The Total Environment*, 722, 137801. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137801>.
- Development Research Centre of the Ministry of Water Resources. (2018) Key issues in China's water rights trading market and recommendations for policy making. pp. 11 (in Chinese)



www.viewpoint-cssp.org

Stacey New和Hui Jia著，对Jennifer Weeks、Rosie Oakes、Tyrone Dunbar和Nicola Golding致以感谢



传达气候预报和极端天气预报的不确定性

简报

给中国决策者的气候科学支持服务伙伴关系 (CSSP) 计划中国项目
研究汇报 04

无论其重要性和相关性如何，气候科学语言都可能阻碍有价值的研究。即使在使用相同语言的气候科学家之间，对常用术语的不同定义也可能成为障碍，导致某些报告必须附带术语表。一旦用户使用完全不同的语言（如中文）或结构不同的决策过程，挑战就会增加。

然而，气候科学支持服务伙伴关系 (CSSP) 计划中国项目以其开展所有联合气候研究相同的方式——合作——来应对这一挑战。

确定性预报与概率预报

由利兹大学领导的“传达中国气候信息不确定性”研究(Andrea Taylor等著)，对中国和英国的气候科学家和潜在用户进行了采访，采访涵盖了水电、水利、城市、农业、航空、商业和学术领域。

关于如何更好地向中国高层决策者传达气候服务的讨论（如以A4文档提交的季节性预报）发现了对确定性信息（如实际温度或降雨量的预测）的强烈偏好，潜在新用户也印证了这一点。尽管某些经验丰富的用户表示他们欢迎概率信息（包括预测信息的不确定性），但他们也认为确定性信息对保持可靠性和在吸引最高层决策者方面非常重要。

此外，尽管现有用户表示总体上倾向于接受概率预报信息，但他们所要求的概率水平（如超过80%）往往高得不切实际。他们不太愿意接受低于60%的概率，因为这个概率的可信性太低。

新版的常见气候术语误译表

英语作为科学通用语言，在世界各地被广泛使用；但为了支持气候科学支持服务伙伴关系 (CSSP) 计划中国项目在中国开展科学研究，许多资源已被翻译成中文。

由于中文缺乏表达气候预报和预测不确定性的术语，翻译常用气候术语的特点一直颇具挑战性。

CSSP中国已采取措施应对本页背面的建议：

- 作为CSSP中国项目的一部分，提供奥雅纳基础设施气候风险工具，包括一份气候术语表。
- 英国气象局(Met Office)和环境分析研究所(Institute for Environmental Analytics)汇编了一份常见易混淆术语表，发表在VIEWpoint新观点网站上。欢迎就该工作文件提出进一步的意见和建议。

www.viewpoint-cssp.org/glossary

现有用户和潜在用户在关于季节性预报的采访中，表达了希望预报与极值或用户自定义的阈值挂钩，而不是与历史平均值挂钩的愿望。



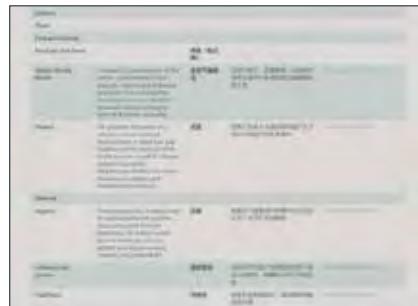
影响

管理用户对气候科学所能提供信息的期望至关重要，尤其是在超越概率可能性极小的情况下，根据决策相关阈值或季节性极值定制气候信息产品。对于中国和英国的专家来说，有必要在用户需求和合理供给之间取得平衡，如季节性预报很少能达到80%的概率阈值。

与会者认识到，在提供详细的说明和为用户提供过多的信息之间，需要权衡利弊，同时这些信息也需要为不同的用户量身定制。尽管这项研究了解到与会者都认为应该传达概率信息，但关于如何传达的意见却不尽相同。

给决策者的建议

- 需要考虑到使用气候信息的最终用户可能并不是最终的决策者，而是为决策者提供建议的技术人员和分析师。
 - 致力于提供用户相关的阈值和极端值(而不是高于/低于历史平均值)的信息，基于目前的预测科学能够支持这一点的前提下。
 - 确保解释和预测合理性说明的简洁。冗长的技术描述不太可能被直接参考。
 - 涵盖与决策相关的咨询声明。
 - 在季节性预测的第一页顶部的摘要框内用简明的语言来表达并突出最重要的信息——标题信息。
 - 开发中文术语，讨论使用时其在不同方面的不确定性；开发能够让学术用户将不确定性融入其工作的产品，这些将有助于改善气候交流。
- 对气候科学家、用户和决策者的专门培训可以帮助解决这样的认知——在培训过程中遵守程序和等级制度的重要性可能超越信息本身。



请登陆CSSP中国项目VIEWpoint新观点网站
www.viewpoint-cssp.org/glossary
 查阅常见英中气候术语误译表

这可以通过为最终用户、对决策者提供咨询意见的中介机构以及决策者本身提供与预报不确定性有关的培训来解决，也可以通过为向他们传达概率信息的气候科学家提供培训来解决。

延伸阅读

Andrea Louise TAYLOR, Sam GRAINGER, Suraje DESSAI, Yim Ling SIU & Marta BRUNO SOARES (2021) Communicating Uncertainty in Climate Information for China: Recommendations and Lessons Learned for Climate Services
<http://jmr.cmsjournal.net/article/doi/10.1007/s13351-021-0118-y>

Blog by Andrea Taylor: <https://cdr.leeds.ac.uk/news/andrea-taylor-communicating-uncertainty-in-climate-information-in-china/>

In 2018 the IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) published a glossary of terms used in the context of its report 'Special report: Global warming of 1.5°C'
<https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/glossary/>



www.viewpoint-cssp.org

气候科学术语指南

詹妮弗·威克斯 (Jennifer Weeks) , 英国气象局 (Met Office)

使气候科学支持服务伙伴关系计划 (CSSP) 中国项目的研究成果尽可能广泛地传播的一个关键是将资源翻译成中文和简明的英语。

在这两种情况下, 科学家和非科学家在有意义和准确地使用一些气候术语方面都遇到了挑战。

因此, CSSP中国术语表诞生了——它旨在成为一个不断发展的资源, 提供从英语到中文的气候科学术语的建议翻译。

您可以在新观点网站 (www.viewpoint-cssp.org) 上在线阅读完整的术语表, 或者使用下面的二维码获取。

在这里, 我们分享了一些最常被非科学家误解的术语, 或者根据我们的经验很难翻译成中文的术语。

在完整的术语表中, 我们还提供了由新观点和CSSP中国制作的

English	Suggested definition in English	Suggested Mandarin translation	Meaning of Mandarin translation	Comments
Accuracy	The extent to which results of a calculation or measurement of an environmental variable approach the true values of the calculated or measured quantity.	准确性	对某一变量的估计或者测量度数的精确度, 用以判断测量值与真实值之间的程度	Comments: Accuracy is often used in climate science to mean the degree to which a model's output matches observed data.
Adaptive capacity	The ability of systems, institutions, humans and other organisms to adjust to present damage, to take advantage of opportunities, or to mitigate the consequences of damage.	适应能力	是一个系统能正确识别并调整其行为, 在各种方面的都有适应的能力, 并且有能力处理有美好的适应能力	Comments: Adaptation is often used in climate science to mean the ability of a system to adjust to climate change.
Annual Exceedence Probability (AEP)	The likelihood that an event exceeding some magnitude	年超越概率	每年一定数量超过边界或事件中的发生可能性	Comments: AEP is often used in climate science to mean the probability of an event occurring in a given year.

具有非常规定义的解释和其他资源。

我们希望这一术语表今后将被那些在气候科学领域寻找准确的英汉气候科学翻译的人广泛使用, 包括那些为部门做出气候相关决策的人, 以及在2021年11月举行的联合国全球气候大会 (COP26) 上的政策制定者和受众。

完整的词汇表可以下载、共享和打印, 作为翻译人员的快速指南。

重要的是要注意到气候科学中使用的语言是不断发展的, 即使精确的定义在未来也可能会发生变化。

如果您对此列表中的术语有任何其他建议, 请发电子邮件至 wcsspprogrammeoffice@metoffice.gov.uk

翻到第64-65页, 阅读新观点报告“沟通天气和极端天气预报中的不确定性”。

鸣谢:

我们要感谢所有参与CSSP中国项目的科学家、翻译人员和校对人员为汇编术语表所提供的帮助。我们也要感谢郑林 (音译) 女士 (中国科学院大气物理研究所, IAP)、徐银龙 (音译) 教授 (中国农业科学院, CAAS) 和黄磊 (音译) 博士 (中国气象局, CMA) 对这些术语的校对。



扫描左边的二维码, 访问CSSP中国气候变化术语表的完整在线版本。

扫描右边的二维码, 收听播客, 了解如何自信地讨论气候科学。



术语表

Term in English 英文术语	English Definition 英文定义	Term in Chinese 术语中文翻译	Chinese Definition 中文定义	Comments 注释
Skill	A statistical evaluation of the accuracy of forecasts or the effectiveness of detection techniques.	技巧	信号侦测手段的有效性	Definition from American Meteorological Society (2021). Available at: https://glossary.ametsoc.org/wiki/Skill (accessed 03/03/2021)
Ensemble	A collection of model simulations characterizing a climate prediction or projection. Differences in initial conditions and model formulation result in different evolutions of the modeled system and may give information on uncertainty associated with various errors.	集合	针对某一变量，综合采用不同数据源进行估计，从而提升估计值的可靠性	Adapted from IPCC AR5 WGI (2014).
Predictability	The extent to which future states of a system may be predicted based on knowledge of current and past states of the system.	可预报性	基于历史数据，对于未来状态的可预测程度	Definition from American Meteorological Society (2021). Available at: https://glossary.ametsoc.org/wiki/Predictability (accessed 03/03/2021)
Confidence	The robustness of a finding based on the type, amount, quality and consistency of evidence (e.g., mechanistic understanding, theory, data, models, expert judgment) and on the degree of agreement across multiple lines of evidence.	信度	被测量参数的测量值的可信程度	Definition from IPCC SR1.5 (2018).
Likelihood	Probability of a hazard event occurring.	可能性	给定特定观测值后，描述模型参数是否合理	Definition used in ARUP's city tool.
Surprises	Low probability, high consequence events	突发事件	低可能性但会产生重大影响的事件	
Probability	The chance that a prescribed event will occur, represented as a pure number p in the range $0 \leq p \leq 1$.	概率	某事件可能发生的百分比	Definition from American Meteorological Society (2021). Available at: https://glossary.ametsoc.org/wiki/Probability (accessed 03/03/2021)
Reliability	The degree of correspondence between forecast probabilities and observed relative frequencies.	可靠性	指采用同样的方法对同一对象重复测量时所得结果的一致性程度	
Adaptive capacity	The ability of systems, institutions, humans and other organisms to adjust to potential damage, to take advantage of opportunities, or to respond to consequences	适应能力	指一个系统能修正或改变其特质或行为，使在面对既有的或预期的外部压力时能有更好的处理能力	Term used in Arup's city tool. Definition from IPCC SR1.5 (2018).
Risk	The potential for adverse consequences where something of value is at stake and where the occurrence and degree of an outcome is uncertain.	风险	气候相关危害与人类和自然系统的暴露度和脆弱性相互作用而产生不良后果的可能	Term used in Arup's city tool. Definition from IPCC SR1.5 (2018).
Error	Difference from exact true number	误差	测量结果偏离真值的程度	Avoid using 'mistake', 'wrong' or 'incorrect' in definition.
Uncertainty/ certainty	A state of incomplete knowledge that can result from a lack of information or from disagreement about what is known or even knowable	不确定性/ 确定性	由于信息缺失或者对已知甚至可知信息的不同见解而产生的不完善的知识状态	Definition from IPCC SR1.5 (2018).
Reliability	The degree of correspondence between forecast probabilities and observed relative frequencies.	可靠性	指采用同样的方法对同一对象重复测量时所得结果的一致性程度	Also: 预测概率与观察到的相对频率之间的对应程度。
Extreme weather event	An extreme weather event is an event that is rare at a particular place and time of year, normally as rare as or rarer than the 10th or 90th percentile of a probability density function estimated from observations.	极端天气事件	极端天气事件是指一年中特定地点和时间很少发生的事件。通常情况下，极端天气事件的罕见程度相当于或者低于与观测值预估的概率密度函数的10%或90%。	Adapted from IPCC AR5 WGI (2014)
Normal	The average value of a meteorological element over any fixed period of years that is recognized as a standard for the country and element concerned.	正常值	某一气象要素在任何固定年限内的平均值，该平均值被认定为有关国家/地区和有关要素的标准。	Definition from American Meteorological Society (2021). Available at: https://glossary.ametsoc.org/wiki/Normal (accessed 03/03/2021)



新观点
VIEWpoint

www.viewpoint-cssp.org