

延伸阅读

一年烧开了十三亿壶水

海洋变暖持续将会怎样

成里京

日前,由中国科学院大气物理研究所牵头,联合全球13个研究单位的20位科学家组成的国际研究团队,在学术期刊《大气科学进展》上发布了国际第一份涵盖2020整年的全球海洋环境(温盐)变化研究报告。新的研究指出:受全球新冠肺炎疫情影响,2020年全球碳排放量出现小幅下降,但全球海洋温度依旧出现了持续的增温并达到历史新高。2020年成为有现代海洋观测记录以来海洋最暖的一年。

中科院大气物理所的最新数据表明,在2020年,全球海洋上层2000米吸收的热量与2019年相比增加了 2×10^{22} 焦耳,这些热量可以使13亿个1.5升的电热水壶的水同时烧开。过去80年中,海洋每一个10年都比前10年更暖。

海洋为什么会变暖

近百年来,人类社会、工业活动不断燃烧积累在地球内部亿万年的煤炭、石油、天然气等化石燃料,释放出大量二氧化碳等温室气体,推升了大气中温室气体浓度。过去80万年,大气中CO₂的浓度均在170~300ppm之间波动,而由于人类活动排放,目前大气CO₂浓度已经超过了410ppm。

温室气体具有温室效应,越来越多的温室气体就像棉被一样盖住了地球,使得地球不断的被“捂热”,地球气候系统的能量增加,这就是全球变暖。同时,因为水相对于空气能够更多的储存能量(水的比热容和密度比空气大),所以全球变暖增加的能量90%以上都存储在海洋中,使得海水变暖。因而,海洋的能量变化直接反应全球气候变化。要知道全球变暖了多少,就必须知道海洋变暖了多少!海洋热含量成为判断全球是否变暖的最佳指标之一。

近60年,海洋变暖总量达 3.8×10^{22} 焦耳,0~2000米深的海洋平均温度上升了约0.13℃,相当于中国2017年全年发电量的1700倍。

海洋变暖有什么影响

海洋变暖对人类和地球生态系统存在广泛的负面影响。首先,由于热胀冷缩,海洋变暖膨胀抬升了全球海平面,由于海洋变暖已经导致1960年至今全球平均海平面上升了47毫米!全球平均海平面上升,如果叠加上海潮汐、极端天气气候事件、土地沉降等因素,将给包括我国在内的沿岸和小岛屿地区造成了极大的经济和社会风险。

海洋变暖为台风/飓风等极端事件增添了“燃料”,使强的台风/飓风更多,极端降雨更多。我国临近的西北太平洋是全球台风发生最多/最强的地区,全球热带气旋有1/3发生在西北太平洋。因此我国未来将面临更多的极端天气事件的挑战。

同时,由于上层海洋比深海变暖更快,海洋层结也在持续加强,海洋垂直分层更为稳定了。海洋层结的加强会抑制海洋垂直向热量交换和溶解氧输送,进一步导致全球气温上升,并影响海洋生态系统的健康。已有研究表明,过去60年海洋溶解氧已经下降了大约3%。受海洋变暖和酸化的影响,近些年珊瑚礁系统屡次出现大规模白化事件。

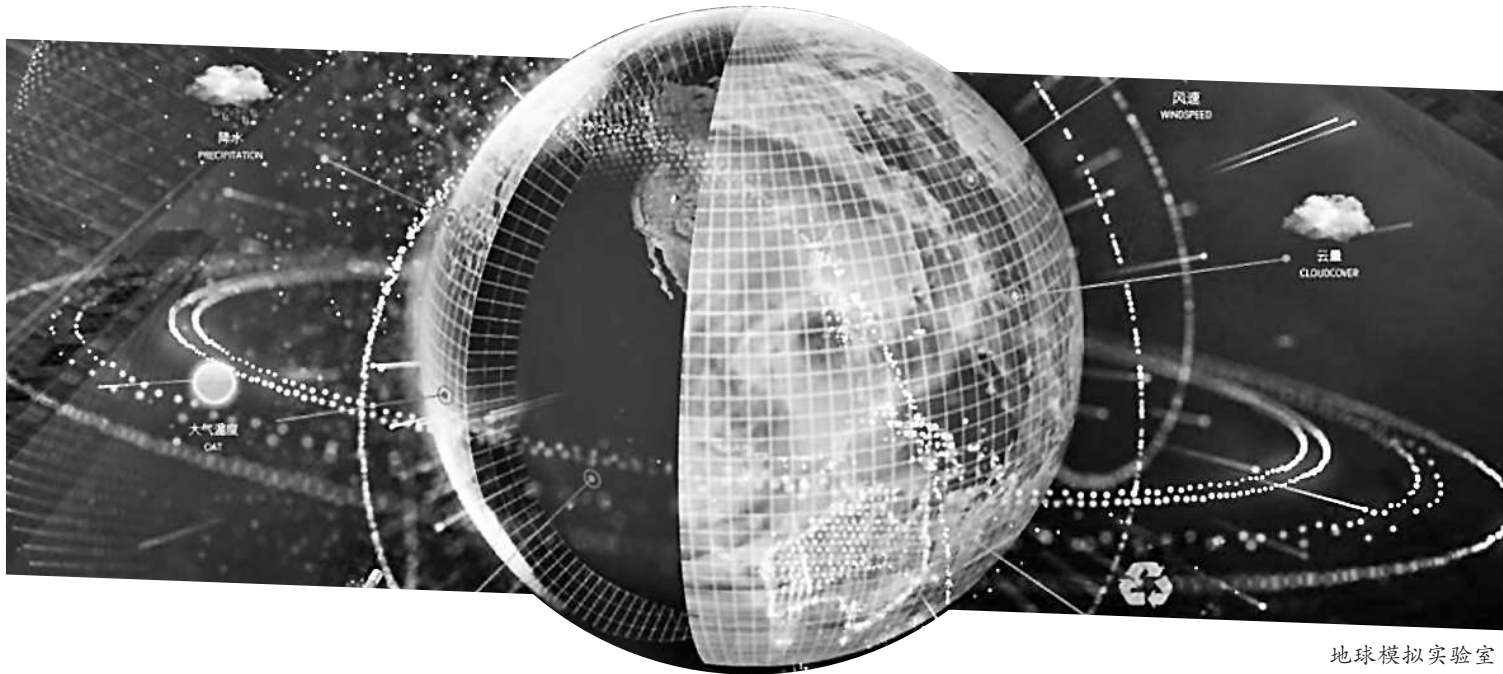
受海洋变暖趋势的影响,海洋热浪等海洋极端高温事件不断增加,给海洋渔业、养殖业提出了新



新西兰奥克兰大学牵头的一项新研究显示,全球变暖正迫使海洋生物改变地理分布,“逃离”赤道地区,向两极方向迁移。 新华社发

大国重器“寰”:模拟地球 推演未来

陈可鑫 赵寅



地球模拟实验室

科学随笔

给地球“退烧”需要科技力量

陈可鑫

地球围绕着太阳,在它既定的轨道上旋转前行。这样的天体运动带来了四季轮回,日月更替。古人感受着自然变化的秩序,在诗句里留下他们与自然的对话。可现在,自然的节奏似乎变了调:当我们越过了冬日期待着春的繁荣,等来的不是浩荡春风而是漫天黄沙;本该是“好雨知时节”滋润万物,却变成“超级暴力梅(雨)”搅乱江南水乡的安宁;而日趋猛烈的台风,现今的摧枯拉朽之势绝不止于以往“怒号兼昼夜,山海为颠覆”的威力。

我们不得不正视这样一个事实——地球的气候已经发生变化。近百年来,气候变化主要归因于地球温度的升高。自19世纪末以来,地球的平均地表温度上升了约1.18℃,大多数变暖过程发生在过去40年里,其中2016年和2020年是有记录以来最热的两年。

而人类需要为地球的这场“高烧”担起主要责任。从格陵兰岛、南极洲提取的冰芯数据表明,在上个冰河时代之后,人类活动产生的二氧化碳的增长速度比自然界快了250多倍。二氧化碳等温室气体的大量排放,加剧了大气层的温室效应,居住在“高烧不退”的地球上的人类该如何应对严峻的气候变化形势及其造成的无法预知的可怕后果?

既然全球变暖是由于大气中温室气体浓度不断升高造成的,那么当务之急就是限制全球温室气体的排放,将大气中的温室气体浓度维持在一个稳定的水平。然而“由俭入奢易,由奢入俭难”,因为减少全球人为二氧化碳的排放,是一个涉及科学、经济、政治等多领域的重大战略问题,而解决这一问题需要有一个有力的、全球规模的应对制度的支撑。

随着各国共同面对气候变化的政治意愿和全球合作共赢理念的不断增强,2015年在各国的共同努力下,《巴黎协定》首次提出让所有国家共同致力于实现相同的长期目标:加强对气候变化所产生的威胁做出全球性回应,到本世纪末,将全球平均升温保持在相对于工业化前水平2℃以内,并为全球平均升温控制在1.5℃以内付出努力。

然而实现控制1.5℃升温目标面对巨大挑战和不确定性。能否把全球平均升温控制在1.5℃以内取决于人类社会在能源、土地、城市、基础设施和工业等方面能否实现前所未有的快速且深远的转型,这将给社会经济带来的巨大影响。中国作为最大的发展中国家,在面临全球气候问题时更是展现出我们的大国担当。我国宣布,力争2030年前实现碳达峰、2060年前实现碳中和。

2060年实现碳中和无疑是一个雄心勃勃的目标,因为目前我国仍处在经济快速发展时期,许多行业和发展地区的发展仍然依赖于化石燃料的燃烧,碳排放量仍在上升。中国能作出实现碳中和庄严承诺的背后,离不开科技创新的有力支撑!

什么是地球系统模拟实验室

地球系统模拟装置,又称地球模拟实验室。《巴黎协定》中提出的无论是1.5℃还是2℃升温目标,均是基于地球系统模拟装置计算出来的。简单来说,就是将模拟的“地球”放进实验室里,看看在不同二氧化碳排放量造成的全球变暖下,“地球”上自然系统的响应程度如何,最终确定一个合适的升温目标。注意,这里所说的“地球”并不是一个真实的地球,而是一个基于各种物理数学方程的数字化地球。

地球上气态的空气、液态的江河湖海、固态的山石冰雪、不断演化的生命体……这些纷繁万物,可以简单地归为五大圈层:大气圈、水圈、冰雪圈、岩石圈、生物圈。千百年来人们感受着各个圈层中物候变化的同时,也在对自然界的经验进行总结。基于科学的进步,我们已经能够总结出部分自然变化的物理规律,并用数学公式将其定量地表述出来,进一步将这些数理方程编写成计算机代码,就得到了对应于各个圈层的代码集合,也就是我们常说的模式。例如大气模式本质上就是大气运动方程、连续方程、热力学能量方程的代码集合。

“寰”的优势

由于自然界中万物息息相关这一特性的复杂性,人们无法一次性将所有圈层的数理方程囊括在一个代码集合里。为了简化问题的求解,人们首先构建起描述单个圈层的模式,再通过“耦合器”将各个独自运行的模式有机地联合在一起。耦合器就像一个庞大工厂的交换车间,其中进行着各圈层间的物质、能量交换,从而把大气、海洋、陆地等模式耦合起来,在最大程度上模拟出自然界的演变过程。

得到了这个数字化的“地球”后,输入某一时刻的观测数据,在超级计算机进行大规模的数值计算,我们就能够推演地球不同圈层的变化,由此重现地球的未来,模拟地球的现在、预测地球的未来,从而进行有针对性的“地球试验”。

“寰”计算机硬件平台“硅立方”展示图

我们已经知道,现实中的地球是一个各圈层紧密联系的复杂系统,各个圈层中包含了许多物理、化学和生物过程,因此一个地球系统模式包含的圈层数目以及描述各个圈层中自然过程的完整度直接影响着其模拟结果的真实性。国际上数值模式的发展正处于从气候系统模式向地球系统模式的过渡阶段,前者仅考虑大气、海洋、陆地等气候系统各圈层的模拟,后者则进一步考虑了碳氮循环、生物地球化学过程等,对各分系统之间的耦合要求也相对更高。

作为综合国力的体现,各国科学家都在积极研发自己的数值模式。例如,正在进行的第六次国际耦合模式比较计划(CMIP6)就有来自全球33家机构的约112个气候模式版本注册参加,其数量为历史之最。虽然目前国际上已有如此多的数值模式,但它们绝大多数仍是气候系统模式,仅有美国、欧洲、日本、中国等少数国家和地区提交了地球系统模式,其中就包括了由中科院大气物理研究所牵头研发的地球系统模式CAS-ESM2.0。值得一提的是,CAS-ESM2.0正是地球模拟实验室“寰”的核心模式软件。CAS-ESM2.0在CMIP6对比试验中表现

增强防灾减灾能力。

随着我国城市化进程的推进,多种污染问题随之产生。大气污染问题涉及地球系统复杂排放过程,包含全球和区域传输过程以及城市尺度动力过程,这给大气污染模拟研究提出了重大挑战。合理气事件及其对人类生活影响的报道不断增加,这些事件包括强台风、高温、暴雨、干旱和寒潮。这样的极端天气事件的空间尺度是几公里,时间尺度在几小时内。要想准确捕捉这些天气过程,就需要提高模式的空间分辨率,但也意味着必须承载随之增加的庞大计算量。配备高性能计算机硬件的“寰”建成后,给准确模拟天气和气候事件提供了可能。利用更加精细和完善的地球系统模式,“寰”能够捕捉更全面的预测信号,以提高我国防灾预警水平、

我国解决防灾减灾、环境治理、可持续发展等生态安全等重大科学问题中发挥重要作用。

放眼全球,美、日、欧等发达国家已建有软硬件结合的面向地球系统的专门模拟装置。如美国国家大气科学中心(NCAR)凭借其长时间世界领先的数值模拟装置,发展了性能优异的地球系统模式,因此这些国家主导了政府间气候变化专门委员会(IPCC)气候变化预估试验的设计和评估报告的撰写。

变化正在发生,未来已经到来。国之重器“寰”的问世,将使我国在地球模拟科学特别是在全球气候变化学术领域不再处于被动地位,在应对全球气候变化问题上,我们将能够掌握更多的话语权!

(作者均系中国科学院大气物理研究所博士,图片均由该所提供)

少1.5℃升温目标与碳排放量关系间的不确定性。

除此之外,在全球变暖的气候背景下,过去三十年间有关极端天气事件及其对人类生活影响的报道不断增加,这些事件包括强台风、高温、暴雨、干旱和寒潮。这样的极端天气事件的空间尺度是几公里,时间尺度在几小时内。要想准确捕捉这些天气过程,就需要提高模式的空间分辨率,但也意味着必须承载随之增加的庞大计算量。配备高性能计算机硬件的“寰”建成后,给准确模拟天气和气候事件提供了可能。利用更加精细和完善的地球系统模式,“寰”能够捕捉更全面的预测信号,以提高我国防灾预警水平、

增强防灾减灾能力。

随着我国城市化进程的推进,多种污染问题随之产生。大气污染问题涉及地球系统复杂排放过程,包含全球和区域传输过程以及城市尺度动力过程,这给大气污染模拟研究提出了重大挑战。合理气事件及其对人类生活影响的报道不断增加,这些事件包括强台风、高温、暴雨、干旱和寒潮。这样的极端天气事件的空间尺度是几公里,时间尺度在几小时内。要想准确捕捉这些天气过程,就需要提高模式的空间分辨率,但也意味着必须承载随之增加的庞大计算量。配备高性能计算机硬件的“寰”建成后,给准确模拟天气和气候事件提供了可能。利用更加精细和完善的地球系统模式,“寰”能够捕捉更全面的预测信号,以提高我国防灾预警水平、

我国解决防灾减灾、环境治理、可持续发展等生态安全等重大科学问题中发挥重要作用。

放眼全球,美、日、欧等发达国家已建有软硬件结合的面向地球系统的专门模拟装置。如美国国家大气科学中心(NCAR)凭借其长时间世界领先的数值模拟装置,发展了性能优异的地球系统模式,因此这些国家主导了政府间气候变化专门委员会(IPCC)气候变化预估试验的设计和评估报告的撰写。

变化正在发生,未来已经到来。国之重器“寰”的问世,将使我国在地球模拟科学特别是在全球气候变化学术领域不再处于被动地位,在应对全球气候变化问题上,我们将能够掌握更多的话语权!

(作者均系中国科学院大气物理研究所博士,图片均由该所提供)

少1.5℃升温目标与碳排放量关系间的不确定性。

除此之外,在全球变暖的气候背景下,过去三十年间有关极端天气事件及其对人类生活影响的报道不断增加,这些事件包括强台风、高温、暴雨、干旱和寒潮。这样的极端天气事件的空间尺度是几公里,时间尺度在几小时内。要想准确捕捉这些天气过程,就需要提高模式的空间分辨率,但也意味着必须承载随之增加的庞大计算量。配备高性能计算机硬件的“寰”建成后,给准确模拟天气和气候事件提供了可能。利用更加精细和完善的地球系统模式,“寰”能够捕捉更全面的预测信号,以提高我国防灾预警水平、

增强防灾减灾能力。

随着我国城市化进程的推进,多种污染问题随之产生。大气污染问题涉及地球系统复杂排放过程,包含全球和区域传输过程以及城市尺度动力过程,这给大气污染模拟研究提出了重大挑战。合理气事件及其对人类生活影响的报道不断增加,这些事件包括强台风、高温、暴雨、干旱和寒潮。这样的极端天气事件的空间尺度是几公里,时间尺度在几小时内。要想准确捕捉这些天气过程,就需要提高模式的空间分辨率,但也意味着必须承载随之增加的庞大计算量。配备高性能计算机硬件的“寰”建成后,给准确模拟天气和气候事件提供了可能。利用更加精细和完善的地球系统模式,“寰”能够捕捉更全面的预测信号,以提高我国防灾预警水平、

我国解决防灾减灾、环境治理、可持续发展等生态安全等重大科学问题中发挥重要作用。

放眼全球,美、日、欧等发达国家已建有软硬件结合的面向地球系统的专门模拟装置。如美国国家大气科学中心(NCAR)凭借其长时间世界领先的数值模拟装置,发展了性能优异的地球系统模式,因此这些国家主导了政府间气候变化专门委员会(IPCC)气候变化预估试验的设计和评估报告的撰写。

变化正在发生,未来已经到来。国之重器“寰”的问世,将使我国在地球模拟科学特别是在全球气候变化学术领域不再处于被动地位,在应对全球气候变化问题上,我们将能够掌握更多的话语权!

(作者均系中国科学院大气物理研究所博士,图片均由该所提供)

少1.5℃升温目标与碳排放量关系间的不确定性。

除此之外,在全球变暖的气候背景下,过去三十年间有关极端天气事件及其对人类生活影响的报道不断增加,这些事件包括强台风、高温、暴雨、干旱和寒潮。这样的极端天气事件的空间尺度是几公里,时间尺度在几小时内。要想准确捕捉这些天气过程,就需要提高模式的空间分辨率,但也意味着必须承载随之增加的庞大计算量。配备高性能计算机硬件的“寰”建成后,给准确模拟天气和气候事件提供了可能。利用更加精细和完善的地球系统模式,“寰”能够捕捉更全面的预测信号,以提高我国防灾预警水平、

增强防灾减灾能力。

随着我国城市化进程的推进,多种污染问题随之产生。大气污染问题涉及地球系统复杂排放过程,包含全球和区域传输过程以及城市尺度动力过程,这给大气污染模拟研究提出了重大挑战。合理气事件及其对人类生活影响的报道不断增加,这些事件包括强台风、高温、暴雨、干旱和寒潮。这样的极端天气事件的空间尺度是几公里,时间尺度在几小时内。要想准确捕捉这些天气过程,就需要提高模式的空间分辨率,但也意味着必须承载随之增加的庞大计算量。配备高性能计算机硬件的“寰”建成后,给准确模拟天气和气候事件提供了可能。利用更加精细和完善的地球系统模式,“寰”能够捕捉更全面的预测信号,以提高我国防灾预警水平、

我国解决防灾减灾、环境治理、可持续发展等生态安全等重大科学问题中发挥重要作用。

放眼全球,美、日、欧等发达国家已建有软硬件结合的面向地球系统的专门模拟装置。如美国国家大气科学中心(NCAR)凭借其长时间世界领先的数值模拟装置,发展了性能优异的地球系统模式,因此这些国家主导了政府间气候变化专门委员会(IPCC)气候变化预估试验的设计和评估报告的撰写。

变化正在发生,未来已经到来。国之重器“寰”的问世,将使我国在地球模拟科学特别是在全球气候变化学术领域不再处于被动地位,在应对全球气候变化问题上,我们将能够掌握更多的话语权!

(作者均系中国科学院大气物理研究所博士,图片均由该所提供)

少1.5℃升温目标与碳排放量关系间的不确定性。

除此之外,在全球变暖的气候背景下,过去三十年间有关极端天气事件及其对人类生活影响的报道不断增加,这些事件包括强台风、高温、暴雨、干旱和寒潮。这样的极端天气事件的空间尺度是几公里,时间尺度在几小时内。要想准确捕捉这些天气过程,就需要提高模式的空间分辨率,但也意味着必须承载随之增加的庞大计算量。配备高性能计算机硬件的“寰”建成后,给准确模拟天气和气候事件提供了可能。利用更加精细和完善的地球系统模式,“寰”能够捕捉更全面的预测信号,以提高我国防灾预警水平、

增强防灾减灾能力。

随着我国城市化进程的推进,多种污染问题随之产生。大气污染问题涉及地球系统复杂排放过程,包含全球和区域传输过程以及城市尺度动力过程,这给大气污染模拟研究提出了重大挑战。合理气事件及其对人类生活影响的报道不断增加,这些事件包括强台风、高温、暴雨、干旱和寒潮。这样的极端天气事件的空间尺度是几公里,时间尺度在几小时内。要想准确捕捉这些天气过程,就需要提高模式的空间分辨率,但也意味着必须承载随之增加的庞大计算量。配备高性能计算机硬件的“寰”建成后,给准确模拟天气和气候事件提供了可能。利用更加精细和完善的地球系统模式,“寰”能够捕捉更全面的预测信号,以提高我国防灾预警水平、

我国解决防灾减灾、环境治理、可持续发展等生态安全等重大科学问题中发挥重要作用。

放眼全球,美、日、欧等发达国家已建有软硬件结合的面向地球系统的专门模拟装置。如美国国家大气科学中心(NCAR)凭借其长时间世界领先的数值模拟装置,发展了性能优异的地球系统模式,因此这些国家主导了政府间气候变化专门委员会(IPCC)气候变化预估试验的设计和评估报告的撰写。

变化正在发生,未来已经到来。国之重器“寰”的问世,将使我国在地球模拟科学特别是在全球气候变化学术领域不再处于被动地位,在应对全球气候变化问题上,我们将能够掌握更多的话语权!

(作者均系中国科学院大气物理研究所博士,图片均由该所提供)

少1.5℃升温目标与碳排放量关系间的不确定性。

除此之外,在全球变暖的气候背景下,过去三十年间有关极端天气事件及其对人类生活影响的报道不断增加,这些事件包括强台风、高温、暴雨、干旱和寒潮。这样的极端天气事件的空间尺度是几公里,时间尺度在几小时内。要想准确捕捉这些天气过程,就需要提高模式的空间分辨率,但也意味着必须承载随之增加的庞大计算量。配备高性能计算机硬件的“寰”建成后,给准确模拟天气和气候事件提供了可能。利用更加精细和完善的地球系统模式,“寰”能够捕捉更全面的预测信号,以提高我国防灾预警水平、

增强防灾减灾能力。

随着我国城市化进程的推进,多种污染问题随之产生。大气污染问题涉及地球系统复杂排放过程,包含全球和区域传输过程以及城市尺度动力过程,这给大气污染模拟研究提出了重大挑战。合理气事件及其对人类生活影响的报道不断增加,这些事件包括强台风、高温、暴雨、干旱和寒潮。这样的极端天气事件的空间尺度是几公里,时间尺度在几小时内。要想准确捕捉这些天气过程,就需要提高模式的空间分辨率,但也意味着必须承载随之增加的庞大计算量。配备高性能计算机硬件的“寰”建成后,给准确模拟天气和气候事件提供了可能。利用更加精细和完善的地球系统模式,“寰”能够捕捉更全面的预测信号,以提高我国防灾预警水平、

我国解决防灾减灾、环境治理、可持续发展等生态安全等重大科学问题中发挥重要作用。

放眼全球,美、日、欧等发达国家已建有软硬件结合的面向地球系统的专门模拟装置。如美国国家大气科学中心(NCAR)凭借其长时间世界领先的数值模拟装置,发展了性能优异的地球系统模式,因此这些国家主导了政府间气候变化专门委员会(IPCC)气候变化预估试验的设计和评估报告的撰写。

变化正在发生,未来已经到来。国之重器“寰”的问世,将使我国在地球模拟科学特别是在全球气候变化学术领域不再处于被动地位,在应对全球气候变化问题上,我们将能够掌握更多的话语权!

(作者均系中国科学院大气物理研究所博士,图片均由该所提供)

少1.5℃升温目标与碳排放量关系间的不确定性。

除此之外,在全球变暖的气候背景下,过去三十年间有关极端天气事件及其对人类生活影响的报道不断增加,这些事件包括强台风、高温、暴雨、干旱和寒潮。这样的极端天气事件的空间尺度是几公里,时间尺度在几小时内。要想准确捕捉这些天气过程,就需要提高模式的空间分辨率,但也意味着必须承载随之增加的庞大计算量。配备高性能计算机硬件的“寰”建成后,给准确模拟天气和气候事件提供了可能。利用更加精细和完善的地球系统模式,“寰”能够捕捉更全面的预测信号,以提高我国防灾预警水平、

增强防灾减灾能力。

随着我国城市化进程的推进,多种污染问题随之产生。大气污染问题涉及地球系统复杂排放过程,包含全球和区域传输过程以及城市尺度动力过程,这给大气污染模拟研究提出了重大挑战。合理气事件及其对人类生活影响的报道不断增加,这些事件包括强台风、高温、暴雨、干旱和寒潮。这样的极端天气事件的空间尺度是几公里,时间尺度在几小时内。要想准确捕捉这些天气过程,就需要提高模式的空间分辨率,但也意味着必须承载随之增加的庞大计算量。配备高性能计算机硬件的“寰”建成后,给准确模拟天气和气候事件提供了可能。利用更加精细和完善的地球系统模式,“寰”能够捕捉更全面的预测信号,以提高我国防灾预警水平、

我国解决防灾减灾、环境治理、可持续发展等生态安全等重大科学问题中发挥重要作用。

放眼全球,美、日、欧等发达国家已建有软硬件结合的面向地球系统的专门模拟装置。如美国国家大气科学中心(NCAR)凭借其长时间世界领先的数值模拟装置,发展了性能优异的地球系统模式,因此这些国家主导了政府间气候变化专门委员会(IPCC)气候变化预估试验的设计和评估报告的撰写。

变化正在发生,未来已经到来。国之重器“寰”的问世,将使我国在地球模拟科学特别是在全球气候变化学术领域不再处于被动地位,在应对全球气候变化问题上,我们将能够掌握更多的话语权!

(作者均系中国科学院大气物理研究所博士,图片均由该所提供)

少1.5℃升温目标与碳排放量关系间的不确定性。

除此之外,在全球变暖的气候背景下,过去三十年间有关极端天气事件及其对人类生活影响的报道不断增加,这些事件包括强台风、高温、暴雨、干旱和寒潮。这样的极端天气事件的空间尺度是几公里,时间尺度在几小时内。要想准确捕捉这些天气过程,就需要提高模式的空间分辨率,但也意味着必须承载随之增加的庞大计算量。配备高性能计算机硬件的“寰”建成后,给准确模拟天气和气候事件提供了可能。利用更加精细和完善的地球系统模式,“寰”能够捕捉更全面的预测信号,以提高我国防灾预警水平、

增强防灾减灾能力。

随着我国城市化进程的推进,多种污染问题随之产生。大气污染问题涉及地球系统复杂排放过程,包含全球和区域传输过程以及城市尺度动力过程,这给大气污染模拟研究提出了重大挑战。合理气事件及其对人类生活影响的报道不断增加,这些事件包括强台风、高温、暴雨、干旱和寒潮。这样的极端天气事件的空间尺度是几公里,时间尺度在几小时内。要想准确捕捉这些天气过程,就需要提高模式的空间分辨率,但也意味着必须承载随之增加的庞大计算量。配备高性能计算机硬件的“寰”建成后,给准确模拟天气和气候事件提供了可能。利用更加精细和完善的地球系统模式,“寰”能够捕捉更全面的预测信号,以提高我国防灾预警水平、

我国解决防灾减灾、环境治理、可持续发展等生态安全等重大科学问题中发挥重要作用。

放眼全球,美、日、欧等发达国家已建有软硬件结合的面向地球系统的专门模拟装置。如美国国家大气科学中心(NCAR)凭借其长时间世界领先的数值模拟装置,发展了性能优异的地球系统模式,因此这些国家主导了政府间气候变化专门委员会(IPCC)气候变化预估试验的设计和评估报告的撰写。

变化正在发生,未来已经到来。国之重器“寰”的问世,将使我国在地球模拟科学特别是在全球气候变化学术领域不再处于被动地位,在应对全球气候变化问题上,我们将能够掌握更多的话语权!

(作者均系中国科学院大气物理研究所博士,图片均由该所提供)

少1.5℃升温目标与碳排放量关系间的不确定性。

除此之外,在全球变暖的气候背景下,过去三十年间有关极端天气事件及其对人类生活影响的报道不断增加,这些事件包括强台风、高温、暴雨、干旱和寒潮。这样的极端天气事件的空间尺度是几公里,时间尺度在几小时内。要想准确捕捉这些天气过程,就需要提高模式的空间分辨率,但也意味着必须承载随之增加的庞大计算量。配备高性能计算机硬件的“寰”建成后,给准确模拟天气和气候事件提供了可能。利用更加精细和完善的地球系统模式,“寰”能够捕捉更全面的预测信号,以提高我国防灾预警水平、

增强防灾减灾能力。

随着我国城市化进程的推进,多种污染问题随之产生。大气污染问题涉及地球系统复杂排放过程,包含全球和区域传输过程以及城市尺度动力过程,这给大气污染模拟研究提出了重大挑战。合理气事件及其对人类生活影响的报道不断增加,这些事件包括强台风、高温、暴雨、干旱和寒潮。这样的极端天气事件的空间尺度是几公里,时间尺度在几小时内。要想准确捕捉这些天气过程,就需要提高模式的空间分辨率,但也意味着必须承载随之增加的庞大计算量。配备高性能计算机硬件的“寰”建成后,给准确模拟天气和气候事件提供了可能。利用更加精细和完善的地球系统模式,“寰”能够捕捉更全面的预测信号,以提高我国防灾预警水平、

我国解决防灾减灾、环境治理、可持续发展等生态安全等重大科学问题中发挥重要作用。

放眼全球,美、日、欧等发达国家已建有软硬件结合的面向地球系统的专门模拟装置。如美国国家大气科学中心(NCAR)凭借其长时间世界领先的数值模拟装置,发展了性能优异的地球系统模式,因此这些国家主导了政府间气候变化专门委员会(IPCC)气候变化预估试验的设计和评估报告的撰写。

变化正在发生,未来已经到来。国之重器“寰”的问世,将使我国在地球模拟科学特别是在全球气候变化学术领域不再处于被动地位,在应对全球气候变化问题上,我们将能够掌握更多的话语权!

(作者均系中国科学院大气物理研究所博士,图片均由该所提供)

少1.5℃升温目标与碳排放量关系间的不确定性。

除此之外,在全球变暖的气候背景下,过去三十年间有关极端天气事件及其对人类生活影响的报道不断增加,这些事件包括强台风、高温、暴雨、干旱和寒潮。这样的极端天气事件的空间尺度是几公里,时间尺度在几小时内。要想准确捕捉这些天气过程,就需要提高模式的空间分辨率,但也意味着必须承载随之增加的庞大计算量。配备高性能计算机硬件的“寰”建成后,给准确模拟天气和气候事件提供了可能。利用更加精细和完善的地球系统模式,“寰”能够捕捉更全面的预测信号,以提高我国防灾预警水平、

增强防灾减灾能力。

随着我国城市化进程的推进,多种污染问题随之产生。大气污染问题涉及地球系统复杂排放过程,包含全球和区域传输过程以及城市尺度动力过程,这给大气污染模拟研究提出了重大挑战。合理气事件及其对人类生活影响的报道不断增加,这些事件包括强台风、高温、暴雨、干旱和寒潮。这样的极端天气事件的空间尺度是几公里,时间尺度在几小时内。要想准确捕捉这些天气过程,就需要提高模式的空间分辨率,但也意味着必须承载随之增加的庞大计算量。配备高性能计算机硬件的“寰”建成后,给准确模拟天气和气候事件提供了可能。利用更加精细和完善的地球系统模式,“寰”能够捕捉更全面的预测信号,以提高我国防灾预警水平、

我国解决防灾减灾、环境治理、可持续发展等生态安全等重大科学问题中发挥重要作用。

放眼全球,美、日、欧等发达国家已建有软硬件结合的面向地球系统的专门模拟装置。如美国国家大气科学中心(NCAR)凭借其长时间世界领先的数值模拟装置,发展了性能优异的地球系统模式,因此这些国家主导了政府间气候变化专门委员会(IPCC)气候变化预估试验的设计和评估报告的撰写。

变化正在发生,未来已经到来。国之重器“寰”的问世,将使我国在地球模拟科学特别是在全球气候变化学术领域不再处于被动地位,在应对全球气候变化问题上,我们将能够掌握更多的话语权!

(作者均系中国科学院大气物理研究所博士,图片均由该所提供)

少1.5℃升温目标与碳排放量关系间的不确定性。

除此之外,在全球变暖的气候背景下,过去三十年间有关极端天气事件及其对人类生活影响的报道不断增加,这些事件包括强台风、高温、暴雨、干旱和寒潮。这样的极端天气事件的空间尺度是几公里,时间尺度在几小时内。要想准确捕捉这些天气过程,就需要提高模式的空间分辨率,但也意味着必须承载随之增加的庞大计算量。配备高性能计算机硬件的“寰”建成后,给准确模拟天气和气候事件提供了可能。利用更加精细和完善的地球系统模式,“寰”能够捕捉更全面的预测信号,以提高我国防灾预警水平、

增强防灾减灾能力。

随着我国城市化进程的推进,多种污染问题随之产生。大气污染问题涉及地球系统复杂排放过程,包含全球和区域传输过程以及城市尺度动力过程,这给大气污染模拟研究提出了重大挑战。合理气事件及其对人类生活影响的报道不断增加,这些事件包括强台风、高温、暴雨、干旱和寒潮。这样的极端天气事件的空间尺度是几公里,时间尺度在几小时内。要想准确捕捉这些天气过程,就需要提高模式的空间分辨率,但也意味着必须承载随之增加的庞大计算量。配备高性能计算机硬件的“寰”建成后,给准确模拟天气和气候事件提供了可能。利用更加精细和完善的地球系统模式,“寰”能够捕捉更全面的预测信号,以提高我国防灾预警水平、

我国解决防灾减灾、环境治理、可持续发展等生态安全等重大科学问题中发挥重要作用。

放眼全球,美、日、欧等发达国家已建有软硬件结合的面向地球系统的专门模拟装置。如美国国家大气科学中心(NCAR)凭借其长时间世界领先的数值模拟装置,发展了性能优异的地球系统模式,因此这些国家主导了政府间气候变化专门委员会(IPCC)气候变化预估试验的设计和评估报告的撰写。

变化正在发生,未来已经到来。国之重器“寰”的问世,将使我国在地球模拟科学特别是在全球气候变化学术领域不再处于被动地位,在应对全球气候变化问题上,我们将能够掌握更多的话语权!

(作者均系中国科学院大气物理研究所博士,图片均由该所提供)

少1.5℃升温目标与碳排放量关系间的不确定性。

除此之外,在全球变暖的气候背景下,过去三十年间有关极端天气事件及其对人类生活影响的报道不断增加,这些事件包括强台风、高温、暴雨、干旱和寒潮。这样的极端天气事件的空间尺度是几公里,时间尺度在几小时内。要想准确捕捉这些天气过程,就需要提高模式的空间分辨率,但也意味着必须承载随之增加的庞大计算量。配备高性能计算机硬件的“寰”建成后,给准确模拟天气和气候事件提供了可能。利用更加精细和完善的地球系统模式,“寰”能够捕捉更全面的预测信号,以提高我国防灾预警水平、

增强防灾减灾能力。

随着我国城市化进程的推进,多种污染问题随之产生。大气污染问题涉及地球系统复杂排放过程,包含全球和区域传输过程以及城市尺度动力过程,这给大气污染模拟研究提出了重大挑战。合理气事件及其对人类生活影响的报道不断增加,这些事件包括强台风、高温、暴雨、干旱和寒潮。这样的极端天气事件的空间尺度是几公里,时间尺度在几小时内。要想准确捕捉这些天气过程,就需要提高模式的空间分辨率,但也意味着必须承载随之增加的庞大计算量。配备高性能计算机硬件的“寰”建成后,给准确模拟天气和气候事件提供了可能。利用更加精细和完善的地球系统模式,“寰”能够捕捉更全面的预测信号,以提高我国防灾预警水平、

我国解决防灾减灾、环境治理、可持续发展等生态安全等重大科学问题中发挥重要作用。

放眼全球,美、日、欧等发达国家已建有软硬件结合的面向地球系统的专门模拟装置。如美国国家大气科学中心(NCAR)凭借其长时间世界领先的数值模拟装置,发展了性能优异的地球系统模式,因此这些国家主导了政府间气候变化专门委员会(IPCC)气候变化预估试验的设计和评估报告的撰写。

变化正在发生,未来已经到来。国之重器“寰”的问世,将使我国在地球模拟科学特别是在全球气候变化学术领域不再处于被动地位,在应对全球气候变化问题上,我们将能够掌握更多的话语权!

(作者均系中国科学院大气物理研究所博士,图片均由该所提供)

少1.5℃升温目标与碳排放量关系间的不确定性。

除此之外,在全球变暖的气候背景下,过去三十年间有关极端天气事件及其对人类生活影响的报道不断增加,这些事件包括强台风、高温、暴雨、干旱和寒潮。这样的极端天气事件的空间尺度是几公里,时间尺度在几小时内。要想准确捕捉这些天气过程,就需要提高模式的空间分辨率,但也意味着必须承载随之增加的庞大计算量。配备高性能计算机硬件的“寰”建成后,给准确模拟天气和气候事件提供了可能。利用更加精细和完善的地球系统模式,“寰”能够捕捉更全面的预测信号,以提高我国防灾预警水平、

增强防灾减灾能力。

随着我国城市化进程的推进,多种污染问题随之产生。大气污染问题涉及地球系统复杂排放过程,包含全球和区域传输过程以及城市尺度动力过程,这给大气污染模拟研究提出了重大挑战。合理气事件及其对人类生活影响的报道不断增加,这些事件包括强台风、高温、暴雨、干旱和寒潮。这样的极端天气事件的空间尺度是几公里,时间尺度在几小时内。要想准确捕捉这些天气过程,就需要提高模式的空间分辨率,但也意味着必须承载随之增加的庞大计算量。配备高性能计算机硬件的“寰”建成后,给准确模拟天气和气候事件提供了可能。利用更加精细和完善的地球系统模式,“寰”能够捕捉更全面的预测信号,以提高我国防灾预警水平、