

# **“全球变化及应对”重点专项**

## **2020年度项目申报指南**

(征求意见稿)

全球变化是指由自然和人文因素引起的、地表环境及地球系统功能全球尺度的变化。全球变化已经并将持续影响着人类的生存和发展，成为当今世界各国和社会各界关注的重大政治、经济和外交问题。妥善应对全球变化，离不开科学研究的支撑。为大幅度提升我国全球变化研究领域观测、分析、模拟能力，取得国际学术界公认的重大成果，为国家参与全球气候治理及国际气候谈判提供科学支撑，按照《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020年）》和《国家应对气候变化规划（2014-2020年）》部署，根据国务院《关于深化中央财政科技计划（专项、基金等）管理改革的方案》，科技部、教育部、中科院、气象局、海洋局、环保部等部门组织专家编制了“全球变化及应对”重点专项实施方案。

“全球变化及应对”重点专项的总体目标是：发挥优势，突出重点，整合资源，在全球变化领域若干关键科学问题上取得一批原创性的成果，增强多学科交叉研究能力，提升我国全球变化研究的竞争力和国际地位，为维护国家权益、实现可持续发展提供科学支撑。重点关注以下关键科学和技术

问题：全球变化关键过程、机制和趋势的精确刻画和模拟，全球变化影响、风险、减缓和适应，数据产品及大数据集成分析技术体系研发，具有自主知识产权的地球系统模式研制，国家、区域应对全球变化和实现可持续发展的途径。

专项实施方案部署了 5 个方面的研究任务：1) 全球变化综合观测、数据同化与大数据平台建设及应用；2) 全球变化事实、关键过程和动力学机制研究；3) 地球系统模式研发、预测和预估；4) 全球变化影响与风险评估；5) 减缓和适应全球变化与可持续转型研究。

围绕以上 5 个方向的研究任务，2016~2019 年专项共立项支持了 74 个项目。根据专项实施方案年度计划，2019 年专项拟在全球变化综合观测、数据同化与大数据平台建设及应用；全球变化事实、关键过程和动力学机制研究；地球系统模式研发、预测和预估；全球变化影响与风险评估；减缓与适应全球变化与可持续转型研究等 5 个领域拟支持 15 个方向。同一指南方向下，原则上只支持 1 个项目，国拨总经费 1.4 亿元。

专项鼓励申报单位根据指南方向，面向解决重大科学问题和突破关键技术进行一体化设计，或围绕一个重大科学问题或重要应用目标，从基础研究到应用研究进行全链条设计。专项鼓励依托国家重点实验室等重要科研基地组织项目申报。项目应整体申报，须覆盖相应指南方向的全部考核指标。

项目执行期一般为 5 年。一般项目下设课题数原则上不超过 4 个，每个项目所含单位数控制在 6 个以内。本专项不设青年科学家项目。

## **1.全球变化综合观测、数据同化与大数据平台建设及应用**

### **1.1 全球温室气体天空地立体化观测与反演**

**研究内容：**研发重点区域和城市高排放、高污染区公里级高密度组网连续观测技术，开发重点区域典型季节强化观测大气 CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub> 高精度立体化综合监测方法，研发融合多源观测数据的全球-重点区域-城市群的多层嵌套模拟和同化技术，应用中国和全球碳卫星产品和地面多源观测数据，生产温室气体和碳通量产品。

**考核指标：**研发出全球温室气体（CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub> 等）天空地立体化观测体系和数据同化方法。研发针对重点区域和城市公里级高密度组网观测技术，观测网的空间分辨率不低于 2km×2km，CO<sub>2</sub> 精度达到 5ppm，基准站等高精度仪器的 CO<sub>2</sub> 观测精度达到 0.2ppm，CH<sub>4</sub> 精度达到 1ppb。研发全球-区域-城市群多尺度温室气体嵌套模拟同化技术，提供拥有自主知识产权的全球和重点城市群多尺度、高时空分辨率温室气体产品（全球空间分辨率不低于 5°，中国空间分辨率不低于 0.1°，城市空间分辨率不低于 1km，时间分辨率为天，时间长度至少两年）。

以上产品公开发表或免费共享。

## **1.2 典型海区碳指纹与碳足迹标识体系**

**研究内容：**结合中国典型海区实际，研制海洋生态系统碳指纹、碳足迹指标体系、指标标准体系与评价规程，研制海洋碳汇超高分辨率分子碳指纹标识体系，研制海洋生态系统微型生物代表类群碳指纹标识体系，研究基于碳指纹和碳足迹的中国典型海区碳汇发展模式和途径。

**考核指标：**建立 1 套海洋碳指纹背景数据集和我国典型海域的碳足迹数据集，其中碳指纹分子不少于 20 万个；建立 1 套中国典型海区碳汇表征、计算和核查技术方案和操作规程，其中单样品有效分子数目不少于 3000 个；研发 2~3 项快速稳定和超高分辨率的分子碳指纹技术体系，并制定技术规程；研发 2~3 套海洋微型生物基因碳指纹图谱技术，并形成市场化产品，其中每套产品不少于 2000 个碳基因家族、不少于 50000 个碳基因序列；提出中国典型海洋生态系统碳汇发展模式与碳标识体系。

以上产品公开发表或免费共享。

## **1.3 山地生态系统全球变化关键参数立体观测与产品研制**

**研究内容：**构建典型山地生态系统立体观测实验体系，开展山地生态系统全球变化关键参数综合观测研究，研发适用于山地生态系统的全球变化参数反演模型，研制山地生态

系统全球变化关键参数数据集。

**考核指标：**建成适用于山地生态系统的立体观测技术体系 1 套，实现至少 10 个全球变化关键参量（如温度、辐射、叶面积指数、叶绿素浓度等生态系统基本参数以及碳、水、热通量等功能参数）的综合观测。研制出典型山地生态系统高分辨率全球变化关键参数产品（1~3 个典型区域，每个区域产品类型个数大于 10，时间分辨率优于 1 月，空间分辨率 1~50 米，覆盖范围大于 10 平方公里，时间跨度大于 3 年）。提交 1 套自有知识产权的全球山地生态系统全球变化关键参数产品（产品类型大于 5，时间分辨率 1 月，空间分辨率优于 1 公里，全球覆盖，时间跨度大于 20 年）。

方法、模型和数据产品须公开发表或在线免费共享。

## **2. 全球变化事实、关键过程和动力学机制研究**

### **2.1 全球变化背景下西太平洋环流与 ENSO 变异及气候预测研究**

**研究内容：**研究热带西太平洋表层和次表层海洋环流的多尺度变异及其与印度洋、印尼海相互作用过程，探究西太平洋海洋环流和多尺度海气过程与 ENSO 变异和可预报性的联系，评估西太平洋与周边海域相互作用过程对 ENSO 过程的影响，研究西太平洋海洋环流和海气系统中制约 ENSO 预测技巧的关键过程并开展多模式集合模拟和预测。

**考核指标：**建立我国自主的西太平洋海洋环流数据资料

集（考察资料，潜标、浮标、卫星资料等），形成对其变化的监测系统和技术体系，揭示西太平洋表层和次表层环流的多尺度变异及其通过印尼贯穿流与印度洋的相互作用过程与机制；定量评估西太平洋环流和海气过程的年际—年代际变化特征及其与 ENSO 变异和可预报性的联系并揭示其动力机制；阐明西太平洋环流区与周边海域相互作用过程对 ENSO 及其年代际变异预测不确定性的影响；实现关键西太平洋海洋环流和海气耦合过程的多模式集合预测并有效提升 ENSO 预测技巧。

研究结果、模型、算法和数据须公开发表或在线免费共享。

## **2.2 影响全球季风区气候变化预估不确定性的关键因子和物理机制**

**研究内容：**采用我国自主研发的气候系统模式开展超级集合预估试验，研究不同集合方式在提高全球季风预估可靠性方面的有效性，研究全球季风预估的不确定性及其影响因素，捕捉人类活动影响的信号萌芽期，研发有效约束季风预估的新方法。

**考核指标：**集合方式涵盖多模式集合、扰动初值的超级集合、多参数扰动集合（Perturbed-parameter ensemble, PPE）三种；扰动初值的超级集合预估试验成员数不低于 100 组，PPE 试验需以提高东亚夏季风模拟性能为目标至少扰动 20

个参数，两组试验均需采用我国自主研发的气候系统模式。

研究结果、算法和数据须公开发表或在线免费共享。

### **2.3 亚洲季风格局变化对碳循环的影响研究**

**研究内容：**开展亚洲季风环境格局演变自然过程和早期人类活动对陆地生态系统碳循环影响的定量化研究，重建并定量评估新生代以来典型时段高原/山地隆升深部碳释放规模、地表风化作用碳消耗量和陆地生态系统碳库效应，探究地球深部和地表过程对全球碳循环的影响及其气候环境变化效应。

**考核指标：**揭示新生代亚洲季风环境格局演变对陆地生态系统碳循环的影响及其耦合机理，定量评估典型时段青藏高原及周边区域深部过程碳释放规模、地表化学风化碳消耗量，评价早期人类活动对全新世温室气体浓度变化的贡献，阐明重大环境格局演变情形下深部和地表过程对全球碳循环和气候环境变化的影响。

研究结果、数据和参数须公开发表或在线免费共享。

## **3. 地球系统模式研发、预测和预估**

### **3.1 全球高精度大气化学模式研发及大气污染控制**

**研究内容：**研制兼容典型高性能计算平台的新一代高精度套网格全球大气化学模式，发展大气化学动力学新算法，提高全球模式对关键痕量成分模拟准确度，研发大气化学多源数据资料同化技术，建立全球高时空分辨率大气痕量成分

数据集，研发全球和区域大气污染溯源和追踪技术，研究能源结构、产业结构和大气污染相互影响的机制，提出协同控制策略。

**考核指标：**新一代全球高精度套网格大气化学模式需适用于地球系统模式，兼容典型高性能计算平台并支持新一代异构加速，对关键痕量成分（含碳化合物、含硫化合物、含氮化合物和臭氧等）模拟准确度达到国际主流模式水平；化学动力学新算法需提升计算效率至少 30%；关键痕量成分高精度全球再分析数据集时间跨度 5 年，时间分辨率为天，水平分辨率 10 km；大气污染溯源和追踪技术可量化全球主要地区痕量成分收支和来源，协同控制策略覆盖全球关键区域。

研究结果、数据和参数须公开发表或在线免费共享。

### 3.2 发展通用的地球系统模式高效并行计算框架

**研究内容：**研究地球系统模式发展与先进计算技术的解耦方法，研制面向 E 级计算的模式高效计算框架，研究简洁高效的自动并行算子方法和面向多种先进计算平台的模式代码自动生成、运行时编译和算子融合技术，综合研究解决模式开发难、移植难、维护难、并行效率低问题。

**考核指标：**通用计算框架支持包括国产 E 级计算机在内的 3 套以上的计算平台；能够有效屏蔽超级计算机及模式编程的复杂并行技术细节，模式可在 3 套以上平台间无缝迁移；提供简洁的上层算子使改进模式代码规模可控制在原始代



码规模的30%以内,同时支持底层模式并行代码的自动生成。

发展的软件成果须具有自主知识产权并开源共享。

### **3.3 融合大数据和人工智能技术创新模式发展方法研究**

**研究内容:** 基于人工智能技术研究全球变化大数据分析方法,挖掘复杂地球系统过程与现象之间的时空相关性,研究地球系统模式中复杂物理参数化过程的深度神经网络替代方案,研究深度神经网络与数值预报的理论模型,发展人工智能辅助模式设计和订正模式结果的新方法。

**考核指标:** 能够挖掘出对典型全球变化现象具有显著影响的时空特征信息;提供3种以上利用深度神经网络进行模式物理参数化方案替代的成功案例;实现基于深度神经网络的多要素预报系统原型,与传统数值预报方法相比,提升预报准确率或相关系数15%以上。

研究产生的方法、数据和系统具有自主知识产权并开源共享。

## **4. 全球变化影响与风险评估**

### **4.1 人工森林生态系统对全球变化适应机制**

**研究内容:** 以典型人工林生态系统为对象,研究全球变化对人工林生态系统结构、功能和系统稳定性的影响过程,分析人工林生态系统对全球变化的适应机制,综合评估人工林生态系统结构与功能的稳定性/脆弱性,探究全球变化背景下人工林生态系统质量和稳定性提升对策。

**考核指标：**阐明全球变化（温升）对人工林生态系统结构（年龄结构/树种更新、组成结构、垂直结构等）、功能（木材生产、生物量、固碳、水源涵养/水土保持、防风固沙、灌草/土壤微生物多样性等）和系统稳定性的影响过程和机制；阐明人工林生态系统对全球变化适应的生理生态机制、养分循环的微生物机制等；创建人工林生态系统脆弱性综合评价体系，评估典型人工林生态系统结构与功能的稳定性/脆弱性（空间分辨率：亚米-30 m），提出应对全球变化的人工林生态系统质量和稳定性提升策略。

所有研究结果、数据必须公开发表或在线免费共享，适应对策须被国家有关部门采纳。

#### **4.2 区域多尺度气候极端事件风险评估与制图**

**研究内容：**研究气候极端事件对自然生态-社会经济耦合系统的影响机理及气候极端事件风险评估方法，模拟和预估不同共享社会经济路径下我国气候极端事件风险多尺度时空特征，研究多尺度气候极端事件灾害风险图集的表达方式，研发防范气候极端事件风险的决策支持系统技术。

**考核指标：**建成 1 套面向气候极端事件的承险体脆弱性和风险评估方法和模型，提交 1 套我国未来气候极端事件风险数据集（2020~2100 年，空间分辨率为  $0.10^\circ$ ，时间分辨率每隔 10 年），揭示共享社会经济路径下我国气候极端事件风险多尺度特征并形成系列图件（包括五个共享社会经济路径

SSP1-SSP5，图件为空间矢量图与 0.10°栅格图，空间尺度为积水区-流域-区域-省市-全国)，研制出 1 套气候极端事件风险防范决策支持系统。

所有研究结果、数据必须公开发表或在线免费共享，决策系统能被应急管理部门采用。

### 4.3 全球变化下海洋脱氧过程与碳汇效应研究

**研究内容：**研究气候变化和人类活动双重压力下代表性海区微生物脱氧过程与调控机制，研究脱氧进程中微型生物类群变动规律及其与环境条件的相互作用，研究不同程度脱氧环境中微型生物碳汇特征及其环境效应，研究缺氧环境下增加碳汇的理论与方法。

**考核指标：**阐明气候变化和人类活动胁迫对微生物脱氧的不同机制，获取 2 个我国代表性海区微生物脱氧动力学参数和呼吸作用参数；揭示脱氧对生物多样性（需鉴定到种）、微型生物类群代谢活性及方式的影响，阐释微型生物代谢与海洋底层局部低氧形成的关系，建立脱氧环境微型生物宏转录组及宏蛋白数据库，不少于 1000000 条基因/蛋白信息；建立海洋惰性手性分子和含硫分子分离及鉴定的技术方法体系，揭示脱氧海域代表性组分的手性、官能团等特征及生物成因，建立脱氧海域惰性有机碳化学分子数据库；阐释脱氧环境微型生物对碳源和碳汇调节的关键过程和主要机制，分离/培养/鉴定代表性储碳微型生物 200 株以上；提出 1 套脱

氧环境下可实施的增汇技术方案。

所有研究结果、数据必须公开发表或在线免费共享。

#### **4.4 荒漠化对气候变化的响应与反馈及其生态效应**

**研究内容：**研究荒漠化对极端气候事件的响应机理，探讨土壤风蚀和沙尘释放对气候变化的反馈机制，分析全球变化背景下荒漠化土地覆被、土地生产力、土壤碳的动态过程及变化规律，预估未来多情景气候变化模式下荒漠化发展趋势及其风险。

**考核指标：**阐明近 50 年极端气候作用下荒漠化过程-格局的变化特征，定量辨识沙尘过程对气候变化的贡献率，综合评估荒漠化及其治理工程的生态效应，预测我国北方未来 30-50 年荒漠化趋势及其风险，提出应对荒漠化的风险防控对策。

所有研究结果、数据必须公开发表或在线免费共享。

#### **4.5 北极陆地环境变化及其效应**

**研究内容：**分析北极陆地环境（冰川、积雪、多年冻土）和植被的时空变化特征，模拟环境变化对地-气-能-水交换的影响及其对气候的反馈作用，研究环境污染物的释放和输移转化规律，评估北极陆地环境变化对人类社会致利致害效应。

**考核指标：**明确近几十年来（主要是 1980 年以来）北极陆地环境因子和植被变化的时空变化，阐明北极地区地-气-能-水交换的过程及其气候反馈效应，揭示北极陆地环境中重

要污染物的释放、迁移和转化规律及其生态效应，定量评估北极陆地环境变化的致利和致害效应。

所有研究成果、数据必须公开发表或在线免费共享。

## **5. 减缓与适应全球变化与可持续转型研究**

### **5.1 应对全球变化的可持续性转型模式研究**

**研究内容：**研究应对全球变化与可持续发展的交互耦合机理，分析不同行业和不同类型地区全球变化的可持续性转型的时空演变，提出多行业和区域间协同有序适应气候变化的理论和经济、生态和及社会模式，预估适应全球变化的可持续转型的多维情景和路径。

**考核指标：**揭示全球变化与可持续转型的交互耦合机理；研发出 1 套适应全球变化的可持续性评估指标体系与可持续性评估指数；绘制出我国应对全球变化的可持续转型路线图和区域图景；提出重点行业和重点地区应对全球变化的转型模式。

所有研究成果、数据必须公开发表或在线免费共享。