

趋势观察：

国际资源生态环境领域 科技发展态势与战略

1 资源生态环境领域热点前沿态势

1.1 关键矿产资源的勘探、开发与保障竞争形势严峻

国际贸易争端蔓延，各国高度关注关键矿产资源保障。2018年，美国内政部（DOI）更新其关键矿产清单，包括稀土元素、铌、钽、锆、铂族金属等35种关键矿产入选。2019年，澳大利亚发布《关键矿产战略》，并与美国地质调查局（USGS）签署协议，推动新的稀土矿山建设，以削弱中国对稀土的控制。**趋势观察：**加强关键矿产资源在勘探、供应、替代和综合利用等方面的技术研发，提升关键矿产资源贸易风险管理能力与资源保障体系建设是该领域未来关键的发展方向。

全球争相抢占铀矿开发的战略和技术制高点。在全球电动汽车和清洁核电技术发展的推动下，铀资源的需求量将进一步扩大，铀矿资源勘探开发将从低迷走向蓬勃发展。近期态势显示：全球铀矿开发战略重点正在转向中亚地区；加拿大、美国等国家针对未来铀矿开发积极部署战略行动与开发技术。**趋势观察：**一些科技“瓶颈”问题将更加受到关注。例如：开发基于区域和流域尺度的多商品与多储层地质模型，以

探索深部铀矿资源；从海水中提取铀资源，以突破可持续能源的生产成本和效率“瓶颈”等。

1.2 气候议题持续波动，全球变暖“停滞”获得更多科学证据支持

全球变暖停滞/趋缓/暂停（hiatus）现象是国际气候科学研究的前沿热点问题。该热点在受到广泛关注的同时，也引发了全球变暖趋缓是否发生及其原因等方面的争论。近年来，全球变暖趋缓研究的关注焦点转向海洋年代际变化作用，泛热带、跨海盆的海气相互作用需要受到更多关注。最新研究观测到，大西洋经向翻转流（AMOC）自1950年以来减弱15%的证据；也有研究证明，AMOC储存了大约一半的多余热量，从而导致了全球变暖的放缓。**趋势观察：**这一科学问题未来的研究重点主要为全球热量的精确估算，以及海洋年代际振荡的位相转换的不确定性。

1.3 多方关注多介质中的微塑料、纳米塑料污染问题

针对水、土、气等环境介质中的微塑料和纳米塑料污染的研究日益受到重视。欧盟、英国和加拿大等国家和地区相继发布战略，资助微塑料、纳米塑料污染相关研究。尽管塑料在农业中大量使用，但土壤中微塑料的综合数据尚属空白。塑料从一种介质到另一

种介质的相对通量通常是未知的或具有很大的不确定性。**趋势观察：**微塑料、纳米塑料污染问题的研究正在从海洋和淡水环境转向陆地和大气环境，未来研究重点涉及开发纳米级分辨率的检测和表征技术、地下水中的纳米塑料和微塑料检测、纳米/微塑料与药物和其他新兴污染物相互作用的复杂性。

1.4 自然环境的人为破坏加剧了人畜共患病的流行

经济发展导致自然环境的剧烈变化，加剧了人畜共患病的发生与流行。人类健康、动物健康和环境健康密不可分，近 1/2 的人畜共患病是由土地利用变化引起，31% 的疾病暴发与森林砍伐有关。国际多个研究机构发布报告指出，需加强关注新冠肺炎疫情导致的国家安全、生态环境、废物管理和可持续发展等问题。**趋势观察：**引入跨学科的研究方法，扩大对人畜共患病的科学探究，更好地了解生态系统在保护人类免受疾病传染方面的作用，监测和发现野生动物携带的高风险病原体，将人畜共患病的风险作为关键考虑因素纳入土地利用规划等。

1.5 基于自然的解决方案在生态系统恢复中得以广泛应用

全球面临着气候变化、灾害风险、水安全、粮食安全、人类健康、经济发展六大挑战。为了应对这些挑战，自然保护联盟（IUCN）在 2016 年世界自然保护大会上提出“基于自然的解决方案”（Nature based Solutions, NbS），以可持续地利用自然，惠及生物多样性和人类福祉。此后，基于自然的解决方案在生态系统恢复中得到了广泛应用。2019 年 9 月 23 日，在联合国气候行动峰会上，中国和新西兰共同主持的“基于自然的解决方案”边会发布了《“基于自然的解决方案”领域行动倡议和最佳实践案例汇编》，涵盖了全球农业、海洋、水资源等领域 150 多个行动倡议，以及生物多样性保护、荒漠化防治等 30 余个示范案例，其中包括来自中国的 8 个优秀实践案例和 3 个行动倡议。2020 年 2 月 17 日，IUCN 发布了首个《基于

自然的解决方案的全球标准》，提出了 7 条 NbS 的实施标准。《基于自然的解决方案全球标准》第一部分和第二部分已于 2020 年 7 月 23 日在 IUCN 官网发布，预计第三部分将于 2021 年 9 月 3—11 日在法国马赛举行的世界自然保护大会（WCC）上推出。**趋势观察：**《基于自然的解决方案全球标准》是自然资源环境管理领域的一项新型工具，并将在各国政府、国际组织及环境保护和发展实体的政策、规划、方案或实践中加快推广应用。

1.6 缓解用水压力，促进水资源可持续发展成为全球的努力方向

全球水压力凸显，面临着地下水开采过度、水资源污染、利用效率低等问题。尽管全球积极推行创新性的水管理创新政策，积极推动非常规水资源的开发利用，但水安全问题仍将是未来较长时间内的重大挑战。2017 年，联合国发布《水行动十年计划（2018—2028 年）》聚焦水资源的可持续发展和综合管理，以协调社会、经济和环境综合目标。2019 年，美国发布《以加强水安全为目标的海水淡化统筹战略规划》，开发海水淡化工具及小型模块化海水淡化系统，推进非常规水利用。**趋势观察：**未来水资源开发利用主要聚焦在利用跨界合作的创新性政策工具，量化大气水、地表水和地下水的质量与总量及时空变化，发展海水淡化技术，开发新的膜脱盐工艺和改进现有的膜技术等。

2 主要国际组织和国家在资源生态环境领域的战略规划布局

2.1 国际地学基础研究致力于实现地球系统认知新突破

近年来，主要国际组织和国家围绕应对未来挑战、增进科学认知、支持可持续发展等目标，推动地球科学基础研究创新。① 2020 年 5 月，美国国家科学基金会（NSF）发布《美国国家科学基金会地球科学 10 年愿景（2020—2030 年）：时域地球》，强调

地质时间的重要性、地球表面和内部的联系、地质和生命的共同演化及人类活动的影响等为地球科学研究的优先科学问题。② 2020年初，国际大地测量学和地球物理学联合会（IUGG）发布《2020—2023年重大计划》，提出创造地球和空间科学的新知识、地球科学促进可持续发展等战略。③ 2018年，澳大利亚地球科学局（Geoscience Australia）发布《澳大利亚地球科学10年计划：我们的星球，澳大利亚的未来》，着眼于未来10年可能出现的挑战和机遇，提出澳大利亚大陆（深层和深时）演化、地壳实时动态、解释整个地质记录的变化3个重大科学挑战。2019年，澳大利亚地球科学局发布《澳大利亚地球科学战略2028》，提出打造澳大利亚的资源财富、保护澳大利亚的水资源等战略。**趋势观察：**未来地球科学将围绕地球及其各地质要素，开展深层、深时、实时、三维立体、全记录、协调演化、人类影响等研究将成为地球科学基础研究的重要创新方向。

2.2 气候极端事件归因、预测及机理研究是国际重点支持方向

气候变化影响下极端事件的频率和强度不断增加，极端天气逐渐成为“新常态”。气候极端事件归因、形成机理研究、多尺度预测、极端事件影响与风险评估等成为当前全球变化领域研究的重点关注方向。① 世界气候研究计划（WCRP）发布的《2019—2028年世界气候研究计划战略计划》将极端事件预测列为未来10年的7个科学重点之一。② 世界气象组织（WMO）发布的《WMO战略计划（2020—2023年）》将减少水文气象极端事件损失作为总体优先事项之一。**趋势观察：**厘清极端事件发展中的关键过程，利用无缝全球观测资料加工和预报系统改进各时间和空间尺度预测，是该领域未来关键的发展方向。

2.3 生物多样性保护任务艰巨，国际组织推动新一轮保护行动

全球动植物物种受人类活动威胁的形势依然严

峻，旨在减缓或停止生物多样性损失率的政策承诺效果并不显著，从地方到全球各个层面亟待开始“革命性改变”。**趋势观察：**加强生物多样性保护的紧迫性将促使各国制定更加切实可行的生物多样性目标和任务，包括但不限于实施人工生态系统的可持续性管理，利用人工智能促进保护生物学研究与实践，缩小生物多样性保护基础研究与政策实践之间的差距，将自然种群的丰度恢复到足以促进人与自然繁荣、协调发展的水平等。

2.4 跨学科的环境与发展议题是国际科学领域部署的重点之一

2018—2020年国际相关机构出台若干资源环境战略规划，以加强跨界协调。污染与健康、气候风险与管理、生态系统修复与可持续资源利用等是全球持续关注重点。① 2018年，英国发布《未来25年环境行动计划》，提出英国未来25年改善环境的行动方案，以实现其清洁的空气和水、管理灾害风险、加强可持续资源利用、改善生态环境和应对气候变化等目标。② 2019年，瑞典斯德哥尔摩环境研究所（SEI）发布《未来5年战略优先行动》，重点行动包括降低气候风险、可持续资源利用、生态系统恢复、改善健康和福祉4个方面。③ 2020年，美国环境影响研究所（HEI）发布《未来5年空气污染与健康影响战略规划》，聚焦空气质量行动与健康的联系、复杂的空气污染源问题、交通与城市健康、全球健康等核心要素。**趋势观察：**跨学科的环境与发展议题将围绕清洁的空气和水对健康与福祉的影响、适应气候变化与风险管理、生态系统修复及改善生物多样性，以及可持续资源利用等方面展开布局。

多学科融合助力联合国可持续发展目标（SDGs）指标全球监测。由于SDGs中大量指标缺少监测方法或评估数据，联合国成立了SDGs指标跨机构专家委员会（IAEG-SDGs）和“全球脉搏”（Global Pulse）实验室，并与地球观测组织（GEO）等国际组织合

作,开展基于多源数据的SDGs指标监测方法与数据研究。截至2020年12月,130个指标已经有明确的定义和数据,97个指标有明确定义但无数据。**趋势观察:**目前所有SDGs指标均已明确定义,但全球范围的监测和评估工作仍然在方法和数据方面存在难点,需要加强多学科协作,实现观测数据、网络数据、统计数据等多源数据融合,推动全球SDGs指标监测与评估工作。

2.5 主要国家加快部署地球观测系统,着力提高多要素监测能力

实施大尺度、高精度、连续性观测,抢先填补潜在空白关键领域成为当前地球观测领域重大需求。① 2018年,美国国家科学院(NAS)发布《让我们变化的星球繁荣发展:空间对地观测未来10年战略》,提出关于地球科学和应用领域的35个关键问题和5个优先项目。② 2019年,澳大利亚地球科学局发布《数字地球计划产业发展战略》,全面提升地球观测数据应用水平。**趋势观察:**未来各国将持续部署面向关键热点领域的地球观测设施及平台,并着力提高多源地球科学数据集成与融合分析,提高数据处理与挖掘能力。

2.6 北极资源潜力和战略价值凸显,驱动相关科学研究升温

北极变暖和海冰融化使北极生态环境变化研究成为热点。北极升温机理、北极变暖的生态环境影响、

多年冻土融化及其对基础设施的影响等是近2年北极研究的主要议题。总体上,北极研究的热点方向主要分为生态环境研究和资源开发研究两方面。北极变暖促使北极资源价值、航道价值、科学价值和地缘政治地位更加突出。未来该区域将长期成为研究和考察热点。① 俄罗斯2020年连续发布《北方航道计划》《2035年前国家北极基本政策》2个规划,重点布局科学考察船建设(其极地破冰船建造技术全球领先)、北极多年冻土融化对油气设施的影响、自然资源勘探、国土安全相关技术等方面。② 美国重点关注北极气候变化、北极航道开发、国家安全等领域。美国国际战略研究中心(CSIS)发布《中国的北极梦》报告关注中国在北极的相关活动。③ 挪威政府近年来有逐渐收紧《斯瓦尔巴德条约》(中国北极第一个科考站——黄河站基于该条约建立)相关政策的举措,或将影响中国在北极的科考活动。**趋势观察:**未来随着北极海冰的进一步融化以及北极资源和航道价值的提升,围绕该区域内的全球变暖影响、自然资源勘查、海冰与海洋环境等的科学研究也将更加受到重视。

(本文由中国科学院西北生态环境资源研究院文献情报中心资源生态环境战略情报研究团队撰稿,团队成员包括:曲建升、曾静静、郑军卫、安培浚、裴惠娟、吴秀平、王金平、王立伟、董利革、刘文浩、刘燕飞、刘莉娜、廖琴、宋晓谕、刘学、牛艺博)

■责任编辑:文彦杰