

中国 GEO 的发展与实践

刘志春¹, 张景¹, 白玉琪², 苗晨¹, 郭明¹, 王丝丝¹, 刘一良¹

1. 国家遥感中心, 北京 100036;

2. 清华大学 地球系统科学系, 北京 100084

摘要: 地球观测组织 GEO (Group on Earth Observations) 是地球观测领域规模最大和最具影响力的政府间国际组织, 中国是地球观测组织创始国之一, 自 2005 年地球观测组织成立起一直担任代表发展中国家和亚洲大洋洲区域的联合主席国。本文对地球观测组织过去 18 年的发展实践历程进行了回顾与总结, 论述了中国在国内、亚洲大洋洲和国际 3 个层面的相关工作成果, 从治理机制、项目合作、公共产品、人才队伍 4 个方面设计了中国未来参与地球观测组织全球治理, 加速融入全球创新网络, 携手构建全球科技共同体的工作内容体系。

关键词: 地球观测组织, 全球综合地球观测系统, 数据共享, 知识复用, 地球智能, 公共产品, 能力建设, 全球治理, 人类命运共同体

中图分类号: P2

引用格式: 刘志春, 张景, 白玉琪, 苗晨, 郭明, 王丝丝, 刘一良. 2024. 中国 GEO 的发展与实践. 遥感学报, 28(4): 1112-1122

Liu Z C, Zhang J, Bai Y Q, Miao C, Guo M, Wang S S and Liu Y L. 2024. The development and practice of China GEO. National Remote Sensing Bulletin, 28(4): 1112-1122 [DOI: 10.11834/jrs.20243543]

1 引言

地球观测技术是人类观测地球、认知地球的战略性和高新技术, 是资源环境管理 (徐冠华, 1994)、林草资源调查 (李增元和陈尔学, 2021)、全球灾害防治 (史培军, 2023)、气候变化应对 (徐冠华等, 2013)、韧性城市建设 (岳清瑞等, 2023)、生态文明建设 (赵其国等, 2016)、社会可持续发展 (徐冠华等, 2016) 等众多领域不可或缺的重要技术手段。为此, 协同各国民用地球观测力量, 建立全球综合的地球观测系统, 彼此赋能, 促进全球可持续发展, 成为各国政府机构的共同愿望。2003 年—2005 年, 中国、美国、南非等多国代表以及欧盟委员会等国际组织在召开了 3 次国际地球观测部长级会议后, 于 2005 年 5 月 4 日在瑞士日内瓦正式发起成立地球观测组织 GEO (Group on Earth Observations)。

GEO 以落实联合国 2030 年可持续发展议程 (Sachs, 2012)、巴黎气候变化协定 (Klein 等, 2017)、仙台减灾框架 (Aitsi-Selmi 等, 2015) 和新城市议程 (Caprotti 等, 2017) 作为合作优先事

项 (Anderson 等, 2017; Prakash 等, 2020), 通过综合、协调和可持续的地球观测, 支持在生物多样性 and 生态系统管理、防灾减灾、能源和矿产资源管理、粮食安全与可持续农业、基础设施和交通系统管理、公共卫生监测、城镇可持续发展、水资源管理等 8 个社会受益领域 SBAs (Societal Benefit Areas) 开展工作。自成立以来, GEO 获得了全球广泛关注, 已成长为地球观测领域规模最大和最具影响力的政府间国际组织。截至 2023 年底, GEO 拥有 115 个成员、152 个参加组织和 20 个关联组织 (GEO, 2023a)。中国是 GEO 创始国之一, 自 2005 年 GEO 成立起一直与欧盟、美国和南非共同担任联合主席国, 为 GEO 工作做出了贡献。

2 GEO 和全球综合地球观测系统

2.1 GEO 治理架构

GEO 目前的治理架构主要包含部长级峰会、全体会议、执行委员会、计划管理委员会、秘书处和工作组 (图 1)。其中, 部长级峰会在最高层面指导和推动 GEO 的发展, 原则上每 4 年组织召

收稿日期: 2023-12-29; 预印本: 2024-02-27

第一作者简介: 刘志春, 研究方向为国际科技合作、技术创新管理、高新技术发展。E-mail: zhichun_liu@163.com

开一次，并在亚洲及大洋洲、非洲、欧洲和美洲等区域轮流举办。全体会议是 GEO 的最高决策机构，原则上每年召开一次。在全体会议休会期间，执行委员会负责指导 GEO 工作并决策重大事宜，每年召开 2—3 次。4 名执委会成员（中国、南非、美国、欧盟）共同担任全会和执委会的联合主席。其中，两名联合主席（美国、欧盟）代表发达国家，两名联合主席（中国、南非）代表发展中国家。自 2017 年开始，GEO 设立轮值主席制度，由联合主席轮流担任轮值主席主持年度工作。中国在 2020 年首次担任轮值主席，并在 2023 年 11 月 9 日 GEO 第 19 届全会上再次接任轮值主席（任期至

2025 年 4 月）。计划管理委员会负责工作计划的实施，从业务上推动落实 GEO 战略计划和工作计划。秘书处是 GEO 常设在日内瓦的日常办事机构，由世界气象组织 WMO（World Meteorological Organization）代管。秘书处执委会的监管下，具体负责 GEO 各项工作的开展。工作组负责 GEO 各项具体的治理活动，主要包含常设的预算、数据、基础设施发展等工作组，面向不同优先事项的专门工作组，面向全体会议筹备等事务性工作组和完成第 3 个十年战略计划制订等特定任务的专题工作组等。

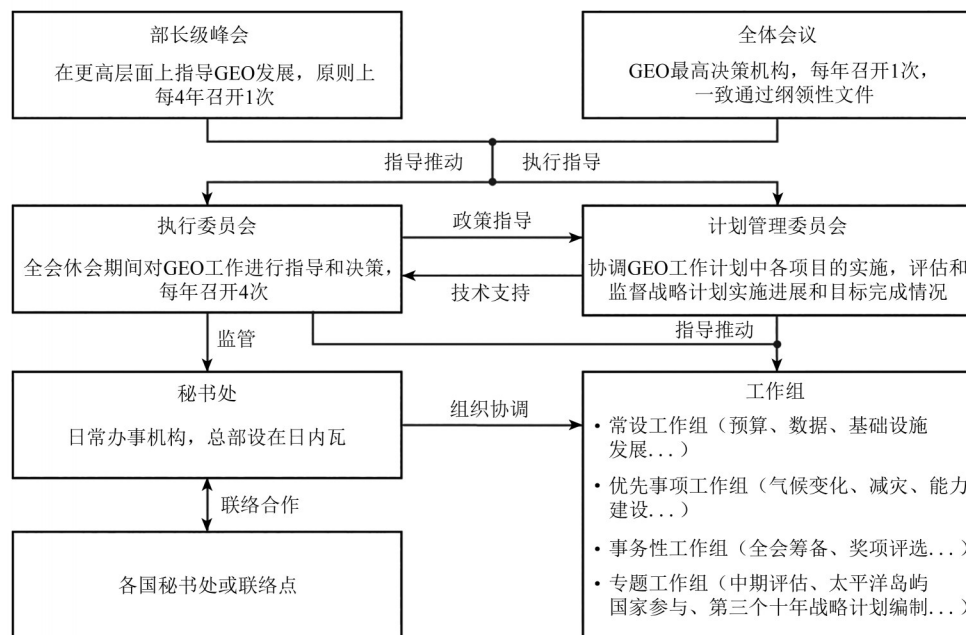


图 1 地球观测组织治理架构

Fig.1 Governance structure of Group on Earth Observations

2.2 全球综合地球观测系统十年战略执行计划

全球综合地球观测系统 GEOSS（Global Earth Observation System of Systems）是 GEO 成立之初就提出的合作目标，旨在通过系统性的数据共享能力建设，促进不同国家和区域的地球观测能力的发展，实现地球观测的价值。GEO 先后制定了 3 个十年战略执行计划，分别对应 2006 年—2015 年、2016 年—2025 年和 2026 年—2035 年。3 个十年战略执行计划的重点分别是数据共享、知识服务和决策支持。

作为 GEO 第 1 个十年战略计划，《全球综合地球观测系统 2006 年—2015 年战略执行计划》明确

了 8 个社会受益领域，通过推动和落实地球观测数据全球共享服务，增强地球观测在全球、区域、国家和地方的深入应用。第 1 个十年执行计划取得了突出的成就，集中体现在吸引了众多的成员国和参加组织，引起了决策者对地球观测价值重要性的认识，建立了多国合作机制，实质性地建立了 GEOSS 的通用基础设施系统 GCI（GEOSS Common Infrastructure）（Craglia 等，2017；Nativi 等，2015；Bai 等，2012；景贵飞，2020）。GEO 在第 1 个十年共启动实施了 80 多个国际合作项目，其中进展突出的项目包括全球农情监测 GEOGLAM（Group on Earth Observations Global Agricultural

Monitoring) (Becker-Reshef 等, 2018)、全球地表覆盖制图 GLC (Global Land Cover Mapping) (Chen 等, 2021)、全球生物多样性监测 GEO-BON (Group on Earth Observations Biodiversity Observation Network) (Gonzalez 等, 2023; Scholes 等, 2012)、全球森林监测计划 GFOI (Global Forest Observations Initiative) (Mitchell 和 Hoekman, 2014)、地球观测数据卫星分发系统 (GEONETCast) (Jungbluth 等, 2011) 等。

《全球综合地球观测系统 2016 年—2025 年战略执行计划》进一步强调了地球观测在社会受益领域的重要性, 着重指出了 GEOSS 未来的增长点主要是增进地球过程的科学理解、增强地球环境的预测能力、支持多方合作的软件工具、提供应用模型和知识复用能力, 并明确了 GEOSS 的数据共享原则。迄今为止, 第 2 个十年战略执行计划也取得了突出的进展, 集中表现在 GEO 已经成为地球观测领域最大的政府间组织, 建立了 GEOSS 的第 2 个版本 (即 GEOSS Platform) (Boldrini 等, 2023) 和知识枢纽系统 (GEO Knowledge Hub) (赵利民等, 2022), 培育出了 GEO-BON、GEOGLAM、全球土地退化中和 GEO-LDN (GEO Land Degradation Neutrality Flagship) (李晓松 等, 2021)、全球森林监测计划 (GFOI) (Mitchell 和 Hoekman, 2014)、全球汞观测计划 GOS4M (Global Observation System for Mercury) (Pirrone 等, 2022) 等 5 个旗舰项目, 全球湿地 (GEO Wetlands)、全球城市监测 (Global Urban Observation and Information) (Weng, 2014) 等 19 个启动项目, 高寒区域研究 (GEO Cold Regions Initiative)、全球生态环境遥感监测分析合作研究 GEOARC (Global Ecosystems and Environment Observation Analysis Research Cooperation)、作物病虫害监测和预警 GEO-PDRS (Global Vegetation Pest and Disease Dynamic Remote Sensing Monitoring and Forecasting)、夜间灯光支持可持续发展 (Night-Time Light Remote Sensing for Sustainable Development Goals) 等 22 个预研项目。此外, 基于 GEOSS 第 2 个十年中期评估建议和后续 GEO 成员深度讨论达成的共识, GEO 重启了 GEOSS 的基础设施发展工作组 GIDTT (GEOSS Infrastructure Development Task Team), 邀请 GEO 不同的工作组和外部不同类型的合作伙伴共同组建了新的合作团队, 从空间观测数据、原位观测数据、云计算平台集成等 3 个方面进行 GEOSS 的深化设计, 促进下一代

GEOSS 的研制。

GEO 的第 3 个十年战略计划于 2023 年 11 月 6—10 日在南非召开的 2023 年会议周期期间得到全会批准。该计划提出了全民地球智能 (Earth Intelligence for All) 的核心观点 (GEO, 2023b), 提出需要系统地应对全球危机, 支撑全球可持续发展; 构建全球伙伴关系, 共同缔造解决方案, 提供科学、系统、可信的决策依据; 增强 GEO 组织架构的广泛性和包容性, 要连接数据生产者、数据使用者和业务决策者; 要从数据共享、知识复用进一步提升至决策支持; 要基于地球观测和模拟数据提供可信智能, 最终在优先事项和社会受益领域中发挥地球观测的价值。这份纲领性的规划深入阐述了 GEO 的独特优势、发展目标、公平原则、合作网络、运作模式和治理机制等重要内容。

3 中国 GEO 实践

3.1 国内实践

3.1.1 中国参加 GEO 部际协调机制

考虑到地球观测涉及国内多个领域, 参与的部门众多, 为使中国更好地参与 GEO 工作, 国务院于 2011 年批准科技部联合国内有关部门成立了中国 GEO 部际协调小组 (以下简称“协调小组”), 制定中国参与 GEO 的战略规划, 集成各部门地球观测资源, 推动中国综合地球观测系统的建设。该协调小组由中华人民共和国科学技术部任组长单位, 自然资源部、中国科学院、中国气象局和国家航天局任副组长单位。

为进一步明确协调小组工作职责, 更好地协调各部门参加 GEO 工作, 科技部会同其他协调小组成员单位制定了“中国 GEO 部际协调小组工作方案”, 确定了中国 GEO 部际协调小组成员、联络员和支撑专家组成名单, 明确了协调小组职责, 建立了“协调小组会议制度”等相关工作机制。协调小组在科技部设立办事机构 (即“GEO 中国秘书处”), 负责协调小组日常工作。GEO 中国秘书处按照开放共建的模式运作, 下设办公室和专家工作组, 其工作人员来自科技部相关司局、单位和协调小组成员单位, 工作地点在国家遥感中心。

部际协调机制的建立有力促进了中国遥感观

测数据共享工作的开展，推动了国家综合地球观测数据共享平台建设，为中国在GEO中提供诸多公共服务产品发挥了重要作用。在GEO部际协调机制的保障下，中国广泛深入地参与了GEO各项治理活动，积极牵头和参与相关国际合作，为GEO发展做出了重要贡献。

3.1.2 国家综合地球观测数据共享平台

国家综合地球观测数据共享平台（以下简称“共享平台”）是中国参加GEO部际协调小组的核心工作，旨在实现国内公益性卫星、部分商业卫星数据及国外优质遥感数据的一站式的数据访问服务（李国庆等，2016；张连翀等，2021）。共享平台的建设历经试运行阶段（2014年—2016年6月）、委托运行阶段（2016年7月—2019年）和融合发展阶段（2020年至今），数据资源稳步增长，已建成为14家分中心，基本实现了国产及国际地球观测数据的双向共享。

共享平台的建设重点任务包括共享平台分中心、碳卫星等特色数据国际共享、全球生态环境遥感监测年度报告、中欧温室气体数据本地化镜像等。目前已汇交物理数据量为2.23 PB。据第三方统计，2022年度共享平台网站访问量达到838万人次，在50个国家科技资源共享服务平台中排名第4。

共享平台作为中国地球观测数据国际合作的主渠道，已经支持了中国和GEO、欧洲航天局ESA（European Space Agency）、亚太区域综合地球观测计划AOGEO（Asia-Oceania Group on Earth Observations）等国际组织和机构的官方数据交换工作（Roncella等，2023）。其中，共享平台于2016年实现了与GEO国际门户的互联互通，在GEO第14届全会期间开通了共享平台英文网站。2018年，共享平台在GEO官方公布的最受用户欢迎的数据资源、最受用户欢迎的数据提供者、最受用户欢迎的数据提供目录等多个统计指标排名中都名列前茅。截至2023年底，共享平台累计共享国产优质数据集181个，元数据568万条，物理数据量为110 TB，连续3年入选GEO年度亮点工作报告。

3.1.3 公共数据产品和服务

GEO自成立起就致力于推动地球观测数据全

球共享和应用服务。中方始终积极主动为GEO成员特别是发展中国家提供公共产品和解决方案。其中中国GEO灾害数据应急响应机制CDDR（ChinaGEO Disaster Data Response）、全球生态环境遥感监测年度报告、全球民用卫星载荷知识库是具有代表性的典型案例。

为了落实GEO防灾减灾优先事项，国家遥感中心依照GEO数据共享和管理原则，依托国家综合地球观测数据共享平台，发起建立了CDDR。作为一种新型的国际合作机制，它旨在利用中国卫星为主的天基观测资源开展国际重大灾害应急救援工作，为国际防灾减灾贡献中国力量。截至2023年底，国内33家机构和国际9家机构已成为CDDR合作单位。该机制以应急数据服务和快速制图服务为重点，先后为新西兰、墨西哥、伊朗、伊拉克、萨摩亚、纽埃、斐济、汤加、希腊、老挝、印度尼西亚、所罗门群岛、莫桑比克、孟加拉国、巴布亚新几内亚、乌兹别克斯坦、黎巴嫩、哥伦比亚、克罗地亚等33个国家的48次地震、洪涝、台风、海啸、溃坝、火山喷发等重大灾害提供数据应急响应与快速制图，累计提供光学、雷达、高光谱和夜光等57颗卫星977景遥感影像数据，制作灾害专题图60余幅，被GEO列为全球最主要的九个灾害数据贡献机构之一（亚洲地区唯一）。2020年，以CDDR作为主要支撑机制的全球快速灾害制图RDM（Rapid Damage Mapping）工作被GEO授予年度可持续发展奖（GEO SDG Testimonial Award）。

科技部国家遥感中心自2012年起，持续开展全球生态环境遥感监测GEOArc（Global Ecosystems and Environment Observation Analysis Research Cooperation）年度报告（以下简称“GEOArc年度报告”）工作（刘一良等，2022），面向国家重大战略需求和国际社会共同关切的议题，开展全球及洲际尺度的生态环境遥感监测、分析和评估。基于保持继承性和强调发展性的原则，GEOArc年度报告围绕全球生态环境典型要素、热点问题和重点区域3大类主题，11年来陆续发布了涵盖11个专题系列的31个专题报告和127个数据集产品，包括陆地植被、陆表水域、城市3类典型要素，粮食生产与安全形势、土地退化、自然灾害、气候变化4类热点问题，以及洲际尺度生态环境、“一带一路”、冰冻圈和生态环境脆弱区4类重点区

域。GEOArc 报告引起了 GEO 各界广泛的关注, 已经成为 GEO 2023 年—2025 年工作计划项目的重要内容。中国科学家在这一领域的持续研究, 不断取得新的技术突破和创新成果, 带动了相关领域的发展, 建设性地参与 GEO 倡导的全球生态环境治理, 助力 GEO 于 2022 年提出了“全球生态制图”孵化器项目的实施计划。GEOArc 年度报告展现了中国在遥感科技服务人类社会可持续发展方面的积极态度, 是中国推动解决全球生态环境危机的独特贡献。

全球民用卫星载荷知识库提供了地球观测领域卫星和载荷信息的高质量的知识性描述。该知识库采用了自动化处理和人工复核相结合的处理方法, 从公开可访问的 11 个卫星信息库中, 经过汇聚、融合和标定, 最终得到高质量的 106424 条知识条目, 涵盖 2161 颗卫星、986 种星载传感器和 2416 个光谱波段。该知识库被 GEO 知识枢纽采用, 支撑其建立 GEO 地球观测知识共享和成果复用方案。此外, 该知识库也集成进入地球观测知识共享枢纽系统 (eoknowledgehub.cn), 进一步建立了和 1627 个地球科学变量、2296802 个代表性的地球观测和模拟数据集、WMO 和联合国政府间气候变化专门委员会 IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 出版的 9 份旗舰报告、GEOArc 年度报告、地球观测优秀应用百佳案例、以及 GEO 3 个十年战略执行计划内容、北京宣言等内容的知识关联, 展示了地球观测领域知识服务的一种可行方案。

3.1.4 地球观测优秀应用百佳案例

为总结中国地球观测应用的经验和成效, 深化地球观测数据和方法在科学、社会、经济等方面的应用, GEO 中国秘书处于 2021 年首次启动了征集和推广《地球观测优秀应用百佳案例》(简称“百佳案例”) 专项工作, 收集和整理优秀的遥感应用案例, 形成可复制、可复现、可复用的优质公共产品和知识资源并在更广泛的新兴领域中指导地球观测技术的使用和推广。百佳案例按照 GEO 的应用分类体系, 分为气候变化、防灾减灾和灾害可恢复能力、粮食安全与农业可持续发展、自然资源管理、城市可持续发展、社会发展、能源与矿产、连通与集成等八大类应用场景, 既包含了传统的遥感应用领域, 也包含了遥感与互联

网、大数据、金融等融合产生的新兴方向。

中国 GEO 秘书处坚持“面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生命健康”指导思想, 参考了 GEO 和联合国亚洲及太平洋经济社会委员会 UNESCAP (United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific) 等国际组织关于空间信息服务优秀案例的相关遴选标准, 强调技术手段的先进性、技术方法的系统性、应用场景的多样性等重要特征, 会同评审专家团队制定了 6 项遴选原则: 聚焦应用、平衡择优、国际合作、来源多样、国产数据使用优先和鼓励原创, 最终从 124 份素材中遴选出 100 个既具有代表性和典型性, 又具有示范作用的案例, 宣传推广了中国遥感应用成果。

案例遴选活动直接响应了 GEO 知识枢纽的建设需求, 为实现 GEO 倡导的地球观测成果复用和知识共享提供了高质量的可选成果。包括 GEOGLAM 在内的一批入选案例的研制团队已经和 GEO 知识枢纽开展了密切合作, 实现了中国地球观测的分析算法、数据产品和应用报告的国际共享, 成为中国向 GEO 做出的新贡献。

3.1.5 优先事项专家委员会和专题工作组

GEO 中国秘书处参考 GEO 计划管理委员会和工作组架构, 设置了专家委员会和专题工作组, 旨在聚焦 GEO 优先事项和重点工作, 推动中方深度参与 GEO 工作。优先事项专家委员会和专题工作组组织架构如图 2 所示。其中, 专家委员会为 GEO 中国秘书处提供高层咨询和战略决策支撑, 并对专题工作组进行指导; 专题工作组在 GEO 中国秘书处的领导和专家委员会的指导下, 深度参与 GEO 各项工作。

优先事项专家委员会和专题工作组的设立, 帮助中国 GEO 在 3 个方面取得了长足的进步: (1) 深度参与 GEO 规则制定、议程设置、议题研讨等活动, 在 GEO 框架下深化与发展中国家合作, 提升中国在地球观测乃至空天领域国际影响力; (2) 通过了解和跟进国际先进地球观测发展理念、技术手段、应用方向, 获取国际共享的地球观测数据和科学资源, 宣传和推广中国相关标准、技术、产品和服务, 促进了中国地球观测领域科技创新和产业发展; (3) 培养和输送了国际组织科研和管理人才, 鼓励和推动地球观测领域的中青年专

家和管理人员参与国际事务，加强了中国在地球观测领域的人才梯队建设。

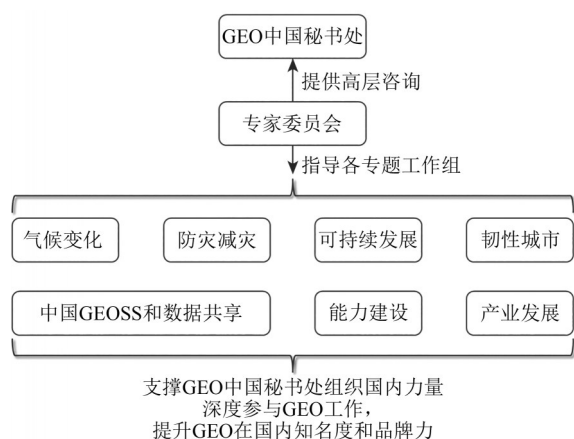


图2 优先事项专家委员会和专题工作组组织架构

Fig. 2 Governance structure of the global engagement priority expert committee and thematic working groups

3.1.6 GEO 专项资助

为了支持中国专家队伍更好地开展GEO国际合作，激励入选GEO工作计划项目团队更好地完成既定研究和合作目标，科技部依托国家重点研发计划“政府间国际科技创新合作”重点专项，在2019年度和2021年度两次设置GEO专项指南，围绕优质地球观测数据服务与开放共享、地球观测数据技术、AOGEO、GEO十年战略计划重点任务对标、地球观测综合应用研究等方向先后支持了30个项目，共计1.32亿元人民币。

专项资助有力支持了中国专家建立和扩大研究队伍，维护和拓展国际合作渠道。3年来，专项资助的项目在国际—区域—国家三级GEOSS集成体系、国家GEOSS原型、国产卫星数据产品研发和推广、面向非洲、亚洲大洋洲、太平洋岛屿、喜马拉雅等重要区域的多边合作等方面都取得了重要成果，提高了中方专家和企业参与GEO工作计划项目的积极性，推动了中方专家积极参与开放数据与开放知识研讨会、全会等GEO活动，有力增强了中国在GEO数据共享、知识服务、国际应急救援、能力建设等方面的贡献。

3.2 亚洲大洋洲区域实践

中国是代表亚洲大洋洲区域和发展中国家的GEO联合主席国，有责任和义务组织亚大区22个成员国共同开展合作，牵头推进实施AOGEO计划，推动亚大区理念发展，推动亚大区技术

合作和能力建设（顾行发等，2018）。中国在GEO亚洲大洋洲区域实践主要包含如下3个方面。

（1）发挥好牵头作用，组织区域各国参与GEO工作。密切保持与亚洲大洋洲区域各成员国政府联络点的沟通，定期组织召开区域成员国闭门会议，向各成员国宣贯GEO最新发展方向，获得各成员国支持连任联合主席国。积极完成联合主席协调性工作，组织亚大区成员国积极参与GEO各项任务，在GEO计划管理委员会、第3个十年战略计划制定工作组中，帮助汤加、巴基斯坦、国际山地综合发展中心、亚太经社会 and 亚太空间组织等亚大区域GEO成员国和参加组织争取席位，共同在国际舞台上提升亚大区域代表性。协助区域各国在GEO框架下发布和宣传其地球观测相关工作和成果，多次得到其他成员国的肯定，始终做好GEO亚大区域工作组织者、协调者和服务者。

（2）推动区域各国共同发起倡议，提升区域地球观测发展理念。在GEO机制性会议上，提前与亚大区域成员国沟通，推动形成代表区域的统一意见，共同要求国际GEO积极与区域GEO对接合作，将区域需求和能力纳入全球GEO战略计划中。综合考虑国际方向、区域特点和中方优势，凝练出各国均可接受共同倡议。中国在AOGEO中多次通过发布会议宣言等形式引导亚大区域各国共同关注应对气候变化、韧性城市建设、可持续发展和能力建设等重要议题，推动地球观测与新兴技术融合，促进青年人才成长和发声，面向区域实际需求共同以地球观测技术赋能区域发展。

（3）牵头实施AOGEO，打造亚大区域地球观测品牌活动。牵头发起并联合区域内多国共同实施AOGEO计划，统筹协调亚大区域国家的地球观测系统数据、技术、人才等资源；持续打造AOGEO品牌活动，连续6年举办AOGEO国际研讨会，为亚大区域提供年度地球观测合作交流平台，有效促进了亚大区域成员国、参加组织、地球观测机构之间的科技合作。其中，2023年5月在中国澳门以线上线下混合方式举办的AOGEO第六届国际研讨会，来自日本、澳大利亚、尼泊尔、泰国、菲律宾、柬埔寨、巴基斯坦、孟加拉国等18个国家的80余名代表参加了大会，6700余名代表通过直播平台参与了线上交流互动。为响应国际GEO加强能力建设和促进青年参与的号召，在

尼泊尔加德满都和中国北京设立首个 AOGE0 区域能力发展中心,持续聚焦亚大区域地球观测领域的实际需求,通过专题研讨、专家授课与实地考察等形式连续6年举办能力建设国际培训班,累计面向来自40余个发展中国家的2000余名青年学者开展技术培训,广受GEO各界好评。

3.3 参与国际GEO建设实践

中国通过深度参与GEO治理、深入开展国际项目合作、积极推送优质人才、面向全球提供公共产品等方式持续做出中国贡献,获得了GEO各成员国和参加组织的广泛认可和高度肯定。

(1) 发挥联合主席国作用,共同完善GEO国际组织治理。2020年首次担任GEO轮值主席国,推动国际GEO知识枢纽建设,组织GEO各界共同开展“应对新冠肺炎疫情”专题服务,完成新任秘书处主任招聘等工作,圆满履行轮值主席国职责与义务。在GEO重要规则制定和议程设置方面,中国在GEOS第2个十年中期评估、GEO第3个十年战略规划编制、GEO议事规程文件修订等重要议程中提出的中国方案均获认可。中国深度参与全会、部长级峰会等活动,在各项GEO机制性会议中,积极阐释《国际科技合作倡议》中国思路和中国方案,多层次发声推动GEO未来发展。比如,中国GEO部际协调小组机制的成功经验已经成为GEO最新议题“设立成员国国家内部协调机制”的最佳范例。

(2) 对标GEO优先事项,深度参与GEO重点工作和合作项目。以推荐中方专家参与GEO专项工作组为渠道,以组织和鼓励中方团队牵头和参与GEO工作计划项目为抓手,从不同层面在不同平台发出中国声音。中国积极向GEO各类工作组和专家组推举中方专家代表,基本实现GEO框架下20余个工作组中方代表全覆盖。特别是在GEOS第2个十年中期评估、GEO第3个十年战略规划制定、第六次部长级峰会筹备等重点工作中,中方代表人数都处于领先地位,为系统地总结GEOS建设成果,创新谋划GEO未来十年发展做出了积极贡献。GEO工作计划项目是建设和实施GEOS最重要的具体形式,也是各国实质性参与GEO工作的重要体现。中方团队在GEO 2020年—2022年工作计划内牵头立项13项,GEOLAM、GEOARC、AOGE0等成果连续3年入选GEO年度

亮点报告。在GEO 2023年—2025年工作计划项目组织阶段,国家遥感中心积极组织64个团队递交了项目申报书,在最终获得立项的48个工作计划项目中,中方团队参与项目数占国际总项目的46%,其中牵头项目数14个,占国际总数的30%,实现了数量和质量两个方面的增长。在2021年会议周期期间,中方科学家首获GEO卓越个人奖,实现了中国和发展中国家获奖零突破。在2023年会议周期期间,中方联合牵头的工作计划项目全球植被病虫害遥感监测与预测、全球农情遥感监测斩获GEO团队影响力奖。

(3) 积极作为,为地球观测全球治理提供公共产品和服务。GEO自其成立起就致力推动数据共享和应用服务,中方在此框架下始终积极主动为国际社会特别是发展中国家提供中国产品和方案:开发了国家综合地球观测数据共享平台网站升级版,面向全球开展知识服务;CDDR的重大灾害数据应急响应与快速制图能力得到GEO高度肯定;百佳案例中遴选的中国地球观测解决方案成为代表性的可复用知识和工具;连续十年发布的全球生态环境遥感监测年度报告多次得到GEO官方网站等外媒宣传报道,为GEO各国生态环境和可持续发展政策制定和决策行动提供了科学的信息参考。

4 体系化设计未来工作

除了取得的成效之外,我们也应看到中国参与GEO工作所面临的挑战:一是当前复杂严峻的国际环境下,与空间强国深化合作的难度越来越大;二是外部国际形势的复杂性和不确定性导致多边合作中产生外交风险的概率在提高;三是相比西方发达国家,中国地球观测界在国际规则制定、国际组织治理、国际合作经验方面尚有差距;四是中国地球观测基础设施、数据和技术优势转化为规模化应用能力,特别是GEO当前力推的国际化落地应用和知识服务能力仍需提升,企业参与GEO的积极性还需进一步提高。

在全球化背景下,多边合作已成为促进全球治理、维护国际秩序的有效途径。GEO作为地球观测领域规模最大的政府间多边合作组织,为世界各国参与国际地球观测事务搭建了优质合作平台,也是中国开展国际科技合作,践行人类命运共同体理念和推动构建全球科技共同体的重要多

边合作机制。下一步，需继续做好政府与学术界、产业界的协同，国际与国内工作的协同，紧密围绕治理机制、项目合作、公共产品和人才队伍，

从以下4个方面着力，推动中国 GEO 工作再上新台阶（图3）。

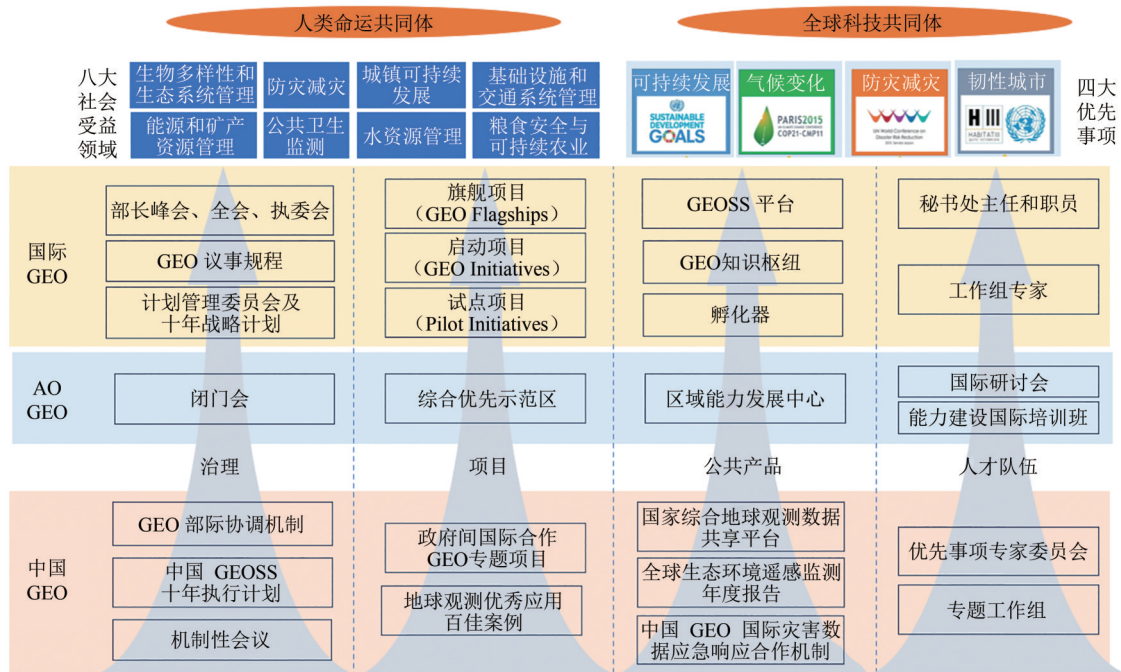


图3 中国 GEO 工作体系设计示意图

Fig. 3 Schematic diagram of the systematic design of China GEO

(1) 着力战略布局、凝聚力量，推动中国 GEO 工作部署和任务落地。充分发挥中国 GEO 部际协调小组机制作用，集众智、汇众力，统筹和凝聚全国优势力量和创新资源，做好中国 GEO 战略规划，组织编制中国 GEOSS 未来十年（2026 年—2035 年）执行计划。进一步通过国家综合地球观测数据共享平台、中国 GEO 国际灾害数据应急响应合作机制、全球生态环境遥感监测年度报告等系列工作，共同构建中国在 GEO 框架下更大范围、更广领域、更深层次、更高水平的地球观测国际合作，支撑落实全球发展倡议和“一带一路”倡议目标。

(2) 着力主动融入全球创新网络，深度参与 GEO 国际组织创新治理。在 GEO 重要规则制定和议程设置中，提出中方主张和先进理念，努力成为国际地球观测规则和议题的倡导者、制定者、推动者。承办和参与 GEO 框架下的各项重要活动，加强与 GEO 各界的交流互动。履行好亚洲大洋洲区域联合主席职责，组织好 AOGE0 计划的实施，推动 AOGE0 区域能力发展中心建设，持续办好

AOGE0 国际研讨会和面向发展中国家可持续发展的国际培训班，打造 AOGE0 品牌活动。

(3) 着力系统设计、需求对接，积极参与国际项目合作和成果推广。加强国内团队的培训和组织，深度参与 GEO 工作计划项目，发挥 GEO 渠道作用，推动中方优质产品和成果国际推广和落地，为更多发展中国家提供地球观测应用服务；参考亚马逊、微软、谷歌等国际巨头企业通过 GEO 培育地球观测商业生态的计划，鼓励和组织中国实力较强的企业以 GEO 为平台，将国内地球观测市场的数据优势和技术优势加快转化为国际合作竞争优势，推动中国优质的地球观测技术产品在国际市场占有一席之地。

(4) 着力建立国际化人才培养机制，培养多元融合人才参与国际竞争与合作。完善国内专家参与 GEO 工作机制，继续主动向各类专题工作组提名举荐中方代表，向多双边重要活动和会议推荐专题报告，引导更多中方地球观测人才走进世界舞台。通过 GEO 平台，聚集和培养一批具有全球视野、通晓国际规则、熟悉国际话语体系的专

业化科技人才队伍, 以及兼具专业技术水平和国际视野、外语能力强的复合型管理人才队伍, 实现政府代表和学界专家利用国际舞台实现全球治理的“双轮驱动”。

5 结 论

中国作为GEO的创始成员国和联合主席, 已经在GEO的发展中发挥了重要的历史性作用。未来, 在GEO中国联合主席的坚强领导下, 在中国GEO部际协调小组各成员单位的大力支持下, 秉持“多做贡献”的原则, 切实抓好中国GEO各项任务扎实落地, 深度参与地球观测全球治理, 为缩小地球观测领域“数字鸿沟”, 促进GEO的平衡和包容性发展, 推动国际科技创新合作和构建人类命运共同体作出更大贡献。

参考文献(References)

- Aitsi-Selmi A, Egawa S, Sasaki H, Wannous C and Murray V. 2015. The Sendai framework for disaster risk reduction: renewing the global commitment to people's resilience, health, and well-being. *International Journal of Disaster Risk Science*, 6(2): 164-176 [DOI: 10.1007/s13753-015-0050-9]
- Anderson K, Ryan B, Sonntag W, Kavvada A and Friedl L. 2017. Earth observation in service of the 2030 Agenda for Sustainable Development. *Geo-Spatial Information Science*, 20(2): 77-96 [DOI: 10.1080/10095020.2017.1333230]
- Bai Y Q, Di L P, Nebert D D, Chen A J, Wei Y X, Cheng X A, Shao Y Z, Shen D Y, Shrestha R and Wang H L. 2012. GEOSS component and service registry: design, implementation and lessons learned. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 5(6): 1678-1686 [DOI: 10.1109/JSTARS.2012.2215914]
- Becker-Reshef I, Justice C, Whitcraft A K and Jarvis I. 2018. Geoglam: a geo initiative on global agricultural monitoring/IGARSS 2018 - 2018 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium. Valencia: IEEE: 8155-8157 [DOI: 10.1109/IGARSS.2018.8517575]
- Boldrini E, Nativi S, Hradec J, Santoro M, Mazzetti P and Craglia M. 2023. GEOSS Platform data content and use. *International Journal of Digital Earth*, 16(1): 715-740 [DOI: 10.1080/17538947.2023.2174193]
- Caprotti F, Cowley R, Datta A, Broto V C, Gao E, Georgeson L, Herrick C, Odendaal N and Joss S. 2017. The New Urban Agenda: key opportunities and challenges for policy and practice. *Urban Research and Practice*, 10(3): 367-378 [DOI: 10.1080/17535069.2016.1275618]
- Chen J, Chen L J, Chen F, Ban Y F, Li S N, Han G, Tong X H, Liu C, Stamenova V and Stamenov S. 2021. Collaborative validation of GlobeLand30: methodology and practices. *Geo-Spatial Information Science*, 24(1): 134-144 [DOI: 10.1080/10095020.2021.1894906]
- Craglia M, Hradec J, Nativi S and Santoro M. 2017. Exploring the depths of the global earth observation system of systems. *Big Earth Data*, 1(1/2): 21-46 [DOI: 10.1080/20964471.2017.1401284]
- GEO. 2023a. Member governments. [2023-12-16]. <https://earthobservations.org/partners/member-gov>
- GEO. 2023b. Earth intelligence for all. [2023-12-16]. https://www.earthobservations.org/documents/pb/me_202306/PB-26-08_Draft%20GEO%20Post-2025%20Strategy.pdf
- Gonzalez A, Vihervaara P, Balvanera P, Bates A E, Bayraktarov E, Bellingham P J, Bruder A, Campbell J, Catchen M D, Cavender-Bares J, Chase J, Coops N, Costello M J, Czúcz B, Delavaud A, Dornelas M, Dubois G, Duffy E J, Eggermont H, Fernandez M, Fernandez N, Ferrier S, Geller G N, Gill M, Gravel D, Guerra C A, Guralnick R, Harfoot M, Hirsch T, Hoban S, Hughes A C, Hugo W, Hunter M E, Isbell F, Jetz W, Juergens N, Kissling W D, Krug C B, Kullberg P, Le Bras Y, Leung B, Londoño-Murcia M C, Lord J M, Loreau M, Luers A, Ma K P, MacDonald A J, Maes J, McGeoch M, Mihoub J B, Millette K L, Molnar Z, Montes E, Mori A S, Muller-Karger F E, Muraoka H, Nakaoka M, Navarro L, Newbold T, Niamir A, Obura D, O'Connor M, Paganini M, Pelletier D, Pereira H, Poisot T, Pollock L J, Purvis A, Radulovici A, Rocchini D, Roesli C, Schaepman M, Schaepman-Strub G, Schmeller D S, Schmiedel U, Schneider F D, Shakya M M, Skidmore A, Skowno A L, Takeuchi Y, Tuanmu M N, Turak E, Turner W, Urban M C, Urbina-Cardona N, Valbuena R, Van de Putte A, van Havre B, Wingate V R, Wright E and Torrelío C Z. 2023. A global biodiversity observing system to unite monitoring and guide action. *Nature Ecology and Evolution*, 7(12): 1947-1952 [DOI: 10.1038/s41559-023-02171-0]
- Gu X F, Zhou X, Zhang S M, Shi J C, Liu Q H, Tang X M, Jia L, Tang D L, Li G Q, Niu Z, Yu T, Liu C, Qiu Y B, Zhang C, Liu Y, Liu J L, Zhong B, Zhou J and You D Q. 2018. Asia-Oceania GEOSS: a GEO initiative to implement GEOSS for sustainable development in Asia-Oceania. *Journal of Remote Sensing (in chinese)*, 22(4): 658-671 (顾行发, 周翔, 张松梅, 施建成, 柳钦火, 唐新明, 贾立, 唐丹玲, 李国庆, 牛铮, 余涛, 刘闯, 邱玉宝, 张弛, 刘毅, 刘九良, 仲波, 周杰, 游冬琴. 2018. 亚洲大洋洲区域综合地球观测系统计划进展. 遥感学报, 22(4): 658-671) [DOI: 10.11834/jrs.20188065]
- Jing G F. 2020. Analysis of impact of open science on the construction of Global Earth Observation System of Systems. *Remote Sensing for Land and Resources*, 32(4): 1-7 (景贵飞. 2020. 开放科学对全球综合地球观测系统建设影响分析. 国土资源遥感, 32(4): 1-7) [DOI: 10.6046/gtzyyg.2020.04.01]
- Jungbluth G, Fulton R, Moodie L, Seymour P, Williams M, Wolf L and Zhang J S. 2011. GEONETCast: global satellite data dissemination and the technical and social challenges//Sinha AK, Arctur D, Jackson I and Gundersen LC. *Societal Challenges and Geoinfor-*

- matrics. Colorado: Geological Society of America, 482: 77-85 [DOI: 10.1130/2011.2482(08)]
- Klein D, Carazo M P, Doelle M, Bulmer J and Higham A. 2017. The Paris Agreement on Climate Change: Analysis and Commentary. Oxford: Oxford University Press [DOI: 10.1093/law/9780198789338.001.0001]
- Li G Q, Zhang H Y, Zhang L C, Wang Y Y and Tian C Z. 2016. Development and trend of Earth observation data sharing. *Journal of Remote Sensing (in Chinese)*, 20(5): 979-990 (李国庆, 张红月, 张连翀, 王媛媛, 田传召. 2016. 地球观测数据共享的发展和趋势. *遥感学报*, 20(5): 979-990) [DOI: 10.11834/jrs.20166173]
- Li X S, Lu Q and Jia X X. 2021. Harnessing big earth data to facilitate land degradation neutrality goals—Practices and prospects. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 36(8): 896-903 (李晓松, 卢琦, 贾晓霞. 2021. 地球大数据促进土地退化零增长目标实现: 实践与展望. *中国科学院院刊*, 36(8): 896-903) [DOI: 10.16418/j.issn.1000-3045.20210705002]
- Li Z Y and Chen E X. 2021. Development course of forestry remote sensing in China. *Journal of Remote Sensing*, 25(1): 292-301 (李增元, 陈尔学. 2021. 中国林业遥感发展历程. *遥感学报*, 25(1): 292-301) [DOI: 10.11834/jrs.20211016]
- Liu Y L, Zhang J, Wang S S, Miao C, Li H, Song W J and Zhang S M. 2022. Global ecosystems and environment observation: annual report from China (GEOARC): 2012—2021. *National Remote Sensing Bulletin*, 26(10): 2106-2120 (刘一良, 张景, 王丝丝, 苗晨, 李哈, 宋婉娟, 张松梅. 2022. “全球生态环境遥感监测年度报告”回顾: 2012—2021. *遥感学报*, 26(10): 2106-2120) [DOI: 10.11834/jrs.20222339]
- Mitchell A and Hoekman D H. 2014. Review of Priority Research & Development Topics: R&D related to the use of Remote Sensing in National Forest Monitoring. Geneva: GEO-GFOI
- Nativi S, Mazzetti P, Santoro M, Papeschi F, Craglia M and Ochiai O. 2015. Big Data challenges in building the Global Earth Observation System of Systems. *Environmental Modelling and Software*, 68: 1-26 [DOI: 10.1016/j.envsoft.2015.01.017]
- Pirrone N, Cinnirella S, Sprovieri F, Hedgecock I M, D'Amore F, Ben-cardino M and De Simone F. 2022. The Global Observation System for Mercury (GOS⁴M)//Kavvada A, Cripe D and Friedl L, eds. *Earth Observation Applications and Global Policy Frameworks*. Washington: American Geophysical Union: 177-186 [DOI: 10.1002/9781119536789.ch11]
- Prakash M, Ramage S, Kavvada A and Goodman S. 2020. Open earth observations for sustainable urban development. *Remote Sensing*, 12(10): 1646 [DOI: 10.3390/rs12101646]
- Roncella R, Zhang L C, Boldrini E, Santoro M, Mazzetti P and Nativi S. 2023. Publishing China satellite data on the GEOSS Platform. *Big Earth Data*, 7(2): 398-412 [DOI: 10.1080/20964471.2022.2107420]
- Sachs J D. 2012. From millennium development goals to sustainable development goals. *The Lancet*, 379(9832): 2206-2211 [DOI: 10.1016/S0140-6736(12)60685-0]
- Scholes R J, Walters M, Turak E, Saarenmaa H, Heip C H, Tuama É Ó, Faith D P, Mooney H A, Ferrier S, Jongman R H, Harrison I J, Yahara T, Pereira H M, Larigauderie A and Geller G. 2012. Building a global observing system for biodiversity. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 4(1): 139-146 [DOI: 10.1016/j.co-sust.2011.12.005]
- Shi P J. 2023. Strengthening national natural disaster risk assessment and regionalization to ensure high-quality economic and social development. *Disaster Reduction in China*, (1): 10-13 (史培军. 2023. 加强国家自然灾害风险评估与区划 保障经济社会高质量发展. *中国减灾*, (1): 10-13)
- Weng Q H. 2014. *Global Urban Monitoring and Assessment through Earth Observation*. Boca Raton: CRC Press [DOI: 10.1201/b17012]
- Xu G H. 1994. Application and prospect on remote sensing and resources and environment information system. *Remote Sensing of Environment China*, 9(4): 241-246 (徐冠华. 1994. 遥感与资源环境信息系统应用与展望. *遥感学报*, 9(4): 241-246) [DOI: 10.11834/jrs.1994033]
- Xu G H, Ge Q S, Gong P, Fang X Q, Cheng B B, He B, Luo Y and Xu B. 2013. Societal response to challenges of global change and human sustainable development. *Chinese Science Bulletin*, 58(25): 3161-3168 (徐冠华, 葛全胜, 宫鹏, 方修琦, 程邦波, 何斌, 罗勇, 徐冰. 2013. 全球变化和人类可持续发展: 挑战与对策. *科学通报*, 58(21): 2100-2106) [DOI: 10.1360/csb2013-58-21-2100]
- Xu G H, Liu Q H, Chen L F and Liu L Y. 2016. Remote sensing for China's sustainable development: opportunities and challenges. *Journal of Remote Sensing*, 20(5): 679-688 (徐冠华, 柳钦火, 陈良富, 刘良云. 2016. 遥感与中国可持续发展: 机遇和挑战. *遥感学报*, 20(5): 679-688) [DOI: 10.11834/jrs.20166308]
- Yue Q R, Lu X Z, Xu Z, Shi Z Q, Tian Y, Gu D L and Wang G. 2023. The "Risk Source-Risk Exposure-Mitigation Force" theoretical framework for urban safety. *Engineering Mechanics*, 40: 1-9 (岳清瑞, 陆新征, 许镇, 施钟淇, 田源, 顾栋炼, 王翌. 2023. 城市安全“风险源—承灾体—减灾力”理论框架. *工程力学*, 40: 1-9) [DOI: 10.6052/j.issn.1000-4750.2023.08.0602]
- Zhang L C, Li G Q and Li J. 2021. Construction and service of national Earth Observation scientific data Center. *Satellite Application*, (7): 8-14 (张连翀, 李国庆, 李静. 2021. 国家对地观测科学数据中心建设及服务. *卫星应用*, (7): 8-14) [DOI: 10.3969/j.issn.1674-9030.2021.07.004]
- Zhao L M, Miao C, Xing J, Li G Q, Hou Y K, Liu C, Li J G, Chen X F, Liu J, Yang J, Zhou X and Gu X F. 2022. Earth observation knowledge hub: implications, key technologies and perspectives. *National Remote Sensing Bulletin*, 1-20 (赵利民, 苗晨, 邢进, 李国庆, 侯宇葵, 刘闯, 李家国, 陈兴峰, 刘军, 杨健, 周翔, 顾行发. 2022. 地球观测知识枢纽: 内涵、关键技术与展望. *遥感学报*, 1-20) [DOI: 10.11834/jrs.20222302]
- Zhao Q G, Huang G Q and Ma Y Q. 2016. The ecological environment conditions and construction of an ecological civilization in China. *Acta Ecologica Sinica*, 36(19): 6328-6335 (赵其国, 黄国勤, 马艳芹. 2016. 中国生态环境状况与生态文明建设. *生态学报*, 36(19): 6328-6335) [DOI: 10.5846/stxb201410081968]

The development and practice of China GEO

LIU Zhichun¹, ZHANG Jing¹, BAI Yuqi², MIAO Chen¹, GUO Ming¹, WANG Sisi¹, LIU Yiliang¹

1. National Remote Sensing Center of China, Beijing 100036, China;

2. Department of Earth System Science, Ministry of Education Ecological Field Station for East Asian Migratory Birds, Institute for Global Change Studies, Tsinghua University, Beijing 100084, China

Abstract: The Group on Earth Observations (GEO) is the largest and most influential intergovernmental organization in the field of Earth observation. China is one of the founding members of GEO and has served as a co-chair for representing developing countries and the Asia-Pacific region since GEO's establishment in 2005. This paper offers an in-depth analysis of GEO's evolution and practices of the GEO over the past eighteen years. It discusses China's related achievements at three levels: domestic, Asia-Pacific, and international. Furthermore, with a focus on governance mechanisms, project cooperation, public goods, and talent cultivation, the paper outlines China's future engagement in global governance within GEO, aiming to accelerate integration into the global innovation network and collaborate in building a global community of science and technology.

Key words: Group on Earth Observations, Global Earth Observation System of Systems, data sharing, knowledge service, earth intelligence, public goods, capacity building, global governance, a human community with a shared future