

地球观测组织（GEO）第八个阶段性计划 （2023–2025）特点分析

范锦龙¹, 刘 闯^{2*}, 吴俊君³, 柳杨华⁴, 李莉敏²

1. 国家卫星气象中心, 北京 100081; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101;
3. 中国科学院空天信息创新研究院, 北京 101408; 4. 航天宏图信息技术股份有限公司, 北京 100089

摘 要: 2022年12月地球观测组织（GEO）发布了自2005年以来该组织第二个十年执行计划第八个阶段性（2023–2025）全球合作执行计划（第三版）。该计划清晰规划了GEO执行框架, 即GEO2023–2025年将按照5条路线图执行, 其中, 包括旗舰项目5项, 启动项目19项, 试点项目20项、区域项目4项, 基础设施建设项目1项。值得关注的是, 有46个国家参加了旗舰项目, 美国和澳大利亚参加了全部5项, 中国参加了3项, 德国参加4项。在启动项目中, 美国参加了14项, 占78%, 中国参加了6项, 位于第三梯队。47个国家参加了20项试点项目, 美国参加的项目最多（10项）, 中国仅次于美国, 参加了9项。本文列举了GEO各成员国和组织参与各项目的状况, 分析了代表性项目的特点和发展态势。

关键词: 地球观测组织; 行动路线图; 全球合作; 2023–2025; 十年行动计划

DOI: <https://doi.org/10.3974/geodp.2023.03.01>

CSTR: <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2023.03.01>

1 前言

国际地球观测组织（GEO）2022年12月发布了自2005年以来第二个十年执行计划第八个阶段性（2023–2025）全球合作执行计划（第三版）^[1]。该计划清晰规划了GEO执行框架, 即GEO2023–2025年将按照5条路线图执行, 其中, 包括旗舰项目5项, 启动项目19项, 试点项目20项, 区域项目4项, 基础设施建设项目1项。

2 执行路线

2.1 旗舰项目（Flagships）

GEO旗舰项目5项, 分别为: GEO生物多样性观测网, GEO全球农业监测计划, 全球森林观测计划, 全球汞观测系统和GEO全球土地退化制止计划。这些项目的参加成员国和组织列于表1。

2.2 启动项目（Initiatives）

GEO2023–2025启动项目共19项, 分别是: 水瞭望, 数据综合与分析系统, 数字地球非洲, 为生态计算服务的地球观测, 为健康服务的地球观测, 为灾害风险管理服务的地球

收稿日期: 2023-03-30; 修订日期: 2023-06-10; 出版日期: 2023-09-25

基金项目: 中华人民共和国科学技术部（2021YFE0117400）

*通讯作者: 刘闯 L-3684-2016, 中国科学院地理科学与资源研究所, lchuang@igsrr.ac.cn

引用方式: 范锦龙, 刘闯, 吴俊君等. 地球观测组织（GEO）第八个阶段性计划（2023–2025）特点分析[J]. 全球变化数据学报, 2023, 7(3): 233–241. <https://doi.org/10.3974/geodp.2023.03.01>.
<https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2023.03.01>.

观测，为可持续发展目标服务的地球观测，GEO 蓝色星球，GEO 在北非、中东、巴尔干及黑海地区的能力建设，GEO 全球水可持续性，GEO 人文星球，GEO 能源愿景，GEO 湿地，地质灾害重大灾点与自然实验室，全球干旱信息系统，全球山区环境观测与信息网，全球持久性有机物污染观测系统，全球城市观测与信息，全球野火信息系统。这些项目的参加成员国和组织列于表 2。

表 1 国际地球观测组织 2023–2025 旗舰项目统计表

序号	名称	短名	参加国家和组织
F1	GEO 生物多样性观测网 ^[2,3]	GEO-BON	澳大利亚、加拿大、哥伦比亚、芬兰、荷兰、挪威、美国，地理信息科学与地球观测国际研究所、欧洲空间局
F2	GEO 全球农业监测计划 ^[4]	GEOGLAM	阿根廷、澳大利亚、比利时、巴西、加拿大、智利、中国、埃及、欧盟、法国、德国、印度、印度尼西亚、意大利、日本、马来西亚、墨西哥、摩洛哥、菲律宾、波兰、俄罗斯、南非、西班牙、泰国、突尼斯、乌克兰、英国、美国、乌拉圭、越南、津巴布韦，欧洲空间局、联合国粮农组织、国际应用系统研究所、地理信息科学与地球观测国际研究所、资源开发制图区域中心、世界粮食组织、世界气象组织
F3	全球森林观测计划 ^[5]	GFOI	澳大利亚、德国、日本、挪威、西班牙、英国、美国，地球观测卫星委员会、欧洲空间局、联合国粮农组织、世界银行
F4	全球汞观测系统 ^[6]	GOS4M	阿根廷、澳大利亚、中国、科特迪瓦、捷克、丹麦、芬兰、法国、德国、希腊、俄罗斯、斯洛文尼亚、南非、瑞典、乌克兰、英国、美国、意大利
F5	GEO 全球土地退化制止计划 ^[7]	GEO-LDN	澳大利亚、巴西、布基纳法索、中国、丹麦、欧盟、芬兰、法国、德国、加纳、意大利、日本、肯尼亚、荷兰、墨西哥、波兰、塞内加尔、南非、西班牙、瑞士、乌克兰、英国、美国，空间研究和电信高等研究所、非洲环境遥感协会、国际保护组织、《联合国防治荒漠化公约》秘书处、联合国粮农组织、欧洲环境署、欧洲遥感公司协会、地球观测卫星委员会、欧洲空间局

表 2 国际地球观测组织 2023–2025 启动项目统计表

序号	名称	短名	参加国家和组织
11	水瞭望 ^[8]	AQYAWATCH	澳大利亚、孟加拉、比利时、德国、加纳、荷兰、瑞士、英国、美国
12	数据综合分析系统 ^[9]	DIAS	印度尼西亚、日本、菲律宾
13	数字地球非洲 ^[10]	DE-AFRICA	澳大利亚、加纳、南非，撒哈拉和萨赫勒观察站、AGRHYMET 区域中心、可持续发展数据全球伙伴计划
14	为生态计算服务的地球观测 ^[11]	EO4EA	加拿大、欧盟、墨西哥、荷兰、美国，欧洲空间局、联合国粮农组织、世界银行、国际保护组织、欧洲环境署联合会环境系统研究所
15	为健康服务的地球观测 ^[12]	EO4HEALTH	加拿大、哥斯达黎加、墨西哥、南非、英国、美国，世界健康组织、世界气象组织、资源开发制图区域中心、环境与开发中亚委员会
16	为灾害风险管理服务的地球观测 ^[13]	EO4DRM	阿根廷、比利时、加拿大、意大利、卢森堡、瑞士、美国，欧洲空间局、联合国粮农组织、地区观测卫星委员会
17	为可持续发展目标服务的地球观测 ^[14]	EO4SDG	澳大利亚、中国、哥斯达黎加、欧盟、德国、希腊、日本、肯尼亚、墨西哥、纳米比亚、荷兰、挪威、南非、瑞典、瑞士、阿联酋、英国、美国，《联合国防治荒漠化公约》秘书处、世界数据系统、欧洲遥感公司协会、欧洲空间局、巴尔干国家间环境中心、电气和电子工程师研究所、国际应用系统分析研究所、联合国外层空间事务厅、世界卫生组织、联合国训练研究所、地球观测卫星委员会、AGRHYMET 区域中心

续表 2

序号	名称	短名	参加国家和组织
18	GEO 蓝色星球 ^[15]	GEO-BLUE-PLANET	法国、欧盟、加纳、美国，电气和电子工程师学会、政府间海洋学委员会、全球海洋观测伙伴组织
19	GEO 在北非、中东、巴尔干及黑海地区的能力建设	GEO-CRADLE	塞浦路斯、希腊、意大利、西班牙、乌克兰
110	GEO 全球水可持续性 ^[16]	GEOGLOWS	欧盟、法国、日本、瑞士、美国，资源开发制图区域中心、国际保护组织、世界银行、世界气象组织
111	GEO 人文星球 ^[17]	HUMAN-PLANET	中国、欧盟、德国、希腊、爱尔兰、荷兰、英国、美国，欧盟卫星中心
112	GEO 能源愿景 ^[18]	GEO-VENER	澳大利亚、丹麦、法国、德国、希腊、瑞士、美国，欧洲空间局
113	GEO 湿地 ^[19]	GEO-WETLANDS	澳大利亚、奥地利、丹麦、法国、德国、希腊、日本、荷兰、西班牙、瑞典、英国、美国，国际水管理研究所、欧洲空间局、国际保护组织
114	地质灾害重大灾点与自然实验室 ^[20]	GSNL	阿根廷、加拿大、智利、中国、厄瓜多尔、德国、希腊、冰岛、意大利、日本、新西兰、葡萄牙、西班牙、瑞典、瑞士、土耳其、美国，地球观测卫星委员会、欧洲板块观测系统
115	全球干旱信息系统 ^[21]	GDIS	澳大利亚、奥地利、巴西、欧盟、韩国、巴拉圭、斯洛文尼亚、美国，欧洲中期气象预报中心、世界气象组织
116	全球山区环境观测与信息网 ^[22]	GEO-MOUNTAINS	奥地利、欧盟、意大利、瑞士、英国、美国，山地研究计划、国际山地综合发展中心
117	全球持久性有机物污染观测系统 ^[23]	GOS4POPs	澳大利亚、巴西、喀麦隆、中国、哥斯达黎加、捷克、丹麦、希腊、意大利、日本、肯尼亚、摩洛哥、挪威、俄罗斯、斯洛文尼亚、西班牙、瑞典、乌拉圭
118	全球城市观测与信息 ^[24]	GUOI	奥地利、巴西、加拿大、中国、德国、希腊、印度、日本、巴基斯坦、西班牙、美国，地球科学与遥感学会
119	全球野火信息系统 ^[25]	GWIS	阿根廷、澳大利亚、巴西、加拿大、中国、欧盟、德国、希腊、印度尼西亚、墨西哥、荷兰、新西兰、葡萄牙、南非、西班牙、英国、美国、津巴布韦，欧洲中尺度气象预报中心、欧洲空间局、联合国粮农组织

2.3 试点项目（Pilot Initiatives）

试点项目共 20 项，有两种类型，分别为原领域活动项目转试点项目 15 项，新提出的试点项目 5 项。

2.3.1 原领域转试点项目（Pilot Initiatives）

原领域活动项目转试点项目包括：北极综合观测系统、太平洋地区数字地球、多尺度监测采矿影响的地球观测、水-能源-食物关系的地球观测、基于逐树清查数据的森林生物量系统、GEO 大众科学、GEO 重要变量、为仙台框架服务的大地测量、全球生态系统与环境观测分析研究合作、全球植被病虫害动态遥感监测与预报、中国和中亚生态系统实地观测与应用、夜光遥感促进可持续发展目标、开放地球联盟、空间与安全、城市遗产气候观测。这些项目的参加成员国和组织列于表 3。

表 3 国际地球观测组织 2023–2025 试点项目统计——原领域项目转试点项目

序号	名称	短名	参加国家和组织
CP1	北极综合观测系统 ^[26]	ARCTIC- GEOSS	加拿大、芬兰、德国、意大利、瑞士、挪威、葡萄牙、英国、美国；北极持续观测网
CP-2	太平洋地区数字地球 ^[27]	DE-PACIFIC	澳大利亚、汤加、美国；太平洋组织秘书处、地球观测卫星委员会、世界粮食组织
CP-3	多尺度监测采矿影响的地球观测 ^[28]	EO4MIN	中国、捷克、法国、德国、希腊、以色列、巴基斯坦、葡萄牙、瑞士；联合国环境署、欧盟地质调查协会
CP-4	水-能源-食物关系的地球观测 ^[29]	EO4WEF	中国、挪威、瑞典、美国
CP-5	基于逐树清查数据的森林生物量系统 ^[30]	GEO-TREES	奥地利、巴西、法国、德国、英国、美国；欧洲空间局、国际应用系统分析研究所
CP-6	GEO 大众科学 ^[31]	GEO-CITSCI	澳大利亚、奥地利、欧盟、希腊、欧盟、挪威、西班牙、英国、美国；国际水利与环境工程学院、国际应用系统分析研究所、资源开发制图区域中心
CP-7	GEO 重要变量 ^[32]	GEO-EV	比利时、西班牙、瑞士、美国
CP-8	为仙台框架服务的大地测量 ^[33]	GEODESY4SE NDAI	澳大利亚、中国、法国、德国、意大利、日本、瑞士、塔吉克斯坦、汤加、美国；国际地质协会、国际大地测量联合会
CP-9	全球生态系统与环境观测分析研究合作 ^[34]	GEOARC	澳大利亚、中国、以色列、俄罗斯
CP-10	全球植被病虫害动态遥感监测与预报 ^[35]	GEO-PDRS	中国、意大利、巴基斯坦、英国；联合国粮农组织、全球生物多样性信息网络、国际农业与生物科学中心
CP-11	中国和中亚生态系统实地观测与应用 ^[36,37]	IN-SITU-ESC	中国、哈萨克斯坦、塔吉克斯坦；联合国环境署
CP-12	夜光遥感促进可持续发展目标 ^[38]	NIGHT-LIGHT	中国、乌兹别克斯坦、联合国训练研究所
CP-13	开放地球联盟	OEA	美国
CP-14	空间与安全	SPACE-SECURITY	德国；欧洲空间局、欧盟地质调查协会、国际水利与环境工程学院、世界粮食署、欧盟卫星中心
CP-15	城市遗产气候观测 ^[39]	UHCO	奥地利、加拿大、塞浦路斯、厄瓜多尔、法国、德国、希腊、印度、以色列、意大利、南非、西班牙、英国、美国；欧洲卫星应用协会、MK 环境科学基金会、联合国大学环境与人类安全研究所、欧洲中尺度天气预报中心、非洲气候变化研究中心

表 4 国际地球观测组织 2023–2025 试点项目统——新提出的试点项目

序号	名称	短名	参加国家和组织
NP-1	南极冰盖监测	AIS-MONITORING	澳大利亚、比利时、中国、丹麦、法国、德国、意大利、新西兰、挪威、瑞典、英国、美国
NP-2	全球喀斯特地球观测	EO4KARST	巴西、中国、印度尼西亚、菲律宾、塞尔维亚、斯洛文尼亚、南非、泰国、津巴布韦，联合国教科文组织喀斯特国际研究中心
NP-3	GEO 冷区计划	GEOCRI	加拿大、中国、芬兰、德国、意大利、日本、荷兰、挪威、美国
NP-4	全球地球化学观测网和数字化学地球	CHEMICAL-EARTH	阿根廷、巴西、柬埔寨、中国、哥伦比亚、爱尔兰、蒙古、秘鲁、俄罗斯、泰国、土耳其，全球地球化学国际中心
NP-5	多源卫星数据共性关键变量全球产品	GEO-EV-PRODUCTS	澳大利亚、中国、欧盟、法国、西班牙、英国、美国

2.3.2 新试点项目（New Proposals of Pilot Initiatives）

新试点项目共有 5 项，分别是：南极冰盖监测、全球喀斯特地球观测、GEO 冷区计划、全球地球化学观测网和数字化学地球和多源卫星数据共性关键变量全球产品。这些项目的参加成员国和组织列于表 4。

2.4 区域 GEO 项目

区域 GEO 项目按照地理区域划分为：非洲组、美洲组、亚太组和欧洲组。这些区域项目的参加成员国和组织列于表 5。

表 5 参加 GEO 区域项目的成员国和组织

序号	名称	短名	参加国家和组织
R1	非洲组	AFRIGEO	刚果、埃及、加蓬、加纳、肯尼亚、马达加斯加、摩洛哥、尼日利亚、塞内加尔、南非、乌干达、津巴布韦，资源开发制图区域中心、阿拉伯国家研究和教育网、中央非洲前景委员会、非洲环境信息系统、撒哈拉和萨赫勒观测站、联合国非洲经济委员会、非洲空间科学和技术教育区域中心、AGRHYMET 区域中心，斯威士兰
R2	美洲组	AMERIGEO	美国、阿根廷、巴西、加拿大、智利、哥伦比亚、哥斯达黎加、厄瓜多尔、巴拿马、墨西哥、巴拉圭、秘鲁、萨尔瓦多、危地马拉、尼加拉瓜，环境与开发中美洲委员会、拉丁美洲网络开发合作组织、国际环境研究所
R3	亚太组	AOGEO	中国、澳大利亚、韩国、法国、印度、印度尼西亚、日本、马来西亚、美国、菲律宾、泰国、英国、越南；联合国粮农组织、政府间海洋委员会
R4	欧洲组	EUROGEO	欧盟、包括欧盟 GEO 国家成员和 GEO 参加组织

3 各类项目成员国参加情况分析

3.1 旗舰项目

在 5 个旗舰项目中，总计有 45 个成员国（GEO 统计中欧盟在成员国栏目内）参加，包括：美国、澳大利亚、德国、中国、芬兰、南非、日本、意大利、英国、乌克兰、西班牙、欧盟、挪威、墨西哥、加拿大、荷兰、俄罗斯、丹麦、波兰、巴西、阿根廷、智利、越南、印度尼西亚、印度、希腊、乌拉圭、突尼斯、泰国、斯洛文尼亚、塞内加尔、瑞士、瑞典、摩洛哥、马来西亚、肯尼亚、科特迪瓦、津巴布韦、捷克、加纳、哥伦比亚、菲律宾、布基纳法索、比利时、埃及。其中，5 个旗舰项目都参加的是美国和澳大利亚，德国参加了 4 项，中国等 8 个国家参加了 3 项，巴西等 9 个国家参加了 2 项，其余国家只参加了 1 项。中国参加了 3 项旗舰项目，在全球生物多样性和全球森林观察两个重要旗舰项目中缺位（图一）。

3.2 启动项目

52 个国家参加了 19 个启动项目。他们分别是：美国、希腊、欧盟、德国、澳大利亚、英国、瑞士、日本、中国、加拿大、西班牙、荷兰、意大利、瑞典、南非、墨西哥、法国、巴西、奥地利、加纳、哥斯达黎加、丹麦、阿根廷、印度尼西亚、新西兰、斯洛文尼亚、葡萄牙、挪威、肯尼亚、比利时、智利、印度、乌拉圭、乌克兰、土耳其、塞浦路斯、纳米比亚、摩洛哥、孟加拉、卢森堡、喀麦隆、津巴布韦、捷克、韩国、菲律宾、厄瓜多尔、俄罗斯、冰岛、巴拉圭、巴基斯坦、爱尔兰、阿联酋。其中美国参加项目数量最多，有 15 项，仅有 4 项没有参与；其次是希腊，参加了 9 项；欧盟、德国、澳大利亚分别参加了 8 项；英国、瑞士、日本各参加了 7 项。中国参加了 6 项，其中有三分之二的启动项目中国没有参与（图 2）。

3.3 试点项目

48 个国家参加了 20 个试点项目，分别是：美国、中国、德国、英国、澳大利亚、法国、意大利、挪威、瑞士、西班牙、希腊、奥地利、巴西、加拿大、欧盟、以色列、巴基斯坦、比利时、俄罗斯、芬兰、南非、葡萄牙、日本、瑞典、塔吉克斯坦、泰国、汤加、阿根廷、爱尔兰、丹麦、厄瓜多尔、菲律宾、哥伦比亚、哈萨克斯坦、荷兰、柬埔寨、捷克、津巴布韦、蒙古、秘鲁、塞尔维亚、塞浦路斯、斯洛文尼亚、土耳其、乌兹别克斯坦、新西兰、印度、印度尼西亚。其中美国和中国分别参加了 12 项，德国参加了 8 项、英国参加了 7 项。

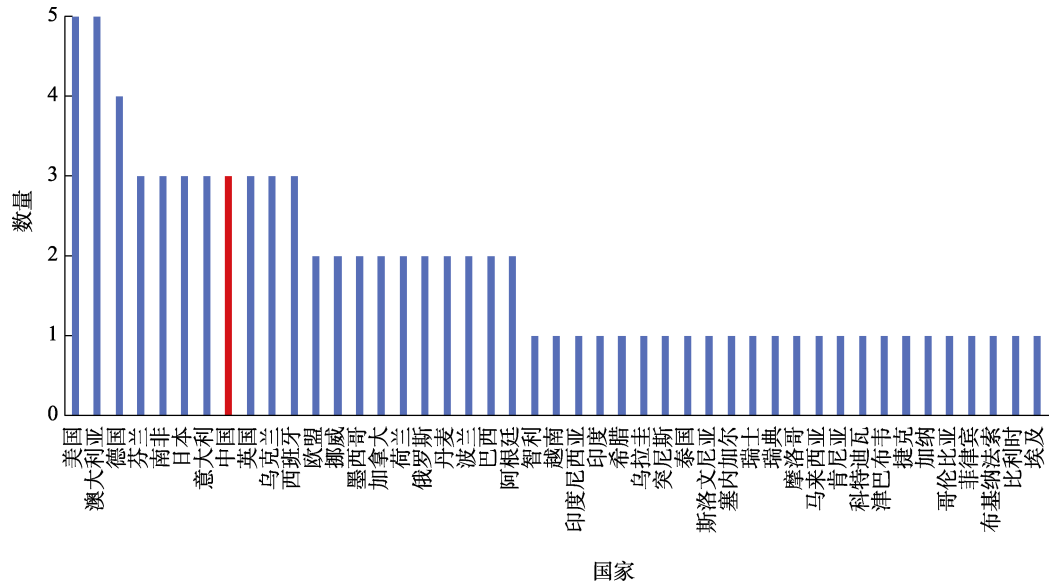


图 1 参加 GEO 两项以上旗舰项目的成员国统计图（GEO 统计中欧盟在成员国栏目内）

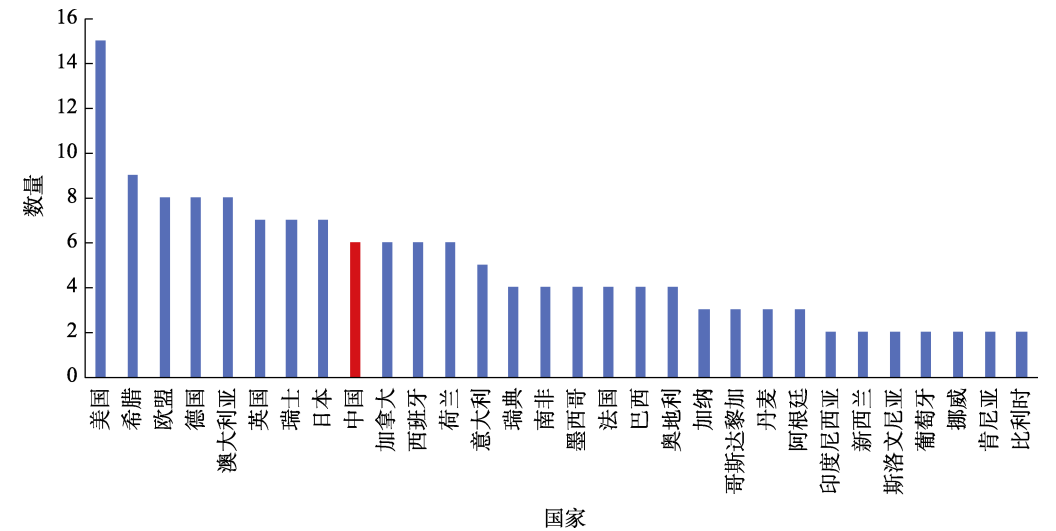


图 2 参加 GEO 两项及以上启动项目的成员国统计表（GEO 统计中欧盟在成员国栏目内）

3.4 区域 GEO 项目

美国、南非、中国、欧盟分别在 GEO 四大区域中起到主导作用。

3.5 数据基础设施建设组

GEO 数据基础设施建设包括了数据管理（政策、伦理、地面验证）、系统运维。数据政策组的工作，包括数据伦理。GEO 数据管理原则、文本起草和修改的阶段。数据基础设施建设组由 GEO 秘书处负责组织实施。

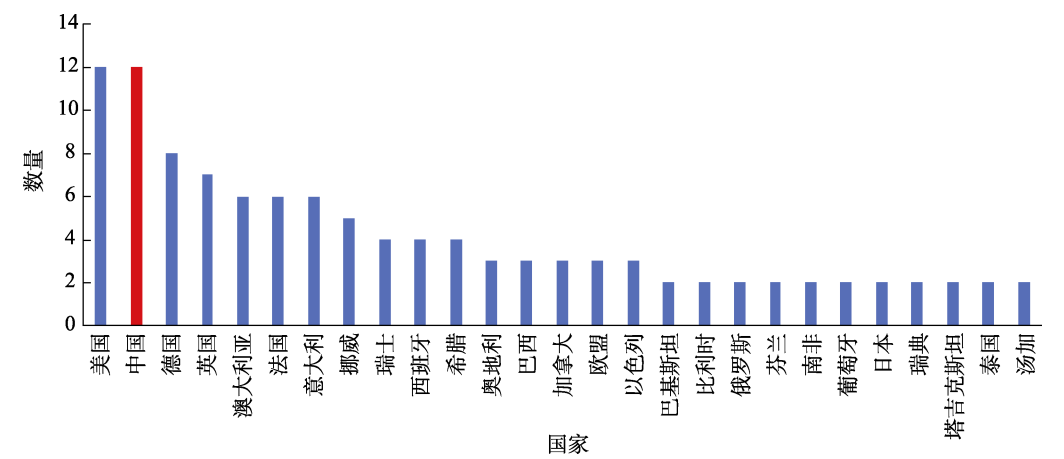


图 3 参加 GEO 两项以上试点项目的成员国统计图（GEO 统计中欧盟在成员国栏目内）

4 结论

GEO 2023–2025 年实施项目布局有突出的特点，这些计划的安排充分体现了 GEO 作为地球观测最高层次的国际合作平台的重要作用。实施计划的实现体现在 GEO 计划的多边性与领衔成员国和组织相结合，长期性与新观测计划相结合，多样性与综合分析相结合和全球观测与区域合作相结合的层次性实施方略。

（1）多边性：GEO 是一个多边合作的国际组织，其实施计划有 70 多个成员国参加和贡献，体现了 GEO 多边性特点。其中包括项目实施采用多边合作机制，项目领衔国和领衔单位也体现了多边性特点，参加项目的成员国和组织更彰显多边参与和多边贡献的特点。例如，旗舰项目 GEO 全球农业监测计划（GEOGLAM）有 30 个国家、7 个国际组织参加。

（2）长期性：地球观测的重要价值在于长期性、连续性。GEO 在发布的 2023–2025 年各项目中，有不同时期启动的项目。但是，坚持长期观测是普遍的特点。例如：GEO 生物多样性观测网项目是一个已经历时 15 年多边合作的长期计划。

（3）多样性：地球观测内容的多样性是 GEO 最显著的特点之一。从旗舰项目、启动项目和试点项目内容来看，主要涵盖了五个方面：

1）全球性要素内容的观测计划，例如，GEO 生物多样性观测网，GEO 全球农业监测计划，全球森林观测计划、水瞭望、GEO 蓝色星球、GEO 全球水可持续性计划、全球汞观测系统、全球土地退化制止计划、基于逐树清查数据的森林生物量系统、GEO 人文星球、全球持久性有机物污染观测系统、全球地球化学观测网和数字化学地球、GEO 能源愿景、全球山区环境观测与信息网、全球喀斯特地球观测、多尺度监测采矿影响的地球观测、城市遗产气候观测、全球城市观测与信息、GEO 湿地计划等。

2）重点区域的观测计划。例如，太平洋地区数字地球、数字地球非洲、南极冰盖监测、北极综合观测系统、GEO 冷区计划、中国和中亚生态系统实地观测与应用计划等。

3) 自然灾害为重点的地球观测计划, 包括: 地质灾害重大灾点与自然实验室、为仙台框架服务的大地测量、为灾害风险管理服务的地球观测、全球植被病虫害动态遥感监测与预报、全球干旱信息系统、全球野火信息系统计划等。

4) 观测、分析计划, 包括: 为可持续发展目标服务的地球观测、夜光遥感促进可持续发展目标、为健康服务的地球观测、数据综合分析系统、为生态计算服务的地球观测、水-能源-食物关系的地球观测、全球生态系统与环境观测分析研究合作、多源卫星数据共性关键变量全球产品、GEO 重要变量、空间与安全计划等。

5) 开发合作与能力建设, 包括: 开放地球联盟, GEO 大众科学, GEO 在北非、中东、巴尔干及黑海地区的能力建设计划等。

(4) 层次性: GEO 计划的实施重点在全球计划和区域计划两个层次实施。其中区域计划的实施分为两种类型, 其一是按照非洲 GEO、欧洲 GEO、亚太 GEO 和美洲 GEO 四个区域实施, 其二是按照跨区域、有共性的区域观测计划开始实施活动。例如, 南极、北极、冷区、中亚地区等。

总之, GEO 2023–2025 年实施计划是一个目标明确、项目具体、实施路线图清晰的实施计划。它对 GEO 第二个十年发展战略的落实具有重要意义。当然, GEO 2023–2025 年实施计划布局与发展也存在不均衡的问题, 集中表现在大量的地球观测数据的存在和这些数据的广泛应用之间存在很大空间, 二者之间的不平衡发展是目前 GEO 项目执行过程中普遍存在的问题。加快智能化地球观测数据的处理和分析, 促进数据的广泛应用并在应用中取得更大的生态效益、社会效益和经济效益应该成为 GEO 项目实施下阶段予以特别关注的问题。

作者分工: 范锦龙对论文的框架做了总体设计; 吴俊君、柳杨华、李莉敏采集和处理了地球观测组织项目统计, 分析了代表性项目的特点; 刘闯撰写了论文等。

利益冲突声明: 本研究不存在研究者以及与公开研究成果有关的利益冲突。

参考文献

- [1] GEO Work Programme: 2023–2024 Summary document (Version 3) [Z]. December 2022.
- [2] Perrings, C., Duraiappah, A., Larigauderie, A., *et al.* The biodiversity and ecosystem services science-policy interface [J]. *Science*, 2011, 331: 1139–1140. DOI:10.1126/science.1202400.
- [3] Hughes, A. C. The Post–2020 global biodiversity framework: how did we get here, and where do we go next? [J]. *Integrative Conservation*, 2023, 2: 1–9. <https://doi.org/10.1002/inc3.16>.
- [4] Becker-Reshef, I., Justice, C., Whitcraft, A. K., *et al.* Geoglam: a GEO initiative on global agricultural monitoring [C]. IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, IEEE, 2018.
- [5] Mitchell, A., Hoekman, D. H. Global Forest Observations Initiative (GFOI)—review of priority research & development Topics [Z]. 2013. <https://www.fao.org/gfoi/home/it/>.
- [6] Cinnirella, S., Damore, F., Mazzetti, P., *et al.* A spatial data infrastructure for the Global Mercury Observation System [C]. International Conference on Heavy Metals in the Environment, 2014.
- [7] Sayah, M. A., Abdallah, C., Khouri, M., *et al.* Role of GIS in the application of the Land Degradation Neutrality Concept (LDN) [Z]. 2018.
- [8] Greb, S., Odermatt, D., Smail, E., *et al.* Advanced techniques for monitoring water quality using Earth Observation [Z]. https://www.geoaquawatch.org/wp-content/uploads/2018/04/AquaWatch_lowres.pdf.
- [9] Ikoma, E., Kitsuregawa, M. DIAS—earth environment data integration and analysis system [J]. *Communications of the ACM*, 2023, 66(7): 85–86.
- [10] Yuan, F., Lewis, A., Leith, A., *et al.* Analysis ready data for Africa [C]. 2021 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium IGARSS, IEEE, 2021: 1789–1791.
- [11] Buchhorn, M., Smets, B., Danckaert, T., *et al.* Establishing a reference tool for ecosystem accounting in Europe, based on the INCA methodology [J]. *One Ecosystem*, 2022, 7: e85389.

- [12] Lehmann, A., Mazzetti, P., Santoro, M., *et al.* Essential earth observation variables for high-level multi-scale indicators and policies [J]. *Environmental Science & Policy*, 2022, 131: 105–117.
- [13] Tay, C., Yun, S., Chin, S., *et al.* Rapid flood and damage mapping using synthetic aperture radar in response to typhoon Hagibis, Japan [J]. *Scientific Data*, 2020, 7: 100. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41597-020-0443-5>, March, 2020.
- [14] Kavvada, A., Metternicht, G., Kerblat, F., *et al.* Towards delivering on the sustainable development goals using earth observations [J]. *Remote Sensing of Environment*, 2020, 247: 111930.
- [15] Smail, E. A., DiGiacomo, P. M., Seeyave, S., *et al.* An introduction to the ‘Oceans and Society: Blue Planet’ initiative [J]. *Journal of Operational Oceanography*, 2019, 12(sup2): S1–S11.
- [16] Rothman, D. S. The development of the GEO-4 scenarios and their basic storylines [Z]. Issues in Global Water System Research, 2007: 24.
- [17] Pesaresi, M., Melchiorri, M., Siragusa, A., *et al.* Atlas of the human planet 2016 [Z]. Mapping human presence on earth with the global human settlement layer, 2016.
- [18] Hamm, S. G., Augustine, C. R., Tasca, C., *et al.* An overview of the US Department of Energy’s GeoVision Report [Z]. 2019.
- [19] Strauch, A., Geller, G., Grobicki, A., *et al.* Towards a global wetland observation system: the GEO-wetlands initiative [Z]. Prague, Czech Republic, 2016: 1–7.
- [20] Salvi, S. The GEO Geohazard Supersites and Natural Laboratories-GSNL 2.0: improving societal benefits of geohazard science [C]. EGU General Assembly Conference Abstracts, 2016: EPSC2016-6969.
- [21] Heim, R. R., Brewer, M. J. The global drought monitor portal: The foundation for a global drought information system [J]. *Earth interactions*, 2012, 16(15): 1–28.
- [22] Adler, C., Palazzi, E., Kulonen, A., *et al.* Monitoring mountains in a changing world: New horizons for the Global Network for Observations and Information on Mountain Environments (GEO-GNOME) [J]. *Mountain Research and Development*, 2018, 38(3): 265–269.
- [23] Pike-Thackray, C. M. An uncertainty-focused approach to modeling the atmospheric chemistry of persistent organic pollutants [D]. Massachusetts Institute of Technology, 2016.
- [24] Prakash, M., Ramage, S., Kavvada, A., *et al.* Open Earth observations for sustainable urban development [J]. *Remote sensing*, 2020, 12(10): 1646.
- [25] Short, K. C. A spatial database of wildfires in the United States, 1992–2011 [J]. *Earth System Science Data*, 2014, 6(1): 1–27.
- [26] Doug, N. Arctic spatial data infrastructure—a base for arctic applications [J]. *GIM international*, 2013, 27(7):45–45.
- [27] Craglia, M., de Bie, K., Jackson, D., *et al.* Digital Earth 2020: towards the vision for the next decade [J]. *International Journal of Digital Earth*, 2012, 5(1): 4–21.
- [28] Thiele, S. T., Lorenz, S., Kirsch, M., *et al.* Multi-scale, multi-sensor data integration for automated 3-D geological mapping [J]. *Ore Geology Reviews*, 2021, 136: 104252.
- [29] McNally, A., McCartney, S., Ruane, A. C., *et al.* Hydrologic and agricultural earth observations and modeling for the water-food nexus [J]. *Frontiers in Environmental Science*, 2019, 7: 23.
- [30] Haapanen, R. Feature Extraction and Selection in Remote Sensing-Aided Forest Inventory [M]. Dissertations Forestales, 2014.
- [31] Trojan, J., Schade, S., Lemmens, R., *et al.* Citizen science as a new approach in geography and beyond: review and reflections [J]. *Moravian Geographical Reports*, 2019, 27(4): 254–264.
- [32] Kissling, W. D., Ahumada, J. A., Bowser, A., *et al.* Building essential biodiversity variables (EBVs) of species distribution and abundance at a global scale [J]. *Biological reviews*, 2018, 93(1): 600–625.
- [33] Wannous, C., Velasquez, G. United Nations Office for disaster risk reduction (unisdr)—unisdr’s contribution to science and technology for disaster risk reduction and the role of the international consortium on landslides (ICL) [C]//Advancing Culture of Living with Landslides: Volume 1, ISDR-ICL Sendai Partnerships, 2015–2025. Springer International Publishing, 2017: 109–115.
- [34] Schmidt, M. C., Veile, J. W., Müller, J. M., *et al.* Ecosystems 4.0: redesigning global value chains [J]. *The International Journal of Logistics Management*, 2021, 32(4): 1124–1149.
- [35] Dong, Y., Xu, F., Liu, L., *et al.* Automatic system for crop pest and disease dynamic monitoring and early forecasting [J]. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 2020, 13: 4410–4418.
- [36] 张军, 邸利, 陈微尼等. 陇东黄土高原人工刺槐林样本树干液流实测数据集[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志. 2019. <https://doi.org/10.3974/geodb.2019.06.17.V1>.
- [37] 张军, 邸利, 陈微尼等. 陇东黄土高原区人工刺槐林树干液流数据集(2017–2019) [J]. 全球变化数据学报, 2020, 4(1): 60–67. DOI: 10.3974/geodp.2020.01.09.
- [38] Kondmann, L., Zhu, X. X. Under the rada—auditing fairness in ML for humanitarian mapping [OL]. arXiv preprint arXiv:2108.02137, 2021.
- [39] El-Bastawissi, I. Y., Raslan, R., Mohsen, H., *et al.* Conservation of Beirut’s urban heritage values through the historic urban landscape approach [J]. *Urban Planning*, 2022, 7(1): 101–115.