

地球大数据 支撑可持续发展目标报告 (2019)

Big Earth Data
in Support of the Sustainable Development Goals (2019)

郭华东 主编

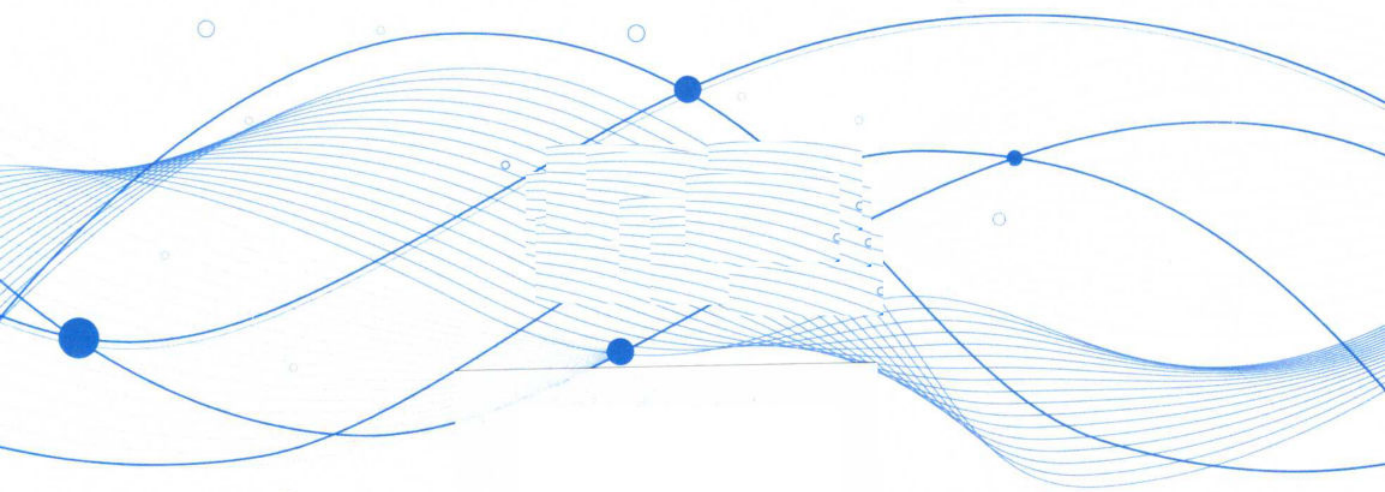


科学出版社

地球大数据 支撑可持续发展目标报告 (2019)

Big Earth Data
in Support of the Sustainable Development Goals (2019)

郭华东 ◎ 主编



科学出版社

北京

审图号：GS（2019）6203号

图书在版编目（CIP）数据

地球大数据支撑可持续发展目标报告. 2019 / 郭华东主编. -- 北京：科学出版社, 2019.12
ISBN 978-7-03-063807-6

I. ①地… II. ①郭… III. ①全球环境－可持续发展－研究报告－2019 IV. ①X22

中国版本图书馆CIP数据核字（2019）第281117号

责任编辑：牛 玲 侯俊琳 张翠霞 / 责任校对：韩 杨
责任印制：师艳茹 / 书籍设计：北京美光设计制版有限公司

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号
邮政编码：100717
<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2019年12月第 一 版 开本：787×1092 1/16

2019年12月第一次印刷 印张：12 1/4

字数：200 000

定价：128.00元

（如有印装质量问题，我社负责调换）

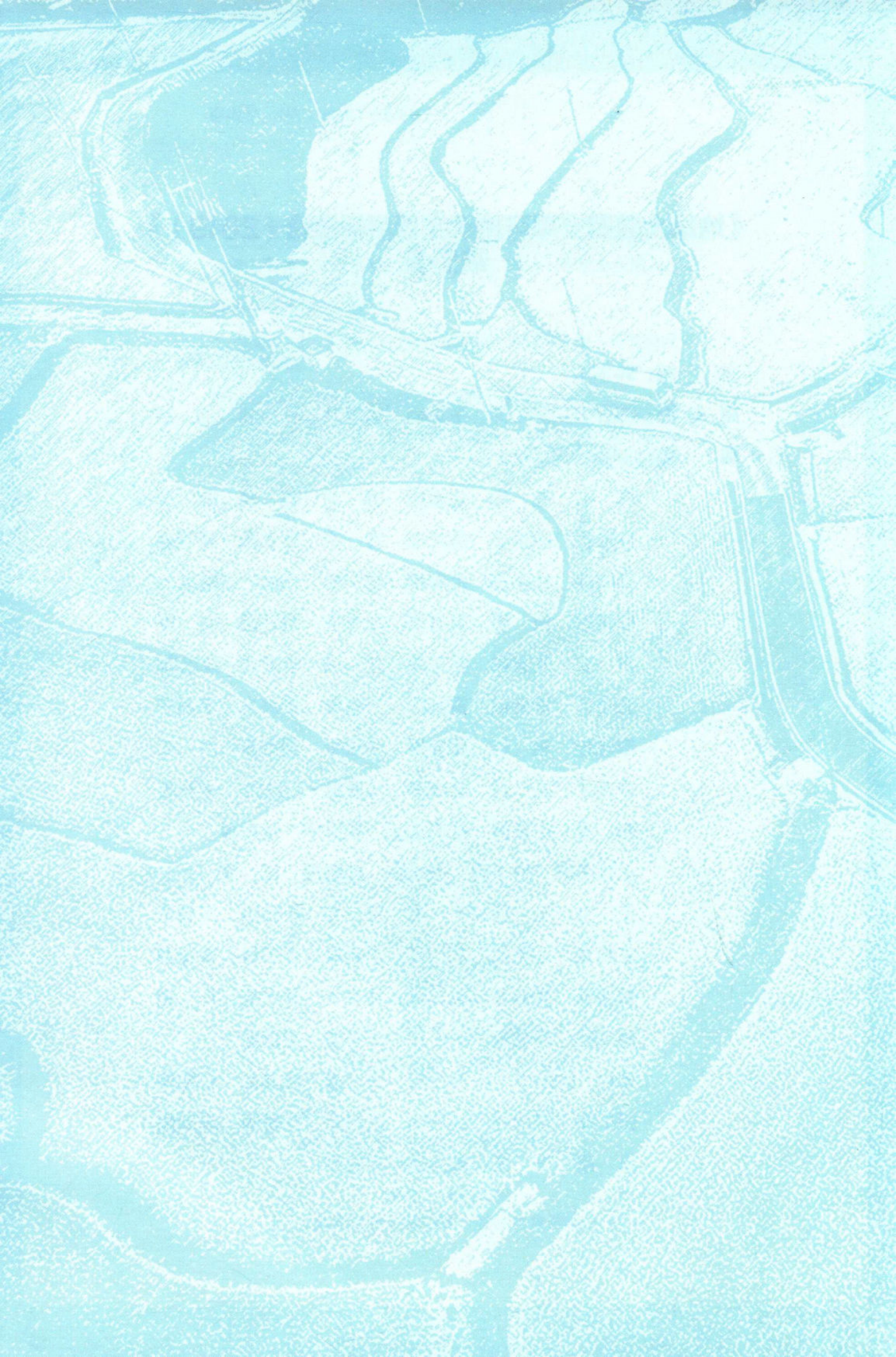
《地球大数据支撑可持续发展目标报告(2019)》 编委会

主 编: 郭华东

副 主 编: 韩群力 陈 方 贾根锁 黄春林 孙中昶 刘 洁

编 委: (以姓氏拼音为序)

白 洁 包 庆 边金虎 曹 泊 陈 磊 陈 玉
陈劲松 陈琪婷 陈亚西 程 凯 程志峰 崔宇然
邓新萍 杜文杰 范馨悦 高 峰 古丽·加帕尔
郭万钦 何 编 贺忠华 胡光成 胡仔园 黄 磊
贾 立 贾慧聪 姜亮亮 蒋 珣 卡迈勒·拉巴斯
孔令桥 雷光斌 雷莉萍 李爱农 李洪忠 李利平
李晓松 梁 栋 廖静娟 林永生 刘荣高 卢 琦
卢善龙 骆 磊 马克平 马西莫·门恩提 米湘成
南 希 牛振国 欧阳志云 覃海宁 任海保
上官冬辉 申小莉 宋晓谕 孙晓霞 汪 潇
王 宝 王 璘 王 蕾 王 力 王江浩 王卷乐
王鹏龙 王树东 王心源 王昀琛 王子峰 魏海硕
魏彦强 吴炳方 吴文斌 吴小飞 吴在兴 肖 燊
徐卫华 杨瑞霞 于仁成 于秀波 袁涌铨
子山·设拉子 张 路 张 森 张晶晶 张丽荣
张少卿 张增祥 赵莉娜 赵晓丽 郑姚闽 周正熙
朱 丽 朱 亮 朱秀林 左丽君



序 言



2015 年 9 月，在联合国成立 70 周年之际，各国元首和代表相聚纽约联合国总部，通过了《变革我们的世界：2030 年可持续发展议程》。该议程是人类社会基于历史经验和对未来共同期望所提出的全面、系统、开拓进取的发展框架，为未来 15 年全球和各国的发展指明了方向，勾画了蓝图。该议程的核心是实现全球可持续发展目标（Sustainable Development Goals, SDGs），其指标体系已被全球所接受并采取各自的国别方案积极落实。

科技创新日新月异，其在 SDGs 实施中所发挥的关键作用越发凸显。为此，联合国启动了技术促进机制（Technology Facilitation Mechanism, TFM）以凝聚科技界、企业界和利益攸关方的集体智慧，支持和促进 SDGs 的实施，使全球走上可持续发展的道路，实现人与自然的和谐相处。面对可持续发展这个人类共同的宏大使命所提出的新需求和新挑战，中国科学院作为全球科技界的一员，正在组织研究力量积极行动。

SDGs 由 17 项目标、169 项具体目标和超过 230 个指标构成。世界各个国家发展的阶段和不同国家在不同领域的发展存在各种差异，不同目标之间有着彼此相互增强或制约的关系。因此，SDGs 本身是一个复杂、多样、动态和相互关联的庞大体系。对各目标的有效度量和监测是保障 SDGs 落实最重要的环节，但如何度量这些目标仍然面临很大困难，迫切需要建立科学合理和完善的可持续发展评估指标体系。目



前只有大约 45% 的 SDGs 指标实现了既有方法又有数据, 约 39% 处于有方法无数据状态, 还有多达 16% 的 SDGs 指标既没有统一的方法也没有数据。显然, 如果在这些方面不能尽快取得进展, SDGs 的全面落实必然会大打折扣。

为有效应对上述挑战, 中国科学院启动的“地球大数据科学工程”(CASEarth) 专项科研团队围绕零饥饿、清洁饮水和卫生设施、可持续城市和社区、气候行动、水下生物、陆地生物等 6 个目标和 20 个指标, 特别是针对在数据和方法方面存在不足的指标开展了工作。这份报告所呈现的数据分析成果, 例如中国粮食生产可持续发展进程监测、“一带一路”沿线区域城镇化监测与评估、全球土地退化评估等成果, 表明地球大数据及其相关技术和方法可以为我们认识这些 SDGs 相关重大问题提供新的发展分析工具和数据依据。可以预期, 在地球大数据方面的这些示范工作的进一步开展和持续深入, 将形成对 SDGs 目标指标体系有力的数据服务和支撑。对于众多发展中国家来说, 尤其是对数据获取和处理、发展指标监测和评估方面技术能力相对薄弱的国家来说, 中国在地球大数据面向 SDGs 的应用研究方面的探索和经验具有特别重要的意义。

CASEarth 专项开展的地球大数据支撑可持续发展工作是对《变革我们的世界: 2030 年可持续发展议程》的有益贡献, 同时也为中国科学家参与和推动全球 SDGs 的落实与合作共享提供了全新的平台。感谢郭华东院士领导的团队以科技创新积极服务 SDGs 实施所付出的努力, 期待今后每年的报告中可以看到新的更出色的成果。

中国科学院院长

CASEarth 专项领导小组组长

前言



《变革我们的世界：2030 年可持续发展议程》所提出的 SDGs 在落实过程中面临四个方面的挑战：①数据缺失和指标体系动态变化；② SDGs 数目繁多且相互关联；③目标度量监测本土化问题复杂多样；④ SDGs 监测评价指标模型化存在难度。这些挑战需要科技的支撑，其中指标数据的严重不足是评估 SDGs 实现的主要挑战之一，一半以上的指标没有数据支撑。

为充分利用科技创新有效推动 SDGs 指标评估和目标实现，联合国提出了 SDGs 技术促进机制。该技术促进机制由联合国科技创新促进可持续发展目标跨机构任务组和 10 人专家组，科学、技术和创新促进可持续发展目标多利益攸关方协作论坛，以及网上平台三部分组成，以充分发挥科技创新在实现 SDGs 中的作用。SDG 技术促进机制最紧迫任务是实现对 Tier II（有方法无数据）和 Tier III（无方法无数据）数据和指标方法的突破。

作为科技创新的重要方面，大数据正在为科学研究带来新的手段和方法论。集地球科学、信息科学和空间科技等交叉融合的地球大数据，不仅来源于空间对地观测，还包括陆地、海洋、大气及与人类活动相关的数据，具备海量、多源、异构、多时相、多维度、高复杂度、非平稳、非结构化等特点，正成为我们认识地球的“新钥匙”和知识发现的“新引擎”，可在促进可持续发展中发挥重大作用。



2018年1月，中国科学院启动了A类战略性先导科技专项“地球大数据科学工程”（CASEarth），利用地球大数据支撑SDGs是其重大目标之一。SDGs，特别是地球表层与环境、资源密切相关的诸多目标，具有大尺度、周期变化的特点，地球大数据的宏观、动态监测能力可为SDGs评价提供重要手段。

CASEarth服务SDGs的主要目标包括实现地球大数据向SDGs相关应用信息的转化、为SDGs落实提供决策支持、构建地球大数据支持SDGs指标体系和集成，以及从地球系统的角度研究各目标间的关联和耦合。CASEarth根据地球大数据的优势和SDGs指标体系的特点，遴选出6个SDGs中的20个指标进行剖析，以期对11%的Tier II和10%的Tier III指标做出实质贡献。这6个SDGs分别是：零饥饿（SDG 2）、清洁饮水和卫生设施（SDG 6）、可持续城市和社区（SDG 11）、气候行动（SDG 13）、水下生物（SDG 14）和陆地生物（SDG 15）。

地球大数据支撑SDGs指标实施监测与评估主要通过三个模式来实现：①数据贡献：利用地球大数据弥补数据缺失，提供评估数据新来源；②方法模型贡献：基于地球大数据技术和模型，创立SDGs评估新方法；③决策实践贡献：提供地球大数据SDGs案例，监测SDGs指标实践进展。通过协同设计方式，充分利用多源地球大数据，采用众源采集、云数据分析、人工智能等方法，系统分析从全球到地方尺度的典型案例，构建全球和区域SDGs空间评估指标体系，动态评估相关SDGs的全球和国别进展。

《地球大数据支撑可持续发展目标报告(2019)》汇聚了围绕6个SDGs所开展的案例研究、指标建设和可持续发展状态评估。报告总结了27个典型研究案例,这些研究案例分别从全球、区域、国家、典型地区四个尺度在数据、方法模型和决策支持方面对相关SDGs所包含的目标和指标进行了深入研究和评估,提供了较为系统的方案。27个典型案例所覆盖的20个SDGs指标,在数据库建设、指标体系建设、指标进展评估等方面各有侧重。每一个典型案例首先清晰地列出对应目标和指标,然后依次从方法、所用数据、结果与分析和展望四个方面展开。从中可以看出地球大数据作为一种新的科学方法所具有的旺盛的生命力和巨大应用价值,特别是为中国和其他发展中国家和地区提供SDGs监测评估服务这种新型公共品的前景已经开始展现。本报告最后概括总结了地球大数据支撑SDGs实现的主要进展和下一步的研究重点。

近期,联合国发布了《2019年可持续发展报告》,联合国秘书长古特雷斯在该报告的前言中讲到:2030年议程在一些关键领域正在取得进展,但要更好地利用数据,在科技创新时要更加注重数字转型。联合国副秘书长刘振民在该报告中同时指出:对于一半以上的全球指标,大多数国家没有定期收集数据,要确保有足够的数据为2030年议程各方面的决策提供信息。由此可见数据的重要性和紧迫性。地球大数据有能力为SDGs的实现做出特有的贡献。

2019年9月,《地球大数据支撑可持续发展目标报告》(含12个中国案例)在联合国发布。报告“揭示了有关技术和方法对监测评估可持续发展目标的应用价值和前景,为国



际社会填补数据和方法论空白、加快落实 2030 年议程提供了新视角、新支撑”^①。该报告成为中国政府参加第 74 届联合国大会的 4 个正式文件之一和参加联合国可持续发展峰会的 2 个正式文件之一。

联合国技术促进机制是实现 SDGs 的重要基础，中国的创新驱动战略以相同的理念在推动可持续发展。作为创新科技的地球大数据，在支撑 SDGs 实现中具有巨大潜力。我们计划持续开展 SDGs 研究工作，将《地球大数据支撑可持续发展目标报告》做成年度报告，欢迎国内外领域同行合作开展研究。

本报告得到中国科学院、外交部、科技部领导和相关部门的支持，得到 CASEarth 专项领导小组和科技促进发展局的支持。白春礼院长亲自作序，张亚平副院长、徐冠华院士给予指导，外交部国际经济司黄映扬副司长，中国科学院科技促进发展局严庆局长、赵千钧副局长给予支持。CASEarth 专项总体组和专项办公室及有关项目、课题、子课题负责人给予帮助，SDGs 工作组、本报告编委会成员（即本报告作者群体）付出了辛勤的劳动。值此报告出版之际，一并向大家表示衷心感谢。

中国科学院院士
CASEarth 专项负责人
2019 年 8 月 31 日

^①外交部，中国发布《中国与联合国》以及关于气候变化、可持续发展等问题报告。

[https://www.fmprc.gov.cn/web/wjbxw_673019/t1702606.shtml?from=timeline\[2019-12-10\]](https://www.fmprc.gov.cn/web/wjbxw_673019/t1702606.shtml?from=timeline[2019-12-10])



2015 年,联合国可持续发展峰会通过了一份由 193 个会员国共同达成的成果文件,即《变革我们的世界:2030 年可持续发展议程》,旨在推进经济、社会与环境三位一体可持续协调发展。这是国际发展合作的一个重要里程碑。然而,该议程所提出的 SDGs 在实施过程中依然面临数据缺失、方法不完善、目标相互关联制约以及本地化问题多样等挑战。作为大数据的重要组成部分,地球大数据整合多源数据,通过不同学科和领域间知识与数据的交叉与集成,生成地理空间上更清晰、更丰富和更完整的信息产品,以用于复杂的、频繁的决策分析和支持,服务于 SDGs 的分析、评估和监测工作,为可持续发展做出贡献。本报告利用科技创新促进机制,结合地球大数据的优势和特点,推动地球大数据服务于 SDG 2 零饥饿、SDG 6 清洁饮水和卫生设施、SDG 11 可持续城市和社区、SDG 13 气候行动、SDG 14 水下生物和 SDG 15 陆地生物等 6 个 SDGs 指标监测与评估,在数据产品、技术方法、案例分析和决策支持方面提供研究结果。



在 SDG 2 零饥饿方面,本报告瞄准 SDG 2 中关于粮食生产的两个指标——SDG 2.3.1 按农业 / 畜牧 / 林业企业规模分类的每个劳动单位的生产量和 SDG 2.4.1 从事生产性和可持续农业的农业地区比例,综合采用国内外中高分辨率遥感卫星数据,结合农业统计数据、地面调查数据、气象站点数据等多元数据,融合遥感信息提取

模型、统计模型、生态模型等,提出了指标 / 亚指标的评估方法,并分别从全球和中国两个尺度,实现了指标 / 亚指标的评估和发展进程的监测。研究发现,近 10 年来全球单位劳动力农作物产量增加了 34%,发达国家单位劳动力农作物产量高出不发达和发展中国家数十倍,但发展中国家具有更高的增长速度。对中国粮食生产环境影响的研究发现,2000 年以来,单位产量的环境影响(用地、用水、化肥过施风险)呈降低趋势,粮食生产系统朝着更为可持续的方向发展,同时,以城镇化为主要特征的土地利用变化正施加负向影响。本报告提出,统筹农田管理与土地管理是构建可持续粮食生产体系,帮助实现 SDG 2 零饥饿目标的重要途径。



在 SDG 6 清洁饮水和卫生设施方面，本报告遴选了地球大数据技术支撑的 SDG 6.1.1 饮用水安全、SDG 6.3.2 环境水质、SDG 6.4.1 用水效率和 SDG 6.6.1 与水有关的生态系统面积变化四项指标，通过五个案例在中国和“一带一路”两个空间尺度，从数据产品和技术方法两个角度例证了地球大数据对 SDG 6 目标实现的支撑作用。

在案例中重点应用了卫星遥感、互联网、传统统计等多源数据，通过时空数据融合和模型模拟方法，实现了对中国城市饮用水安全和地表水环境的整体分析，探索了“一带一路”沿线地区典型灌区农业用水效率评价的新方法。同时基于卫星遥感影像，生产了 1990～2015 年东南亚各国 30m 空间分辨率红树林分布数据集、中亚五国 2018 年 16m 空间分辨率地表水体分布数据集，开展了涉水生态系统变化分析；发现了 1990～2015 年东南亚地区红树林面积呈减少趋势，2000～2018 年中亚五国地表水面积也呈减少趋势，“一带一路”沿线地区涉水生态系统退化问题是区域实现 SDG 6 目标的一项重大挑战。与此形成对比的是，自 2000 年以来，中国的红树林面积稳步提升，这主要得益于“退塘还林”“退塘还湿”等生态保护政策的实施，上述政策经验可以为其他国家的涉水生态系统保护提供借鉴。



在 SDG 11 可持续城市和社区方面，本报告聚焦 SDG 11.2.1 公共交通、SDG 11.3.1 城镇化、SDG 11.4.1 文化和自然遗产、SDG 11.6.2 PM2.5、SDG 11.7.1 公共空间等五个指标开展 SDG 11 指标的监测与评估。利用地球大数据，突破了以传统统计数据为主的限制，提高了 SDGs 指标评价的时空分辨率；通过集成地球大数据科

学技术方法，率先实现了 SDG 11 的中国本地化实践评价；基于合成孔径雷达（SAR）和光学影像融合生产了 2015 年全球 10m 分辨率不透水面遥感产品，其精度优于 86%，解决了土地消耗率与人口增长率比率（SDG 11.3.1）指标监测数据缺失问题；实现了“一带一路”沿线区域 1500 个城市 1990～2015 年每五年 SDG 11.3.1 指标监测与评估，揭示了该地区发展中国家的指标变化（从 1990～1995 年的 1.24 增加到 2010～2015 年的 2.67），表明“一带一路”沿线区域发展中国家土地城镇化和人口城镇化协调发展面临重大挑战；基于中国区域公共交通信息数据、中国城市扩张数据、自然文化遗产数据、PM2.5 监测产品、城市建成区公共空间面积等指标评

价数据集,实现了中国城市可持续发展综合评价。通过 SDG 11 指标评估与进程监测,本报告中的相关案例研究完善了城市可持续发展指标体系,提出了“加大单位面积资金投入,保护和捍卫世界文化和自然遗产”新的评价指标和方法;建议修改 SDG 11.3.1 评价方法,以便更好地反映人口负增长或停滞地区土地城镇化和人口城镇化的关系。



在 SDG 13 气候行动方面,本报告聚焦 SDG 13.1.1 每 10 万人当中因灾害死亡、失踪和直接受影响的人数和 SDG 13.3 加强气候响应认知能力两个方面,利用地球大数据技术提供的数据集和模型方法,开展 SDG 13 指标监测与评估,为全球提供中国在 SDG 13 指标监测中的数据产品、方法模型、决策支持三个方面的贡献。生产了“一带一路”沿线国家和地区的灾害损失数据产品,分析各灾种的灾害损失动态变化,为评价“一带一路”沿线国家和地区在抵御或减少灾害损失方面的落实提供决策支持;构建全球尺度温室气体(CO_2)基于时序数据拟合的异常变化检测方法,生产全球大气卫星监测 CO_2 时空连续数据产品,并结合“一带一路”沿线冰川面积时空变化监测产品、北极海冰预测产品,监测与分析“一带一路”沿线及北极冰雪、全球温室气体排放的动态,为评价各国在全球减排控温目标方面的落实提供决策支持。



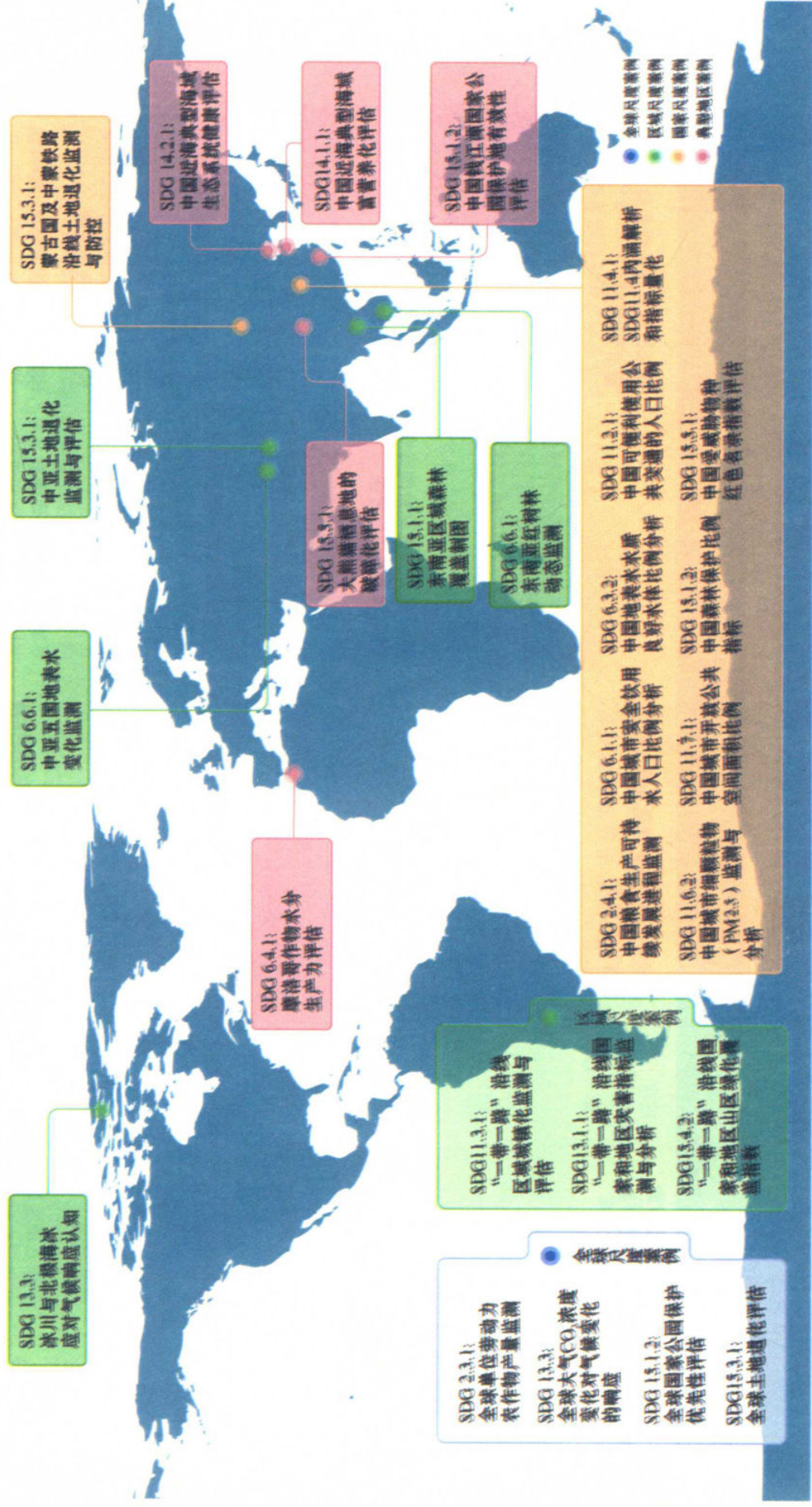
在 SDG 14 水下生物方面,聚焦 SDG 14.1.1、SDG 14.2.1 两个指标,综合采用中国近海典型海域的营养盐、叶绿素、生物量、溶解氧等理化指标,以及国家海洋监测相关部门的公报或公开发表数据,重点开展了方法模型构建与优化等研究工作。基于压力-状态-响应框架构建了适用于中国近海富营养化评估的综合评价体系和模型,科学评估了中国近海不同尺度海域的富营养化现状,可为中国近海营养盐污染和富营养化现状管理提供科学依据与技术支撑;基于胶州湾长时间序列观测数据,优化了卡片式生态系统健康评估方法,并开展了中国近海典型海湾的生态系统健康试验性评估;通过进一步推广相关技术的业务化应用,有望为近海环境保护和管理提供决策支持,有效推动 SDG 14 指标完成和目标实现。



在 SDG 15 陆地生物方面，本报告以 SDG 15.1.1 森林面积、SDG 15.1.2 保护区内陆地和淡水生物多样性的的重要场地所占比例、SDG 15.3.1 已退化土地面积、SDG 15.4.2 山区绿化覆盖指数与 SDG 15.5.1 红色名录指数等五个指标为主要研究对象，从全球、区域、国家及典型地区多个尺度汇集了 10 个案例开展评价与监测，从数据产品、方法模型与决策支持多个维度为 SDG 15 的实现做出贡献。综合利用地球大数据方法，获取了“一带一路”沿线国家和地区山区绿化覆盖指数、中南半岛森林覆盖、中国森林生态系统保护关键区域等科学数据，揭示了长时空序列的区域森林和绿地分布与变化，发现林地变化的区域差异和驱动因素，指出中国的森林保护空缺区域。建立了地球大数据支撑全球土地退化评估方法体系，发现全球 77 个国家土地退化面积大于土地恢复面积，2030 年 SDG 15.3 的实现面临严重挑战，中国土地净恢复面积全球占比 18.24%，为全球土地退化零增长做出了重要贡献。通过大熊猫栖息地的破碎化评估，发现 1976～2013 年大熊猫栖息地面积缩小且更加破碎化，提出应综合考虑保护物种的种群数量和栖息地环境的保护建议。基于红色名录指数评估，发现 2004～2017 年中国高等植物和陆生哺乳动物的红色名录指数呈上升趋势，鸟类的红色名录指数呈下降趋势，濒危状态进一步恶化，并指出威胁原因。

本报告重点围绕上述 6 个 SDGs 中的 20 个 SDGs 指标总结了 27 个研究案例，从典型地区、国家、区域、全球四个尺度在数据产品、方法模型和决策支持方面对相关 SDGs 目标和指标进行了深入研究和评估，取得了重要进展。本报告展现了地球大数据在支撑 SDGs 指标监测与评估方面的巨大应用价值与潜力，对 SDGs 决策部门和相关学术领域具有重要参考价值。

地球大数据支撑可持续发展目标案例全球分布图





地球大数据支撑可持续发展目标案例汇总表

对应指标	案例名称	研究区域	数据产品	方法模型	决策支持
SDG 2.3.1	全球单位劳动力农作物产量监测	全球	全球大宗粮油作物产量及单位劳动力农作物生产量	—	揭示区域发展趋势差异，提出重点关注区域
SDG 2.4.1	中国粮食生产可持续发展进程监测	中国	—	融合多元数据多学科模型的土地生产力、水资源利用和化肥施用风险亚指标评估方法	实现中国耕地利用可持续进程监测及驱动因素贡献评估，提出构建更为可持续粮食生产系统的措施
SDG 6.1.1	中国城市安全饮用水人口比例分析	中国	—	基于多源数据融合的安全饮用水人口分析方法	中国饮用水供给安全管理能力提升的政策建议
SDG 6.3.2	中国地表水质良好水体比例分析	中国	2016年、2017年中国省级地表水质良好水体比例	—	—
SDG 6.4.1	摩洛哥作物水分生产力评估	摩洛哥西迪本努尔典型灌区	—	基于地球大数据的面向农业灌区水资源管理的作物水分生产力估算方法	面向水资源优化管理的作物水分生产力评估
SDG 6.6.1	东南亚红树林动态监测	东南亚	1990~2015年东南亚地区红树林分布数据集	—	为东南亚地区国家涉水生态系统保护提供数据支撑
SDG 6.6.1	中亚五国地表水变化监测	中亚	中亚五国 2018 年地表水面数据集	—	为中亚地区国家涉水生态系统保护提供数据支撑
SDG 11.2.1	中国便利使用公共交通的人口比例	中国	中国区域公共交通信息数据	基于交通空间数据的指标测算方法	为开展中国尺度城市可持续发展综合评价提供数据支撑