

## 【SDG 中心“两计划一基金”项目系列成果（十二）】SDG 11.4 进展评估：卫星感知世界文化遗产保护态势

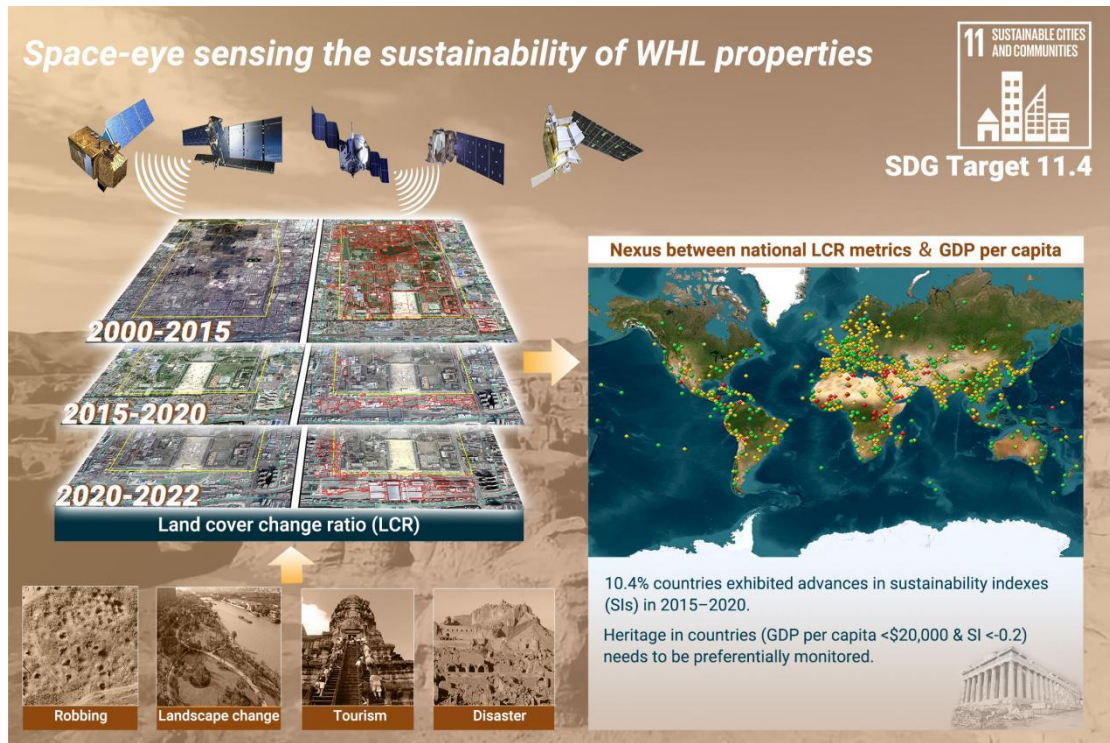


图 1 图文摘要

近期，可持续发展大数据国际研究中心（SDG 中心）在世界文化遗产 SDG 11.4 进展评估方面取得进展，相关成果以 SDG 中心创新研究计划 (CBAS2022IRP06) 为第一资助发表于《The Innovation》（IF=32.1）。SDG 中心郭华东院士为论文第一作者，陈富龙研究员为论文通讯作者。

作为全人类共同且不可再生的物质文化财富，世界文化遗产是揭示人地关系内在规律和培育绿色旅游产业的重要载体。全球变化和人类活动的双重加剧，导致世界遗产的渐变、突变影响交织共振，致使遗产可持续发展面临挑战。传统方法因统计年鉴数据缺失和遗产退化成因不明等一系列问题，制约着联合国可持续发展目标（SDG）11.4 的进展评估。

针对上述问题，SDG 中心郭华东院士和陈富龙研究员带领的科研团队，立足遥感对地观测等数字技术，提出了集遗产边界提取、遗产属性分类、土地覆盖变化率（LCR）指标测算、LCR 与社会经济关联、可持续发展（SI）指标进展评估的技术方法（图 2）。

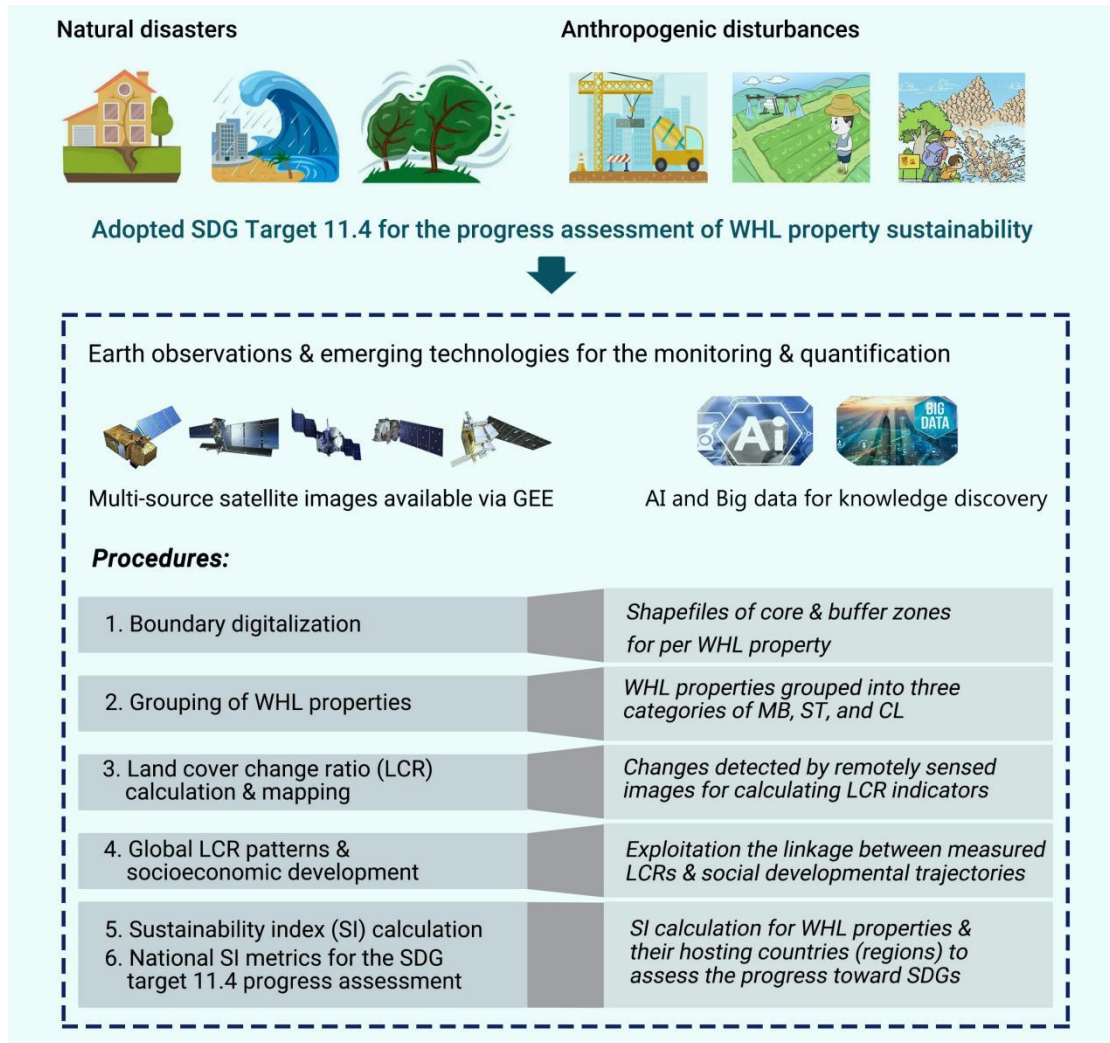


图 2 融合遥感对地观测等前沿数字技术，精细刻画土地覆盖变化及其对世界文化遗产的影响，形成系统评估 SDG 11.4 指标进展的解决方案

参照 UNESCO 世界遗产中心官网的数字资料和 Google 地球的高分辨率遥感影像，本研究对全球 589 项世界文化遗产（包括 431 项 MB-纪念碑和建筑群、114 项 ST-古遗址和 44 项 CL-文化景观）保护范围的边界进行识别与提取；采用遥感大数据影像智能分类方法，核算了 2015~2020 年遗产地-国别-区域三个尺度的 LCR 监测指标。

研究发现，LCR 指标可用于定量描述社会经济和政策导向等复杂因素对世界文化遗产可持续发展的影响，不同属性的世界文化遗产 LCR 值呈现出显著的空间分异性。相较于其他，MB 类型文化遗产因广泛分布于城市社区，土地覆盖变化驱动相对强烈，表征为“偏高” LCR 值（图 3）。因采用分级管控措施，589 项世界遗产地 LCR 值呈现分级差异性；例如在 LCR 在  $[> 1\%, 0.5 - 1\%, 0.1 - 0.49\%$

和  $<0.1\%$  区间，遗产区的百分占比为 3%、6%、25%和 66% vs. 缓冲区的 10%、12%、20%和 58%。

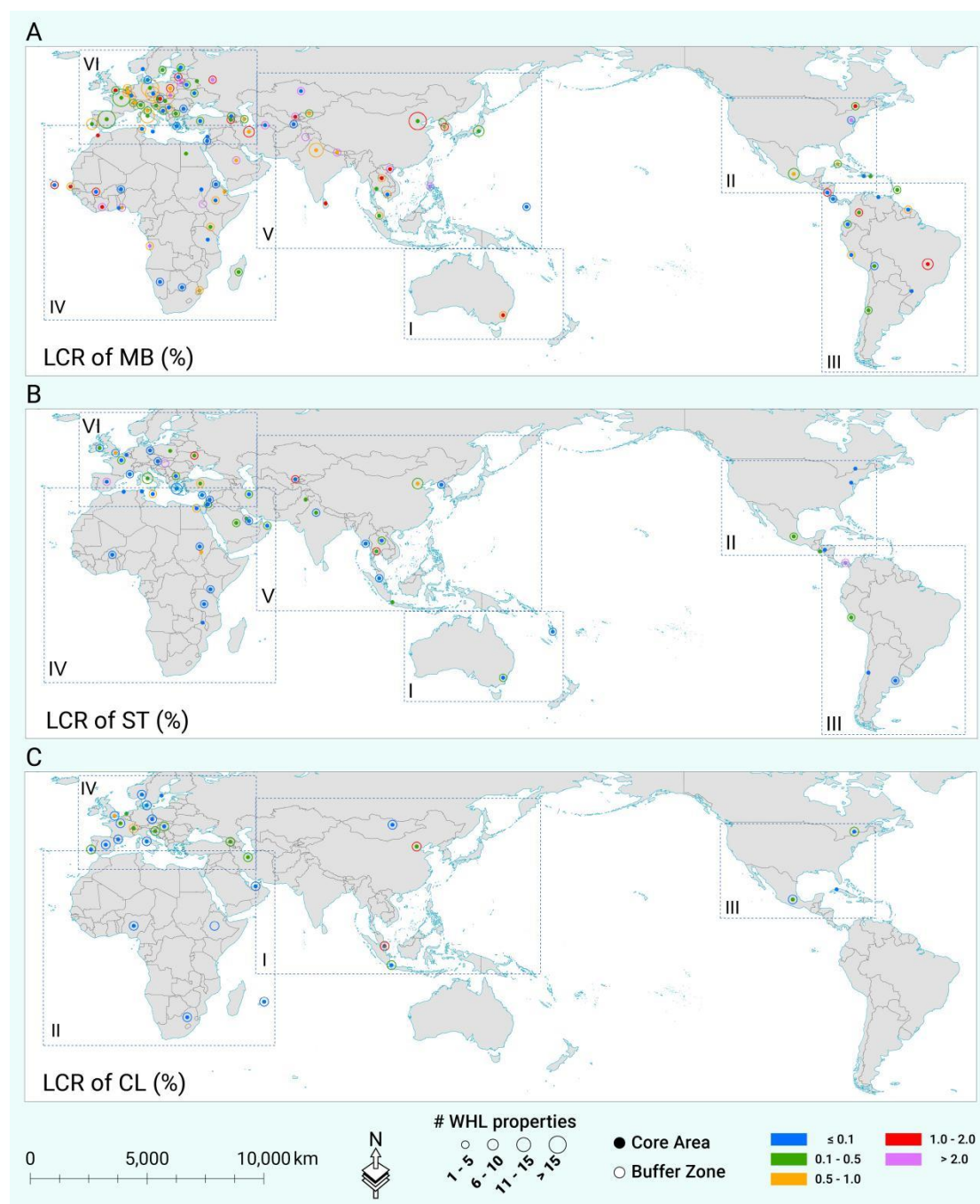


图 3. 国别尺度世界文化遗产 (Core area-遗产区和 Buffer zone-缓冲区) 的土地覆盖变化率 (LCR) 指标空间分布图: (A) MB-纪念碑和建筑群; (B) ST-古遗址; (C) CL-文化景观

参考世界银行人均收入标准，研究采用人均 GDP 作为代用指标，对世界遗产所在的 115 个联合国成员国的遗产管理水平进行层级分类，包括管理无序 (MD)、开发优先 (DD)、开发利用并重 (DU)、保护利用 (CU) 四大类。

分析发现国别尺度 LCR 值与社会经济发展水平高度关联（图 4）：1）MD 阶段（人均 GDP 少于 5100 美元），成员国因缺少经济投入，世界遗产呈现无序管理和任意占用并存模式，缓冲区 LCR>1.0% 成员国的百分占比高达 25.5%。2）DD 阶段（人均 GDP 5100~12000 美元），成员国遗产管理以区域开发优先，缓冲区 LCR>1.0% 的成员国的百分占比为 13%。3）随着成员国步入 DU 阶段（人均 GDP 12000~30000 美元）以及 CU 阶段（人均 GDP >30000 美元），世界遗产保护与利用在成员国日益深入人心；例如 CU 阶段遗产区 LCR>1.0% 成员国的百分占比相较于 MD 阶段下降幅度高达 50% 以上。

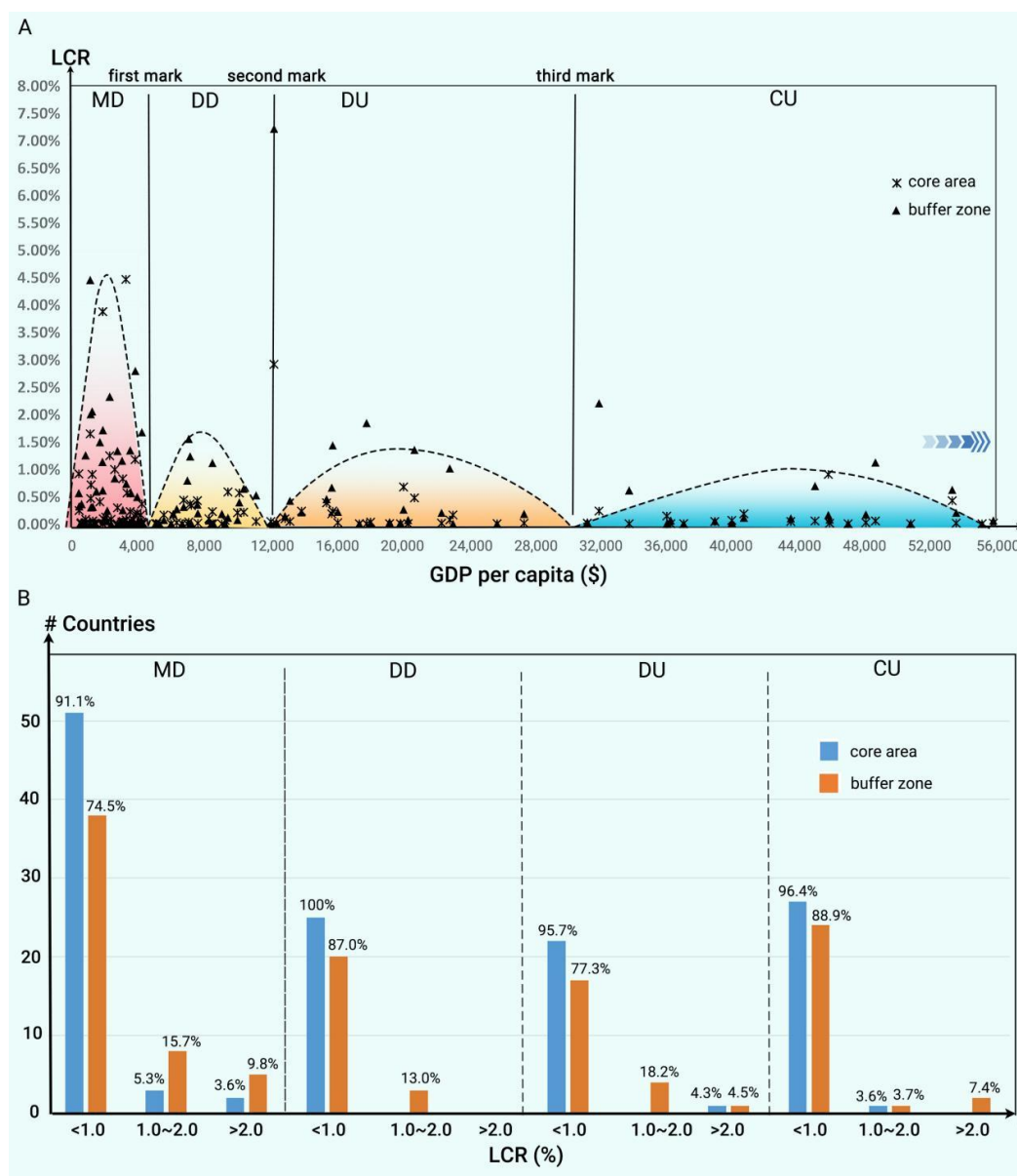


图 4. 成员国世界文化遗产保护发展轨迹与社会经济高度关联。(A) MD、DD、DU 和 CU 分别表征世界遗产“管理无序、开发优先、开发利用并重、保护利用”四个阶段，LCR 随着成员国人均 GDP 增长呈现降低趋势。(B) LCR 统计数值在四个社会发展阶段的定量表达

本研究对国别 LCR 指标进行计算映射，获得了国别尺度世界遗产可持续发展（SI）的相对指标；通过与社会经济指标的解析建模与数值拟合，获得了 2015 基准年和 2020 更新年百分制 SI 指标。研究发现，只有 10.4% 的成员国世界文化遗产保护呈现正向发展态势，20% 表征为停滞；而其余 69.6% 的成员国则因建成区或农用地对遗产地的侵占，SI 呈现退化趋势。相较于欠发达国家聚集的非洲（百分制 SI 平均值为 24.1），欧洲和北美经济发达，2020 更新年百分制 SI 平均值为 65.7（图 5）；结果再次验证了社会经济发展水平的提升对世界遗产保护的促进作用。

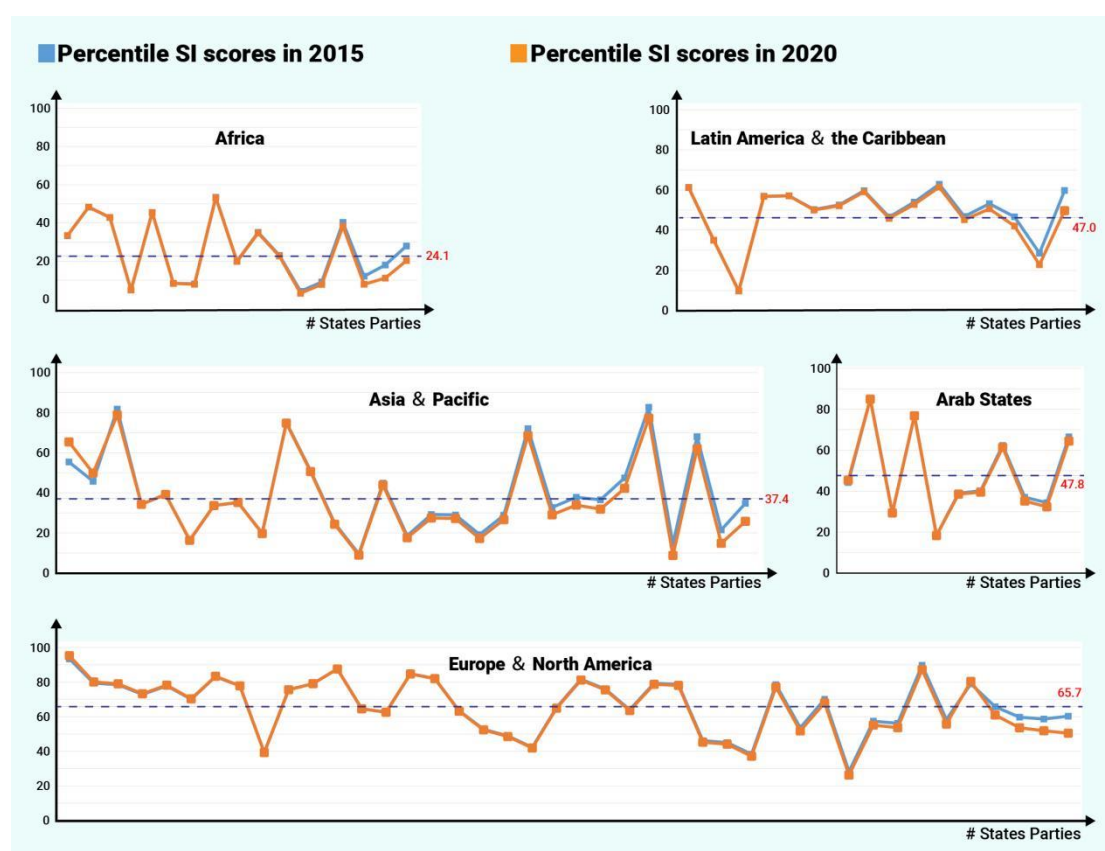


图 5. 成员国 2015 基准年和 2020 更新年百分制 SI 指标，虚线表征 2020 更新年地区指标的平均值

本研究提出了利用遥感大数据智能监测世界遗产土地覆盖变化与 SI 关联指标进展评估的方法，缓解了联合国成员国多年来在世界遗产保护领域的的数据缺失问题，为 SDG 11.4 进展评估提供了科学的数据和方法的借鉴。研究建议：优先监测人均 GDP 低于 20000 美元且 SI 相对指标低于 -0.2 的成员国（ $\circ$ ）的世界文化遗产，关于由土地覆盖变化引发的世界文化遗产退化或损失等不可逆的风险要重点关注。

