

半干旱河谷盆地生态系统服务权衡及束的情景模拟

刘佳敏、裴修侗、朱万阳、焦继宗

兰州大学

摘要：快速城市化过程中生态系统服务（ES）发生了显著变化严重影响着生态系统的可持续发展。然而，目前缺少对未来不同情景下 ES 之间权衡协同关系和 ES 束空间分布格局的描述。本文基于 CNN-LSTM-CA 和 InVEST 模型，预测并分析半干旱区河谷型城市兰州 2000 - 2030 年不同情景下 4 种 ES（土壤保持(SR)、水源涵养、碳储量(CS)和生境质量(HQ)）的时空分异特征。采用 SPSS 模型分析 ES 之间的权衡与协同关系，利用聚类分析识别了不同尺度下的生态系统服务束。（1）CNN-LSTM-CA 模型以 0.93 的高精度预测了 2030 年研究区的土地利用变化，同时完成了以 ES 分别参与政策情景设定和优化目标的多过程研究。（2）2000-2020 年研究区碳储量和水源涵养呈减少趋势，土壤保持和生境质量呈增加趋势。2030 年生态优先情景下 ES 退化最慢。东北部地区 ES 能力明显高于西南部地区，因为东部山区是提供多种服务的高价值区域。（3）研究区 ES 之权衡和协同关系相对平均。权衡发生在土壤保持与其他 ES 之间，且 CPS 下的权衡关系最为显著。（4）不同尺度下 ES 束的时空分布具有显著差异。尺度越粗糙，ES 束的数量趋于下降，且 ES 束在一定程度上随着时间的推移在空间上越来越集中。本研究可以为国土空间规划和生态系统的可持续发展提供更为全面的科学建议与支撑。

关键词：生态系统服务、深度学习、半干旱区、权衡与协同、ES 束、情景模拟