

## 一种用于监测草地灌丛化的新型遥感指数

摘要：草原灌丛化是全球干旱与半干旱地区广泛存在的问题，对生态环境和畜牧业生产构成了严重威胁。准确估算灌丛覆盖度对于评估灌丛化的范围及其动态变化至关重要，尤其是在受影响严重的典型草原区域。然而，由于灌丛通常植株低矮，并与草本植被混生，利用中低分辨率卫星传感器对这一过程进行监测面临较大挑战。为解决这一问题，本研究通过对对灌丛覆盖敏感的光学遥感与合成孔径雷达（SAR）遥感特征进行数学变换与集成，构建了典型草原灌丛化指数（SSEI）。SSEI 利用灌丛与草本植被之间的物候差异，识别最佳监测时间窗口，从而有效增强灌丛的弱信号。结果表明，SSEI 与灌丛覆盖度之间具有显著更高的相关性（ $R = 0.76$ ,  $p < 0.01$ ,  $n = 758$ ），且偏差更低（ $RMSE = 3.5\%$ ,  $MAE = 2.75\%$ ），其性能明显优于单一遥感特征，并对灌丛覆盖变化表现出更高敏感性。当灌丛覆盖度达到 10% 以上时，该指数能够准确区分灌丛化草地与无灌丛草地。此外，本研究还引入了相对植被体积散射  $q$  因子，对 SSEI 进行补充，通过简单阈值即可有效区分灌丛化区域与割草地。本研究表明，在中低分辨率条件下，融合光学与微波遥感数据对于异质景观中的灌丛覆盖提取具有重要价值。由于无需训练样本或复杂参数化过程，SSEI 为大范围草原灌丛化监测提供了一种高效且实用的工具。