

10.可再生资源利用与可持续发展

我国太阳能发电的时空稳定性及潜在风险

李润奎、郭靖娴

中国科学院大学

摘要：我国太阳能发电占比正在快速提升，但频发的极端天气事件引发的强烈不稳定性，使我国可再生能源利用面临巨大的气候风险。在此背景下，掌握我国太阳能发电的时空不稳定性和不利天气事件的时空特征，识别太阳能发电关键风险区及其风险时空演变规律，对于优化我国太阳能发电产业发展策略，主动应对气候风险、保障国家能源安全具有重要意义。本研究以 1981-2022 年的 ERA5-Land 再分析资料为基础，通过对我国地表太阳辐射时空动态特征的分析，构建太阳能资源稳定性指标，定量评估全国范围内太阳能资源的不稳定度；定义并提取了极端少光事件，并通过事件频次和持续时间两个指标评估不同地区极端事件的强度；利用 Mann-Kendall 检验法和 Sen's slope 趋势分析法，检验近 42 年太阳能资源与极端少光事件的变化趋势，并结合 Pettitt 突变检验确定变化趋势发生转折的时期；通过时空聚类等方法，进一步揭示了我国太阳能发电风险的空间分布格局及其变化趋势；对我国安全、合理、高效利用太阳能资源提出了相关的布局策略思考。结果发现，（1）我国太阳能资源具有明显的时间波动性和空间异质性，青藏高原和西北地区的太阳能资源明显高于东北地区 and 南部地区。不同年份的资源整体格局较为稳定，但在局部地区存在明显波动。青藏高原的太阳能资源呈减少趋势，而新疆、东北平原、长江流域和东南沿海地区的太阳能资源呈增加趋势；（2）我国太阳能资源的不稳定度具有区域性差异。西北和东北地区的普遍较为稳定，且年际变化不大，长江流域和东南沿海地区不稳定性较强；（3）极端少光事件的时空聚集性显著，其分布格局与太阳能资源及其不稳定度的分布契合，事件频次和持续时间在空间分布上均呈现明显的季节性差异；（4）我国光伏发电气候风险自西北向东南递增，且阶梯状明显。研究结果可为太阳能发电优化选址、应急调配、储能配比、多能互补等关键布局提供科学依据和数据支撑，对我国可再生能源发电产业适应气候变化、优化布局具有参考意义。

关键词：太阳能发电、不稳定性、气候风险、时空特征、优化布局