

青藏高原生态环境演变与人类活动的关系研究的回顾、进展与展望

师晟翔¹, 张 瑞^{2,3}, 李 婷^{2,3}, 苗培培^{2*}

¹山东理工大学建筑工程与空间信息学院, 山东 淄博

²云南师范大学地理学部, 云南 昆明

³西部资源环境地理信息技术教育部工程研究中心, 云南 昆明

收稿日期: 2025年7月7日; 录用日期: 2025年9月2日; 发布日期: 2025年10月21日

摘 要

青藏高原地带生态环境敏感脆弱, 极易受到全球环境变化的影响。在气候变化与人类活动的双重交织下, 青藏高原的生态格局发生剧烈演变, 影响了其作为生态安全屏障的功能。人类活动压力比气候变化的影响要强烈得多, 对青藏高原生态可持续发展及实现SDGs目标造成巨大威胁, 约束和管控人类活动对于生态保护和可持续发展及管理至关重要。因此, 本研究以城市化进程、道路建设、旅游业发展、耕作等人类活动为关键词在Web of Science核心数据库中检索得到1185篇论文, 并采用CiteSpace软件进行了文献计量分析, 以期从宏观上了解人类活动对青藏高原区域以及全球生态环境的影响。结果表明: (1) 2013~2022年, 该领域的出版物数量快速增长, 具有较高的发展潜力。(2) 气候变化、土地利用、碳、遥感影像、中国、影响、保护和管理是频繁出现的关键词; 其中, 自2018年以来, 气候变化受到越来越多的研究关注。(3) 人类活动对地表植被、水资源和土壤质量造成了负面影响, 尤其是草地的净初级生产力(NPP); 但其中气候变化和人类活动也对草地生态系统的健康和稳定性产生了重要影响。(4) 多项研究证实, 适当的生态保护和管理措施可以有效地恢复和增强青藏高原的生态功能。本文的研究成果将有助于研究人员和利益相关方对该研究领域有一个快速、全面的认识, 从而为青藏高原的可持续发展做出贡献。(5) 未来研究应进一步提高青藏高原数据的准确性, 评估和防范人类活动造成的生态风险, 研究人类活动对土地利用/覆被变化及生态环境的影响, 探索气候变化与人类活动对生态环境的相互作用。

关键词

人类活动, 生态环境, 文献计量学, 青藏高原

*通讯作者。

A Review, Progress, and Outlook on the Relationship Between Ecological Environment Evolution and Human Activities on the Qinghai-Xizang Plateau

Shengxiang Shi¹, Rui Zhang^{2,3}, Ting Li^{2,3}, Peipei Maio^{2*}

¹School of Civil Engineering and Geomatics, Shandong University of Technology, Zibo Shandong

²Faculty of Geography, Yunnan Normal University, Kunming Yunnan

³GIS Technology Research Center of Resource and Environmental Western China of Ministry of Education Normal University, Kunming Yunnan

Received: July 7, 2025; accepted: September 2, 2025; published: October 21, 2025

Abstract

The Qinghai-Xizang Plateau region features a sensitive and fragile ecological environment that is highly susceptible to global environmental changes. Under the combined influence of climate change and human activities, the ecological structure of the Qinghai-Xizang Plateau has undergone significant transformations, impacting its function as an ecological security barrier. The pressure exerted by human activities far exceeds the impact of climate change, posing a major threat to the ecological sustainability and the achievement of Sustainable Development Goals (SDGs) in the Qinghai-Xizang Plateau region. Constraining and managing human activities are crucial for ecological conservation, sustainable development, and effective management. Therefore, this study searched the Web of Science core database using keywords such as urbanisation, road construction, tourism development, and agriculture, yielding a total of 1,185 papers. Subsequently, CiteSpace software was used for bibliometric analysis to gain a macro-level understanding of the impact of human activities on the ecological environment of the Qinghai-Xizang Plateau region and the global ecosystem. The research results indicate: (1) Between 2013 and 2022, the number of papers in this field grew rapidly, indicating its high research potential. (2) High-frequency keywords include climate change, land use, carbon, remote sensing imagery, China, impact, protection, and management; among these, climate change has garnered increasing research attention since 2018. (3) Human activities have had negative impacts on surface vegetation, water resources, and soil quality, particularly significantly affecting grassland net primary productivity (NPP); however, climate change and human activities have also significantly impacted the health and stability of grassland ecosystems. (4) Multiple studies have confirmed that appropriate ecological protection and management measures can effectively restore and enhance the ecological functions of the Qinghai-Xizang Plateau. The findings of this study will help researchers and stakeholders quickly and comprehensively understand this research field, thereby promoting the sustainable development of the Qinghai-Xizang Plateau. (5) Future research should further improve the accuracy of data on the Qinghai-Xizang Plateau, assess and mitigate ecological risks caused by human activities, study the impact of human activities on land use/cover changes and ecological environments, and explore the interactions between climate change and human activities on ecological environments.

Keywords

Human Activities, Ecological Environment, Bibliometrics, Qinghai-Xizang Plateau (QTP)

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

青藏高原作为全球最高的高原，其具有独特的生态系统和丰富的生物多样性[1]。其独特的高寒草地生态在应对全球气候变暖 and 预防生物多样性损失方面具有重要作用。然而，独特的高寒环境也使得此地生态系统显得格外脆弱，极易受到气候变化和人类活动的影响，一经破坏难以依据自身的恢复能力来进行自我修复[2]。近年来，畜牧业活动的加强、城镇化进程的加快、旅游产业的蓬勃发展以及重大基础设施工程建设等人类活动行为已成为影响青藏高原环境变化的主要因素[3]，使得当地的生态平衡遭受到严重挑战[4]。十几年来，国家和当地政府投入大量的资金来实施了一系列生态保护与恢复工程，如三江源生态工程保护，但青藏高原的生态系统仍未达到理想状态，生态退化的问题并未得到根本遏制[5]。当前研究表明，青藏高原部分地区已经呈现出了明显的土地退化和生物多样性减少的迹象[6]。随着人类活动的加剧，部分地区的生态系统显然已经遭受到不可逆的损伤。例如，铁路、公路以及各种基础设施的修建，尽管对于区域经济发展和人民生活提供了便利，但也由此产生了一系列严重的生态问题[7]。过度放牧是导致青藏高原生态环境受损的主要原因，这不仅对当地的生态环境造成了威胁，也对人们的生活带来了挑战[8]。

目前大量的研究表明人类活动是影响青藏高原环境变化最活跃的因素[9]。科学认识现代人类活动(如农牧业发展、城镇化、工业化、重大基础设施工程建设、生态工程建设、国家公园建设等)与环境变化相互作用规律的基础上[10][11]，对青藏高原人类活动的方式与模式进行合理调控，对规避青藏高原未来的生态环境风险和应对生态环境变化具有非常重要的科学意义和学术价值。

为掌握青藏高原人类活动与生态环境研究的热点和前沿，把握学科发展的战略机遇，本研究基于在 Web of Science 核心数据库中检索得到 1185 篇论文，采用文献计量学方法、数据库分析工具和文本挖掘工具，筛选出有关青藏高原人类活动对生态环境的影响的相关论文，对其国别、研究机构、主题词聚类等进行可视化知识图谱分析，从而探析大气科学领域的研究热点和前沿研究态势，为中国大气科学领域的研究布局提供客观参考依据。

2. 数据来源与研究方法

2.1. 数据来源

为确保文献样本的科学性与代表性，本研究以“Web of Science 核心合集”数据库作为主要检索平台，构建主题检索式 $TS = ("Tibetan Plateau" OR "Qinghai-Tibet Plateau") AND ("human activity" OR "human activities" OR "anthropogenic impact" OR "urbanization" OR "road construction" OR "tourism" OR "agriculture" OR "grazing")$ ，限定文献发表时间为 1990 年 1 月 1 日至 2023 年 9 月 5 日。经初步检索后，获取相关文献共计约 1500 余篇。为进一步提升数据质量，采用 CiteSpace 软件进行数据精炼、去重及清洗，最终筛选出符合研究主题的学术文献 1185 篇，涵盖期刊论文、会议论文及少量其他类型学术文献，确保样本覆盖了青藏高原人类活动研究的代表性成果。

2.2. 研究方法

本研究采用文献计量学方法，结合 CiteSpace 知识图谱可视化软件对筛选的 1185 篇文献进行定量与

定性分析，旨在系统揭示青藏高原人类活动研究的学术脉络与发展趋势。具体研究方法如下。

文献计量分析：通过 CiteSpace 软件对文献的发文量、发文国家/地区、发文机构、关键词共现等进行统计分析，梳理 1990 年以来青藏高原人类活动研究的总体发展态势，揭示研究领域的核心机构、合作网络及高频研究主题。

主题词提取与聚类分析：利用 CiteSpace 提供的文本挖掘技术，从文献的题名和摘要中提取高频主题词，并进行关键词共现分析与聚类分析，归纳研究热点及关键议题，识别气候变化、土地利用、生态保护等核心研究领域。

研究前沿与趋势展望：基于关键词突现分析与时间线图谱，探析青藏高原人类活动研究的动态演变，总结当前研究前沿，并对未来研究方向(如数据精度提升、生态风险评估、气候变化与人类活动交互作用等)提出展望。

3. 研究态势分析

3.1. 发文趋势分析

从图 1 中数据可以观察到，从 2013 年开始，关于“人类活动”和“青藏高原”的文献数量和被引频次呈现急剧上升的趋势。这一变化可能与全球气候变化意识的增强、生态保护意识的加强和青藏高原的生态战略地位不断提升有关。随着全球气候变化和生态保护意识的加强，预期未来将有更多的研究聚焦于青藏高原的生态保护、可持续发展策略以及与人类活动相互作用的深入探讨。

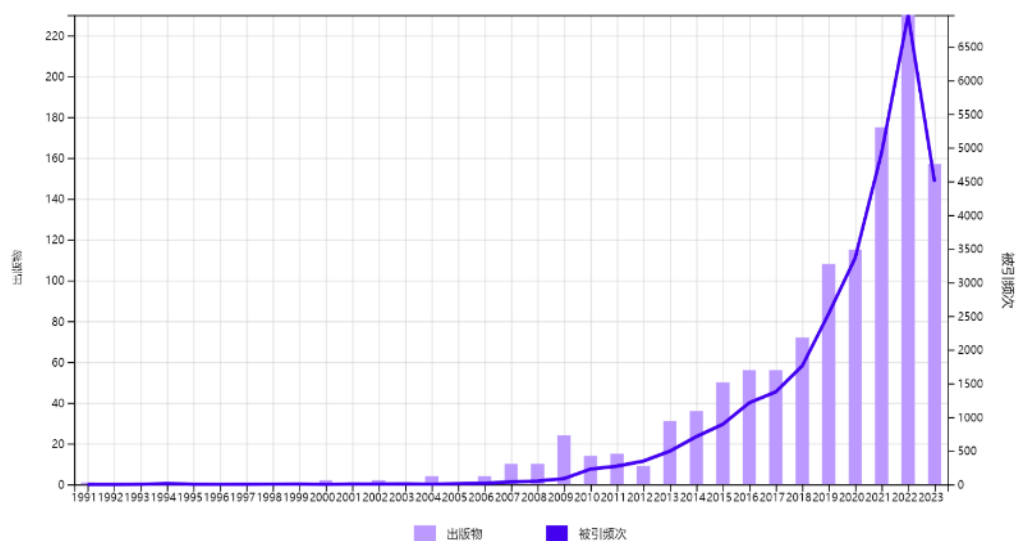


Figure 1. Distribution of publications (literature) and citation frequency by year
图 1. 逐年出版物(文献)和被引频次分布

3.2. 国家和地区发文特征分析

对于青藏高原与人类活动研究，接下来我们看国家和地区合作网络，这不仅反映了近年来科学界对此主题的兴趣和重视程度，还展现了各国和地区间的合作与发展趋势。从上图可以看出，中、美、德、加、英、澳等国家是该研究领域的主要贡献者。其中，因为青藏高原主要位于中国境内，对中国的影响最深远，因此中国科研机构 and 学者在对青藏高原与人类活动研究中占有绝对的领导地位。但也可以看出，随着时间的推移，越来越多的国家开始加入到这一研究领域中，形成了一个全球的研究合作网络。此外，

还可以观察到中国与加拿大、美国、丹麦、尼泊尔、日本、芬兰等国家合作紧密，美国、瑞士、印度、德国、英国等合作关系也很强，这表明在青藏高原研究领域存在国际合作的网络化趋势。连线的粗细代表了合作的强度与频次。一些节点之间的连线较粗，说明这些作者或机构之间的合作较为紧密，他们可能在多个研究项目或论文中共同合作。除了已经形成的合作网络，图中还可能显示出一些新兴的合作伙伴关系，值得我们进一步关注。除此之外，图 2 可以看到美国和加拿大分别从 1993~2011 和 2009~2015，短时间大量发文，集中进行人类活动和青藏高原的研究，其研究主要集中在气候变化和土地利用变化，利用遥感影像数据进行分析。

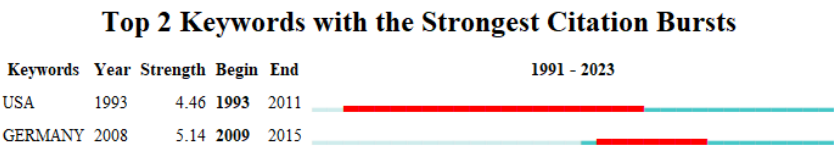
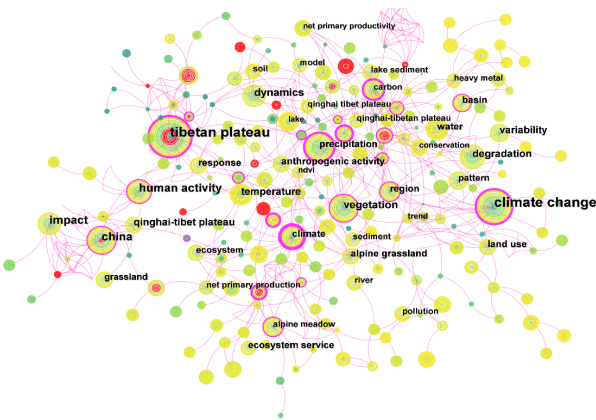


Figure 2. The United States, Germany, a large number of articles appeared in a short period of time
图 2. 美国，德国，短时间内大量发文突现

3.3. 知识图谱分析

为深入剖析青藏高原人类活动研究领域的学术格局，本研究利用 CiteSpace 软件对 1185 篇文献进行关键词共现分析，生成知识图谱(见图 3)。如图 3 显所示图谱中，圆圈大小反映关键词出现频率，圆圈越大，表明该关键词在研究中被引用的频次越高；圆圈边缘厚度代表研究热度，边缘越厚，表明该主题在近年研究中关注度越高；圆圈外圈色度表示关键词首次出现或高频出现的年份，外圈色度较新的关键词代表最新研究热点。节点间连接线的密集程度则反映关键词间的关联强度，连接越密集，表明相关性越强。研究关键词以“Tibetan Plateau”(青藏高原)、“human activity”(人类活动)、“climate change”(气候变化)、“ecosystem”(生态系统)及“net primary production”(净初级生产力)等为核心节点，其中“climate change”与“human activity”节点规模最大，凸显其作为研究领域的核心议题。其他高频关键词如“land use”(土地利用)、“vegetation”(植被)、“NDVI”(归一化植被指数)及“soil”(土壤)形成紧密关联网络，反映出生态响应与环境管理是当前研究重点。自 2018 年起，“climate change”节点外圈色度加深，表明气候变化相关研究显著升温。图 2 进一步呈现关键词的时序演变，突现分析显示，“precipitation”(降水)、“carbon”(碳循环)及“degradation”(退化)等关键词在近十年内逐渐突出，预示着水文过程、碳汇功能及生态退化问题成为新的研究前沿。此外，“impact”(影响)与“response”(响应)节点在时间轴上的持续演进，提示研究从单一因果分析向多因素交互机制的方向深化。



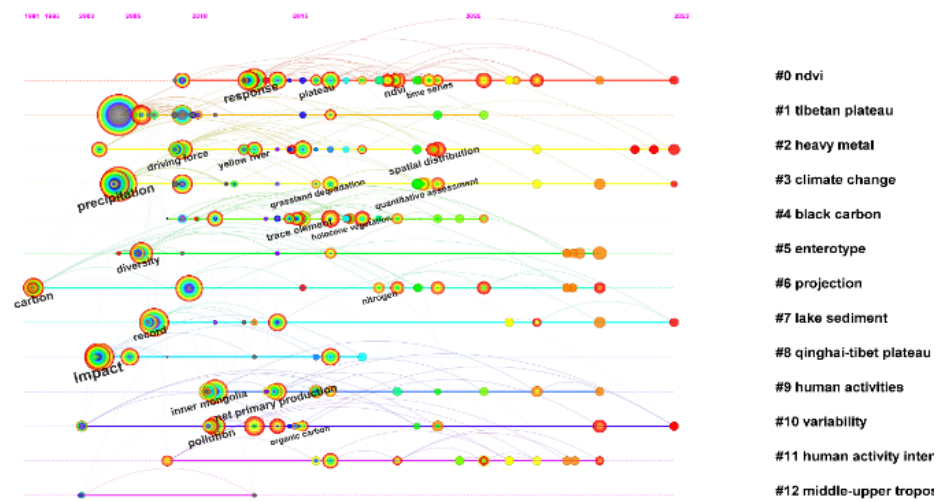


Figure 3. Keyword co-occurrence comparison spectrum
图 3. 关键词共现对比图谱

3.4. 研究热点分析

3.4.1. 关键词聚类

通过关键词聚类，聚类分析将相关性强的关键词组织在一起，形成不同的主题或研究领域。研究子领域：如图 4 所示通过关键词聚类，我们可以明确研究的子领域，如“青藏高原气候变化研究”、“土地利用与生态平衡”、“人类活动”、“碳”和“高山草原”等。这为研究者提供了更详细的研究领域划分。在此基础上，结合文献数据进行深入分析，可以更加全面地理解青藏高原上人类活动对空间占用的研究现状和发展趋势。

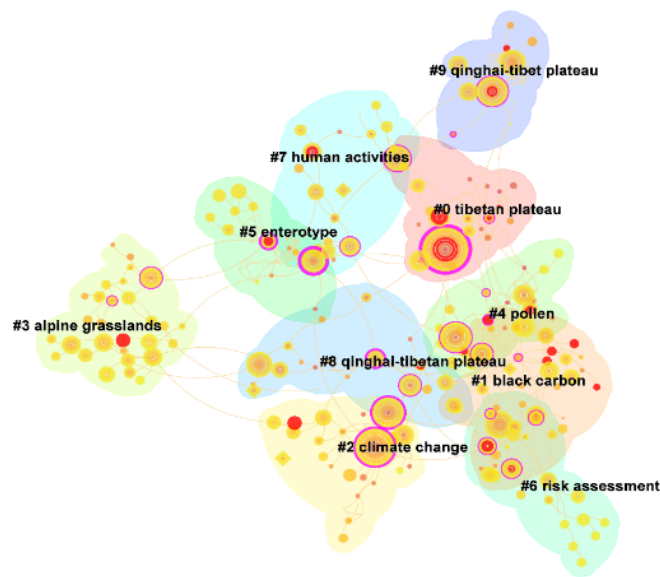


Figure 4. Keyword clustering
图 4. 关键词聚类

3.4.2. 研究前沿

青藏高原生态变化与人类活动关系的探讨一直是学术研究的热点领域，国内外学者围绕此主题开展了广泛研究。Guo、Li 和 Zhang 等学者分别分析了气候变化与人类活动对生态系统的影响[2] [12] [13]，揭示了其驱动作用，但研究普遍存在因素考虑不全面、区域差异性不足分析及地理要素交互机制未明确等问题。SUHAILJ 等人进一步引入模型方法，强调气候因素与人类活动与净初级生产力(NPP)之间的紧密关联[14]，并提出了改进的 CASA 框架用于 NPP 估算，为定量分析提供了新思路；然而，如何将这些模型推广至更大地理范围仍面临技术与数据支持的挑战。Guo 等人采用重心模型和地理探测器，剖析自然与人类因素对植被生产力的综合影响[2]，尽管方法创新，但因聚焦因素有限及数据时间滞后，可能未能充分捕捉近期动态变化与潜在驱动因素[15]。

针对特定地类的研究也颇具代表性，Li 等人聚焦气候变化与人类活动对沙漠化的驱动作用，提出时空异质性及多尺度分析在归因评估中的关键性[13]，但沙漠化指标的科学性尚需进一步验证，且其结论的普适性可能受限于青藏高原多样化子区域的复杂性。Wang 和 Xiong 等学者集中于草原生态系统，指出气候变化为草地退化的主要驱动因素[16]，而人类活动在草地恢复中发挥关键作用，但未明确具体活动类型(如放牧或生态工程)的主导效应，亦缺乏针对性恢复措施的细化建议。Xiong、Zhou 和 Wang 通过长期趋势分析，强调人类活动在草地保护中的积极贡献[17] [18]，但量化各因素对 NPP 的具体贡献仍具挑战。Li 评估了生态保护计划对草原 NPP 的影响，揭示了保护措施的潜在效益，但未对不同措施的有效性进行分项验证。Liu 等人综合多种方法探讨草原 NPP 的时空动态，揭示了放牧强度与光合有效辐射对生态变化的关联性，但其结论需更多实地数据支撑以增强可靠性[19] [20]。SUHAILJ 则从宏观视角综合评估人类活动对高山生态系统的影响[14] [21]，提供了新的研究框架，但数据真实性与代表性仍需进一步考证。现有研究方法多样，时间跨度各异，导致结论存在一定差异。气候变化、人类活动及生态恢复策略被公认为影响青藏高原生态的关键因素[22]，但如何在实际应用中权衡这些因素、制定科学有效的保护策略，仍是亟待解决的难题。当前研究中，方法可靠性、数据选择的有效性、研究范围的普适性及分析过程中的不确定性仍存争议。本研究通过整合高质量数据与优化评估模型，力求全面定量评估人类活动对青藏高原不同地类生态系统的差异化影响，为后续研究奠定坚实基础。再改未来研究需进一步聚焦以下方向：一是提升数据时空分辨率，结合多源遥感与实地观测数据，优化气候与人类活动驱动因子的动态监测；二是深化模型开发，构建兼顾区域异质性的多尺度耦合模型，增强预测精度；三是加强跨学科协作，整合生态学、社会学与地理学的视角，探索人类活动与气候变化的交互机制；四是推动政策导向研究，将研究成果转化为适应性管理策略，支撑青藏高原生态安全与可持续发展的长期目标。这些努力将显著推动青藏高原生态环境演变研究的理论创新与实践应用，为全球高寒生态系统保护提供重要参考。

4. 结论与展望

4.1. 结论

青藏高原作为全球重要的生态屏障，其生态环境演变深受人类活动与全球气候变化的双重驱动。气候变化显著改变了该地区的温度和降水格局，进而影响了冰川退缩、植被分布及水文循环，而人类活动，包括农业扩张、旅游开发及基础设施建设，则通过土地利用变化、资源开发压力及生态扰动，进一步加剧了生态系统的脆弱性。为应对这些复杂挑战，国际社会及区域管理部门在全球、区域、城市及社区层面推行了多样化的治理策略，旨在优化生态保护与人类活动协调发展，保障青藏高原作为生态安全屏障的功能，同时实现生态价值与人类福祉的协同提升。本研究通过文献计量分析与知识图谱可视化，系统梳理了 1990 年至 2023 年青藏高原人类活动与生态环境关系的学术进展，确认了气候变化、土地利用及

生态管理作为研究核心议题的重要性，并验证了适当的生态干预措施在恢复生态功能方面的有效性。

4.2. 对国内研究的启示及展望

当前，对青藏高原等高寒脆弱生态系统的研究揭示，单一学科方法难以全面解析其生态环境演变的复杂机制。生态环境问题不仅是自然科学的领域，还深深嵌套于社会、经济及文化等多元背景之中。例如，青藏高原草地退化现象既受气候变暖与降水变化的自然驱动，也与传统放牧模式、区域经济发展政策及游牧文化传承密切相关，单一生态学或气象学视角难以揭示其多维驱动机制与交互效应。特别是，人类活动强度评估的局限性(如因子选择粗糙、数据精度不足)进一步限制了研究深度，凸显了跨学科整合的迫切需求。可持续发展作为核心目标，需在生态保护、经济效益与社会福祉间实现动态平衡。这一目标的实现有赖于多学科乃至跨学科方法的协同运用，融合自然科学(如生态学、气候学)、社会科学(如经济学、人类学)及人文科学(如文化地理学)的理论与技术，构建系统性解决方案。基于此，国内研究需从以下方面深化：一是强化跨学科研究框架的构建，整合遥感技术、GIS 分析与社会调查数据，全面评估人类活动对生态环境的时空效应；二是推动跨学科团队建设，联合生态学家、社会学家及政策专家，开展联合攻关；三是依托跨学科研讨会与培训，促成知识共享与方法创新；四是加大资源投入，优化数据采集与模型验证条件，确保研究成果在青藏高原生态管理实践中的适用性。

展望未来，国内研究应聚焦于提升青藏高原生态环境数据的时空分辨率，深化气候变化与人类活动耦合效应的机理研究，探索高寒草地退化与放牧管理、旅游开发间的反馈关系，并开发基于多源数据的动态评估模型。此外，结合联合国可持续发展目标(SDGs)，将生态保护与区域经济振兴相统筹，制定适应性管理策略，为青藏高原的长期生态安全与可持续发展提供科学支撑。这些努力不仅将丰富全球高寒生态系统研究领域，还将为应对气候变化与人类活动双重压力下的区域治理贡献中国智慧。

参考文献

- [1] Chen, B., Zhang, X., Tao, J., Wu, J., Wang, J., Shi, P., *et al.* (2014) The Impact of Climate Change and Anthropogenic Activities on Alpine Grassland over the Qinghai-Tibet Plateau. *Agricultural and Forest Meteorology*, **189**, 11-18. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2014.01.002>
- [2] Guo, B., Han, B., Yang, F., Chen, S., Liu, Y. and Yang, W. (2020) Determining the Contributions of Climate Change and Human Activities to the Vegetation NPP Dynamics in the Qinghai-Tibet Plateau, China, from 2000 to 2015. *Environmental Monitoring and Assessment*, **192**, 1-18. <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08606-6>
- [3] Hou, G., Yang, P., Cao, G., Chongyi, E. and Wang, Q. (2017) Vegetation Evolution and Human Expansion on the Qinghai-Tibet Plateau since the Last Deglaciation. *Quaternary International*, **430**, 82-93. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.03.035>
- [4] Chen, J., Yan, F. and Lu, Q. (2020) Spatiotemporal Variation of Vegetation on the Qinghai-Tibet Plateau and the Influence of Climatic Factors and Human Activities on Vegetation Trend (2000-2019). *Remote Sensing*, **12**, Article No. 3150. <https://doi.org/10.3390/rs12193150>
- [5] Hua, T., Zhao, W., Cherubini, F., Hu, X. and Pereira, P. (2022) Continuous Growth of Human Footprint Risks Compromising the Benefits of Protected Areas on the Qinghai-Tibet Plateau. *Global Ecology and Conservation*, **34**, e02053. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2022.e02053>
- [6] Wang, D., Jia, X., Liu, F. and Dai, Q. (2020) Evaluation of Highway Construction Impact on Ecological Environment of Qinghai-Tibet Plateau. *Environmental Engineering and Management Journal*, **19**, 1157-1166. <https://doi.org/10.30638/eemj.2020.109>
- [7] Yang, Y., Zhao, D. and Chen, H. (2022) Full Title: Quantifying the Ecological Carrying Capacity of Alpine Grasslands on the Qinghai-Tibet Plateau. *Ecological Indicators*, **136**, Article ID: 108634. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108634>
- [8] 陈发虎, 傅伯杰, 夏军, 等. 近 70 年来中国自然地理与生存环境基础研究的重要进展与展望[J]. 中国科学: 地球科学, 2019, 49(11): 1659-1696.
- [9] 朱燕, 侯光良, 兰措, 等. 基于 GIS 的青藏高原史前交通路线与分区分析[J]. 地理科学进展, 2018, 37(3): 438-449.

-
- [10] 赵士洞, 张永民. 生态系统与人类福祉——千年生态系统评估的成就, 贡献和展望[J]. 地球科学进展, 2006, 21(9): 895.
- [11] 孔锋, 史培军, 方建, 等. 全球变化背景下极端降水时空格局变化及其影响因素研究进展和展望[J]. 灾害学, 2017, 32(2): 165-174.
- [12] 张建云, 王国庆. 气候变化对水文水资源影响研究[M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [13] 李双双, 杨赛霓, 张东海, 等. 近 54 年京津冀地区热浪时空变化特征及影响因素[J]. 应用气象学报, 2015, 26(5): 545-554.
- [14] Suhaila, J. and Yusop, Z. (2017) Trend Analysis and Change Point Detection of Annual and Seasonal Temperature Series in Peninsular Malaysia. *Meteorology and Atmospheric Physics*, **130**, 565-581. <https://doi.org/10.1007/s00703-017-0537-6>
- [15] Ring, J.M., Lindner, D., Cross, F.E. and Schlesinger, E.M. (2012) Causes of the Global Warming Observed since the 19th Century. *Atmospheric and Climate Sciences*, **2**, 401-415. <https://doi.org/10.4236/acs.2012.24035>
- [16] Kareiva, P., Watts, S., McDonald, R. and Boucher, T. (2007) Domesticated Nature: Shaping Landscapes and Ecosystems for Human Welfare. *Science*, **316**, 1866-1869. <https://doi.org/10.1126/science.1140170>
- [17] Eigenbrod, F., Bell, V.A., Davies, H.N., Heinemeyer, A., Armsworth, P.R. and Gaston, K.J. (2011) The Impact of Projected Increases in Urbanization on Ecosystem Services. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, **278**, 3201-3208. <https://doi.org/10.1098/rspb.2010.2754>
- [18] Matušík, J. and Kočí, V. (2021) What Is a Footprint? A Conceptual Analysis of Environmental Footprint Indicators. *Journal of Cleaner Production*, **285**, Article ID: 124833. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124833>
- [19] Burger, J. and Gochfeld, M. (2012) A Conceptual Framework Evaluating Ecological Footprints and Monitoring Renewable Energy: Wind, Solar, Hydro, and Geothermal. *Energy and Power Engineering*, **4**, 303-314. <https://doi.org/10.4236/epe.2012.44040>
- [20] Bonanno, G.A., Romero, S.A. and Klein, S.I. (2015) The Temporal Elements of Psychological Resilience: An Integrative Framework for the Study of Individuals, Families, and Communities. *Psychological Inquiry*, **26**, 139-169. <https://doi.org/10.1080/1047840x.2015.992677>
- [21] Ellis, E.C. and Ramankutty, N. (2008) Putting People in the Map: Anthropogenic Biomes of the World. *Frontiers in Ecology and the Environment*, **6**, 439-447. <https://doi.org/10.1890/070062>
- [22] Jin, L., Wang, Z. and Chen, X. (2022) Spatial Distribution Characteristics and Influencing Factors of Traditional Villages on the Tibetan Plateau in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **19**, Article No. 13170. <https://doi.org/10.3390/ijerph192013170>