

长时间序列下祁连山植被覆盖度地形分异及影响因素

周贯宇

西北师范大学 地理与环境科学学院

DOI:10.32629/eep.v9i5.3227

[摘要] 为解决祁连山植被管护同质化、地形适配性不足引发的局部植被持续退化问题,以祁连山全域为研究区,结合数十年长时序遥感数据剖析植被覆盖度地形分异规律。厘清原生地形基底、地形约束型人类活动、地形-气候互馈三类层级驱动机制,明确不同高程、坡度、坡向单元植被退化的差异化诱因。结合局地水土、人地、气候下垫面特征,划分三类地形管控单元,配套原生植被保育、人为扰动精准管控、气候动态适配的差异化治理方案。

[关键词] 祁连山; 长时间序列; 植被覆盖度; 地形分异; 生态调控

中图分类号: Q132.6 文献标识码: A

Topographic differentiation of vegetation coverage and its influencing factors in Qilian Mountains under long-term time series

Guanyu Zhou

College of Geography and Environmental Sciences, Northwest Normal University

[Abstract] In order to solve the problem of continuous degradation of local vegetation caused by homogenization of vegetation management and protection and insufficient topographic adaptability in Qilian Mountains, taking the whole Qilian Mountains as the research area, combining with decades of long-term remote sensing data, the topographic differentiation law of vegetation coverage was analyzed. Clarify three kinds of hierarchical driving mechanisms: original terrain basement, terrain-constrained human activities and terrain-climate mutual feedback, and clarify the differentiated incentives of vegetation degradation in different elevation, slope and aspect units. Based on the characteristics of local soil and water, man-made land and climate underlying surface, three types of terrain control units are divided, which are matched with differentiated control schemes of native vegetation conservation, precise control of human disturbance and dynamic adaptation of climate.

[Key words] Qilian Mountain; Long time series; Vegetation coverage; Topographic differentiation; Ecological regulation

引言

祁连山是我国西部重要生态安全屏障,区域植被演化状态直接关系流域生态稳态与水土保持能力。受地形空间格局影响,境内植被生长分布呈现显著地域差异,传统统一化管护模式难以适配复杂立地条件,局部植被退化问题持续显现。依托多年遥感观测数据剖析植被覆盖度地形分异特征,厘清多元驱动机制并制定分区治理方案,对区域生态长效保护具备现实意义。

1 植被覆盖度长时间序列地形分异特征识别

1.1 基础单地形因子时序分异特征

高程、坡度、坡向三类独立地形因子,主导植被覆盖度静态空间时序差异,这类差异不会随短期气候波动发生消解,会在数十年时间尺度内逐步固化为区域植被空间格局。高程维度形成

三段式时序演变规律,低海拔河谷地带土壤蒸发损耗持续高于降水补给,草本群落逐年出现植株矮化、种群稀疏的退化趋势;中海拔山地水热配比处于区域最优区间,原生灌草群落依靠自然更新实现覆盖度稳步抬升;高海拔高寒区受低温生理限制,植被代谢速率长期保持恒定,覆盖度始终维持低位稳态。坡度维度的分异根植于坡面物质迁移规律,缓坡土体抗侵蚀能力更强,表层有机质留存稳定,植被自然恢复周期更短;中陡坡坡面土体侧向滑移常态化,表层土壤持续流失,植被恢复速率长期滞后于缓坡,二者差距随时序推进持续拉大。

1.2 人为扰动叠加地形时序分异特征

依托地形可达性形成梯度化人类活动,会进一步放大原生地形造就的植被分异差距,人为扰动不直接改变地形结构,而是

依托地形约束放大植被响应差异。低缓可达地形具备通行、耕作、建设三重空间优势,长期承受高频次复合型人为干扰,常态化放牧会压实表层土壤孔隙,阻断雨水下渗,道路开挖与坡地开垦直接破坏植被根系层,多重干扰叠加让区域植被覆盖度年际涨跌幅度远超自然波动区间,植被群落稳定性持续弱化^[1]。陡峭闭塞地形受坡面倾角、山体阻隔双重限制,人力通行与机械作业都不具备经济可行性,全域不存在持续性人为干扰,植被群落演替完全贴合区域原生自然节律,仅受局部风蚀、土体崩塌等自然过程影响。

1.3 气候联动地形耦合时序分异特征

长时间尺度区域气候波动不会对全域植被产生均质影响,会依托地形下垫面差异,在不同地形单元催生非对称植被响应,地形是气候要素传导至植被群落的中间调节载体。区域气候暖湿化背景下,中海拔坡面土壤孔隙度适配增量降水,多余水分可快速完成土体下渗,有效补充植被根系含水层,植被生长促进效应最为突出;高海拔冻土坡面存在连续冻土层隔水结构,增量降水无法穿透冻土层补给根系,只能滞留地表形成浅层积水,低温积水反而抑制植被根系呼吸,群落响应存在十年以上时间滞后。极端干旱事件呈现双向差异化破坏,低洼汇水地形表层土体透气性极差,干旱前期地下水抬升引发根系渍水腐烂,造成内源性植被退化;阳坡坡面土壤毛细蒸发作用极强,干旱期表层水分快速耗散,外源水分胁迫同步加剧植被枯死。山谷垭口属于气流狭管通道,局地风速常年高于封闭坡面,强风持续剥离表层腐殖土,裸露根系直接受风蚀损伤,植被退化演化速率达到封闭坡面的两倍以上。

2 植被覆盖度地形分异核心影响因素拆解

2.1 原生地形基底内在影响因素

地形通过重塑局地水土分配、土壤成土两大基底条件,构成植被时序分异的底层内因,直接对应单地形因子主导的原生植被分化逻辑,该类影响具备不可逆性。地形垂直落差会切割区域大气水热垂直层,山体背风坡下沉气流会产生绝热增温效应,缩小局部昼夜温差,迎风坡气流抬升强化降水截留,差异化水热条件直接限定灌木、高寒草甸、荒漠草本三类群落的边界分布,群落边界数十年内不会自主迁移^[2]。坡面倾角直接控制土体物质留存效率,0~15°缓坡土体黏聚力充足,成土母质持续堆积,土层厚度可支撑深根系灌木存活;35°以上陡坡土体稳定性不足,有机质与细颗粒土壤常年流失,仅能支撑浅根系一年生草本生长,土层禀赋直接锁定植被生长上限。坡面朝向调控地表辐射收支时序,南坡全年日照时长多出北坡20%,土壤有机质微生物分解速率更快,土壤养分消耗周期缩短,土壤含水量同步降低,双向联动下完成坡面植被生存资源的差异化配置。

2.2 地形约束型人为外在影响因素

地形从物理通行、经济成本两个维度约束人类活动范围与强度,形成植被分异的中层外因,精准对应人地叠加型植被时序分化。地形物理可达性决定草地放牧承载力布局,缓坡草场牲畜往返通行能耗更低,草场利用频次更高,长期高强度啃食与踩踏

破坏植被分蘖能力,是区域草地碎片化退化的直接诱因。祁连山内部可供开垦的平缓地块稀缺,河谷平缓地形土层深厚、灌溉取水便捷,是全域唯一具备农耕经济价值的空间,农牧扩张过程中直接铲除原生高寒草甸替换为人工饲草地,永久性改变地表植被群落结构。地形空间阻隔会割裂属地生态管护体系,县域行政边界多依托山脊、陡坡划分,偏远跨山脊陡坡存在管护权责空白,常规地面巡护无法覆盖,非法偷牧、无序采药等隐性扰动长期得不到管控,逐步加剧陡坡植被隐性退化。

2.3 地形-气候互馈协同影响因素

地形会改造气候要素的下垫面传导效率,打破区域气候均质化演变规律,形成植被分异的高层耦合外因,对应气候-地形联动型植被分化。山体起伏形态直接阻挡高空盛行气流,封闭山谷气流抬升幅度有限,局地降水增量微弱;开阔垭口气流强制抬升幅度更高,地形雨增量显著,两类地形水分供给时序出现永久分化,植被生长节奏同步错位。冻土区坡面汇水条件左右冻融循环速率,凹陷坡面易汇集表层融水,土体冻融交替频次更高,冻土隔水层破碎速度加快,地下水渗漏加剧植被干旱胁迫;凸起坡面融水快速外排,冻土结构保持稳定,植被生存环境波动极小。局部封闭洼地会形成夜间逆温层,洼地内部气温降幅慢于周边山体,抵消全域气候变暖的降温滞后效应,局部低温环境抑制喜暖草本扩张,最终出现洼地植被逆向退化、周边坡面植被正向恢复的反差格局。

3 基于地形分异的植被差异化调控策略

3.1 单地形单元原生植被精准保育策略

匹配原生地形主导的植被分异规律,以最小人为干预为核心开展分区原生保育,完全对接地形基底内因对应的植被修复需求,规避全域同质化管护误区。按照高程对应的植被演替稳定阈值划分三类保育单元,高海拔高寒区植被群落已经达到气候顶极稳态,无需人工干预,仅维持冻土原生结构即可实现长期维稳;中海拔山地群落仍处于次生演替中期,依托自然种质库即可完成提质更新,仅需要管控偶发土体崩塌;低海拔河谷群落突破自然修复阈值,需要轻度人工辅助^[3]。坡度维度遵循土体稳定性分级管护,陡坡土体流失不可逆,任何人工整地都会加剧土壤剥离,必须执行全年全域封禁;缓坡土体稳定性充足,仅需管控地表踩踏强度,保留表层枯落物即可养护土壤肥力。阴阳坡植被水分耐受阈值存在本质差异,北坡优先补植喜阴浅根系乡土苔草,适配低辐射、高湿度环境;南坡选用耐旱深根系锦鸡儿,依托深层地下水规避表层干旱胁迫,不引入外来引种物种。

3.2 人地矛盾突出地形扰动管控策略

贴合地形约束下人为扰动的空间分布规律,针对性疏导地形与人地资源供需冲突,匹配地形约束型人为影响的治理逻辑。低缓放牧地形摒弃以地表植被覆盖率判定载畜量的粗放标准,结合坡面土壤压实耐受阈值制定载畜上限,坡度越大草场土壤耐受踩踏能力越弱,对应下调放牧数量,同步按照坡面空间划定季节性休牧分区,错开植被返青根系生长期^[4]。河谷聚居地形水系植被退化核心诱因是地下水侧向流失,单纯划定地表禁牧边

界无法解决根源问题,需要沿地下水径流路径布设植被缓冲带,阻隔人为取水引发的地下水位落差,控制流域浅层地下水位波动幅度。偏远阻隔陡坡地形存在视觉遮挡、通行困难双重管护短板,地面巡护无法常态化落地,依托山体制高点布设低功耗红外智能巡护终端,无需人员深入陡坡作业,实时识别隐性偷牧扰动,补齐跨地形管护的空间盲区。

3.3 气候敏感地形动态适应调控策略

顺应地形与气候长期互馈的演变趋势,建立非静态、长时序适应性调控机制,匹配地形-气候耦合驱动的植被演变规律。低洼汇水地形植被退化源于表层滞水导致的根系缺氧,而非整体水分短缺,管控摒弃深挖排水渠的强改造手段,通过表层微地形浅沟导流疏导浅层积水,保留深层地下水储量,兼顾排水与保水双重需求^[5]。高海拔冻土坡面冻土隔水层是植被水分补给的核心屏障,人工平整土地、补植整地都会破坏冻土层热平衡,加速冻土消融,全域禁止任何土方类人工改造,依靠自然冻土冻融节律维持隔水结构稳定。山谷风道地形风蚀沿气流流线带状扩散,均质化造林无法抵御狭管强风,顺着气流走向布设灌草交错带状植被带,利用灌木枝干削弱近地表风速,草本植被固定表层腐殖土,分层抵消风蚀动力,适配局地气流运动规律。

4 结论

长时序尺度下祁连山植被地形分异并非单一要素驱动,而是地形先天禀赋、人类次生扰动、气候后天耦合共同作用的结

果,地形始终贯穿植被空间分化全过程,起到基底调节作用。区域植被管护不能脱离地形下垫面开展统一治理,忽视地形差异会进一步放大水土失衡、人地冲突。后续生态治理需兼顾长时序气候演变趋势与地形空间边界,弱化人工改造力度,依托地形本底顺势开展分区调控,兼顾生态稳定性与管护落地可行性。

[参考文献]

[1]张江蕾,陈少辉.祁连山自然保护区植被覆盖时空变化及地形分异研究[J].西部林业科学,2023,52(1):106-112+121.

[2]吕雅淑,杨涵,卡木然·买买提艾力,等.气候变化与人类活动对天山北坡经济带植被覆盖度的协同影响[J].环境科学,2026,47(3):1754-1766.

[3]张思明.植被覆盖度在坡耕地水土流失防治中的优化研究[J].水上安全,2025,(21):101-103.

[4]徐画,程维明,宋珂钰,等.地貌空间分异对植被分布的影响研究综述[J].生态学报,2026,46(1):593-603.

[5]张亚丽,黄柱军,田义超,等.极端气候对西南地区植被覆盖度变化的时滞与累积效应[J].生态环境学报,2025,34(5):665-677.

作者简介:

周贯宇(2005--),男,汉族,湖北宜昌人,本科,研究方向:自然地理。