

那曲草原关键气象要素的时空演变特征及干旱化趋势分析

次仁·珠吉, 吉洛, 强巴卓嘎*

西藏那曲市气象局 西藏那曲

【摘要】本研究基于 2015-2024 年月平均数据, 结合那草原地中东部高寒草甸类、西部高寒草原类、偏北部高寒荒漠草原类或高寒荒漠类的资源分布情况, 根据西藏地方标准 DB54/T 0538-2025 《气象干旱指数等级划分》, 采用降水距平百分率 pa 算法计算那曲市月气象干旱指数。结果表明: 那曲草原在近年来呈现出一定的干旱化趋势, 这种干旱化趋势将会对生态系统、农牧业生产等产生负面影响。本研究在有效揭示那曲草原关键气象要素时空演变规律的同时, 也可以为那曲草原的生态保护工作、草畜平衡调控工作等高质量开展, 提供科学依据和决策支持。

【关键词】那曲草原; 关键气象要素; 时空演变; 干旱化趋势

【收稿日期】2026 年 3 月 15 日 **【出刊日期】**2026 年 4 月 19 日 **【DOI】**10.12208/j.aes.20260006

Analysis of the spatiotemporal evolution characteristics and drought trend of key meteorological factors in the Nagqu grassland

Zhugyi Tsering, Luo Ji, Zhuoga Champa*

Nagqu Meteorological Bureau of Xizang, Nagqu, Xizang

【Abstract】This study is based on monthly average data from 2015 to 2024, combined with the resource distribution of alpine meadows in the eastern part of the grassland, alpine grasslands in the western part, and northern high-altitude desert grasslands or high-altitude deserts in that area. According to the local standard of Xizang Province DB54/T 0538 - 2025 “Classification of Meteorological Drought Index Levels”, the precipitation anomaly percentage pa algorithm is used to calculate the monthly meteorological drought index of Nanchug City. The results show that the grassland of Nanchug has shown a certain trend of aridification in recent years, and this aridification trend will have negative impacts on the ecosystem and agricultural production. This study not only effectively reveals the spatiotemporal evolution patterns of key meteorological elements in the grassland of Nanchug, but also can provide scientific basis and decision support for the ecological protection work and grass-cattle balance regulation work of the grassland of Nanchug to be carried out in a high-quality manner.

【Keywords】Nagqu grassland; Key meteorological elements; Spatiotemporal evolution; Aridification trend

前言: 那曲草原在那曲市境内, 位于东经 91°12'~93°02', 北纬 30°31'~31°55', 地处唐古拉山脉与念青唐古拉山脉之间。那曲市属高原亚寒带半干旱季风性气候, 其特点是气温低、空气稀薄、大气干洁、太阳辐射强、日温差大。年平均气温-1.5°C, 气温平均日差 16.1°C。那曲草原独特的地理环境和气候条件, 使其生态系统极为脆弱且敏感。全球气候变暖的大背景下, 那曲草原关键气象要素的时空演变特征, 也愈发复杂, 导致干旱问题日益严重, 且对

当地的生态环境和畜牧业发展等, 都产生了较为深远的影响。故而, 需要积极分析准确把握那曲草原关键气象要素的时空演变规律, 及其干旱化趋势, 从而为制定针对性的生态保护、防灾减灾等策略, 提供有效的数据支持。本研究拟依托 2015-2024 年月平均数据, 对那曲草原关键气象要素的时空演变特征及干旱化趋势展开深入分析。

1 那曲草原气象干旱指数介绍

1.1 指数定义与算法原理

*通讯作者: 强巴卓嘎

采用降水距平百分率 (P_a) 作为气象干旱指数的计算基础, 依据西藏地方标准 DB54/T 0538-2025 《气象干旱指数等级划分》。 P_a 的计算公式为:

$$P_a = (P - \bar{p}) / \bar{p} \times 100\%$$

其中, P 代表某时段实际降水量, \bar{p} 代表同期多年气候平均值。该算法通过量化降水量和历史均值的相对偏差, 可以实现对季节和地域量纲差异的有效消除, 进而客观反映水分亏缺程度。

1.2 干旱等级划分标准

基于 P_a 值范围, 可以将干旱严重性有机分为五级, 分别为无旱、轻旱、中旱、重旱和特旱。其中, 无旱的 P_a 值范围 $P_a \geq -10\%$, 无旱对生态的影响体现在植被生长正常, 土壤湿度适宜; 轻旱的 P_a 值范围为 $-25\% \leq P_a < -10\%$, 轻旱对生态的影响体现为牧草出现返青延迟, 生产力轻度下降; 中旱的 P_a 值范围为 $-50\% \leq P_a < -25\%$, 中旱对生态的影响为草场覆盖度降低 $\geq 15\%$, 载畜量需下调; 重旱的 P_a 值范围为 $-70\% \leq P_a < -50\%$, 重旱对生态的影响为地表龟裂, 荒漠草原扩张加速; 特旱的 P_a 值范围为月尺度 $P_a < -85\%$ 、季尺度 $P_a < -70\%$, 特旱对生态的影响为生态系统濒临崩溃, 水源枯竭。

2 那曲草原关键气象要素的时空演变特征

2.1 降水时空变化

那曲草原的降水分布, 呈现出显著的时空不均性。从时间变化的角度来看, 那曲草原降水集中于 6-8 月, 该时段降水量占全年总量较大比例, 且充沛的降水为草地植被生长, 提供了有利的水分条件。12-次年 2 月降水稀少, 且多以固态雪形式存在, 该时段受低温影响, 积雪融化缓慢, 对草地生态系统的直接水分补给作用有限。从空间变化的角度来看, 那曲草原中东部高寒草甸类草地的海拔较高, 所以, 地形抬升作用显著, 致使水汽十分容易凝结形成降水, 最终令年降水量相对较多。西部高寒草原类及偏北部高寒荒漠草原类、高寒荒漠类草地, 受到远离水汽源地、地势平坦等因素的影响, 水汽输送受到阻碍, 导致年降水量较少, 最终表现为干旱特征突出^[1]。

2.2 温度时空变化

对于那曲草原而言, 温度对草地生态系统物质循环以及能量流动具有直接影响, 是核心要素。那曲草原的温度变化存在显著的时空差异。从时间变

化层面来看, 那曲草原年平均气温呈现出上升的趋势, 但季节性温差显著。其中, 6-8 月气温较高, 日较差较小, 可以为草地植被进行光合作用和营养积累提供有利的条件; 12-次年 2 月, 气温极低, 日较差大, 该时段植被生长几乎停滞, 并且, 部分耐寒性差的物种, 可能会受到低温的影响, 出现死亡的情况。从空间变化层面来看, 那曲草原的气温会随着海拔升高而降低, 其中, 中东部高寒草甸类草地海拔较高, 年平均气温较低, 且植被生长周期也相对较短。西部高寒草原及偏北部地区海拔更高, 气温更低, 这在一定程度上导致了极端低温事件的频繁发生, 严重威胁了草地生态系统的稳定性。并且, 若情况严重, 还会对物种组成产生影响: 致使物种组成单一化以及生产力下降。

2.3 气象干旱指数时空变化

那曲草原的干旱程度由气象干旱指数进行反映, 故而, 气象干旱指数是反映区域干旱程度的关键指标。那曲草原的气象干旱指数在时空上的表现十分明显。从时间变化的维度来看, 根据西藏地方标准 DB54/T 0538-2025 《气象干旱指数等级划分》, 依托降水距平百分率 (P_a) 算法, 计算得出月气象干旱指数, 结果显示: 干旱事件多发生于 12-次年 2 月和 3-5 月。这两个时间段降水稀少, 且受到 3-5 月气温回升快的影响, 存在蒸发量增大的情况, 一定程度上引发土壤水分亏缺严重, 致使发生季节性干旱情况十分容易发生。

3 那曲草原的干旱化趋势分析

通过对降水量以及气象干旱指数分析发现: 那曲草原在近年来呈现出一定的干旱化趋势, 这种干旱化趋势将会对生态系统、农牧业生产等产生负面影响。下面, 将对那曲草原的干旱化趋势展开具体分析。

3.1 气象干旱指数分析

依据西藏地方标准 DB54/T 0538-2025 《气象干旱指数等级划分》, 本研究降水距平百分率 P_a 算法计算那曲市月气象干旱指数。通过对 2015 年-2024 年月平均数据进行深入分析发现: 那曲草原的气象干旱指数整体呈现出波动上升的趋势: 平均气象干旱指数从 2015 年的 0.85 稳步上升至 2024 年的 1.18, 其中, 2015-2020 年为平缓上升期, 平均气象干旱指数从 0.85 升至 1.02, 累计增幅 0.17。2021-2024 年为加速上升期, 平均气象干旱指数从 1.07 升至 1.18,

累计增幅 0.11。十年间指数 增长 0.33, 年均增幅约 0.037, 从侧面反映出干旱事件的发生概率和发生强度有所增加。

3.2 干旱化趋势的空间差异

因为那曲草原的地域相对辽阔, 所以, 致使不同区域的气象条件和植被类型, 都存在十分明显的差异。同时, 这也致使干旱化趋势体现出空间异质性特点。中东部高寒草甸类区域具有植被覆盖度相对较高的特征, 使其具备较强的土壤保水能力, 故而干旱化趋势相对缓和。但在全球气候变暖影响加剧的背景下, 该区域也面临着干旱风险持续增加的问题。如, 植被覆盖度的微小下降和土壤湿度的降低, 都可能会对该区域的生态系统, 产生负面影响。西部高寒草原类区域具有植被稀疏、土壤贫瘠的特点, 故而, 其保水能力较差, 导致干旱化趋势更为明显。该区域的年降水量呈现显著下降趋势, 直接导致蒸发量持续上升, 间接致使土壤水分严重不足, 加剧了植被退化、土地沙化情况, 对当地的生态环境、农牧业生产构成了严重威胁。

3.3 干旱化趋势的成因分析

全球气候变暖、降水模式变化以及人类活动影响, 推动了那曲草原干旱化趋势的形成。从全球气候变暖的角度来看, 那曲草原的气温持续升高会促使蒸发量增加, 进而加快土壤水分流失、增加干旱风险。同时, 气候变暖还在一定程度上对降水模式产生了影响, 使得降水不均衡情况出现, 增加了干旱的发生概率。从降水模式变化的角度来看, 近几年, 那曲草原的降水模式变化明显: 降水季节分配不均, 雨季降水减少, 旱季延长。正是因为这种降水模式的变化, 令草原在生长季节不能得到充足的水分供应, 从而加剧了干旱影响。从人类活动影响的角度来看, 过度开垦、过度放牧等行为对草原植被进行了直接破坏, 这进一步弱化了土壤保水能力。而植被的破坏也会让土壤更容易受到风蚀影响和水蚀影响, 从而加速干旱化趋势。除此之外, 人类活动还会引发草原生态系统失衡, 扩大干旱影响。

3.4 结论与建议

相关数据显示: 那曲草原气象干旱指数整体上升, 呈现出明显的干旱化趋势, 且不同区域干旱化程度存在显著差异。为能实现对干旱化趋势带来挑战的有效应对, 则应积极做好以下工作: ①加强气象监测和预警。即相关部门要积极构建健全的气象

监测网络, 从而切实增强干旱预警能力, 且能及时发布干旱信息, 对农牧民进行有效指导^[2]。②积极推广节水灌溉技术。具体而言, 相关部门可以在那曲草原的农牧业生产区推广滴灌、喷灌等高效节水灌溉技术, 以此有效减少水资源浪费; 要主动组织农牧民参加节水灌溉技术培训活动, 帮助农牧民掌握节水灌溉技术的要点和优势^[3]。③加强草原生态保护工作落实。相关部门要制定并执行严格的草原保护法规, 对违规放牧和开垦的行为进行严厉处罚; 要对已经退化的草原进行生态修复, 实现对草原生态系统平衡的有效保护^[4]。④开展干旱适应性研究。相关部门要选育和推广适应干旱环境的作物品种, 切实增强农作物的抗旱能力; 要积极组织科研机构开展那曲草原干旱适应性研究, 从而得出草原生态系统对干旱的响应机制^[5]。

4 结语

本研究结合区域生态保护需求, 对那曲草原关键气象要素的时空演变特征及干旱化趋势进行分析, 结果发现那曲草原干旱化趋势深化。未来, 相关部门要积极开展分级风险管理、技术融合创新工作, 进而达到守住草甸-荒漠过渡带地理临界点的目的。

参考文献

- [1] 杨斐, 刘文兵, 张海春, 等. 基于时段分组的高寒草原牧草产量气象驱动机制与预测模型研究[J]. 中国农学通报, 2025, 41(30): 131-136.
- [2] 韩煜娜, 左德鹏, 王国庆, 等. 黄河水源涵养区不同生态水文分区植被对气候变化的响应[J]. 生态学报, 2025, 45(22): 11205-11217.
- [3] 鲍积热吉, 许婷, 周措毛, 等. 甘德地区主要牧草发育期与关键气象因子的相关性研究[J]. 青海草业, 2025, 34(02): 60-65.
- [4] 江健. 基于 CASA 模型的呼伦贝尔牧草气象指数保险研究[D]. 南京信息工程大学, 2023.
- [5] 杨发源, 颜亮东, 赵梦凡, 等. 高寒草原蝗虫暴发成灾气象指标及预报方法[J]. 草业科学, 2022, 39(07): 1354-1362.

版权声明: ©2026 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

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



OPEN ACCESS