

祁连山国家公园青海片区3个样地主要地-气环境要素 实测数据集（2022.7–2024.6）分析

白丽丽^{1,2}, 王文颖^{3,4*}, 罗琼³, 牛富英³, 杨方堃³, 马燕梅³, 王宇星³

1. 青海师范大学地理科学学院, 西宁 810008;
2. 宁夏师范大学土壤生态健康与微生物调控重点实验室, 固原 756099;
3. 青海师范大学生命科学学院, 西宁 810008;
4. 青藏高原生物多样性形成机制与综合利用省级重点实验室, 西宁 810008

摘要: 祁连山国家公园是我国西北地区重要的生态功能区之一, 对其生态系统内关键环境要素进行实时监测, 对于探索气候变化下的祁连山地区乃至西北地区生态环境的响应性、适应性变化具有重大意义。本研究选择祁连山国家公园青海片区针叶林（山脚）、高寒灌丛（山腰）、高寒草甸（山顶底）作为关键环境要素（地-气）的监测样地, 在每类样地内架设小型气象站（安装 EE181 温湿度传感器、CSD 光照时数传感器、CS650 土壤水分/温度/电导率传感器）, 实时收集光照辐射、风速、大气温湿度、土壤温湿度等气象数据, 构成祁连山国家公园青海片区地-气环境要素数据集（2022.7–2024.6）。该数据集内容包括:（1）监测样地的位置数据;（2）3个监测样地的关键环境要素数据, 包括大气要素（气温、湿度、气压、二氧化碳含量、氧气含量、风速风向、日照总时长）和土壤三参数（10 cm、30 cm、50 cm 深处的土壤温度、土壤湿度和土壤电导率）。时间为 2022 年 7 月至 2024 年 6 月, 日时间尺度。数据集存储为.shp 和.xlsx 格式, 由 8 个数据文件组成, 数据量为 809 KB（压缩为 1 个文件, 686 KB）。

关键词: 祁连山国家公园; 青海片区; 关键环境要素（地-气）; 2022.7–2024.6

DOI: <https://doi.org/10.3974/geodp.2026.02.10>

CSTR: <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2026.02.10>

数据可用性声明:

本文关联实体数据集已在《全球变化数据仓储电子杂志（中英文）》出版, 可获取:

<https://doi.org/10.3974/geodb.2025.10.09.V1> 或 <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2025.10.09.V1>.

1 引言

地表性质是影响区域气候的重要因素, 山地作为独特的地貌类型, 其气候变化呈现出

收稿日期: 2025-12-01; 修订日期: 2026-03-13; 出版日期: 2026-04-25

基金项目: 中华人民共和国科学技术部（2023YFF1304305）; 青海省自然科学基金（2025-ZJ-969T）; 国家自然科学基金（W2412148）; 中华人民共和国教育部及中华人民共和国国家外国专家局（D23029）

*通讯作者: 王文颖, 青海师范大学, wangwy0106@163.com

数据引用方式: [1] 白丽丽, 王文颖, 罗琼等. 祁连山国家公园青海片区 3 个样地主要地-气环境要素实测数据集（2022.7–2024.6）分析[J]. 全球变化数据学报, 2026, 10(2): 202–211. <https://doi.org/10.3974/geodp.2026.02.10>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2026.02.10>.

[2] 白丽丽, 王文颖, 罗琼等. 祁连山国家公园 3 个样地主要地-气要素数据集（2022.7–2024.6）[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.10.09.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2025.10.09.V1>.

显著的区域特征^[1]。在山地生态系统内，由于地形复杂，海拔高度差异悬殊，加上坡向、坡度等影响，使得其生态系统内气象要素分布情况十分复杂，不同地区的气温和风速等气象要素随海拔高度的变化情况大不相同^[2]。例如大气压和温度会随着海拔的升高而降低，而太阳和紫外线的辐射则随着海拔升高而增强，还有一些环境因子如降水、风速及蒸散发也会受到海拔梯度变化的影响，从而形成了山地复杂的气候模式^[3]。

位于我国重要的气候过渡带的祁连山，海拔跨度大，地形复杂，其境内气象要素错综复杂。在全球气候变化背景下，祁连山作为我国典型的生态环境脆弱区和重要的气候敏感区，对环境变化极为敏感^[4]。迄今为止，关于祁连山气候相关方面的研究较少。本研究以祁连山国家公园青海片区山脚（针叶林）、山腰（高寒灌丛）、山顶底（高寒草甸）为对象，在每类样地内架设小型气象设备，对山地生态环境的垂直分布特征开展长期定位气候观测研究，主要探究祁连山生态系统区域地-气关键环境要素的时空变化特征（图 1），揭示祁连山区域环境及对气候变暖的响应，为祁连山生态环境保护提供重要的近实时数据资料。

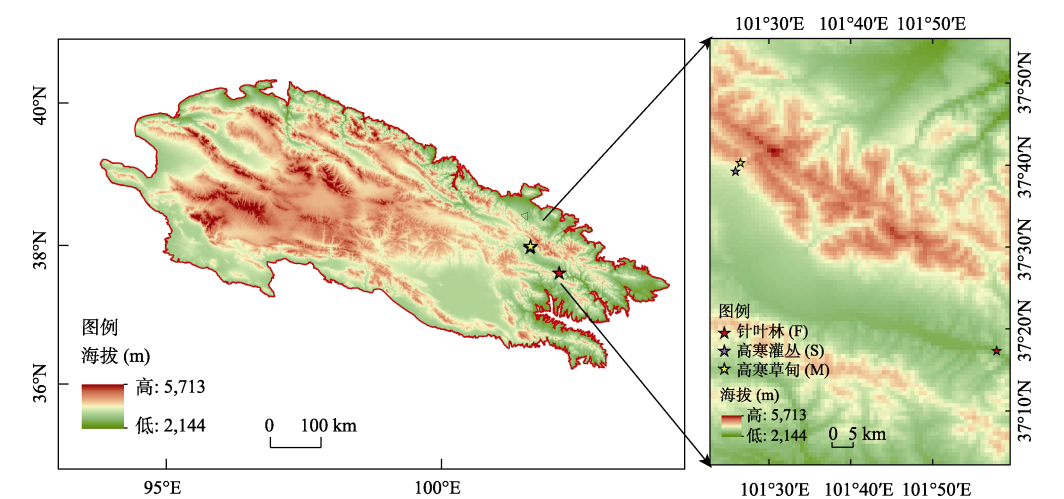


图 1 祁连山国家公园青海片区 3 种植被类型的环境要素监测样地位置图
（参考审图号为 GS(2023)267 的标准地图制作）

2 数据集简介

《祁连山国家公园 3 个样地主要地-气要素数据集（2022.7–2024.6）》^[5]的名称、作者、地理区域、数据年代、数据集组成、数据出版与共享服务平台、数据共享政策等信息见表 1。

3 数据监测方法

在山地生态系统中，气象要素往往从山麓到山顶表现出不同特征。根据山体代表性，在祁连山国家公园青海片区垂直样带上选择山脚（针叶林）、山腰（高寒灌丛）、山顶底（高寒草甸）作为长期实时气候监测样地，在每类样地内架设小型气象站（安装 EE181 温湿

表 1 《祁连山国家公园 3 个样地主要地-气要素数据集（2022.7–2024.6）》元数据简表

条 目	描 述
数据集名称	祁连山国家公园 3 个样地主要地-气要素数据集（2022.7–2024.6）
数据集短名	ElementsSoilAtmosQinghaiQilian
作者信息	白丽丽，青海师范大学，2534061194@qq.com 王文颖，青海师范大学，wangwy0106@163.com 罗琼，青海师范大学，576303872@qq.com 牛富英，青海师范大学，960287126@qq.com 杨方堃，青海师范大学，fangkun_yang@163.com 马燕梅，青海师范大学，1281804224@qq.com 王宇星，青海师范大学，1340235967@qq.com
地理区域	祁连山国家公园青海片区
数据年代	2022.7–2024.6
数据格式	.shp 和.xlsx 格式
数据量	809 KB
数据集组成	监测样地的位置数据； 3 个监测样地的关键环境要素数据，包括大气要素和土壤三参数
基金项目	中华人民共和国科学技术部（2023YFF1304305）；青海省自然科学基金（2025-ZJ-969T）；国家自然科学基金（W2412148）；中华人民共和国教育部及中华人民共和国国家外国专家局（D23029）
出版与共享服务平台	全球变化科学研究数据出版系统 http://www.geodoi.ac.cn
地址	北京市朝阳区大屯路甲 11 号 100101，中国科学院地理科学与资源研究所
数据共享政策	（1）“数据”以最便利的方式通过互联网系统免费向全社会开放，用户免费浏览、免费下载；（2）最终用户使用“数据”需要按照引用格式在参考文献或适当的位置标注数据来源；（3）增值服务用户或以任何形式散发和传播（包括通过计算机服务器）“数据”的用户需要与《全球变化数据学报（中英文）》编辑部签署书面协议，获得许可；（4）摘取“数据”中的部分记录创作新数据的作者需要遵循 10%引用原则，即从本数据集中摘取的数据记录少于新数据集总记录量的 10%，同时需要对摘取的数据记录标注数据来源 ^[6]
数据和论文检索系统	DOI, CSTR, Crossref, DCI, CSCD, CNKI, SciEngine, WDS, GEOSS, PubScholar, CKRSC

度传感器、CSD 光照时数传感器、CS650 土壤水分/温度/电导率传感器），实时收集光照辐射、风速、土壤温湿度等气象数据。

4 数据结果与验证

4.1 数据集组成

该数据集内容包括：（1）监测样地的位置数据；（2）3 个监测样地的关键环境要素数据，包括大气要素（气温、大气湿度、大气水汽压、二氧化碳含量、氧气含量、风速风向、日照总时长）和土壤三参数（10 cm、30 cm、50 cm 深处的土壤温度、土壤湿度和土壤电导率）。时间为 2022 年 7 月至 2024 年 6 月，日时间尺度。

4.2 数据结果分析

4.2.1 大气要素

大气温度沿海拔逐渐降低，呈现针叶林>高寒灌丛>高寒草甸规律。针叶林、高寒灌丛

和高寒草甸在 2022.7–2023.6 和 2023.7–2024.6 期间均显示，一年内最低气温在 1 月份和 2 月份，最高气温在 8 月份。针叶林、高寒灌丛和高寒草甸均显示 2023.7–2024.6 期间平均气温比 2022.7–2023.6 有所升高（图 2）。

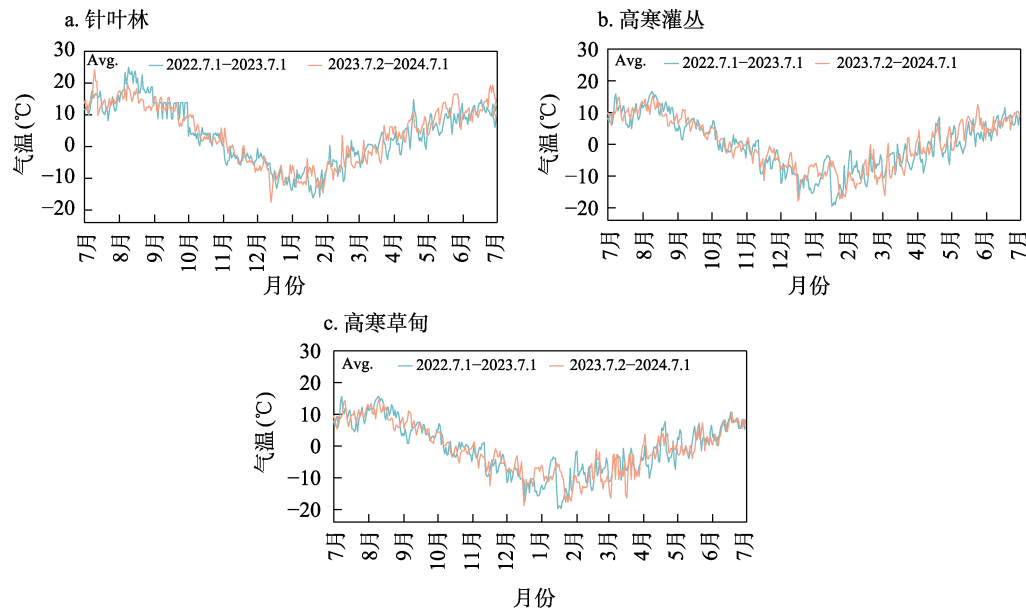


图 2 祁连山国家公园青海片区 3 种植被类型气温年际变化特征图

大气相对湿度沿海拔逐渐降低，呈现针叶林>高寒灌丛>高寒草甸规律。针叶林、高寒灌丛和高寒草甸在 2022.7–2023.6 和 2023.7–2024.6 均显示，一年内大气相对湿度在春季（1–3 月份）较低，秋季（8–10 月份）较高。针叶林 2022.7–2023.6 期间大气相对湿度最低在 1 月份，最高在 10 月份，2023.7–2024.6 期间大气相对湿度最低在 1 月份，最高在 9 月份。高寒灌丛和高寒草甸在 2022.7–2023.6 和 2023.7–2024.6 期间大气相对湿度最低在 1 月份，最高在 8 月份。针叶林、高寒灌丛和高寒草甸均显示 2023.7–2024.6 期间大气相对湿度比 2022.7–2023.6 有所降低（图 3）。

大气饱和和水汽压沿海拔逐渐降低，呈现针叶林>高寒灌丛>高寒草甸规律。针叶林、高寒灌丛和高寒草甸在 2022.7–2023.6 和 2023.7–2024.6 均显示，一年内春节（1–3 月）的大气饱和和水汽压较低，秋节（7–9 月）的大气饱和和水汽压较高。针叶林、高寒灌丛和高寒草甸在 2022.7–2023.6 和 2023.7–2024.6 均显示大气饱和和水汽压在 1 月份最低，8 月份最高（图 4）

大气 CO₂ 浓度沿海拔升高逐渐降低，呈现针叶林>高寒灌丛>高寒草甸规律。针叶林和高寒灌丛大气 CO₂ 浓度季节性差异不显著，高寒草甸大气 CO₂ 浓度春夏季（3 月–8 月）显著高于秋冬季（9 月–次年 2 月份）（图 5）；大气 O₂ 浓度沿海拔逐渐降低，呈现针叶林>高寒灌丛>高寒草甸规律。各植被类型中大气 O₂ 浓度季节动态均表现为 4 月–11 月显著高于 12 月至第二年 3 月。针叶林年大气 O₂ 浓度季节动态表现为从 4 月开始逐渐上升，到 10 月

底达到最大，然后逐渐下降。高寒草甸和高寒灌丛均表现为单峰曲线，大气 O₂ 浓度在 8、9 月份达到最大值（图 6）。

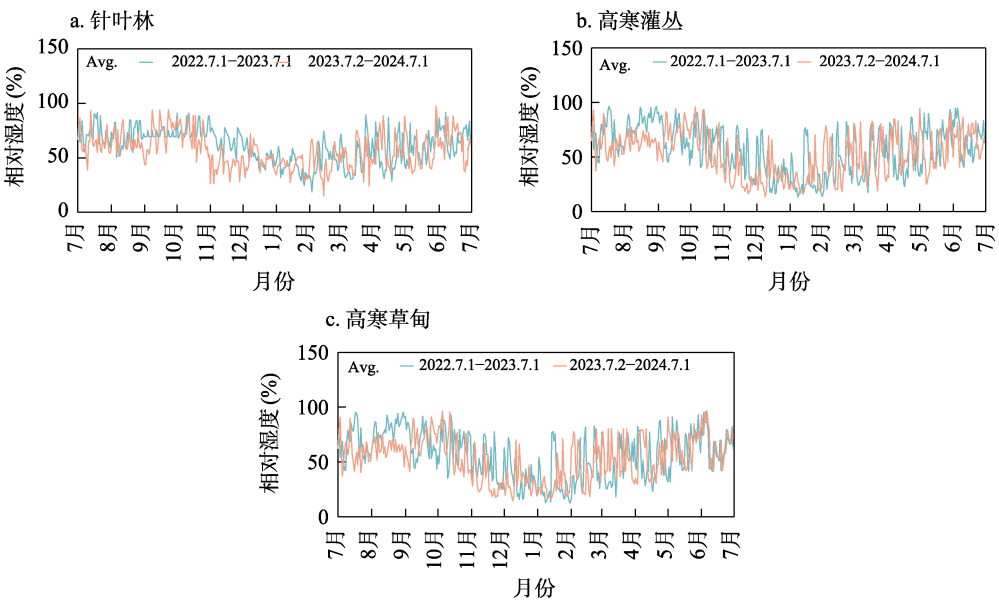


图 3 祁连山国家公园青海片区 3 种植被类型大气相对湿度年际变化特征图

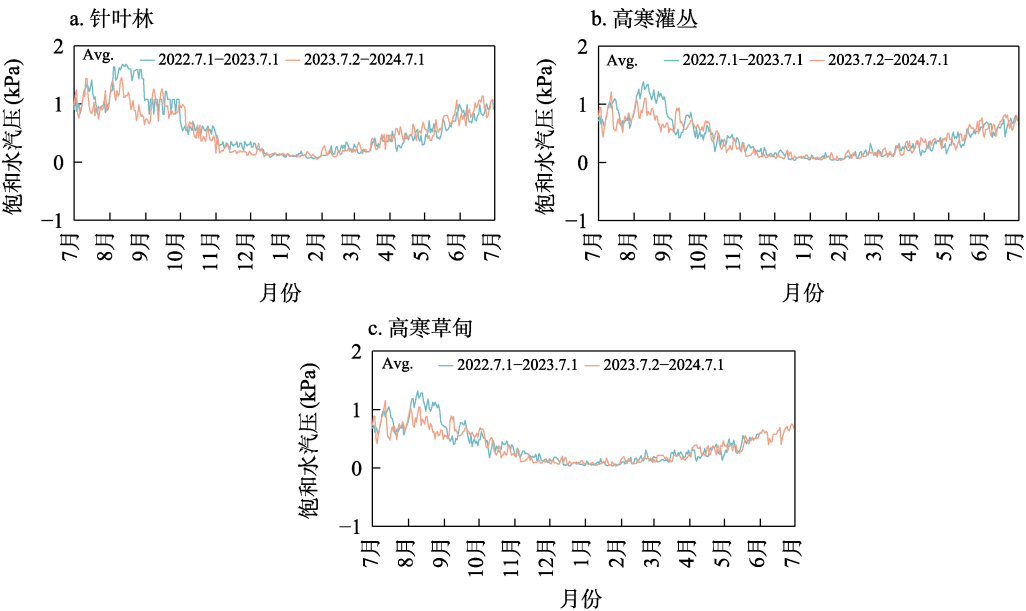


图 4 祁连山国家公园青海片区 3 种植被类型大气饱和和水汽压年际变化特征图

日照时数最长月在 6 月和 7 月，日照时数达 11 h 以上，最短日照时数在 12 月、1 月和 2 月，日照时数约为 7–9 h，其它月日照时数均在 10 h 以上。2022.7–2023.6 期间年累积日

照时数为 2,177.49 h，2023.7–2024.6 期间年累积日照时数为 2,349.81 h。2023.7–2024.6 年累积日照时数较 2022.7–2023.6 年累积日照时数多 172.32 h（图 7）；风向多为东南风和东风，风速较小，无大风，最大风速不超过 5 m/s（图 8）。

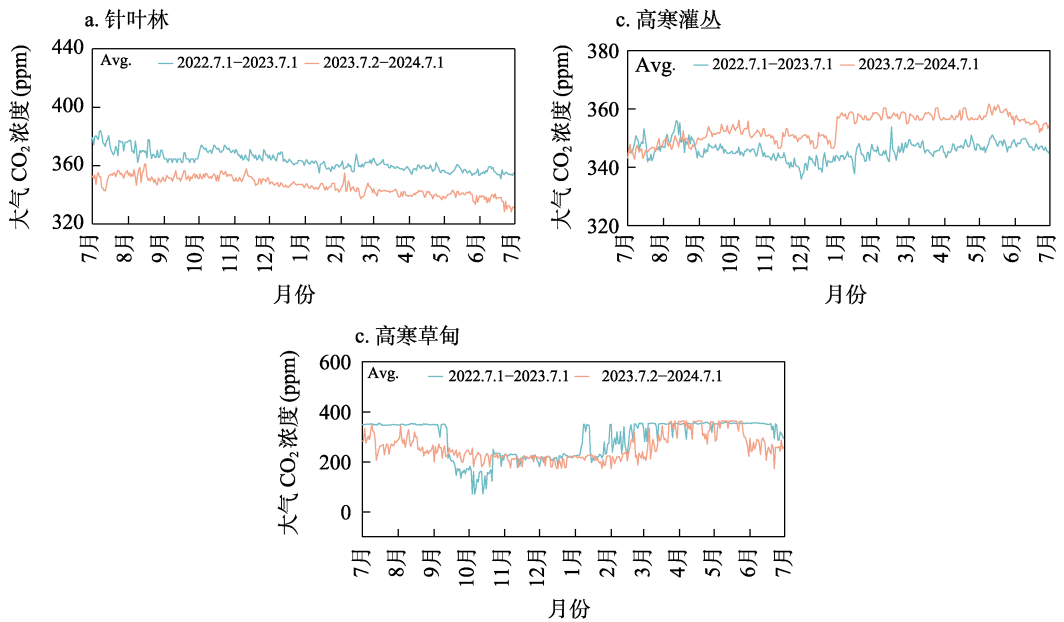


图 5 祁连山国家公园青海片区 3 种植被类型大气 CO₂ 浓度年际变化特征图

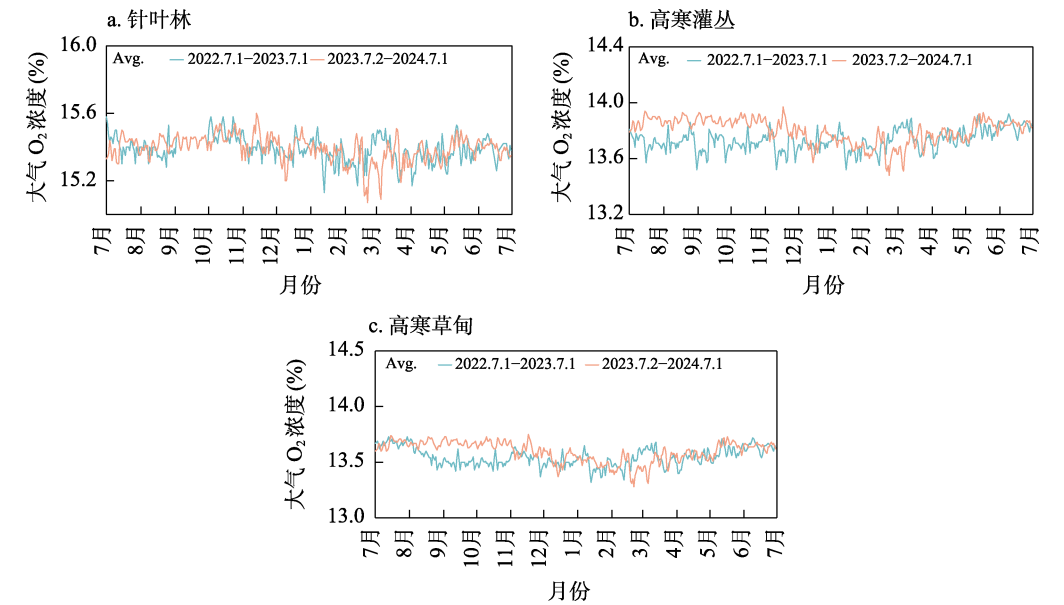


图 6 祁连山国家公园青海片区 3 种植被类型大气 O₂ 浓度年际变化特征图

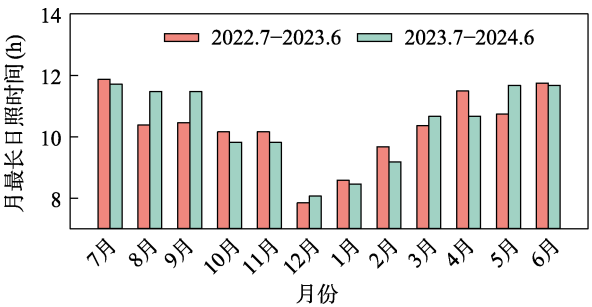


图 7 祁连山国家公园青海片区月日照时数年际变化特征图

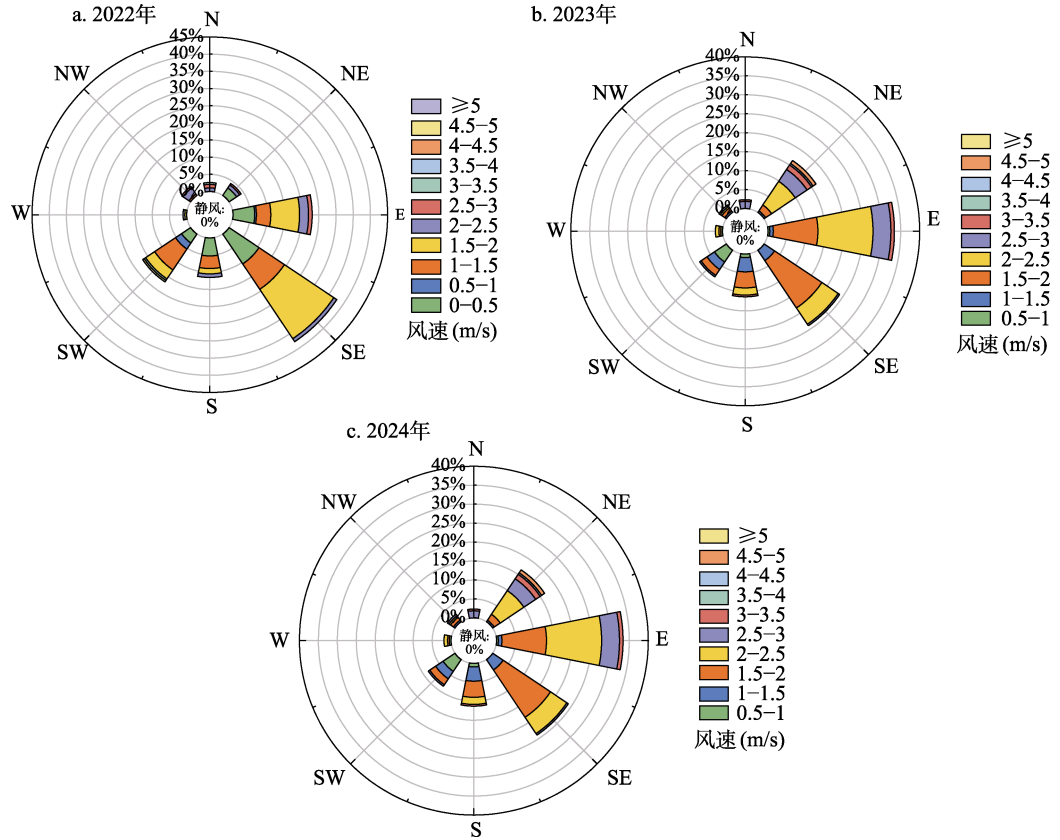


图 8 祁连山国家公园青海片区 3 种植被类型风速和风向年际变化特征图

4.2.2 土壤三参数分析

土壤温度在针叶林、高寒灌丛和高寒草甸均呈现随着大气温度升高土壤温度上升，在 8 月达到最大值后降低。在针叶林中土壤温度 2023.7-2024.6 比 2022.7-2023.6 年有所降低，在高寒灌丛中表层（10 cm）土壤温度显示 2023.7-2024.6 比 2022.7-2023.6 年有所升高，深层土壤（30 cm 和 50 cm）均显示 2023.7-2024.6 比 2022.7-2023.6 年有所降低。在高寒草甸中土壤温度 10 cm、30 cm 和 50 cm 均显示 2023.7-2024.6 高于显著 2022.7-2023.6（图 9）。土壤体积分含水量表现为：高寒灌丛>高寒草甸>针叶林，土壤在 4-5 月中旬解冻，土壤

含水量逐渐增加，11–12 月中旬逐渐由地表向地下逐渐冻结，土壤含水量迅速下降。在针叶林中，30 cm 处土壤体积含水量高于表层（10 cm）和深层土壤（50 cm）。高寒灌木土层间变化不大。高寒草甸表层（10 cm）土壤体积含水量高于中层（30 cm）和深层（50 cm）土壤。针叶林、高寒灌木和高寒草甸在 2022.7–2023.6 和 2023.7–2024.6 均显示，一年内 1–4 月份土壤体积含水量明显低于其它月份（图 10）。

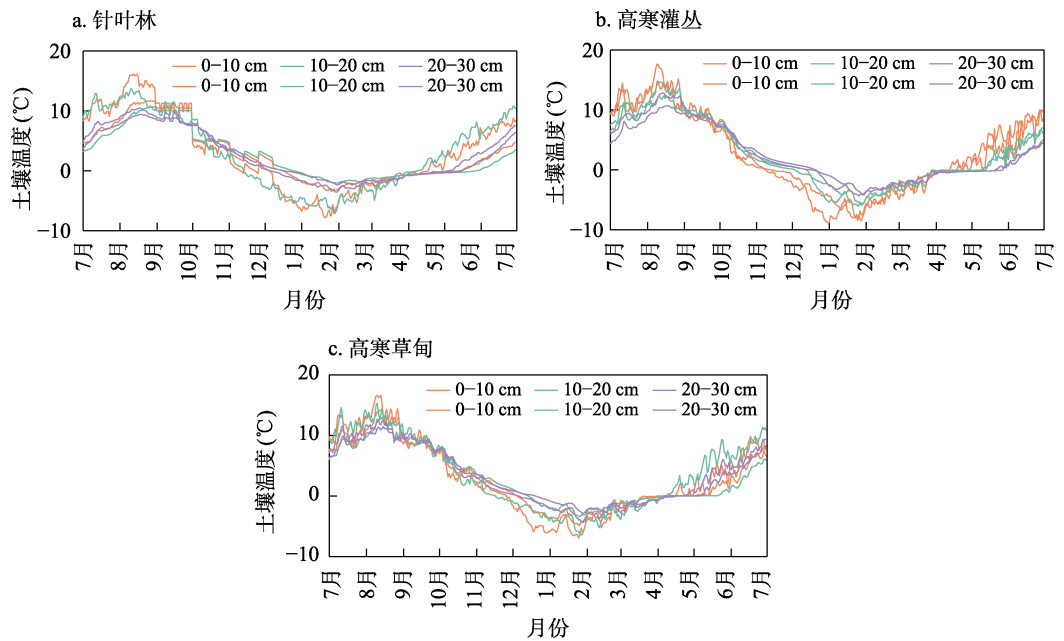


图 9 祁连山国家公园青海片区 3 种植被类型土壤温度年际变化特征图

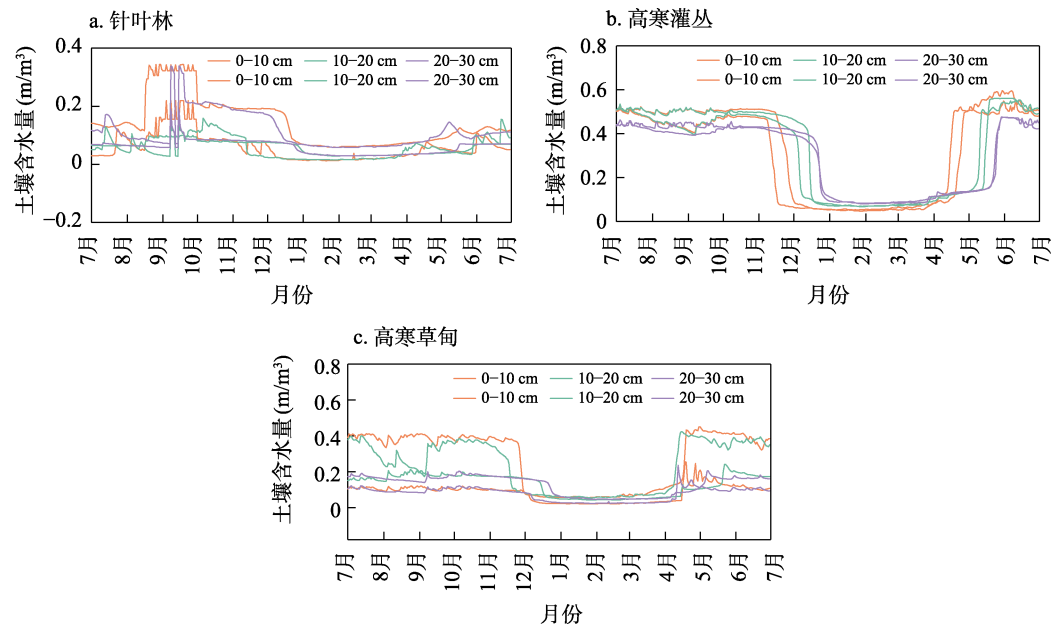


图 10 祁连山国家公园青海片区 3 种植被类型土壤含水量年际变化特征图

土壤电导率和土壤体积含水量呈现相同的变化趋势, 高寒灌丛>高寒草甸>针叶林, 1–4 月份土壤体积含水量和土壤电导率值较低且稳定, 5–11 月份土壤体积含水量和土壤电导率较高但波动较大, 11 月份后迅速下降。土层中, 针叶林和高寒灌丛在 30 cm 处土壤电导率高于表层 (10 cm) 和深层土壤 (50 cm)。高寒草甸表层 (10 cm) 土壤电导率高于中层 (30 cm) 和深层 (50 cm) 土壤 (图 11)。

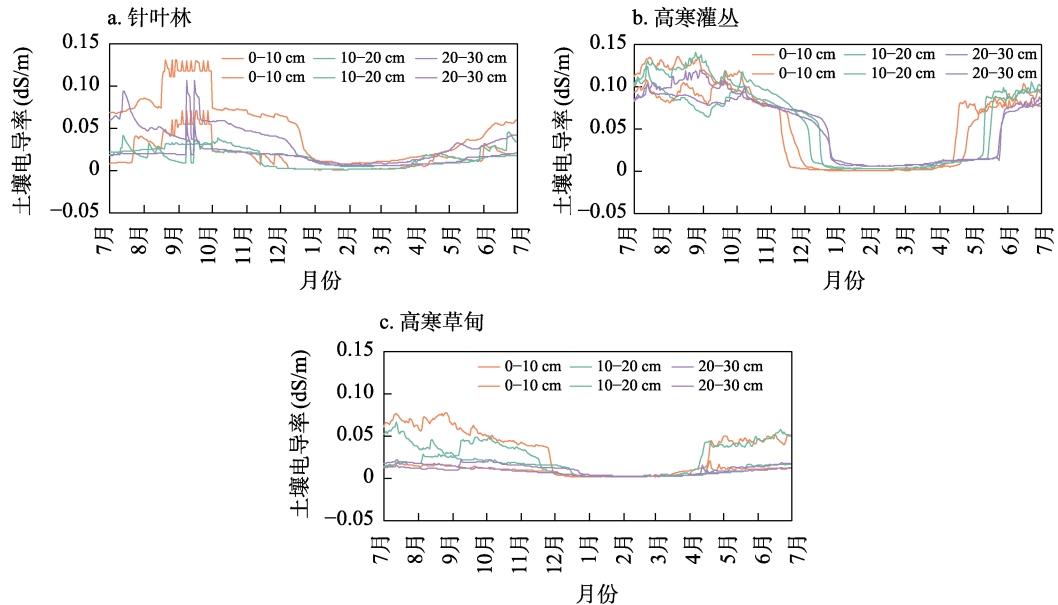


图 11 祁连山国家公园青海片区 3 种植被类型土壤电导率年际变化特征图

5 讨论和总结

祁连山位于欧亚大陆中心, 毗邻青藏高原北部, 受大陆性荒漠气候和高山地貌的共同影响, 其气候类型为高寒半干旱气候^[7]。受复杂地形和特殊地理环境的影响, 祁连山国家公园青海片区气温具有显著的时空差异且呈现暖湿化倾向^[8]。气候变暖将改变原有生态系统内的水热状态, 提高地上植被的蒸腾作用、减少土壤含水率^[9]。本研究发现, 祁连山国家公园青海片区最长日照时数在 6 月和 7 月, 最短日照时数在 12 月、次年的 1 月和 2 月; 风向多为东南风和东风, 风速较小, 无大风, 最大风速不超过 5 m/s。大气温度、湿度、饱和气压差与地形有关, 在空间分布上均随着海拔高度的增加而降低, 呈现针叶林>高寒灌丛>高寒草甸规律, 针叶林、高寒灌丛和高寒草甸均显示 2023.7–2024.6 期间平均空气温度比 2022.7–2023.6 期间有所升高, 与杨斐等人的研究结果一致^[8]。大气 CO₂ 和 O₂ 浓度均沿海拔升高逐渐降低。祁连山国家公园青海片区土壤温度沿海拔逐渐降低, 呈现针叶林>高寒灌丛>高寒草甸规律。一年内气温最低在 1 月和 2 月, 气温最高在 8 月。土壤电导率和土壤体积含水量呈现相同的变化趋势, 高寒灌丛>高寒草甸>针叶林。高寒灌丛土壤体积含水量较高, 这与该区域地下水位有关, 祁连山国家公园青海片区土壤含水量主要影响因素是地

下水位而不是大气降水。本研究团队在祁连山国家公园青海片区不同海拔梯度上架设自动气象观测设备,对区域内关键气象要素进行连续实时监测,弥补了气候变暖趋势下祁连山国家公园青海片区生态环境效应研究的空白。但山地生态系统对气候变暖的反馈具有时滞性,本研究时间上的稳定性可能显得不足够,未来本研究团队将继续长期持续且多角度探究祁连山生态系统对全球气候变暖的响应,以期了解未来气候变暖背景下高寒生态系统的潜在变化规律。

作者分工:白丽丽、王文颖对数据集的开发做了总体设计;罗琼,牛富英,杨方堃,马燕梅,王宇星采集和处理了所有数据;白丽丽撰写了数据论文等。

利益冲突声明:本研究不存在研究者以及与公开研究成果有关的利益冲突。

参考文献

- [1] 刘洋. 纵向岭谷区山地气候时空变化及其生态效应[D]. 昆明: 中国科学院研究生院(西双版纳热带植物园), 2008.
- [2] Körner, C. The use of 'altitude' in ecological research [J]. *Trends in ecology and evolution*, 2007, 22(11): 569–574.
- [3] Beniston, M. Mountain weather and climate: a general overview and a focus on climatic change in the Alps [J]. *Hydrobiologia*, 2006, 562(1): 3–16.
- [4] 戎战磊. 气候变化对祁连山优势物种分布和植被格局的影响[D]. 兰州: 兰州大学, 2019.
- [5] 白丽丽, 王文颖, 罗琼等. 祁连山国家公园3个样地主要地-气要素数据集(2022.7–2024.6)[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.10.09.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2025.10.09.V1>.
- [6] 全球变化科学研究数据出版系统. 全球变化科学研究数据共享政策[OL]. <https://doi.org/10.3974/dp.policy.2014.05> (2017年更新).
- [7] 赵永宏. 祁连山北麓中段青海云杉(*Picea crassifolia* Kom.)对水热驱动响应研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2018.
- [8] 杨斐, 张文韬, 张飞民等. 1961–2022年祁连山气候特征及其变化[J]. *干旱区研究*, 2024, 41(10): 1627–1638.
- [9] 张翼. 宁夏荒漠草原植被-土壤-微生物系统对降水变化和增温的响应[D]. 银川: 宁夏大学, 2022.