

哈密市巴里坤县暖季降水特征分析

魏哲花, 沙达开提·依斯坎旦尔

哈密市气象局, 新疆 哈密

收稿日期: 2025年6月2日; 录用日期: 2025年7月2日; 发布日期: 2025年7月9日

摘要

根据哈密市巴里坤县1961~2024年暖季(5~9月)降水资料, 运用线性回归法、F检验法和Mann-Kendall非参数化统计检验方法对暖季降水进行分析, 得出巴里坤暖季降水特征, 结果表明: (1) 巴里坤县暖季降水日数年际变化呈减少趋势, 小雨日数占比最多, 暴雨日数占比最少; (2) 月降水日数呈单峰性变化, 7月降水日数最多, 9月降水日数最少; (3) 暖季降水量平均为168.8 mm, 年际变化和各月降水量均呈增加趋势; (4) 暖季最长连续降水日数7月出现最多, 最长连续无降水日数9月出现最多。

关键词

暖季降水, 降水日数, 降水量

Analysis of Precipitation Characteristics in the Warm Season in Barkol County, Hami City

Zhehua Wei, Shadakaite Yisikandaer

Meteorological Bureau of Hami City, Hami Xinjiang

Received: Jun. 2nd, 2025; accepted: Jul. 2nd, 2025; published: Jul. 9th, 2025

Abstract

Based on precipitation data from May to September (warm season) during 1961~2024 in Barkol County, Hami City, this study analyzes warm-season precipitation characteristics using linear regression, F-test, and Mann-Kendall non-parametric statistical methods. The results indicate: (1) The interannual variation of warm-season precipitation days in Barkol County shows a decreasing trend, with light rain days accounting for the highest proportion and heavy rain days the lowest. (2) Monthly precipitation days exhibit a unimodal pattern, with the highest number of precipitation days in July

and the lowest in September. (3) The average warm-season precipitation amount is 168.8 mm, with increasing trends observed in both interannual and monthly precipitation. (4) The longest consecutive precipitation days occur most frequently in July, while the longest consecutive non-precipitation days are most common in September.

Keywords

Warm-Season Precipitation, Precipitation Days, Precipitation Amount

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

降水是水文循环的重要阶段,降水量受全球变暖、人类活动、地形、位置等因素影响,因此,不同地方的降水量有很大不同,比如,沿海地区降水量比同纬度内陆地区多。低纬度地区因气温高、蒸发量大,大气中水气含量多而降水多。近年来,国内专家学者降水的研究集中在降水时空特征的描述[1]-[7],曹瑜[2]计算了夏季极端降水指数,分析青藏高原中东部 1961~2014 年夏季极端降水年代际变化趋势;陈春艳[8]分析了新疆夏季降水的日变化,揭示出新疆夏季降水日变化呈现显著的南、北疆区域差异,得出了新疆夏季降水事件以 6 h 以内的短历时性质为主的结论;丁亚磊[9]评估了小时和日值降水数据对河南省暴雨日数和暴雨日变化特征的影响;杨歆雨[10]选取福建 66 个国家气象站逐日降水量资料,构建年极端降水指数,分析灾害的风险概率。

哈密市巴里坤县位于新疆天山山脉东段和东准噶尔断块山系之间,地形地貌复杂,降水差异大,历史上曾出现过极端降水和极度干旱,给当地的经济生活带来严重影响。目前,针对巴里坤县的局地降水的研究不多。为了更好地服务当地的生产生活,为社会生产决策提供科学依据和技术支撑,本文对巴里坤县暖季降水的时间变化规律进行详细的比较和分析,以便更深入地了解降水的气候变化背景。

2. 资料和方法

本文所用资料为经过质量控制的哈密市巴里坤县气象站(以下简称巴里坤县) 1961~2024 年暖季(5~9 月)降水资料。降水等级参考新疆现行的降水业务标准,分为小雨、中雨、大雨和暴雨,划分标准为:日降水量 0.1~6.0 mm 为小雨,6.1~12.0 mm 为中雨,12.1~24.0 mm 为大雨,24.1~48.0 mm 为暴雨,大于 48.0 mm 为大暴雨;降水日数定义为日降水量 ≥ 0.1 mm 的日数。采用线性回归法对巴里坤不同等级降水变化特征进行分析,用 F 检验方法对线性趋势进行显著性检验,用 Mann-Kendall 非参数化统计检验方法明确降水量发生突变的开始时间,指出突变的时间范围。

3. 结果与分析

3.1. 降水日数

3.1.1. 降水日数年际变化

巴里坤县暖季降水日数平均值为 37.3 d,暖季年降水日数分布不均,年最多降水日数是最少降水日数的两倍多,降水日数最多为 50 d,出现在 1973 年;最少为 24 d,出现在 2001 年;其中,2015~2024 年波动较大。从各级降水日数来看,巴里坤县暖季降水以小雨为主,小雨日数占比为 74.9%,其次是中雨日

数, 占比 14.5%, 暴雨日数最少, 占比为 1.8%。由图 1 可知, 巴里坤县暖季降水日数年际变化呈显著减少趋势, 平均每 10a 减少 0.7 d, 减少趋势通过了 $\alpha = 0.01$ 的信度检验。分析各级别降水日数可以看出(见图 2), 巴里坤县暖季小雨日数呈显著减少趋势, 平均每 10a 减少 1.1 d, 大雨和暴雨均呈显著增加趋势, 平均每 10a 分别增加 0.4 d 和 0.1 d, 中雨无显著变化趋势, 其中小雨日数和大雨日数变化趋势通过了 $\alpha = 0.01$ 的信度检验, 暴雨日数的增加趋势通过了 $\alpha = 0.1$ 的信度检验。

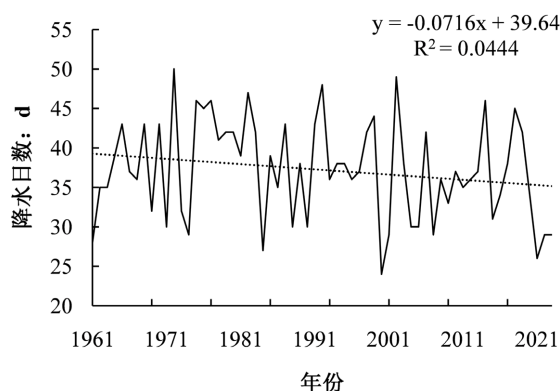


Figure 1. Long-term annual variation in warm-season precipitation days in Balikun
图 1. 巴里坤暖季降水日数年变化趋势

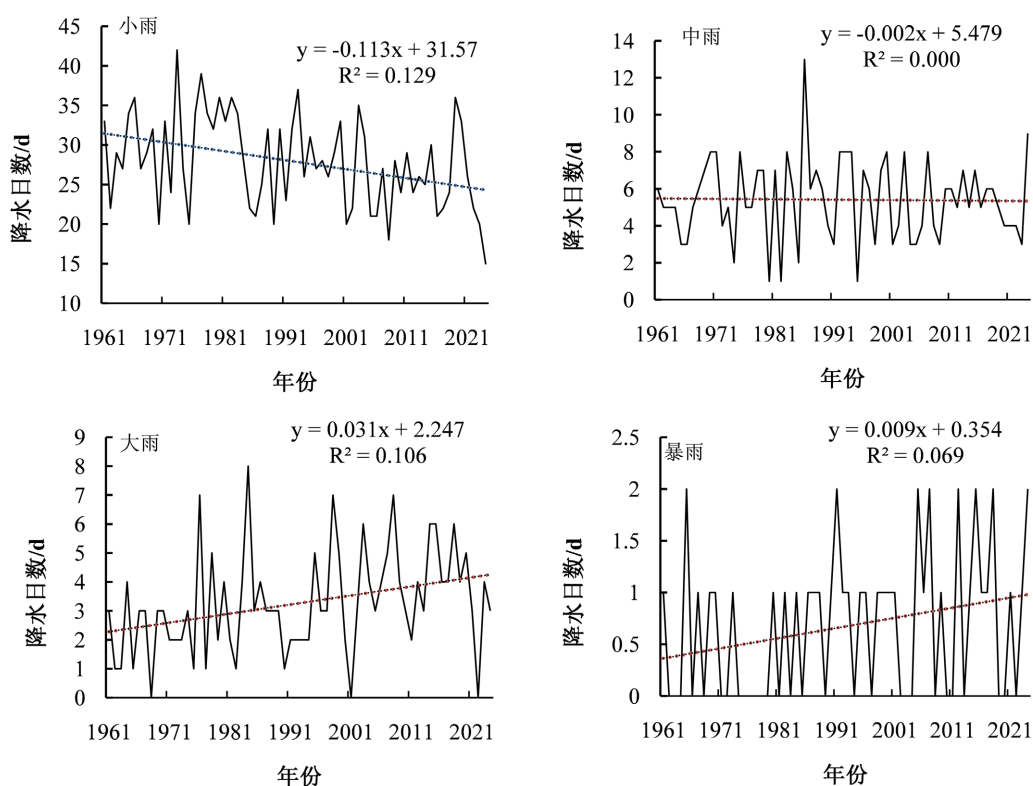


Figure 2. Long-term trends in categorized precipitation days during Balikun warm seasons
图 2. 巴里坤县暖季各级降水日数年变化趋势

3.1.2. 降水日数月变化

统计分析 1961~2024 年 5~9 月暖季逐月降水日数, 如图 3 所示, 降水日数呈单峰性变化, 7 月降水

日数最多，为 10.4d；9 月降水日数最少，为 5.2d。由表 1 可知，暖季各月以小雨日数为主，5~7 月占比均在 75%以上，8~9 月小雨日数占比在 50%以上；中雨日数 8 月和 9 月占比相对较多，分别为 20.5%和 20.4%，5~7 月均在 14%左右；大雨日数 9 月占比最多，为 20.7%，5 月占比最少，为 6.4%；9 月暴雨日数占比最多，为 4.9%，5 月暴雨日数最少，占比 0.8%。

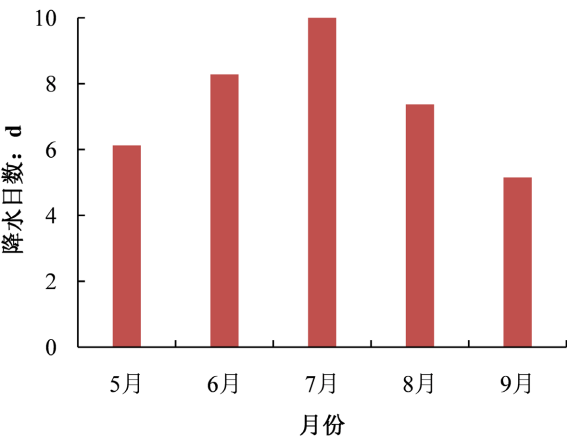


Figure 3. Monthly variation of precipitation days during the warm season in Balikun County
图 3. 巴里坤县暖季降水日数月变化

Table 1. Monthly precipitation days and percentage by category during the warm season in Balikun County
表 1. 巴里坤县暖季各月各级降水量日数和占比

	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
小雨日数 d	4.8	6.3	7.8	1.9	1.6
小雨占比%	78.1	76.0	75.3	52.0	54.1
中雨日数 d	0.9	1.2	1.4	0.7	0.6
中雨占比%	14.8	14.2	13.8	20.5	20.4
大雨日数 d	0.4	0.7	0.9	0.7	0.6
大雨占比%	6.4	7.9	9.1	18.3	20.7
暴雨日数 d	0.0	0.2	0.2	0.3	0.1
暴雨占比%	0.8	1.9	1.8	9.2	4.9

3.2. 降水量

3.2.1. 降水量年变化

1961~2024 年暖季降水量年际变化较大，近 64a 来，暖季平均降水量为 168.8 mm，2007 年降水量最多，285.6 mm，2022 年降水量最少，为 56.4 mm，最多降水量为最少降水量的 5 倍。从图 4(a)可以看出，巴里坤县暖季降水量呈显著增加趋势，平均每 10a 增加 7.3 mm，变化趋势通过了 $\alpha = 0.01$ 的信度检验。用 M-K 法检测降水量序列的突变，绘制了统计量曲线图(图 4(b))，由 UF 曲线可以看出，暖季降水量增加趋势突变时间为 1985 年，自 2015 年至 2024 年，增加趋势甚至超过了显著性水平 0.001 临界线，表明降水量增加趋势十分显著。从年际变化来看，巴里坤县暖季降水量的增加趋势和降水日数的减少趋势共

存, 呈现出相反的年际变化趋势, 也表明了因全球变暖导致的降水格局变化, 即总降水量波动增加, 强降雨集中, 干旱期延长。

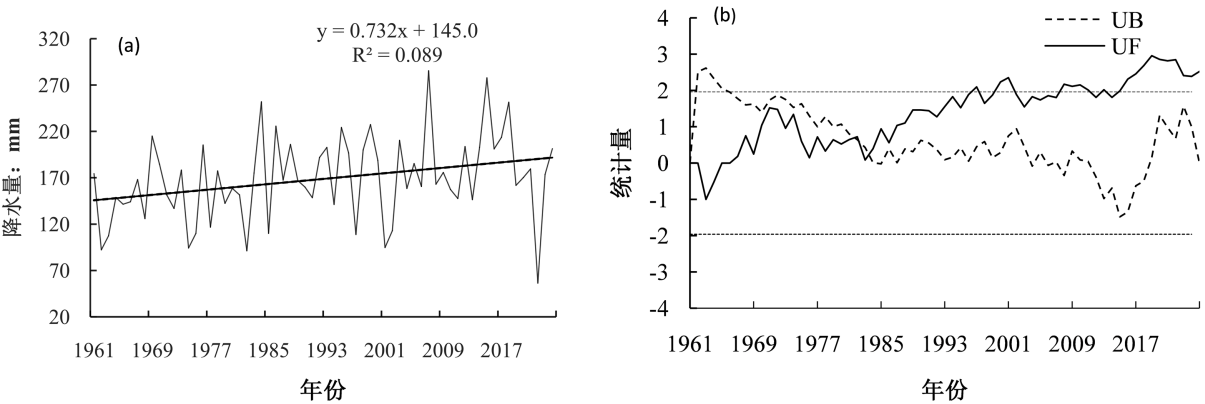


Figure 4. Interannual variation of warm-season precipitation and Mann-Kendall test in Balikun County. (a) Interannual variation of warm-season precipitation in Balikun County; (b) Mann-Kendall test
图 4. 巴里坤县暖季降水量年变化和 M-K 检验。(a)为巴里坤县暖季降水量年变化, (b)为 M-K 检验

3.2.2. 降水量的月变化

分析巴里坤县 1961~2024 年暖季降水量的月变化可知(表 2), 7 月降水量最多, 平均降水量为 46.8 mm, 占暖季平均降水量的 28%; 次多为 6 月和 8 月, 降水量均为 36.1 mm, 各占暖季平均降水量的 26.4%; 暖季降水量最少出现在 5 月, 为 23.6 mm, 占比为 14.0%。从气候趋势上看, 过去 64a, 各月降水量均呈增加趋势, 和年降水量变化趋势一致。5 月和 9 月降水量变化趋势显著, 其中, 5 月通过 $\alpha = 0.01$ 的显著性水平检验, 9 月通过了 $\alpha = 0.05$ 的显著性水平检验, 气候趋势率分别为每 10a 增加 3.0 mm 和 1.8 mm; 6~8 月降水量增加趋势不显著。

Table 2. Warm-season precipitation and climate trends in Balikun County
表 2. 巴里坤县暖季降水量和气候趋势

	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
降水量 mm	23.6	36.1	46.8	36.1	26.1
气候趋势 $\text{mm} \cdot 10\text{a}^{-1}$	3.0**	0.2	1.0	1.4	1.8*

3.3. 降水的连续性

3.3.1. 最长连续降水日数

1961~2024 年巴里坤县暖季, 最长连续降水日数为 9 d, 出现在 1993 年; 1963 年和 1985 年最长连续降水日数最短, 为 2 d。由图 5 所示, 最长连续降水日数年际变化略有减少, 变化趋势不显著。从各月来看(见表 3), 最长连续降水日数 7 月出现最多, 为 9 d; 次多出现在 6 月, 为 8 d; 最少日数出现在 9 月, 为 4 天。近 64a 来, 每年各月最长连续降水日数出现最多为 2 d, 次多为 3 d。

3.3.2. 最长连续无降水日数

近 64a 来, 巴里坤县暖季波动较大, 最多日数为 38 d, 出现在 1988 年; 最少日数为 9 天, 出现在 1961 年。最长连续无降水日数年际变化略呈增加趋势, 未通过显著性检验(图 5)。统计逐年暖季最长连续无降水日数可知, 各月均在 3 d 以上。从各月最长连续无降水日数可知(表 3), 9 月最多, 为 38 d; 次多

出现在 5 月, 为 37 d; 最少出现在 6 月, 为 20 d。

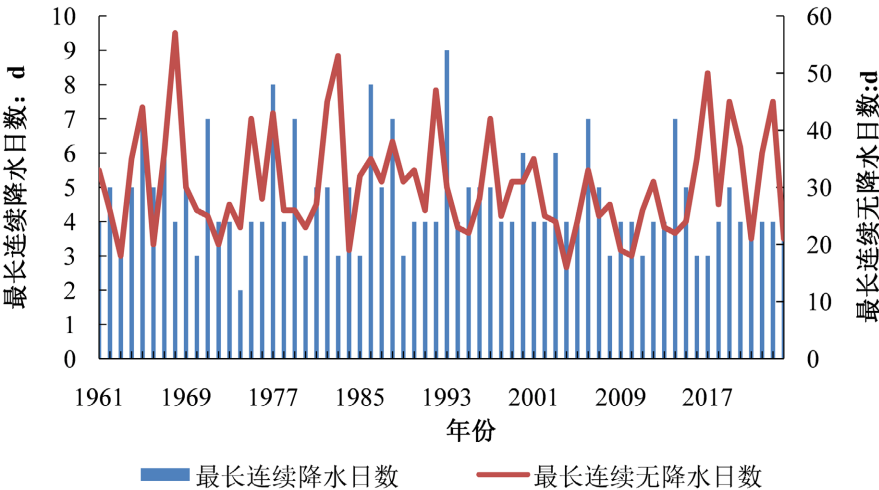


Figure 5. Long-term variation trends of maximum consecutive wet days and dry days in Balikun warm seasons
图 5. 巴里坤县暖季最长连续降水日数和连续无降水日数变化趋势

Table 3. Monthly maximum consecutive wet days and dry spells during the warm season in Balikun County
表 3. 巴里坤县暖季各月的最长连续降水日数和无降水日数

	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
最长连续降水日数 d	7	8	9	5	4
最长连续无降水日数 d	37	20	24	26	38

4. 结论

- 通过分析 1961~2024 年巴里坤县暖季降水的变化特征, 得出如下结论:
- (1) 巴里坤县暖季降水日数分布不均, 在 24~50 d 之间变化, 年际变化呈显著减少趋势; 小雨日数占比最多, 其次是中雨日数, 暴雨日数最少。
 - (2) 巴里坤县暖季降水日数月分布呈单峰性变化, 7 月降水日数最多, 9 月降水日数最少; 暖季各月以小雨日数为主。
 - (3) 巴里坤县暖季降水量在 56.4~285.6 mm 之间, 年际变化呈显著增加趋势, 突变时间发生在 1985 年; 各月降水量均呈增加趋势, 7 月降水量最多, 5 月最少。
 - (4) 巴里坤县暖季最长连续降水日数在 2~9 d 之间变化, 最长连续无降水日数在 9~38 d 之间变化。最长连续降水日数 7 月出现最多, 最长无连续降水日数 9 月最多。

参考文献

[1] 韩宁, 苗春生. 近 6 年陕甘宁三省 5-9 月短时强降水统计特征[J]. 应用气象学报, 2012, 23(6): 691-701.
[2] 曹瑜, 游庆龙, 马茜蓉. 青藏高原中东部夏季极端降水年代际变化特征[J]. 气象科学, 2019, 39(4): 437-445.
[3] 杨金虎, 江志红, 王鹏祥, 等. 中国年极端降水事件的时空分布特征[J]. 气候与环境研究, 2008, 13(1): 75-83.
[4] 张爱英, 高霞, 任国玉. 华北中部近 45A 极端降水事件变化特征[J]. 干旱气象, 2008, 26(4): 46-50.
[5] 董伟, 刘海峰, 朱玉祥. 吉林省夏季极端降水事件特征分析[J]. 自然灾害学报, 2012, 21(4): 69-75.
[6] 王艳君, 刘俸霞, 翟建青, 等. 全球升温 1.5℃ 与 2.0℃ 目标下长江流域极端降水的变化特征[J]. 气象科学, 2019,

- 39(4): 540-547.
- [7] 罗玉, 范广洲, 周定文, 等. 西南地区极端降水变化趋势[J]. 气象科学, 2015, 35(5): 581-586.
 - [8] 陈春艳, 王建捷, 唐治, 等. 新疆夏季降水日变化特征[J]. 应用气象学报, 2017, 28(1): 71-85.
 - [9] 丁亚磊, 姬兴杰, 刘美, 等. 小时和日值降水数据对河南省暴雨日数和暴雨日变化特征的影响[J]. 气象科学, 2023, 43(1): 69-79.
 - [10] 杨歆雨, 张容焱, 徐翊, 等. 福建年极端降水风险概率评估[J]. 应用气象学报, 2025, 36(1): 53-65.