

# 格尔木地区降水变化特征分析

殷宇航<sup>\*</sup>, 肖国杰<sup>#</sup>, 张 妍, 范玲玲

成都信息工程大学大气科学学院, 四川 成都

收稿日期: 2022年11月9日; 录用日期: 2022年12月8日; 发布日期: 2022年12月15日

## 摘 要

为了分析格尔木地区的降水变化特征, 本文采用格尔木气象站1960~2019年的数据资料, 利用线性回归法和小波分析法对该地的降水量和年降水日数进行分析, 结果表明: 近60a该地降水处于缓慢上升的趋势, 但并不显著。年降水日数呈现显著增加的趋势。年降水量表现出了三个明显的周期, 分别为3~7a, 13~16a, 23~29a, 能量峰值按强度分别为15a, 27a, 6a。年降水日数的变化表现出三个明显周期4~6a, 7~10a, 14~21a, 能量峰值按强度分别为17a, 8a, 5a。

## 关键词

格尔木, 降水量, 降水日数, 气候倾向率, 周期分析

# Characteristic Analysis of Precipitation Variation in Golmud Area

Yuhang Yin<sup>\*</sup>, Guojie Xiao<sup>#</sup>, Yan Zhang, Lingling Fan

College of Atmospheric Sciences, Chengdu University of Information Technology, Chengdu Sichuan

Received: Nov. 9<sup>th</sup>, 2022; accepted: Dec. 8<sup>th</sup>, 2022; published: Dec. 15<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

In order to analyze the characteristics of precipitation change in Golmud region, this paper used the data from the Golmud Meteorological Station from 1960 to 2019, and used the linear regression method and the wavelet analysis method to analyze precipitation and rainy days in this area. The results showed that in recent 60 years, the precipitation in this area had been rising slowly, but not significantly. The number of rainy days showed a significant increase trend. The precipita-

<sup>\*</sup>第一作者。

<sup>#</sup>通讯作者。

tion showed three distinct cycles, 3~7a, 13~16a, and 23~29a, respectively. The energy peaks were 15a, 27a, and 6a according to the intensity. The variation of rainy days showed three distinct periods of 4~6a, 7~10a, 14~21a, and the energy peaks were 17a, 8a and 5a respectively according to the intensity.

## Keywords

Golmud, Precipitation, Rainy Days, Climatic Tendency Rate, Periodicity Analysis

Copyright © 2022 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

近年来,全球变暖形势更加严峻,全球水汽循环也发生剧变,气候异常事件逐年增多[1][2],中国的气候变化越来越引起相关专家和学者的关注[3][4],研究由气候变化表现出的气温和降水的时空变化趋势、特征及应对已经成为21世纪全球各个国家政界、学界和公众持续关注的热点问题。青海省地处内陆腹地、青藏高原东北部,大部分地区处于干旱、半干旱带。干旱灾害发生频繁、影响范围较大、持续时间长,对农牧业的影响较大。对于干旱区来说,水资源制约其社会经济发展、影响了该地区的生态安全。随着该地区的发展,水资源的需求开始变得迫切,而降水作为水资源的主要来源,其时空分布与变化将对水资源的合理开发与利用产生直接影响[5]。格尔木位于青海西部、青藏高原腹地,分析格尔木降水变化特征,合理开发、利用水资源,对格尔木生产有着积极的作用。所以本文利用格尔木地区的1960~2019年的降水数据资料,针对其季降水,年降水,年代际降水进行趋势分析,周期分析,以期能了解格尔木地区的降水变化特征及规律,为格尔木气候预测提供参考,为当地的农牧业生产、生态发展提供科学依据。

## 2. 研究资料和研究方法

### 2.1. 资料来源

本研究主要对格尔木地区1960~2019年的降水进行分析,采用的是格尔木气象站1960~2019年共计60a的逐日降水资料。

### 2.2. 研究方法

通过对原始逐日降水数据整理和统计,使用气候倾向率分析年降水量和年降水日数的变化趋势,同时利用小波分析法分析其周期性变化特征[6][7]。

## 3. 结果与分析

### 3.1. 降水量年际变化特征

通过统计格尔木气象站1960~2019年的逐日降水数据,可以看出格尔木近60a的年降水量呈现出缓慢波动上升的趋势,如图1所示,其气候倾向率为2.42 mm/10a,利用相关检验法检验该降水量序列,计算得出相关系数 $r = 0.235$ ,未通过 $\alpha = 0.05$ 的显著性检验,表明格尔木地区年降水量升高趋势并不显著。

降水量的最小值出现在 1965 年, 为 11.4 mm, 降水量的最大值出现在 1967 年, 为 101.8 mm。其年代降水整体表现为升-降-升的特点, 且在最近 10 年平均年降水量最大。

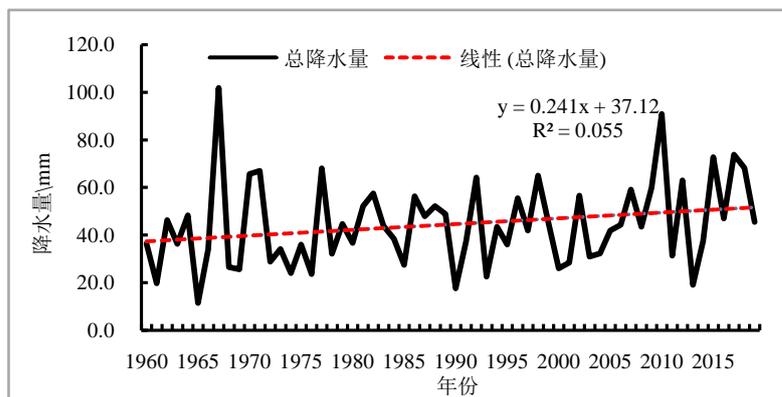


Figure 1. Annual precipitation in Golmud from 1960 to 2019

图 1. 格尔木 1960~2019 年的年降水量

### 3.2. 降水日数年际变化特征

通过对格尔木近 60a 的年降水日数进行统计, 如图 2 所示, 可以看出格尔木近 60a 年降水日数呈现增加的趋势, 年降水日数的气候倾向率为 1.3 d/10a, 相关系数  $r = 0.332$ , 通过了  $\alpha = 0.01$  的显著性检验, 可见这 60a 的年降水日数的增加趋势是显著的。最大的年降水日数出现在 1967 年, 仅为 45 d; 最小的降水日数则是在 1965 年, 只有 12 d。

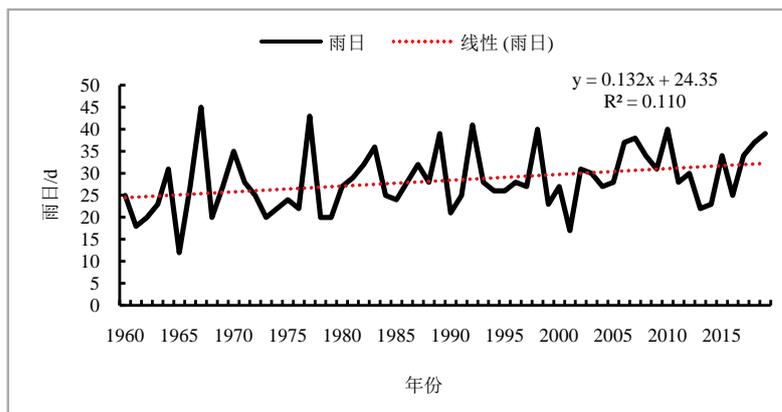


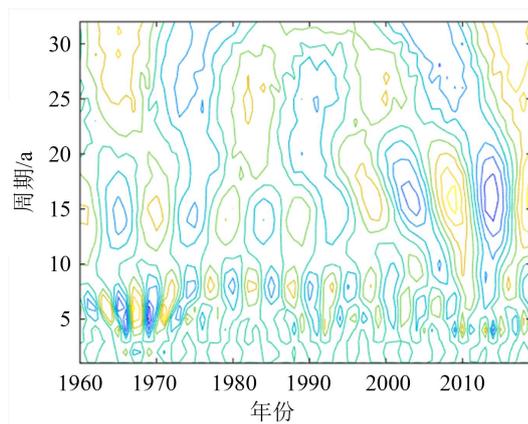
Figure 2. Variation of annual rainy days in Golmud from 1960 to 2019

图 2. 格尔木 1960~2019 年年降水日数变化

### 3.3. 年降水量的周期分析

通过运用小波分析方法, 得出年降水的周期性变化特征, 如图 3 所示: 图中蓝色代表负值, 表明降水偏少。黄色代表正值, 表明降水偏多。从图 3 可以看出, 格尔木地区近 60a 以来年降水存在不同时间尺度上的周期振荡特征。其降水量存在 3~7a, 13~16a, 23~29a 的周期振荡, 并且三个时间上的周期振荡都比较显著。从图中可以看出 13~16a 和 23~29a 这两个时间尺度的周期变化在整个时段都有较强信号, 在 13~16a 这个尺度上 1960 年到 2019 年出现了: 多-少-多-少-多-少-多-少-多-少的准 5 次周

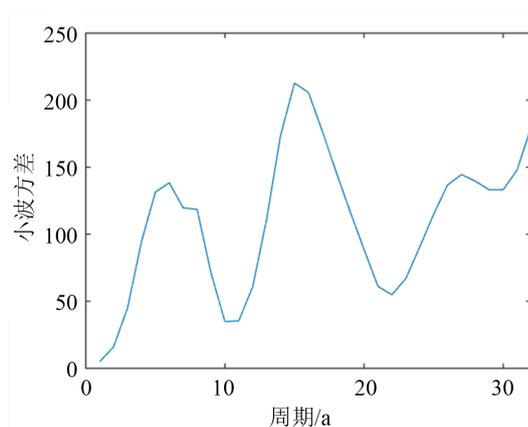
期振荡。在 23~29a 这个尺度上出现了：多 - 少 - 多 - 少 - 多 - 少的准 3 次周期振荡。3~7a 这个尺度周期变化特征在 1960~1993 年和 2010 年后这两个时间段表现的较为明显。



**Figure 3.** Real part diagram of annual precipitation wavelet coefficients in Golmud

**图 3.** 格尔木年降水量小波系数实部图

格尔木近 60a 年降水量的小波方差如图 4 所示，可以看出格尔木的小波方差图中存在 3 个明显的峰值，它们依次对应着 6a，15a 和 27a 三个时间尺度。其中最大峰值对应着 15a 的时间尺度，表明 15a 左右的周期振荡最强，为格尔木降水变化的第一主周期；其次第二峰值对应着 27a 的时间尺度，说明该时间尺度为第二主周期；第三峰值对应这 6a 的时间尺度，为降水变化的第三主周期。同时，综合两张图来看，在实部图 15a 左右的时间尺度上 2019 年附近降水量增加的等值线并没有闭合，说明在未来格尔木的年降水量将会持续呈现出增加的趋势。



**Figure 4.** Wavelet square difference of annual precipitation in Golmud

**图 4.** 格尔木年降水量小波方差图

### 3.4. 年降水日数的周期分析

利用小波分析法得出格尔木近 60a 年降水日数的周期性变化特征，如图 5 所示。可以看出格尔木近 60a 的年降水日数周期性变化明显，在不同时间尺度上表现为多个周期振荡特征，其主要振荡周期表现为 3 个：4~6a，7~10a，14~21a。这三个周期在其分别对应的时间尺度上表现明显。在 1963~1969 年这个

时间尺度上, 4~6a 这个周期表现较为明显, 出现了多-少-多-少的准两次周期振荡。在 1977~1998 年这个时间尺度上, 7~10a 这个周期表现最为明显, 出现了多-少-多-少-多-少-多-少的准 4 次周期振荡。在 1995~2019 年这个时间尺度上, 14~21a 这个周期表现最为明显, 表现为多-少-多-少的准两次周期振荡, 且 2019 年的增加的振荡周期等值线并未闭合, 说明在未来一段时间内, 年降水日数将持续处于一个上升状态。

图 6 为降水日数的小波方差图, 从图中可以直观的看出年降水日数的周期振荡强度。可以看出在不同的时间尺度上存在三个峰值, 分别是 5a, 8a, 17a。其中最大峰值对应着 17a 这个时间尺度, 说明 17a 的周期振荡最强, 故 17a 为第一主周期, 第二峰值对应着 8a 左右的时间尺度, 故 8a 为第二主周期, 第三峰值对应着 5a 这个时间尺度, 故 5a 为第三主周期。这三个主振荡周期决定着格尔木年降水日数变化序列在整个研究时域内的变化特征。

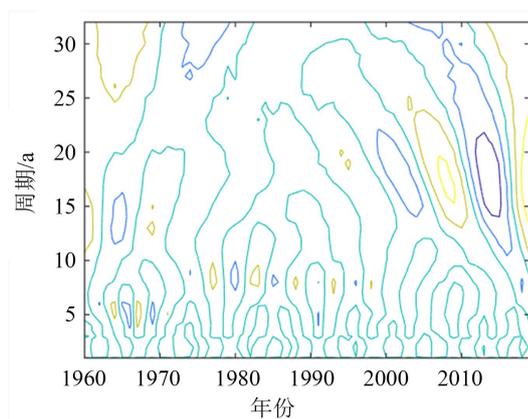


Figure 5. Real part diagram of annual rainy days wavelet coefficients in Golmud

图 5. 格尔木年降水日数小波系数实部图

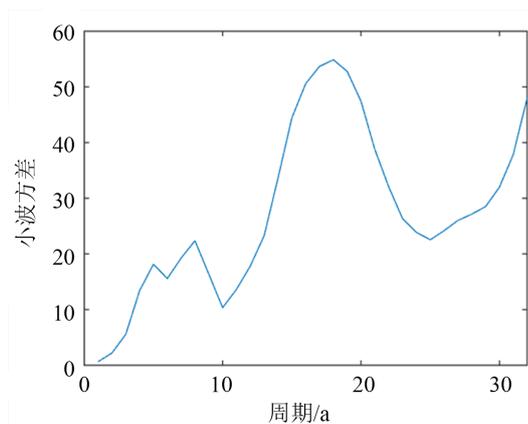


Figure 6. Wavelet square difference of annual rainy days in Golmud

图 6. 格尔木年降水日数小波方差图

#### 4. 结论

1) 近 60a 格尔木年降水量呈不显著的缓慢上升趋势。其年代降水整体表现为升-降-升的特点, 且在最近 10 年平均年降水量最大。

2) 格尔木年降水日数呈现出一种显著增加的趋势, 其年代变化除 20 世纪 80~90 年代之外均呈现上升趋势。

3) 格尔木年降水量在时间序列上呈现出 3~7a, 13~16a, 23~29a 的周期振荡, 其小波方差图中存在 3 个明显的峰值, 它们依次对应着 6a, 15a 和 27a 三个时间尺度。其中 15a 为第一主周期, 27a 为第二主周期, 6a 为第三主周期。从实部图来看, 未来的一段时间内格尔木的年降水量将会呈现出增加的趋势。

4) 年降水日数表现出三个周期振荡: 4~6a, 7~10a, 14~21a, 且在小波方差图上出现三个峰值分别为 5a, 8a, 17a, 其中第一主周期为 17a。格尔木未来一段时间年降水日数将持续处于上升趋势。

## 基金项目

成都信息工程大学 2022 年大学生创新创业训练计划项目(202210621038)和入库项目(202210621001k)共同资助。

## 参考文献

- [1] 任国玉, 吴虹, 陈正洪. 我国降水变化趋势的空间特征[J]. 应用气象学报, 2000, 11(3): 322-330.
- [2] Trenberth, K.E, Dai, A., Rasmussen, R.M., et al. (2003) The Changing Character of Precipitation. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **84**, 1205-1217. <https://doi.org/10.1175/BAMS-84-9-1205>
- [3] 任国玉, 郭军, 徐铭志, 等. 近 50 年中国地面气候变化基本特征[J]. 气象学报, 2005, 63(6): 942-956.
- [4] 王绍武. 近百年气候变化与变率的诊断研究[J]. 气象学报, 1994(3): 261-273.
- [5] 冷雪, 庞亮, 姜欣彤, 等. 1956~2018 年青海省黄河流域降水变化特征分析及预测[J]. 中国海洋大学学报(自然科学版), 2022, 52(2): 23-32.
- [6] 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法[M]. 北京: 气象出版社, 2016: 39-42.
- [7] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京: 气象出版社, 2006: 62-86.