

# 雷公山北坡垂直梯度观测气候要素特征研究分析

易志学, 杨 青

雷山县气象局, 贵州 黔东南

收稿日期: 2024年9月30日; 录用日期: 2024年10月27日; 发布日期: 2024年11月5日

## 摘 要

利用雷公山北坡不同海拔高度上的3个梯度气象观测站及雷公山山顶国家无人值守站2018年7月1日~2021年6月30日的逐月气温、降水资料, 分析了雷公山气温、降水的演变特征。结果表明: 雷公山山顶年最高气温为35.7℃, 年最低气温为-7.1℃, 山顶年平均气温为10.6℃, 从山底到山顶随着海拔高度的增加年平均气温以-0.48℃/100 m趋势下降; 从山底到山顶, 不同历时暴雨频次总体随着海拔高度的增加呈上升趋势, 又以山顶7月份1 h发生的暴雨频次最多, 整体走势呈单峰形, 且振幅明显; 随着全球气候变暖的趋势, 水资源匮乏的大背景下, 短历时强降水呈增多趋势, 最大小时雨强出现在山顶, 为62.8 mm/h, 出现在午后15时; 而整个雷公山北坡一日当中有3个降水峰值时段, 分别为清晨01~02时、白天10~15时和夜间21~22时, 其中又以清晨01~02时表现最为突出。

## 关键词

雷公山, 梯度, 特征, 分析

## Study on the Characteristics of Climatic Elements Observed by Vertical Gradient on the North Slope of Leigong Mountain

Zhixue Yi, Qing Yang

Leishan County Meteorological Bureau, Qiandongnan Guizhou

Received: Sep. 30<sup>th</sup>, 2024; accepted: Oct. 27<sup>th</sup>, 2024; published: Nov. 5<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

Based on the monthly temperature and precipitation data of three gradient meteorological obser-

文章引用: 易志学, 杨青. 雷公山北坡垂直梯度观测气候要素特征研究分析[J]. 气候变化研究快报, 2024, 13(6): 1520-1525. DOI: 10.12677/ccrl.2024.136163

vation stations at different altitudes on the northern slope of Leigong Mountain and the national unattended station at the top of Leigong Mountain from July 1, 2019 to June 30, 2020, the evolution characteristics of temperature and precipitation in Leigong Mountain are analyzed. The results show that the annual maximum temperature is 35.7°C, the annual minimum temperature is -7.1°C, and the annual average temperature is 10.6°C. With the increase of altitude from the bottom of the mountain to the top of the mountain, the annual average temperature decreases with -0.48 °C/100 M; From the bottom of the mountain to the top of the mountain, the frequency of Rainstorm in different durations generally increased with the increase of altitude, and the rainstorm frequency occurred in 1 hour of July on the top of the mountain was the most, and the overall trend was single peak, and the amplitude was obvious; with the trend of global warming and the background of water shortage, the short duration heavy rainfall showed an increasing trend, and the maximum hourly rainfall intensity appeared at the top of the mountain, 8 mm/h, which appeared at 15:00 p.m., while there were three peak periods of precipitation on the northern slope of Leigong Mountain in a day, which were 01~02 a.m., 10~15 a.m. and 21~22 p.m., among which the most prominent was at 01~02 a.m.

## Keywords

Leigong Mountain, Gradient, Characteristics, Analysis

Copyright © 2024 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

近年来全球气候变暖现象引发了社会各界的广泛关注,同时全球变暖也使得人们对极端事件的变化特征变得敏感起来。IPCC 第四次报告指出,近百年来全球地表气温的线性变化趋势为 0.74°C,为近千年来气温增长幅度最大的一时段。极端气候事件的频率和强度将有可能随着地表温度的上升而增加。极端气候事件干旱、暴雨、大风、低温凝冻、高温等频繁发生和加剧,已经成为当今社会和科学界愈来愈关注的焦点。长期以来,气象学者从多方面对暴雨气候特征进行了研究,而针对短历时强降水研究较少,这主要是基础资料不完善。随着气象探测手段的提高及历时降水资料信息化处理工作的开展,可获得更长序列的短历时降水资料,为开展短历时降水的研究奠定了基础。彭芳[1]等分别定义贵州各站点的小时降水量的强降水阈值。张玉琴[2]等人研究表明短时强降水过程具有非常强的局地性,单站过程高达 80%,且雨强越大局地性越强。李明华[3]等人研究表明强降水较多,但时空分布不均匀,强降水 90%以上出现在汛期,全球变暖背景下强降水日呈增多趋势。林新彬等[4]研究前汛期短历时强降水统计特征,表明在不同环境下短历时强降水的不同特征。

雷山地处云贵高原湘,桂丘陵盆地过渡的斜坡地带,地势东北高,西南低,境内山峦起伏,河谷纵深,地形破碎,切割深厚,河流下切冲刷强烈,地形复杂。雷公山复式背斜组成区域构造的主体,由若干次级背斜及向斜组成,自东向西有迪气背斜、雷公坪向斜及新寨背斜等。雷公山地形高耸,山势脉络清晰,地势西北高、东南低,主山脊自东北向西南呈“S”形状延伸,主峰海拔 2178.8 米,主脊带山峰一般大于 1800 米,两侧山岭海拔一般小于 1500 米。位于雷公山东侧的小丹江谷地海拔 650 米,是本区最低的地带。该区河流强烈切割,地形高差一般大于 1000 米。雷公山脉长江水系与珠江水系分水岭。境内地形地貌复杂,地层岩性抗风化能力弱,岩石结构破碎疏松,降水量充沛,根据贵州省地质灾害调查与区划实施细则[1]划分,雷山县为地质灾害高发区,每年受季风和冷暖气流的影响,易发暴雨、干旱等气象

灾害。因此摸清雷公山整个梯度观测气温和降水的特征, 有针对性地做好气象服务, 为防灾减灾、提前有效应对灾害天气具有重要意义。

## 2. 资料来源与处理方法

### 2.1. 资料来源

本文统计气温、降水变化特征, 采用雷公山梯度气象观测系统 2018 年 7 月 1 日~2021 年 6 月 30 日 4 个代表观测站经质量控制的逐日气温、降水资料。雷公山自东北向西南呈“S”形状延伸, 梯度气象观测系统主要分布在雷公山北坡, 具体选择了数据较少缺测、质量较好的 3 个梯度观测站, 分别为黄里、排里、雀鸟, 海拔高度分别为黄里 897 m、排里 1368 m、雀鸟 1430 m, 以及雷公山国家无人值守站海拔 2129 m (以下简称雷公山)。其中 3 个梯度观测的气象观测记录始于 2018 年 11 月, 而雷公山的观测记录稍长。为了保证所用资料的准确性和完整性, 4 个站的气温、降水资料的时段统一为 2018 年 7 月 1 日~2021 年 6 月 30 日, 各站资料均通过缺测处理、异常值检测等方法进行了质量控制, 从而保证了得到雷公山梯度的气温、降水资料是可靠的。资料由雷山县气象台提供。

### 2.2. 研究及方法

#### 2.2.1. 线性趋势法

采用线性趋势法, 为了解气象要素 长期趋势变化, 计算时间序列  $x_i$  与自然数数列  $t_i$  ( $1, 2, \dots, n$ ) 之间的相关系数, 称为趋势系数[7], 即:

$$x_i = a + bt_i \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

#### 2.2.2. 暴雨标准

暴雨标准采用气象部门的规定, 即暴雨为 24 h 雨量大于 50 mm, 大暴雨大于等于 100 mm。对于某一时段如 1~2 h 或者更短时间内暴雨标准, 本文采用 G. 伍索夫(Wussow)提出的各历时的暴雨的临界值  $r(t)$  来定义。公式如下:

$$r(t) = \begin{cases} \sqrt{5t} \\ \sqrt{5t - \left(\frac{t}{24}\right)^2} \end{cases} \quad (2)$$

当一定降水历时  $t$  (单位: min) 内的降水  $R \geq r(t)$  时称为暴雨。由于数据有限, 暴雨仅仅研究  $1 \text{ h} \geq 17.3 \text{ mm}$  的暴雨降水或  $12 \text{ h} \geq 30 \text{ mm}$  及  $24 \text{ h} \geq 50 \text{ mm}$  的暴雨降水量。如对 1 h 降水, 将逐分钟的降水量计算 60 min 的合计值, 如达到暴雨标准, 则记录一个频次。

## 3. 气温、降水变化特征

### 3.1. 气温年变化特征

从图 1 分析得出, 年平均气温最高的为海拔最低 897 m 的黄里站, 年平均气温为  $15.7^\circ\text{C}$ , 而年平均最低的为海拔最高的 2129 m 山顶雷公山站, 年平均气温仅为  $10.6^\circ\text{C}$ , 从山底到山顶随着海拔高度的增加年平均气温以  $-0.48^\circ\text{C}/100 \text{ m}$  趋势下降。从年最高最低气温分析, 不难得出, 山底黄里站年最高气温为 2019 年 8 月 13 日  $36.2^\circ\text{C}$ , 年最低气温为 2019 年 12 月 8 日  $-3.2^\circ\text{C}$ 。山腰雀鸟站年最高气温为 2019 年 7 月 16 日  $38.1^\circ\text{C}$ , 年最低气温为 2020 年 1 月 27 日  $-4.1^\circ\text{C}$ 。而山顶雷公山年最高气温为 2019 年 7 月 10 日  $35.7^\circ\text{C}$ , 年最低气温为 2021 年 1 月 27 日的  $-8.1^\circ\text{C}$ 。

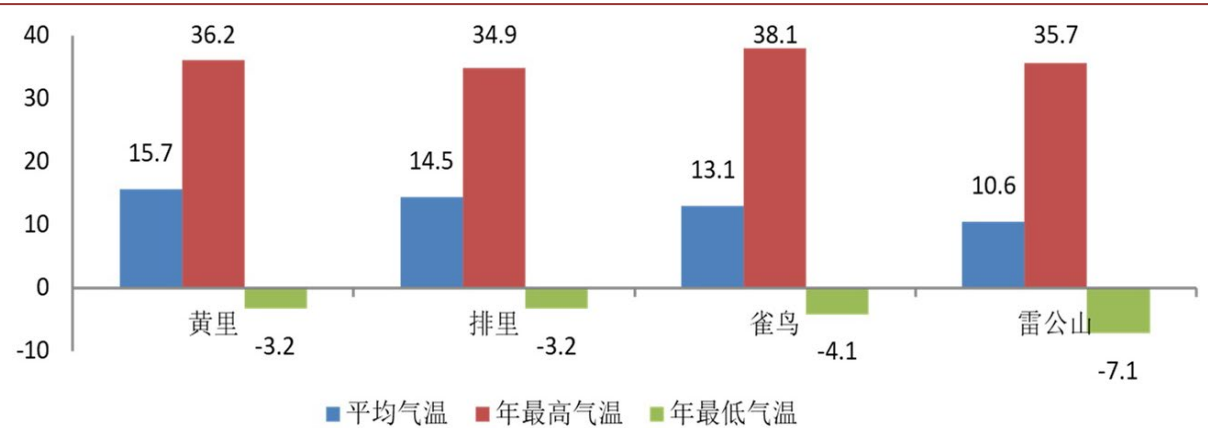


Figure 1. Average annual temperature at Leigongshan Gradient Station (Unit: °C)

图 1. 雷公山梯度站年平均气温(单位: °C)

从图 1 不难看出，整个雷公山梯度气象观测系统的气温分布，年最高气温出现在山腰，而山底和山顶呈两头低的态势。年最低气温出现在山顶，并随着海拔高度的增加，气温呈走低的趋势。

### 3.2. 月变化特征

为了研究方便，对雷公山梯度气象观测系统 1~12 月份各月的平均气温分别进行统计分析，见表 1。

从表 1 不难看出，雷公山北坡的月平均气温最高出现在 8 月份，为 20.9℃，7 月次之，月平均气温最低出现在 1 月份，为 4.4℃，12 月次之，整体走势呈单峰形。

Table 1. Average monthly temperature in Leigongshan Gradient Station from January to December (Unit: °C)

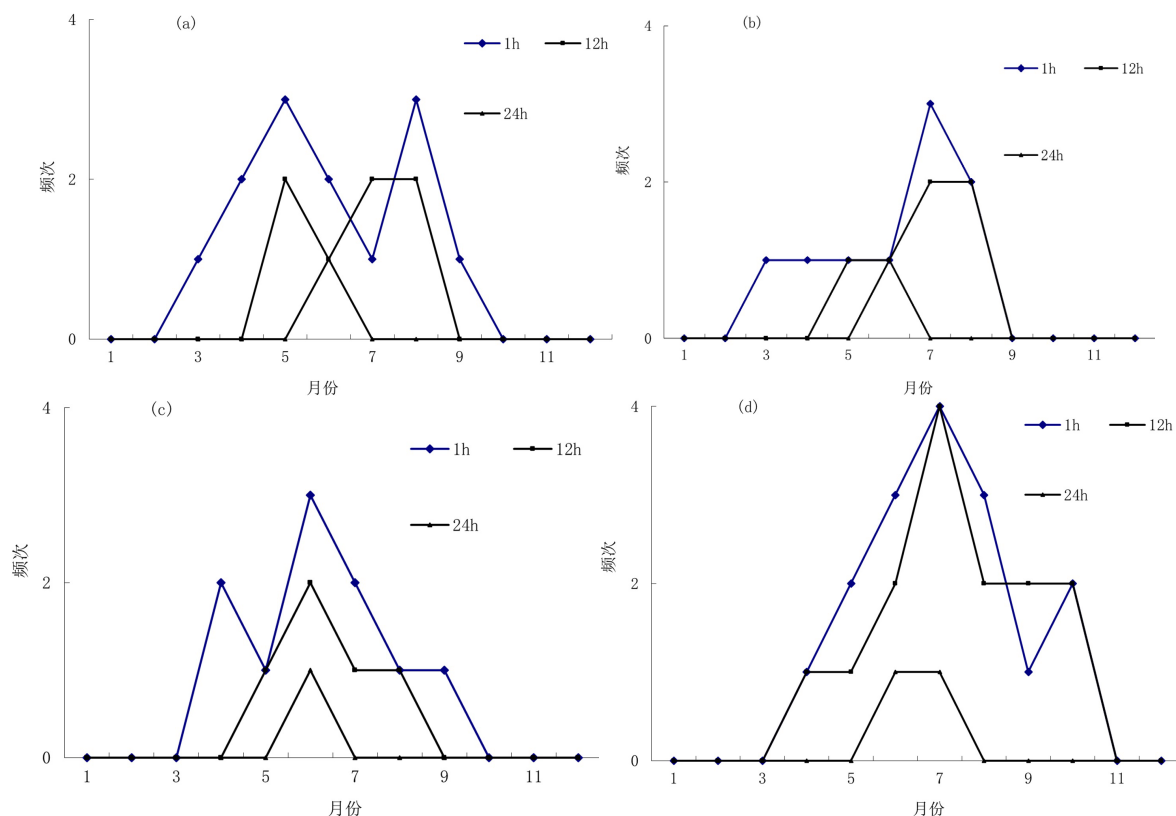
表 1. 雷公山梯度站 1~12 月份月平均气温(单位: °C)

站点	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
黄里	6.0	10.2	14.3	15.4	20.2	22.3	23.4	23.4	20.0	16.4	11.1	6.1
排里	4.4	8.6	12.0	14.4	18.3	21.4	21.3	22.4	19.8	15.3	9.9	6.5
雀鸟	3.8	6.7	9.6	11.2	17.2	19.7	20.3	21.4	18.5	14.2	8.9	5.4
雷公山	3.6	4.3	7.7	10.8	14.1	17.5	17.1	17.2	14.3	11.3	6.9	3.3
平均	4.4	7.1	10.7	13.1	17.3	20.0	20.4	20.9	18.0	14.2	9.2	5.3

从各站点来分析，山坡黄里站月平均气温最高出现在 7 和 8 月份，为 23.4℃，月平均气温最低出现在 1 月份，为 6.0℃，呈单峰形。山腰排里、雀鸟月平均气温最高都出现在 8 月份，月平均气温最低均出现在 1 月份。而山顶雷公山月平均气温最高出现在 6 月份，为 17.5℃、8 月份次之，为 17.2℃，呈双峰形。

### 3.3. 雷公山梯度站暴雨频次月分布特征

图 1 为 4 个代表站不同历时暴雨的月频次分布特征，分析可知，其雷公山梯度站，各历时暴雨主要其中在发生在 5~9 月，以 7 月份发生的频次最多，6 月次之，其余月份发生较少，峰值在 7 月；各历时降水大多数为系统降水，这与夏季暖湿气流旺盛，对流性天气相对多发，易引起强降水有关。7 月份各历时月频次总共为 24 次，其次 6 月份各历时月频次总共为 23 次，占全年的一半以上。



**Figure 2.** Monthly frequency of heavy rain in different duration at four stations: Huangli (a), Paili (b), Queniao (c) and Leigong Mountain (d)

**图 2.** 黄里(a)、排里(b)、雀鸟(c)、雷公山(d) 4 个站点不同历时暴雨月频次

同样为了研究方便,把雷公山梯度观测系统分为山底、山腰、山顶来分析。见雷公山山底黄里站(图 2(a))各历时暴雨曲线呈双峰型,不难看出各历时强降水主要集中在 5~8 月,峰值在 5 月和 8 月,次峰在 6 月。其中又以 1 h 短时强降水发生的频次最多,共 13 次,12 h 强降水发生的频次数次之,为 5 次。山腰的发生各历时(见图 2(b) (c))暴雨曲线呈单峰型,曲线相对平滑,振幅不是很明显,各历时暴雨主要集中在 5~10 月,峰值在 6 月。而山顶暴雨的各历时月频次分布特征,(见图 2(e))不难分析得出,主要为 1 h 和 12 h 分布最多。而 1 h 的短时强降水又以 7 月份的 4 次最多,6 月和 8 月次之,振幅很明显,呈单峰形。这与黔东南雷公山的特殊地理条件西高南低立体垂直差异导致,同时与黄艳等人研究的结果表明黔东南的暴雨中心是雷公山是相吻合的[5]。这说明,近几年,随着全球气候变暖的趋势,水资源匮乏的大背景下,短历时强降水呈增多趋势。

### 3.4. 雷公山梯度站暴雨频次日变化特征

雷公山总体走势呈西高南低,立体垂直分明,由于特殊的地理条件差异导致,历史降水观测资料统计显示,雷公山是黔东南的暴雨中心[6]。

从逐时最大雨强变化(见图 3),不难看出,最大小时雨强出现在山顶雷公山站,为 62.8 mm/h,出现时间为午后 15 时。一日当中有 3 个降水峰值时段,分别为清晨 01~02 时、白天 10~15 时和夜间 21~22 时,清晨雨量峰值主要由该时段降水频次较高所致,以 01~02 时段表现最为突出。而白天与夜间雨量峰值主要与该时段降水强度较大有关。从整体来分析,山顶雷公山站与山底黄里站降水量差异主要体现在白天 10~15 时和夜间 21~22 时。山腰排里站和雀鸟站短时强降水表现得较为分散。

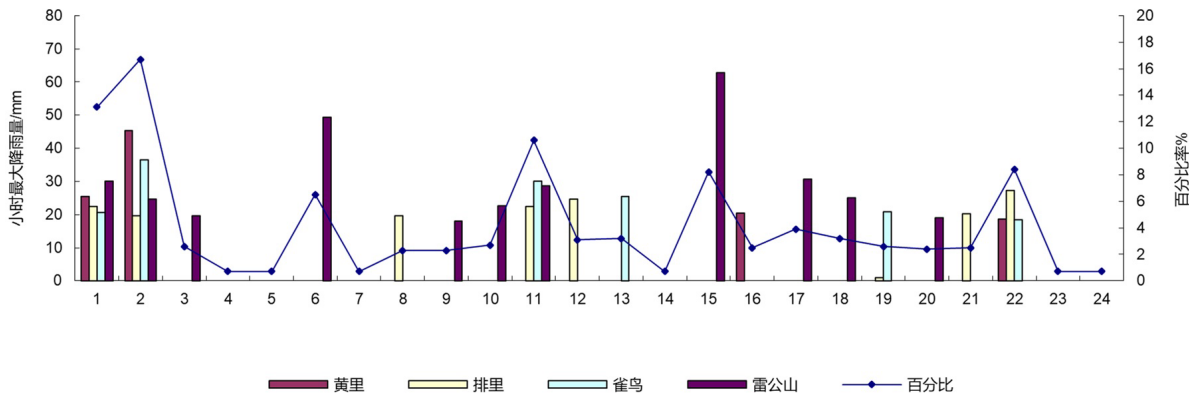


Figure 3. Hourly maximum rainfall changes of Leigong Mountain gradient observation system (Unit: mm)  
图 3. 雷公山梯度观测系统逐时最大降雨量变化(单位: mm)

#### 4. 结论与讨论

(1) 雷公山山顶年最高气温为 35.7℃, 年最低气温为-8.1℃, 山顶年平均气温为 10.6℃, 从山底到山顶随着海拔高度的增加年平均气温以-0.48℃/100 m 趋势下降。

(2) 从山底到山顶, 不同历时暴雨频次总体随着海拔高度的增加呈上升趋势, 又以山顶 7 月份 1 h 发生的暴雨频次最多, 整体走势呈单峰形, 且振幅明显。

(3) 随着全球气候变暖的趋势, 水资源匮乏的大背景下, 短历时强降水呈增多趋势, 最大小时雨强出现在山顶, 为 62.8 mm/h, 出现在午后 15 时, 而整个雷公山北坡一日当中有 3 个降水峰值时段, 分别为清晨 01~02 时、白天 10~15 时和夜间 21~22 时, 其中又以清晨 01~02 时表现最为突出。由于气象资料使用的年限有限, 本文采用统计的方法, 对其雷公山北坡的气温和降水进行了统计分析, 对科学合理利用雷公山气候资源, 统一调度有一定的实用价值。

#### 参考文献

[1] 彭芳, 吴古会, 杜小玲. 贵州省汛期短时降水时空特征分析[J]. 气象, 2012, 38(3): 307-313.

[2] 张玉琴, 姜波, 李永军, 等. 攀枝花短时强降水气候特征分析[J]. 高原山地气象研究, 2013, 33(2): 36-40.

[3] 李明华, 张子凡, 郭琳晶, 等. 近 43a 惠州市强降水和洪涝的气候特征分析[J]. 暴雨灾害, 2010, 29(4): 381-385.

[4] 林新彬, 刘增基, 邹燕, 等. 福建省前汛期短历时降水气候的统计特征[J]. 应用气象学报, 2002, 13(4): 469-477.

[5] 高绍凤, 陈万隆, 朱超群, 等. 应用气候学[M]. 北京: 北京出版社, 2001: 278.

[6] 顾欣, 田楠, 潘平珍. 黔东南暴雨气候特征及其地形影响[J]. 气象科技, 2006, 34(4): 441-445.

[7] 黄馗, 陈晓兵, 石宏辉, 等. 都柳江洪水传播时间分析[J]. 贵州气象, 2015, 39(3): 58-61.

[8] 甘富万, 胡秀英, 刘欣, 等. 广西境内西江流域洪水特性分析[J]. 广西大学学报(自然科学版), 2015(1): 244-250.

[9] 李勇, 刘寿东, 李登文, 等. 气象水位耦合预报模式预警洪涝——以湄潭县河流为例[J]. 气象科学, 2007, 27(12): 115-120.

[10] 石兴琼, 肖天贵. 西南地区不同地质灾害影响区的降水阈值研究[J]. 高原山地气象研究, 2016, 36(1): 63-67.

[11] 屠妮妮, 何光碧. 2012 年夏季四川东部一次大暴雨过程分析[J]. 高原山地气象研究, 2015, 35(3): 1-8.