

攀枝花保安营机场2014~2024年降水特征分析

蒋怡昕

四川省机场集团有限公司攀枝花保安营机场分公司, 四川 攀枝花

收稿日期: 2025年4月7日; 录用日期: 2025年5月9日; 发布日期: 2025年5月19日

摘要

本文利用攀枝花保安营机场(以下简称攀枝花机场)2014~2024年自动观测站逐日降水数据,采用线性回归分析法、Mann-Kendall突变检验分析等方法,对降水特征和强降水特征进行探讨分析。结果表明,攀枝花机场2014~2024年的年平均降水量达到803.2 mm。最大值年是2017年,降水量为1025.2 mm,最小值年是2023年,降水量为491.2 mm,整体呈现下降趋势,降水量月分布呈单峰值特征,峰值位于7月,干季和雨季分明显著,雨季降水量的多少决定了全年降水量的多少。年平均强降水量为330.2 mm,强降水的年平均贡献率为39%,两者均呈现下降趋势,在2019年攀枝花机场的年降水量和年强降水量均出现了突变现象。

关键词

攀枝花保安营机场, 降水特征, 强降水, 特征分析

Analysis of Precipitation Characteristics at Panzhihua Baoanying Airport from 2014 to 2024

Yixin Jiang

Panzhihua Baoanying Airport Branch, Sichuan Province Airport Group Co., Ltd., Panzhihua Sichuan

Received: Apr. 7th, 2025; accepted: May 9th, 2025; published: May 19th, 2025

Abstract

In this paper, daily precipitation data from automatic observation station of Baoanying Airport in Panzhihua (hereinafter referred to as Panzhihua Airport) from 2014 to 2024 were used to discuss and analyze the characteristics of precipitation and heavy precipitation by linear regression analysis and Mann-Kendall mutation test. The results show that the average annual precipitation of

Panzhihua Airport from 2014 to 2024 reaches 803.2 mm. The maximum year is 2017, with precipitation of 1025.2 mm, and the minimum year is 2023, with precipitation of 491.2 mm, showing a downward trend as a whole. The monthly distribution of precipitation is characterized by a single peak, and the peak is located in July. The dry season and the rainy season are distinct, and the amount of precipitation in the rainy season determines the amount of annual precipitation. The average annual heavy precipitation was 330.2 mm, and the average annual contribution rate of heavy precipitation was 39%, both of which showed a downward trend. In 2019, both the annual precipitation and the annual heavy precipitation of Panzhihua Airport showed a sudden change.

Keywords

Panzhihua Baoanying Airport, Precipitation Characteristics, Heavy Precipitation, Analysis of Characteristics

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

水汽凝结物从云中降落到地面的现象称为降水。降水对飞行有多方面的影响，不仅影响能见度，还会造成飞机积冰、雹击、发动机熄火、跑道积冰等，其影响程度主要与降水强度和降水种类有关。攀枝花机场位于川滇交界处、横断山脉与云贵高原的过渡地带，地处青藏高原东南缘，地形复杂，金沙江从西、北、东三面环绕机场，属于典型的山区高温高原机场，由于形似航母，又被称为“内陆航母”机场。

近年来，众多学者对不同地方的降水特征展开了深入的研究。关于降水对机场飞行影响的研究，杨庭潇等人对重庆江北机场 2012~2021 年降水特征进行了分析[1]，彭淼机对 1991~2020 年南宁机场降水特征进行了分析[2]，针对攀枝花的降水特征，张玉琴等人研究了攀枝花短时强降水气候特征分析[3]，李永军等人研究了青藏高原东南缘攀枝花市降水特征及其成因初探[4]。本文拟通过统计分析历年资料，分析出攀枝花机场降水变化特征，总结出规律特征，为攀枝花机场的降水评估和防洪工作提供一定的参考。

2. 资料和方法

2.1. 资料

本文所采用的降水量资料来源于四川省攀枝花机场 20 号跑道基准观测点 2014~2024 年的逐日地面气象观测资料。根据我国降水程度等级划分的定义，本文将日降水量达到了 25 mm 的降水定义为强降水。

2.2. 方法

利用线性回归分析法、距平分析法研究降水量的年变化及月变化特征。对年平均降水量及年平均强降水量进行突变检测时，选用曼-肯德尔(Mann-Kendall)法。Mann-Kendall 检验亦称 MK 检验，是一种非参数统计检验方法，亦称无分布检验，其优点是不需要样本遵从一定的分布，也不受少数异常数值的干扰。

3. 降水特征分析

3.1. 主要影响天气系统

攀枝花机场地处我国青藏高原的东南侧，每年的 5 月份后，受西南季风持续加强的影响，来自南海和

孟加拉湾的暖湿气流，给机场带来了充足的水汽，西太平洋副热带高压西伸增强，使得该地区常处于高压脊的西南缘，同时西风气流在绕过青藏高原两侧后在高原东部汇合，在对流层中下部形成切变，切变线两侧干湿、冷暖不同性质气流的交汇为降水的产生提供了抬升机制，西风气流在高原东部的动力减压作用也利于低压系统的生成，降水增多，机场由干季逐渐进入雨季。到了 11 月，青藏高原南支气流显著东伸南压并加强，孟加拉湾西南气流逐渐减弱消失，东南支气流也减弱且东移南落，经向水汽输送通道被切断，转换为受干燥的青藏高原南支西风绕流控制，降水减少，机场由雨季逐渐进入干季。已有研究表明，攀枝花夜雨特征显著，呈单峰型，降水峰值出现在 03 时(北京时)，因攀枝花位于干热河谷区，日间湿度小、夜间湿度大，夜间较饱和的大气更容易凝结，触发降水，湿度的日变化是攀枝花易发生夜雨的原因之一[4]。

3.2. 降水量的年变化特征

攀枝花机场 2014~2024 年的年平均降水量达到 803.2 mm。降水量最大值发生在 2017 年，降水量达到了 1025.2 mm，最小值年是 2023 年，降水量只有 491.2 mm，图 1 为攀枝花机场 2014~2024 年降水量的变化曲线，可以看出，攀枝花机场降水量的年变化振幅相对较大，通过对年降水量进行线性回归分析发现，其倾向值为-29.634，R² 值为 0.371，通过了 0.05 的显著性检验，整体呈现下降趋势。在 2015~2018 年间攀枝花机场年降水量无明显的变化趋势，相对平稳，2018 年后年降水量随着时间呈现波动下降的趋势。

通过对图 2 的攀枝花机场 2014~2024 年逐年降水量的距平图进行分析可知，11 年来年降水的正距平年数量小于负距平年，并可以将其大致分为两个时间段：在 2014~2018 年间，年降水量距平多在 0 mm 以上，总体表现为一个偏大的情况，在 2019~2024 年间，年降水量距平均在 0 mm 以下，降水量整体偏少，在 2023 年达到极小值-312 mm。

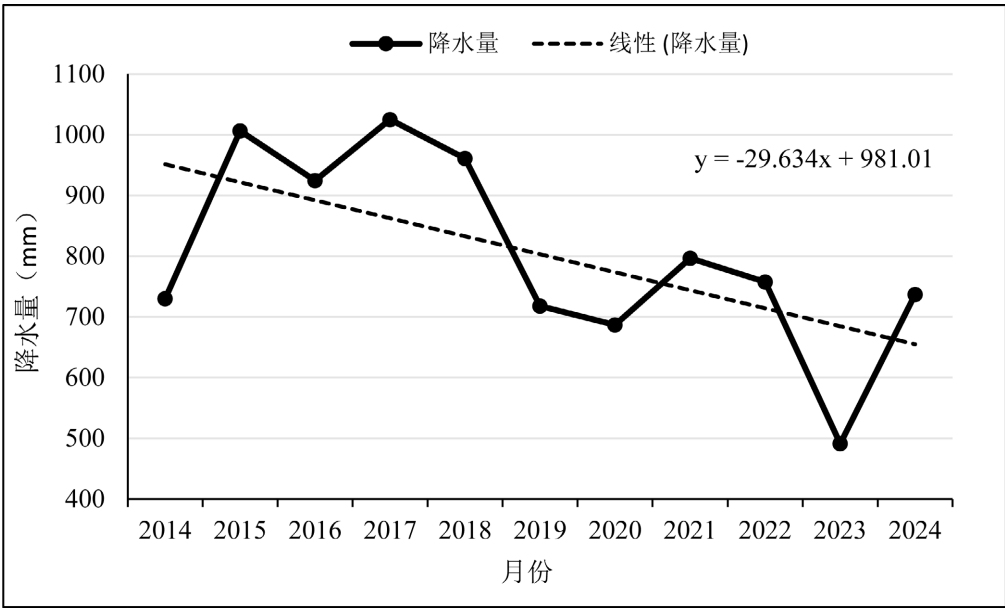


Figure 1. Annual change of precipitation of Panzhihua Airport from 2014 to 2024 (unit: mm)
图 1. 攀枝花机场 2014~2024 年降水量年变化(单位: mm)

3.3. 降水量的月变化特征

图 3 可以发现，攀枝花机场的降水量月分布呈单峰值特征，干季和雨季分明显著，进入 5 月后降水量增加，峰值位于 7 月份，降水量达到最大值 187.8 mm，其次为 6 月份，降水量为 170.8 mm，到了 11

月降水量迅速减少, 12 月份降水量最少, 仅为 3.9 mm。5~10 月的月平均降水量均超过了 50 mm, 总降水量为 757.1 mm, 占全年总降水量的 94.2%, 11 月~次年 4 月平均总降水量为 47.2 mm, 占全年总降水量的 5.8%, 可以看出雨季降水量的多少决定了全年降水量的多少。

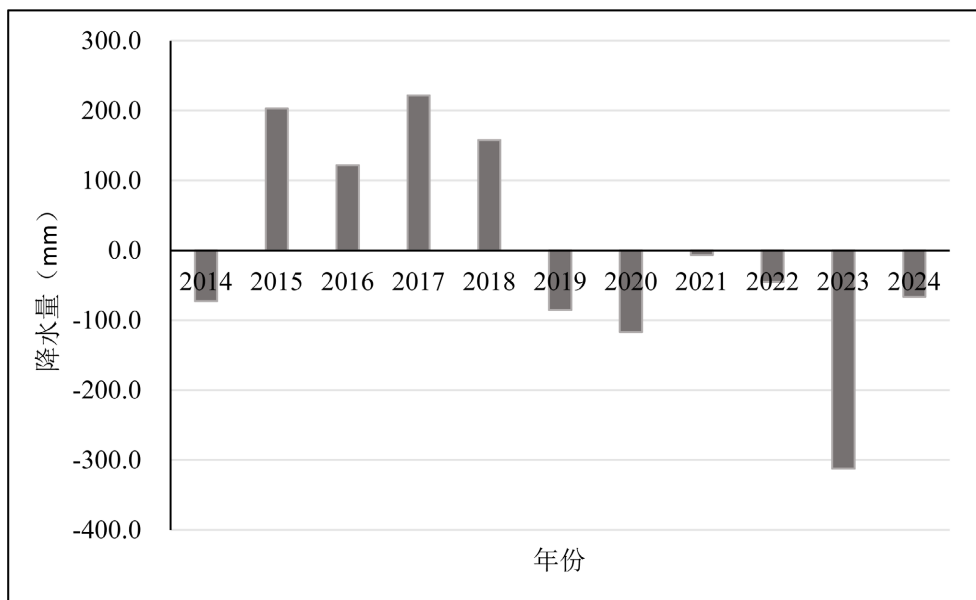


Figure 2. Precipitation anomaly of Panzhihua Airport during 2014 to 2024 (unit: mm)

图 2. 攀枝花机场 2014~2024 年降水量距平图(单位: mm)

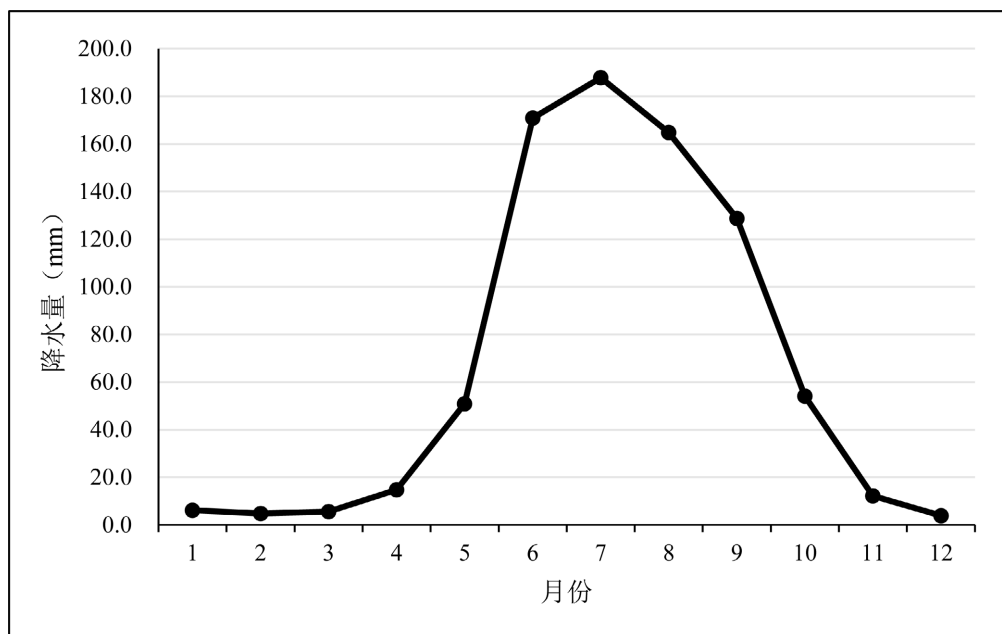


Figure 3. Monthly change of precipitation of Panzhihua Airport from 2014 to 2024 (unit: mm)

图 3. 攀枝花机场 2014~2024 年降水量月变化(单位: mm)

3.4. 年降水量的突变分析

采用 Mann-Kendall 突变检验对攀枝花机场 2014~2024 年年降水量进行突变分析, 结果如图 4 所示,

由 UF 曲线可见，在 2015~2018 年间，UF 的值均为正值，表明机场的降水量整体上呈现上升趋势，但上升趋势较小。2014 年和 2019 年的 UF 值在零线附近波动，表明攀枝花机场降水的变化趋势并不明显。2020~2024 年这个时间段内攀枝花机场降水量有明显的下降趋势，在 2023 年 UF 的值已接近临界值-1.96。在 MK 突变识别图中，利用 UF 和 UB 曲线位于临界值 ± 1.96 范围内的交点确定降水突变点，可以确定 2019 年攀枝花机场的年降水量出现了突变现象。

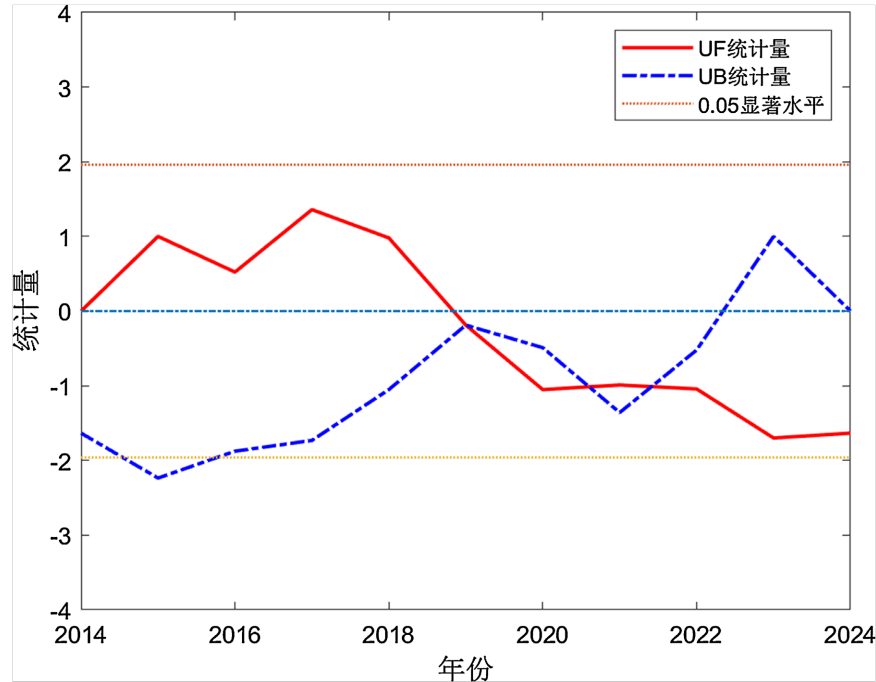


Figure 4. MK mutation analysis of precipitation of Panzhihua Airport from 2014 to 2024
图 4. 攀枝花机场 2014~2024 年降水量 MK 突变分析图

4. 强降水特征分析

4.1. 强降水量及贡献率的年变化

统计表明，攀枝花机场 2014~2024 年年平均强降水量达到 330.2 mm。强降水量最大值发生在 2015 年，达到了 532.1 mm，最小值年是 2023 年，仅有 77.7 mm，强降水集中出现在 6 月至 8 月的汛期，主要由对流天气系统造成。强降水对总降水量的贡献率，其数值变化可以直观反映出强降水对机场的降水情况的影响。攀枝花机场强降水的年平均贡献率为 39%，最大贡献率出现在 2021 年，达到了 55%，而最小贡献率年则是 2004 年，这年的强降水贡献率只有 16%。图 5 为攀枝花机场 2014~2024 年强降水量与贡献率的年变化曲线图，结合图 1 可以看出，年强降水量与年降水量的年变化总体趋势相似，通过对年强降水量和贡献率进行线性回归分析发现，两者均呈现下降趋势，但未能通过 0.05 的显著性检验。

4.2. 降水量极值分析

攀枝花机场的年最大降水量的年平均值为 64.0 mm，图 6 显示的是 2014~2024 年日降水量逐年的极大值，其年际波动很大，无明显的上升或下降趋势。最大值为 114.2 mm，出现在 2019 年 6 月 25 日，最小值为 34.4 mm，出现在 2020 年 9 月 23 日，最大值是最小值的 3 倍多。

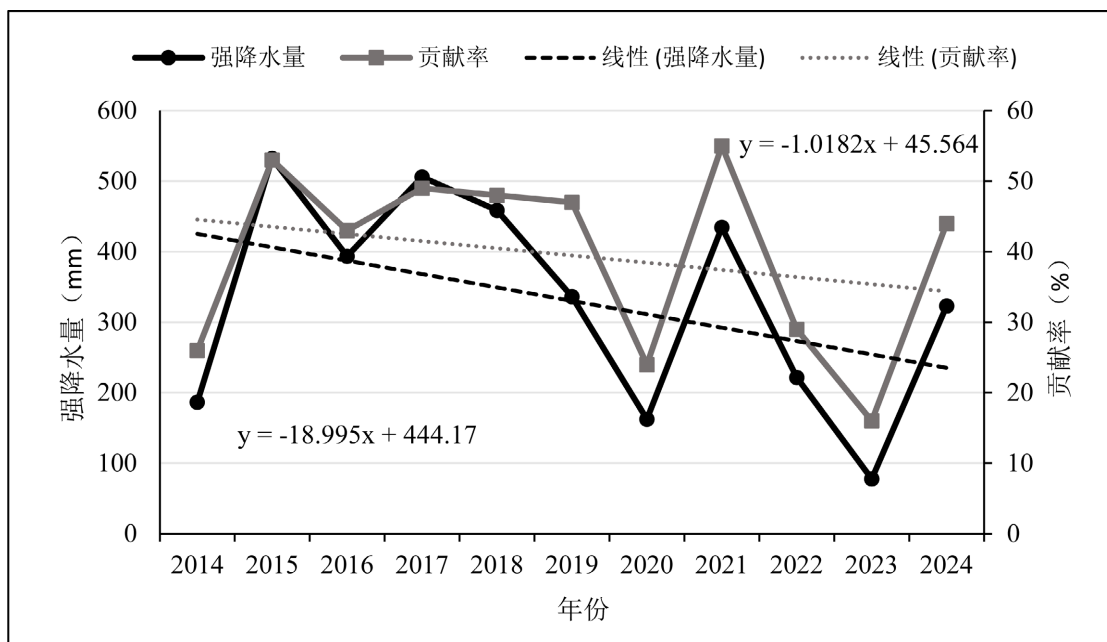


Figure 5. Annual changes of heavy precipitation and contribution rate of Panzhihua Airport from 2014 to 2024 (unit: mm)
图 5. 攀枝花机场 2014~2024 年强降水量与贡献率的年变化(单位: mm)

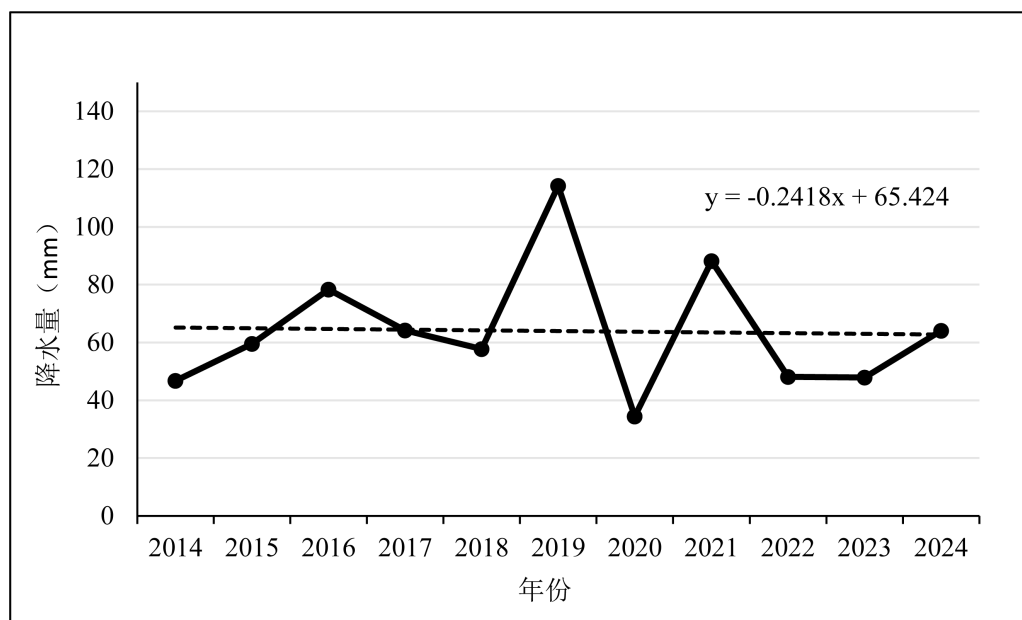


Figure 6. Annual change of extreme precipitation of Panzhihua Airport from 2014 to 2024 (unit: mm)
图 6. 攀枝花机场 2014~2024 年降水极值的年变化(单位: mm)

4.3. 强降水量的突变分析

分析图 7 攀枝花机场年强降水量 MK 突变分析曲线可知, 2014~2018 年 UF 统计量 ≥ 0 , 反映了这时期强降水量呈现一个上升趋势, 2019~2024 年攀枝花机场强降水量有明显的下降趋势, 在 2023 年 UF 的值接近临界值-1.96。在置信区间的范围内, 强降水量的 UF 和 UB 曲线有 1 次交点, 根据交点位置时间点可以看出突变年在 2019 年。

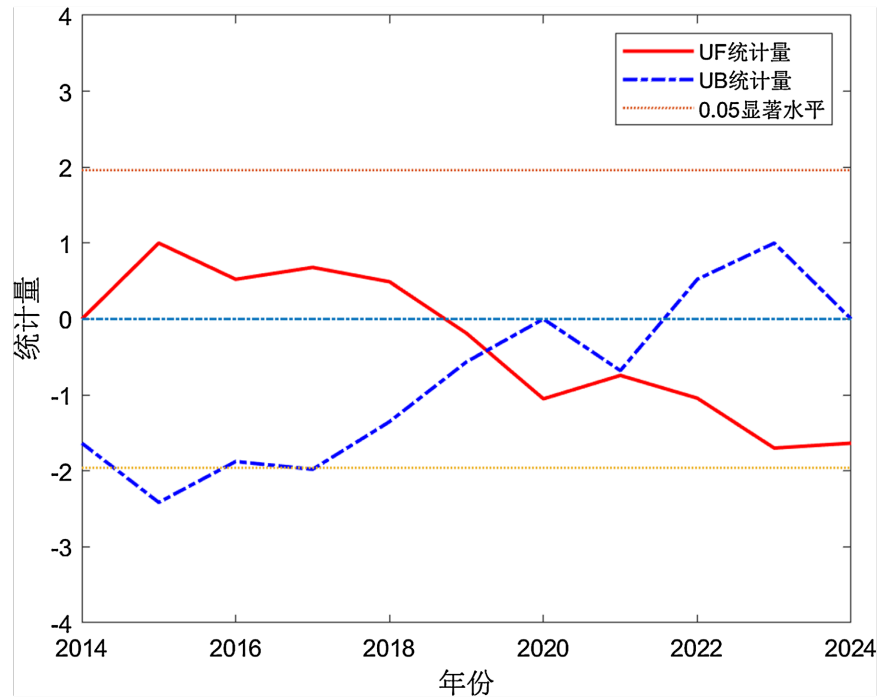


Figure 7. MK mutation analysis of heavy precipitation of Panzhihua Airport from 2014 to 2024
图 7. 攀枝花机场 2014~2024 年强降水量 MK 突变分析图

5. 降水对飞行的影响

不同强度的降雨对飞行活动的影响不同：小雨对飞行的影响主要表现在对能见度和跑道的的影响上；中到大雨会造成跑道湿滑，导致飞机轮胎与跑道的摩擦力减小，飞机起飞着陆时所需的滑跑距离增加；跑道淋湿后变暗，飞行员目测着陆时容易把高度估计得偏高；强降雨在飞机座舱玻璃上造成的水流，会严重影响飞行员的目视飞行，飞行速度越大这种影响越严重。在夜间着陆时，当雨滴密而大时，着陆灯前面会出现光屏，也会看不清目标；强降雨可以使飞机在没有任何警报的情况下迅速丧失升力，大雨和暴雨还会恶化飞机气动性能，使发动机熄火。

攀枝花机场降水集中在每年的 6 月、7 月、8 月、9 月，强降水持续时间较短，通常伴随雷暴天气，降水发生时间多在夜间至凌晨的非供航时段，故降水天气对机场飞行影响较小。但由于攀枝花机场位于河谷区的一个独立山顶上，三面环江，相对高度差达 1000 米，温压差非常明显，具备热力动力条件，再加上本场四面山谷风的形成及系统风的影响，致使一旦机场及机场周边地区出现降水，水汽条件满足后，就会出现低云低能见度天气，即使是在干季，偶尔一次的降水也可能会导致低云低能见度天气。一般说来，降水强度和水平范围越大，持续时间越长，产生的低云量就越多，多变雾产生的概率就越大，消散所用的时间也越长，降水达到中雨及以上级别，可视为攀枝花机场出现低云的重要判据之一。由于攀枝花机场降水高度集中在雨季，所以这种低云低能见度天气频繁出现在雨季，极易造成航班复飞、返航、备降，甚至航班取消，成为雨季期间影响航班正常的最主要因素。

6. 小结

本文利用线性回归分析法、距平分析法、Mann-Kendall 突变检验法等方法，对攀枝花机场 2014~2024 年降水和强降水特征进行分析，得出以下结论：

- 1) 攀枝花机场 2014~2024 年的年平均降水量达到 803.2 mm。最大值年是 2017 年，降水量为 1025.2

mm, 最小值年是 2023 年, 降水量为 491.2 mm, 整体呈现下降趋势。

2) 攀枝花机场的降水量月分布呈单峰值特征, 干季和雨季分明显著, 7 月份降水量最大为 187.8 mm, 12 月份降水量最小为 3.9 mm, 雨季降水量的多少决定了全年降水量的多少。

3) 攀枝花机场 2014~2024 年年平均强降水量为 330.2 mm。最大值年是 2015 年, 为 532.1 mm, 最小值年是 2023 年, 为 77.7 mm。强降水的年平均贡献率为 39%, 最大贡献率出现在 2021 年, 达到了 55%, 最小贡献率出现在 2004 年, 只有 16%, 两者均呈现下降趋势。

4) 攀枝花机场的年最大降水量的年平均值为 64.0 mm, 年际波动很大, 无明显的上升或下降趋势。

5) 2019 年攀枝花机场的年降水量和年强降水量均出现了突变现象。

参考文献

- [1] 杨庭潇, 王楷博. 重庆江北机场 2012~2021 年降水特征分析[J]. 绿色科技, 2022, 24(16): 32-34+38.
- [2] 彭淼机. 1991-2020 年南宁机场降水特征分析[J]. 科技与创新, 2022(5): 29-32.
- [3] 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.
- [4] 李永军, 卢萍. 青藏高原东南缘攀枝花市降水特征及其成因初探[J]. 暴雨灾害, 2024, 43(1): 101-109.