Climate Change Research Letters 气候变化研究快报, 2025, 14(4), 842-847
Published Online July 2025 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/ccrl
https://doi.org/10.12677/ccrl.2025.144083

Hans汉斯

丽江市冰雹灾害时空分布特征分析

赖云华，钱宝敏，张崇莉*

丽江市气象局气象台，云南 丽江

收稿日期：2025年6月27日；录用日期：2025年7月23日；发布日期：2025年7月30日

摘　要

通过对丽江市4个国家气象站50年降雹日数及近年丽江雷达回波的统计与分析，揭示丽江市冰雹灾害时空分布特征：(1) 丽江市年均发生冰雹4.62站次，丽江坝区最多，年均1.88次，华坪县最少，年均0.3次；(2) 丽江市具有海拔越高、冰雹越多，及西北部多于东南部的特点；(3) 丽江冰雹易出现于春夏两季，以5、6月份为最多，各测站年降雹日数变化呈现不一致性，永胜站呈缓慢增加趋势，其它各站呈减少趋势，宁蒗站减少得最快，变化倾向率为−0.26次/10a；(4) 近年监测结果表明：丽江冰雹均发生在13~24时的11个时次内，以15~20时为主要时段；丽江冰雹可分为单点型和系统型，其发生和移动具有一定的规律。

关键词

丽江，冰雹，时空分布，变化

Analysis of Spatial and Temporal Distribution Characteristics of Hail Disaster in Lijiang City

Yunhua Lai, Baomin Qian, Chongli Zhang*

Lijiang Meteorological Observatory, Lijiang Meteorological Bureau, Lijiang Yunnan

Received: Jun. 27th, 2025; accepted: Jul. 23rd, 2025; published: Jul. 30th, 2025

Abstract

Through statistical analysis of hail days over 50 years at four national meteorological stations in Lijiang City and recent radar echo data, this study reveals the spatiotemporal distribution characteristics of hail disasters in Lijiang: (1) The annual average hail occurrence is 4.62 station-times, with Lijiang Basin having the highest frequency (1.88 times/year) and Huaping County the lowest (0.3

*通讯作者。

文章引用: 赖云华, 钱宝敏, 张崇莉. 丽江市冰雹灾害时空分布特征分析[J]. 气候变化研究快报, 2025, 14(4): 842-847.
DOI: 10.12677/ccrl.2025.144083

times/year). (2) Hail frequency increases with elevation and is more prevalent in northwestern regions than southeastern areas. (3) Hail predominantly occurs in spring and summer, peaking in May and June. Annual hail day trends vary across stations: Yongsheng shows a slow increasing trend, while other stations exhibit decreasing trends, with Ninglang decreasing most rapidly (−0.26 times/10a). (4) Recent monitoring indicates that hail events occur exclusively between 13:00~24:00 (11 hourly intervals), primarily during 15:00~20:00. Lijiang hail can be classified into single-point and systemic types, demonstrating certain formation and movement patterns.

Keywords

Lijiang, Hail, Spatiotemporal Distribution, Variation

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

冰雹是一种发生在强对流天气条件下、突发性强、局地性明显的气象灾害，对农牧业、工矿企业、电讯、交通运输以及人民生命财产安全等均可能造成严重影响，尤其是对农业生产的危害最大[1]。我国是世界上冰雹灾害最为严重的国家之一，据统计，冰雹灾害产生的经济损失年平均达 20 亿元以上，占自然灾害造成损失的 4%。

丽江地处青藏高原东南缘，属低纬高原季风气候区，地形极为复杂，立体气候分明。受高原及云南复杂地形的影响，冷暖气流在这里频繁交汇，使丽江成为强对流天气的频发区，因而也是冰雹、大风等的多发地区。云南多位学者对云南的冰雹时空分布有一些研究[2] [3]，过去对于丽江冰雹的研究大多集中于一些个例的分析，短时天气预报方法研究等，因此有必要对冰雹发生的一些基本规律进行研究。本文基于 1971~2020 年(50 年)气象资料结合近三年丽江 CINRAD 雷达观测资料对丽江市冰雹的时空分布变化特征进行分析，重点揭示丽江市冰雹事件的空间分布、时间变化特征、主要发生地、冰雹移动路径等。从气候学角度研究该问题，有助利于了解我市冰雹活动规律和宏观特征，更好地开展对冰雹的预测和防御工作，减轻其造成的经济损失和人员伤亡，对于丽江的防灾减灾工作有一定参考意义。

2. 资料与方法

本文所用资料，未指明出处的均为 1971~2020 年丽江市所辖丽江、永胜、华坪、宁蒗 4 个国家气象观测站的 50 年地面气象观测记录。规定：当某测站在某日观测到一次或一次以上冰雹天气现象时，不论其时间长短、强度大小，均定义该日为该测站的一个降雹日数(简称雹日)。

3. 结果分析

3.1. 冰雹天气的空间分布

根据统计，1971~2020 年(共计 50 年)丽江市 4 个国家气象站共观测到冰雹 231 站次，年均 4.62 站次。图 1 为 1971~2020 年丽江市 4 个国家气候站分站累计降雹日数，由图可见，50 年间，丽江、永胜、华坪、宁蒗 4 站的累计降雹日数分别为 94 d、51 d、15 d、71 d；丽江站多年累计降雹日数最多，宁蒗站、永胜站次之，华坪站最少。丽江、永胜、华坪、宁蒗 4 站年均降雹 1.88 d、1.02 d、0.3 d、1.42 d。

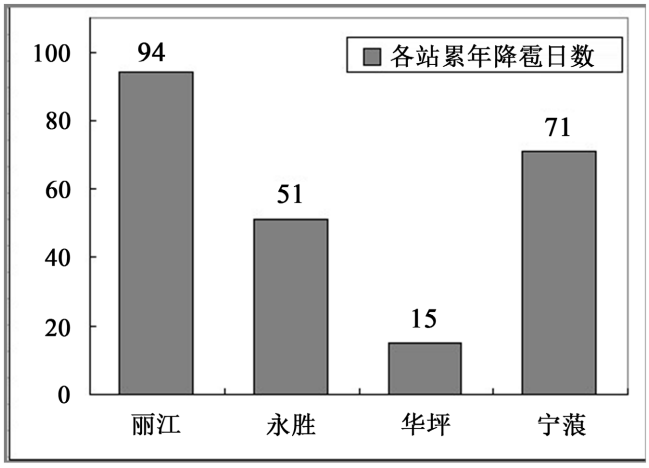

Figure 1. Cumulative hail days in four stations of Lijiang city from 1971 to 2020
图 1. 1971~2020 年丽江市四站累计降雹日数

丽江市各县冰雹发生次数与海拔高度呈现较好的对应关系，4 测站海拔高度由高到低依次为丽江2392.4 m，宁蒗 2240.5 m、永胜 2130.5 m、华坪 1230.8 m，而其 50 年累计降雹日数亦由高到低排列为 94 d、71 d、51 d、15 d，可见海拔越低，国家站本站观测到的冰雹次数越少。丽江、永胜、宁蒗年均降雹日数均在 1 d 以上，而海拔高度最低的华坪年均降雹日数仅为 0.3 d。从地理分布上来看：地处丽江西北部的丽江城区、宁蒗 2 测站 50 年累计发生冰雹 165 次，远高于地处东南部永胜、华坪合计的 66 次；从统计结果来看，这也与丽江的地形地貌有很大关系，丽江西北部的平均海拔高度要高于东南部。

另据丽江雷达站对丽江近三年汛期(5~9 月)的观测资料的不完全统计分析，国家站以外发生冰雹灾害较为严重且形成实际灾害的天数为 19 天，从次数上比较，多于国家站同期观测到的 8 次，且多发生在山原地区(海拔相对较高，地势有起伏但相对较缓之处)，但考虑到丽江坝区面积仅占全市国土面积的 7.7%，则计算得丽江坝区同面积发生冰雹灾害的机率为山原地区的 5 倍。也就是说，丽江冰雹地域分布的另一个特征为平坝地区多于山原地区。

3.2. 冰雹天气的时间分布

3.2.1. 丽江市冰雹天气的年际变化

图 2 为丽江市 4 个国家气象站 1971~2020 年年降雹日数的逐年变化分析图。由图可知：1971 年以来，丽江、华坪、宁蒗三站年降雹日数呈缓慢减少趋势，年降雹日数变化倾向率分别为−0.19 d/10a、−0.015 d/10a、−0.26 d/10a，永胜站则呈缓慢增加趋势，年雹日变化倾向率为 0.0994 d/10a。变化幅度由大到小排列为宁蒗、丽江、永胜、华坪。

丽江站 20 世纪 80 年代末至 00 年代初为降雹高峰期，年降雹日数最大为 7 d，出现在 1973 年和 1987 年；年降雹日数最小为 0 d，50 年中共出现 14 年，多出现在 90 年代末以后。根据平均值和一倍标准差得：丽江站共出现偏少年 14 年，多为 90 年代末以后；偏多年 6 年，都发生在 2000 年以前，这也从一个侧面印证了丽江站年降雹日数在减少。

永胜站 90 年代初至 00 年代末为降雹高峰期，其余时段降雹次数较少。年降雹日数最大为 4 d，均出现在 2000 年以后；年降雹日数最小为 0 d，50 年中共出现 20 年，多分布在 90 年代初以前和 00 年代以后。根据平均值和一倍标准差，得出永胜站年雹日无异常偏少的年份，偏多年有 7 年，均匀分布。

华坪冰雹多发生在测站外，测站年雹日数仅为 0~2 d。90 年代为降雹高峰期，年降雹日数最大为 2 d；

年降雹日数最小为 0 d，50 年中共出现 39 年，其中 1980 年~1990 年连续 11 年测站未观测到冰雹。根据平均值和一倍标准差，得出华坪站年雹日数无异常偏少的年份，偏多年有 11 年。

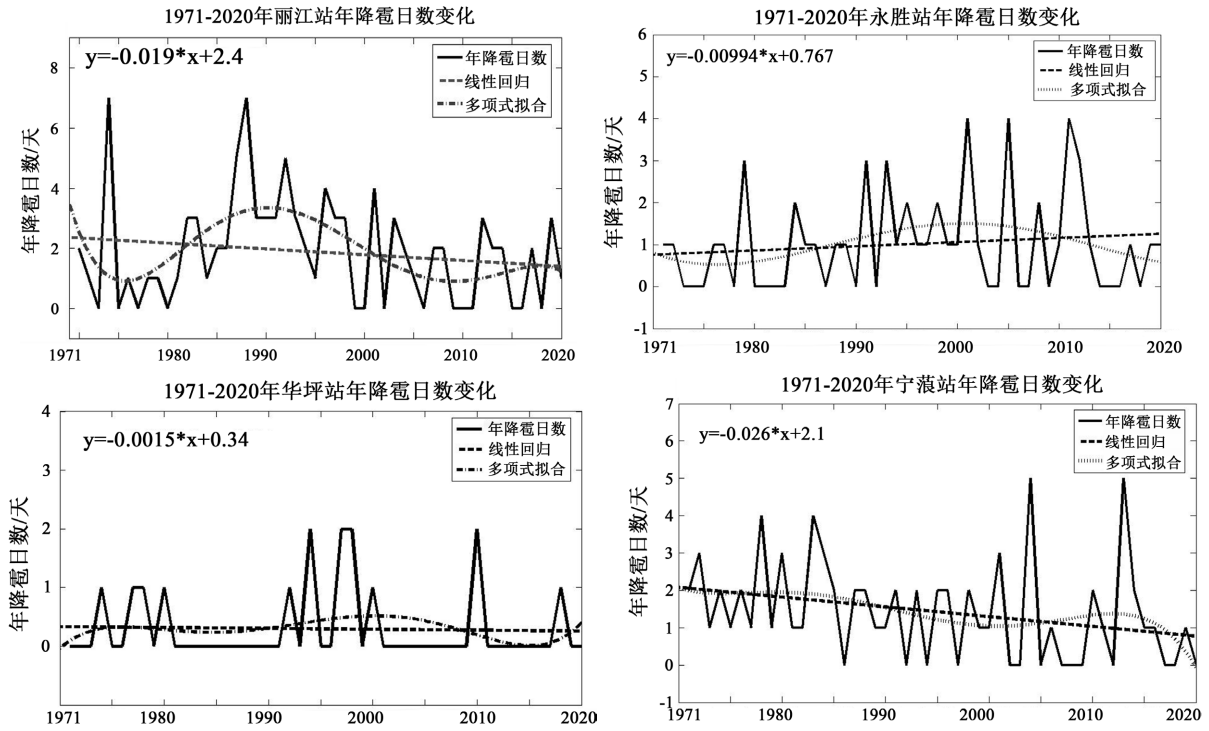

Figure 2. Analysis of the change of annual hail days in four national meteorological stations in Lijiang city from 1971 to 2020
图 2. 丽江市四个国家气象站 1971~2020 年年降雹日数的变化分析图

宁蒗站年降雹日数呈振荡减少的趋势，但近几年年降雹日数波动较大。年降雹日数最大为 5 d，分别出现在 2003 年和 2012 年；年降雹日数最小为 0 d，50 年中共出现 14 年。根据平均值和一倍标准差，得出宁蒗站年降雹次数偏少的年份有 14 年，多为 90 年代以后；偏多年有 8 年，多为 00 年代以前。

另外，1973 年、1991 年、2000 年丽江全市大部地区冰雹偏多；2001 年、2008 年，2017 年丽江全市大部地区冰雹偏少。

3.2.2. 丽江市冰雹天气的月变化

1) 丽江市总降雹日数的月分布

由图 3 可知，丽江市全年各月均有冰雹天气出现，12 月至次年 4 月逐月增多，5~6 月达到全年峰值 33 次，7~11 月有所减少，11 月达到次峰值 27 次；从季节分布来看，春季(3~5 月)最多，达 88 站次，夏季次之，为 70 站次；另丽江市 4~6 月冰雹发生总次数均在 30 次以上，说明春夏之交是丽江冰雹最多发生的季节。分析其原因可能是由于春夏之交，大气环流系统不稳定，丽江市位于青藏高原东南侧，易受高原南侧西风槽和西南季风共同的影响，同时北方干冷空气南下，丽江市境内属于其交汇地之一，造成了冰雹主要容易发生于春夏之交。

2) 丽江市各测站降雹日数的月分布

我们对丽江各测站降雹日数的月分布情况(见图 4)也做了分析，各测站的分布存在差异。

丽江站全年有 11 个月出现冰雹，是全市唯一一个 12 月份出现冰雹的测站。丽江站冰雹天气主要出现在春季、夏初和秋末。全年冰雹日数最多的月份是 4 月，多年平均月雹日为 0.34 d。从季节分布来看，

丽江站和全省大部地区情况一致，属于春雹发生区。春季(3~5 月)冰雹日数占全年冰雹日数的 44%，夏季秋季次之，分别为 26.3%和 25.7%，冬季最少为 4%。

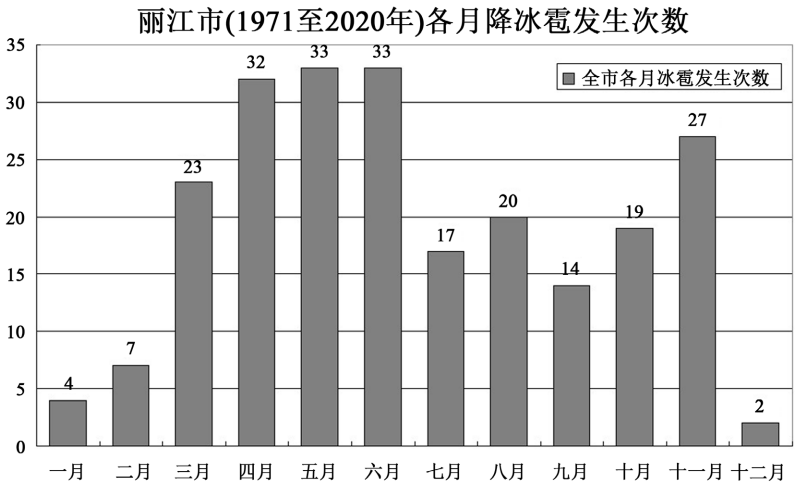

Figure 3. Statistics of total hail days in Lijiang city in recent 50 years
图 3. 丽江市近 50 年各月总降雹日数的统计图

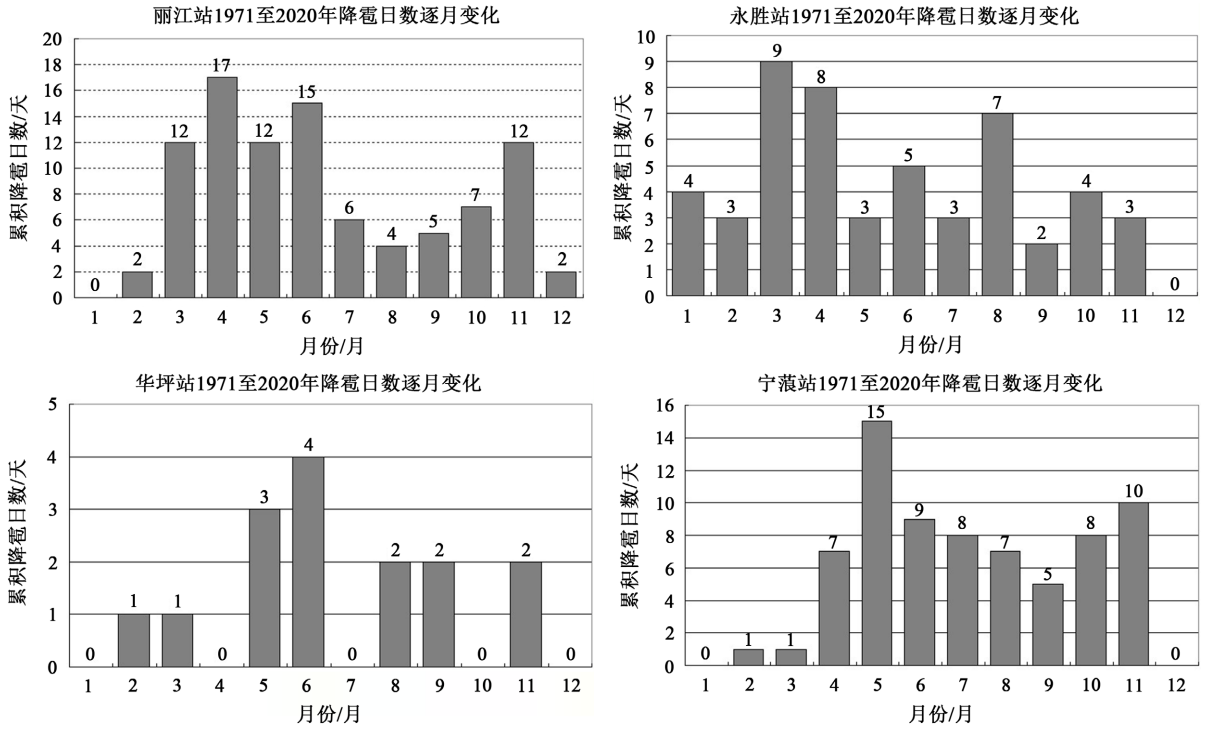

Figure 4. Analysis of monthly hail days in four national meteorological observation stations in Lijiang city from 1971 to 2020
图 4. 丽江市四个国家气象观测站 1971~2020 年逐月降雹日数的变化分析图

永胜站全年有 11 个月出现冰雹，为全市唯一一个 1 月份出现冰雹的测站。冰雹天气主要出现在春初和盛夏。全年冰雹日数最多的月份是 3 月，多年平均月雹日为 0.18 d。从季节分布来看，春季和夏季的冰雹日数占了全年冰雹日数的 69.2%，秋季和冬季分别为 18%和 13.8%。

华坪站全年仅有 7 个月出现过冰雹，主要出现在春末夏初。全年冰雹日数最多的月份是 6 月。夏季

冰雹日数占全年冰雹日数的 40%，为四季之首，春季秋季次之，分别为 27%和 26%，冬季为 7%。

宁蒗站全年有 10 个月出现冰雹。进入春季冰雹天气开始增多，5 月达到峰值，为全年冰雹日数最多的月份，多年平均月雹日为 0.3 d，5~9 月逐渐减少，9~11 月逐渐增多，11 月达到次峰值。从季节分布来看，春、夏、秋三季占全年 98.6%，且分布较均匀，分别为 32.9%、34%、31.7%，冬季仅占全年的 1.4%。

3.2.3. 丽江市冰雹天气的日时间段分布

我们对丽江市辖区内近三年 19 次冰雹发生的时间段进行了分析，结果发现：丽江市冰雹均发生在 13~24 时之间的 11 个小时内，主要冰雹时间段是在 15~20 时之间的 5 个小时内，只有 5 次过程没有发生在这个时间段，表明丽江市的冰雹天气过程主要发生在午后至傍晚，这个时间段丽江局地对流发展最为旺盛，需加强监测防范。

3.3. 丽江市系统型冰雹发生及移动路径

冰雹云的生消具有很强的偶然性，但也有一些规律可循。丽江冰雹按影响地域的大小和影响时间的长短分为单点型和系统型两类。单点型冰雹都是局地强对流产生的，基本都是在一个较小范围内生消，很少移动，具有突发性、灾害严重、维持时间短等的特征。系统型冰雹往往伴随有大的天气过程，并随其移动，影响地域广，持续时间长。根据我们对冰雹发生个例的分析研究，结合 CINRAD 雷达回波资料，总结得出，系统型冰雹发生和移动的路径主要有三条，A 线：以玉龙县石鼓、龙蟠等金沙江河谷为源头，在西北气流的助推下翻越玉龙雪山南麓进入丽江城坝区；B 线：以永胜县北部、宁蒗县西南部为源头，在西偏北气流的引导下，经过永胜、宁蒗、华坪三县交界地域，结束于华坪西部或者北部；C 线：以宁蒗县中东部为源头，在强盛东北气流助推下，经过宁蒗、永胜、古城区三区县交界地，结束于丽江城坝区。

4. 小结

1) 丽江市年均发生冰雹 4.62 站次，具有明显的空间分布特征：一是海拔高度越高，发生次数越多，最多的丽江坝区年平均降雹 1.88 d；二是平坝地区多于山原地区。

2) 丽江境内各国家气象站年降雹日数变化趋势不一致，丽江、华坪、宁蒗三站年降雹日数呈缓慢减少趋势，年雹数变化倾向率分别为−0.19 d/10a、−0.015 d/10a、−0.26 d/10a，永胜站则呈缓慢增加趋势，年降雹日数变化倾向率为 0.0994 d/10a。

3) 丽江市冰雹易出现于春夏两季，丽江、永胜两站属于春雹区，华坪、宁蒗两站为夏雹区。

4) 丽江冰雹可分为单点型和系统型两类；单点型冰雹基本都是在一个较小范围内生消，很少移动，系统型冰雹发生和移动与其产生的天气系统密切相关，并常常沿着三条路径移动；丽江冰雹多发生在午后至傍晚，尤其以 15~20 时最为突出。

基金项目

丽江市科技局科技计划项目 2023LJSNK15 资金支持。

参考文献

[1] 秦剑, 解明恩, 等. 云南气象灾害总论[M]. 北京: 气象出版社, 2000: 111.

[2] 杨家康, 杞明辉. 云南省冰雹的时空分布特征[J]. 气象科技, 2005, 33(1): 41-44.

[3] 段玮, 胡娟, 等. 云南冰雹灾害气候特征及其变化[J]. 灾害学, 2017, 32(2): 90-95.