

新疆北部冬季暴雪分布特征分析

红都孜·海拉提别克¹, 加孜拉·索力提汗¹, 阿依曼·加海²

¹阿勒泰地区气象局, 新疆 阿勒泰

²阿勒泰基准站, 新疆 阿勒泰

收稿日期: 2025年10月3日; 录用日期: 2025年11月6日; 发布日期: 2025年11月12日

摘要

本文利用新疆北部多个气象站的长期降水资料, 对新疆北部冬季暴雪的时空分布特征进行了深入分析。结果表明, 新疆北部冬季暴雪存在明显的高频区和低频区, 不同区域的暴雪时间分布也有所差异。同时, 暴雪日数在年代际上呈现出一定的变化趋势, 这与大气环流的变化密切相关。本文的研究结果对于了解新疆北部冬季暴雪的发生规律, 以及做好相关的防灾减灾工作具有重要的参考价值。

关键词

暴雪, 类型, 时空分布, 环流形势, 新疆北部

Analysis of the Distribution Characteristics of Winter Snowstorms in Northern Xinjiang

Hongduzi Hailatibieke¹, Jiazilai Suolitiken¹, Ayiman Jiahai²

¹Aletai Meteorological Observatory, Aletai Xinjiang

²Aletai Natural Phenomena Station, Aletai Xinjiang

Received: October 3, 2025; accepted: November 6, 2025; published: November 12, 2025

Abstract

This paper uses long-term precipitation data from multiple meteorological stations in northern Xinjiang to conduct an in-depth analysis of the spatiotemporal distribution characteristics of winter snowstorms in northern Xinjiang. The results show that there are obvious high-frequency and low-frequency areas for winter snowstorms in northern Xinjiang, and the temporal distribution of snowstorms varies in different regions. At the same time, the number of snowstorm days shows

文章引用: 红都孜·海拉提别克, 加孜拉·索力提汗, 阿依曼·加海. 新疆北部冬季暴雪分布特征分析[J]. 气候变化研究快报, 2025, 14(6): 1223-1229. DOI: 10.12677/ccrl.2025.146122

certain interdecadal variation trends, which are closely related to changes in atmospheric circulation. The research results of this paper are of great reference value for understanding the occurrence patterns of winter snowstorms in northern Xinjiang and doing a good job in related disaster prevention and mitigation work.

Keywords

Snowstorm, Type, Spatiotemporal Distribution, Circulation Pattern, Northern Xinjiang

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

新疆作为我国地域最为辽阔的省级行政区之一，其独特的地理位置和复杂的地形地貌造就了丰富多样的气候类型。新疆北部地区，涵盖了阿尔泰山、天山山脉的部分区域以及众多山间盆地与河谷地带，在冬季呈现出寒冷且多降雪的气候特点，是我国积雪资源最为丰富的重要区域之一，对我国北方地区乃至整个东亚地区的气候系统、生态环境以及社会经济发展等诸多方面都有着深远影响。

冬季暴雪作为一种极端的天气现象，在新疆北部地区频繁出现，它不仅是冬季气候特征的重要表现形式，更是与当地人们的生产生活息息相关，其带来的影响具有多面性和复杂性[1]。

从生态环境角度来看，适量的降雪有助于维持当地的生态平衡，增加土壤水分储备，为来年春季植被的生长提供充足的水分，滋养着广袤的草原以及山地森林生态系统，对维系生物多样性有着积极意义[2]。然而，暴雪一旦超出正常范围，就可能造成诸多负面效应。例如，过量的积雪长时间堆积，会压垮树木，破坏森林生态结构；深厚的积雪覆盖在草原上，延迟春季返青时间，影响牧草的正常生长节律，进而对以畜牧业为主导的生态系统稳定性产生冲击[3]。

在社会经济层面，新疆北部的农牧业、交通运输业以及能源产业等多个领域深受暴雪影响。农牧业方面，暴雪常常致使牲畜觅食困难，大量牲畜因缺乏草料而面临饿死、冻死的风险，牧民们也会遭受巨大的经济损失，严重时甚至可能影响整个地区畜牧业的可持续发展[4]。同时，暴雪会使农田被积雪掩埋，破坏农作物的种植环境，耽误春耕时节的农事活动。交通运输领域，暴雪天气下道路积雪、结冰现象严重，高速公路、铁路等交通干线被迫封闭，航班延误或取消，给人们的出行带来极大不便，也阻碍了货物的运输与流通，增加物流成本，影响地区间的贸易往来和经济交流[5]。对于能源产业而言，暴雪可能损坏电力、通信等基础设施，影响能源的正常供应和传输，给人们的日常生活及相关企业的生产运营造成严重干扰[6]。而且，随着全球气候变化的加剧，极端天气事件的发生频率和强度都呈现出一定的变化趋势，新疆北部冬季暴雪也不例外。近年来，暴雪所引发的雪灾等灾害事件愈发受到人们的关注，如何准确把握其分布特征，进而提前做好应对和预防措施，已成为气象学、地理学以及防灾减灾等多个学科领域研究的热点问题[7]。

以往对于新疆北部冬季暴雪的研究虽然取得了一定成果，但由于暴雪形成机制本身的复杂性，涉及大气环流、地形地貌、水汽来源等多个相互关联又相互影响的因素，仍有诸多方面值得进一步深入探究。例如，在不同地形条件下暴雪的具体分布差异、暴雪在年代际尺度上更为精细的变化特征以及其与不同尺度大气环流系统的动态耦合关系等[8]。因此，本研究旨在利用新疆北部多个气象站的长期、详细的气象观测资料，对新疆北部冬季暴雪的分布特征进行全面、深入的分析，以期揭示其在空间、时间以及环

流形势等方面的规律，为进一步提升暴雪灾害的预警预报能力、制定科学合理的防灾减灾策略以及保障当地社会经济的稳定发展提供坚实的理论依据。

2. 资料与方法

采用新疆北部、东疆地区 and 天山山区 50 个气象站 1967~2024 年 11 月 1 日至翌年 4 月 15 日经过整编的逐日降水量资料。大暴雪过程指 24 h 降水量 > 5.0 mm 的全部降雪过程，其中 24 h 降水量 > 10.0 mm 为暴雪过程。根据新疆雪灾发生时期，11~12 月定义为前冬，1~2 月定义为隆冬，3~4 月 15 日为春季。气候变化趋势采用线性趋势法，通过最小二乘法计算趋势系数，并采用 T 检验对线性趋势的统计信度进行 95% 的检验。

3. 新疆北部冬季暴雪的空间分布特征

3.1. 大暴雪过程频次的空间分布

如表 1 所示，1967~2004 年新疆北部大暴雪过程有 4 个高频区，分别是阿勒泰地区、塔城盆地、伊犁河谷、乌苏到木垒的天山北坡一带及天山中部的中山带。阿勒泰地区年平均为 2.0~3.7 次，塔城盆地年平均为 5.3~6.3 次，伊犁河谷年平均为 1.9~7.6 次，天山北坡年平均为 1.1~3.7 次。其中，阿勒泰、塔城、新源和伊犁、乌鲁木齐为 4 个中心，年平均频次分别为 3.7 次、6.3 次、7.6 次和 3.7 次。古尔班通古特沙漠的北缘、西缘、天山中部高山带和东疆地区为低频区，年平均不足 1 次。

Table 1. Spatial distribution of heavy snowstorm process frequency

表 1. 大暴雪过程频次的空间分布

区域	年平均频次	暴雪中心	中心站点年平均频次
阿勒泰地区	2.0~3.7 次	阿勒泰	3.7 次
塔城盆地	5.3~6.3 次	塔城	6.3 次
伊犁河谷	1.9~7.6 次	新源、伊犁	7.6 次、1.6 次
天山北坡	1.1~3.7 次	乌鲁木齐	3.7 次

3.2. 不同类型暴雪的空间分布

基于 1967~2024 年冬季逐日降水资料的研究表明，冬季新疆北部的局地暴雪日数最多，占 73.1%，区域暴雪次之，占 20.9%，大范围暴雪最少，占 6.0%。20 世纪 60~80 年代，新疆北部冬季以局地暴雪为主，暴雪中心主要位于伊犁河谷和塔城地区北部；90 年代至今，区域暴雪和大范围暴雪日数显著增加，除伊犁河谷和塔城地区北部外，阿勒泰地区、天山北坡中段的暴雪日数增加显著，乌鲁木齐成为天山北坡新的暴雪中心。

4. 新疆北部冬季暴雪的时间分布特征

4.1. 大暴雪过程在不同季节的分布

1967~2004 年，阿勒泰地区、塔城盆地和伊犁河谷前冬出现大暴雪的频率占总次数的 50% 以上，其次为春季，隆冬次数最少，但与春季相差不大。天山北坡前冬和春季出现次数相当，隆冬最少，仅占 14.1%。具体数据如表 2 所示。

Table 2. The distribution of heavy snowstorm processes in different seasons
表 2. 大暴雪过程在不同季节的分布

区域	前冬	隆冬	春季
阿勒泰地区	年均次数：1.1 占总次数百分比：62.3%	年均次数：0.3 占总次数百分比：16.3%	年均次数：0.4 占总次数百分比：21.4%
塔城盆地	年均次数：3.3 占总次数百分比：57.8%	年均次数：1.0 占总次数百分比：17.9%	年均次数：1.4 占总次数百分比：24.3%
伊犁河谷	年均次数：2.2 占总次数百分比：50.5%	年均次数：1.0 占总次数百分比：23.4%	年均次数：1.1 占总次数百分比：26.1%
天山北坡和中天山	年均次数：0.93 占总次数百分比：43.5%	年均次数：0.30 占总次数百分比：14.1%	年均次数：0.91 占总次数百分比：42.4%

4.2. 暴雪日数的月分布

从 1967~2024 年的资料来看，总暴雪、局地暴雪和区域暴雪日数在 12 月最多，大范围暴雪日数在 2 月最多。

4.3. 暴雪日数的年代际变化

1967~2024 年，总暴雪、区域暴雪和大范围暴雪日数呈显著的增加趋势，局地暴雪的增加趋势不显著。大暴雪过程异常偏少和偏少年在 20 世纪 80 年代以前，异常偏多和偏多年在 20 世纪 80 年代以后，主要在 90 年代以后。表 3 是 1961~2018 年新疆北部冬季不同类型暴雪日数的年代际变化情况(单位:天)。

Table 3. Decadal variation of blizzard days
表 3. 暴雪日数的年代际变化

年代	总暴雪日数	局地暴雪日数	区域暴雪日数	大范围暴雪日数
1967~1970 年	20.5	15.2	3.8	1.5
1971~1980 年	22.3	16.1	4.0	2.2
1981~1990 年	25.6	17.8	5.1	2.7
1991~2000 年	30.2	20.5	6.3	3.4
2001~2010 年	35.8	23.9	7.6	4.3
2011~2024 年	28.6	19.8	6.5	2.3

4.4. 新疆北部冬季暴雪的环流形势特征

新疆北部冬季暴雪的环流形势可分为 3 类 6 型，其中锋区波动类最多，低槽类次之，低涡类最少。20 世纪 90 年代前，锋区波动类最多；进入 21 世纪后，低槽类明显增多。如图 1 所示，是不同年代新疆北部冬季暴雪不同环流形势的出现频率(单位: %)。

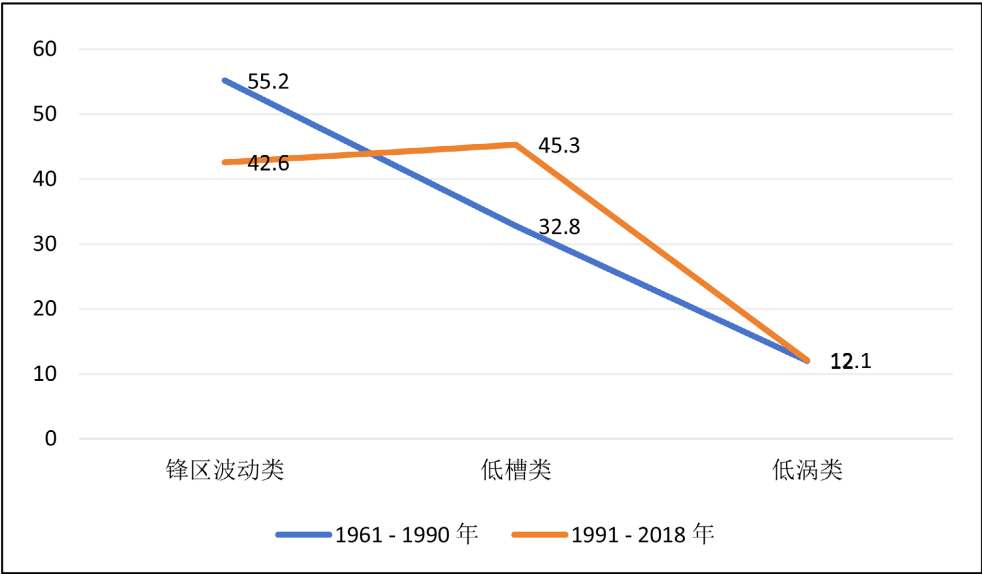


Figure 1. The occurrence frequency of different circulation patterns for blizzards in Xinjiang
图 1. 新疆暴雪不同环流形势出现频率

5. 新疆北部冬季暴雪分布的特征与影响因素

5.1. 新疆北部冬季暴雪分布的特征

5.1.1. 时间分布

暴雪日数的年际变化基于 1967~2024 年冬季逐日降水资料的研究表明，新疆北部总暴雪、区域暴雪和大范围暴雪日数呈显著的增加趋势，局地暴雪的增加趋势不显著。其中，总暴雪、局地暴雪和区域暴雪日数在 12 月最多，大范围暴雪日数在 2 月最多。

不同年代的暴雪特征在 20 世纪 60~80 年代，新疆北部冬季以局地暴雪为主，暴雪中心主要位于伊犁河谷和塔城地区北部；90 年代至今，区域暴雪和大范围暴雪日数显著增加，除伊犁河谷和塔城地区北部外，阿勒泰地区、天山北坡中段的暴雪日数增加显著，乌鲁木齐成为天山北坡新的暴雪中心。

5.1.2. 空间分布

根据 1964~2010 年新疆天山及其以北地区 45 个气象观测站的资料，新疆北部持续性暴雪过程按暴雪落区可分为四类，分别是北疆型(25 次)、北疆西部北部型(9 次)、北疆沿天山型(1 次)、北疆西部型(1 次)。

从近年来的暴雪实例来看，阿勒泰地区、塔城地区北部、伊犁河谷等地是暴雪的高发区域。例如，2025 年 3 月 9 日 08 时至 10 日 08 时，阿勒泰地区北部新增积雪 10~54 厘米，阿勒泰市拉斯特乡小东沟鹊吉克桥站出现特大暴雪，降雪量 50.3 毫米。2024 年 11 月 8 日至 12 日，阿勒泰地区 18 个气象观测站出现暴雪、9 个站大暴雪，最大雪深达 80 厘米。

5.2. 影响因素

5.2.1. 地形因素

新疆北部的地形复杂多样，山脉、盆地相间分布。阿勒泰地区位于阿尔泰山的迎风坡，来自北方的冷空气与来自西方和南方的暖湿气流在山坡相遇，容易形成强烈的上升运动，从而产生大量的降雪[9]。塔城盆地、伊犁河谷等地也因特殊的地形条件，成为暴雪的高发区域。而古尔班通古特沙漠等地区，由于地形平坦，缺乏足够的水汽抬升条件，暴雪发生的频率较低。

5.2.2. 大气环流因素

新疆北部冬季暴雪的发生与大气环流形势密切相关[10]。冬季,新疆北部受西风带环流的影响,西风带中的低槽、低涡等系统频繁东移,为暴雪的形成提供了动力条件。当有较强的冷空气南下,与西风带中的暖湿气流相结合时,就容易引发暴雪天气。研究表明,新疆北部冬季暴雪的环流形势可分为3类6型,其中锋区波动类最多,低槽类次之,低涡类最少。20世纪90年代前,锋区波动类最多;进入21世纪后,低槽类明显增多[11]。

5.2.3. 水汽来源因素

冬季降雪水汽由大气环流决定,北方冷空气、中纬西风和较低纬度的西南风带来的水汽均可以影响新疆[12]。700 hPa与850 hPa的水汽输送相当,500 hPa的西方和南方水汽输送也不可忽视。当这些水汽在新疆北部地区汇聚,并且有合适的动力条件时,就会形成暴雪天气[13]。例如,在2000~2001年冬季特大雪灾中,持续的大气环流异常,使得冷空气活动频繁,同时水汽供应充足,多次降雪过程最终导致了雪灾的发生。

6. 结论

本文通过对新疆北部冬季暴雪的分析,得出以下结论:

新疆北部冬季暴雪在空间上存在明显差异,有4个大暴雪过程高频区,分别是阿勒泰地区、塔城盆地、伊犁河谷和天山北坡一带,古尔班通古特沙漠周边及东疆地区为低频区。局地暴雪日数最多,区域暴雪和大范围暴雪日数在90年代后显著增加,乌鲁木齐成为天山北坡新的暴雪中心。

在时间分布上,阿勒泰地区、塔城盆地和伊犁河谷大暴雪前冬出现频率最高,天山北坡前冬和春季相当。总暴雪、局地暴雪和区域暴雪日数在12月最多,大范围暴雪日数在2月最多。总暴雪、区域暴雪和大范围暴雪日数呈显著增加趋势,局地暴雪增加趋势不显著,大暴雪过程异常偏多年主要在90年代以后。

新疆北部冬季暴雪的环流形势可分为3类6型,锋区波动类最多,低槽类次之,低涡类最少。20世纪90年代前锋区波动类最多,进入21世纪后低槽类明显增多。

本文虽然对新疆北部冬季暴雪的分布特征进行了较为系统的分析,但仍存在一些不足之处。例如,在研究中仅考虑了常规的气象要素,对于一些新型的气象资料和技术手段的应用还不够充分。此外,对于暴雪与其他气象灾害之间的相互关系以及暴雪对生态环境等方面的影响还有待进一步深入研究。

未来的研究可以进一步拓展资料来源,引入更多的气象卫星、雷达等观测资料,提高研究的精度和准确性。同时,可以加强对暴雪形成机制的研究,深入探讨大气环流、地形、水汽等因素之间的相互作用。此外,还可以开展暴雪灾害的风险评估和预警模型研究,为新疆北部地区的暴雪防灾减灾工作提供更加科学有效的支持。

参考文献

- [1] 周淑玲, 丛美环, 周丹, 等. 山东半岛一次典型冷流暴雪的粒子谱特征分析[J]. 气象与环境科学, 2024, 47(4): 42-50.
- [2] 安楠. 兴安盟暴雪时空变化特征及重现期分析[J]. 内蒙古气象, 2024(3): 12-15, 38.
- [3] 卢晔, 贺瑶, 乔丹杨, 等. 近10a宝鸡暴雪特征及典型个例对比分析[J]. 陕西气象, 2024(3): 1-8.
- [4] 李建明, 于怀征, 韩永清, 等. 四种检验方法在山东暴雪预报中的应用对比[J]. 海洋气象学报, 2024, 44(2): 90-97.
- [5] 阎访, 孙婧怡, 范俊红, 等. 石家庄暴雪的时空演变特征[J]. 干旱气象, 2021, 39(6): 939-947.
- [6] 张校菊, 代浩楠. 2021年11月6日-8日朝阳暴雪过程的成因分析[J]. 内蒙古科技与经济, 2023(1): 108-110, 113.

-
- [7] 于莉丽, 李晓坤, 格日乐, 等. 锡林郭勒盟中雪及以上降雪天气特征分析[J]. 内蒙古科技与经济, 2022(24): 60-61, 139.
 - [8] 洪丽霞, 马中元, 陈鲍发, 等. 2022-02-22 江西暴雪天气雷达回波特征分析[J]. 气象水文海洋仪器, 2022, 39(4): 21-23.
 - [9] 陈茜茜, 武正敏, 杨熠, 等. 遵义市 1960-2020 年降雪特征分析[J]. 中低纬山地气象, 2022, 46(5): 71-75.
 - [10] 徐青竹. 1961-2020 年兴安盟大到暴雪的时空分布特征分析[J]. 现代农业研究, 2022, 28(5): 139-141.
 - [11] 杨涛, 杨莲梅, 周鸿奎, 等. 新疆北部小时降雪特征及大暴雪天气影响系统研究[J]. 干旱区地理, 2022, 45(3): 725-733.
 - [12] 王兴丽, 石代鑫, 贺海燕, 等. 1979-2020 年甘南州大到暴雪时空分布特征[J]. 现代农业科技, 2022(3): 193-195.
 - [13] 葛海燕. 赤峰地区近 60 年雪灾时空分布特征分析[J]. 农业技术与装备, 2022(1): 146-148.