

2026年1月下旬湖北低温雨雪冰冻天气过程 区域特征对比分析

吴 松, 刘熠炎, 童红梅, 张 东, 陈 源, 王梦遥

湖北省黄石市气象局, 湖北 黄石

收稿日期: 2026年6月17日; 录用日期: 2026年7月21日; 发布日期: 2026年7月28日

摘 要

受强冷空气和西南暖湿气流共同影响, 2026年1月下旬湖北自北向南出现大范围低温雨雪冰冻天气, 鄂西北和鄂东南在相态转换和积雪深度方面存在明显差异。利用湖北天擎实况观测资料、欧洲中期数值预报中心(ERA5)再分析资料以及探空资料, 对比分析两个区域在温度层结、水汽及微物理和动力等方面基本特征差异, 得出以下结论: (1) 鄂西北地区降温早, 冷垫厚, 降雪持续时间长; 鄂东南经历了由雨转雪的相态变化且降雪持续时间相对较短。(2) 逆温强度与降水相态关系密切, 在白天鄂西北降雪时的逆温强度大于鄂东南降雨时的逆温强度, 到夜间鄂东南由雨转雪后, 逆温强度增强并且超过鄂西北。(3) 鄂西北与鄂东南降水较强时段均有明显的水汽通量辐合, 水汽通量中心高度随着雨转雪的相态转换逐渐抬高。(4) 鄂西北湿层伸展高, 云冰含量多, 以干雪为主; 鄂东南云水含量多, 雨转雪时湿层伸展高度增高, 云冰含量相对增大, 以湿雪为主。

关键词

低温雨雪, 特征, 逆温层, 对称不稳定, 湖北

Regional Comparative Analysis of a Low-Temperature Rain-Snow-Freezing Process in Hubei in Late January 2026

Song Wu, Yiyan Liu, Hongmei Tong, Dong Zhang, Yuan Chen, Mengyao Wang

Huangshi Meteorological Bureau of Hubei Province, Huangshi Hubei

Received: June 17, 2026; accepted: July 21, 2026; published: July 28, 2026

文章引用: 吴松, 刘熠炎, 童红梅, 张东, 陈源, 王梦遥. 2026年1月下旬湖北低温雨雪冰冻天气过程区域特征对比分析[J]. 自然科学, 2026, 14(4): 500-508. DOI: 10.12677/ojns.2026.144054

Abstract

Under the combined influence of strong cold air and warm, moist southwesterly airflow, a widespread low-temperature rain, snow and freezing weather event affected Hubei from north to south in late January 2026. Significant differences in phase transition and snow depth were observed between northwestern Hubei and southeastern Hubei. Using observational data from Hubei Tianqing, ERA5 reanalysis data, and sounding data, this study comparatively analyzes the basic characteristic differences in temperature stratification, moisture and microphysics, dynamic conditions, and instability. The main conclusions are as follows: (1) In northwestern Hubei, temperatures dropped earlier, the cold layer was thicker, and snowfall lasted longer; southeastern Hubei experienced a rain-to-snow transition with a relatively shorter snowfall duration. (2) The intensity of the temperature inversion was closely related to the precipitation phase. During the daytime, the inversion intensity during snowfall in northwestern Hubei was greater than that during rainfall in southeastern Hubei. At night, after the rain turned to snow in southeastern Hubei, the inversion intensity strengthened and exceeded that in northwestern Hubei. (3) During the periods of stronger precipitation, both northwestern and southeastern Hubei exhibited significant water vapor flux convergence, and the height of the water vapor flux center gradually increased with the rain-to-snow transition. (4) In northwestern Hubei, the moist layer extended higher, cloud ice content was higher, and dry snow was dominant; in southeastern Hubei, cloud water content was higher, and during the rain-to-snow transition, the moist layer extended higher while cloud ice content increased relatively, with wet snow being dominant.

Keywords

Low-Temperature Rain and Snow, Characteristics, Temperature Inversion Layer, Symmetric Instability, Hubei

Copyright © 2026 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

湖北省地处长江中游,气候过渡带特征显著,冬季天气过程复杂多样,低温雨雪冰冻灾害时有发生,对交通运输、农业生产及人民生活造成严重影响。近年来,湖北及周边地区的冬季降水相态转换、降雪强度及积雪效率等问题引起了气象学者的广泛关注。

已有研究从多个角度系统开展了湖北低温雨雪过程分析。温泉沛等[1]对湖北省持续低温雨雪过程进行了评估与分析,揭示了该类过程的气候特征与影响因子。罗菊英等[2]针对鄂西南山区一次罕见的秋季暴雨转暴雪过程,深入探讨了其天气成因。张萍萍等[3]对比分析了2013年湖北省两次降雪过程,指出不同环流背景下降雪分布与强度的差异。张端禹等[4]对2008年初武汉冰雪天气过程进行了特征研究,揭示了冰冻天气形成的环境条件。此外,贵州、湖南、河南等邻近省份的类似研究也为理解湖北的低温雨雪过程提供了有益参考。例如,罗喜平等[5]对比分析了贵州首场降雪和冻雨天气,杜小玲等[6][7]多次探讨贵州低温雨雪冰冻天气的成因,安晶晶等[8]对2024年2月我国两次大范围冻雨过程进行了对比分析,张芳华等[9]分析了2024年春运期两次极端雨雪冰冻天气过程,吴瑶等[10]则从海温影响角度剖析了2024年2月湖北省两次雨雪冰冻天气特征。

在微物理特征及相态判别方面, Gong 等[11]基于雨滴谱观测对比分析了中国东北地区干雪与湿雪的微物理特性; 杨琨和薛建军[12]利用加密降雪资料分析了降雪量与积雪深度的关系; Cui 等[13]研究了辽宁地区雪液比的长期变化特征; Lu 等[14]基于最优物理因子建立了湖南和湖北地区的冬季降水相态判别方法。这些研究为深入理解不同区域降雪过程的形成机制提供了重要支撑。

尽管已有大量研究针对湖北及周边地区的低温雨雪过程, 但不同区域在同一降水过程中降雪强度、积雪深度及相态差异的成因仍缺乏系统对比分析, 尤其是鄂西北与鄂东南在相同大尺度环流背景下表现出的显著差异, 其背后的温湿结构、动力特征及微物理机制尚需进一步阐明。本文利用常规地面和高空观测资料以及欧洲中期数值预报中心 ERA5 再分析资料, 对 2026 年 1 月下旬初发生在湖北省的一次低温雨雪天气过程进行分区域对比分析, 重点揭示鄂西北与鄂东南两地在温湿度垂直结构、水汽输送特征、动力抬升条件等方面的异同, 以期对湖北冬季降水相态预报和灾害性天气预警提供科学依据。

2. 资料与方法

使用资料包括: (1) 2026 年 1 月 18~21 日国家站降水量、最大积雪深度, 降水量为称重雨量器得到的雨、冰粒、雨夹雪、雪等混合相态累计降水量数据, 积雪深度是台站人工加密观测数据, 数据均来源湖北气象保障中心天擎系统, 用于分析天气实况特征; (2) 2026 年 1 月 19 至 20 日欧洲中期数值预报中心 (ECMWF) 第五代全球再分析资料 (ERA5), 要素包含不同高度层的位势高度、温度、相对湿度、水平风、垂直速度以及云水、云冰含量等, 时间分辨率为 1 h, 空间分辨率为 $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$, 用于分析大气环流形势、水汽、动力等特征; (3) 中国气象局气象信息综合处理系统 (MICPAS4.8) 的探空资料, 分析层结特征。

本文使用 ERA5 的格点数据作为区域平均值, 11、14、17 和 20 时要素平均作为日间要素场, 使用 23、02、05 和 08 时要素平均作为夜间要素场, 对比分析鄂西北和鄂东南雨雪转换过程中的温度层结、动力和水汽特征。使用相对湿度 $\geq 80\%$ 作为湿层。

3. 天气实况

2026 年 1 月 19 日~20 日, 受强冷空气影响, 湖北自北向南出现大范围低温雨雪冰冻天气, 雨雪相态复杂, 先后出现雨、雨夹雪、冻雨、雪(冰粒), 大部出现中到大雪、局部暴雪, 19 日 08 时~20 日 08 时最大雨雪量 21.2 mm (丹江口), 20 日 08 时最大积雪深度 16 cm (谷城)。19 日白天鄂西北地区降雪, 鄂东南降雨, 夜间鄂西北持续降雪, 鄂东南逐渐由雨转雪。降水量有三个大值中心(图 1(a)), 分别位于鄂西北、鄂东南和鄂西南东部, 而积雪大值中心出现在鄂西北地区(图 1(b))。为什么同一次过程不同区域雨雪量差异不大而积雪深度差异较大? 本文对比分析鄂西北和鄂东南在温度、水汽和动力条件等方面的差异, 以此分析本次过程相态转换的特征和成因。

4. 温湿特征

4.1. 温度特征

本次过程湖北自北向南经历了复杂相态转换, 这些相态转换与 850 hPa 冷垫关系密切。19 日白天 850 hPa (图 2(a)) 上, 鄂西北至鄂西南地区为东北风, 有弱冷平流, 而在鄂东地区为东南气流控制, 暖平流明显, 强度达到 $2 \times 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C} \cdot \text{s}^{-1}$, 此时 -4°C 等温线位于湖北中部, 表明在日间鄂西北地区冷垫已经形成, 而鄂东南冷垫未形成; 到夜间(图 2(b)), 冷空气持续向南推进, 鄂东南地区由东南风转为东风, 暖平流明显减弱, 强度接近于 0, 此时 -4°C 等温线南压至鄂东南地区, 鄂东南地区已形成有利于降雪的冷垫环境。由此看出, 鄂西北积雪深度较鄂东南深的原因之一为鄂西北降温早, 冷垫形成早, 而鄂东南仅在 19 日夜间才形成有利于降雪和积雪的温度环境。

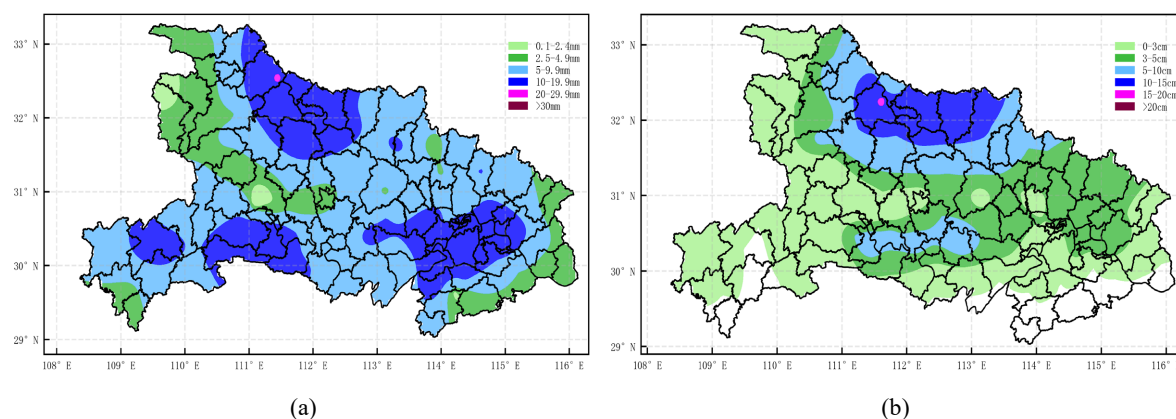


Figure 1. Precipitation from 08:00 on 19 January to 08:00 on 20 January, 2026 (a), and snow depth at 08:00 on 20 January, 2026 (b)

图 1. 2026 年 1 月 19 日 08 时~20 日 08 时降水量(a)以及 20 日 08 时积雪深度(b)

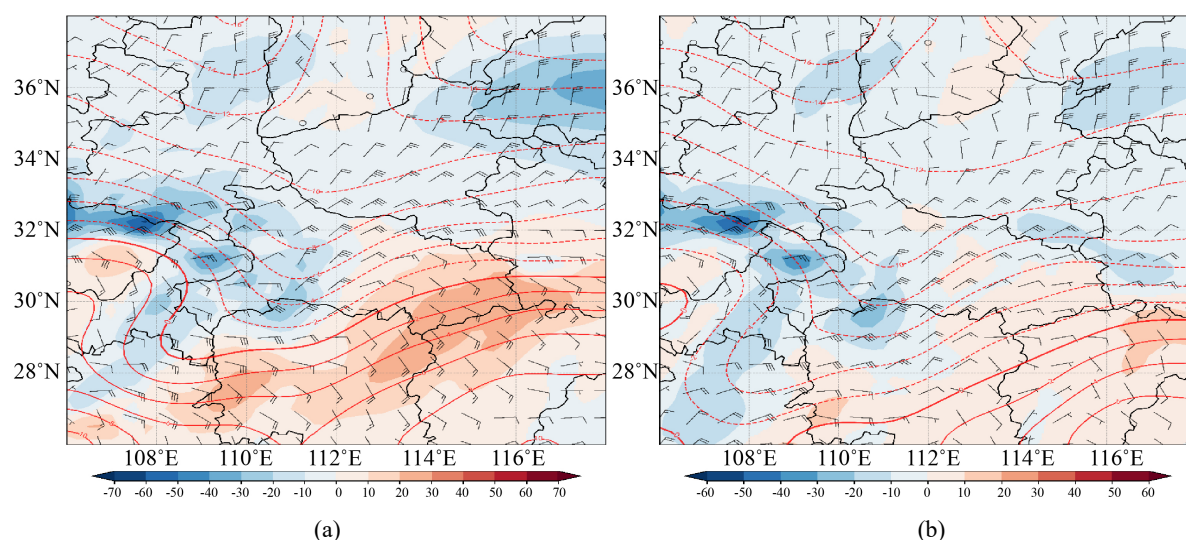
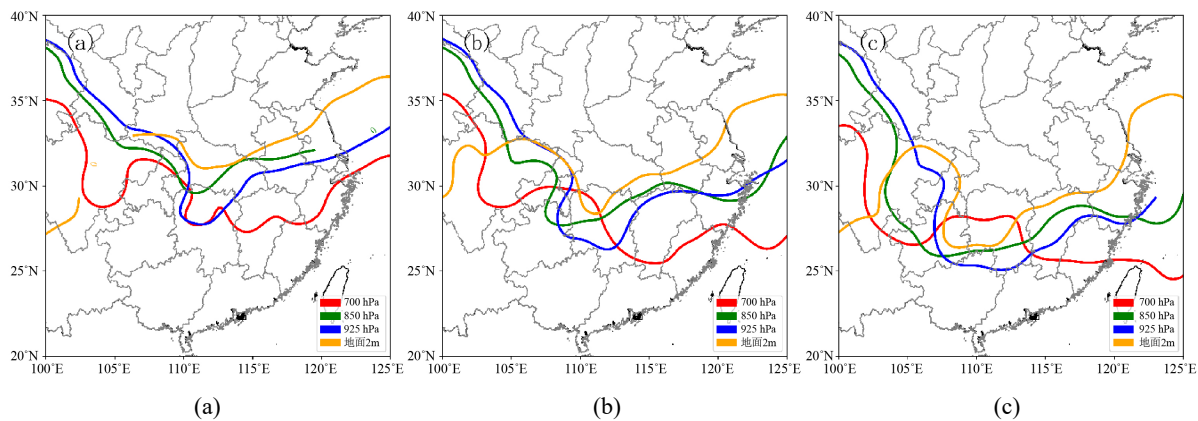


Figure 2. 850 hPa temperature field (contours, unit: °C) and temperature advection (shaded, unit: $10^{-5}^{\circ}\text{C/s}$). (a) daytime mean field on the 19th, (b) nighttime mean field on the 19th

图 2. 850 hPa 温度场(等值线, 单位: °C)及温度平流(阴影, 单位: $10^{-5}^{\circ}\text{C/s}$)。 (a) 19 日日间平均场, (b) 19 日夜间平均场

雨雪天气的形成不仅与冷垫有关, 也与各层气温配合有关。当中低层暖湿气流强时会出现逆温, 有利于水汽输送, 同时在 850 hPa 以下形成冷垫有利于降水以固态形式降落到地面, 地面气温低于 0°C 有利于积雪形成与维持。对 700、850、925 hPa 以及地面 2 m 温度 0°C 线(图 3)分析可知, 19 日 08 时至 20 日 08 时, 鄂西北从地面 2 m 至 700 hPa 气温均在 0°C 以下, 降水相态主要以雪为主, 而在鄂东南温度层结较为复杂, 降水相态亦复杂。在 19 日 08 时(图 3(a)), 鄂东南地区地面 2 m 气温高于 0°C , 700 hPa 气温低于 0°C , 925 hPa 上 0°C 等温线位于鄂东南北部, 而 850 hPa 上 0°C 等温线位于江汉平原, 在鄂东南北部 925~850 hPa 间存在暖性逆温层, 相态为雨、雨夹雪或冰粒, 而在鄂东南中南部地区 850 hPa 以下温度均大于 0°C , 相态为雨; 至 19 日 20 时(图 3(b)), 地面 2 m 温度 0°C 等温线南压至鄂东南北部, 而 925 与 850 hPa 等压面 0°C 等温线南压至湖北、江西交界附近, 鄂东南地区相态为雨、雨夹雪或冰粒; 至 20 日 08 时(图 3(c)), 冷空气已明显南压, 地面 2 m 温度 0°C 线已南压至江西北部, 湖北地区整层气温均低于 0°C , 相态为雪。



注：该图基于自然资源部标准地图服务网站下载的审图号为 GS(2019)1719 号的标准地图制作，底图无修改。

Figure 3. Positions of the 0°C isotherms at 700, 850, 925 hPa and at the surface (2 m). (a) 08:00 on 19 January, (b) 20:00 on 19 January, (c) 08:00 on 20 January

图 3. 700、850、925 hPa 及地面 2 m 0°C 等温线位置。(a) 19 日 08 时，(b) 19 日 20 时，(c) 20 日 08 时

不同的降水相态在探空图上有不同表现。为揭示不同地区降水相态在 T-lnP 图上的差异，使用距离区域最近的武汉(57494)和南阳(57178)探空站分别代表鄂东南、鄂西北，对比 19 日 08、14、20 时和 20 日 02、08 时等 5 个时次资料分析大气温湿度层结状况(表 1)。武汉平均云顶高度、温度和露点分别为 532.4 hPa、-14.7°C 和 -16.3°C，而南阳平均云顶高度、温度和露点分别为 488.9 hPa、-18.9°C 和 -21.1°C，南阳云顶温度比武汉低约 4.2°C，云顶高约 600 m；另外，白天(08~20 时)和夜间(20~08 时)南阳云顶高度也均较武汉高 1 km 左右。武汉逆温层顶和逆温层底平均温度、高度分别为 2.3 km、0.9 km 和 2.2°C、-6.3°C，逆温层平均厚度 1.46 km，平均逆温梯度 8.6°C，而南阳逆温层顶、逆温层底的平均温度和高度为 3.5 km、2.0 km 和 -4.3°C、-11.5°C，逆温层平均厚度 1.55 km，平均逆温梯度 8.6°C，可以看出南阳较武汉逆温层高度高约 1~1.2 km，逆温层厚度厚 1 km，平均逆温梯度接近。

Table 1. Comparison of radiosonde observations between Wuhan and Nanyang at various times

表 1. 不同时次武汉与南阳探空资料对比

时次	站名	Te (Tde) /°C	Pe (He) /hPa(m)	Tp (Tdp) /°C	Pp (Hp) /hPa(m)	Tb (Tdb) /°C	Pb (Hb) /hPa(m)	Tg (Tgd) /°C	Pg (Hg) /hPa(m)	ΔH /m	G /°C
08~20 平均	武汉	-11.0 (-13.1)	575.0 (4627)	4.0 (4.0)	792.6 (2074)	-5.2 (-5.2)	919.3 (889)	0.9 (0.1)	1025.0 (23.6)	1185	9.3
	南阳	-17.6 (-19.1)	491.4 (5779)	-2.5 (-2.8)	690.8 (3222)	-10.8 (-11.8)	809.0 (1912)	-2.8 (-6.3)	1010.8 (180.6)	1310	10.7
20~08 平均	武汉	-18.7 (-19.9)	482.4 (5937)	0.6 (0.6)	739.2 (2624)	-7.2 (-7.2)	920.9 (893)	-1.5 (-2.5)	1028.5 (23.6)	1730	8
	南阳	-20.8 (-23.6)	474.8 (6084)	-6.0 (-6.5)	642.8 (3805)	-12.6 (-14.0)	792.5 (2092)	-4.9 (-7.4)	1014.4 (180.6)	1713	6.7
08~08 平均	武汉	-14.7 (-16.3)	532.4 (5238)	2.2 (2.2)	765.3 (2359)	-6.3 (-6.3)	919.5 (899)	-0.5 (-1.3)	1027.0 (23.6)	1460	8.6
	南阳	-18.9 (-21.1)	488.9 (5847)	-4.3 (-4.7)	665.8 (3545)	-11.5 (-12.6)	801.3 (1999)	-3.8 (-7.0)	1012.5 (180.6)	1546	8.6

注：Te (Tde)和 Pe (He)、Tp (Tdp)和 Pp (Hp)、Tb (Tdb)和 Pb (Hb)、Tg (Tgd)和 Pg (Hg)分别表示云顶、逆温层顶、逆温层底、地面的温度(露点温度)和气压(高度)；ΔH、G 分别表示逆温层厚度和逆温梯度。08~20 时平均为 19 日 08、14、20 时的平均值，20~08 时平均为 19 日 20 时、20 日 02、08 时的平均值，08~08 时平均为五个时次的平均值。

虽然南阳较武汉逆温厚度更厚,但是白天和夜间两者有明显差别。在白天,南阳逆温厚度较武汉更厚,在夜间两者厚度都有所增加,但南阳厚度低于武汉;在逆温梯度方面,白天南阳较武汉高 1.4°C ,到夜间逆温梯度两者均有减弱,但武汉比南阳高 1.3°C 。这些结果表明,在白天南阳逆温强度高于武汉,夜间武汉逆温强度加强并超过南阳,即在白天鄂西北降雪时逆温强度大,到夜间鄂东南雨转雪后,鄂东南逆温强度增大超过鄂西北,使得两者平均逆温强度接近,进一步说明逆温层与降雪有密切关系。

4.2. 水汽及微物理特征

4.2.1. 水汽特征

持续的水汽供应是形成降水的必要条件。针对南北降水时间和强度差异,对高空水汽输送进行分析。鄂西北(图 4(a))在 19 日白天水汽条件较好,水汽通量 14 时前中心高度在 700 hPa 左右,强度达到 $7.3 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$,14 时后上升到 600 hPa,强度达到 $7 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$,19 日 11 时~20 日 02 时在 850~600 hPa 存在明显的水汽净辐合,较强时段为 16~23 时,此时在本地水汽充足、有持续水汽供应条件下,降水加强。鄂东南(图 4(b))地区水汽条件在 19 日夜间较好,在 02 时前水汽通量中心高度在 700 hPa,最强出现在 00~02 时达到 $8.5 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$,此时在 700 hPa 存在明显的水汽净辐散,850 hPa 存在水汽净辐合,表明水汽虽然集中在 700 hPa,但水汽供应却在 850 hPa;02 时后,水汽辐合中心上升至 700 hPa,与水汽通量中心一致,鄂东南水汽条件好,降水强度增强。根据前两节分析,水汽通量和水汽通量散度中心上升可能与低层冷垫增厚和 700 hPa 上暖湿气流加强有关。

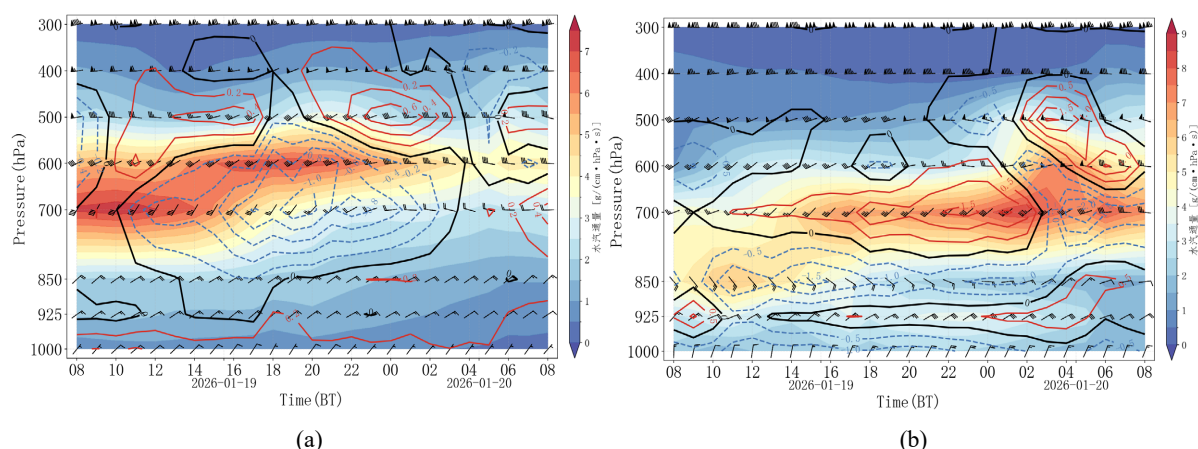


Figure 4. Height-time cross sections of water vapor flux (shaded, unit: $\text{g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$) and water vapor flux divergence (contours, unit: $10^{-8} \text{ g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$). (a) northwestern Hubei, (b) southeastern Hubei

图 4. 水汽通量(阴影, 单位: $\text{g}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$)和水汽通量散度(等值线, 单位: $10^{-8} \text{ g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{hPa}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$)高度 - 时间剖面。(a) 鄂西北, (b) 鄂东南

4.2.2. 微物理特征

降雪过程中, 贝吉隆效应起着主导作用。由于贝吉隆效应, 使得冰晶膨胀成雪花, 在适宜条件下形成降雪。而冰晶主要在 -10°C 高度以上存在, 因此在冬季可以通过分析湿层伸展高度与 -10°C 高度的关系来判断是否能形成降雪。对比鄂西北和鄂东南湿层伸展高度与 -10°C 高度(图 5)可知, 鄂西北在 19 日 12 时前, 湿层未伸展到 -10°C 高度, 此时鄂西北以雨或雨夹雪为主, 12 时后随着冷空气持续渗透和暖湿气流加强, 湿层伸展高度增加、 -10°C 高度下降, 湿层伸展高度超过 -10°C 高度并且差距持续增大, 此时鄂西北转为纯雪且强度变强; 而在鄂东南地区, 在 20 时前湿层高度明显小于 -10°C 高度, 此时以雨为主, 在 20 时后湿层高度逐渐超过 -10°C 高度, 满足由雨转雪的条件。

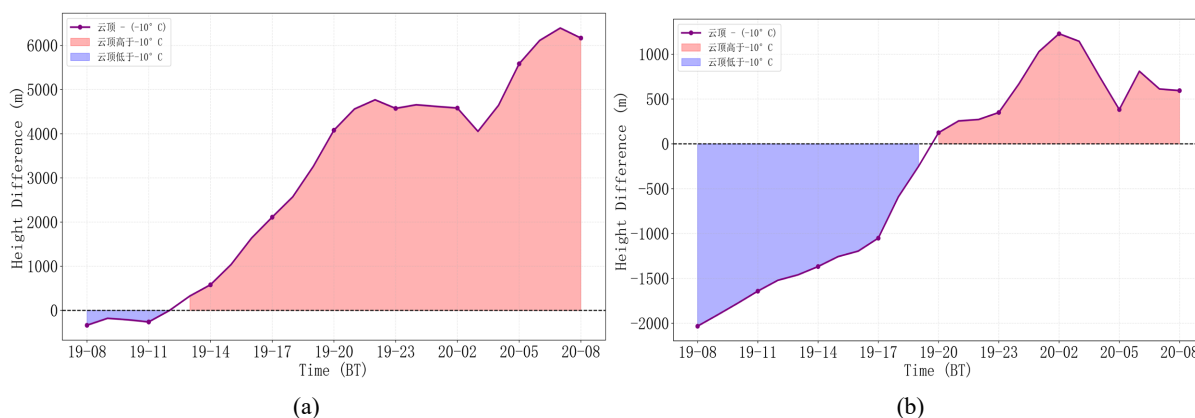


Figure 5. Height difference between the moist layer top and the -10°C level. (a) northwestern Hubei, (b) southeastern Hubei
图 5. 湿层顶高度与 -10°C 高度差。(a) 鄂西北, (b) 鄂东南

下图为鄂西北(图 6(a))和鄂东南(图 6(b))云水和云冰含量。图中显示, 鄂西北云水含量较少, 最大仅为 $0.05 \times 10^{-3} \text{ kg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 集中在 14 时以前, 云冰存在但含量较少, 结合温湿特征看, 这期间鄂西北地区云水和云冰共存, 有过冷却水和冰雪存在, 导致了雨夹雪和雪; 19 日 14 时~20 日 02 时云冰含量明显增加, 集中在 700~400 hPa, 最大达到 $0.07 \times 10^{-3} \text{ kg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 大部分粒子以冰晶形式存在, 在地面附近云水含量极少, 且整层温度低于 0°C , 以干雪为主。在鄂东南地区 19 日 20 时前以云水为主, 基本无云冰存在, 且云水含量明显大于鄂西北地区, 主要集中在 850~700 hPa, 云水含量最大达到 $0.2 \times 10^{-3} \text{ kg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 粒子以过冷却水形式存在, 结合温湿结构特征, 鄂东南在此期间以雨为主; 20 时后, 云水含量减少, 云冰含量增多, 过冷却水和冰晶共存, 但云冰相对占主导, 特别是 20 日 02~05 时, 云冰含量最大达到 $0.08 \times 10^{-3} \text{ kg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 地面附近云水含量较大, 结合温湿结构特征, 以湿雪为主。

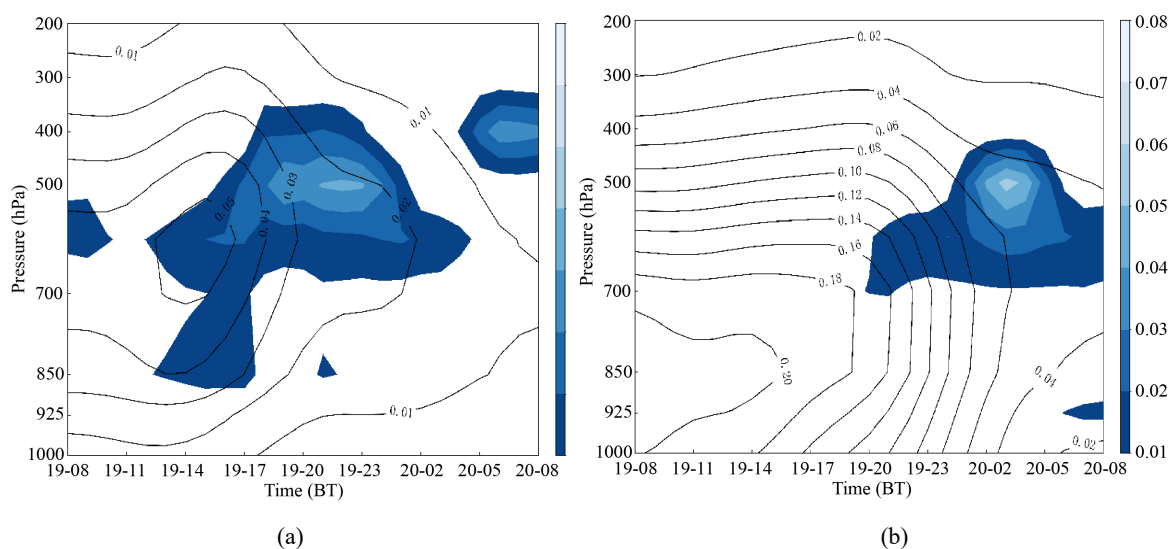


Figure 6. Height-time cross sections of mean cloud water content (contours) and cloud ice content (shaded), unit: $10^{-3} \text{ kg}\cdot\text{kg}^{-1}$. (a) northwestern Hubei, (b) southeastern Hubei
图 6. 平均云水含量(等值线)和云冰含量(填色)高度 - 时间剖面, 单位: $10^{-3} \text{ kg}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。(a) 鄂西北, (b) 鄂东南

综上所述, 鄂西北水汽条件主要在 19 日白天较好, 有利于降水出现, 而鄂东南在白天就有水汽存在, 到夜间水汽通量增大, 且在 19 日 02 时后水汽通量和水汽通量散度中心一致, 有利于降水增强。在鄂西

北地区湿层伸展高度高,云冰含量相对较多,以降雪为主,且主要为干雪,而在鄂东南地区云水含量多,在夜间湿层伸展高度增高,云冰含量相对增大,有雨转雪的相态转变,且以湿雪为主,这也是在鄂西北积雪深度大于鄂东南的原因之一。

5. 动力特征

一定的垂直上升运动同样是降水形成的条件之一。散度和垂直速度的高度-时间剖面图显示,在鄂西北地区(图 7(a)),19 日 14 时前整层以辐散为主,上升运动弱,14~23 时在 600 hPa 以下转为辐合,中心位于 700 hPa 左右,特别是在 20 时左右辐合最强,达到 $0.4 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$,而在 500 hPa 以上为辐散,低层辐合、高层辐散特征明显。与之对应上升运动在 14~23 时最强,垂直速度达到 $0.4 \text{ Pa} \cdot \text{s}^{-1}$,强上升运动中心在 14 时位于 700 hPa 并随时间不断抬高,到 20 时中心位于 400 hPa。在鄂东南地区(图 7(b)),从 19 日白天开始 700 hPa 以下就已存在辐合,特别是在 14~20 时近地面辐合强度最大,达到 $1.3 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$,与之对应在 700 hPa 以下有弱上升运动存在,中心在 850 hPa 左右,此时实况显示以雨为主;到夜间,850 hPa 以上转为辐散,850 hPa 以下辐合维持,形成低层辐合、高层辐散特征,辐合强度弱于白天,但 20 日 02~05 时上升运动较白天明显加强,中心在 700~600 hPa,强度达到 $0.7 \text{ Pa} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

由上述分析并结合天气实况可知,在降雪发生时均存在低层辐合、高层辐散特征,但鄂西北和鄂东南动力特征也存在明显区别,鄂西北在白天动力条件好,降雪时强中心位于 700 hPa,甚至可达 400 hPa;而鄂东南在白天以降雨为主时,动力条件在低层较好,在夜间转为降雪后,低层辐合减弱,上升运动加强,强上升运动高度升高,主要位于 700 hPa 附近,动力条件在中低层较好。

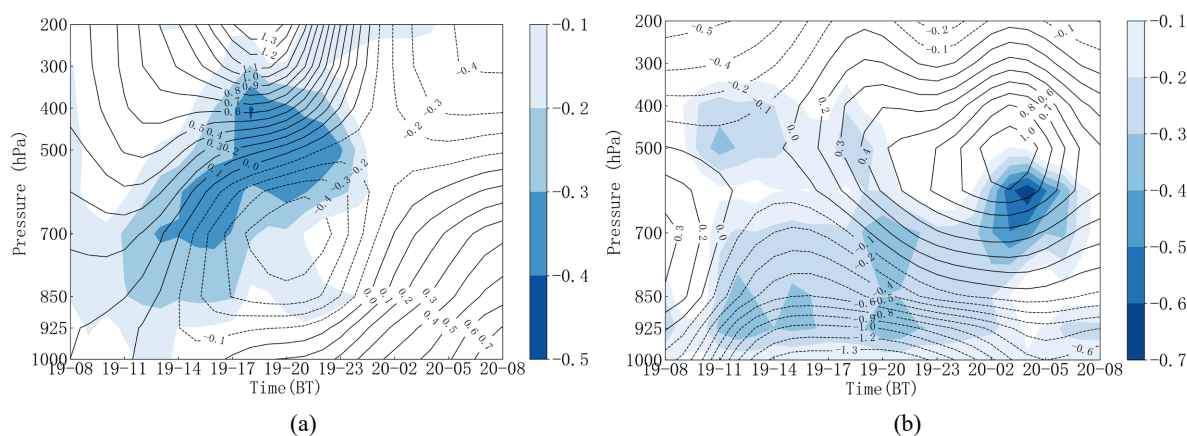


Figure 7. Height-time cross sections of mean divergence (contours, unit: 10^{-5} s^{-1}) and vertical velocity (shaded, unit: $\text{Pa} \cdot \text{s}^{-1}$). (a) northwestern Hubei, (b) southeastern Hubei

图 7. 平均散度(等值线, 单位: 10^{-5} s^{-1})与垂直速度(阴影, 单位: $\text{Pa} \cdot \text{s}^{-1}$)高度-时间剖面。(a): 鄂西北, (b): 鄂东南

6. 结论与讨论

受强冷空气和西南暖湿气流共同影响,2026 年 1 月下旬湖北自北向南出现大范围低温雨雪冰冻天气,鄂西北和鄂东南在相态转换和积雪深度方面存在明显差异。本文利用湖北天擎实况观测资料、欧洲中期数值预报中心再分析资料以及探空资料,对比在温度层结、水汽及微物理和动力条件等方面基本特征并分析差异原因,得出如下主要结论:

(1) 鄂西北地区降温早,冷垫厚,整层处于 0°C 以下,降雪持续时间长;而鄂东南在夜间才形成有利于降雪和积雪的环境条件,经历了雨转雪的相态变化且降雪持续时间较鄂西北短。

(2) 逆温强度与降水相态关系密切,在白天鄂西北降雪时的逆温强度大于鄂东南降雨时的逆温强度,

到夜间鄂东南由雨转雪后, 逆温强度增强并且超过鄂西北。

(3) 鄂西北与鄂东南降水较强时段均有明显的水汽通量辐合,水汽通量中心高度随着雨转雪的气态转换逐渐抬高。

(4) 在鄂西北地区湿层伸展高度高, 云冰含量相对较多, 以降雪为主, 且主要为干雪, 而在鄂东南地区云水含量多, 在夜间湿层伸展高度增高, 云冰含量相对增大, 有雨转雪的气态转变, 且以湿雪为主。

本文从有利于降雪发生的条件出发, 对比了鄂西北和鄂东南降雪过程中的温湿特征、微物理特征和动力特征, 并分析了两者降雪强度和积雪深度的差异原因。但本文采用区域内要素平均作为区域值进行对比, 可能使得部分要素值的代表性降低, 对结果可能有影响。另外, 对低温雨雪过程中的降水相态转换还缺乏细致的分析, 有待进一步分析研究。

参考文献

- [1] 温泉沛, 周月华, 李兰, 等. 湖北省持续低温雨雪过程评估与分析[J]. 暴雨灾害, 2024, 43(4): 440-447.
- [2] 罗菊英, 谭艳立, 虞列辉. 鄂西南山区一次罕见的秋季暴雨转暴雪天气成因分析[J]. 山地气象学报, 2021, 45(6): 9-16.
- [3] 张萍萍, 吴翠红, 祁海霞, 等. 2013 年湖北省两次降雪过程对比分析[J]. 气象, 2015, 41(4): 418-426.
- [4] 张端禹, 王明欢, 李灿. 2008 年初武汉冰雪天气过程特征研究[J]. 气象与环境学报, 2010, 26(1): 6-11.
- [5] 罗喜平, 王兴菊, 汪超. 2015 年贵州首场降雪和冻雨天气对比分析[J]. 云南大学学报(自然科学版), 2017, 39(1): 71-77.
- [6] 杜小玲, 高守亭, 彭芳. 2011 年初贵州持续低温雨雪冰冻天气成因研究[J]. 大气科学, 2014, 38(1): 61-72.
- [7] 杜小玲, 蓝伟, 何东坡, 等. 2024 年 2 月初贵州东部及长江中下游低温雨雪冰冻天气基本特征及成因[J]. 暴雨灾害, 2024, 43(4): 395-406.
- [8] 安晶晶, 王东勇, 李慧敏, 等. 2024 年 2 月我国两次大范围冻雨过程对比分析[J]. 暴雨灾害, 2024, 43(4): 419-430.
- [9] 张芳华, 许先煌, 权婉晴, 等. 2024 年春运期两次极端雨雪冰冻天气过程对比分析[J]. 暴雨灾害, 43(4): 371-383.
- [10] 吴瑶, 郭广芬, 史瑞琴, 等. 2024 年 2 月湖北省两次雨雪冰冻天气特征及海温影响分析[J]. 暴雨灾害, 2025, 44(1): 31-40.
- [11] Gong, Y., Yang, S., Li, D., Ma, Z., Cheng, X., Pan, X., *et al.* (2026) Comparative Analysis of Microphysical Characteristics between Wet and Dry Snow in Northeast China Based on Disdrometer Observations. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, **65**, 109-132. <https://doi.org/10.1175/jamc-d-25-0017.1>
- [12] 杨琨, 薛建军. 使用加密降雪资料分析降雪量和积雪深度关系[J]. 应用气象学报, 2013, 24(3): 349-355.
- [13] Cui, J., Zhang, A., Yan, Q., *et al.* (2019) Variation of Snow-to-Liquid Ratio in Liaoning Province from 2009 to 2017. *Journal of Glaciology and Geocryology*, **41**, 828-835.
- [14] Lu, S., Zhou, Y., Xu, L., *et al.* (2026) Research on Winter Precipitation Phase Discrimination Methods in Hunan and Hubei Based on Optimal Physical Factors. *Chinese Journal of Atmospheric Sciences*.