Open Journal of Natural Science 自然科学, 2026, 14(6), 812-819
Published Online November 2026 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/ojns
https://doi.org/10.12677/ojns.2026.146084

Hans汉斯

乌鲁木齐机场2025年11月一次降雪天气过程分析

刘　佳

民航新疆空中交通管理局气象中心，新疆　乌鲁木齐

收稿日期：2026年9月30日；录用日期：2026年10月30日；发布日期：2026年11月9日

摘　要

对2025年11月5~6日乌鲁木齐机场一次雨转雨夹雪转雪的天气过程进行分析表明，此次过程500hPa上受槽前西南气流影响，地面冷空气源地在新地岛一带，北方路径入侵；850 hPa以下为水汽辐合、700 hPa以上为水汽辐散，低层高比湿区较厚，为降水提供了充沛水汽；中低层深厚的上升运动与冷平流的侵入在时间上高度吻合，同时，由于冷平流的持续侵入导致低层逆温层减弱消失，是降水相态转为持续性降雪的重要前兆。

关键词

乌鲁木齐机场，降水相态，水汽条件

Analysis of a Snowfall Weather Event at Urumqi Airport in November 2025

Jia Liu

Meteorological Center of Xinjiang Air Traffic Control Bureau of Civil Aviation Administration of China, Urumqi Xinjiang

Received: September 30, 2026; accepted: October 30, 2026; published: November 9, 2026

Abstract

Analysis of the weather event from November 5 to 6, 2025, at Urumqi Airport—characterized by a transition from rain to sleet and then to snow—reveals that the system was influenced by a southwest airflow ahead of a trough at the 500 hPa level, with cold air originating from the Xindao Island region and moving in from the north. Moisture convergence occurred below 850 hPa, while moisture divergence took place above 700 hPa, resulting in a thick layer of high specific humidity near

文章引用: 刘佳. 乌鲁木齐机场 2025 年 11 月一次降雪天气过程分析[J]. 自然科学, 2026, 14(6): 812-819.
DOI: 10.12677/ojns.2026.146084

the surface, providing ample moisture for precipitation. Strong vertical ascent in the mid- to lower troposphere coincided closely in time with the intrusion of cold advection. The continuous penetration of cold advection weakened and eventually eliminated the inversion layer, serving as a key precursor to the shift in precipitation phase toward sustained snowfall.

Keywords

Urumqi Airport, Precipitation Phase, Water Vapor Conditions

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

降雪对交通出行、畜牧业、设施农业、城市运行等均有严重影响。伊犁河谷、塔城、阿勒泰及天山北坡沿线一带频发暴雪，对社会经济和人民生活常常造成较大影响[1]-[3]。乌鲁木齐地处天山北坡、三面环山，冬季多降雪，已有不少研究人员从环流背景、影响系统、水汽输送和中尺度特征等方面揭示了强降雪成因[4] [5]，为降雪预报做出贡献。

乌鲁木齐机场 2025 年 11 月 5~6 日出现一次小雨转雨夹雪转雪的降雪天气过程，此次过程降水相态转换复杂、降雪强度大、持续时间长。本文利用乌鲁木齐机场 METAR 报文、自动气象观测系统(简称 AWOS)、0.25˚ × 0.25˚的逐小时 ERA5 再分析数据等资料，从天气形势、物理量场等方面分析成因，为乌鲁木齐机场冬季雨雪天气的精细化预报提供参考。

2. 天气实况及影响

11 月 4 日夜间至 6 日白天，北疆各地、天山山区、南疆西部山区普遍出现大范围雨或雨夹雪转雪天气过程，其中伊犁河谷、天山山区及两侧出现大到暴雪，局地大暴雪。乌鲁木齐站(51463 站)降水量 45.6 毫米，新增积雪深度达 24 厘米，达到大暴雪量级，单日降水量突破历史极值。

乌鲁木齐机场 5 日 07:00~6 日 14:00 出现小雨转雨夹雪转雪过程(图 1)，5 日 07:00~21:30 持续小雨，22:00~6 日 04:00 为雨夹雪和雪的混合相态，6 日 04:00~14:00 为持续小雪；过程降水量 18.9 毫米，其中降雪量 6.5 毫米，新增积雪深度 8 厘米。此次降雪强度大、持续时间长，机场道面出现积水和积雪，对飞行运行和除冰雪保障造成较大影响。同时由于降水相态在雨、雨夹雪、雪之间多次转换，预报难度大，给航班运行和流量管理也带来了较大压力。

如图 2 所示，5 日 06:00 机场开始经历缓慢降温过程，07:00~22:00 降雨期间气温维持在 2℃~6℃；5 日 22:00~6 日 04:00 雨夹雪和雪混合相态期间气温降至 1℃~2℃；当气温处于 0℃~1℃时，降水相态转为雪。其中，5 日 23:00 气温降至 1℃，机场由雨夹雪转雪；23:30 机场风向偏西风转为偏南风，气温回升至 2℃，6 日 00:00 相态重新转为雨夹雪，气温再次降至 1℃时开始转为持续的雪。可见此次过程中气温与降水相态密切相关，1℃是雨夹雪和雪的临界温度。

降水前期气温和地温均呈下降趋势，5 日 22:00 前气温与地温均偏高，气温 2℃~6℃、地温 4℃~7℃；5 日 22:00~6 日 04:00 气温降至 1℃~2℃时，地温仍不断下降，04:00 左右时地温已经降至 0℃，此时降水相态为雨夹雪，由于前期地温偏高，落地的雪花较难形成明显积雪；6 日 04:00~12:00 主要降雪时段气温维持在 0℃附近、地温 0℃~1℃；12:00~14:00 机场为小雪天气但降雪量为 0.0 毫米，地温回升至 2℃~4℃。

从风场演变看，前期以西北和偏西风为主，5 日 23:00~02:00 风场转为偏南风，气温略有上升，相态出现变化，小雪转为雨夹雪；机场转偏西和西北风后，稳定为小雪天气(图 2)。

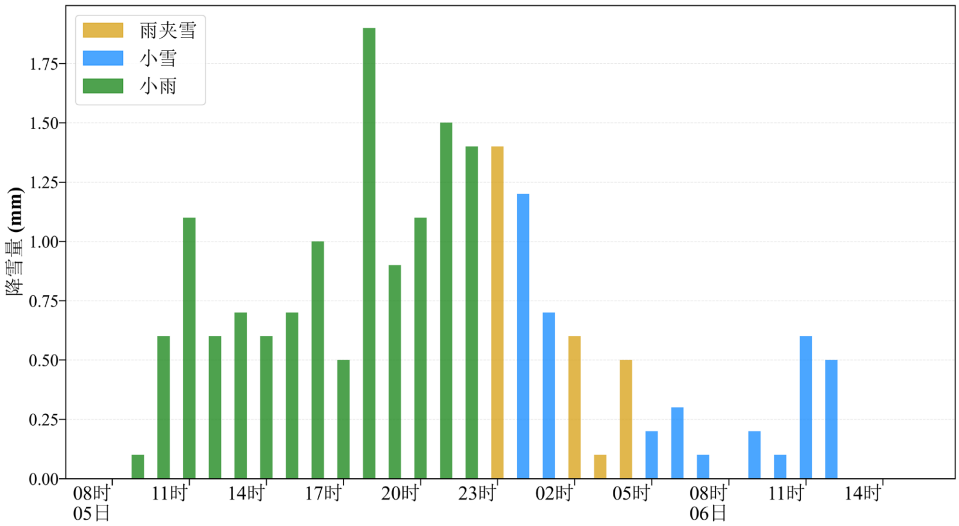


Figure 1. Time series of precipitation phase at Urumqi Airport
图 1. 乌鲁木齐机场降水相态时间

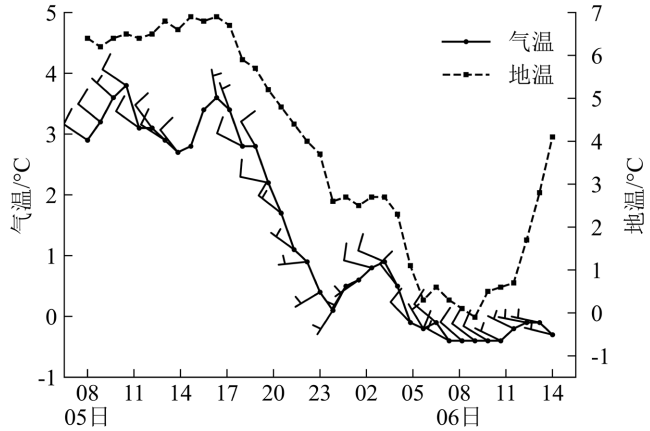
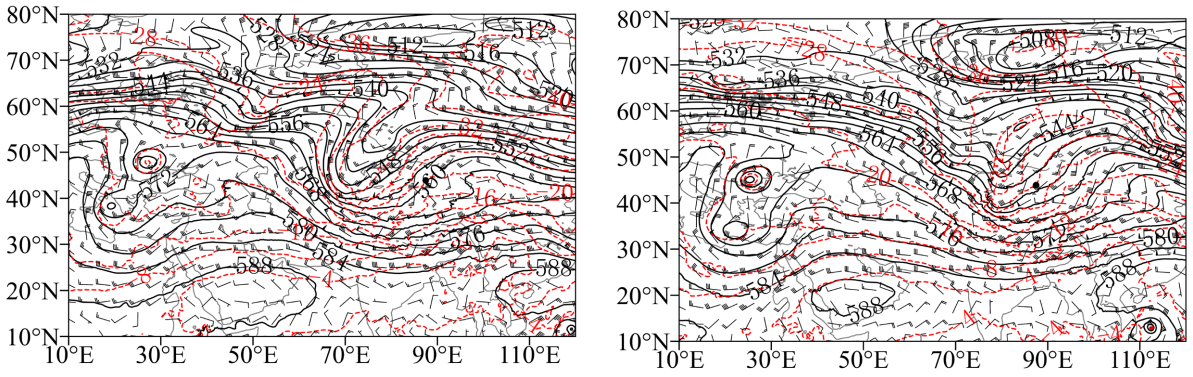


Figure 2. Ground-level temperature, ground temperature, and wind field at Urumqi Airport
图 2. 乌鲁木齐机场近地面气温、地温及风场

3. 天气形势分析

500 hPa 上，11 月 4 日 08 时，高空槽分南北两支，北支槽位于乌拉尔山东南侧，南支槽位于咸海附近，此时新疆地区整体受槽前偏西－西南气流控制；14 时，北支槽稳定少动，南支槽缓慢东移至巴湖西侧，槽后北风急流带明显增强，最大风速达到 32 米/秒，携带了大量冷空气向南输送；20 时，乌拉尔山东侧开始有明显长脊，使得影响新疆区域的北支槽不断加深发展；11 月 5 日 08 时(图 3(a))，亚欧地区为“两槽一脊”形势，中亚地区有短波槽活动，西西伯利亚低槽控制着中亚东部－新疆西部一带，新疆地区受槽前西南气流控制，最大风速 18 米/秒。温度槽落后于高度槽，槽持续加深，配合有−32℃冷中心；20 时，影响系统进一步东移，本场偏南风加强达 16 米/秒。6 日 08 时(图 3(b))，西西伯利亚低槽与中亚地区短波槽同位相叠加，位于新疆西部地区，新疆大部受槽前西南气流影响。



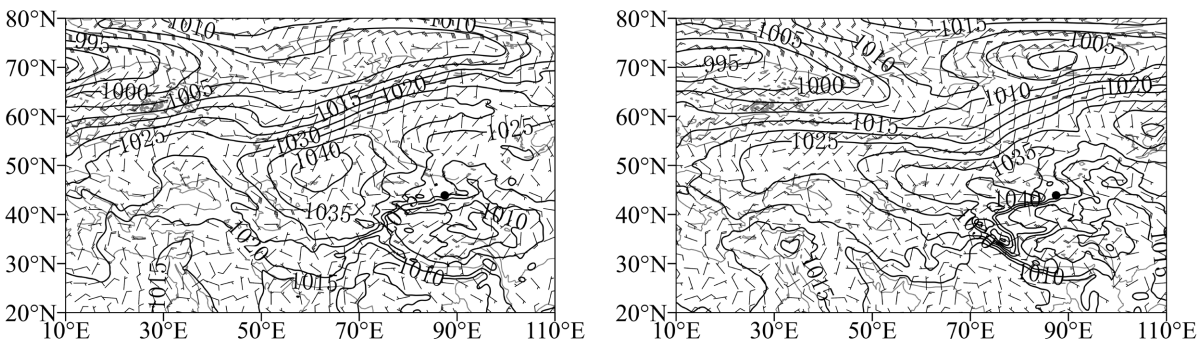
(a) (b)

Figure 3. 500 hPa height and wind fields ((a), (b) correspond to 08:00 on the 5th and 08:00 on the 6th, respectively)
图 3. 500 hPa 高度场与风场((a)，(b)依次为 5 日 08 时、6 日 08 时)

700 hPa 上，4 日 08 时高空槽位于巴湖西侧，温度槽明显落后于高度槽，槽前西南气流携带大量水汽，巴湖南侧有高湿区配合；4 日 20 时，南疆西部长脊，使北支槽移速减慢，西部国境线一带出现分裂短波槽，高湿区集中在北疆西部、北部，此时本场受偏南气流控制，并配合有暖平流；5 日 08 时，分裂出的短波槽进一步影响北疆大部区域，本场位于水汽高湿区外围，开始出现弱降水；5 日 20 时，高湿区范围逐渐扩大，较好的水汽条件有利于本场出现连续性降雪。

850 hPa 上，5 日 08 时北疆沿天山一带受暖脊控制、有暖平流活动，0℃线位于北疆西部和北部地区；5 日 20 时转为冷槽控制，冷空气活动加强，0℃线东移南下至天山山区，克拉玛依－石河子一线存在弱暖脊，相态为雨；6 日 08 时 0℃线南压至南疆喀什－阿克苏－库车一线，暖脊仍然存在但温度已低于 0℃，降水相态转为雪。降水开始前，槽前有暖舌自南向北伸至北疆西部和沿天山一带，本场受偏西－西北风控制，低层暖湿气流输送形成暖层，导致降水相态转雪缓慢。

地面上，4 日 08 时，高压中心位于里咸海北侧，新疆地区整体受低压控制，其中北疆北部为小高压控制；20 时，里咸海北部的高压加强并缓慢东移南压，高压中心值由 1035 hPa 加强至 1038 hPa，高压底前部等压线密集；5 日 08 时(图 4(a))，冷空气持续自北向南输送，渗透进新疆西部，地面锋面进一步加强并移至新疆国境线一带，高压中心值达到 1040 hPa；20 时，高压中心位于咸海和巴湖之间，6 日 08 时(图 4(b))，高压中心南移至伊犁河谷及其西侧，高压强度稳定维持，本场位于高压前部，锋面压至天山山区一线。此次冷空气源地在新地岛及东西两侧；以北方路径侵入新疆地区。



(a) (b)

Figure 4. Surface pressure field ((a), (b) correspond to 08:00 on the 5th and 08:00 on the 6th, respectively)
图 4. 地面气压场((a)，(b)依次为 5 日 08 时、6 日 08 时)

4. 物理量诊断分析

4.1. 水汽条件

从水汽通量来看(图略)，5 日 00 时起水汽输送方向为西南－偏南向，西南暖湿气流输送增强，输送强度增强，此时机场出现小雨天气。15 时起维持西南－偏南暖湿气流输送，强度逐步达到峰值，数值达到 25~30 g/(cm·hPa·s)，水汽通量沿天山一带出现辐合，维持了持续小雪过程，在辐合增强期间，机场出现了集中降雪期。此次过程中，西南暖湿气流的进入与增强，以及在天山一带的辐合，为降雪提供了水汽输送的保障，也是降水持续、强度增强的重要水汽基础。

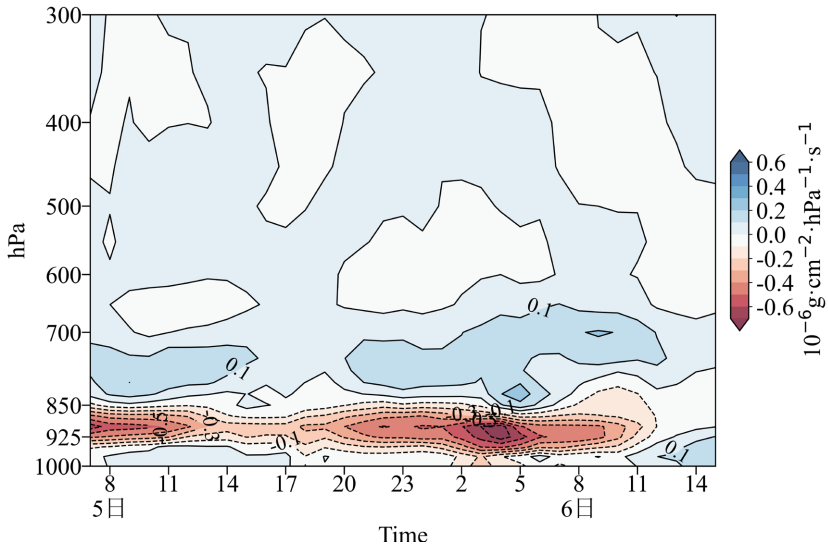


Figure 5. Time-height profile of water vapor flux divergence
图 5. 水汽通量散度时间－高度剖面

从水汽通量散度时间－高度剖面可见(图 5)，850 hPa 以下为水汽辐合、700 hPa 以上为水汽辐散，低层辐合、高层辐散的配置有利于水汽抬升凝结形成降水。其中，5 日 19 时起低层辐合区逐步增强，6 日 03 时达到峰值，辐合最强时段为 6 日 00:00~05:00，与主要降雪时段相对应。

从比湿的时间－高度剖面图来看(图 6)，水汽主要集中在低层 850 hPa 以下，比湿始终维持在 4~5 g/kg，垂直方向高比湿区较厚，约 1500 米；小雨前期比湿达到峰值 4.8 g/kg，随降水过程持续，比湿逐步减小。这表明过程前期水汽含量高、水汽辐合强，为降水提供了充沛的水汽来源。

4.2. 动力条件

从垂直速度时间－高度剖面可见(图 7)，小雨开始前 850 hPa 有弱上升运动，水汽被抬升凝结，上升高度低，强度弱，以液态降水为主；转雨夹雪时 400 hPa 以下均为上升运动且中低层上升运动增强；转小雪时低层上升运动进一步增强，达到 1.5 Pa·s^{-1}，形成了深厚的上升气流区，同时降雪通过潜热释放进一步加热大气、加强上升运动，形成了正反馈；6 日 08:00 后上升运动逐渐减弱，但仍维持−0.3~−1.3 Pa·s^{-1}，利于小雪的持续。

4.3. 热力条件

从温度平流的时间－高度剖面图来看(图 8)，降雨前期，700 hPa 以下为较厚的暖平流，利于逆温层

强度的维持，700 hPa 的高度上有弱冷平流侵入，但随时间逐渐减弱，5 日 14 时起，低层 925 至 850 hPa 上出现冷平流侵入，强度不断加强，有利于打破低层逆温层，利于降雪相态稳定为雪，6 日 5 时，低层冷平流达到最强。

从微波辐射计探测资料来看(图 9)，6 日 05:00 前，机场上空 5000 米以下温度缓慢下降，1200 m 以下存在逆温层，500 米以下温度达到了 6℃以上，受逆温层影响，前期降水相态以雨为主，5 日 23:00~6 日 05:00，逆温层逐渐减弱后，机场出现了雨夹雪和雪的相态转换，直至 6 日 05:00 开始机场急剧降温，逆温层完全消失后，降水相态转为稳定的小雪。可见逆温层是相态转换的关键，逆温层强度和维持的时间影响了机场的降水相态的转换。整个降雪过程，4000 米以下均为 70%以上的相对湿度大值区，表明此次过程低层水汽充沛。

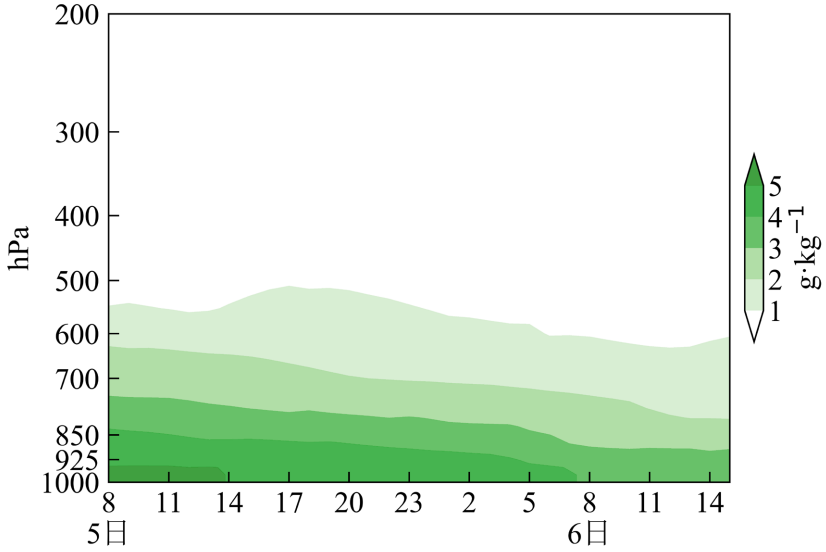


Figure 6. Time-height profile of specific humidity
图 6. 比湿时间 - 高度剖面

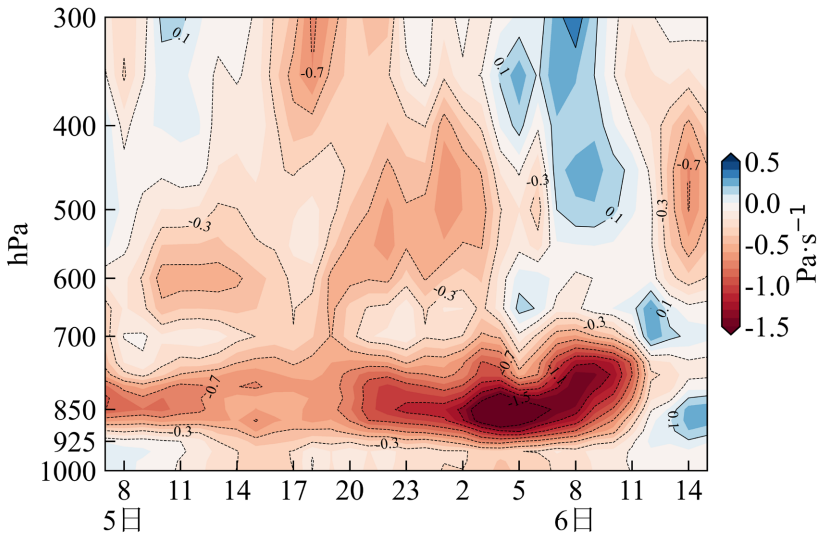


Figure 7. Time-height profile of vertical velocity
图 7. 垂直速度时间 - 高度剖面

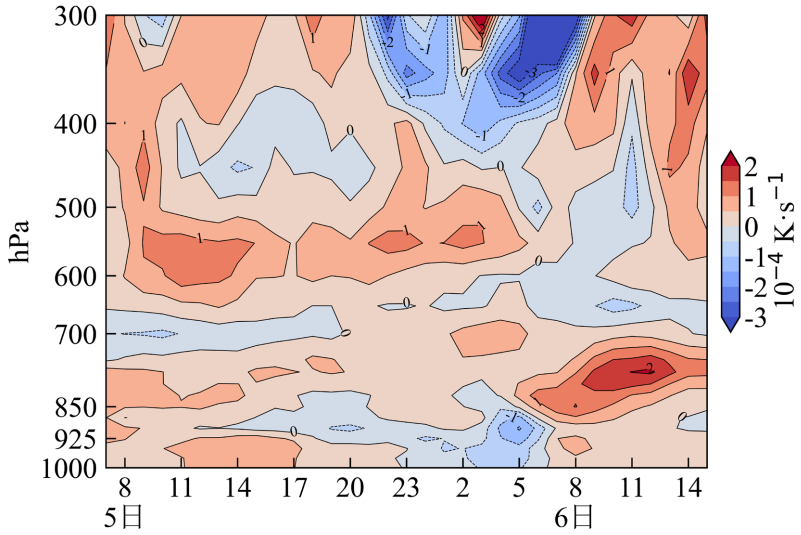


Figure 8. Time-height cross section of temperature advection
图 8. 乌鲁木齐机场温度平流时间－高度剖面图

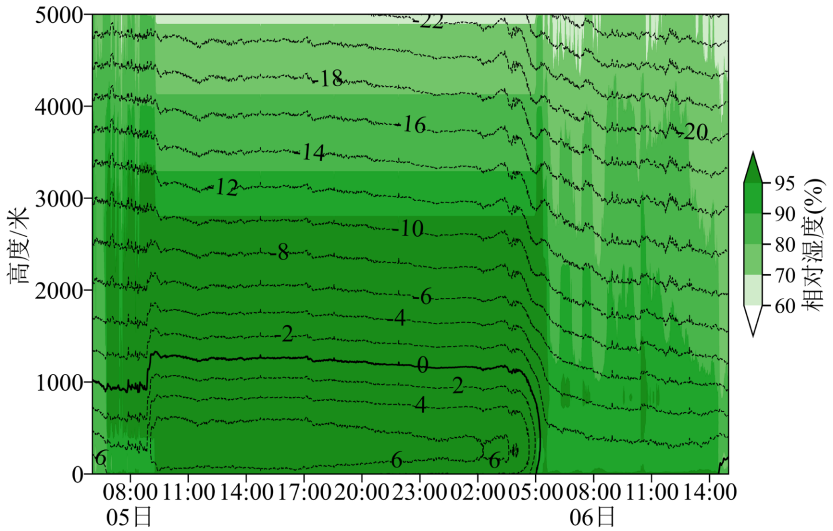


Figure 9. Time-height cross section of temperature (black lines) and relative humidity (shaded)
图 9. 温度(黑线)、相对湿度(填色)时间－高度剖面图

5. 结论

本文通过对 2025 年 11 月 5~6 日乌鲁木齐机场降雪天气过程的天气分析，得到如下结论：

(1) 此次过程 500 hPa 上受槽前西南气流影响，700 至 800 hPa 过程前期有暖平流活动，地面上，新疆地区位于高压前部，此次过程，地面冷空气源地在新地岛一带，为北方路径入侵。

(2) 低层 925~850 hPa 水汽辐合、700 hPa 以上辐散，比湿维持在 4~5 g/kg，高比湿区厚约 1500 米，为降水提供了充沛水汽；中低层深厚的上升运动与冷平流侵入在时间上高度吻合，是降雪形成与维持的关键。

(3) 低层暖湿气流输送形成暖层，配合机场上空逆温层，是前期降雨时间偏长的主要原因；低层冷平流的持续侵入利于气温的不断降低，使逆温层消失。

参考文献

[1] 陶亦为, 张芳华, 于碧馨, 等. 2024年1月引发雪崩的阿勒泰极端强降雪天气成因和预报分析[J]. 暴雨灾害, 2024, 43(4): 407-418.

[2] 张云惠, 于碧馨, 谭艳梅, 等. 乌鲁木齐一次极端暴雪事件中尺度分析[J]. 气象科技, 2016, 44(3): 430-438.

[3] 魏娟娟, 李娜, 万瑜, 等. 乌鲁木齐典型暴雪天气机理及成因分析[J]. 干旱区地理, 2022, 45(5): 1381-1391.

[4] 万瑜, 胡顺起, 李辉, 等. 乌鲁木齐达坂城谷地一次极端暴雪成因分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 2022, 16(6): 85-92.

[5] 杨莲梅, 刘雯. 新疆北部持续性暴雪过程成因分析[J]. 高原气象, 2016, 35(2): 507-519.