

Comparative Analysis of the Fog Visibility Plummeting Weather Process at Urumqi Airport in 2018

Nan Wang^{1*}, Lei Zhu², Jia Liu¹

¹Meteorological Center of Xinjiang Air Traffic Management Bureau, Urumqi Xinjiang

²Training Center of Xinjiang Air Traffic Management Bureau, Urumqi Xinjiang

Email: wangnan1986yang@163.com

Received: Aug. 14th, 2019; accepted: Aug. 28th, 2019; published: Sep. 3rd, 2019

Abstract

Based on the hourly ground observation data, reanalysis data, automatic station and AWOS data of Urumqi Airport, the background conditions, temperature, humidity conditions and RVR changes of the sudden drop of visibility due to frozen fog in 2018 are analyzed, to master this kind of weather visibility in the performance characteristics of a focal point, put forward the forecast. The results show that: 1) In the freezing fog weather when the visibility drops sharply, the duration of low visibility is short, the visibility oscillates greatly, and the RVR difference between the two ends of the runway is large, showing the characteristics of mass fog or debris fog. 2) The reason for fogging in the process of 2018-11-10 is advection fog and radiation fog. Southeasterly wind is very important to forecast local visibility. The cause of fogging in the process of 2018-12-21 was radiation fog. 3) In this kind of weather, the local freezing fog is manifested as uneven distribution in the horizontal direction and thin fog layer. In the case that the local wind is not southeast (south), the height of the southeast (south) wind layer over the field indicates the height of the inversion layer (or isothermal layer).

Keywords

Visibility Plunge, Fog, Characteristic Factor Analysis

2018年乌鲁木齐机场冻雾导致能见度骤降天气特征分析

王楠¹, 朱蕾², 刘佳¹

¹民航新疆空管局气象中心, 新疆 乌鲁木齐

*通讯作者。

²民航新疆空管局培训中心, 新疆 乌鲁木齐
Email: wangnan1986yang@163.com

收稿日期: 2019年8月14日; 录用日期: 2019年8月28日; 发布日期: 2019年9月3日

摘 要

2018年乌鲁木齐机场逐时人工观测能见度数据、再分析资料、自动站、AWOS等资料, 分析乌鲁木齐机场2018年因冻雾能见度骤降天气过程的背景条件、温度、湿度条件、RVR变化等, 掌握该种天气能见度骤降的表现特点、提出预报着眼点。结果表明: 1) 能见度骤降的冻雾天气低能见度持续时间不长, 能见度振荡较大, 跑道两头RVR相差较大, 呈现出团雾或是碎片雾的特征。2) 2011-1-10过程起雾原因是平流雾加辐射雾。东南风对于本场能见度的预报有着重要的指示意义。2018-12-21过程起雾原因为辐射雾。3) 该种天气下, 本场冻雾表现为水平方向上分布不均匀且雾层薄。在本场为非东南(南)风的情况下, 本场上空的东南(南)风层的高度预示逆温层(或等温层)的高度。

关键词

能见度骤降, 冻雾特点, 要素分析

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着我国航空事业迅速发展, 因天气、空中交通管制、机场保障及旅客自身原因造成的航班大面积延误事件屡见不鲜。根据民航局《2012年民航行业发展统计公报》显示当年度全国航班正常率仅为74.8%, 其中由于恶劣天气所造成的影响占21.6%。乌鲁木齐地窝堡国际机场是国内重要的干线机场。目前日均起降架次接近550架, 是国内单跑道起降航班第二多的机场, 对于乌鲁木齐机场由低能见度天气而造成的航班延误取消更是占到全部天气因素的绝大多数以上, 其中尤以雾造成的低能见度天气为主。

冻雾预报一直都是乌鲁木齐机场预报的重点和难点, 乌鲁木齐机场不但处于天山山区低云低能见度多发带[1][2], 还受其独特的“碗底”地形影响, 其大雾表现出了极强的局地性特征: 有时机场大雾弥漫, 市区却是艳阳高照, 出现“十里不同天”的情况; 有时跑道上能见度恶劣, 航班无法起降, 机场其它区域能见度却在标准之上; 有的时候雾团在跑道上漂浮不定, 导致跑道上能见度时而在标准之上, 时而低于标准, 这些情况出现时, 往往会出现能见度和跑道视程快速变化的现象, 航班落地时受此影响, 经常导致航班大面积备降或延误, 给管制指挥飞机起降及预报人员对外服务带来很大困难[3]。

对机场雾的研究前人多集中在环流类型的统计和雾的各尺度分布特征上, 为机场雾的预报及航班的准点安全运行提供了重要的参考依据, 朱蕾分析了冻雾的季际、年际变化规律, 并提出引起乌鲁木齐机场低能见度的天气现象有雾、烟、沙, 且绝大多数的低能见度时次由冻雾引起[4]; 王楠、杨洪儒针对乌鲁木齐机场雾的季节内的不均匀性特征及冻雾环流形式的分类做了分析, 为预报冻雾天气提供了依据[3][4][5]。陈露分析了首都机场雾发生的日变化、季节变化和年际变化特点以及大雾不同阶段时所对应的天

气形势[6]。李秀连对出现的大雾过程进行分类,并分别统计分析各类大雾出现的时序特征、背景场特征以及出现前和消失时的气压、风场等物理量特征[7]。董爱民就咸阳机场雾的年、日变化特点进行总结[8]。曾彦则应用滚流结构观点和方法,运用V-30结构分析和方位相空间结构分析双流机场雾发生、发展的物理机理[9]。郑玉萍则指出冬季乌鲁木齐大雾与低层大气的逆温情况有密切的联系[10]。

这些研究多是基于典型冻雾个例的分析,低能见度持续时间长的情况。但是在日常的实际运行中,能见度的骤降往往更加使人促不及防,很多航空器已经进入进近区域而无法降落,或是在空域内等待,使得航空管制压力短时间内骤增;或是找寻备降场,有时会遇见备降场有不可抗力因素导致无法降落,又因为天气来的突然,签派没有做备降场计划,使得无备降场可落。对于航空气象预报而言,冻雾天气的掌握也多集中在典型个例的分析和学习上,能见度骤降的天气把握不准,预警无法提前发布,影响服务效果。

故本文定义:由于冻雾原因,本场逐时地面观测资料中主导能见度(VIS)1小时内下降大于等于3000m,且下降后能见度小于等于800米(民航的目视起降标准)的情况作为研究对象,经过质量控制,2018年由冻雾引起的满足上诉条件的天气一共两起,能见度骤降时次分别为2018年11月10日00:30(简称1110过程)和2018年12月21日20:00(简称1221过程)。

应用乌鲁木齐机场逐时人工观测能见度数据、NCEP/NCAR $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 再分析资料、自动站观测资料及机场跑道自动观测系统(AWOS)观测资料,分析研究上述两次能见度骤降过程大雾天气背景条件、温度、湿度条件等,以期揭示能见度骤降的形成原因和预报着眼点。

2. 冻雾天气实况概述

如图1所示,时间T为能见度骤降时刻,T+n(-10, ..., 10)为骤降前第n个小时,如图所示,两次过程均具有冻雾出现之后均有维持,1~2小时之后短时好转,总体过程能见度振荡较大,低能见度持续6个小时之后,稳步好转。

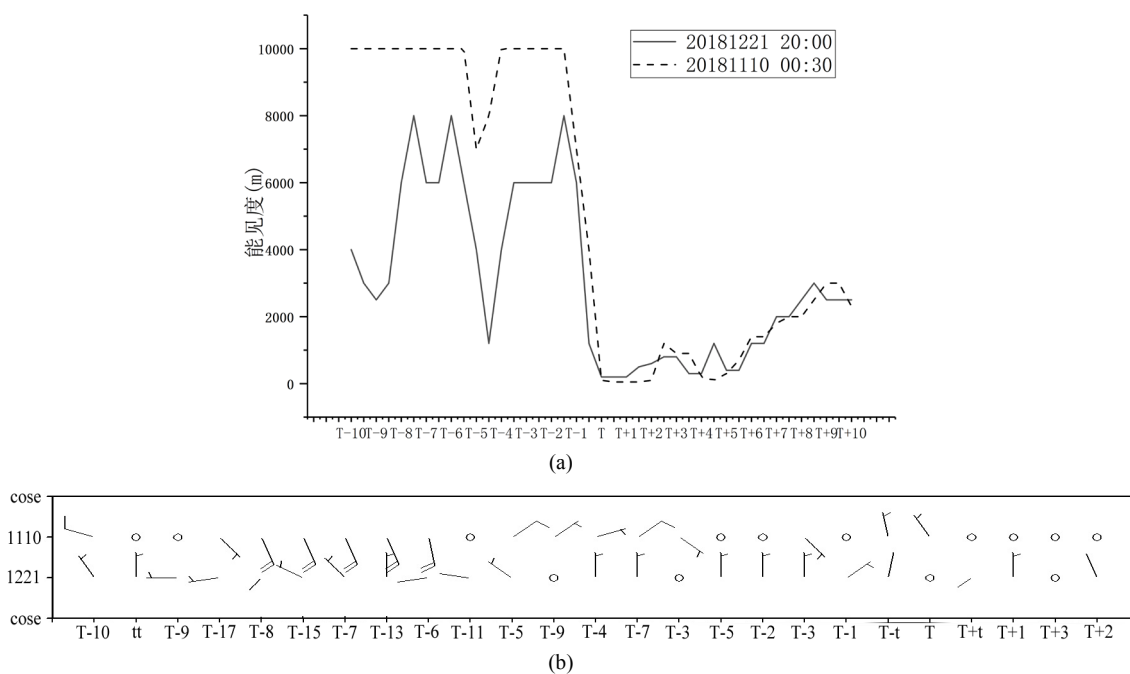


Figure 1. Changes of visibility and wind in visibility plummeting weather process
图 1. 能见度骤降前后 10 h 能见度(a)和风场(b)变化

图 1(a)所示, 2018 年 11 月 10 日 08:30, 乌鲁木齐机场出现冻雾天气, 主导能见度由 07:30 的 4000 米到 08:30 的 100 米, 至 11:00~12:00, 能见度短暂好转至 900~1200 米, 后续又跌至 200 米, 直到 14:30 才好转至 1000 米以上。由此天气原因起飞延误航班 141 班。返航 2 架次, 备降 11 架次。

图 1(b)所示, 2018 年 12 月 22 日 03:33 乌鲁木齐机场出现冻雾天气, 主导能见度由 03:00 的 6000 米到 03:33 骤降至 200 米; 03:33 至 05:00 主导能见度维持在 200 米, 05:30~06:00 主导能见度 500~600 米, 06:30~07:00 主导能见度 800 米, 07:30~08:00 主导能见度 300 米, 08:30 本场开始出现小雪天气能见度上升至 1200 米, 09:00~09:30 本场转为米雪天气, 主导能见度降至 400 米; 10:00 之后本场主导能见度上升至 1200 米, 冻雾天气结束。冻雾天气期间, 因天气原因延误 57 班, 返航 1 班, 备降 1 班。两次过程表现为能见度够标准—不够标准—够标准的反复, 加剧了预报难度和运行难度。

风场方面, 两个过程表现出不同的特点, 1110 过程 T-6 至 T-8 时刻东南风 5~8 m/s, 后续风速减弱, 且逐渐转为偏北风。冻雾出现前 5 小时, 两次过程风场均呈现静稳状态, 且风场为偏北。

3. 冻雾天气过程中 AWOS 数据变化

乌鲁木齐机场逐时地面观测资料为每半小时一次, 与此相比, AWOS (Automated Weather Observing System, AWOS)分钟级观测数据精度更高, 其探测的温、压、湿、风、RVR 等要素的准确性和应用性是得到国际民航组织认可的。

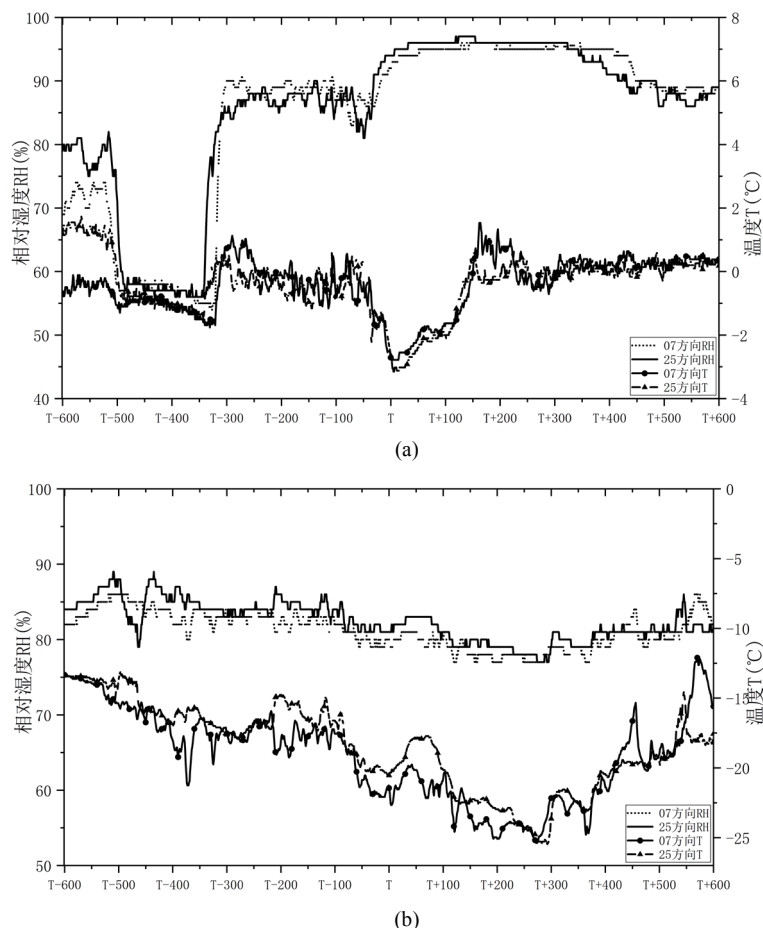


Figure 2. The change of AWOS detection of Relative humidity (%) and temperature (°C) on Nov. 10, 2018\Dec. 21, 2018
图 2. 2018 年 11 月 10 日(a)和 2018 年 12 月 21 日过程(b)AWOS 探测相对湿度(%)及温度(°C)变化

两次过程从能见度的变化程度来看, 相似度较高, 但其温压湿风的气象要素变化却大不相同, 具体如图 2 所示。2018-11-10 过程中相对湿度和温度变化较大, 其与 2018-11-09 日 16:00 (UTC)~18:30 (UTC) 本场出现的 5~7 m/s 东南风有直接关系, 偏东风和东南风是暖性的, 本场吹偏东风或东南风, 本场为非冻雾天气; 相对的西北风和偏北风是冷性的, 机场低标准大雾由两种因素造成: 一是由于偏北风和西北风把周围的大雾推至本场, 平流雾; 二是前期本场相对湿度大, 空气较饱和, 西北风和偏北风带来降温, 在本场近地面层形成辐射雾。2018-11-10 过程中, 本场上游呼图壁 T-7h、昌吉 T-3h 出现低于 200 米能见度天气并一直维持。所以由于东南风的原因, 本场温度升高, 能见度较好, 一旦风向转换为西北风或静风, 结合日变化作用, 本场空气饱和度逐渐上升, 温度稳步下降, 冻雾出现前 40 分钟, 西北风明显, 由上游站推进的平流雾由于迅速降温, 相对湿度迅速升高而引起的辐射雾同时出现, 本场能见度骤降。

而 2018-12-21 过程的风场一直较为平稳, 以偏西气流与偏北气流为主, 由于 21 日本场白天持续降雪天气, 本场相对湿度很稳定, 且整个过程维持在 80%~90% 的高饱和状态。在能见度骤降前 3 h 气温稳步下降, 能见度开始走低。从自动站资料上分析, 本场周边除了米泉, 其余自动站资料能见度都在 1 公里以上且周边没有明细的降温幅度。所以 12-21 冻雾成因, 多为本场辐射雾。

为了更好的表征上述两次过程冻雾的特征, 本文引用跑道视程 Runway Visual Range (RVR) 数据进行分析。当 VIS 数值达不到机场正常运行标准时(乌鲁木齐机场主导能见度的标准为 800 米)航空管制单位就可依照 RVR 的数值来决定是否够飞行器的起降标准, 机场关闭的指挥决策等都需要用该数据作为依据。所以分析跑道两头 RVR 的变化不但有助于管制部门决策, 还有助于分析本场的引起低能见度雾的性状。

如图 3 所示, 时间 T 为能见度骤降时刻, T + n (-450, ..., 600) 为骤降前第 n 分钟时刻。11-09 过程 RVR 的骤降时刻比 VIS 骤降提前 15min, 随后跑道两头全部能见度低, 2 个小时后 25 号跑道能见度开始好转, 紧跟着 07 号跑道能见度好转, 3~4 小时之后 25 跑道能见度再度下降, 30~40 min 后 07 跑道能见度下降, 跑道两头能见度的差异性表明本场雾的不均匀性的特征。这个特征在 2018-12-21 过程中也有所体现, 25 号方向 RVR 骤降后 4.5 小时之内很稳定, 而 07 方向 RVR 振荡则很大, 表现为部分雾或是团雾的特征。

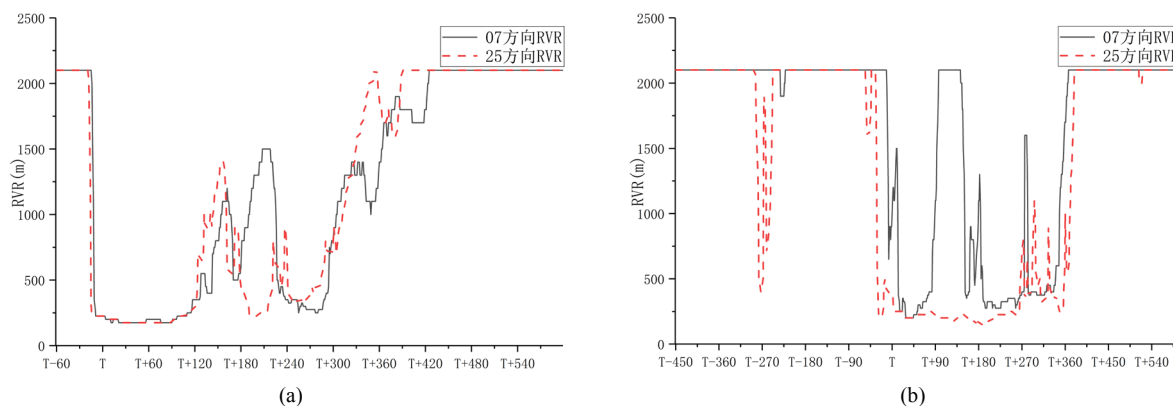


Figure 3. The change of AWOS detection of RVR on Nov. 10, 2018\Dec. 21, 2018

图 3. 2018 年 11 月 10 日过程(a)和 2018 年 12 月 21 日过程(b) AWOS 探测 RVR 变化

4. 冻雾天气过程中层结条件分析

2018-11-10 过程的层结曲线图 4 显示, 2018-11-10 00 (UTC)本场上空的没有建立逆温形势, 只在 950 hPa~900 hPa 有等温层, 其余各层为减温层, 后续也没有逆温层的建立。风场来看 800 hPa 极其一下为东南风, 且逆温从 925 hPa 高度开始到 850 hPa 高度, 到 2018-11-10 06 (UTC)时逆温层减弱, 成为等温层, 且 900 hPa 以下转为偏西北风。

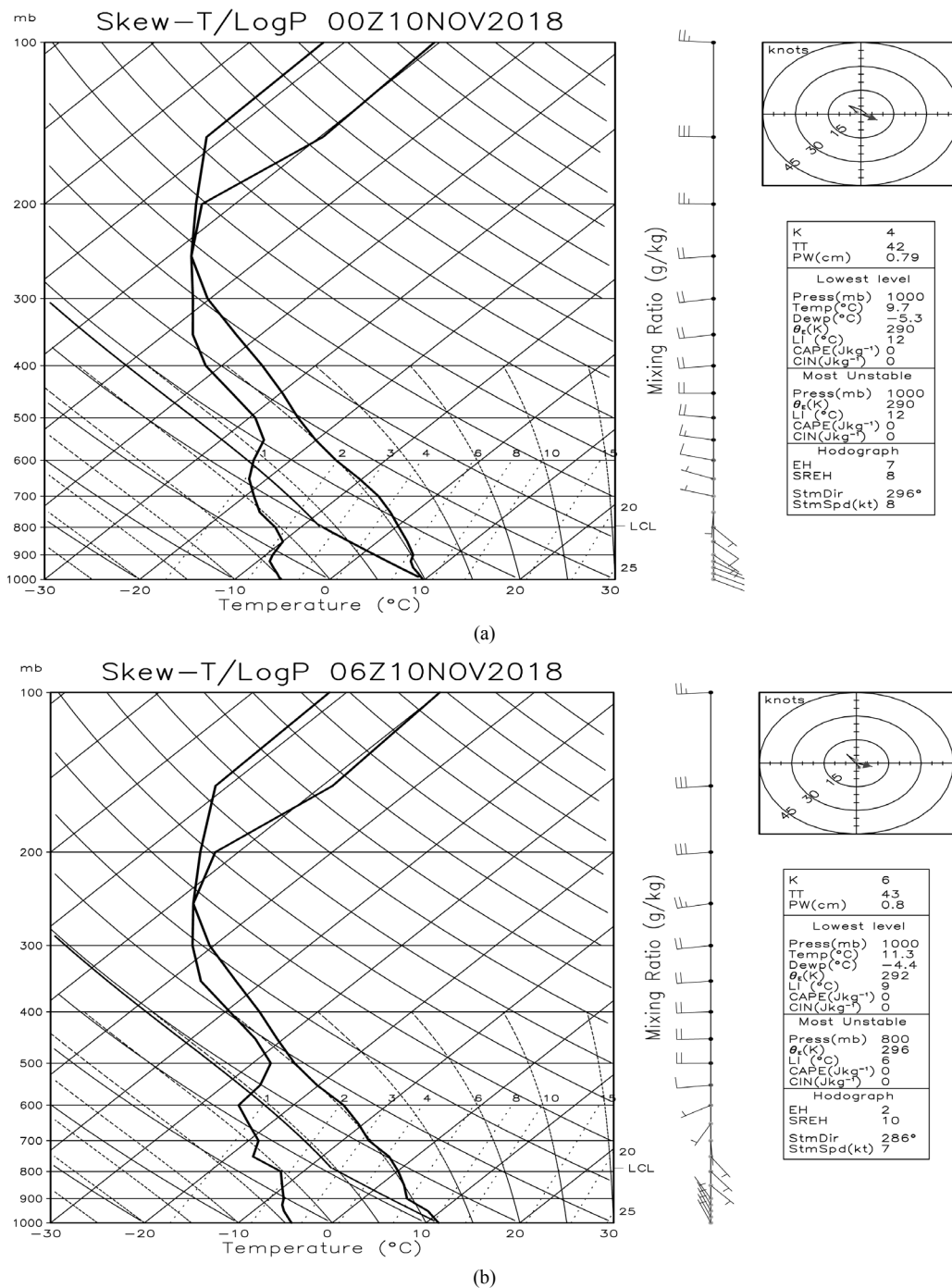


Figure 4. Sounding data of the weather process on Nov. 10, 2018
 图 4. 2018 年 11 月 10 日过程本场上空层结曲线

如图 5 所示, 2018-12-21 过程中 925 hPa 以下为等温层, 950 hPa~850 hPa 为明显的逆温层, 650 hPa 以下为偏南风, 到 2018-12-06 时 925 hPa 等温层转为减温层; 950 hPa~850 hPa 逆温层继续维持且强度没有太大变化, 925 hPa 以下转为偏西风。总体来讲, 两次过程, 近地面层均没有较为明显的逆温层结, 因为两次过程均不是典型的冻雾天气过程, 不满足典型的天气模型。但是近地面层均有等温层。所以此类的冻雾天气不会持续太长时间, 基本是本场近地面层的水汽的耗散过程。

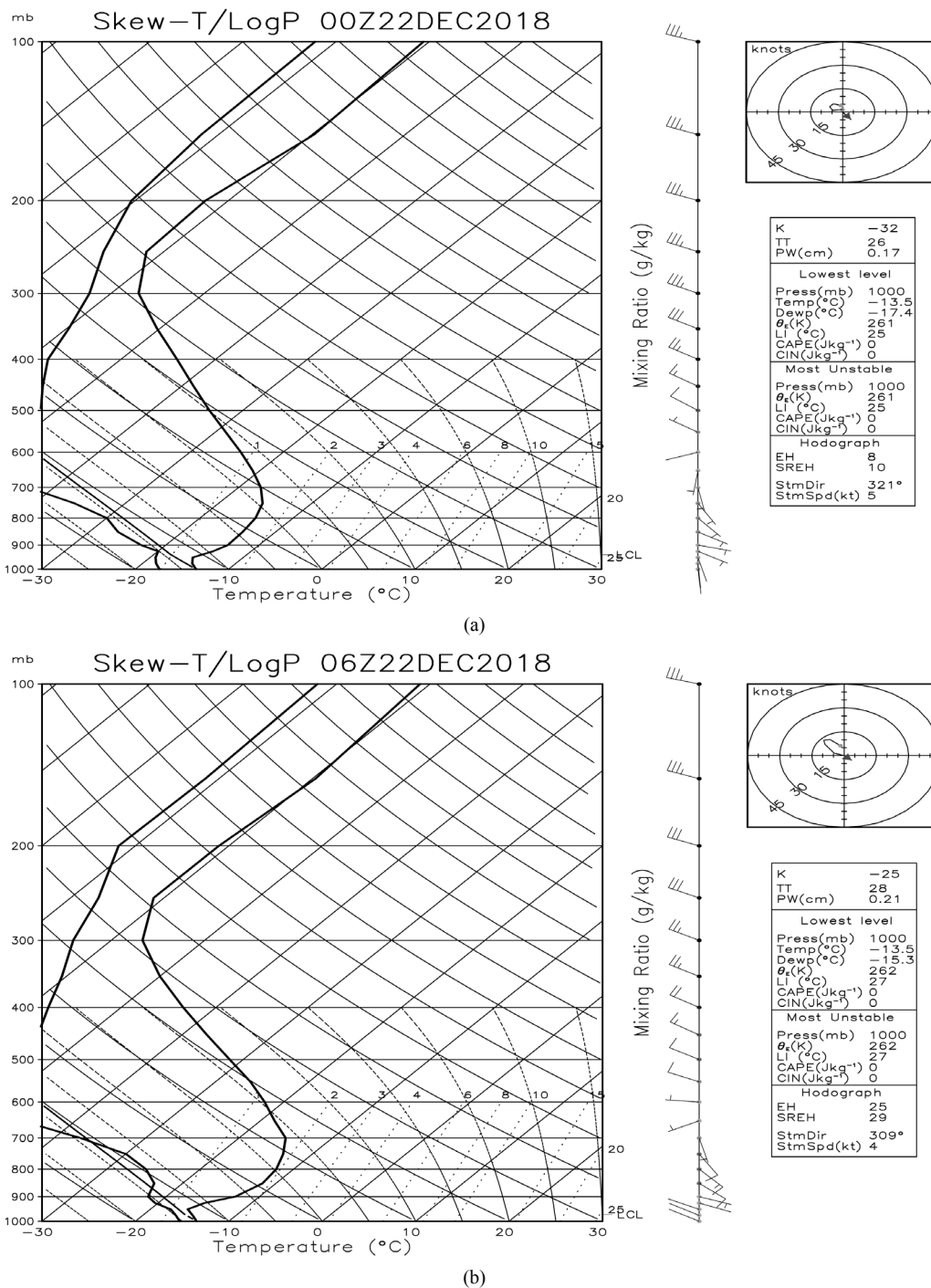


Figure 5. Sounding data of the weather process on Dec. 21, 2018
 图 5. 2018 年 12 月 21 日过程本场上空层结曲线

5. 结论

- 1) 能见度骤降引起的低能见度天气一般情况下低能见度的时间持续不长，能见度突变特征明显，RVR 数据显示，跑道两头能见度相差较大，呈现出团雾或是碎片雾的特征。
- 2) 2018-11-10 过程起雾原因是平流雾加辐射雾。东南风对于本场能见度的预报有着重要的指示意义。

本场刮东南风时能见度维持较好水平，当东南风减弱且风向转为偏西或西北时，本场能见度下降的概率非常大。2018-12-21 过程较为平稳，前期持续性降雪为本场提供较好的水汽条件，白天天空打开，夜间降温明显引起辐射雾，能见度骤降。

3) 两次过程近地面层均没有明显逆温，虽然 2018-12-21 过程在 950 hPa~850 hPa 为明显的逆温层，但对于非典型性冻雾天气来说，逆温层较高，这也说明本场冻雾天气的复杂性，在水平方向上分布不均匀且雾层薄。但是在风场变化中，两次冻雾天气过程中本场底层均出现了东南风且风场进一步维持，雾散时底层转为西北风的特点。所以从某种程度上来讲，在本场不刮东南风的情况下，东南风层的高度预示逆温层(或等温层)的高度，东南风层低，则冻雾出现，东南风层太高，则能见度转好。

参考文献

- [1] 马禹, 任宜勇, 陈春艳, 等. 40 年来新疆雾的演变特征及大雾天气过程分析[J]. 干旱区地理, 2005, 28(4): 474-478.
- [2] 谭艳梅, 王旭, 马禹. 新疆雾天气的分析[J]. 新疆气象, 2002, 25(2): 9-10+17
- [3] 王楠, 杨洪儒, 梁艳. 近 37a 乌鲁木齐机场雾的不均匀性特征分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 2015, 9(4): 43-49.
- [4] 朱蕾. 乌鲁木齐机场低能见度天气气候特征[J]. 湖北气象, 1999(4): 8-10.
- [5] 杨洪儒, 王楠, 李霞. 乌鲁木齐机场大雾近 36 年的变化特征及天气形势分类[C]//中国气象学会年会. 2014.
- [6] 陈露, 顾雷. 首都机场雾过程的气候特征分析[J]. 气候与环境研究, 2008, 13(6): 783-790.
- [7] 李秀连, 陈克军, 王科, 等. 首都机场大雾的分类特征和统计分析[J]. 气象科技, 2008, 36(6): 717-723.
- [8] 董爱民. 咸阳机场雾的成因分析与预报[J]. 陕西气象, 1998(6): 9-11
- [9] 曾彦. 双流机场雾的结构化实例分析[J]. 四川气象, 2007(S1): 81-85.
- [10] 郑玉萍, 李景林, 刘增强, 等. 乌鲁木齐冬季大雾与低空逆温的关系[J]. 沙漠与绿洲气象, 2007, 1(3): 21-25.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网首页: <http://cnki.net/>, 点击页面中“外文资源总库 CNKI SCHOLAR”, 跳转至: <http://scholar.cnki.net/new>, 搜索框内直接输入文章标题, 即可查询; 或点击“高级检索”, 下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2168-5711, 即可查询。
2. 通过知网首页 <http://cnki.net/>顶部“旧版入口”进入知网旧版: <http://www.cnki.net/old/>, 左侧选择“国际文献总库”进入, 搜索框直接输入文章标题, 即可查询。

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ccrl@hanspub.org