

# 新疆地区一次大范围雷暴天气过程分析及对机场管制工作的建议

阿合买提·沙塔尔

新疆机场(集团)塔城机场, 新疆 塔城

收稿日期: 2022年4月25日; 录用日期: 2022年5月23日; 发布日期: 2022年5月30日

---

## 摘要

雷暴是危险天气的一种, 它对航班的正常率和飞行的安全性会产生巨大的影响。所以为了保证乘客和机组成员的安全, 机场管制员和签派人员应该沉着、冷静, 严格遵守雷暴天气下的管制流程; 机组应该及时绕飞, 避开雷暴影响区域。本文以新疆2020年8月11日~13日的一次大范围雷暴天气过程为例, 主要分析此次雷暴天气形势, 同时从民航气象人员视角出发给出在雷暴天气下对机场相关运行部门及管制员的应对方法和改善措施。

## 关键词

雷暴天气, 天气分析, 建议与措施

---

# Analysis of a Large-Scale Thunderstorm Weather Process in Xinjiang and Suggestions for Airport Control

Ahmat Satar

Xinjiang Tacheng Airport, Tacheng Xinjiang

Received: Apr. 25<sup>th</sup>, 2022; accepted: May 23<sup>rd</sup>, 2022; published: May 30<sup>th</sup>, 2022

---

## Abstract

Thunderstorm is a kind of dangerous weather, which will have a great impact on the normal rate and safety of flights. Therefore, in order to ensure the safety of passengers and crew members, airport controllers and dispatchers should be calm and calm, and strictly abide by the control process

**in thunderstorm weather; pilots should fly around in time to avoid the area affected by thunderstorms. In this paper mainly analyzes the weather situation of a large-scale thunderstorm in Xinjiang from August 11 to 13, 2020. At the same time, from the perspective of civil aviation meteorologists, gives the response methods and improvement measures for relevant airport operation departments and controllers under thunderstorm weather.**

## Keywords

Thunderstorm Weather, Weather Analysis, Suggestions and Measures

Copyright © 2022 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

近年来我国民航业飞速的发展，机场和航空器数目日益增加，在机场的日常运营中，气象因素往往对公司的效益、航班的正常率、旅客的生活有着重大影响；最为恶劣的就是雷暴天气，雷暴发生之前会有持续的降水，使机场能见度降低，当雷暴发生时，雷击和风切变等都会威胁空中旅客的生命安全。因此在遭遇雷雨天气时，签派、管制、航空公司各个部门要做好相应的应急预案，减少雷暴带来的影响。

针对雷暴天气对机场运行的影响很多国内外学者均深入了研究，并为笔者撰写本文提供了大量的参考基础。在过去几年内，出现了雷暴的三维数值模型。主要是由于水的相对变化而产生的浮力效应。虽然这些模型有许多的局限性，但它们可以很好地模拟强烈的雷暴天气。例如：雷暴的传播速度比平均风慢的模拟。在模型模拟中，几乎所有严重风暴(如阵风锋、回波、铁砧等)都很容易识别出共同特征。这些特征的出现至少是间接证据，数值模型包含了相关的物理过程。这为雷暴的研究提供了更加详细的资料[1]。魏凡[2]以西安 2017 年 5 月 2 日的一次雷暴过程为例，首先分析了西安咸阳机场中低层处于关中地区的暖湿空气的控制下，此时有一高空槽过境，受到暖湿空气控制的同时又受到西北方向过来的干冷空气冲击，同时低层有来自孟加拉湾和国东海方向的水汽输送，低层做辐合上升运动等等各方面因素均显示不久将有雷暴过程发生。文中根据雷暴发生的有利条件进行诊断分析，同时利用多普勒天气雷达资料对此次雷暴过程进行分析，划设雷暴区域并确定雷暴中心，结合 GIS 工具 Arc Map 强大的空间分析功能将西安管制区内的航管信息与多普勒天气雷达信息进行融合处理分析，确定飞行限制区域，更直观简便确定此次雷暴过程中受到影响的航路航线，最后对此次雷暴过程影响下机场延误水平进行评估，并与飞行计划结合，确定此次雷暴过程中受到影响的航班，得到机场的评估流量情况，为航空公司决策飞行提供了有效支持。赵尔阳[3]认为雷暴天气出现有着不同的成因，根据当地某日雷暴的气象数据，分析整个雷暴过程，总结出当地雷暴发生的原因，并对雷暴发生时产生的其他天气现象做出了解释，给予机组飞行建议和方法。李志杰[4]以郑州新郑机场为例，整理结合了新郑机场在 2004~2010 年的雷暴观测资料，分析了新郑机场的雷暴天气特征，发现雷暴天气一般在夏季居多，此时积雨云中存在正、负电荷，当两种电荷达到一定数值时，积雨云内部、外部以及云底都会产生放电现象，对正在飞机中的飞机产生影响，一旦发生雷击事件，将会破坏飞机表面、飞机通信系统紊乱等等飞行安全隐患，威胁机组人员和乘客的生命安全。

周博坤[5]认为雷暴作为春末以及夏季的降水来源，与此同时其危害也是巨大的，每年都会带来灾

害，导致巨大的人员伤亡和财产损失，现如今搭乘飞机是十分普遍的，雷暴的形成对于飞行来说，其危害是巨大的，通过对雷暴的形成以及对飞行的影响进行了探究，为飞行带来更好的保护，避免不必要的伤害。赵广来[6]指出雷暴天气在鲁中地区的活跃度也相对较高，虽然现今的科技已经较为发达，气象预报系统也已经相对完善，雷暴天气对于正常居民生活来说已经不会带来大的危害，但如果空中的航空器遭遇雷暴，没有提前避让误入其中，那么机上的旅客将会面临着巨大的危险。同时其针对济南机场的雷暴天气进行了调查研究，发现了济南机场的雷暴天气有一定的时间及空间分布特征，并针对雷暴天气的特征进行分析和制定相对应的安全管理措施，为济南机场避免雷暴天气影响飞机飞行及事故发生提供了有效的参考。

## 2. 天气实况简介

新疆各机场雷暴出主要集中在 6~8 月，且三山夹两盆的地形制约了雷暴的持续时间、初始位置和移动方向。靠近新疆西部天山山脉的机场易受西来气流在西天山山脉抬升扰动，因此雷暴出现频繁也最多，天气相对较剧烈。中天山附近机场位置，西来气流能量耗散较多，造成伴随天气较弱，但由于有北方水汽的补充，伴随降水次数和降水量相对较多。2020 年 8 月 11 日~14 日新疆地区出现一次大范围的雷暴天气过，北疆、南疆共计有 6 个机场发生雷暴天气(见表 1)，特别 w 是南疆喀什机场、库车机场、库尔勒机场、图木舒克机场雷暴天气持续时间长，较为罕见。

**Table 1.** Weather record of the airport from August 11 to 14

**表 1.** 8 月 11 日~14 日天气机场天气记录

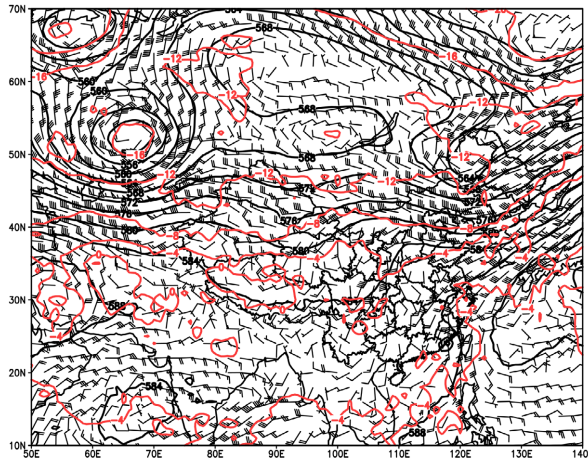
机场实况	起止时间(UTC 时间)	天气现象记录
伊宁机场	13日08时~13日09时	雷暴
喀什机场	13日02点~13日23点	雷暴 弱雷雨
库车机场	13日12时~13日13时 14日08时~14日09时 14日11时~14日12时	雷暴 弱雷雨
库尔勒机场	12日19时~12日20时 14日10时~14日14时	雷暴 弱雷雨
图木舒克机场	12日20时~12日21时 13日16时~13日19时	雷暴
博乐机场	11日15时~11日16时	雷暴

## 3. 天气形势分析

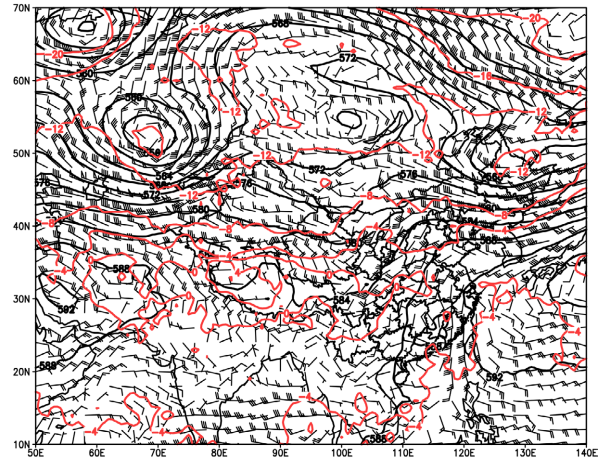
### 3.1. 高空环流形式分析

8 月 11 日 08:00 时高空图上显示(见图 1(a))，系统总体呈两槽一脊型。新疆影响系统是位于乌拉尔山以东，巴尔喀什湖以西的低压槽。该槽冷源为西西伯利亚新地岛，整槽高度场和温度场基本吻合，并配合一个冷中心，冷中心(冷涡)数值在 $-16^{\circ}\text{C}$ 以上，位于西伯利亚的伊希姆草原。11 日 20 时至 12 日 08 时(见图 1(b)，图 1(c))，低压槽东移南下，因槽前汇合，槽后疏散，则低压槽移动的缓慢。12 日 20 时至 13 日 08 时(见图 1(d)，图 1(e))，低压槽北抬，底部与主体分离，形成南北支槽，其中南支槽已位于我国西南部的边境线以

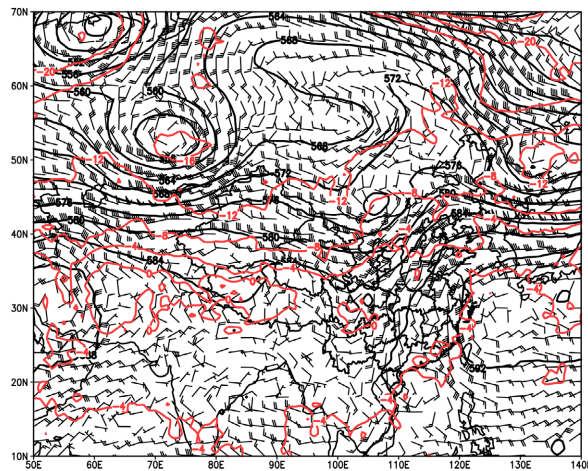
西, 将移动到高原北侧时, 则强度减弱, 移速加快。13日20时至14日08时(见图1(f), 图1(g)), 南支槽逐渐减弱消散, 北支槽东移加深, 底部已经入南疆盆地, 并与温度槽基本吻合。到14日20时(见图1(h)), 低压槽再次北抬, 底部与主体分离, 形成新的南北支槽。在东欧平原, 伏尔加河附近又新生成一个冷涡。



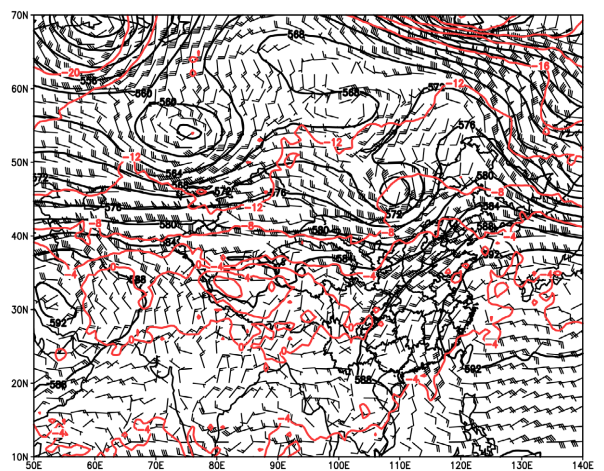
(a) 8月11日08时



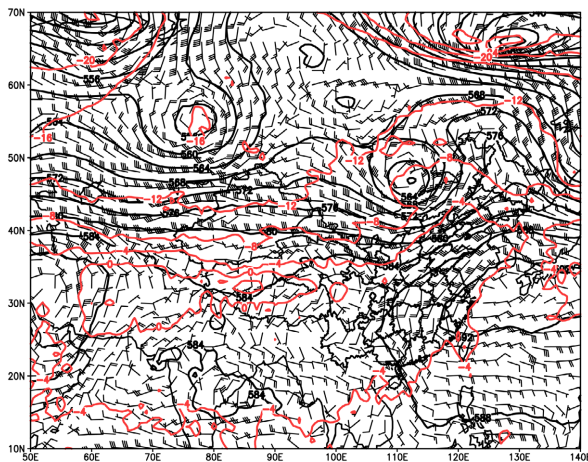
(b) 8月11日20时



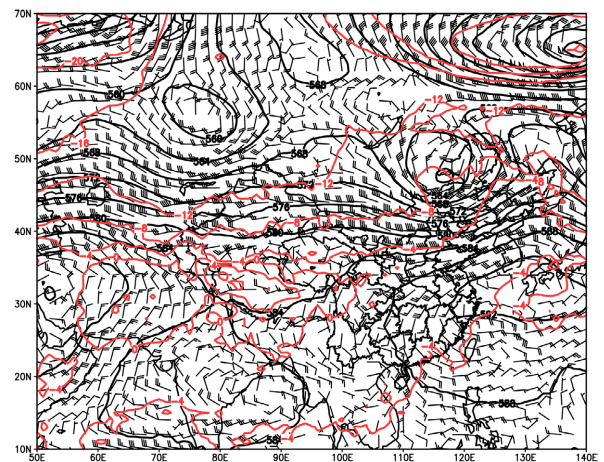
(c) 8月12日08时



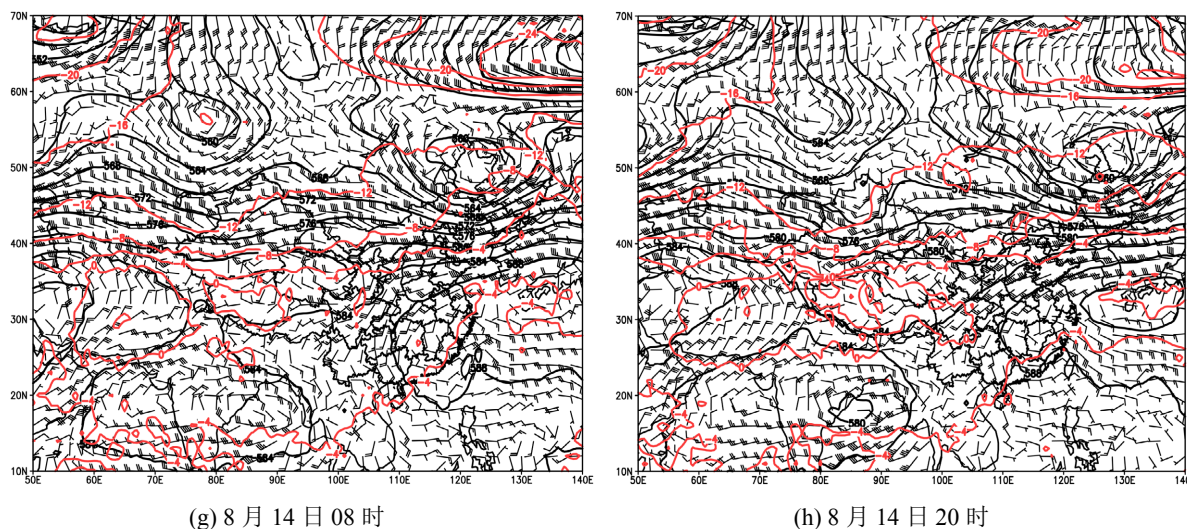
(d) 8月12日20时



(e) 8月13日08时



(f) 8月13日20时



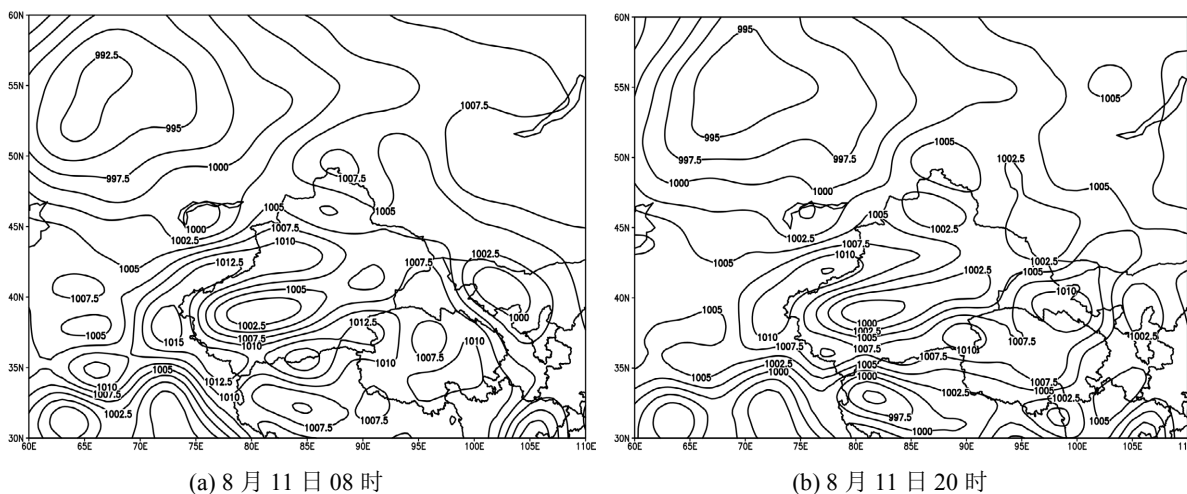
**Figure 1.** a. At 08:00 on August 11, b. at 20:00 on August 11, b. at 08:00 on August 12, d. at 20:00 on August 12, e. at 08:00 on August 13, f. at 20:00 on August 13, g. at 08:00 on August 14, h. at 20:00 on August 14, 500 hPa high-altitude wind temperature

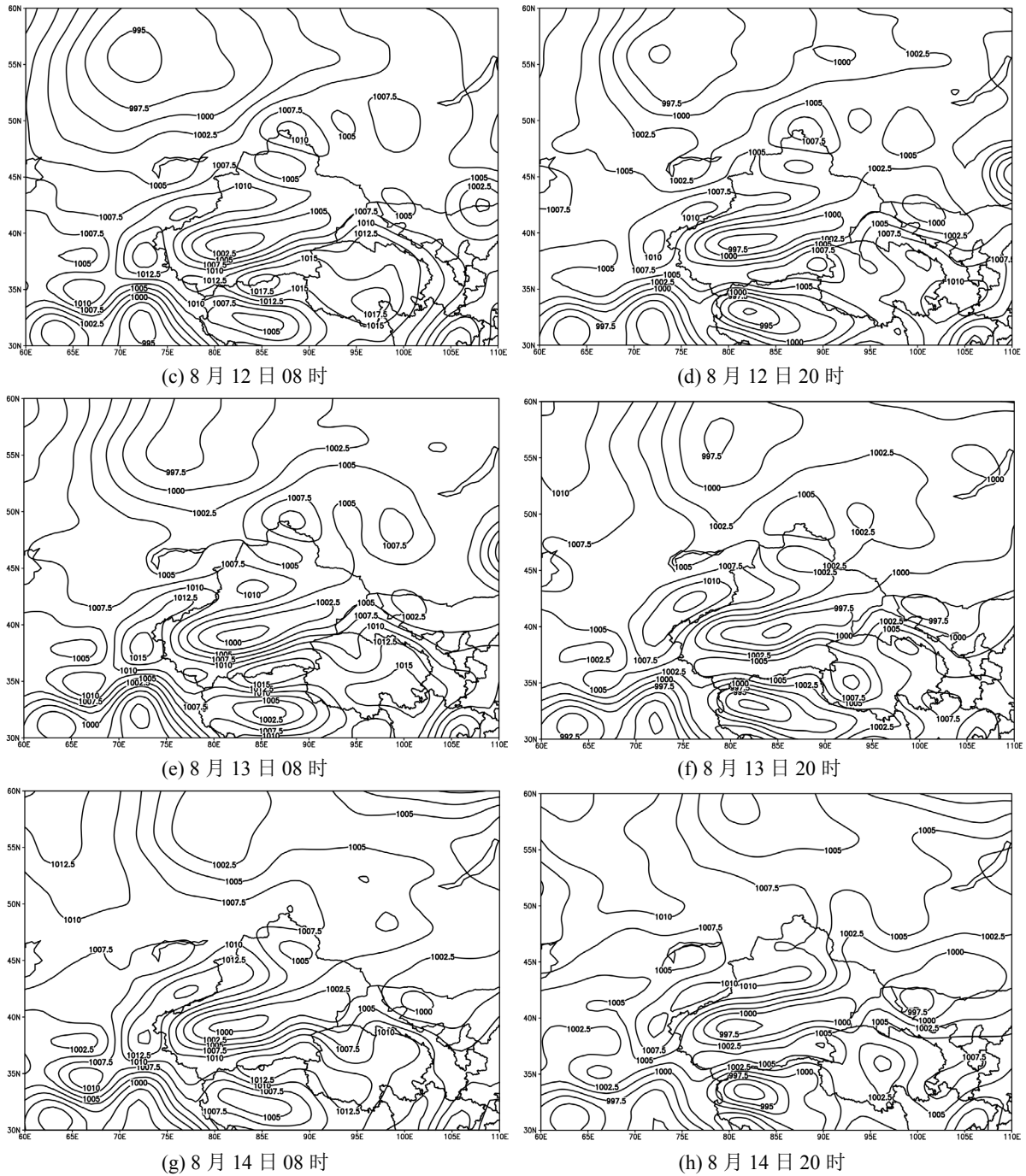
**图 1.** a. 8月11日 08时、b. 8月11日 20时、c. 8月12日 08时、d. 8月12日 20时、e. 8月13日 08时、f. 8月13日 20时、g. 8月14日 08时、h. 8月14日 20时 500 hPa 高空风温

综上所述,冷涡中的空气柱处于上冷下暖的不稳定状态,冷涡后部(西侧)则不断有小股冷空气南下,又因冷涡移动比较缓慢,因此,在受高空冷涡影响的区域内将会出现阵雨、雷阵雨甚至雷雨大风或冰雹等不稳定天气。

### 3.2. 地面形势分析

11日 08:00 地面图显示见(图 2(a)),配合高空槽,新疆影响系统为乌拉尔山以南,威海以北的锋面气旋。北疆受位于阿尔泰山脉西北部的弱高压控制,南疆受位于塔里木盆地的热低压控制。11日 20时至12日 08时(见图 2(b),图 2(c)),地面气旋受期上空气流引导,移速较慢。位于威海以东的冷锋南下,由于下垫面加热,其强度逐渐减弱致锋消。12日 20时至13日 08时(见图 2(d),图 2(e)),位于巴尔喀什湖以北的低压系统沿温度梯度方向移动,由于有气流的辐合,则新生一冷锋。13日 20时至14日 20时(见图 2(f)~(h)),地面气旋受期上空气流引导,移速较慢,变化不大。





**Figure 2.** a. At 08:00 on August 11, b. at 20:00 on August 11, c. at 08:00 on August 12, d. at 20:00 on August 12, e. at 08:00 on August 13, f. at 20:00 on August 13, g. at 08:00 on August 14, h. at 20:00 on August 14 Sea level pressure

**图 2.** a. 8月11日08时、b. 8月11日20时、c. 8月12日08时、d. 8月12日20时、e. 8月13日08时、f. 8月13日20时、g. 8月14日08时、h. 8月14日20时 海平面气压场

综上所述，锋后冷空气移动速度远较暖气团为快，它冲击暖气团并迫使产生强烈上升。而在高层，因暖气团移速大于冷空气，出现暖空气沿锋面下滑现象，由于这种锋面处于高空槽后或附近，更加强了锋线附近的上升运动和高空锋区上的下沉运动。另一方面，地面附近风场的辐合线，是触发强对流天气的重要机制。

#### 4. 针对机场的管制方法和建议

危险的特殊天气对民航运营的影响在日渐严重,危险天气作用在机场的终端区内更加明显。机场的终端区又被称为终端管制区,它指的是在一个机场或几个机场及其周围空中交通服务航路汇合处附近的管制区。机场塔台管制地带又称D类空域,管制地带的范围:从地球的表面向上延伸到所规定上限的管制空域。民航机场应该根据机场周围净空环境及空中飞机的航行情况建立适合机场的机场管制地带[7]。作为民航业重中之重的服务部门,终端管制区和机场塔台管制地带具有以下特点:管制区的上空空域结构复杂多样,航班来往频繁,飞行流量巨大,大多数航空器在终端区上空往往需要做机动飞行,并且近年来国的民航业蓬勃发展,机场的数量不断增多,所以终端区的管制员管制任务日渐加重。在日常的航班运行过程中,航班改降落时间发生的很普遍。引起航班改变降落机场最普遍的原因就是特殊的危险天气,如雷暴、大风、沙城暴、低能见度等。新疆各机场地形地貌及气候环境较为复杂,南北疆沿天山的各机场夏季易产生雷暴,如遇上此种危险天气现象将导致航班的进离场受阻,大量的航空器改航或改行,管制人员不仅要协调本场正常运行的航班还要发布引导指令给改降的航空器,这时管制人员的心理压力和工作任务倍增。如果管制员由于压力过大而不能冷静、正确的发布指令,有可能酿成重大的飞行事故,危害旅客的人身安全[8]。

首先要保证航线或目的地不受雷暴影响的航班的正常起降,接着掌握所管辖范围内最新的气象动态情况,提前做好工作恢复的准备。在自己所管辖范围内的机场,管制员也需要掌握相关的备降机场情况,如该备降机场允许降落的机型、运行限制、可供备降飞机使用的正常停机位、临时使用机位等情况。在有可能遇到的特殊情况:航班目的地机场和备降机场的天气情况都不可以让航班正常起飞或着陆,管制人员要将这一信息及时提供给申请备降的机组和机组成员,并且需要将此航班的航线、备降机场、起飞机场、机型、人员情况、航班号等信息提供给机场的运行指挥部门。

机场的各部门在接受机组需要备降此机场的信息时,要做好协调工作,开放地面停机位等服务设施,确保航班可以正常停靠,输送旅客;并且向机组成员提供本机场的详细信息,管制员做好空中和地面的引导工作,确保备降航班可以安全降落。如果天气持续低于运行标准,备降航班需求量大,必要时启动相应的应急预案,在保证旅客、机组成员安全和机场正常运转的同时,为正常航班的停靠预留机位至少达两个小时的等待空余时间。若机场停机位饱和等特殊原因,要及时上报,并按照规定流程发布航行通告。管制员需对目前发生变化的情景有清晰、精确的分析和了解,才能在不稳定的环境中进行高效、准确的计划并做出正确的抉择。空中交通管制员的情景意识对航行中不安全的事件具有非常重大的影响和意义。情景意识是指仁在特定的时间和空间内,通过自己对关键信息的把握和认知,对未来环境变化的一种认知[9]。

在管制人员的工作中,有许多因素影响管制员的情景意识,如果可以及时地发现和消除这些不良的影响,航班的安全性和正常率会再上一个台阶。可以从如下几个方面来提高交通管制员的情景意识:

- 1) 增强管制员的心理素质。空中交通管制员的工作往往伴随着一定的危险,它与乘客和机组的人身安全息息相关,在飞机航行的过程中会发生一些意想不到的突发事件,这就需要空中交通管制员沉着冷静,根据自己专业知识,做出客观的、公正的评价。提高空中交通管制员的心理素质具有重要的意义,只有具备良好的心理素质,才能在突发情况到来时做到思维敏捷、心思缜密,有条不紊地解决突发事件。

- 2) 加强管制员的业务培训。交通管制是一个专业性很强的工作,所以管制员的管制知识补充尤为重要,如今民航飞速发展,越来越多的先进设备应用到民航领域,管制员定期培训去巩固专业知识、了解运用先进设备,不仅为管制工作带来便利还为航班的安全增添了多一道的保障。

3) 加强对管制员的注意力培养。管制人员每日的工作任务复杂且繁重, 机组成员和乘客的人身安全掌握在管制员的手中, 细小的错误就可能引发严重的事故, 所以在每天工作时, 管制员要打起十二分的精神, 保证每个环节不出差错, 正确的合理引导飞机, 公司的管理人员应该注重管制员的注意力的培养, 使管制员能够在枯燥单调的工作中保持高度集中。此外需为空中交通管制员提供良好的管制环境, 管制环境不仅包括日常的工作环境还有管制员之间的工作氛围。工作环境的舒适程度, 如管制室内的温度、光线、湿度、音量等都会影响管制工作, 所以让管制员在一个宽敞、明亮、安静的管制室内工作, 使得管制效率提升。

## 5. 结论

本文通过分析新疆地区一次大范围雷暴天气过程, 并结合在雷暴天气下机场运行、管制指挥等内容, 从民航气象人员视角出发给出在雷暴天气下对机场相关运行部门及管制员的应对方法和改善措施。结论如下:

1) 本次天气过程出现是因为冷涡后部(西侧)则不断有小股冷空气南下, 又因冷涡移动缓慢, 天气过程期间大气呈现上冷下暖的不稳定状态, 又因地面冷锋后冷空气移动速度远较暖气团为快, 冲击暖气团并迫使产生强烈上升。而在高层, 因暖气团移速大于冷空气, 出现暖空气沿锋面下滑现象, 由于这种锋面处于高空槽后或附近, 更加强了锋线附近的上升运动和高空锋区上的下沉运动, 从而引发大范围对流天气。

2) 在实际工作中, 需培养管制员的情景意识, 增强管制员的心理素质, 特别是在危险天气过程、突发事件中的沉着冷静的心里状态直接影响到正确指挥航空器及特殊情况处置的正确性, 此外需加强对管制员的业务培训, 提高专业素养, 并且需为管制员提供良好的管制环境, 管制员的注意力培养, 使管制员在工作中保持高度集中使得管制效率提升。

## 参考文献

- [1] Owen, J. (1966) A Study of Thunderstorm Formation along Dry Lines. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 5, 58-63.
- [2] 魏凡, 李超. 利用气象雷达信息划设雷暴飞行限制区的方法研究[J]. 成都信息工程大学学报, 2018, 33(2): 205-211
- [3] 赵尔阳. 雷暴天气识别及对航空飞行的影响[J]. 科技风, 2018(19): 139.
- [4] 李志杰. 机场雷暴天气及对飞行安全和管制的影响[J]. 南方农机, 2017, 48(21): 87-88.
- [5] 周博坤. 北京首都机场两次连续雷暴日强对流过程分析和成因探讨[D]: [硕士学位论文]. 兰州: 兰州大学, 2019.
- [6] 赵广来. 2012年7月22日济南机场暴雨天气诊断分析[J]. 科技播, 2014, 6(5): 142+144.
- [7] 魏中慧. 危险天气下的终端区动态容量评估与改航方法研究[D]: [硕士学位论文]. 天津: 中国民航大学, 2016.
- [8] 石艳丽. 面向首都机场的航班改降策略研究[D]: [硕士学位论文]. 天津: 中国民航大学, 2014.
- [9] 胡超. 空中交通管制员的情景意识与航空安全[J]. 中国新通信, 2016, 18(9): 141.