

2022年3月16日武汉天河机场雷雨天气过程预报及服务分析

王 乐

中国民用航空中南地区空中交通管理局湖北分局, 湖北 武汉

收稿日期: 2022年4月20日; 录用日期: 2022年5月20日; 发布日期: 2022年5月27日

摘 要

2022年3月16~17日武汉天河机场出现一次强雷雨过程, 是2022年的初雷过程。本文利用中央气象台天气图资料、地面及探空资料、华中雷达拼图图像、自动站降水资料、本场观测报文、风廓线雷达资料对该次雷雨天气过程进行分析, 主要得出以下结论: 此次雷雨过程降水强度大且时空分布不均匀; 高层槽线和中低层低涡东移速度较快, 天河机场位于西南急流出口左侧, 同时地面有冷空气南下激动力抬升造成了此次大面积对流天气; 中低层切变线与雷暴发展旺盛区、降水大值区有非常好的对应关系; 预报服务中对雷暴发生时间的预报需关注中低层低涡移动速度, 雷暴发生时间和低涡暖式切变线到达本场的时时间基本相同, 对中到大的降水发生时间需关注2000米高度西南急流发生的时间, 对雷暴结束时间的预报需关注地面南风转北风的时间。

关键词

武汉天河机场, 雷雨, 环流形势, 雷达

Thunderstorm Weather Process Forecast and Service Analysis of Wuhan Tianhe Airport on March 16, 2022

Le Wang

Hubei Sub-Bureau of Middle South Air Traffic Management Bureau, General Administration of Civil Aviation of China (CAAC), Wuhan Hubei

Received: Apr. 20th, 2022; accepted: May 20th, 2022; published: May 27th, 2022

文章引用: 王乐. 2022年3月16日武汉天河机场雷雨天气过程预报及服务分析[J]. 气候变化研究快报, 2022, 11(3): 345-351. DOI: 10.12677/ccrl.2022.113034

Abstract

From March 16 to 17, 2022, a strong thunderstorm occurred in Wuhan Tianhe Airport, which is the initial thunderstorm process in 2022. This paper analyzes the thunderstorm weather process by using the weather map data of the Central Meteorological Observatory, ground and sounding data, central China radar puzzle image, automatic station precipitation data, Tianhe Airport METAR data and wind profile radar data. The main conclusions are as follows: the thunderstorm process has high precipitation intensity and uneven temporal and spatial distribution; the high-level trough and low-level vortex move eastward rapidly. Tianhe Airport is located on the left side of the southwest jet outlet. At the same time, there is cold air on the ground southward to stimulate dynamic uplift, resulting in this large-area convective weather; the middle and low-level shear line has a very good corresponding relationship with the areas with strong thunderstorm development and high precipitation value; in the prediction service, the prediction of thunderstorm occurrence time should pay attention to the moving speed of low vortex in the middle and low layers. The thunderstorm occurrence time is basically the same as the arrival time of low vortex warm shear line. For the occurrence time of medium to large precipitation, the occurrence time of southwest jet at the height of 2000 meters should be paid attention to. For the prediction of thunderstorm end time, the time of ground south wind to north wind should be paid attention to.

Keywords

Wuhan Tianhe Airport, Thunderstorm, Circulation Situation, Radar

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

雷雨是在空气极端不稳定时产生的极端天气现象，是对航空运行造成重大影响的灾害天气。雷雨天气一般会造成机场能见度和云高降低，同时伴有雷电、大风、强降水、风切变、强颠簸等伴随天气，这些天气会对机场运行、航空器正常起降、驻场航空器安全危害极大[1][2]。雷暴天气的预报和服务一直以来是机场气象台预报室日常预报工作中的重点。

武汉天河机场位于湖北省武汉市黄陂区，处于典型的亚热带季风气候区，具有冬冷夏热、冬干夏湿、雨热同季的气候特点。每年初春，天河机场处于冬夏季风交换期间，冷暖气团在此交汇，极易激发对流天气，此时影响机场运行的重要天气也从冬天的低能见度低云天气逐渐转换为夏季的强对流天气。武汉天河机场初雷发生时，往往对航空运行同时造成低云低能见度和强对流的负面影响。通过对 2003~2021 年间共 19 年天河机场初雷发生时间进行统计后发现，天河机场初雷一般发生在 2~4 月，且雷雨发生时间一般是在夜间，持续时间多数在 3 小时以下，只有 2 次持续时间在 4 小时以上。初雷的发生一般预示着机场气候发生了冬夏转换，后续预报服务重点也逐渐向夏季对流天气服务转变。

本文对 2022 年第一次雷雨过程的预报和服务过程进行分析，希望对今后机场雷雨天气保障提供一些参考。

2. 天气概况

2022 年 3 月 16 日~17 日期间，武汉天河机场出现雷雨天气，是 2022 年第一次出现雷暴。雷暴共有三

段，持续时间分别为 16 日 14:44~18:05，16 日 20:27~17 日 00:45，17 日 02:40~03:27。雷暴过程中，16 日 15:10~16:06，17:39~17:51，20:52~22:52 伴随有中到大的降水，降水期间能见度最低将至 2000 米。此次雷雨过程与前期统计相比，发生时间在午后且持续时间长，虽然预报室提前服务，但该天气过程对机场航班运行还是造成了一定的影响。当天武汉天河机场本场起降航班约 150 架次，航班放行正常率仅为 68.8%。

3. 大尺度环流形势场分析

图 1 是 3 月 16 日 08 时、20 时，17 日 08 时的高空天气图，分析可知：500 hPa 上天河机场位于南支槽前西南气流中，16 日 08:00 槽线位于四川地区，之后槽线快速移动，20:00 已移至湖北省西部地区，且槽前西南气流在槽线东移的过程中不断加强。700 hPa 和 850 hPa 上有明显的低涡东移的特征，其移动方向为东北偏东方向。中低层低涡的暖式切变线约在下午 14:00 左右经过天河机场上空，其后整个雷雨过程中，天河机场均处于低涡东南部冷暖切变线之间，西南气流逐渐加强。17 日 08:00 后 500 hPa 槽线、中低层 700 hPa 和 850 hPa 低涡的冷式切变线均移到天河机场以东，天河机场高空各层均受偏北气流控制，此次雷雨过程结束。中文放后面的形式进行编号。图片的上方和图片标题的下方各设置 1 空行，单倍行距。图标有底纹。

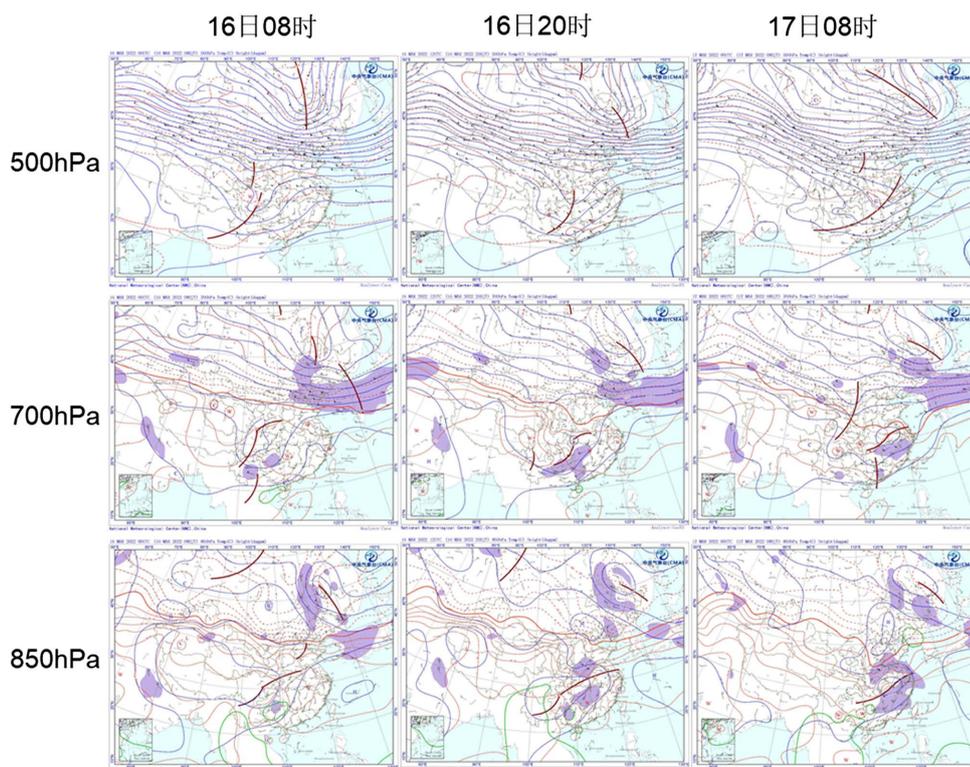


Figure 1. Weather map of 500 hPa, 700 hPa and 850 hPa at 08:00, 20:00 on March 16, 2022 and 08:00 on March 17
图 1. 2022 年 3 月 16 日 08 时、20 时，17 日 08 时 500 hPa、700 hPa 和 850 hPa 的高空天气图

图 2 是 3 月 16 日 08 时、20 时，17 日 08 时的海平面气压场，分析可知：16 日 08:00 雷雨过程前，天河机场处于冷锋前的暖气团中，随着冷空气逐渐南下，冷锋过境，17 日 08 时，天河机场受冷锋后冷空气控制。

此次雷雨过程，中低层有强烈发展的西南气流，700 hPa 急流风速达到 22 m/s，850 hPa 急流风速达到 16 m/s，天河机场位于急流出口左侧，强烈的暖湿气流对建立起热力不稳定起到了主要作用。另外，西南气流也为机场带来了充沛的水汽输送。动力条件则主要表现为高空槽东移、中低层切变线向东北偏

东方向移动、急流出口处强烈的辐合、地面南下的冷空气的动力抬升等。此次雷暴过程中，第一段 16 日 14:44~18:05 的雷暴过程主要表现为中低层低涡暖式切变线过境造成的不稳定能量释放，第二段和第三段雷暴过程则是受暖切后冷切前的强烈西南气流的辐合以及后续冷式切变线的扰动影响。图 3 是自动站天河机场站小时降水量，16 日和 22~23 时的小时降水量均大于 10 mm，是整个降水过程中降水量最大的时刻，和暖式切变线和冷式切变线通过天河机场上空的时间对应较好，23 时后降水量减小至弱降水量级，说明中低层切变线是造成本次雷雨过程中大降水的主要影响因素。

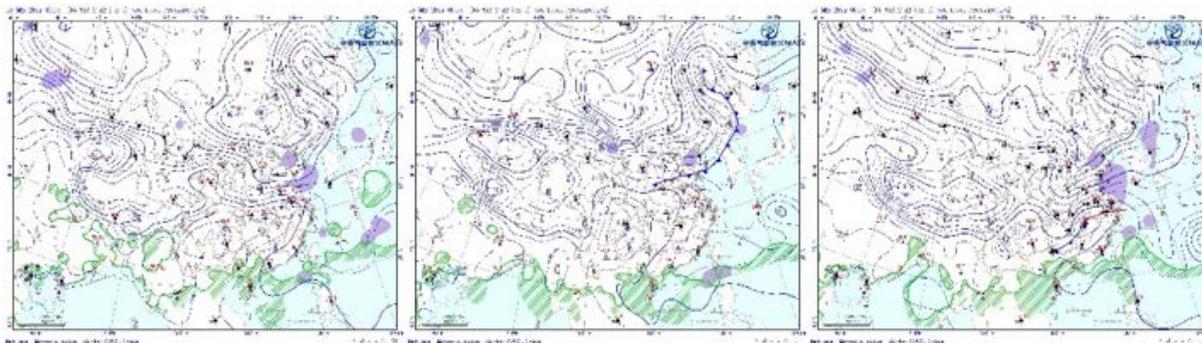


Figure 2. Sea level pressure field at 08:00, 20:00 on March 16, 2022 and 08:00 on March 17

图 2. 2022 年 3 月 16 日 08 时、20 时，17 日 08 时海平面气压场

降水量 (提示: 值为 0 的表示是微量) 观测时间: 2022-03-16 13:00:00--2022-03-17 12:00:00

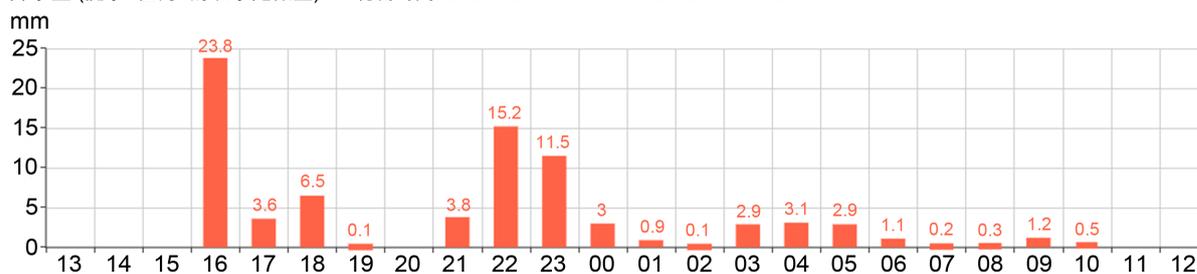


Figure 3. Hourly precipitation of Tianhe Airport Station on March 16, 2022 (unit: mm)

图 3. 2022 年 3 月 16 日自动站天河机场站小时降水量(单位: mm)

4. 探空资料分析

本文选取了武汉探空站 16 日 20:00 的探空资料进行分析，如图 4。武汉探空站距离武汉天河机场大约 20 公里左右，其探空资料能较好地代表天河机场的各层层结情况。从图 4 可以看出，武汉地区上空整层均是湿层，空气湿度大，降水强度强。自由对流高度(LFC)位于 600 hPa 左右，其以下均呈现较大的对流抑制能(CIN)，为 232.2；且上层的 CAPE 值较小，仅有 29.1；K 值较大，为 38.5℃；SI 值为-1.64，小于 0。说明此次过程中大气处于不稳定状态中，但激发作用并不是热力激发雷暴，而是动力抬升造成大范围的对流天气。武汉站上空的风随高度增加强烈顺转，说明天河机场上空有强烈的暖平流，也是此次对流天气不稳定能量的主要来源。

5. 雷达产品分析

5.1. 华中雷达拼图产品分析

16 日 12:00 左右，武汉终端区西南处开始有对流发展；14:00 左右，武汉天河机场西南方向 25 公里处已出现对流云团，以 35 km/h 的速度向本场方向迅速移动；14:44，本场观测员闻雷，随后 14:52 本场

开始降雨；15:10~16:06 期间，中低层暖式切变线经过本场，降雨量增大至中到大的降水，小时降水量最大达到 22 mm。图 5 左是 16:30 时华中雷达拼图，武汉东北方向的回波是暖式切变线和西南气流辐合激发的对流系统，在 14~16 时期间自西南向东北方向经过本场，最大回波强度达到 55 dBz 以上。20:52~22:52 期间，武汉以西有弓形回波向东迅速移动，速度 40 km/h，本场出现雷暴大风天气，降水等级增大至中到大的降水，最大平均风速达到 10 m/s 以上，阵风 15 m/s。图 5 右是 22:00 时华中雷达拼图，弓形回波到达武汉天河机场上空，最大回波强度达到 55 dBz 以上。随后弓形回波东移，其后回波强度将至 35 dBz 以下，降水量级为弱降水。

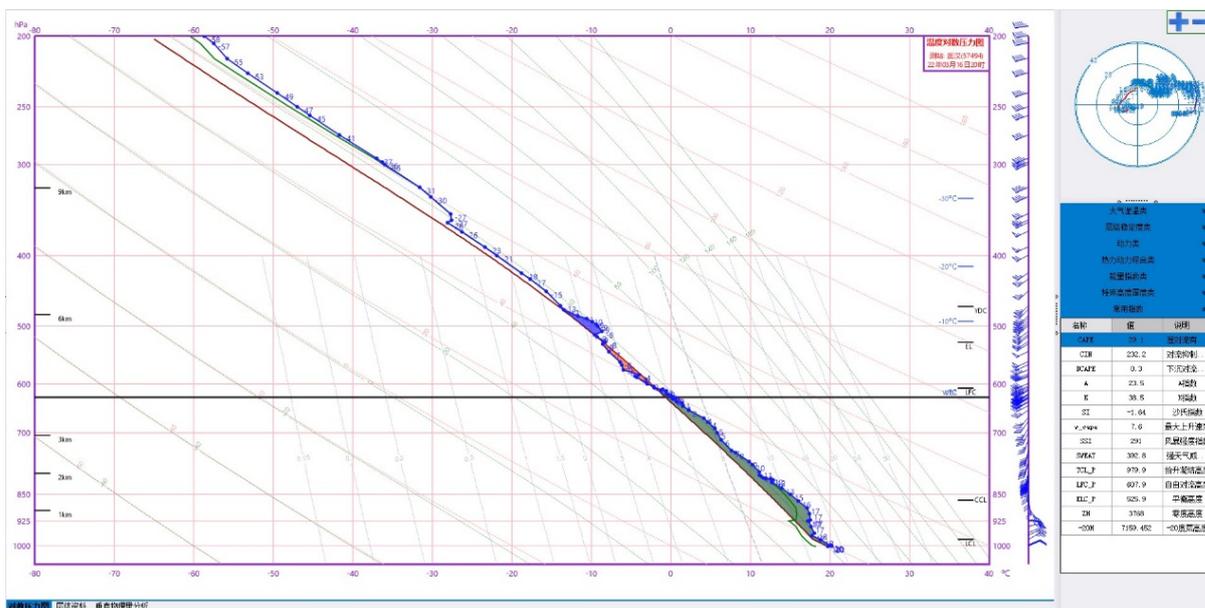


Figure 4. Air sounding map of Wuhan station at 20:00 on March 16, 2022
图 4. 2022 年 3 月 16 日 20 时武汉探空站探空图

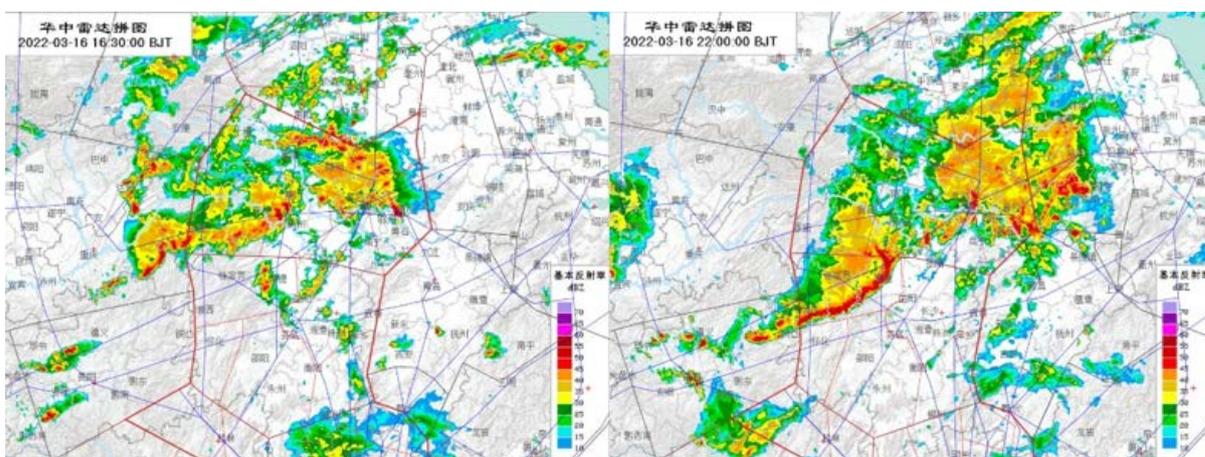


Figure 5. Central China radar puzzle at 16:30 (left) and 22:00 (right) on March 16, 2022
图 5. 2022 年 3 月 16 日 16:30(左)、22:00(右)华中雷达拼图

5.2. 武汉天河机场风廓线雷达产品分析

图 6 是此次雷雨过程时段中风廓线雷达探测的 4000 米以下各层水平风向风速的产品。刘淑媛[3]的研

究表明,降水强度和低空急流之间存在密切的关联。此次雷雨过程中本场共出现三次中到大等级的降水,分别是16日15:10~16:06,17:39~17:51,20:52~22:52。图6中,在这三个时间段内,2000米以上的南风均出现风速增大,急流变强的情况,2000米高度上最大风速达到了20 m/s。说明急流的增强加大了机场上空的水汽输送,不稳定能量增加,对流发展更加旺盛,降水强度增强。22:00左右,地面锋面通过本场风廓线雷达,从地面至高空,各层风向逐渐转为北风,雷雨过程也逐渐结束。

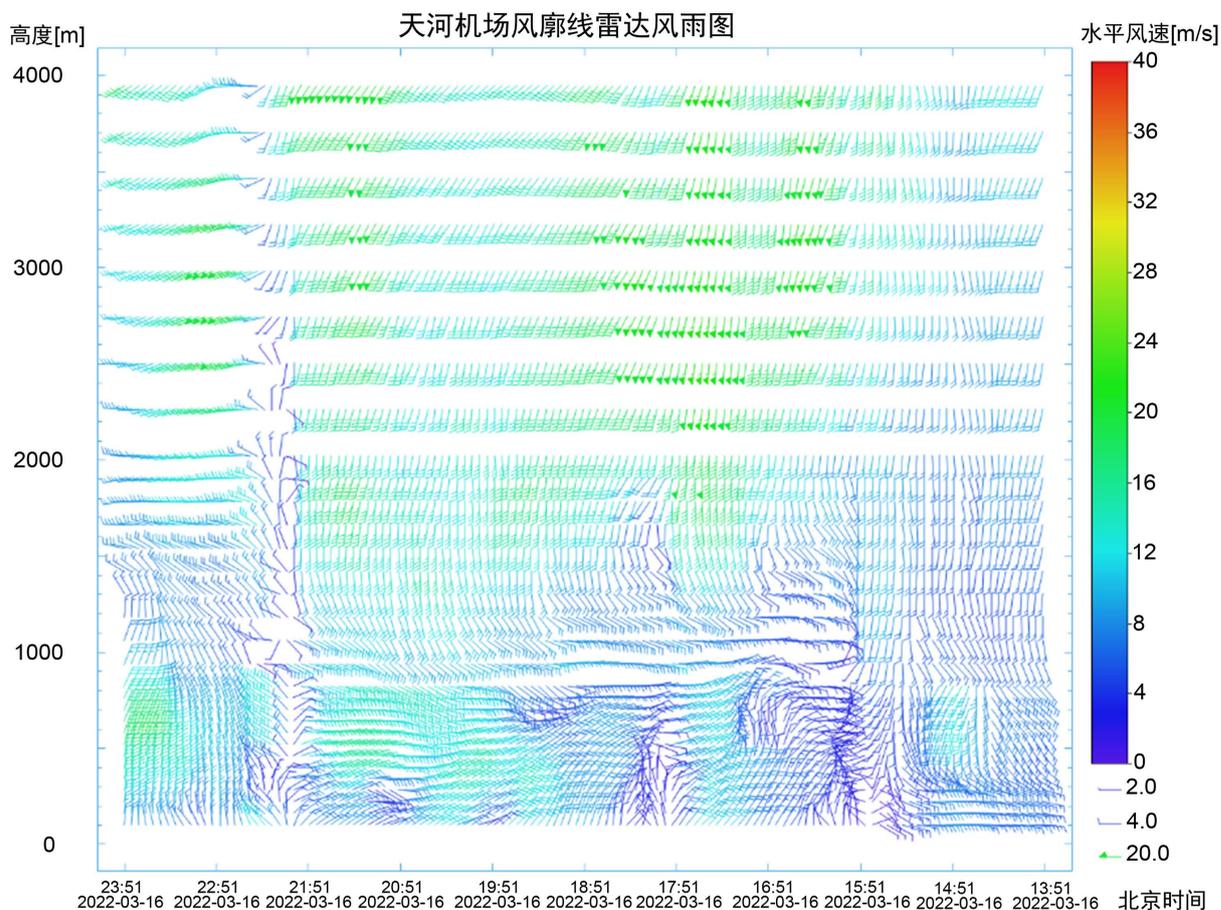


Figure 6. Radar wind plume map of Tianhe Airport wind profile on March 16, 2022

图 6. 2022 年 3 月 16 日天河机场风廓线雷达风羽图

6. 预报服务

2022 年武汉机场初雷天气服务保障过程中,预报室靠前服务,提前 2 天关注天气,提前启动复杂天气保障工作,提前发布预警预报,提前通报各方用户;至 16 日 08:30 共启动四次骨干会商,与中南气象中心、湖北省气象局外部会商、与郑州、湖南预报室协同会商;制作天气展望、时间轴预报等多样化的预报产品,进行分时段、分强度精细化预报;主动对管制、运管委、航司通报最新预报结论,在天河机场天气警报群、天河机场气象信息交流群及时发布预警、及时沟通;服务岗提前到岗,对管制用户进行及时的服务。

与实况相比,预报室前期主要参考欧洲中心模式的预报结论,对此次雷雨天气过程的伴随降水天气的强度预报较好,但对雷暴开始时间、结束时间预报存在不足,与前期会商结论有较大的偏差,主要原因是此次过程中低层切变线与模式结果相比移动速度更快。

7. 结论

本文利用 2022 年 3 月 16 日~17 日的中央气象台高空和地面观测资料和机场雷达等资料, 从大尺度天气形势、层结分析、雷暴生成条件和雷达图像识别等方面, 分析了武汉天河机场此次雷雨过程, 得出了如下结论:

1) 此次雷雨过程是 2022 年第一次雷雨过程, 降水强度大且时空分布不均匀, 主要在 16 日下午至 17 日凌晨对武汉天河机场的本场起降造成影响。

2) 此次雷雨过程是典型的低层强暖平流强迫激发的对流天气。高层南支槽东移, 中低层低涡东移, 同时地面有冷空气南下是影响本次雷雨过程的主要系统。高层槽线和中低层低涡东移速度均较快, 天河机场位于西南急流出口左侧, 使天河机场地区气流辐合, 上升运动强烈, 再加上地面冷空气南下激发动力抬升, 在湖北省东南部地区造成大面积对流天气。

3) 中低层切变线与雷暴发展旺盛区、降水大值区有非常好的对应关系。当中低层低涡的暖式切变线和冷式切变线通过天河机场上空时会带来更为剧烈的雷暴和强降水、大风天气。

4) 武汉天河机场初雷发生时需关注中低层低涡移动速度, 雷暴发生时间和低涡暖式切变线到达本场的�时间基本相同。同时可以关注风廓线雷达产品: 2000 米高度西南急流发生的时间可以指示中到大的降水发生时间; 地面南风转北风的时间可以指示雷暴结束时间。

参考文献

- [1] 谭丽. 雷雨对飞行的影响类型分析[J]. 硅谷, 2014(12): 176-176+179.
- [2] 李佳, 黄春丽. 雷暴天气及其对飞机飞行的影响试析[J]. 文摘版: 自然科学, 2015(5): 113.
- [3] 刘淑媛, 郑永光, 陶祖钰. 利用风廓线雷达资料分析低空急流的脉动与暴雨关系[J]. 热带气象学报, 2008(3): 285-290.