

虹桥机场一次雷暴天气过程气象服务分析

刘一哲

上海民航职业技术学院, 中国·上海 210000

摘要: 本文基于常规地面观测数据及天气图, 对 2025 年 6 月 8 日发生于虹桥机场雷暴天气中气象观测服务过程进行分析。研究表明: (1) 此次雷暴为典型“暖区触发+低空急流增强”型局地强对流, 地面以及低空切变为雷暴提供了低层的辐合条件, 显著的暖平流输送最终促成了雷暴发生; (2) 雷暴天气发生过程中, 气象服务及时准确, 效果总体良好; (3) 气象服务在保障航班安全和旅客出行方面发挥了重要作用, 大大减少了航班延误几率, 为塔台指挥提供了良好的数据支持。

关键词: 虹桥机场; 气象服务; 雷暴天气; 航班延误

Analysis of Meteorological Services for a Thunderstorm Weather Process at Hongqiao Airport

Liu Yizhe

Shanghai Civil Aviation College, China Shanghai 210000

Abstract: Based on conventional ground observation data and weather maps, this paper analyzes the meteorological observation service process during the thunderstorm that occurred at Hongqiao Airport on June 8, 2025. The study shows that: (1) This thunderstorm was a typical local strong convective storm triggered by a warm sector and enhanced low-level jet stream. Ground and low-level shear provided convergence conditions at the lower level for the thunderstorm, and significant warm advection eventually led to the occurrence of the thunderstorm; (2) During the thunderstorm, meteorological services were timely and accurate, and the overall effect was good; (3) Meteorological services played an important role in ensuring flight safety and passenger travel, significantly reducing the probability of flight delays, and providing good data support for tower control.

Keywords: Hongqiao airport; Meteorological service; Thunderstorm weather; Flight delay

0 引言

雷暴通常指积雨云内部发生的雷电交织的强烈放电现象, 有时也用来指代引发这种现象的天气系统, 它一般会伴随降雨出现, 部分情况下还会同时出现大风、冰雹、龙卷等天气^[1], 随着我国经济持续发展与民众生活水平不断提升, 航空运输行业实现了快速发展, 国内航班数量也随之日益增加。保障航班飞行安全始终是民航相关部门的首要工作, 而恶劣天气会对航班的正常运行产生严重干扰, 其中夏季的强对流天气影响尤为突出^[2]。当前, 已有大量学者围绕航空雷暴的特征开展相关研究, 研究方向主要分为两类: 一类是对特定机场在特定时间段内雷暴的气候特征进行统计与总结; 另一类是对特定机场某一次雷暴过程的天气学特征展开分析。^[3-7] 上海虹桥机场作为华东地区核心航空枢纽, 年均雷暴日数约 25-30 天 (主要集中在 5-9 月), 雷暴天气常伴随短时强降水、雷暴大风、低空风切变及冰雹等灾害性天气, 对航班起降安全与运行效率构成严重威胁^[8]。

本研究旨在探究 2025 年上海虹桥机场一次雷暴天气

过程的气象观测服务, 重点分析气象观测人员服务质量及对机场产生的服务效果, 并评估对航班运行的影响。使用的数据主要来源于上海虹桥机场的地面气象观测站数据及天气图资料。

1 天气形势分析

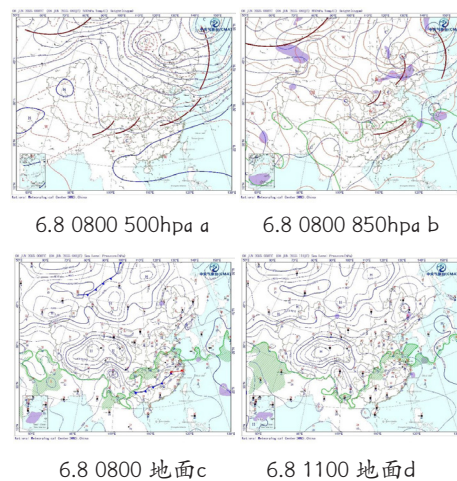


图1 关键时次天气形势图

1.1 大尺度环流形势

副热带高压主体位于 25°N 以北（脊线位于 27°N ），其 588 线西伸至 115°E 附近，上海处于副高边缘西南暖湿气流控制区；西北太平洋有短波槽（位于 130°E 附近）缓慢东移，槽前正涡度平流促使低层辐合增强。850hPa 上，上海位于西南低空急流轴（风速 $\geq 16\text{m/s}$ ）北侧，急流中心位于湖南—江西—浙江南部一线（最大风速达 18m/s ），将南海及孟加拉湾的暖湿空气持续向长江三角洲输送；地面图上，上海处于江淮气旋东侧暖区（气温 $28\text{--}31^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $\geq 85\%$ ），无显著冷锋或切变线，但边界层内存在弱辐合线（位于虹桥机场西南侧 30km 处）。

1.2 温度场与湿度场

2025 年 6 月 8 日上海虹桥机场的雷暴天气中，温度场和湿度场的分布对雷暴的形成和发展起到了重要作用。温度场上，上海虹桥机场位于一个明显的暖区，850hPa 等温线呈现出明显的南凸形态，表明该地区有较强的暖湿空气流入。这种暖湿空气的流入为雷暴的形成提供了充足的水汽条件。

湿度场上，上海虹桥机场的相对湿度较高，达到了 80% 以上，表明该地区有充足的水汽供应，对于雷暴的形成和发展十分有利。同时，湿度场的分布也显示出明显的垂直分布特征，低层湿度较高，高层湿度较低，这种垂直分布特征有利于不稳定能量的积累和释放，为雷暴的形成提供了有利条件。

综上所述，2025 年 6 月 8 日上海虹桥机场的雷暴天气是在大尺度环流形势和中尺度系统共同作用下形成的。500hPa 高空的低槽系统和 850hPa 低空的暖湿气流为雷暴的形成提供了充足的水汽和能量，而切变线和辐合线的存在则为对流的发展提供了有利的条件。温度场和湿度场的分布也显示出明显的垂直分布特征，有利于不稳定能量的积累和释放，为雷暴的形成提供了有利条件。

2 天气过程分析

2.1 天气过程时序分析

根据《终端管制中心与气象中心关于气象服务协议》中有关气象观测服务的条款，结合本次天气过程中 AWOS 数据及人工观测数据，针对降水量气象要素进行对比分析。

本文主要对 6 月 8 日虹桥机场降水量、雷暴、修正海压、风向风速等气象要素进行分析，其中人工观测纪要栏的部分演变过程如下（UTC）：

降水：-SHRA19:51-20:33 20:57-SHRA21:17-+SHRA21:20-SHRA22:07-+SHRA22:12-SHRA22:46--SHRA22:58-SHRA23:23--SHRA23:35

雷暴：TS21:41W-22:17Z-22:32E-22:43E

6 月 8 日虹桥机场雷暴过程自 5 时 41 分开始至 6 时 43 分结束，总共持续 1 小时 2 分钟，受机场西面对流云团东移的影响，虹桥气象观测站 5 时 27 分观测到本场西面有积雨云，随后对流云团外围开始影响本场。

8 日凌晨 3 时 51 分虹桥机场首先出现小阵雨，到 4 时 33 分短暂停歇。4 时 57 分再次出现小阵雨，随着对流云团加强，5 时 17 分转为中阵雨后马上在 5 时 20 分转为大雷雨，并连续维持较大强度降水约 1 小时 40 分钟，部分跑道端瞬时降水量一度甚至超过 2.0mm/min ，其间几乎所有方向均有雷声，本次过程较为剧烈。在本次过程中，对流云团过境速度较快，雷暴持续时间共 62 分钟，期间中雷雨及以上持续时间 62 分钟，大雷雨持续时间为 57 分钟，大雷雨持续期间降水量 24.1mm 。随着对流云团主体快速东移离开本场上空，6 时 43 分本场闻最后一声雷，本场雷暴解除，随后 6 时 46 分大阵雨转为中阵雨，6 时 58 分中阵雨转为小阵雨，并持续降水，各跑道端均与本场雨强的观测结论一致。此次降水从雷达回波看出回波移动较缓慢，因此中到大降水持续时间较长，累计降水量较大。对比跑道南北两头的降水量图可知本次雷雨过程跑道两端强降水开始和结束时间差异显著，观测员可以根据管制部门的实际需求，及时提供相应的精细化通报。

2.2 关键气象要素分析

依据相关气象服务协议，结合本次过程中的自动气象观测系统（AWOS）数据及人工观测数据，对修正海平面气压（QNH）、风向风速等关键气象要素进行对比分析：

2.2.1 基准点修正海平面气压分析

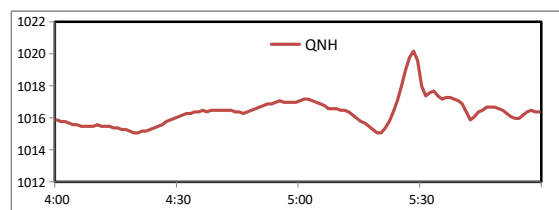


图2 基准点海平面气压

从 AWOS 数据中可以看出，当对流系统过境本场前，受对流云团下伴生的雷暴高压影响，下沉气流造成气压上升，随着对流系统过境，受雷暴高压后部伴生的雷暴低压影响，气压下降，QNH 趋于平稳并逐渐降低。本次强对流过程中对流云团移动速度很快，伴生的雷暴低压高压快

速影响本场，造成 QNH 有明显的骤增和下降，变化较为显著，均达到对内 SPECIAL 通报标准。

2.2.2 风向风速分析

在本次天气过程中，雷暴发生前风速有所增大，雷暴发生后风速骤减超过 6m/s，随后风速呈波动变化，缓慢增大。当本场雷暴结束，风速再次减小，随后保持微风状态。进一步对风向进行分析，雷暴发生前，本场受西北风控制，雷暴发生后，风向迅速转变为东南风后又迅速转变为西北风。此次过程中，风向风速变化满足通报标准时，均及时向管制部门进行了通报。

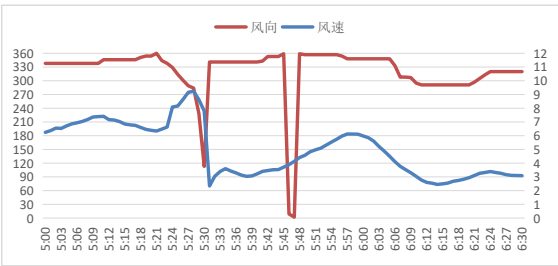


图3 基准观测点风向风速变化

表1 6月8日浦东气象台特殊报告发布情况表

报告种类	时间（北京时）	备注栏
SPECIAL	05:20	修正海压上升2hPa
SPECIAL	05:25	本场西面观测到积雨云
SPECI	05:41	本场闻雷
SPECIAL	05:48	修正海压上升3hPa
SPECIAL	05:29	-SHRA→+SHRA，修正海压上升3hPa
SPECI	05:31	风速变化5m/s
SPECIAL	05:41	修正海压下降2hPa
SPECIAL	05:51	+TSRA→TSRA
SPECIAL	05:55	TSRA→-TSRA
SPECIAL	05:59	TS结束
SPECI	06:11	本场闻雷
SPECIAL	06:29	TS结束
SPECIAL	11:55	本场西面观测到积雨云
SPECI	12:10	本场闻雷
SPECIAL	12:28	TS结束
SPECI	12:32	-SHRA→TSRA
SPECI	12:38	TSRA→-TSRA
SPECIAL	12:42	TS结束

2.3 工作质量总结

本次雷暴过程中，降雨主要从 8 日 4 时（北京时）开始。虹桥气象台共发布特殊报告 18 份，其中 SPECI6 份，SPECIAL12 份。期间，观测员进行了 1 次集体观测，并将观测结果通报给塔台、进近和预报部门。从表 1 中可以看出在本次天气过程中，观测员及时地观测并通报了强对流

云、降水强度、风速、修正海压、雷暴开始和结束等气象要素的变化情况，按规范保证了工作质量。观测员在连续的复杂天气过程中，对多个气象要素做到了准确及时通报，认真完成了工作。对各要素的报告符合《规范》要求，基本做到了准确及时，没有发生“错、漏、忘”事件，较好地完成了观测服务工作。

3 结论与讨论

虹桥机场此次雷暴天气的直接成因，是中尺度对流云团的活动。精准识别并追踪对流云团的生成、发展与演变规律，对雷暴天气的实际观测及预报工作起着关键作用。

低层大气中强劲的暖湿气流水平输送，与对流层中上部的温度分布特征（即上层温度偏低、下层温度偏高）相互配合，不仅为雷暴的发生与发展提供了充足的水汽补给，更构建了关键的热力不稳定环境——这种“上冷下热”的层结结构，极易打破大气平衡，为对流运动创造有利条件。

此次雷暴天气过程中，气象服务的效果总体良好。在值班过程中，观测员按规范无差错地完成了观测工作，保证了工作质量，保障了飞行安全。本次过程，降水量大持续时间长，观测员密切关注降水强度变化，随时关注要素变化，做好精细化服务，及时地发布对外对内特殊报，比较合格地完成了任务。

机场运营部门和航空公司根据气象预警信息，及时调整了航班计划，减少了因雷暴天气造成的航班延误和取消。旅客也通过各种渠道获得了及时的天气信息，做好了出行安排。总体来看，气象服务在保障航班安全和旅客出行方面发挥了重要作用。为了提高雷暴天气的预报准确性和机场运营效率，建议加强气象观测设备的建设和维护，提高数值预报模型的精度，加强与航空公司的沟通与协作，制定更加完善的应急预案。

参考文献：

[1] 王维刚，金龙. “0901” 虹桥机场雷雨天气分析与气象服务[J]. 民航学报，2019, 3(04): 38-43+67.

[2] 南玉合，冯瑞艮，申泽峰. 2022 年夏季航空天气特点及对航班运行的影响[J]. 民航学报，2025, 9(03): 97-102.

[3] 蒋维东，张天旗，张荣智等. 浦东机场雷暴天气的统计和特征分析[J]. 民航学报，2021, 5(01): 16-21.

[4] 冯彦华，李晟，文丹青. 2014 年 3 月 30—31 日白云机场历史罕见大面积航班延误及强对流天气过程特征分析[J]. 广东气象，2014, 36(04): 6-10.

[5] 巩敏莹，靳英燕. 西北区东部一次雷暴天气过程的诊断分析[J]. 高原气象，2009, 28(01): 203-208.

[6] 康佳慧, 董爱民, 王欢. 基于西北地区强对流气候背景对西安咸阳国际机场 2022 年雷暴特征的研究与分析[J]. 民航学报, 2025, 9(03): 103-106+96.

[7] 李典南, 许东蓓. 双流机场雷暴天气特征及天气形势分类研究[J]. 高原气象, 2021, 40(05): 1164-1176.

[8] 陶岚, 陈明轩. 上海地区雷暴天气特征及航空影响分析[J]. 气象, 2020, 46(3): 312-320.

作者简介: 刘一哲 (1995-), 男, 助教, 研究方向: 3S 集成与气象应用。