

郑州机场雷雨天气及其条件下的飞行管制方法

田果¹ 陈康²

(1) 民航河南空管分局气象台, 郑州新郑国际机场, 河南省 451162

(2) 民航河南空管分局管制部, 郑州新郑国际机场, 河南省 451162

摘要: 本文笔者通过 Micaps 资料以及雷达探测产品, 从大气环流、稳定度以及雷达回波特征等方面, 分析了郑州新郑机场夏季一次典型的雷雨过程, 及时为管制部门提供有效的雷雨信息, 提高管制部门夏季绕飞工作的安全保障能力。

关键词: 强对流 不稳定条件 雷达回波特征 绕飞

1 引言

雷暴是由发展旺盛的积雨云引起的天气现象, 常伴有大风、低能见度、下击暴流、风切变等天气, 是危及飞行安全、破坏地面设施最主要的天气现象^[1], 由雷暴引发的极端天气是河南省夏季主要的灾害性天气之一。由于雷暴云中存在着强烈的颠簸和积冰等危险因素, 严重影响飞行安全。因此, 空中交通管制员了解夏季典型的雷雨天气过程尤其是雷雨的移向、强度等, 对于确保飞行安全有着重大意义。

2 郑州管制区域特点及气象特征

2.1 郑州管制区域特点

郑州高空管制区位于大陆地区空中交通最繁忙的京、沪、穗、陕四个地区的中央, 是大陆地区流量最集中的区域之一, 空域条件极为复杂, 北京至广州的A461航路从南到北纵贯整个区域, 从上海飞往中国西北地区城市的H14航路自东向西横穿区域, 从中国中南地区、华东地区去往欧洲的航班也经过郑州空域, 目前郑州空域的飞行流量位居全国第四。

2.2 郑州区域气象特征

郑州空域地处中原, 冷暖气流交汇, 降水较多, 雷雨天气频繁出现, 每年的夏季都是黄淮中下游以及河南南部的多雨季节, 对管制指挥、安全保障造成很大影响。

2.3 郑州新郑机场气候特征

郑州新郑机场位于东经 113° 50' 26", 北纬 34° 31' 09", 属河南省北中部。按中国气候区划分, 河南省属大陆性温带季风型气候, 为温带半湿润地区; 按河南省气候区划分, 机场位于豫西北丘陵干热少雨区与豫东北平原风沙易涝区的交界处。郑州新郑机场的气候特点, 概括来说就是: 春季干旱多风沙; 夏季炎热雨量多; 秋季晴好降水少; 冬季寒冷多大雾。

3 郑州区域雷雨天气的分析

3.1 本场雷雨天气过程

2012年7月24日下午18时(北京时)郑州机场上空开始出现云高为450米的低云, 在20时本场出现小雨天气, 21时小雨停止, 天空出现闪电, 但并未闻到雷声, 21时30分, 风速突然加大至平均风9米/秒, 阵风15米/秒, 温度下降, 气压升高, 21时40分, 郑州机场顿时雷电交加, 出现雷伴中度降水, 22时, 减弱为雷伴弱降水, 23时转为小雨, 天气过程结束。

田果(1986年4月—), 女, 河南郑州, 助理工程师, 从事民航气象预报工作。

3.2 区域雷雨天气过程

此次天气过程生成于河南省驻马店附近，位于区域内两条最重要航路——A461和B208的交汇处，生成向西北方向移动，经过郑州新郑机场后又转向东北方向移动，并再次经过京广航路（A461），最后经濮阳（区域东北部）移出（如图1），移动过程中，雷暴强度几乎维持不变，一直保持在45dBZ，此次雷暴过程强度稳定，在区域内持续时间较长，并且两次反复经过京广航路，对于飞行管制形成了极高的难度。

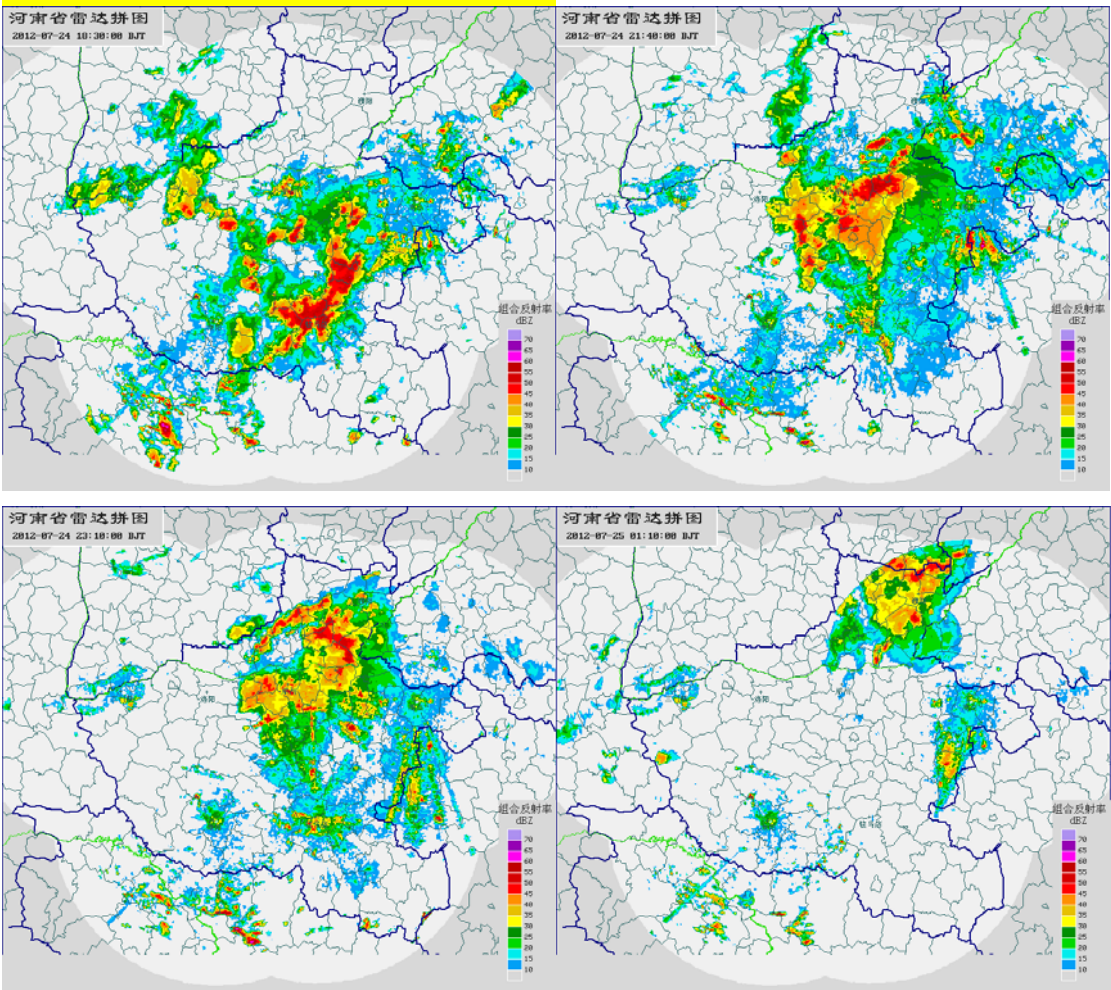
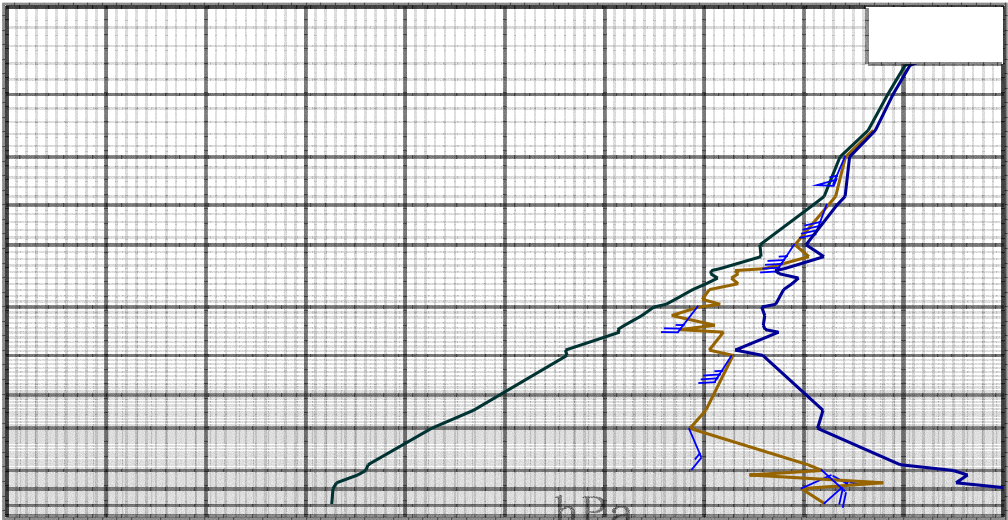


图1 24日18：30、21：40、23：10及25日01：10时组合反射率

3.3 大气环流背景

副热带高压是制约大气环流变化的重要成员之一，是控制热带、副热带地区的、持久的、大型天气系统之一。它对西太平洋和东亚地区的天气变化有极其密切的关系。副热带高压直接影响大陆地区天气的主要是伸向大陆地区大陆的一个脊，脊的北侧与西风带副热带锋区相邻，多气旋和锋面活动，上升运动强，多阴雨天气，脊的南侧为东风气流，当有东风波、台风等热带天气系统活动时，常出现云、雨、雷暴，有时有大风、暴雨等恶劣天气^[2]。从图2中可看出：在500hPa上，华北、华中、华南地区均为副热带高压所控制，副高脊线位于32°N左右，副高底侧东南偏东气流源源不断把暖湿气流输送到区域南部，为不稳定天气的产生、发展创造了有利的条件。500hPa高度上的气流作为引导气流，先是引导雷暴向西北方向

移动，后转向东北方向移动。

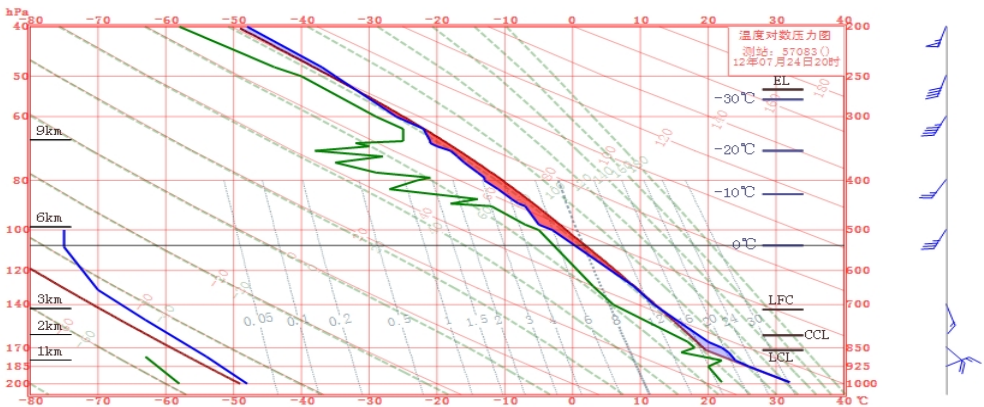


注：实线是高度场，虚线是温度场，高度场单位：位势什米，温度场单位：度

3.4 稳定度诊断分析

K指数和沙氏指数SI反映了大气层结的稳定情况，是判断对流性天气稳定度的重要指标，K指数越大，层结越不稳定，相反，SI指数越小，越易发生对流天气，由经验可知，当K大于35，SI小于0时即有发生雷雨的可能。对流有效位能CAPE则表示环境大气所包含的不稳定能量情况^[3]，CAPE的数值越大表示不稳定能量越多，爆发强对流的可能性越大。

24日20点的TlogP图中（图3）可看出20时的正能量很高，其中CAPE值为379.3，K指数为37，SI为-1.89，这都表明大气层结处于不稳定的状态，具有爆发强对流的可能性，并由图中可看出，在500hpa水汽含量很高，并且温度较低，在0℃附近，所以此层有产生积冰的可能。



600

700

850

图4 24日20时郑州上空V-3 θ 图

V-3 θ 图中三条曲线分别为位温 θ 、以露点计算的假相当位温 θ_{se} 和饱和位温 θ^* , 若 3 条 θ 曲线随着气压 p 的增大向左呈现线性递减, 或随着气压 p 的增大不变或少变, 则表示对流层大气的垂直结构极度不均匀, 而具有不稳定能量有待释放。其中较常见的是某些层次具有这种情况^[4]。

从24日20时的 V-3 θ 图(图4)可看出, 上层西南风, 下层转至东风, 形成一个顺滚流, 对地面有明显的抽吸作用, 符合雷雨发生的动力条件; θ 线随高度增加温度降低, 并在上层 400-300hpa 出现明显的折拐, 说明此层具有不稳定能量, 符合雷雨发生的热力条件。

4 管制指挥分析

4.1 充分掌握天气变化和发展趋势

2012年7月24日, 根据气象部门提供的分析数据, 管制部门了解到雷雨天气在郑州东南周口地区形成并且往西北方向发展, 最后从郑州往东北方向发展, 在魏县附近消散, 此次天气过程比较复杂, 将往返两次穿越京广A461航路, 会给管制工作造成了巨大的影响。管制员结合雷达拼图了解雷雨的性质、强度、范围、发展趋势、与航路、航线的关系, 了解雷雨对航路、航线的影响程度。

4.2 根据天气演变, 确定调配预案

绕飞时预案要早做, 控制好偏航余度, 加强雷达监控, 注意绕航后所产生的新的冲突, 对于冲突要做到早发现早调配。绕飞时主要采用纵向间隔和高度间隔的调配方法来确保管制工作的顺畅及安全。

纵向间隔调配: 根据雷雨的发展趋势尽量要求飞机向同一侧绕航, 且同高度的航空器后机绕航应不小于前机, 防止有些飞机绕的大, 有些飞机绕的小, 从而小于安全间隔影响安全, 同时提醒航空器从上风方向绕航, 并适当拉大同高度航空器间的间隔。

高度间隔调配: 在《飞行规则》中, 并没有明确每个机型绕飞雷雨的标准, 而是直接明确距地面及积雨云的安全间隔, 因而机组绕飞具有不确定性(例如: 航空公司对绕飞雷雨的间隔不同, 国内外机组的避让差异性, 飞行员面对雷雨的抗压性不同), 根据这种不确定性和天气的变化, 此时最好以高度间隔调配为主, 避免由于绕飞的不确定性导致的同高度小于

安全间隔的情况。

4.3 管制岗位采取措施，避免飞行冲突的产生

4.3.1 管制席位管制员对每个绕飞航班标出飞行预计线以判断飞行的方向；对有潜在冲突航班进行连线以示提醒，待冲突解决后取消，另外对于使用手写进程单的管制单位，可以把对记录有潜在冲突航班的进程单翘起以示提醒，待冲突解决后在恢复摆放。

4.3.2 雷雨条件下，波道拥堵，这就要求管制指令简明准确，宁早勿晚。绕飞雷雨时的通话量基本上要达到平时的两倍。一个比较优秀的管制员在持续高压下可以指挥20架飞机，然而绕飞雷雨时通话量的加大，管制员往往应付10架飞机压力都会很大，管制预案会明显滞后。

4.3.3 在管制员根据机组申请的绕飞意图指挥调配时，特别在飞行量较大的情况下，容易打乱管制员的整体管制思路，特别是经验不足的管制员容易出错，难于建立顺畅的空中交通秩序。而实际上因此，我们在制定管制预案时，主要在优先考虑机长申请的同时，根据前机的绕飞方法，主动指挥飞机，尽量维持空中单向流动秩序，保证空中交通流畅。对于雷雨天气产生的颠簸，风切变等危险性天气，同时管制员应该提前通报机组，减少无谓的损失和人员伤亡。

4.3.4 协调席位管制员加强与相邻管制区或扇区的沟通和配合，争取在绕航区域外解决潜在飞行冲突，并提前告知关于绕航的限制条件；当飞机绕航需进入相邻管制区时，再与相邻管制区协调，经对方同意后方可执行，必要时移交对方指挥。

4.3.5 带班主任要结合气象部门及雷达拼图提供的天气信息，以及区域内飞行流量，合理实施流量管理措施，同时根据实际情况适时增加值班力量，条件允许的情况下，增开管制扇区以减少区域飞行流量，确保本区域航空器数量适中，飞行流畅，保证区域内飞行秩序。

5 结论

5.1 2012年7月24日的雷雨天气过程在500hPa天气图、TlnP图、 $\nabla-3\theta$ 图、雷达回波图上均有明显的特征：

在500hPa天气图上，作为引导气流以及副高的影响，可看出雷暴的移动方向是先西北，后转向东北。

在TlnP图中，24日20点的TlnP图中可看出20时的正能量很高，其中CAPE值为379.3，K指数为37，SI为-1.89，这都表明大气层结处于不稳定的状态，具有爆发强对流的可能性。在5000米（500hpa）处湿度较大，有产生积冰的可能。

在 $\nabla-3\theta$ 图中，上层西南风，下层转至东风，形成一个顺滚流，对地面有明显的抽吸作用，符合雷雨发生的动力条件； θ 线随高度增加温度降低，并在上层400-300hpa出现明显的折拐，说明此层具有不稳定能量，符合雷雨发生的热力条件。而在雷达拼图上，明显地显示出了雷暴的移动路径，以及强度，雷暴中心强度持续大约45DBZ。

5.2 管制部门在7月24日当天充分掌握了天气变化和发展趋势，根据天气的演变情况，确定自己进行纵向间隔调配和高度间隔调配的预案，管制岗位在具体的工作中采取了具体的措施避免飞行冲突的产生，例如对有潜在冲突航班进行连线以示提醒，对记录有潜在冲突航班的

进程单翘起以示提醒，通话量基本上要达到平时的两倍，主动指挥飞机，尽量维持空中单向流动秩序，保证空中交通流畅，协调席位管制员加强与相邻管制区或扇区的沟通和配合，结合气象部门及雷达拼图提供的天气信息，以及区域内飞行流量，合理实施流量管理措施。

参考文献

- [1]白敬蒋,王海霞.《银川河东机场雷暴天气特征及其条件下的飞行管制方法》.空中交通管理,2009,(12)
- [2]朱乾根,林锦瑞,寿绍文等.《天气学原理和方法》.北京:气象出版社:2007
- [3]田军.《一次强对流天气过程成因及雷达特征分析》.空中交通管理,2011(3)
- [4]欧阳首承.《天气演化与结构预测》.北京:气象出版社,1998