

●人工影响天气

34-35 1998-10-13 人工影响天气过程分析

牛淑贞 鲍向东 张素芬 汤志亚

(河南省气象局, 郑州 450003)

摘要 利用天气雷达观测资料、人工影响天气过程中全省各台站的加密观测资料及郑州探空资料, 分析了1998年10月13日我省人工增雨天气过程及增雨效果, 提出了人工影响天气的最佳作业时机和最佳作业区域。

关键词 人工影响天气 稳定性降水 增雨效果 最佳作业时机 最佳作业区

1 人工影响天气过程概况

由于受高空低槽、中层切变线和地面冷锋的共同影响, 1998年10月13日凌晨~夜里, 我省出现了一次稳定性弱降水过程(降水主要集中在13日白天)。河南省人工影响天气办公室在省气象台和地市各台站的积极配合下, 进行了大范围、长时间的人工增雨作业。

第一作业时段: 13日08:31~10:35, 飞机在4000 m高度上对洛阳、汝州、郑县、巩县、荥阳、温县等地进行了S型飞行作业, 播撒AgI催化剂丙酮溶液40 kg。

第二作业时段: 11:45~14:05, 飞机在3900 m高度上对郑州、洛阳、南阳、平顶山、汝州等地进行了直线飞行作业, 播撒AgI丙酮溶液催化剂40 kg。

第三作业时段: 15:35~17:33, 飞机在4000 m高度上对郑州、延津、安阳、兰考、郑州进行了三角形飞行作业, 播撒AgI冰酮溶液催化剂40 kg。

2 大尺度天气形势分析

500 hPa上主要影响系统为低槽。12日20时低槽位于河西走廊, 我省上空开始转受槽前WSW气流影响。13日08时, 低槽移至蹬口、西安到成都一线, 并迅速东移影响我省。

700 hPa上影响系统为切变线。13日08时, 四川盆地有一低压, 切变线位于济南、南阳、达县到成都一线, 短期内由于青海湖到河套南部的高压东移, 使得切变线北抬影响我省南部地区。

地面图上, 13日02时, 冷锋位于呼和浩特、卢氏到安康一线, 08时冷锋已移到五台山、华山、重庆到丽江一线。

锋前暖区降水云系自08时已开始影响我省西部地区, 到11时大片弱降水云系已自西向东南影响全省各地。13日20时后仅在南部、东南部维持弱降水。14日05时随着各层影响系统的出境, 我省降水过程结束。

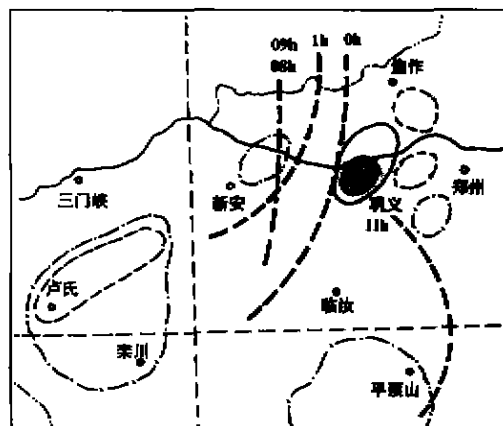
3 地面辐合线及逐时雨量分析

在该次天气过程中, 省区域逐时流场上有两条中尺度辐合线, 一条位于我省西北部, 另一条位于我省南部。由于南部辐合线位于非作业区, 因而只分析位于作业区的西北部辐合线的演变情况及其附近逐时雨量变化。

3.1 地面辐合线

13日08时流场上, 在济源、洛阳、伊川一线存在一条4~6 m/s的NW风与2~4 m/s的SW风的风向辐合线A(见附

图), A稳定少变, 到10时稍东移到沁阳、孟县、偃师、汝阳一线。11时A分裂成南北两段, 其北段西退到济源、洛阳、宜阳一线, 南段东南移到登封、禹州、襄城、叶县一线。12时A南段减弱消失, 北段(仍称A辐合线)仍稳定维持, 到19时东移到焦作、孟县、偃师一线, 20时东移减弱消失。



附图 1998年10月13日08~11时A辐合线演变示意图

细实线为09~10时 ≥ 1.0 mm雨区, 虚线为10~11时 ≥ 1.0 mm雨区, 粗实线为11~12时 ≥ 1.0 mm雨区, 阴影部分为 ≥ 2.0 mm雨区

3.2 逐时雨量分析

对应地面流场上A辐合线, 主要降水时段集中在09~15时, 降水范围集中在第一作业时段的作业区内及其下风方附近。08:35人工催化作业, 09~10时巩义降水达2.7 mm/h, 为最强降水中心。其后一直有1.0~1.5 mm/h的雨区东移且位于作业区及下风方; 10~11时降水中心荥阳(1.3 mm), 11~12时降水中心孟津(1.3 mm)、新密(1.0 mm)、原阳(1.0 mm)。随着12~14时飞机在新郑、登封、洛阳、南阳的再次作业和降水系统的共同影响, 1.0~1.5 mm的降水范围由原来的1~3站增加到7个站, 分别位于作业区及其下风方(巩义、武陟、新郑、尉氏、通许、杞县、鄢陵)。14~15时, ≥ 1.0 mm降水范围减少, 仅原阳(1.4 mm)和兰考(1.1 mm)两站。对应14~17时人工催化作业期间, 作业区及下方风范围内即豫北地区降水不太明显, 仅15~18时在郑州、开封、原阳等地有0.1~0.8 mm/h的弱降水产生。

由此可见, 降水中心产生在地面辐合线附近; 人工催化半小时~1小时后, 降水最明显, 且降水明显产生在作业区及其下风方附近; 人工催化效应可延续1~2小时; 降水过程前期的催化增雨效果明显优于后期, 降水后期的人工催化效果几乎等于零, 降水过程中期人工增雨效果介于前二者之间。

分析13日05~17时雨量场知: 非作业区的南部、东南部

1999-01-17 收稿

受切变线影响降水较大外,驻马店以北的作业区普降小雨,其中第一作业时段作业区内 12 小时降水量 3~10 mm,属于小~中雨,降水中心洛阳(10 mm)、孟县(9 mm)比周围没作业各站降水量提高 2~8 mm。由于受环境场影响,第二作业时段作业区内 12 小时降水量 2~5 mm,比周围没作业各站降水提高了 1~2 mm。第三作业时段作业区内 12 小时雨量为 1~4 mm,与周围没有区别。

4 714CD 天气雷达资料分析

分析 13 日 00~17 时省台 714CD 天气雷达回波强度场可知,13 日 00~08 时低槽影响的降水回波 S 移到我省南部维持,后随着切变线北抬,南部降水回波发展加强北上。08 时后开始影响我省的冷锋暖区降水回波东南移影响全省各地,造成全省大范围的稳定性弱降水过程。

4.1 第一作业时段作业区内回波分析

选择第一作业时段作业区内的洛阳、宜阳、孟县、温县到巩县、荥阳、汝州等地的一块降水回波,跟踪观测其结构、分布、水平尺度、强度等演变情况及垂直剖面变化(见表 1~3)。

表 1 0°EPI(Z)上 ≥ 15 dBz 回波演变情况

时间	结构	分布	水平尺度/km	强中心位置	强度/dBz
08:58	零散	偃师	3~5	偃师	18
09:23	零散	巩县、温县	长 5~12,宽 8~25	巩县、温县	18~20
10:00	均匀片状	巩县、温县 武陟、荥阳	长 60,宽 15~25	武陟西 荥阳西	28 24
11:00	均匀片状	获嘉、新乡 原阳、辉县	长 60,宽 30	新乡 SW 部 原阳 SW 部	28 29
12:00	均匀片状	汲县、滑县 长垣、封丘	长 40~70,宽 30	汲县 长垣	31 35

表 2 4 km CAPPI(Z)上回波演变情况

时间	结构	≥ 30 dBz 范围/km	水平尺度/km	强中心位置	强度/dBz
07:59	片状	一小点	长 80,宽 40	嵩县东部 嵩县南部	44 36
09:07	片状	18~30	长 90~110,宽 40~60	偃师 温县	40 31
10:15	片状	长 60~80,宽 20~30	长 70~80,宽 40	巩县东南部 武陟	34 35
11:14	片状	长 40~60,宽 20	长 80~120,宽 40~50	密县 原阳 新乡	33 32 32

表 3 第一作业时段回波的 RHI(Z)变化情况

时间	方位	回波顶高/km		0℃层融化带中心	
		一般	最高	强度/dBz	高度/km
09:04	244.78°	5.57	5.57	21	4.17
09:05	253.65°	5.63	5.63	31	4.03
09:28	254.04°	5.70	6.74	18	4.34
09:31	253.99°	5.78	6.50	21	3.94

由表 1 可知,人工催化 1 小时后,在作业区及其附近下风方,降水回波范围特别是 ≥ 15 dBz 的回波范围明显加大,强度稍有增强。随着人工催化作业的继续,近地面的降水回波范围继续增大并维持,强度增强 6~17 dBz。

由见表 2 可知,人工催化半小时后,4 km 高度上云和降水回波范围特别是 ≥ 30 dBz 回波范围明显开始加大,对应地面有 0.3~2.7 mm/h 的降水。

表 3 为作业后回波演变情况。作业前(07:59),拟作业区内回波有空隙,顶部比较平坦,强度为 15~18 dBz,0℃层融化带强中心高度为 4.37 km。人工催化作业 30 分钟后,作业区

内的云回波均已接地,回波顶部平坦,高度达 5.57~5.63 km,0℃层融化带回波强度增加到 21~31 dBz,比作业前增加了 6~16 dBz,0℃层融化带强中心垂直高度下降到 4.03~4.17 km,比作业前下降了 0.20~0.34 km。1 小时后,回波顶部微有起伏,回波的一般顶高和最高顶高分别比半小时前增加了 0.13~0.15 km 和 0.87~1.17 km,0℃层融化带的强度开始减弱,但其高度却在降低。作业区内回波高度的增加,标志着云内上升气流有所加强;0℃层融化带高度的下降,则说明云中负温层播入人工冰核 AgI 后,促使云中冰相的生成和增长,形成或加大降水。由于固态降水粒子在下降过程中融化吸热,使 0℃层以下降温,致使 0℃融化带高度下降。对应 09~10 时,作业区内降水中心巩义达 2.7 mm,是 09~15 时作业区内最强的一个 1 小时降水中心。可见在第一作业时段作业区内,人工增雨效果比较明显。

4.2 第二、第三作业时段作业区内回波分析

分析第二作业时段和第三作业时段作业区内回波演变可知:在 12~14 时作业区内,回波强度由 22 增加到 30 dBz,高度由 4.8~5.1 km 增加到 4.8~5.4 km,水平尺度增加 20~40 km,对应地面有 0.3~1.5 mm/h 的弱降水。在 15~17 时作业区内的回波,东移有所减弱,对应地面作业区内仅有 0.1~0.8 mm/h 的降水。可见,第二作业时段作业区内降水回波加强不如第一作业时段明显,第三作业时段作业区内的降水回波却随着降水系统的过境而减弱。

5 各作业时段作业区内人工增雨效果分析

利用 Z-I 关系通用式和郑州地区层状云 Z-I 关系式^[1],分别计算了各作业时段增雨效果。结果表明:第一作业时段作业区内增雨分别为 0.365 mm/h(相对增雨 13.52%)和 0.280 mm/h(相对增雨为 12.22%);第二作业时段分别为 0.068 mm/h(7.17%)和 0.070 mm/h(5.84%)。

6 结论

通过以上分析,可得出如下结论:

- (1) 催化作业时机应选在降水过程前期、回波发展初期;降水过程中期作业增雨潜力较小;降水后期作业无增雨效果。
- (2) 催化作业最佳区为地面中小尺度辐合区。
- (3) 作业最佳时机云中播入人工冰核后,0℃层高度下降。这表明人工冰核加速了云中冰粒子的形成和增长,进而形成或增大降水。由于固态降水粒子在云中下降融化吸热,致使 0℃层高度下降。
- (4) 人工催化作业半小时后,作业高度(4 km)上云和降水范围、强度有明显变化;催化作业半小时~1 小时后,地面作业区及其附近下风方,降水范围和强度明显加强,其催化效果可延续 1~2 小时。
- (5) 选择最佳时机作业,在弱降水的情况下,作业区及其附近的下风方可增大 0.07 mm/h~0.28 mm/h 的降水量。

7 参考文献

- 1 邢本清,张素芬,牛淑贞.利用雨滴谱资料估算郑州地区雨强.河南气象,1998,(3):8~9.