

卫星云图、雷达回波在人工增雨 时机选择中的应用

张晰莹 金凤岭

(黑龙江省人工影响天气中心, 哈尔滨 150030)

提 要

概述了干旱期间选择飞机和高炮人工增雨作业时机的方法,以2000年6~7月哈尔滨地区特大干旱期间进行的飞机和高炮人工增雨作业为例,利用卫星云图和雷达回波资料选择的作业时间和作业区域应是比较有利的。因为从卫星云图中的水汽图、红外和可见光云图上可分析出云系中的含水量、云顶温度、云系强度,在此基础上利用天气雷达跟踪订正,可直接指挥飞机和高炮在有利的区域和时间内进行作业,获得了明显的效果。

关键词: 卫星云图 雷达回波 人工增雨 时机选择

引 言

由于人工影响天气是发展中的学科,如何有效的催化一直是科研和业务人员致力研究的课题,虽然有了长足的进展,但很多问题从理论上尚解释不清楚。解决问题的唯一途径是不断地实践和总结经验,长期积累资料,以取得理论上的突破。

为此目的,对2000年6~7月哈尔滨地区特大干旱期间的天气背景和干旱的成因进行了分析,总结了利用卫星云图和天气雷达资料实时跟踪天气并选择有利时机进行三次人工增雨作业的成功经验。

1 “6.24”卫星云图和雷达回波与增雨作业时机的选择

从2000年6月22日开始,天气图上,在蒙古国的东部有一低压形成,同时高空有冷空气配合。发现这种天气后开始监视卫星资料中的可见光云图、红外云图、水汽图,每小时分析一次。

1.1 卫星云图的变化特征

该系统以24小时10个经距的速度向东移动,在东移过程中逐渐加强。初期系统的纬向尺度较小(约10个纬距),云系较弱,气

旋中心在 48°N 、 105°E 附近;有明显的气旋云型,其冷锋云系较弱。与此同时该系统还以24小时10个经距的速度向东移动。23日08时,云系开始加强,纬向尺度增大,冷锋云带呈气旋性弯曲,暖锋云系与 55°N 以北的东北部系统相连;此时冷锋由多层云系组成,锋面有明显的日变化:上午是较弱的时段,中午12时在冷锋的前沿有对流云团生成,而且发展较快;14时冷锋前沿的一块对流云团已经发展成一条完整的对流云带,云体结构密实,云顶温度已达 -50°C 或更低,说明云体垂直高度较高;16时冷锋云带明显增宽。从可见光云图和水汽图象上分析,云带由对流单体组成,水汽充沛,冷锋云带的前边界十分清晰并进入黑龙江省西部和北部;到23日傍晚前后,完整的冷锋云带在齐齐哈尔附近开始断开,分裂成南北两条云带,锋面的前边界开始出现分支,但该冷锋系统仍在发展阶段;24日01时,对流明显减弱,云系结构比较松散,冷锋前的卷云已接近哈尔滨市;05时哈尔滨市开始转为多云,以中低云为主,但受东部强大副热带高压的阻挡,前沿云系边界很不清晰,靠近副高后,其强度开始减弱;08时冷锋

前沿的云区基本覆盖哈尔滨地区,开始产生零星降水;12时对流开始加强,云系结构变得稠密,此时冷锋云带的特征是:前边界发毛、后边界非常整齐,从整个云型上分析,系统已经进入锢囚阶段;14时前后,对流发展较旺盛,木兰、通河、尚志、宾县等地开始产生较大降水,这时指挥高炮开始催化作业;17时云系减弱,可见光云图上对流消失,受东部高压的阻挡,系统东移缓慢且以中低云为主,在卫星云图上,云系呈灰白色(见图1)。对流的云消失,由水汽图中看出云中的水汽含量较高,此时是飞机增雨作业的有利时机。18时飞机起飞,作业近2小时。从21时的卫星云图上看,作业区域的云系迅速增强,随后哈尔滨市12县(市)及相邻的西部和北部地区产生较大的降水。25日02时系统基本移出哈尔滨市。

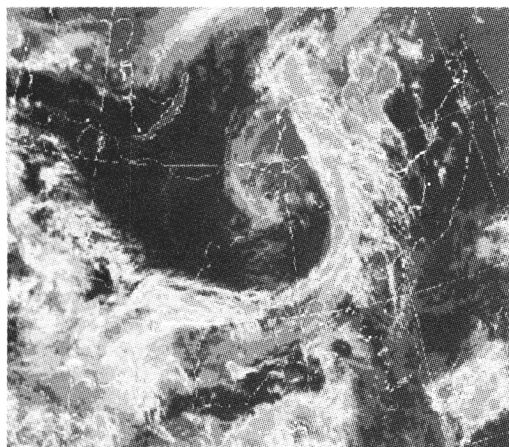


图1 2000年6月24日17时卫星云图

1.2 雷达回波的变化特征

从系统进入雷达探测范围后,雷达就连续跟踪观测。24日14时在雷达PPI上出现由对流云组成的回波带,分布在哈尔滨东部150~250km之内,回波呈块絮状,强度在50~55dBz,移速缓慢;14时28分,强对流回波的高度约在15km左右,此时指挥高炮进行作业,在哈尔滨市东部的几个县(市)产生降水。与此同时,在测站的西部150km以外出现东北—西南向的带状回波,强度为20~30dBz,至西向东缓慢移向本站(见图2)。17

时前后移入测站并继续东移,回波高度5~6km。根据卫星云图和雷达回波分析结果,均认为此时是飞机作业的有利时机。飞机作业后到21时,回波增强并出现较大范围的降水。

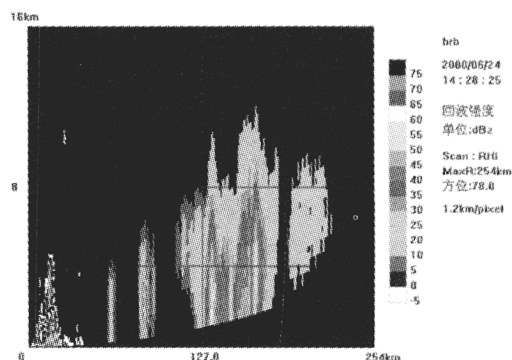


图2 2000年6月24日14:28:25雷达回波图

通过分析,如果不进行催化作业,仍可降小雨,作业后则产生了中—大雨,局部地区出现了暴雨。这说明锢囚阶段的系统经过催化后还可以发展和增强并产生较大降水(图略)。

2 6月29~30日较大降水的卫星云图和雷达回波特征

继24日后,对29~30日出现的天气系统又进行了卫星云图和雷达跟踪监测,分析后准确作出飞机和高炮增雨有利时段和作业区域的预案,在此基础上的人工增雨作业非常成功。

这两次降水过程虽然都是低压造成的,但性质上有很大差异。28日的低压在蒙古国就已锢囚,29日02时,云系进入黑龙江省西部时,已经很松散,系统已处于衰减阶段;同日08~11时云区移至哈尔滨市,云系以中、低云为主,没有产生降水。在水汽图和可见光云图中,水汽含量和云的强度都以能量形式标定,进而确定是否是飞机增雨的有利时机(见图3)。飞机12时30分起飞,沿云区催化作业至14时,之后在哈尔滨市西部产生降水;14时前后,卫星云图上可清晰地看到锋后的冷空气中又新生一个副冷锋云带,其涡旋云系较明显,副冷锋云系尺度较小,呈

逗点云系,但在副冷锋云带上的云系较强,说明冷空气较强,又是在午后,所以副冷锋云带上对流发展较旺盛;16 时左右开始降小雨,此时哈尔滨市处在主冷锋后、副冷锋前部(图略)。17 时雷达显示对流较弱,呈片絮状回波,以层状云为主,云高在 5km 左右,从水汽图上分析,水汽较充足,缺乏降水的动力机制,认为此时应是飞机作业的良机。17 时 30 分飞机起飞作业至 19 时,沿航线周围的下风方普降较大降水(见图 4)。至 30 日 05 时,前一天新生的副冷锋已呈涡旋状且其云系也已消散,但冷锋云系至 08 时仍以中、低云为主。认为仍是飞机增雨的有利时机。9 时 50 分起飞,作业至 12 时 20 分。之后对流开始加强,强度达 50~55dBz,云顶高度达 15km。哈尔滨市 8 个县乡降了暴雨,其他县(市)普降中一大雨。

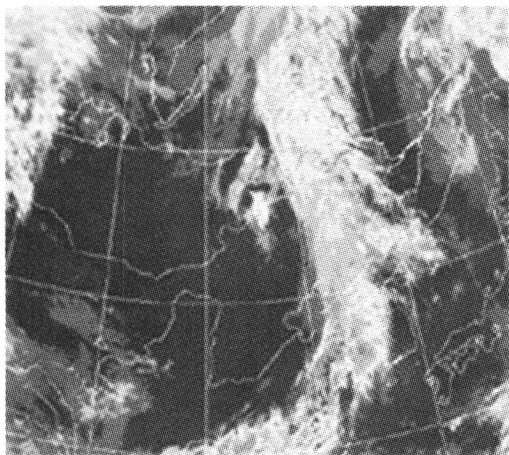


图3 2000年6月29日11时卫星云图

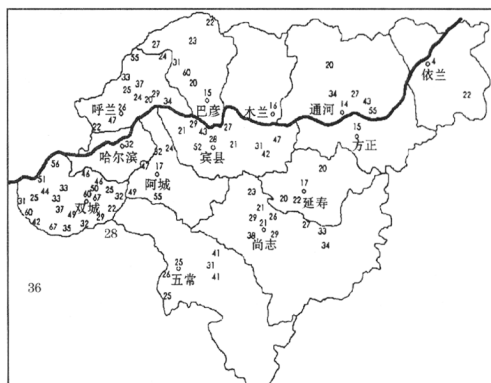


图4 2000年6月29日过程降水量分布

3 小结

卫星云图和雷达回波资料可以有效地提供云系的发生、发展、成熟、消亡的详细信息,提供不同阶段云中含水量的分布信息。借助这些信息可以确定何时进行火箭和高炮增雨作业,何时进行飞机增雨作业。实践证明,利用卫星云图和雷达回波选择有利作业时机,指挥增雨作业是可行的,效果也是明显的。

另外还可发现,飞机增雨作业不一定非在云系发展阶段进行才有效,即使在锢囚阶段,只要有充沛的水汽,增雨效果也很明显。

今后应根据地方特点,对不同的云系进行多次实验,提出选择人工增雨作业最佳时机的卫星云图和雷达回波指标,使催化作业更趋于客观、科学。

The Application of Satellite Images and Radar Echo to the Choice of Precipitation Enhancement

Zhang Xiyong Jin Fengling

(Weather Modification Centre of Heilongjiang Province, Harbin 150030)

Abstract

With the application of satellite images and radar echoes to the best occasional choice, precipitation enhancement works are made by the airplane and the cannon in dry spell, June and July, 2000. Practice showed that from above-mentioned data, water content, cloud top temperature, the intensity of clouds could be obtained, and then, the best time and area to precipitation enhancement could be chosen.

Key Words: satellite images radar echo intentionally further raining occasional choice