

人工消减雨作业雷达回波特征综合分析

何 晖 马建立

(北京市人工影响天气办公室, 100089)

提 要: 主要利用 S 波段多普勒雷达相关产品对 2008 年 8 月 8 日奥运会开幕式时段北京市人工影响天气办公室进行的几轮消减雨作业效果进行了分析评估。分析表明, 针对降雨云系进行过量 AgI 播撒作业后, 作业云的雷达回波强度减弱, 强回波顶高度降低, 强回波面积减小。消雨效果显著。

关键词: 人工消减雨 雷达回波 效果检验

引 言

客观、科学而正确地评价人工影响天气的效果是一个极为复杂而困难的问题。目前人工影响天气效果的检验主要有物理检验和统计检验。物理检验为评估人工影响天气的效果提供物理依据, 目前已被国际上许多重大项目作为效果检验的重要组成部分加以重视。由于雷达观测有相对更好的机动性和主动性, 已广泛用于人工影响天气的效果检验。本文针对 2008 年 8 月 8 日北京 2008 年奥运会开幕式日北京市人工影响天气办公室组织进行的几次消减雨作业, 利用 S 波段多普勒雷达相关产品针对作业云系在作业前后的演变性进行了详细分析和总结, 来探寻 2008 年奥运会开幕式期间北京市大规模作业的物理响应, 并初步检验人工消(减)雨作业的效果。

1 资料和处理方法

本文选用的雷达回波平显(PPI)是由北

京、天津、张北、石家庄四站组网 S 波段雷达所观测的组合反射率图, 由于当时的气流为自西南向东北向流动, 所以回波高显也是顺着气流方向进行的剖面。另外, 为了定量研究作业云系的演变情况, 北京人影办专门编制了 S 波段雷达回波处理软件, 该处理软件可以方便读出选定某块回波的各档回波强度的点数(代表该档强度回波的面积), 最强回波的强度等物理参数。通过该处理软件读取了作业区 and 对比区云系从作业前到作业中以及作业后相应时段各强度档回波面积、最强回波强度等变化情况结合从高显读出的较强回波顶高的变化情况对作业效果进行了分析与评估。

2 地面作业信息

2008 年 8 月 8 日是北京 2008 年奥运会开幕式日, 当天北京地区天气形势非常复杂。北京处于西北部的冷空气分裂南下、东南部地区副热带高压边缘有暖湿气流输送、南部有台风云系活动的共同影响之下。自 8 日 16 时开始, 河北省及北京市内很多地区都出

现了降雨,据统计自2008年8月8日14时到9日02时,暴雨区中心河北保定降雨达到100mm,北京市的密云降雨达40mm,房山降雨达25mm。根据云系的发展状况,北京市人工影响天气办公室自16:08开始针对可能影响到国家体育场鸟巢的降雨云系进行了多轮次的消减雨作业。其中地面火箭拦截作业集中于20:53分至23:00左右,在该时段主要针对北京西南房山地区上空的对流云系进行了过量催化作业。本文针对在20:53—22:00和22:32—23:10进行的消减雨作业过程,利用S波段多普勒组合雷达相关产品针对作业区和对比区云系在作业前后的演变特征进行了详细分析和总结,意在对比消雨作业的效果提供物理检验。

3 个例分析

3.1 20:53—22:00 消减雨作业

在20:53—21:05,21:15—21:23,21:17—21:25北京市人工影响天气办公室分别在房山的岳各庄、周口、长沟镇组织进行了消减雨作业,每个作业点各发射火箭15发,20分钟后在房山的十个作业点均同时进行了消减雨作业,共发射火箭138发。两轮作业针对的是同一个云系,对该两轮的作业效果放在一起分析。针对此轮消减雨作业的效果分析,选择自20:48的雷达观测资料开始,每隔6分钟一次,持续分析到作业后的22:06。从雷达回波组合反射率(图1,见彩图第17页)、高显变化图(图2,见彩图第17页)可以看出作业后雷达回波强度明显减弱,雷达回波趋于消散,尤其是在第二轮作业后(21:45—22:00),雷达回波出现一个明显的缺口。图3反映的是四个时次的各档强度的雷达回波面积变化,可以看出回波变化的明显的特征是强回波面积呈减少趋势,而弱回波面积呈增大趋势。图4分别是30dBz回波顶高、大于30dBz回波面积、最强回波强度随时

间的变化曲线图,可以看出这些特征参数均趋于减弱。同时选择在作业云系西南方向的一块对流云系为对比区云系,同样对此块对比区云系,也选择自20:48开始,每隔6分钟一次,持续分析到22:06。从雷达回波组合反射率(图1,见彩图第17页)、高显变化图(图5,见彩图第18页)可以看出对比区的云的雷达回波强度有增强的趋势,对于各档强度的雷达面积的变化,可以看出强档回波面积也在逐渐增加之中,图6是对比区云的30dBz雷达回波顶高,最强回波强度以及大于30dBz回波面积随时间的变化曲线图,可以看出除了大于30dBz回波面积有明显增大的趋势之外,其它参量均无明显增大或减小的趋势。通过作业云系和对比云系的比较分析可以看出,作业的消减雨效果明显。

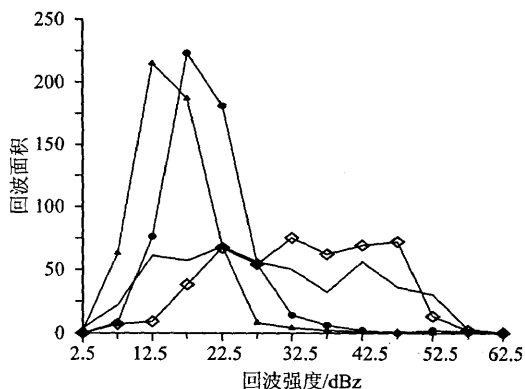


图3 作业云不同档回波强度的面积随时间的变化

3.2 22:32—23:10 消减雨作业

在22:32—22:45和22:58—23:10北京市人工影响天气办公室分别组织房山的长沟镇、石楼镇等几个作业点进行了消减雨作业,分别发射了108发和75发火箭。针对此轮消减雨作业的效果分析,选择自作业前22:24的雷达观测资料开始,每隔6分钟一次,持续分析到作业后的23:18。从雷达回波组合反射率(图8,见彩图第18页)、高显变化图(图9、10,见彩图第19页)可以看出作业后雷达回波强度明显减弱,雷达回波趋于消

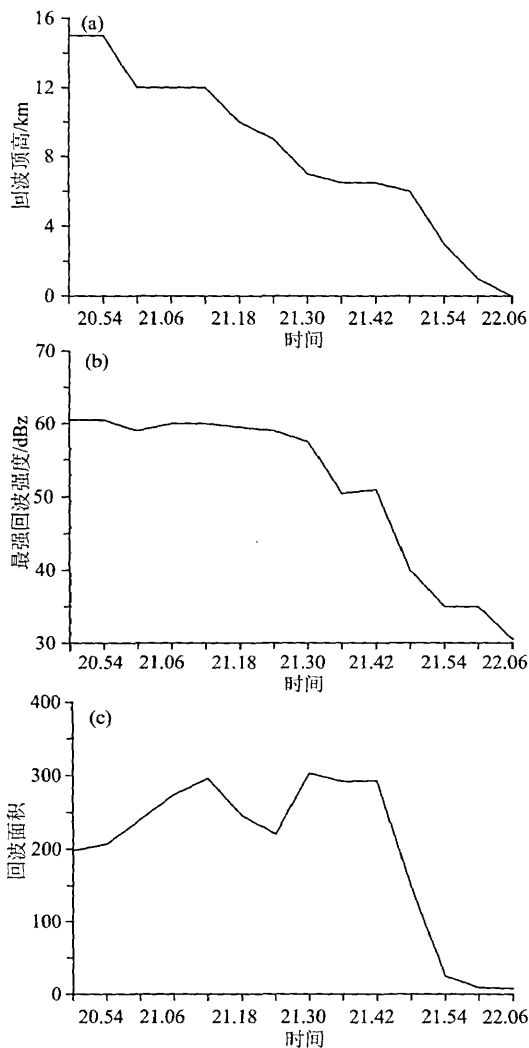


图4 作业回波特征量随时间的变化
(a. 30dBz回波顶高度 b. 最强回波强度
c. 大于30dBz回波面积)

散。图 11 选择的是四个时次的各档强度的雷达回波面积变化,可以看出回波变化的明显的特征是强回波面积逐渐减少,而弱回波面积则有所增加。图 12 分别是 30dBz 回波顶高、大于 30dBz 回波面积、最强回波强度随时间的变化曲线图,可以看出这些特征参数随着作业的进行均趋于减弱。同时选择在作业云系西南方向的一块对流云系为对比区云系,同样对此块对比区云系,也选择自 22:24 开始,每隔 6 分钟一次,持续分析到 23:18。从雷达回波组合反射率(图 8,见彩图第 18

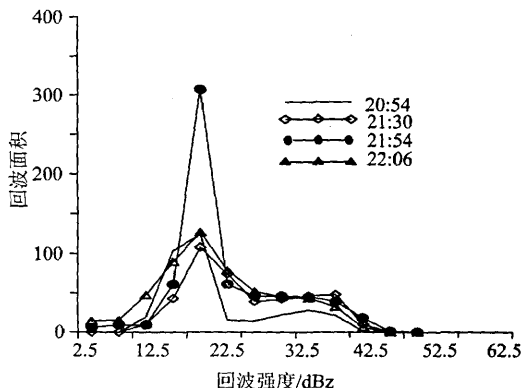


图6 对比区不同档回波强度的面积随时间的变化

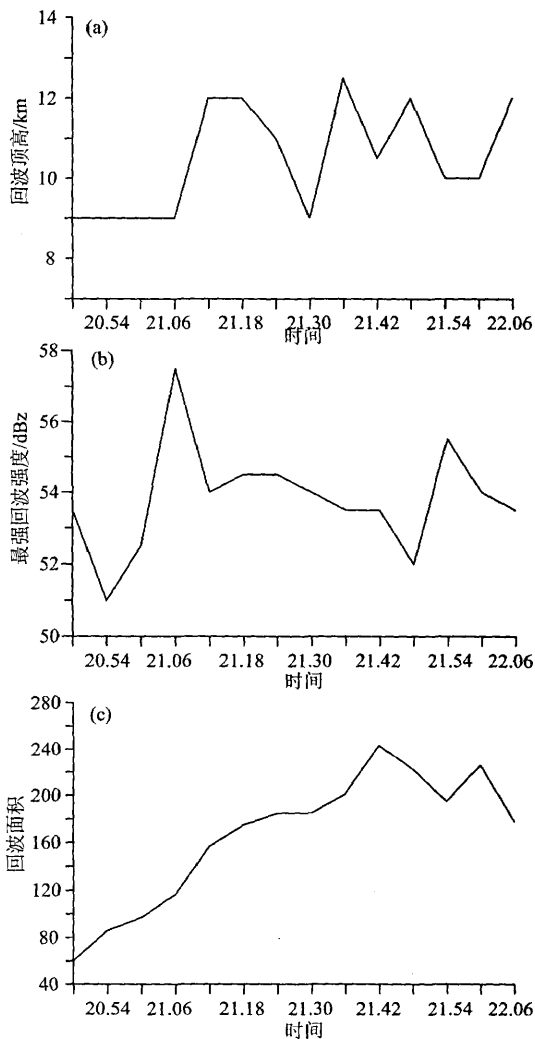


图7 对比区回波特征量随时间的变化
(a. 30dBz回波顶高度 b. 最强回波强度
c. 大于30dBz回波面积)

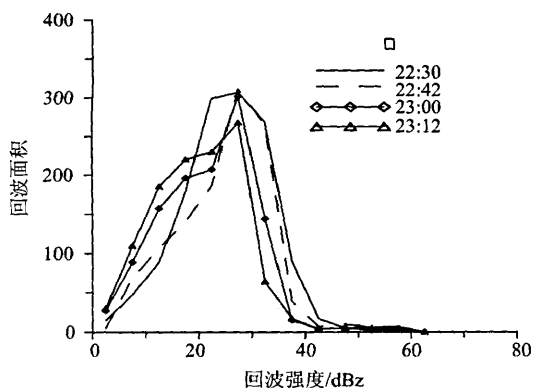


图11 作业云不同档回波强度的面积随时间的变化

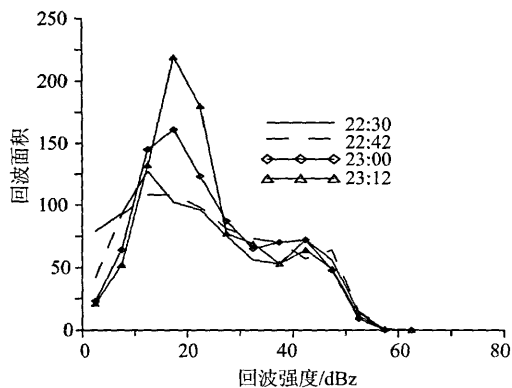
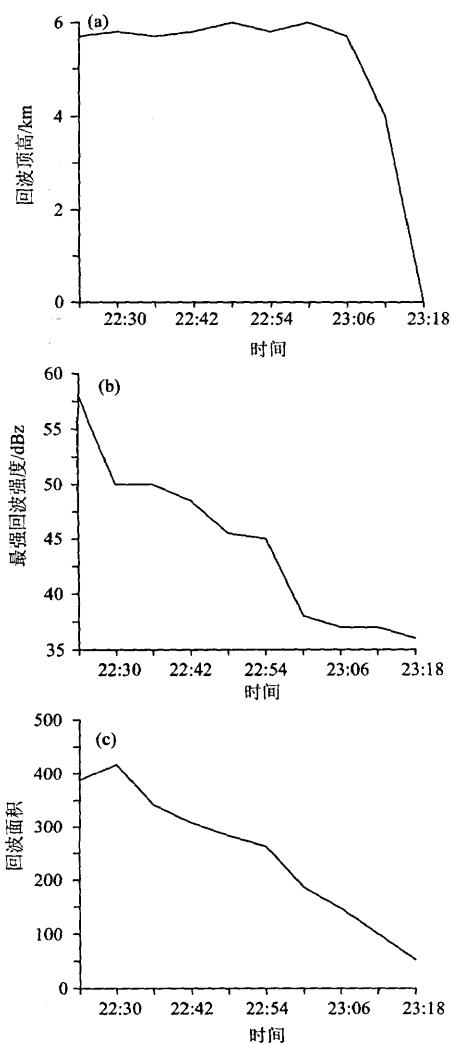
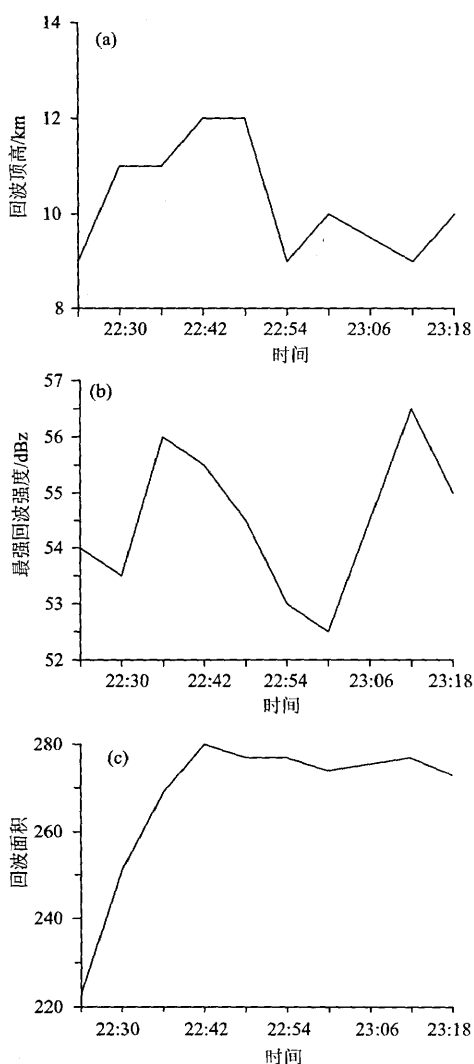


图13 对比云不同档回波强度的面积随时间的变化

图12 作业云回波特征量随时间的变化
(a. 30dBz回波顶高度 b. 最强回波强度
c. 大于30dBz回波面积)图14 对比区云回波特征量随时间的变化
(a. 30dBz回波顶高度 b. 最强回波强度
c. 大于30dBz回波面积)

页)、高显变化图(图 10,见彩图第 19 页)可以看出对比区的云的雷达回波强度有增强的趋势,对于各档强度的雷达回波面积的变化(图 13,可以看出强档回波面积也在逐渐增加之中,图 14 是对比区云的 30dBz 雷达回波顶高,最强回波强度以及大于 30dBz 回波面积随军时间的变化曲线图,可以看出除了大于 30dBz 回波面积有明显增大的趋势之外,其它参量均无明显增大或减小的趋势。通过作业云系和对比云系的比较分析可以看出,作业的消减雨效果明显。

4 小结

利用 S 波段雷达观测资料的相关产品,初步分析北京 2008 年奥运会开幕式期间进行的两轮地面火箭消(减)雨作业的物理响应,结果显示:火箭过量播撒作业后造成了作

业云系较强回波云顶高度降低、强回波面积减少、最强回波减弱等特征,表明通过碘化银过量引晶作业后造成了云中液态水被过量转化,抑制了云的进一步发展。同时通过不同强度档回波面积变化可以看出弱回波有增大的趋势,这也表明碘化银过量引晶在云内形成了大量的小冰晶。通过雷达回波特征参量的变化检验,表明地面火箭作业相对集中时段对减弱或抑制局部云和降水的形成、发展起到了一定作用。

参考文献

- [1] 人工影响天气现状与展望[M]. 北京:气象出版社, 2002: 325-355.
- [2] 刘黎平,邵爱梅. 新一代可移动式天气雷达在人工影响天气中的应用研究[J]. 暴雨灾害,2007,26(1):
- [3] 陈冰新. 新一代天气雷达产品在人工增雨作业中的应用[J]. 气象,2007,29(1):