

2020年长江中下游梅雨锋暴雨联合科学试验

■ 李傲 王斌 王晓芳 赵妍

在2020年典型性梅雨期背景下，长江中下游梅雨锋暴雨联合科学试验于2020年6月11日启动，开展了10次暴雨过程的联合观测，获取了大量的梅雨期强降水过程观测数据。

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2020.05.026

1 试验背景及科学意义

1.1 2020年梅雨期天气特点

2020年梅雨发生在典型的梅雨环流形势下，其降水主要有以下几个特点：一是入梅早，持续时间长；总量大，覆盖范围广。今年入梅较常年偏早9 d。梅雨期长达43 d，较常年平均（24 d）偏多19 d，已经超过2016年（32 d）和1998年（42 d）。降水中心主要位于长江中下游，降水量较常年同期偏多50%以上，沿江地区的降雨量是常年同期降雨量的2倍以上；二是过程多、极端性强，致灾严重。6月8日—7月20日长江流域共经历10次降雨过程，其中有7次过程雨带分布在长江干流沿江两岸，降雨集中，暴雨落区重叠性高（表1），导致多地出现城乡内涝和山洪、滑坡等地质灾害；三是气温低，日照创新低。入梅以来全省平均气温25.2℃，较常年同期偏低1.1℃。入梅以来全省平均日照时数98.8 h，较常年同期偏少135.6 h，排1961年以来倒数第1位。

2020年梅雨期天气异常特征：一是西太平洋副热带高压（以下简称副高）系统长时间持续异常。6月上中旬副高脊线位置偏北；6月下旬到7月间又一直偏南，有利于冷暖空气在江淮流域一带交汇，形成了多次大范围暴雨过程。二是中高纬度经向环流发展、冷涡活跃；来自南海和西太平洋的热带海洋暖湿气流强盛，梅雨区水汽输送主要来自副热带高压在西脊点附近由东南气流转向西南气流的贡献。

1.2 试验开展背景及科学意义

梅雨锋降水是多尺度天气系统相互作用的结果，常规的观测及分析已不能满足梅雨锋降水云结构和微

表1 2020年6月8日—7月20日长江流域梅雨期10次暴雨过程简介

序号	过程时段	强降水落区	过程最大雨量站点
1	6月8—11日	乌江、洞庭湖、鄱阳湖、汉江等区域	湖南思乐, 252.1 mm
2	6月11—14日	长江中下游干流两岸	湖南高家坝, 353 mm
3	6月15—18日	嘉陵江、乌江及长江下游地区	四川长坪, 333 mm
4	6月20—25日	汉江、乌江、鄱阳湖及长江下游地区	湖南深渡, 403.5 mm
5	6月26—30日	长江中下游干流区域	四川花板, 906.1 mm
6	7月1—4日	金沙江中下游、乌江、鄱阳湖以及长江中游地区	江西鱼塘村, 311.2 mm
7	7月4—8日	长江中下游干流区域	湖北巴河, 993.9 mm
8	7月9—12日	嘉陵江、乌江流域、洞庭湖、鄱阳湖区域	江西永和, 480.9 mm
9	7月14—17日	长江上游和下游干流两岸	重庆红池坝, 441.9 mm
10	7月17—19日	长江中下游干流两岸	安徽孙岗, 414.8 mm

注：本表来源于Cui C, Dong X, Wang B, et al. The phase two of the Integrative Monsoon Frontal Rainfall Experiment (IMFRE-II) in the middle and lower reaches of the Yangtze River in 2020. *Advances in Atmospheric Sciences*, 2020, 已投稿。

物理过程的深入研究，需要通过地面和卫星联合观测以及利用飞机直接观测云中的微物理量。在2020年典型性梅雨期背景下，长江中下游梅雨锋暴雨联合科学试验于2020年6月11日启动，开展了10次暴雨过程的联合观测，获取了大量的梅雨期强降水过程观测数据。

长江中下游梅雨锋暴雨联合科学试验旨在通过针对梅雨锋降水开展地基、空基、星基联合观测，融合应用多源观测数据，探究梅雨锋暴雨中尺度系统动力和热力结构以及暴雨云团的水凝物结构和微物理特征，揭示水汽和环境场条件影响降水云发生发展的机制，对比梅雨锋系统长江中游和下游的结构特征差异，分析研究梅雨锋系统自西向东移动中的变化规

收稿日期：2020年8月20日；修回日期：2020年9月27日

第一作者：李傲（1980—），Email: 22497928@qq.com

通信作者：王斌（1972—），Email: wangbin@whih.com.cn

资助信息：中国气象科学研究院灾害天气国家重点实验室开放课题（2018LASW-B16）

律, 促进我国强降水预报技术和能力进一步提升。

2 试验组织和设计思路

2.1 试验形式

长江中下游梅雨锋暴雨联合科学试验是首次在中国开展的长江中下游地一空一星基联合观测试验。项目组根据天气形势确定联合观测时机, 开展地一空一星基联合观测。观测期间, 飞机携带完备的大气和云物理探测仪器, 以层状云区和弱对流云区为飞行区域, 以地面观测基地为中心采取不同高度的反复穿云飞行。与此同时, 地面观测基地通过对流层风廓线雷达、毫米波云雷达、微波辐射计、GPS探空系统等地面观测设备观测, 并配合飞机观测和天气演变, 进行不定时的观测(图1); 中国风云四号卫星、日本葵花-8卫星和美国GPM卫星等气象卫星数据也被实时调用进行对比分析。

本次试验范围覆盖长江中、下游流域, 7个地面观测站点分别布设在湖北咸宁、襄阳、秭归、荆州, 安徽合肥和寿县, 南京江宁等梅雨锋主要影响区域。

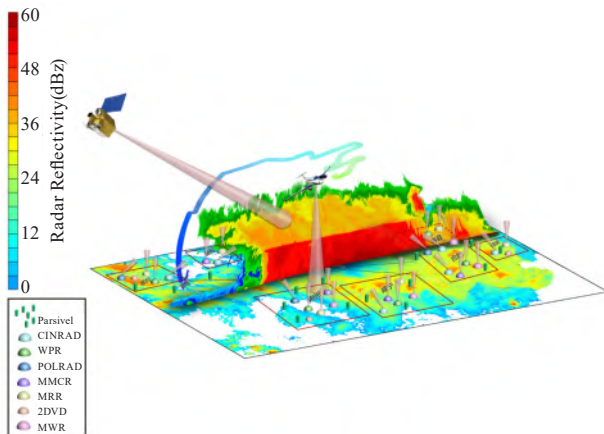


图1 长江中下游梅雨锋暴雨联合科学试验设备布局和观测方案示意图(图中方框所示为7个地基观测中心站所在位置, 设备简称分别代表: Parsivel, 激光雨滴谱仪; CINRAD, 中国气象局新一代天气雷达; WPR, 风廓线雷达; POLRAD, 双偏振天气雷达; MMCR, 毫米波云雷达; MRR, 微雨雷达; 2DVD, 二维可视雨滴谱仪; MWR, 微波辐射计。宜昌为飞机起降机场所在地, 荆州为飞机观测目标区域)

2.2 试验组织

长江中下游梅雨锋暴雨联合科学试验由中国气象局武汉暴雨研究所组织, 联合美国亚利桑那大学、美国佐治亚理工学院、中国科学技术大学、南京大学、江苏省气象局、安徽省气象科学研究所、山西人工降雨防雹办、湖北省气象局相关部门等国内外十余家单位和高校共同开展。试验过程中, 观测试验人员通过远程视频会议形式, 结合梅雨锋暴雨过程及时开展数

据分析, 截至7月19日, 项目组共组织了16次观测试验研讨会, 涉及天气过程、探空、雷达等探测数据分析、区域数值模式预报效果及评估、流域水文气象服务等多方面。

3 试验取得的初步成果

1) 观测数据。通过在长江中下游运用地一空一星基联合观测手段开展梅雨锋上下游的整体观测研究, 在水平和垂直方向上, 比较完整地观测记录了梅雨锋暴雨过程自西向东的移动和发展过程中的时空变化, 飞机抓住有利天气时机, 穿云观测了7个架次、17个机时, 探测到了不同高度上的云中冰相粒子和云滴、雨滴的谱数据。

2) 数据分析。基于中国气象局武汉暴雨研究所之前研发的多源观测资料融合分析系统, 本次试验积累的多种观测数据正在被综合处理分析, 并将在相关数值模式中同化应用, 对数值预报模式进一步完善优化, 促进强降水预报技术和能力进一步提升。

4 试验预期成果

本次科学试验通过偏振雷达、云雷达、风廓线雷达、地基GPS站网、微波辐射计、激光雨滴谱、探空及地面气象站等观测, 同时实施云内飞机观测, 涵盖了梅雨锋降水的温度场、水汽场、云场、降水场等宏观三维结构信息, 获取了多个梅雨锋降水个例的宝贵试验数据, 后期将重点开展以下方面的研究。

深入了解不同模态的长江梅雨锋降水云发生发展的环境条件, 揭示水汽对降水云的作用机制。梅雨锋降水不同阶段强对流云团中各水成物的转化及相应的动力、热力特征, 包括: 通过比较不同阶段对流性降水、层状降水中各水成物比含水量的垂直廓线, 得到梅雨锋降水云微物理结构的总体特征; 通过计算层状降水中经由水平输送和水汽凝华造成的水凝物比含水量变化率, 结合对流性降水中垂直速度、卷出高度、潜热加热和浮力的分析, 揭示对流性降水中动力热力特征对层状降水中冰相粒子形成和维持的作用; 通过诊断云微物理方案中水成物的预报方程, 得到不同阶段水成物的源项, 以及地面降水直接相关的雨水的主要来源项等。最后通过多源途径观测到的梅雨锋降水云参数和LAPS融合各种观测数据形成的分析场, 评估云微物理方案的适应性, 采用基于贝叶斯推理的随机取样方法, 对模式不确定参数进行优化, 提高中尺度模式对梅雨锋定量降水预报准确率。

(作者单位: 李傲, 湖北省公众气象服务中心、中国气象科学研究院灾害天气国家重点实验室; 王斌、王晓芳, 中国气象局武汉暴雨研究所; 赵妍, 中国气象科学研究院灾害天气国家重点实验室)