

上海 GPS 综合应用网对 2002 年长江三角洲地区 入梅过程的监测

宋淑丽¹ 朱文耀¹ 丁金才² 程宗颐¹

(1. 中国科学院上海天文台 上海 200030)

(2. 上海中心气象台 上海 200030)

摘 要

简要介绍了上海 GPS 综合应用网 (SCGAN) 情况, 分析了该网从 2002 年 6 月投入正常运行后, 获取的 2002 年入梅前后长江三角洲地区高分辨率可降水量 (PWV) 资料, 描述了 PWV 所反映的长江三角洲地区的入梅过程和特点, 以及把 GPS/PWV 同化到中尺度数值预报模式初始场中的试验。

关键词 天体测量学 — 上海 GPS 综合应用网 (SCGAN) — 数据处理 — 可降水量 (PWV) — 梅雨季节 — 数值天气预报

分类号 P129

1 上海地区 GPS 综合应用网 (SCGAN)

长江中下游地区, 是低纬度海洋上的暖湿气流与北方冷空气经常相遇并长期相持的地带, 该地区湿度大, 雨水多, 雷暴雨频繁, 有时还受台风的影响。因此, 对长江三角洲地区雷暴雨天气的预报研究是我国气象学研究的一大主要任务。然而, 大气中的水汽具有很高的时空变化特性。长江三角洲地区只有上海宝山、江苏南京、射阳和浙江杭州 4 个探空 Radiosonde 站, 每个探空站一般一天只释放两次探空气球, 时空分辨率低, 对于监测中、小尺度的雷暴雨显然是不够的。一系列的实验已经证明, 地基 GPS 测定可降水量 (PWV) 具有与 Radiosonde 和水汽辐射计 (WVR) 相同的精度, 其误差小于 2 mm^[1,2]。地基 GPS 的优点是方便、经济、可以提供高分辨率的连续 PWV 序列等, 且不受天气状况的影响^[3]。上海 GPS 综合应用网的建立为改善长江三角洲地区天气预报资料匮乏的局面提供了便利条件。

上海地区 GPS 综合应用网于 2002 年 6 月投入正常运行, 其宗旨是, 把全球定位系统 GPS 这一跨世纪的高新技术综合应用于上海地区的气象服务、大地测量、地壳形变、地面沉降的监测和城市地理信息系统 (GIS) 的运用, 并可推广到交通智能化管理、电离层变化监测和城市规划等方面。该网由 14 个地面 GPS 基准站和一个中心处理站组成, 中心处理站设在上海天文台, 14 个地面 GPS 基准站分别分布在江、浙、

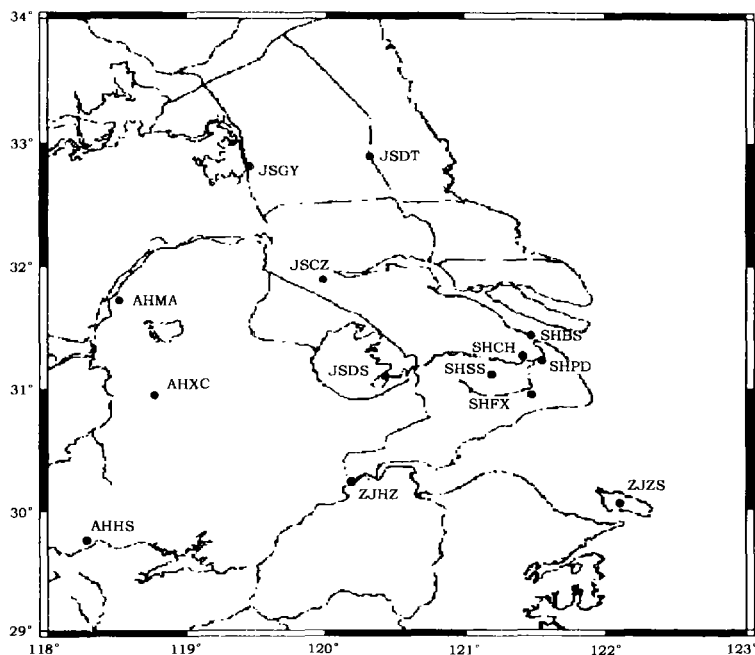


图 1 上海 GPS 综合应用网站点分布图

皖、沪长江三角洲地区, 形成一个以上海为中心、覆盖整个长江三角洲地区的 GPS 综合服务网。测站分布如图 1 所示。

上海 GPS 综合应用网的一项重要任务是为地基 GPS 气象学服务, 这也是我国第一个应用于气象学研究和应用的 GPS 综合服务网。它可以为上海地区提供高精度、高时空分辨率、全天候、近实时、几乎连续的可降水量变化序列, 并由此逐步形成一个新的上海地区灾害性天气监测预报系统。

该网的 14 个基准站: 上海 5 个 (市测绘院 shch、松江佘山 shss、宝山 shbs、浦东新区气象站 shpd 和奉贤气象站 shfx); 江苏省 4 个 (东山 jsds、高邮 jsgy、常州 jscz 和东台 jsdt); 安徽省 3 个 (马鞍山 ahma、宣城 ahxc 和黄山 ahhs); 浙江省 2 个 (杭州 zjhz 和舟山 zjzs)。长江三角洲地区的 9 个站 (江苏、安徽和浙江 3 省内的站) 全设在气象站内, 间距为 81~397 km, 平均间距为 201 km。上海地区 5 个站的间距为 13~37 km, 平均间距为 23 km。其中, 上海宝山和浙江杭州有 Radiosonde 站。

这些基准站均配置 ASTECH-UZ 双频 GPS 接收机和 MET3 气象仪器。GPS 观测资料和气象资料下载到当地计算机后进行格式转换、压缩和打包, 每半小时传输到中心处理站一次。中心处理站收到 14 个站的数据后, 解压、装配数据, 上网取星历, 利用改进的美国麻省理工大学的 GAMIT 软件, 以平滑窗为 12 h 的滚动处理方法, 每半小时计算一次最新的可降水量, 并实时地传输到气象部门。在正常情况下, 上述所有过程都已实现全自动化运行。

2 数据处理

我们利用改进了的 GAMIT 软件和 IGS 的超快速产品 IGU (IGS Ultrarapid products) 轨道, 在 2~3 个网外远距离 (大于 500 km) 测站的辅助下, 计算各站上空的绝对 PWV。在处理时考虑了海潮对实

时计算 PWV 的影响。研究表明，是否考虑海潮模型，对于靠近海边的浙江和上海各站差别较大，PWV 的偏差平均达 0.4 mm，最大将近 2 mm。

为了检验 GPS 连续监测的 PWV 的可靠性，我们对上海宝山和浙江杭州两个探空站进行了加密观测，将这两个站每天释放探空气球的次数从 2 次增加到 4 次，然后把 GPS/PWV 与两个探空站加密观测的资料进行比对。宝山的 GPS 站和探空站相距约 3 km，杭州的 GPS 站和探空站位于同一观测站内，因此具有很好的可比性。统计表明 GPS/PWV 与 Radiosonde 的结果符合得很好。对于上海宝山站 GPS/PWV 相对于 Radiosonde 的 rms 为 1.99 mm，平均偏差为 1.66 mm；对于浙江杭州站，GPS/PWV 相对于 Radiosonde 的 rms 为 2.05 mm，平均偏差为 1.75 mm。这说明我们用于监测梅雨季节的 GPS/PWV 的计算结果是可靠的。

3 上海 GPS 综合应用网监测的入梅过程

长江中下游地区，平均每年 6 月中旬入梅，7 月上旬出梅，历时 20 余 d，入梅后空气湿度增加，阴雨绵绵，暴雨频繁，对入梅的实时监测和准确预报是气象服务的一项重要任务。我们利用连续运行的上海地区 GPS 气象服务网 14 个基准站的 GPS 观测资料，对长江三角洲地区 2002 年的入梅过程进行跟踪监测，每 30 min 给出一组 14 个基准站上空可降水量的变化图像。图 2 显示了 2002 年年积日 168~171 (即 6 月 17 日~6 月 20 日) 黄山等 9 个站的可降水量的连续变化过程。从图 2 可以看出，2002 年长江三角洲地区各站的入梅日期是 6 月 19 日 (即年积日 170)，在短短半天内长江三角洲的各个测站先后入梅，入梅时每个测站上空的可降水量急剧增加，在七八个小时内所有测站上空的可降水量均从入梅前的平均 30 mm 急剧上升到入梅后的 60~70 mm，而且在相当长的时间内保持着这样的高位，表明该地区的天气转折进入梅季是在很短时间内完成的。GPS/PWV 资料详细地反映出了这次入梅过程，而时空分辨率较低的 Radiosonde 资料是无法反映这一细节的。

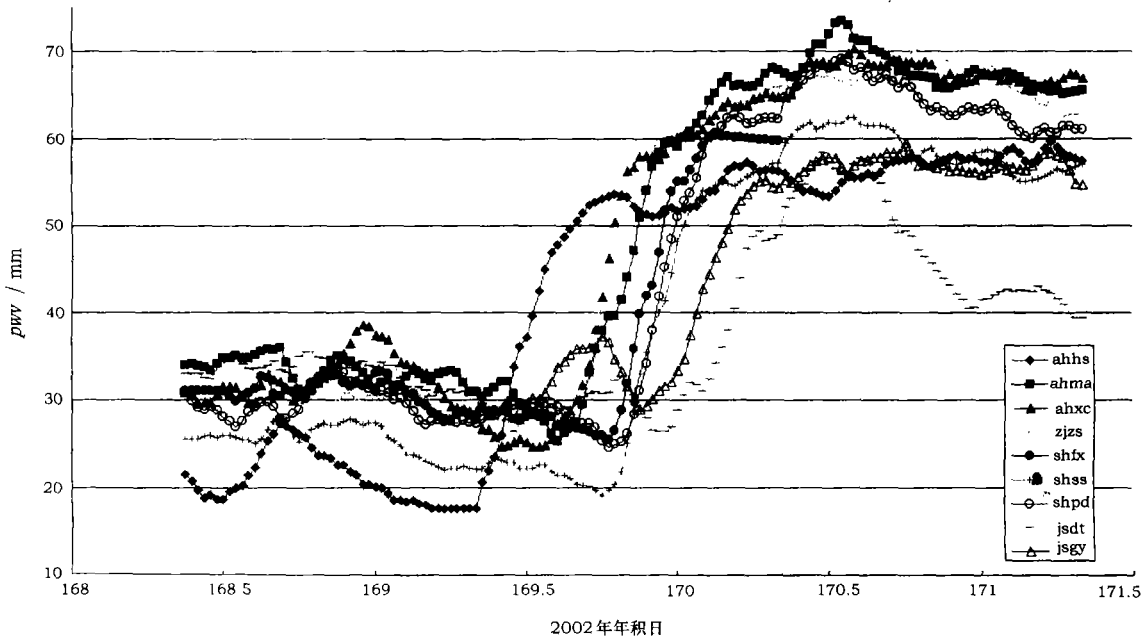


图 2 上海 GPS 综合应用网监测的 2002 年长江三角洲地区入梅过程

从图 2 还可以看出, GPS 测得的 PWV 反映出了 2002 年上海周边地区从安徽黄山、安徽宣城、安徽马鞍山、浙江舟山, 经上海佘山、上海奉贤、上海浦东, 到江苏高邮、江苏东台, 即自西南到东北的入梅过程。这次入梅过程长江以北地区(江苏高邮、东台)比长江以南地区降雨少、梅季不明显、持续时间短, 这一天气现象与实际的长江三角洲梅雨季节的特征非常符合。

4 同化 GPS/PWV 资料到中尺度数值预报模式中的试验

为了检验 GPS/PWV 对优化中尺度数值预报模式 MM5 的初始场, 提高数值预报质量的作用, 我们选取了 2002 年 6 月 28 日 20 时~29 日 02 时一次暴雨过程进行比对试验。以 28 日 20 时为初始场, 分不加入 14 个站的 GPS/PWV 资料(如图 3 所示)和加入 14 个站的 GPS/PWV 资料(如图 4 所示)两种情况生成初始场, 然后进行 6 h 积分, 输出长江三角洲区域的 6 h 累积雨量分布, 并分别与实际雨量分布比较。实际情况是在浙江北部地区有一个 6 h 雨量达 55 mm 的暴雨中心和江苏丹阳地区有一个 6 h 雨量达 22 mm 的大雨中心。对浙江北部的暴雨中心, 起始场加入和不加入 GPS/PWV 资料的 MM5 预报结果大致相同。预报 55 mm 的暴雨中心位于杭州湾, 比实际降雨位置偏北一点, 但雨量相同。而对丹阳地区的大雨中心, 两种预报结果相差较大。起始场未加入 GPS/PWV 资料的预报结果是, 在江苏、浙江和安徽交界处的长兴地区有一个 6 h 雨量达 55 mm 的暴雨中心, 与实际降雨量和地点出入较大; 起始场加入 GPS/PWV 资料的预报结果是, 在江苏、丹阳和会坛之间有一个 25 mm 的大雨中心, 这与实际的降雨地点和雨量均符合得很好。

试验结果表明, 由于 GPS/PWV 资料空间密度高, 可优化初始场分析, 提高雨量预报能力。由此可见, GPS/PWV 在短期雷暴雨预报中起到了很重要的作用。

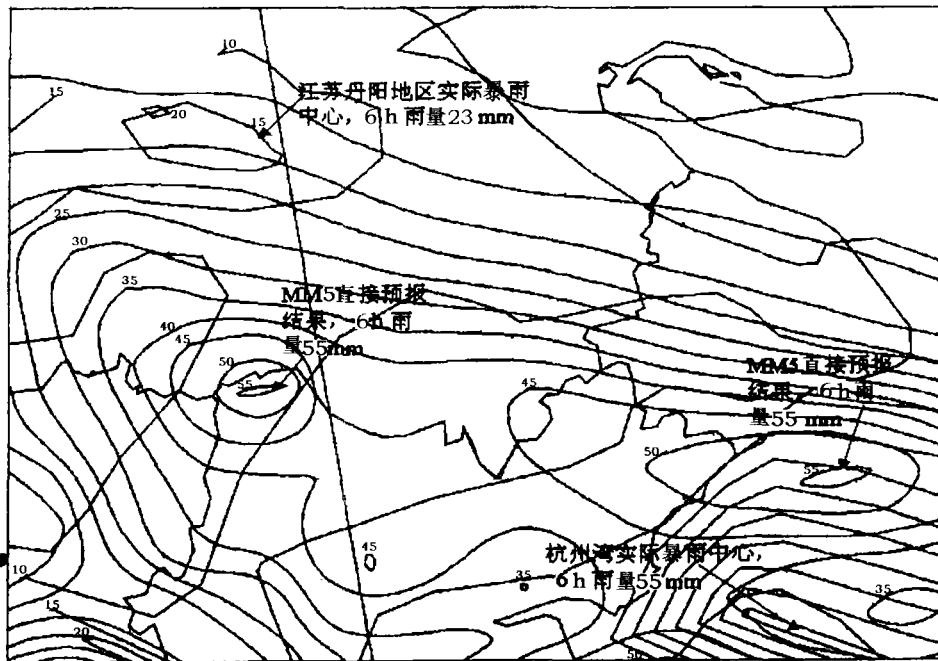


图 3 无 GPS 资料的 MM5 预报结果

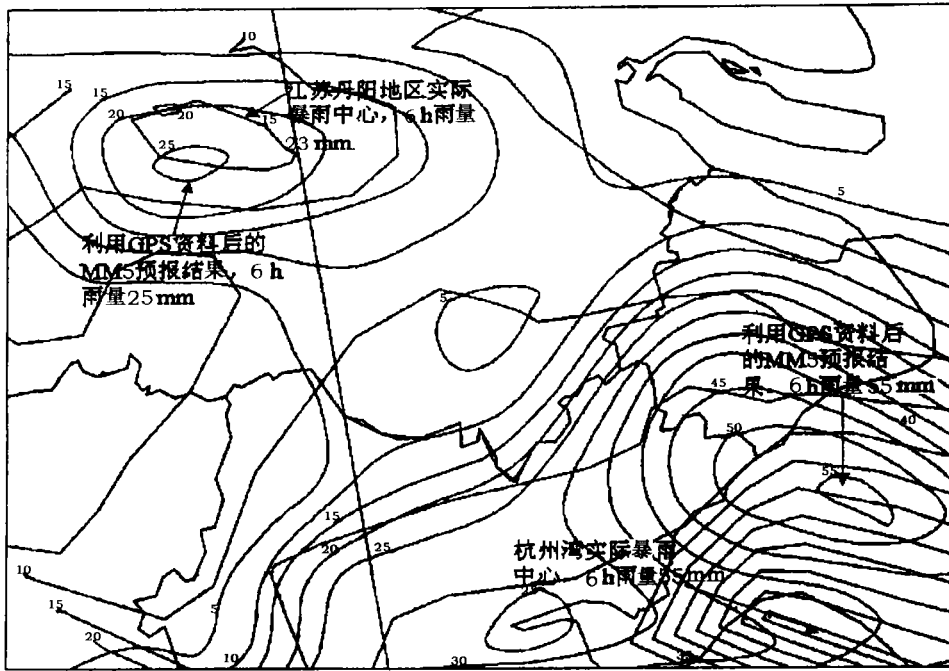


图4 GPS/PWV 同化到数值预报模式 MM5 后的预报结果

参 考 文 献

- 1 Braun J, Rocken C, Ware R. Radio Sci., 2001, 36: 459
- 2 王小亚, 朱文耀, 严豪健等. 大气科学, 1999, 23: 605
- 3 Iwabuchi T, Naito I, Mannoji N. JGR, 2000, 105: 4573

Coming Process of Meiyu Season in 2002 Over Yangtz River Delta Monitored by Shanghai GPS Network

Song Shuli¹ Zhu Wenyao¹ Ding Jincai² Cheng Zhongyi¹

(1. Shanghai Astronomical Observatory, Chinese Academy of Sciences, Shanghai 200030)

(2. Shanghai Central Weather Observatory, Shanghai 200030)

Abstract

Shanghai Comprehensive GPS Application Network (SCGAN) is introduced in this paper. The variety of precipitable water vapor (PWV) series monitored from SCGAN is analyzed. The coming process and characteristic of Meiyu Season in 2002 reflected by PWV are described. By assimilating GPS/PWV with high spatial and temporal resolution, the initial state of numerical weather forecast is improved, and then the accuracy of numerical weather forecast is enhanced.

Key words astrometry—Shanghai Comprehensive GPS Application Network (SCGAN)—data processing —PWV—Meiyu season—numerical weather forecast