

长三角地区梅雨期间大气可降水量的时空特性分析

张益泽^{1,2*} 王解先¹ 陈俊平² 吴斌²

1 同济大学测绘与地理信息学院 上海 200092;

2 中国科学院上海天文台 上海 200030

1 引言

水汽是大气的重要组成部分之一,水汽及其变化是天气、气候变化的主要原因,是灾害性天气形成和发生的重要因子。利用 GPS 技术可以探测大气水汽分布。1987 年, Askne 等提出了 GPS 遥感大气的设想,推导出了大气湿延迟与大气可降水量 (Precipitable Water Vapor, PWV) 的关系。

在长江中下游地区每年的梅雨期间,由于雨水多,范围广,持续时间长,江河水位暴涨,很容易出现洪涝灾害,并引发泥石流等次生灾害。因此,研究梅雨期间的大气水汽的变化,是气象部门工作的重中之重。尤其是在入梅和出梅的前后几天,大气中的水汽含量变化十分明显,需要加强其监测和预报^[1]。

基于此,本文对长三角地区梅雨季节期间的大气可降水量的时空特性进行了研究。

2 大气可降水量

通常用两个量来表征大气水汽情况,一个是综合水汽含量 (Integrated Water Vapor, IWV),其定义为单位面积上水汽的累积含量;另一个是可降水量 (PWV),表示折算成液态水的水柱高,两者都可以用于描述大气中的水汽含量^[2]。

大气可降水量 PWV 与天顶湿延迟 ZWD (Zenith Wet Delay) 之间的关系为:

$$PWV = \Pi \times ZWD \quad (1)$$

其中, Π 为与地面温度有关的比例因子,称为无量纲比例因子或 ZWD 与 PWV 的转换系数。用上式计算得到的从 ZWD 到 PWV 的转换误差为 2%。比例因子 Π 随季节和气候的变化而变化,它的近似值为 0.15^[3]。

3 长三角地区出梅前后 PWV 的时空变化

根据气象部门提供的信息,2010 年上海于 7 月 17 日出梅,江苏于 7 月 18 日出梅。在出梅期间,大气中的水汽和降水量变化较大。在 2010 年长三角出梅期间,上海徐家汇地区从 7 月 14 日到 7 月 17 日都出现了大雨或暴雨 (<http://www.21cma.net>)。在整个梅雨期间,长三角地区呈现北部降水偏少,南部偏多的局面。

本文基于 2010 年上海和江苏的 CORS 网观测数据,利用上海天文台和同济大学开发的 LTW 软件计算得到各 GPS 测站的天顶对流层延迟,采用对流层模型精确扣除干延迟后得到天顶湿延迟,根据公式 (1) 获得测站上空的 PWV,对长三角地区 2010 年出梅期间的 PWV 进行了研究。

图 1 和图 2 给出了 SHCORS 和 JSCORS 的几个基准站 2010 年出梅期间 (2010 年 7 月 16 日到 2010 年 7 月 20 日,年积日为 197 到 201) 的 PWV 变化情况。

从图 1 可以看出,SHCORS 这几个站的 PWV 的值在 2010 年 7 月 18 日 (年积日 199) 前始终维持在 50mm 以上,而 7 月 19 日以后迅速减小至 40mm 以下,这基本符合上海于 2010 年 7 月 17 日出梅的气象情况。特别是在 7 月 16 日 (年积日 197) 这天,几个基准站的 PWV 基本上达到了 60mm,实际气象情况是,这一天上海地区普降大到暴雨。另外,从不同测站分析,位置偏北的崇明 (CMMZ)、嘉定 (SHJD)、宝山 (SHBS) 相对于其他站的 PWV 值偏低 (如 7 月 14 日),特别是在 2010 年 7 月 14 日 (年积日 195)。这与梅雨期间北部降水偏少,南部偏多的气象情况一致。这些也同样说明 PWV 对实际降水具有很好的指示作用。

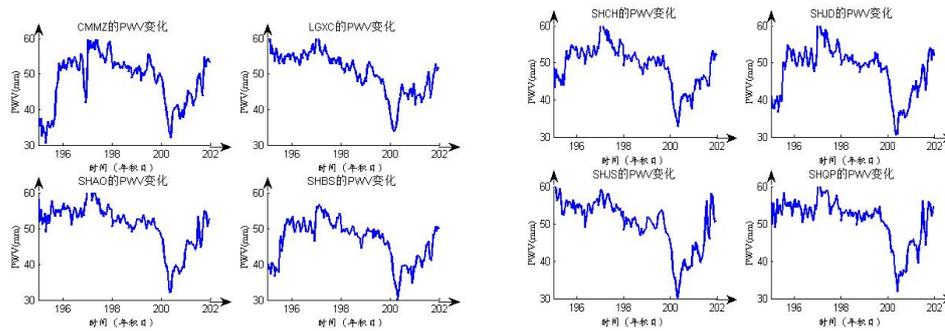


图 1 上海 CORS2010 年出梅期间 PWV 变化

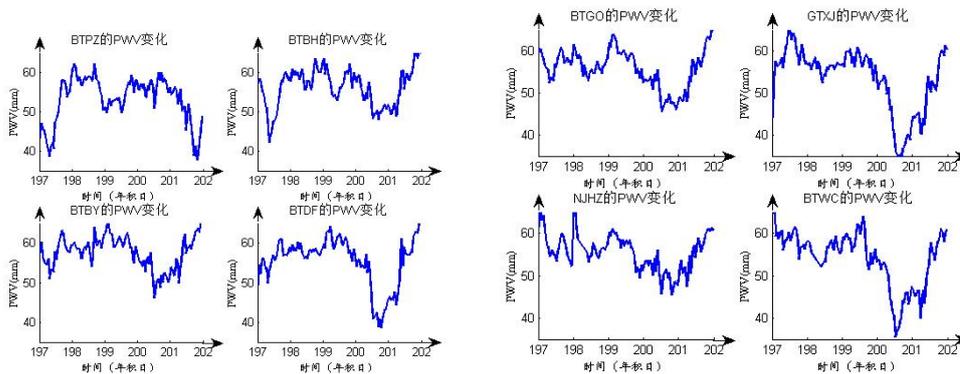


图 2 江苏 CORS2010 年出梅期间 PWV 变化

在图 2 中，第一个站 BTPZ 纬度最高，第二个站 BTBH 以后的纬度依次递减，其中第三个站 BTBY 和第五个站 BTGO、第四个站 BTDF 和第六个站 GTXJ 位置相离较近，第八个站 BTWC 的纬度最低，离上海较近。由于 JSCORS 的站点分布范围较广，不像 SHCORS 那样密集，所以每个站 PWV 的变化情况并不完全相同。从图 2 中可以看出，PWV 的减小趋势大部分发生在 2010 年 7 月 19 日以后（年积日 200），且越往北减小趋势越推迟（如 BTPZ）。但都比 SHCORS 的 PWV 减小趋势延迟了 1 至 2 天。这也说明了江苏的出梅时间要晚于上海，符合真实气象情况。

4 总结

本文使用 GPS 观测数据，分析了上海和江苏在 2010 年出梅期间的 PWV 变化情况。从结果可以看出，在出梅期间，PWV 的变化有一个明显的下降过程。同时，PWV 的空间分布与实际降水分布和气象情况大致相同。与探空资料相比，GPS/PWV 的精度高，时间和空间分辨率也很高，因此在 GPS 气象学中，可以利用 PWV 的变化对梅雨季节，以及短期雷暴雨和台风等灾害性天气进行预报和监测。

参 考 文 献

[1] 宋淑丽.地基 GPS 网对水汽三位分布的监测及其在气象学中的应用[D].中国科学院上海天文台, 2004
 [2] 陈俊勇.地基 GPS 遥感大气水汽含量的误差分析[J].测绘学报, 1998, (02): 113-118
 [3] 王小亚, 朱文耀, 严豪建等.地基 GPS 探测大气可降水量的初步结果[J].大气科学, 1999, (05): 606-512