

文章编号: 1006-4354 (2008) 05-0031-03

GPS 水汽探测原理及应用

周敏¹, 张黎², 解斌²

(1. 漳州市气象局, 福建漳州 363000; 2. 西安市气象局, 西安 710016)

摘要: 随着地基 GPS 技术日益完善以及 GPS 气象学研究的迅速发展, 地基 GPS 探测技术已经成为一种有效的大气水汽探测手段, 可提供高精度、高容量、快速变化的水汽信息。介绍地基 GPS 遥感大气可降水量的基本原理, 分析国内地基 GPS 水汽探测取得的主要成果及应用现状, 展望 GPS 水汽探测的发展及潜在应用。

关键词: GPS; 水汽监测; 可降水量

中图分类号: P412.13

文献标识码: B

水汽是大气中时空变化最活跃的成分之一, 是生成云和降水的必要条件, 对天气和气候的变化有重要影响。但是水汽分布极不均匀、时空变化大, 是大气成分中变化最大的一种。如何测定大气中的水汽含量, 监测大气中水汽分布及变化趋势, 并将监测结果应用于实际业务预报特别是中小尺度灾害性天气的监测预报, 一直是气象研究中的热点问题。

传统上使用无线电探测、卫星红外线探测和微波探测等手段由于自身存在的局限性已经无法适应现代业务的要求, 急需新的技术实现不同时空范围的水汽监测。20 世纪 90 年代, Bevis^[1] 提出 GPS 气象学, 此后国内外开展试验研究都表明, 地基 GPS 技术作为一种新型大气探测实用技术, 通过高覆盖率的地基 GPS 网络, 提供高时空分辨率的水汽探测技术, 可有效地弥补传统探测技术在时间和空间上的不足, 提供高精度、高容量、快速变化的水汽信息。

1 地基 GPS 监测水汽原理

GPS 卫星发射的信号, 穿过大气层时, 受到大气折射而延迟, 通常可分为电离层延迟和对流层延迟, 电离层延迟可通过双频或电离层模型基本消除。对流层总延迟 (Z_{TD}) 由静力延迟 (Z_{HD}) 和湿延迟 (Z_{WD}) 组成。其中 Z_{HD} 可通过相应的地

面观测资料用 Saastamoinen^[2] 模型计算: $Z_{HD} = 10^{-6} \frac{k_1 R P_s}{g_m M_d}$, 对流层延迟 Z_{TD} 减去 Z_{HD} 可得到 Z_{WD} 。

然后根据 Z_{WD} 与可降水量 (P_{wv}) 的关系式: $Z_{WD} = \Pi \cdot P_{wv}$, 算出地基 GPS 遥感的大气水汽可降水量。其中转换系数 $\Pi = \frac{10^6}{\left(\frac{k_3}{T_m} + k_2'\right) R_v}$, T_m 为

大气加权平均温度, 为地面气温的线性拟合; $k_2' = k_2 - \left(\frac{R_d}{R_v}\right) k_1$, k_1 、 k_2 、 k_3 为折射常数。由此可见, 用 GPS 数据推算大气水汽含量过程中, 正确确定 T_m 值就能保证转换因子 Π 的精度, 从而提高估算 P_{wv} 的精度^[3]。较普遍使用的是 Bevis 的经验公式^[4]: $T_m = 70.2 + 0.72T_s$, 但由于区域的差异, Bevis 模型用于不同地区会产生一定的模型系统差异。为使获得的可降水量值最优, 对于不同的地区, 可采用回归分析建立适合该地区的 T_m 与 T_s 之间的函数关系式。综上所述, GPS 技术反演水汽的流程如图 1 所示。

2 GPS 水汽监测的应用现状

我国在 20 世纪 90 年代进行大量的研究, 在 GPS 探测大气的原理、精度评定、误差分析以及可行性研究等方面取得了成果^[5-7]。本世纪初, 我国逐渐开展了 GPS 站网建设以及应用性的区域

收稿日期: 2008-04-17

作者简介: 周敏 (1983-), 男, 福建建阳人, 本科, 学士, 助工, 从事专业气象服务。

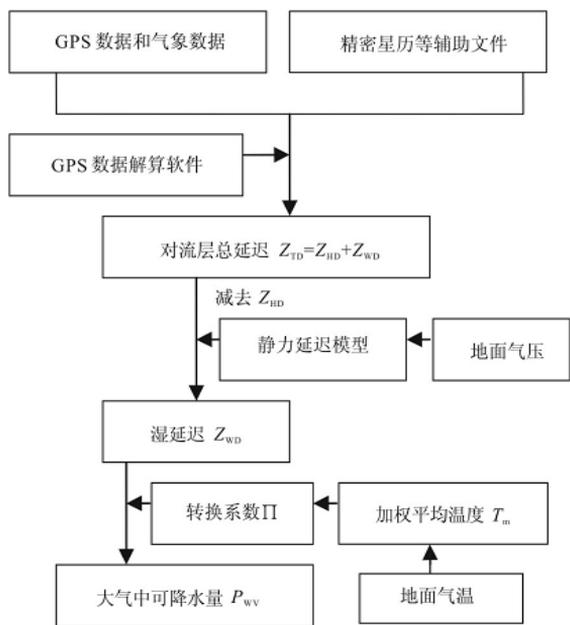


图1 GPS反演水汽流程图

站网建设等工作,相继建成GPS区域综合应用网, GPS的气象应用也从研究试验、业务实验走向业务试运行,有些地区如上海、北京等已开始提供区域实时的大气可降水量产品。在应用研究方面,中国气象局2001年在河北开展了GPS水汽观测技术推广项目的实验性研究,建设水汽观测的试验站点和网络,研究水汽观测的业务化技术要求,为地基业务化观测打下了基础。国家卫星气象中心开发同化GPS水汽和天顶延迟的中尺度变分同化系统,验证GPS水汽观测对改进数值预报的作用。

2.1 GPS-PWV用于分析预报

地基GPS探测大气水汽,可获得高时效、高时空分辨率的水汽场,可准确地分析天气系统的演变,进行预报。研究和试验^[8-10]已验证了地基GPS探测大气可降水量时空分布的可行性和可靠性。通过分析GPS-PWV的时空分布及其时间变化与局地环流、地形以及降水时段、强度和范围等因子的关系,对地基GPS-PWV用于提高预报降水和灾害性天气的准确性具有重要的作用。GPS试验分析表明,预报员可以较好的利用GPS-PWV资料对灾害性天气发生概率做出客观评估,从而提高临近预报的能力。

2.2 GPS-PWV用于中尺度数值预报模式

中尺度数值预报模式的预报的优劣很大程度上取决于初始场,特别是湿度场的质量,将直接决定模式降水预报的准确性。由于水汽观测稀少,水汽场的空间分布不连续,以常规探空资料为主的模式初始场常常捕捉不到实时的水汽变化,特别是暴雨和强对流天气的发生前,从而导致预报的准确率不高。地基GPS可进行全天候、高精度、高时空分辨率的观测,这些高精度水汽信息的加入,将大大提高初始湿度场,从而有效地提高数值预报准确性。地基GPS-PWV通过同化技术放入数值预报模式,可以改进暴雨过程的落区和强度预报,有助于改进重大天气和暴雨的预报能力。

2.3 GPS-PWV用于气候分析

水汽在全球气候系统中起着重要的作用,水汽的输送、凝结和释放,影响着全球的水分循环和能量循环。同时,水汽也作为温室气体之一,对全球气候变暖也有着很大的贡献。利用全球地基GPS水汽分布资料,可以分析全球水分循环、空中水资源的开发利用以及水分收支计算及气候区划,促进全球气候和气候变化的研究。通过长期的GPS-PWV资料分析,可以监测水汽的长期变化趋势,从而间接地监测气候的变化趋势。

3 总结和展望

作为一种新型的探测技术,地基GPS监测大气水汽的可行性和可靠性已经得到证明。利用高精度、高分辨率的GPS-PWV资料对于监测暴雨等灾害性天气的水汽变化、提高短时临近预报的准确性是很有利的。

长时间的GPS水汽资料序列在气候变化监测中得到很好的应用,也在水资源开发、人工影响天气方面提供一种新的工具,也是以后要努力开发的方向。随着天气预报精细化要求的提高和区域中尺度GPS探测网的建设,可进一步研究水汽在中、小尺度天气发展中的作用,在锋面、大雾、台风等恶劣天气的监测中得到更广泛的应用。

参考文献:

- [1] Bevis M, Businger S, Herring TA, et al. GPS meteorology: Remote sensing of atmospheric

文章编号: 1006-4354 (2008) 05-0033-03

12121 气象电话异常数据快速处理方法

李 芬^{1,2}, 张瑞兰², 贾素贞³

(1. 南京信息工程大学, 南京 210044; 2. 山西省气象局, 太原 030002;
3. 太原市气象局, 太原 030002)

摘 要: 介绍运用模块化结构研究方法对 12121 气象电话异常数据快速处理的技术实现。在保证系统数据和用户资料的准确和安全前提下, 实现对异常号码的快速判别和异常话单的快速处理; 使 12121 气象电话的投诉率迅速下降, 12121 气象信息费的回收率明显提高。

关键词: 12121 气象电话; 异常数据; 处理方法

中图分类号: P409

文献标识码: B

现代移动通信技术为公众提供广阔的信息资源, 也为气象科技服务开辟了新的服务领域和途径。开展 12121 气象电话气象服务可以使用户随时随地获取各地天气预报, 掌握所需气象信息, 使气象部门在获得良好社会效益的同时获得较大的经济效益。

多年来在 12121 服务中, 网络、线路、话机、人为错误拨打及不明原因造成的异常号码、异常话单而导致的用户投诉一直是困扰气象部门的严

重问题。特别是近年来, 随着人们消费意识的不断增强, 用户投诉率明显增加。异常号码, 特别是异常话单的产生, 不仅用户怀疑, 通信运营商疑义, 甚至我们也感到不合常理。严重损害气象部门的形象, 造成用户、通信运营商及气象部门的相互不信任, 导致合作不顺利、用户投诉率的提高和气象信息费回收率的降低。为改善目前这种不利局面, 对 12121 气象电话异常数据的快速处理方法进行研究。

收稿日期: 2008-03-10

作者简介: 李 芬 (1964-), 女, 山西汾阳市人, 学士, 高工, 从事应用气象和气象科技。

water using the global positioning system [J]. Journal of Geophysics Research, 1992, 97: 15787-15801.

[2] Saastamoinen J. Atmospheric correction for the Troposphere and Stratosphere in Radio ranging of Satellites [J]. The Use of Artificial Satellites for Geodesy Monogr, 1972, 15: 247-251.

[3] 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, 27 (2): 113-118.

[4] Michael B, Steven B, Steven C, et al. GPS meteorology: Mapping wet Delay onto Precipitable Water [J]. Journal of Applied Meteorology, 1993, 33: 379-386.

[5] 李成才, 毛节泰. GPS 地基遥感大气水汽含量分析 [J]. 应用气象学报, 1998, 9 (4): 470-477.

[6] 党亚民, 王权, 冯金涛. 利用 GPS 资料反演大气水汽含量的研究 [J]. 测绘科技动态, 1999 (3): 2-5.

[7] 刘焱雄, Iz H B, 陈永奇. 地基 GPS 技术遥感香港地区大气水汽含量 [J]. 武汉测绘科技大学学报, 1999, 24 (3): 245-248.

[8] 梁丰, 李成才, 王迎春, 等. 应用区域地基全球定位系统观测分析北京地区大气水汽总水量 [J]. 大气科学, 2003, 27 (2): 236-244.

[9] 姚建群, 丁金才, 张坚捍, 等. 用 GPS 可降水量资料对一次大暴雨过程的分析 [J]. 气象, 2005, 31 (4): 48-52.

[10] 丁金才, 黄炎, 叶其欣, 等. 2002 年台风 Ramasun 影响华东沿海期间降水量的 GPS 观测和分析 [J]. 大气科学, 2004, 28 (4): 613-623.