

文章编号: 1006-4354 (2006) 03-0029-02

GPS 技术在气象探空测风中的应用

秦 晓 军

(西安东强电子导航技术有限公司, 西安 710068)

摘 要: 针对现有气象探空测风系统存在的问题, 在研究 GPS 定位原理及其数据交换协议的基础上, 将 GPS 技术引入气象探空测风领域。设计实现了基于 GPS 定位技术的探空测风系统, 并着重论述了系统采用的数据编码方式和纠错校验方法。系统预留了温度、湿度和压力信息的采集接口, 具有较好的扩展性。在实际放飞试验中证明, 该系统设计可行, 运行可靠。

关键词: GPS; 定位; 探空测风; 汉明码

中图分类号: TP206

文献标识码: B

长期以来, 我国一直使用人工释放探空气球的方法进行高空综合探测。使用经纬仪或雷达跟踪气球的飞升轨迹, 确定空间位置的坐标值, 求出气球所经过高度上的平均风向风速。经纬仪测量需要人工观测气球的仰角和方位角以算出气球的空間位置, 自动化程度不高, 可靠性不好; 雷达测风是通过仰角、方位角和斜距来对气球定位的, 这种方法的设备庞大、耗电量高, 低仰角下测风精度低, 而且地面设站需按规划来布局, 不利于临时观测。GPS 定位技术, 为设计出精度更高、使用更为方便的测风系统提供了可能。

1 探空测风系统设计

1.1 测风原理

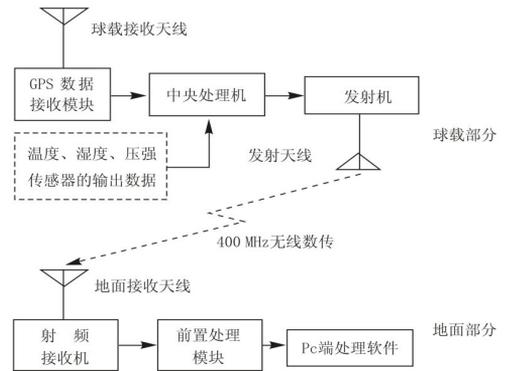
GPS 探空测风是新一代高空探测系统。它运用 GPS 定位技术来测量大气风向和风速。将空中的探空气球作为随气流移动的质点, 通过吊装在气球上的 GPS 接收机获取气球当前位置, 再由发射机将当前气球的位置信息和 UTC 时间按一定时间间隔发送给地面接受设备。地面接受设备再将这些信息通过标准串口发送给上位机进行数据处理, 最终解算出当前时刻气球在特定坐标系中位置的坐标值, 然后再根据气球位置的变化计算出被测点的大气风向和风速。方法测量的是气球所经过高度上的平均风向和风速。

GPS 测风的优点是, 系统精度和自动化程度

高, 抗干扰能力强, 地面测站轻便省电。

1.2 系统设计

GPS 探空测风系统组成: 球载设备和地面接收设备。系统的原理结构如图 1 所示。球载部分由 GPS 天线、GPS 接收模块、中央处理机、和高频信号调制发送模块与发射天线构成; 地面部分由接收天线、射频接收机、高频滤波、解码以及 PC 端的数据处理软件组成。



虚线框中的内容是系统可扩展的部分

图 1 气象探空测风系统框图

GPS 数据接收模块负责接收探空仪的 GPS 信息, 并将信息送往中央处理单元。中央处理单元是球载部分的核心, 它由单片机和测量电路构成, 完成数据的采集和编码处理。发送单元将中

收稿日期: 2005-11-30

作者简介: 秦晓军 (1972-), 男, 西安市人, 硕士, 工程师, 主要研究方向智能交通系统、GPS 应用。

央处理单元传来的数字信息转变成 400 MHz 的射频信号, 发送给地面接收系统。

地面设备接收球载设备发射的射频信号, 经过放大、滤波, 再将信号解调成数字信号, 通过标准串口送给计算机。计算机对信息进行解析和处理, 输出相应的风速和风向数据。

1.3 数据编码和处理

为测算出探空仪所在位置的风速和风向, 必须从 GPS 接收机获得相应位置的经纬度、高度和时间信息, 然后根据 2 个采样点的数据解算出平均速度和方向。系统初始化时, 需要对 GPS 模块进行设置, 设定对外只发送定位信息 \$GPGGA 和大地坐标信息 \$GPGLL 两种数据帧, 其他数据帧都不再向中央处理机发送。为了尽量延长球载设备上电池的使用寿命, 减少电文长度, 中央处理单元将从 GGA 和 GLL 中提取需要的数据位, 组成新的数据帧, 再传给发射机发射。

数据帧遵循 NMEA-0183 标准。采用定长编码, 校验和算法为异或算法。格式定义:

\$PXOP, hhmmss.ss, llll.llll, a, nnnnn.nnn, b, w.w,*hh<CR><LF>

式中, 前导码是 \$PXOP, 前导码也可用于信号同步。后面紧跟的信息码分别是 UTC 时间、纬度、南北纬标志、经度、东西经标志和高度。星号后的两个字节是校验和。整个数据帧以回车符和换行符为结束标志。

为了降低误码率并保证系统通信的可靠性, 系统采用 (7, 4) 汉明码。(7, 4) 汉明码具有在 4 bit 数据中发现和纠正 1 bit 错误的能力。将原始信息中的每一个字节, 拆分为高 4 位和低 4 位, 分别进行汉明编码, 组成两个字节的数。虽然码元长度增加了 1 倍, 但是具有 25% 的纠错能力, 并能够很好的消除随机错误, 增加了系统的抗突发干扰性。

地面接收设备收到发回的数据之后直接通过串口转发给 PC 机。PC 端的数据处理软件首先对每个字节分别解码、纠错, 然后对相邻 2 个字节按照高低 4 位来组合以恢复原始数据流。最后再进行数据解析、计算、统计、显示和打印。气象数据还可以按照标准探空报文的格式要求输出。

2 探空试验

GPS 探空测风系统设计制造完成后, 进行了 4 次放飞测量试验。共记录了 6 组实际测量数据。其中后两次使用双接收机接收进行对比测试。

探空气球上升的过程中, 气球受到风力以及升力的影响, 上升运动呈现不稳定的摆动现象, 造成球载设备以及发射天线的摆动, 致使地面接收机接收到的调制信号幅度变化较大。同时, 接收机周围环境的电子设备也会给系统引入突发干扰。此外, 接收机本身工作时也存在随机干扰。可见, 影响 GPS 探空测风系统综合误差的主要因素在系统通讯部分。为消除干扰, 系统规定每 10 s 采集一组 GPS 数据, 每分钟进行一次数据整合和发送; 发送重复率设为 3, 即每分钟连续发送 3 组相同的数据。为了提高传输可靠性, 在通讯协议中增加了汉明码纠错校验。在后 4 次放飞试验中的通信正确率达到了 100%。特别是在最后两次放飞试验中, 气球高度超越海拔高度 30 km, 水平距离超过了 270 km, 数据接收仍然稳定可靠。经过比较, 系统接收到的探空数据与气象局当天的数据基本一致, 不仅验证了系统通讯协议的可靠性, 也证明了系统方案的可行性。

3 结束语

GPS 探空测风系统实时性强、操作方便、结果精度高, 几乎不受天气条件的限制。系统已经预留了温度、湿度、压力的采集接口, 并定义了相应的数据传输协议。经过适当的扩展, 就可实现相应信息的采集功能, 具有良好的应用前景。

参考文献:

- [1] 肖远亮. NMEA-0183 数据标准在 GPS 技术中的应用 [J]. 物探装备, 2003 (6): 13-2.
- [2] 徐刚, 王培延. GPS 气象探空仪原理与工程设计 [J]. 导航, 2005 (2).
- [3] 姚雯, 郑国光, 郭亚田, 等. 气象探空测风软件系统的标准化研究 [J]. 应用气象学报, 2004 (2): 15-1.
- [4] 周处强, 胡嘉欢. 贵州省高空气象探测宣传思路 [J]. 贵州气象, 2005 (3): 29-30.