

马中元,朱春巧,王华军,等. GPS-Net 授时系统在气象业务中的应用[J]. 气象,2010,36(4):132-136.

GPS-Net 授时系统在气象业务中的应用^{*1}

马中元¹ 朱春巧² 王华军³ 俞炳⁴

潘江平² 林春¹ 肖玉玲¹ 桂保玉¹

1 江西省气象科学研究所,南昌 330046

2 江西省大气探测技术中心,南昌 330046

3 江西省吉安市气象台,吉安 343000

4 江西省气象局,南昌 330046

提 要: 随着气象事业的发展和制作精细化预报的需求,气象业务系统对时间的要求及时间概念的重要性愈来愈被认识。统一气象业务系统的时间,对提高观测数据质量起到十分重要的作用。GPS-Net 授时系统是采用 GPS 时间源及系统接收软件技术,对计算机进行授时服务。通过 Network 网络授时发布软件和 Network 用户终端接收软件技术,将标准的时间经过网络传递给若干用户,同时还要充分考虑 GPS 系统安全和网络安全。结果表明:GPS-Net 授时系统能准确地获取 GPS 时间源信息,并通过网络技术发布到用户终端上,使气象业务系统获得标准的时间误差小于 1 秒。由于采用网络发布式和气象内网限制方式,有效地减少了服务器和用户终端的负担,防止了外网病毒与黑客的侵入。GPS-Net 授时系统为气象装备和气象业务系统,提供了快捷、准确、自动的授时解决方案。

关键词: 气象业务校时, GPS 时间源, Network 授时系统, 时间同步

GPS-NET Time Service System Applied in Meteorological Operations

MA Zhongyuan¹ ZHU Chunqiao² WANG Huajun³ YU Bing⁴

PAN Jiangping² LIN Chun¹ XIAO Yuling¹ GUI Baoyu¹

1 Jiangxi Provincial Meteorological Science Institute, Nanchang 330046

2 Jiangxi Atmospheric Exploring Technique Center, Nanchang 330046

3 Ji'an Meteorological Observatory, Jian 343000

4 Jiangxi Provincial Meteorological Bureau, Nanchang 330046

Abstract: With the development of the meteorological cause and the requirement of fine weather forecast, the requirement and concept of time are been recognized more and more important for meteorological operational system. The unified time of meteorological operational system plays an important role in improving the quality of observation data. GPS-NET time service system uses the GPS time source and system received software technology to make time service for computer. Standard time can be transmitted to certain users by net with Network time service publishing and Network user terminal received software. At the same time, the security of the GPS system and Network is considered fully. The results show that: GPS-NET time service system can obtain GPS time source information accurately and release to user terminals through network technology to make meteorological operational system obtain the standard time (error < 1 s). The way of network publishing and meteorological internal network limitation can reduce the server and user terminal's burden effectively and preventing external net virus's invasion. The quick, exact and synchronization solution of time service is provided for meteorological equipment and meteorological operation by GPS-Net time service system.

Key words: meteorological operational time-collating, GPS time source, Network time service system, time synchronization

* 江西省气象局 2008 年重点科研项目“多普勒雷达数据质量自动控制的研究”,编号:JXQX2009Z04
2009 年 2 月 23 日收稿; 2009 年 9 月 18 日收修定稿
第一作者:马中元,从事气象电子技术研究. Email:mazhongyuan@163.com

引言

天气的变化可以说是瞬息万变的,时间概念在气象科学领域里有着十分重要的意义。一次天气过程的监测和预报,很可能会因为在时间上的不精确、不同步,而造成判断结果差之毫厘,失之千里。随着现代化气象装备的大量投入和对天气预报结果提出的精细化要求,我们对时间的重要意义有了新的认识。

2002年,随着多普勒天气雷达的逐步建设和运行,雷达工作时间不统一、雷达体扫时间有长有短、参加雷达组网拼图的雷达工作不同步等问题;自动气象站时间不统一,经常出现由于主机时间误差造成采集数据缺失等问题。为了解决多普勒天气雷达和自动气象站等气象业务系统时间误差,2002年我们开发出多普勒天气雷达和自动气象站GPS授时系统,当时是采用8088汇编语言编写的中断驻留程序,只能在WINDOWS98操作系统上单机运行,还没有开发出网络授时程序。由于当时对气象信息时间系统的认识不够,该GPS授时系统没有在业务上运行,但整体设计思路和编程技术为后续工作的开展奠定了基础。2008年,随着雷达组网拼图的迫切需要,雷达统一授时和同步观测问题^[1]摆在我们面前。要实现雷达同步观测,首先要解决统一授时和网络安全等问题。GPS-Net授时系统是针对于多普勒天气雷达和自动气象站等设备开发的,同时也适用于所有连接气象信息网络上的终端用户。与此相关研究还有雷达同步观测技术与实践^[2],利用GPS-Net授时系统来统一参加组网拼图的雷达时间,并控制雷达RDA体扫时间来实现雷达同步观测。通过对两部CINRAD/SC雷达的现场试验,这种方法可行、实用,能较好解决多部雷达同步观测问题。

本文利用GPS精确时钟系统和发布式网络技术,将时间与网络通讯结合起来,构建GPS-Net授时系统,以满足日益发展的气象业务系统的需要。

1 GPS-Net授时系统

随着气象业务的不断完备和发展,利用新技术、新手段实现全网气象装备自动授时和时间监控,彻底改变原始的人工对时操作,建设一个内网方式的气象业务系统授时中心很有必要,GPS-Net授时系

统就应运而生。

GPS-Net授时系统由三部分组成:一是GPS时间源系统,它包括GPS接收模板和天线、GPS时钟接收软件;二是Network网络授时发布软件;三是Network用户终端接收软件。前两部分是GPS-Net授时系统服务器必须安装的软件,第三部分是用户终端接收软件,可以在气象业务网(内网)中任一用户终端上运行,并随服务器定时发布授时信息而自动实现授时功能。它更像一种汉字输入法,不需要用户去关心,隐藏在托盘中,除非你想查看网络连接状况等信息时才会使用它。

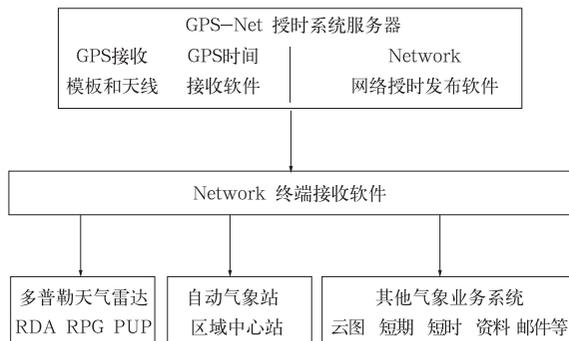


图1 GPS-Net授时系统组成示意图

Fig.1 Structural diagram of GPS-NET time service system

2 GPS时钟系统

GPS系统是全球定位系统(Global Positioning System)的简称,它由三大部分组成:一是空间星座部分,包括GPS工作卫星和备用卫星;二是地面监控部分,控制整个系统和时间,负责轨道监测和预报;三是用户设备部分,主要是各种型号的接收机^[3-4]。时间在GPS测量中是一个基本的观测量,卫星的信号、卫星的运动、卫星的坐标等都与时间密切相关,对时间既要求精确又要求稳定连续。在GPS系统中,卫星钟和接收机钟均采用稳定而连续的时钟系统,GPS时钟精度高达 10^{-9} s。GPS-Net授时系统的服务器标准时间源就是采用GPS时钟系统,该系统保证在全天候下至少能收到四颗定位卫星,通过气象内网发布时钟信息,同步气象业务系统设备的时间误差 <1 s。

2.1 GPS数据格式

GPS系统有多种数据格式,在GPS-Net授时系统中选取了GGA和ZDA两种数据,而在2002年

版本中使用的是二进制 NMEA-0183 格式。GGA 数据主要选取质量因子(1=GPS)和应用卫星数(00-12),只有当质量因子=1 和应用卫星数 ≥ 4 时

(1,04)才有效,这也是为了 GPS 安全考虑。ZDA 数据是完整的时间和日期数据,其时间精度可以达到 10^{-9} 毫秒量级。

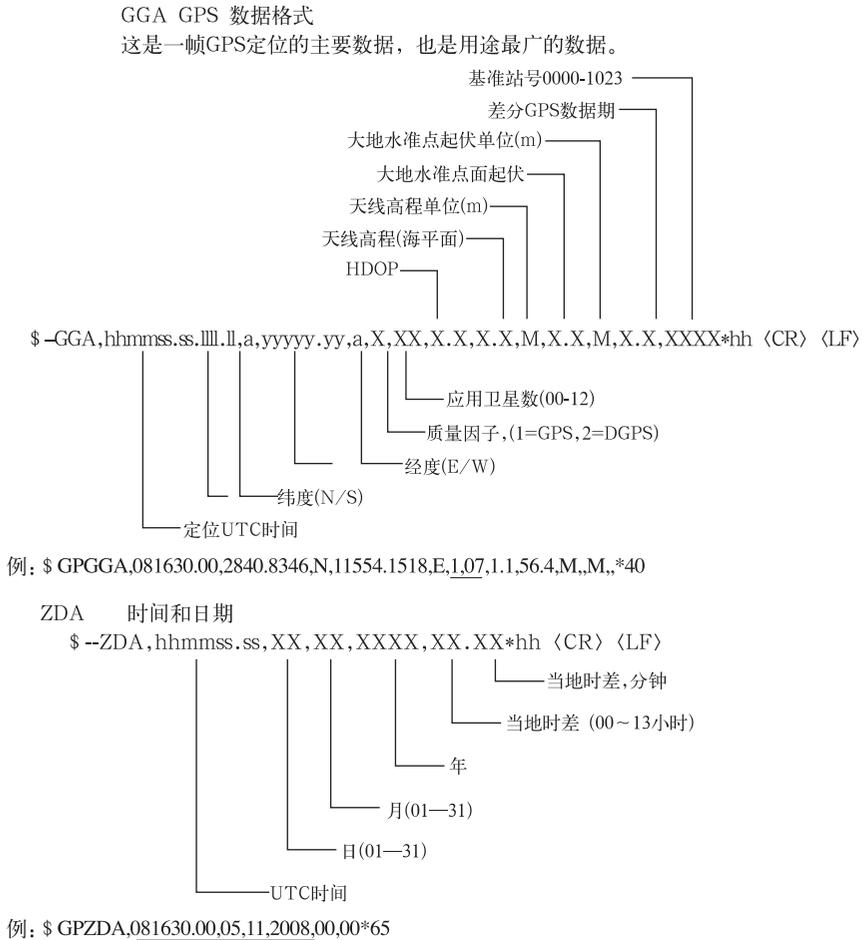


图 2 GGA 和 ZDA 两种 GPS 数据格式

Fig. 2 Two kinds of GPS data formats of GGA and ZDA

2.2 GPS 时间源的硬件与软件

2.2.1 硬件

GPS 时间源硬件采用 Motorola 公司 M12M TIMING OEM 模板。具有授时精度高(< 10 ns)、定位精度高(< 5 m)、同时跟踪 12 颗卫星并行接收 12 通道、功耗小、适合长时间不间断工作和尺寸小、抗干扰能力强等特点。GPS 天线使用高灵敏度外接天线。

M12M TIMING OEM 模板的供电是 GPS 能否稳定工作的关键。为了提高 GPS 硬件的稳定性,抛开了外接稳压电源的方法,采用计算机内部电源,把 GPS 模板集成在计算机 PCI 插卡上,像显卡、网卡一样插在计算机主板上,这种方式不受稳压电源

的波动和接触等影响,使 GPS 模板的安全性和可靠性大大增强(2002 年版本是外接稳压电源方法)。

2.2.2 软件

GPS 时钟接收软件使用 Visual Studio 2008 C 语言编写,编程软件界面好,编写的程序代码短,简洁实用,同时还直接兼容汇编、VB、VF 等语言,移植性强,是目前比较流行的编程语言。编写的 GPS 时钟接收程序界面简单(图 3),代码短(只有 212 KB 字节),运行速度快,占用 CPU 时间和系统资源少,因为气象台站计算机资源十分宝贵。

2.3 GPS 时钟系统的安全

要想实现气象业务系统全网时间同步,GPS-Net 授时系统是个可行的解决方案。但是,GPS-Net



图 3 GPS-Net 授时系统 GPS 时间源接收软件界面

Fig 3 Interface of GPS-NET time service system GPS time source received software

授时系统采用 GPS 时钟系统授时,也存在着安全隐患和系统风险,一旦国际上发生变故,GPS 系统有可能被控制工作。当然,这种可能性很小。最安全的做法是采用 BGG-A2 双板三合一系统,这套系统由北斗 BD-6 和 JNS100 双板组成,实现了北斗一号卫星系统(中国)与 GPS(美国)、GLONASS(前苏联)卫星系统的无缝融合,被称为“三星”互为备份系统。但是,BGG-A2 系统价格很高,阻碍了系统广泛使用。

为了防止 GPS-Net 授时系统出现安全风险,在软件处理上作了相应的判断和调整。在程序中增加了对时间安全性判断,一旦发现 GPS 出现问题,软件自动屏蔽授时。判断思路主要有两个方面:一是判断同时收到 4 颗星以上数据才有效;二是判断 GPS 时间与计算机系统时间是否相差巨大,阈值控制在 1 分钟内。

3 Network 网络授时软件

3.1 Network 网络授时发布软件

现在网络授时软件随处可以免费下载,这些软件大多数采取用户手动授时方式且软件存在安全隐患(带病毒)。这种外网授时软件有三点不足:一是授时网站的安全性没有保障,时有时无,出现问题后网站不负任何责任;二是用户如果同时请求授时,信道拥挤,给服务器带来很大负担;三是外网病毒和黑客的侵入很难控制。

Network 网络授时发布软件安装在带有 GPS 时钟系统计算机(即网络授时服务器)中,采用 Network 发布信息技术进行授时。这种方式类似于电台广播,由点带面,改变了传统网络授时请求式的被动状况。Network 网络授时服务器通过发布软件按时向网络用户终端广播(不一定是正点)。Network 网络授时发布软件采用托盘方式,将图标放在右下角,用户不需要关心授时软件的运行状况,授时程序自动完成全部工作,简单方便。

Network 网络授时发布软件可以人工设置授时间隔,一次性设置好后,就不需要再设置。在信息窗口里还可以监视看到所有连接用户的授时时间、IP 地址和授时状态,这从某种角度来讲,实现了显示网络监测远程终端状态之功能(图 4 左)。为了软件安全,授时软件只能在内网中使用,有效阻止了外网病毒和黑客的侵入。

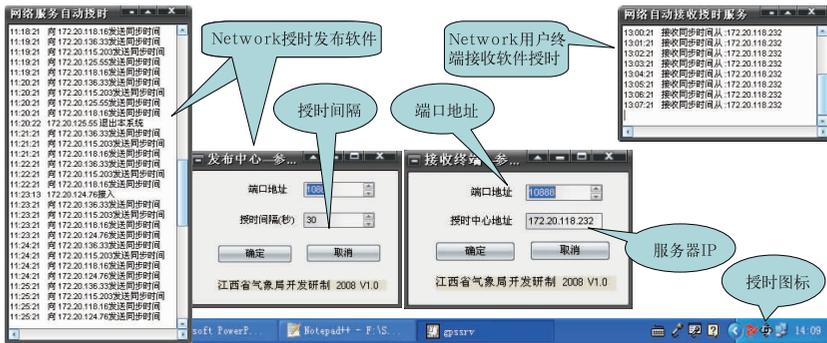


图 4 Network 网络授时系统软件界面

Fig. 4 Interface of Network time service system software

3.2 Network 用户终端接收软件

Network 用户终端接收软件可以安装在气象内

网中任何需要精准对时的用户终端上,并全自动地为用户终端授时服务。从简洁思路出发,Network 用户终端接收软件只设置服务器 IP 地址,完成设置

后就不需要人工操作。右下角托盘就像某种输入法一样安静,当然,你也可以打开信息窗口,查看授时连接信息(图 4 右)。

Network 网络授时软件与外网其他授时软件比较有以下优点:(1) 采用自己的专用授时服务器,网络安全性大大提高;(2) 采用发布式授时,大大减轻了服务器和用户端的负担;(3) 采用只允许内网用户访问,有效地防止了外来病毒和黑客的侵入。

4 江西吉安气象台 GPS-Net 授时系统运行情况

多年来,吉安市气象台采用的授时途径主要有电台、电视、01012117 校时电话等手段,但由于各家播报的时间不稳定且无法解决自动授时等问题的存在,难以满足气象台站业务授时的需要。如何方便、准确、自动地为气象业务系统授时,成为亟待解决的一个课题^[5-10]。江西省气象局开发的《GPS-Net 授时系统》(2008 V1.0 版),解决了长期困扰气象业务授时的问题。

4.1 系统组建

吉安 GPS-Net 授时系统由(1) GPS 接收天线+GPS 模板+GPS 时钟接收程序;(2) Network 授时发布软件;(3) Network 终端接收软件三部分构成。从 GPS 卫星上获取标准时钟信息,通过 TCP/IP 网络发布(接收)到计算机、控制器等设备,自动实现与 GPS 标准时钟同步,授时精度 <1 s,工作稳定可靠。

GPS 硬件安装在吉安气象内网服务器上,IP 地址:172.20.136.168,系统配置 windows 2000 service pack 4 或 XP,同时运行 GPS 时钟接收软件和 Network 网络授时发布软件。用户接收终端系统配置 WIN95/98/ME/NT/2000/XP 等均可,只须安装 Network 用户终端接收软件即可自动授时。

4.2 系统运行

吉安 GPS-Net 授时系统在 Network 网络授时发布软件端自动设置串口和波特率,管理员只要一次性设置好“授时间隔(秒)”,一般设置为 360 s(6 分钟),正好与雷达体扫时间一致,也可以设置为 3600 s(60 分钟),最少 1 s。

在用户接收端只要运行 Network 终端接收软

件,并将 IP 地址一次性设置为吉安气象内网服务器 IP 地址:172.20.136.168 即可工作,安装简单方便。

吉安气象台是江西省第一个实现气象业务网络所有用机时间同步的台站,九江、庐山等地也相继投入业务使用。GPS-Net 授时系统为气象业务系统提供了快速、精确、自动的授时功能。由于气象内网的稳定性和安全性,使其授时系统的性能、质量都可靠稳定,授时精度误差 <1 s,业务人员再不用拨打校时电话,在气象业务中发挥了很好的作用。

5 结 语

通过一年多的试验和业务运转,证明 GPS-Net 授时系统是一个精度高、全天候、稳定性强的全自动授时系统。它能连续提供准确的时间信息和实时监控发送端与接收端的授时记录,保证了气象系统内网所有链接的计算机时间同步,解决了当前气象科技和气象业务发展中的授时问题,具有广泛地推广和使用价值。

目前,GPS-Net 授时系统还不能使用无线方式授时,能否针对巨多数量的区域自动气象站,通过 GPRS/CDMA 链接方式自动授时,是一个很有意义的课题,也是 GPS-Net 授时系统下一步工作的重点。

参考文献

- [1] 马中元,朱春巧,傅敏宁,等.多普勒天气雷达的统一授时和同步观测初探[J].气象与减灾研究,2008,31(3):63-66.
- [2] 马中元,朱春巧,陈云辉,等. CINRAD 雷达同步观测技术思路与实践[J].气象水文海洋仪器,2009,26(4):1-6.
- [3] 胡伍生,高成发,施一民. GPS 测量原理及其应用[M].北京:人民交通出版社,2002.
- [4] 徐绍铨,张华海,杨志强,等. GPS 测量原理及应用[M].武汉:武汉大学出版社,2001.
- [5] 张立清,张洪卫,刘春兰.自动站不正常情况的处理[J].气象,2004,30(12):85.
- [6] 任芝花,熊安元.地面自动站观测资料三级质量控制业务系统的研制[J].气象,2007,33(1):19-24.
- [7] 陶士伟,徐枝芳.加密自动站资料质量保障体系分析[J].气象,2007,33(2):34-41.
- [8] 王海军,杨志彪,杨代才,等.自动气象站实时资料自动质量控制方法及其应用[J].气象,2007,33(10):102-109.
- [9] 窦以文,屈玉贵,陶士伟,等.北京自动气象站实时数据质量控制应用[J].气象,2008,34(8):77-81.
- [10] 余君,牟容.自动站与人工站相对湿度观测结果的差异及原因分析[J].气象,2008,34(12):96-102.