

何婉文,肖文名,陈晓宇,等. 时间同步技术在气象业务中的应用[J]. 气象,2010,36(1):115-118.

# 时间同步技术在气象业务中的应用<sup>\*1</sup>

何婉文<sup>1</sup> 肖文名<sup>1</sup> 陈晓宇<sup>1</sup> 王 佳<sup>2</sup> 张永华<sup>1</sup>

1 广东省气象信息中心,广州 510080

2 广东省气象科技培训中心,广州 510080

**提 要:** 在气象业务中,对时间的一致性要求很高,尤其是各种气象资料的准确同步观测对科学研究和业务应用都是非常重要的。随着观测手段和观测设备的增多,气象业务对全网时间同步的需求也越来越迫切。文章介绍了时间同步技术中的 NTP 协议的原理、工作模式和体系结构,设计了广东气象业务时间同步方案并用于实际业务中,取得了很好的业务效果。

**关键词:** 时间同步, NTP 协议, 气象业务

## Application of Time Synchronization Technology to Meteorology

HE Wanwen<sup>1</sup> XIAO Wenming<sup>1</sup> CHEN Xiaoyu<sup>1</sup> WANG Jia<sup>2</sup> ZHANG Yonghua<sup>1</sup>

1 Guangdong Meteorological Information Center, Guangzhou 510080

2 Guangdong Training Center of Meteorological Science and Technology, Guangzhou 510080

**Abstract:** The time synchronization is demanded in the meteorologic operation. In particular, the accurate simultaneous observation of a variety of meteorological data are very important in the research and applications. With the methods of observation and observation equipment increasing, the demand of the whole network time synchronization is also more urgent. The principle, working models and architecture of time synchronization protocol were introduced, and then the time-synchronization was designed and used in Guangdong meteorological business, and achieved very good results.

**Key words:** time synchronization, NTP protocol, meteorological business

## 引 言

随着气象业务的发展,气象信息系统的自动探测、资料传输处理、网络运行管理、应用服务等业务应用系统日益增多<sup>[1]</sup>。这些业务应用系统设备都有自己的时钟,相互之间的时钟数值偏差非常普遍,虽然可以人工修改、校正设备时间,但无法保证设备间特别是各应用系统间的时间同步。应用和管理好高频度探测的气象资料,必须要求气象信息系统各相关环节业务应用系统有较好的时间一致性,建立气象业务的全网时间同步系统,可以解决由于时间上的差异导致时效统计偏差、实况资料显示不一致、系

统日志和作业调度时间不一致等一系列业务应用和服务问题。国内曾经在气象卫星地面站间进行过时钟同步的研究<sup>[2-3]</sup>,或者通过算法实现观测资料的同步<sup>[4-5]</sup>。

## 1 现状及需求分析

广东省气象信息系统目前承担着多项业务应用系统,包括全网运行维护管理系统、各种气象资料的收集和传输系统、办公自动化系统、邮件系统、防病毒系统、网站服务系统、高性能计算机等。这些应用系统相互间的时间一致性要求都比较高,如某个时间的不同步都可能造成系统事件日志时间标识的不

\* 2009 年度中国气象局气象新技术推广项目“省级网络时间同步及试用技术”(CMATG2009MS60)资金

2008 年 6 月 2 日收稿; 2009 年 9 月 4 日收修定稿

第一作者: 何婉文,主要从事气象应用软件开发工作. Email: hewanwen@grmc.gov.cn

一致,降低各应用系统的可管理性;对于有时效考核要求的气象资料,由于系统时间不同步,也经常会出 现由于产品生成时间与产品接收时间的明显不合理 差异。现有的业务系统通常存在着 UNIX、LINUX 和 WINDOWS 等多种操作系统,时间同步技术工作 还需要解决不同操作系统间的系统同步问题。目前,计算机系统的时间同步技术大多采用软交换技术,由于气象信息系统与互联网逻辑连接,所以采用 互联网时间同步技术,即利用 NTP 协议实现业务 信息系统中各应用系统的时间同步。

现有的业务系统中存在着 AIX、SUSE Linux、 RedHat9、SCO UNIX、Win2000、WinXP、WinNT 等多种操作系统,机器的时间由系统管理员定期校 准,无法保证机器间的时间同步。而对于全省气象 网络中的近千台机器,每台机器都从 Internet 上进 行时间同步并不可行,需要在局域网内实现时间的 同步。

## 2 NTP 技术介绍

时间同步是指网络各个节点时钟以及通过网络 连接的各个应用界面的时钟的时刻和时间间隔与协 调世界时(UTC)同步,将网络环境中的各种设备或 计算机的时间信息(年月日时分秒)基于 UTC(Uni- versal Time Coordinated)时间偏差限定在足够小的 范围内(如 100 ms)<sup>[6]</sup>。

网络时间同步的标准协议是网络时间协议 (Network Time Protocol, NTP), NTP 由美国德拉 瓦大学的 David Mills 研发,可以估算出数据包在 Internet 上的往返延迟,并可独立的计算计算机时 钟偏差,从而实现网络上计算机可靠和精确的时间 同步<sup>[7]</sup>。精确度为:局域网 10  $\mu\text{s}$ ~10 ms; Internet 100  $\mu\text{s}$ ~1000  $\mu\text{s}$ <sup>[2]</sup>。

NTP 建立起的网络基本结构是分层管理的类 树形结构。网络中的节点分为时钟源和客户两种, 每一层上的时钟源或客户可向上一层或本层的时 钟源请求时间校正。第 0 层为官方时钟所保留,第 一层为一级时钟源层,其上没有任何客户,只有主 钟源,这些钟源直接相互不允许校正。一级钟源 的任务就是将时间信息向第二层的钟源或客户发 布。第二层及以下层除层数不同、时间质量不一 样外没有本质上的区别。第  $n$  层上的时钟源的 时间来自第  $n-1$  层或第  $n$  层,并向第  $n$  层上的 时钟源和第  $n+1$

层上的客户提供校时服务<sup>[8-10]</sup>。0 层以下的服务器 层层同步,最多可以有 15 层。

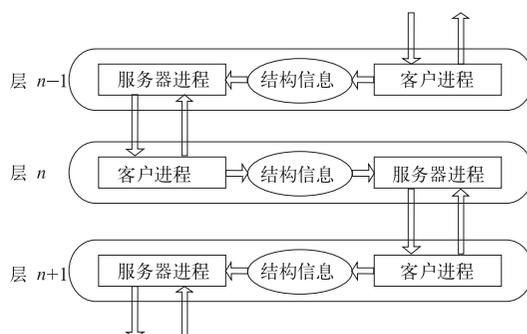


图 1 时间同步系统的架构模型

Fig. 1 Architecture model of time synchronization system

NTP 客户端发出时间请求,与时间服务器交换 时间,这个交换的结果是,客户端能计算出时间的延 迟,它的弥补值,并调整与服务器时间同步。通常情 况下,在设置的初始,在 5 至 10 分钟内有 6 次交换。 一旦同步后,每 10 分钟与服务器时间进行一次同 步。冗余服务器和不同的网络路径用于保证可靠性 的精确度,除了客户端/服务器商的同步以外, NTP 还支持同等计算机的广播同步。NTP 在设计上是 高度容错和可升级的<sup>[11]</sup>。

## 3 方案设计

根据时间同步系统的结构模型,联系广东省气 象局的实际情况,设计了本省的时间同步架构如图 2 所示。使用一台专门的机器作为时间同步服务器 与 Internet 时间同步服务器进行同步,以便得到准 确的时间,然后将该时间服务器作为局域网内的标 准时间源,向局域网内机器提供标准时间。

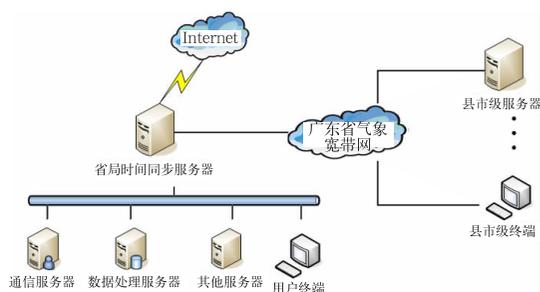


图 2 时间同步架构图

Fig. 2 Time synchronization structure

由于广东省气象局宽带网已初具规模,达到省局与市局间 10M 光纤连接,市局与县局间 2MSDH 连接,而时间同步服务对网络压力不大;另外,采用专门的 IBM x3650 作为省局时间同步服务器,足以应对 1000 台机器的 UDP 同步请求。经过测试,BIOS 工作正常的机器在不同的时间间隔内的时间偏移量平均值如表 1 所示。

表 1 时间偏移量平均值测试结果

Table 1 Test results of the average of time offset

同步时间间隔/s	60	600	1800	3600	7200
时间偏移量/s	0.000953	0.001617	0.022728	0.036109	0.135344

从测试结果看,同步间隔使用 3600 s 已可达到较高的时间精度,因此设计了时间同步客户端每小时与省局时间同步服务器进行同步的方式,实现全省气象业务用机的统一对时。

现有的气象业务中存在着 SUSE Linux、AIX、RedHat9、Windows2000、WinXP 等多种操作系统,因此试验了分别以 SUSE Linux、Windows2000、AIX 为时间服务器,将这三种操作系统的时间服务器作为 Internet 时间同步服务器的客户端,以便得到准确的时间,然后将该时间服务器作为局域网内的标准时间源,向局域网内机器提供标准时间的方案。

在这三种方案的测试过程中,除了要在时间服务器上设置好上级时钟源、与上级同步的时间间隔外,还要考虑服务器的安全,以保证时钟服务的可信。为了达到这个目的,采取了以下策略:

- (1) 只允许局域网内一部分的用户连接到时间同步服务器。
- (2) 客户端不能修改时间同步服务器上的时间。

## 4 时间同步在气象网络的推广应用

通过试验,实现了分别在 SUSE Linux、Windows2000、AIX 操作系统上建立时间同步服务器,向局域网内机器提供标准时间的功能。

根据系统稳定性和安全性的原则,选择了在 IBM x3650 上安装 SUSE Linux 操作系统,在 SUSE Linux 上安装 NTP 服务,通过配置 NTP 的配置文件/etc/ntp.conf,实现 NTP 服务器和 Internet 标准时间服务器的同步。在/etc/ntp.conf 上作了以下安全设置:

(1) 对于默认的 client 拒绝所有的操作: restrict default kod nomodify notrap nopeer noquery

(2) 允许本机地址一切的操作: restrict 127.0.0.1

(3) 允许局域网内所有 client 连接到这台服务器同步时间,但是拒绝让他们修改服务器上的时间: restrict X.X.X.X(源地址省略) mask 255.255.255.0 nomodify

局域网内的 linux、AIX、Windows 系统的时间同步客户端定时与该时间同步服务器进行对时。

在日常的资料传输业务中,常规观测资料、雷达产品和自动气象站产品的时效要求比较高。由于运行常规观测资料收集软件的计算机都是处于与省局直接连接的局域网上,所以只需在这些机器上设置好时间同步服务的客户端,定时与省局时间同步服务器对时即可;对于架构较复杂的雷达产品和区域自动气象站产品收集系统设置了不同的对时方式。

### 4.1 雷达产品的时间同步

雷达系统结构如图 3 所示。

由于雷达站中的 RDA (雷达数据采集子系统) 与广东省气象局域网是物理隔离的,不能与省局的时间同步服务器对时,而 RPG(雷达产品生成子系统)和 PUP(主用户处理器)是与广东省气象局域网连通的,可以直接与省局时间同步服务器定期对时。因此先将 RPG 设置为省局时间同步服务器的客户端,与省局时间同步服务器进行对时,同时又将 RPG 设置为地市雷达网络的时间同步服务器,作为省局时间同步服务器的下级时钟源,地市雷达采集子系统 RDA 作为客户端与 RPG 进行同步对时。这样通过多层时间同步架构,实现雷达站中的机器与省局服务器的时钟同步。经过几个月的测试,证明这种同步方案是有效可行的。

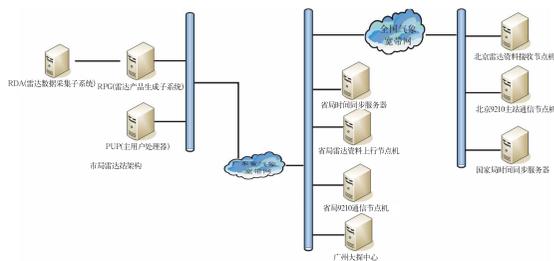


图 3 广东省雷达站接收系统结构  
Fig. 3 Diagram of radar receiving system in Guangdong Province

## 4.2 区域自动气象站的时间同步

区域自动气象站是通过 GPRS 网络与省局信息中心运行的数据接收系统服务器通信的,每隔 6 分钟各区域自动气象站将采集到的数据通过 GPRS 上传至数据接收系统服务器。在区域自动气象站的资料采集软件中,已内置了时间同步功能,由数据接收系统服务器每小时向各区域自动站发送时间同步指令,实现区域自动站与数据接收系统服务器的时钟同步对时。因此将数据接收系统服务器设置为客户端,与省局的时间同步服务器进行对时,即可实现全省区域自动气象站与省局业务系统时间的同步。

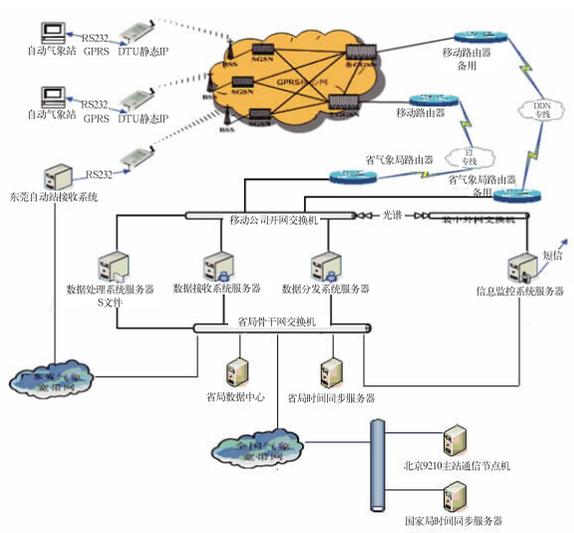


图 4 区域自动气象站系统结构

Fig. 4 Architecture of automatic weather station system in Guangzhou region

## 5 结束语

本文阐述了时间同步技术中的 NTP 协议的原理、工作模式和体系结构,设计了广东省气象时钟同

步方案,并于 2008 年 1 月实施和业务运行。目前省局的业务用机、全省所有雷达站和区域自动站等业务机器都实施了时间同步,第一次真正做到了观测时间同步,为气象预报、科学研究和信息传输时效统计等业务提供了很好的基础保障,根本解决了过去由于时间不同步而造成的业务问题。2008 年 3 月开始作为试点省参加国家气象信息中心业务流程梳理及时效分析工作,广东省实施的时间同步业务作为流程梳理工作的基础被采纳并发挥了很好的作用。随着业务的发展,建立全网的时间同步业务显得越来越重要,本文实施的时间同步方案对各省建立类似业务系统有很好的借鉴作用。

## 参考文献

- [1] 宋连春,李伟.综合气象观测系统的发展[J].气象,2008,34(3):3-9.
- [2] 朱爱军,赵立成,何成.异地气象卫星地面站的时间同步方案及误差分析[J].气象,2006,32(8):47-53.
- [3] 徐建平.地球同步气象卫星数据收集平台系统[J].气象,1985,11(11):24-28.
- [4] 李白佳.701 雷达观测的同步性、准时性与测风误差[J].气象,1987,13(12):42-44.
- [5] 周海光,王玉彬.多部多普勒雷达同步探测三维风场反演系统[J].气象,2002,28(9):7-11.
- [6] 刘爱国.时间同步技术在校园网中的应用[J].邢台学院学报,2007,22(2):101-103.
- [7] 王建珍.计算机网络时间同步技术应用研究[J].山西电子技术,2005,4:7-8.
- [8] 丁永红,徐强.基于 ORBUS 时间系统的网络时间同步[J].计算机工程与应用,2007,43(2):164-167.
- [9] 朗洪亮.中国气象局网络统一授时系统设计[G].信息技术在气象领域的开发应用论文集,2007,9:119-123.
- [10] 丁永红,徐强,汪芸.基于 NTP 的 ORBUS 时间同步系统[J].东南大学学报,2006,36(3):477-482.
- [11] 张锴.NTP 及其在电信时间同步网络中的应用[J].邮电设计技术,2006,5:45-49.