

# ATM 网络在分布式 SCADA- GIS 系统中的应用

徐怡山<sup>1</sup>, 陶克<sup>1</sup>, 贺鹏<sup>1</sup>, 张艳芳<sup>2</sup>

(1. 三峡大学电气信息学院, 湖北 宜昌 443002; 2. 许继集团有限公司水电部, 河南 许昌 461000)

**摘要:** 针对 SCADA- GIS 系统网络通讯中的瓶颈, 分析了该系统中各种服务对网络性能的要求。根据 ATM 网络技术的特点, 设计了一种 ATM 连接的 SCADA - GIS 系统, 并从 SCADA 流量、GIS 流量、服务质量 QoS 和拥塞控制四个方面对网络的性能作进一步的讨论。测试结果表明设计方案的网络性能得到较大的提高。

**关键词:** 异步传输模式; 地理信息系统; 数据采集与监视控制系统

**中图分类号:** TM73; TP391 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2004)16-0034-03

## 0 引言

自动绘图 AM (Automated Mapping) 和设备管理 FM (Facilities Management) 是国际上近来兴起的一门新技术, 它是地理信息系统 (GIS) 在电力企业管理尤其在配网中的具体应用。这个技术在国外发展非常快, 最近趋势是进一步实现数据采集与监视控制系统 (SCADA) 信息与 AM/ FM 相结合, 把配网实时状态、参数甚至电能表读数等加到 AM/ FM 图上。一般来说, SCADA 系统和 GIS 系统一般不在同一地区, 简单的局域网结构不能完全满足这两个系统之间通讯的要求。传统的电力系统通信网络为各个单一的通信网络。网络结构薄弱, 传输带宽有限, 可靠性差, 不支持突发业务, 接口种类有限, 缺乏端到端的网络管理等等。这样就给网络的运行、维护带来很大的不便。利用具有实时容量和高带宽的广域网连接技术是解决这个问题行之有效的手段。

上世纪 90 年代初开始发展的 ATM (Asynchronous Transfer Mode) 网络技术, 是一种很有特色, 有发展前途和应用价值的新型网络技术, 它最主要的特点是为了适应多媒体通信而开发的。ATM 技术不但继承了电路交换和分组交换的优点, 而且表现出其它的优越性。其关键技术是实现具有内部速率很高的, 无阻塞的交换结构; 具有同时处理语音、数据、视频等传输业务的大于几个甚至几十个 Gbps 速率的高吞吐量; 能在统计复用网络中有效处理各种实时业务; 并具有较强的网络业务流量、管理和维护功能。

## 1 ATM 连接的 SCADA- GIS 系统

图 1 是一个传统的 SCADA- GIS 系统连接方式, 在这种方式下, RTU (远端终端单元) 通过 RS232C 或 RS485 和 FEP (前端处理机) 相连接, FEP 负责处理这

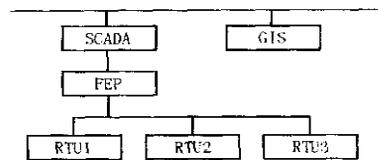


图 1 传统网络拓扑结构

Fig. 1 Conventional structure of network topology

些 RTU 之间的通讯。通过这种方式, SCADA 就能随时获取这些 RTU 信息。通过局域网, 做到 SCADA - GIS 系统之间的信息共享。上述这种网络拓扑结构简单, 实现简单, 缺点是连接的 RTU 的数目有限, 也就是说, 这种方式仅适用小规模系统。如果这些 RTU 之间的距离超过局域网的通讯范围, 采用这种结构, SCADA 就很难实时地获取 RTU 信息。另外, 随着 IED (智能电子装置) 出现, 要求不同的 IED 仅能访问授权的区域, 显然, 目前的结构很难做到。针对上述结构的不足以及考虑到未来升级的需要, 我们需要具有以下特点的网络结构: 有较好的分布控制能力, 具有实时传送 SCADA 系统数据的能力, 对 GIS 系统的数据则无此要求; 对 SCADA 数据分配相对较高的权限; SCADA 和 GIS 系统均能够独立处理各自后备系统事务。

图 2 是一个具有上述特点的网络结构。不同的 FEP 之间通过 ATM 互联, GIS 系统从不同的 RTU 采集数据的同时, 这些数据高速地从 RTU 传送到 SCADA 系统。与图 1 结构相比, 这种结构的网络具有较高的灵活性和管理控制能力。从图中我们可以看出, 异地的 SCADA- GIS 系统采用这种结构更能体现这种优势。下面我们从 SCADA 流量、GIS 流量、服务质量 QoS (Quality of Service) 和拥塞控制四个方面对网络的性能作进一步的讨论。

### 1) SCADA 流量

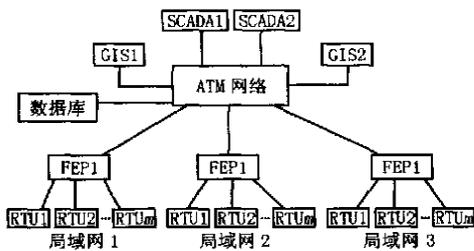


图 2 通过 ATM 互联的网络拓扑结构

Fig. 2 Proposed structure of network topology with ATM

在图 2 结构中,SCADA 主机进行数据分析处理,FEP 进行数据采集和协调通讯工作,因此我们可以通过检测 FEP 和 RTU 之间的信息传送量来确定 SCADA 流量。

在某一时刻,出现如图 3 所示的脉冲网络流量。系统马上分配给 SCADA 一个高优先级的服务 - AAL1,这个服务具有恒定比特率。本文采用的 SCADA 流量模型具有以下特点:a. 恒定比特率;b. 传输速度为 1.544 Mbps;c. 通常情况下 RTU 信道传输速度为 14.4 kbps,突发情况下为 144 kbps。

### 2) GIS 流量

一般认为 GIS 流量取决于对系统数据库的应用请求。从图 4 可以看出,仅当远端客户机请求数据时,GIS 流量才会激增。GIS 系统对网络时延不像 SCADA 系统那么敏感,因此我们采用如下特点的 GIS 流量模型:a. AAL5 的可用比特率;b. 传输速度为 0~2 Mbps;c. 每 15 s 通讯一次。

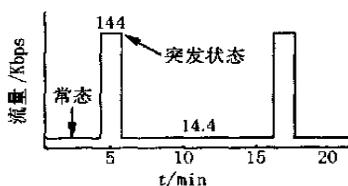


图 3 SCADA 流量

Fig. 3 SCADA traffic flow

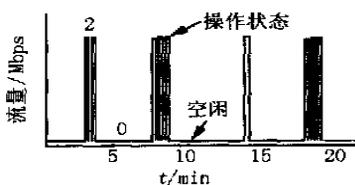


图 4 GIS 流量

Fig. 4 GIS traffic flow

### 3) 服务质量 (QoS)

ATM 网络提供同时处理语音、数据、多媒体视频等多项服务,针对不同的应用,QoS 有不同的要求,有

的对时延比较敏感,有的关心数据丢失率,有的要求高带宽等等。在本文的电力系统网络,SCADA 系统的 QoS 主要集中在传输时延和数据丢失率。GIS 服务对此则无严格要求。不同的应用中信元丢失率和时延之间的关系如图 5 所示。SCADA 系统的 QoS 采用优先级最高的 A 类服务,局域网的 QoS 则采用最低优先级的 D 类服务。针对应用对象的不同,采用的不同 QoS 等级,保证网络应用的较高性能。

### 4) 拥塞控制

由于 ATM 网络内传送的业务种类繁多,使得对业务流量的预测更加困难。另一方面,ATM 网内的信息速率很高,网络的拥塞和故障对业务质量的影响更加严重,甚至造成网络的瘫痪,因此对 ATM 网络的流量控制和拥塞控制非常重要。

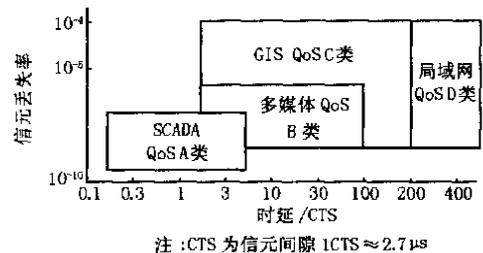


图 5 信元丢失率和时延之间的关系

Fig. 5 Relationship between cell loss ratio and cell delay variations in different applications

ATM 网络既要处理由于大于系统处理能力的通信量而引起的长期拥塞,又要处理由于通信中的突发性传输而引起的短期拥塞。结果人们使用了几种不同的策略,它们当中最重要的可分为 3 类:许可证控制;资源预订;基于速率的拥塞控制。实验表明,资源预订的策略对测试系统的拥塞控制效果比较理想。

## 2 测试结果

测试系统的网络拓扑结构如图 2 所示,三个异地局域网 ATM 相连达到彼此无阻碍通讯。为提高效率,将 GIS 和 SCADA 系统直接连在 ATM 骨干网上,当然在应用的过程中也可以根据实际需要,将它们接在不同或相同的局域网上。不同局域网中的数据通过 FEP 进行交换。SCADA 终端通过 FEP 获取所需数据和发送相关的控制指令,如 SCADA 需要从 GIS 数据库取数据时,可以借助 FEP 从不同的网络中得到这些数据。图中的每个 SCADA 系统由 2 个 RTU 和一台监控主机组成,能同时监控 1500 路数

字输入信号和 500 路模拟输入信号通过 FEP 和 RTU 信息交流,我们可以监控电力系统中的以下信息:断路器状态,变压器状态,电压,电流,有功功率,功率因数。ATM 网络速度 155 M。不同的应用采用不同的 QoS 类型:SCADA 提供 A 类, GIS 提供 D 类,视频提供 B 类,局域网数据提供 C 类。实验信道参数设置如下:SCADA 系统 7~20、GIS 系统 4~20、视频 12、局域网 6。随着信道数的增加,不同应用服务的网络时延情况如图 6 所示。从图中可以看出,在 SCADA 的信道数增加的情况下,SCADA 的网络延时仍不超过 5 CTS(大约 13.5  $\mu$ s)。SCADA 如此良好的性能主要得益于 ATM 网络中的较高优先级。实验表明,在以太网中,数据显示和操作的时延为 2.23~3.46 s。如果采用光纤分布式接口技术,网络时延将减少到 1.29~2.72 s。无论哪种方法的时间延时均大于试验系统中的延时。这表明,由于增加 SCADA 信道所造成的网络延时在电力系统网络中是可以接受的。在 GIS 信道增加的情况下,GIS 的网络延时不超过 40 CTS(大约 108  $\mu$ s),这对没有实时要求的 GIS 服务来说,这个时延对 GIS 服务的影响可以忽略不计。由于 GIS 和 SCADA 信道的增加对视频和局域网服务所造成的时延最大不超过 20 CTS(大约 54  $\mu$ s),这在实际使用中是可以接受的。

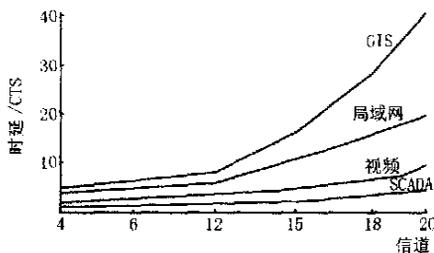


图 6 不同服务网络延时与信道关系图

Fig. 6 Relationship between network delay variations and channel in different applications

### Application of ATM-based network in a distributed SCADA- GIS system

XU Yi-shan<sup>1</sup>, TAO Ke<sup>1</sup>, HE Peng<sup>1</sup>, ZHANG Yanfang<sup>2</sup>

(1. College of Electrical Engineering & Information Technology, China Three Gorges University, Yichang 443002, China;

2. Department of Hydroelectricity, XI Group Corporation, Xuchang 461000, China)

**Abstract:** Some bottlenecks of network communication are shown in SCADA- GIS, the requirement of network performance varying from service to service in SCADA- GIS is analyzed. According to the feature of ATM-based network technology, ATM-based network is applied as the communication backbone between SCADA and GIS, the performance of network is discussed in SCADA traffic, GIS traffic, quality of service and congestion control. The result of test shows that there is a marked improvement in the performance of designed network.

**Key words:** asynchronous transfer mode (ATM); geographical information system (GIS); supervisory control and data acquisition (SCADA)

### 3 结论

本文设计了一种基于 ATM 技术的 SCADA- GIS 互联系统,系统具有以下三个特点: 为 GIS 和 SCADA 系统之间提供了灵活的通讯方式,不同的数据提供不同的带宽; 为电力系统异地的控制和操作可行性提供了保证; 该方式具有良好的扩展性和与其它软件系统通讯的能力,也可作为电力系统其它通讯方式补充或替代。

实验结果表明,测试系统具有较强的灵活性和可行性,该方案为解决电力系统 SCADA 和 GIS 之间的通讯问题提出了一种可行的思路。

### 参考文献:

- [1] Trung D. The Design of Next Generation SCADA Systems [A]. Proc Power Industry Comput Applicat Conf, OH: 2003.
- [2] Cohen R. Service Provisioning in an ATM-over-ADSL Access Network[J]. IEEE Commun Mag, 1999, 37(10): 82-87.
- [3] Phillips C, Kirkby P. ATM and the Future of Telecommunication Networking [J]. Electron Commun. Eng J, 1999, 11(2): 108-124.
- [4] 谢希仁 (XIE Xi-ren). 计算机网络 (第 3 版) (Computer Network, Third Edition) [M]. 大连:大连理工大学出版社 (Dalian: Dalian University of Technology Press), 2002.

收稿日期: 2004-02-06; 修回日期: 2004-03-22

### 作者简介:

徐怡山 (1975 - ), 男, 硕士研究生, 主要从事计算机网络, 电力系统通讯设计, 研究工作; E-mail: yishanx @xjgc.com

陶克 (1980 - ), 女, 硕士研究生, 主要从事电力系统自动化的研究工作;

贺鹏 (1965 - ), 男, 教授, 硕导, 主要从事计算机网络、分布式系统设计、研究工作。