

广州供水调度 SCADA 系统的研究与开发

周力尤 杨树歆

广州市自来水公司

摘要: 本文介绍了用 Motorola 公司 MOSCAD 产品开发的广州供水调度 SCADA 试验系统,着重对技术方案及系统特点作了详细论述,并指出其良好的应用前景。

关键词: 供水调度 SCADA 系统 MOSCAD 系统。

1 课题的提出

供水调度 SCADA 系统 (Supervision Control And Data Acquisition) 的作用是监测自来水生产和输配过程的工艺参数,控制 (自动或手动) 有关设备的运行。它是自来水生产调度及供水管网管理的重要组成部分。SCADA 系统不仅提供实时数据给生产调度、管网管理等部门作为决策的依据,同时也将这些数据积累起来,作为管线设计、改造、管网分析等方面的基础资料。广州自来水公司在八十年代初开始开发 SCADA 系统,经过几次升级扩展,目前已形成具有 38 个管网测压 RTU (单参数)、23 个个厂站库 RTU (多参数) 的 SCADA 系统,在生产调度及供水管理上起到了一定的作用。然而,经过一段时间的运行表明,该系统在以下方面存在着不足:第一,RTU 为国产设备,在设计和生产工艺方面的缺陷造成其不能稳定可靠地运行;第二,系统的通信协议是非标准化的,与水厂 PLC 系统连接困难,因此厂站库 RTU 需专门配置检测仪表,造成重复投资及数据冗余,同时通信的抗干扰能力也较弱;第三,中心站软件的组态功能和开放程序较弱,没有提供远程诊断和维护功能,RTU 的维护工作必须在现场完成,这对于分布在 380 平方公里区域、具有六十多个 RTU,而且需连续运行又不太稳定的系统来说,其维护工作是非常困难的。也就是说,由于设备、信道的可靠性及软件的实用性等方面的原因,该系统尚未能完全达到实用的程序,并且与“城市供水行业 2000 年技术进步发展规划”制定的目标有一定的差距,有许多方面需要改进。

在广州市建委的大力支持下,广州自来水公司与北京塞特雷特科技有限责任公司以“广州供水调度 SCADA 系统的研究”为课题,共同开展了建立一套小规模 SCADA 试验系统 (以下简称“试验系统”) 的开发工作,为今后全面建立一套先进实用的 SCADA 系统积累经验和奠定基础。

“试验系统”主要追求的目标是:硬件系统的可靠性和稳定性;通信协议的可靠性和高效性;与 PLC 系统接口的正确性;以集群系统作信道的效率及兼容性。“试验系统”的主要功能是:从中心站监测水厂及管网各种类型的工艺参数;中心站将回收的数据以友好界面提供给用户;中心站软件可以共享回收的数据;系统工程师可在中心站 (或任意其他 RTU) 上,对 RTU 进行远程维护及监视。

“试验系统”由中心站与两个 RTU 组成,信道利用集群无线通信系统,选择 96 年新建成的西洲水厂的 PLC 自控系统作为 SCADA 系统的基础部分,进行厂站库 RTU 的试验;而管网 RTU 则自带 I/O 模块,外接压力变送器,进行管网 RTU 的试验。

“试验系统”的结构示意图如图 1 所示。

“试验系统”的硬件环境及通信协议是基于 MOTOROLA 的 MOSCAD 产品的。

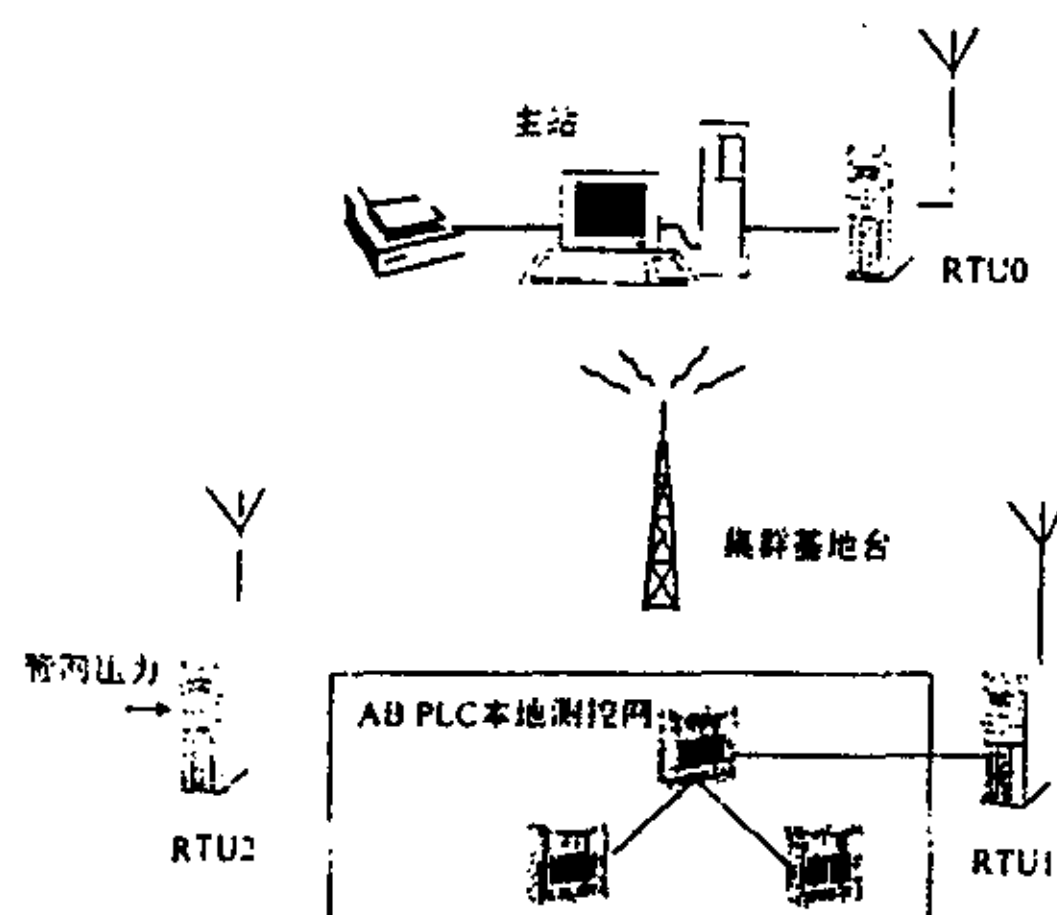


图 1 试验系统结构示意图

2 技术方案论证

“试验系统”技术方案是：硬件配置 MOTOROLA 公司的 SCADA 产品 MOSCAD，中心站软件采用 PCSOFT 公司的 WIZCON 作为 SCADA 软件，在此基础上进行二次开发。

在“试验系统”中，西洲水厂现场采用 A-B 的 PLC 实现测控，MOSCAD RTU 通过串行口（232 口）与 A-B 的 PLC 相连，并通过 MOTOROLA 的 800MHZ 集群系统将数据发往设在 30 公里之外的自来水公司的中心调度室；另外一个 MOSCAD RTU 用来实时监测供水管网的压力情况，并将数据经由集群系统传输到中心调度室。

为了制定“试验”设计方案，并考虑到供水调度管理系统的建立和 SCADA 系统的扩展，现拟讨论四个设计方案要点，问题即：RADIO MODEM 及 RTU 选型；无线通信系统选型；自动化水平的选定；主要技术指标的确定。

1) RADIOMODEM 及 RTU 的选型

针对西州水厂现已建成 A-B PLC 的水厂本地测控网及公司已建立 MOTOROLA 800MHZ 集群系统的情况，选择 MOTOROLA MOSCAD RTU 作为“试验系统”的 RADIO MODEM 及 RTU，其原因是：

- a. MOSCAD 系统具有很强的无线通信组网能力，可直接接入集群通信系统，可实现现场监控与生产集中管理一体化。
- b. MOSCAD RTU 的第三方协议支持软件直接支持与 A-B 的 PLC 的数据通信，系统编程工作量小，运行高效可靠，并且将 MOSCAD RTU 与 A-B 的 PLC 网相连时，不会对其网络性能及现有功能产生任何影响，也不会影响 A-B 的 PLC 网的进一步扩充。
- c. MOSCAD RTU 具有极强的本地测控功能，这为 SCADA 系统中尚无 PLC 的水厂及站库子站的建立提供了极大的便利，当这些子站需加入到现有 SCADA 系统中时，只要增加 MOSCAD RTU（带 I/O）作为监测点，非常方便地与现有系统连接。
- d. MOSCAD 系统适合于比较恶劣的环境，抗干扰能力强，通信误码率较低（ $10^{-7} - 10^{-6}$ ），

通信距离较远（半径 50 公里左右）。MOSCAD 产品荣获 1988 年美国国家质量奖。

2) 无线通信系统的选型

自来水行业特点是水厂多分布在距城市中心较远的地区，自来水管网分布面广，采用有线方式传送现场数据的难度较大。采用无线通信是比较可行的。

无线通信系统有两种类型可供选择，即常规无线通信系统和集群无线通信系统。

常规无线通信系统适用于信息量很大的多个用户使用的大规模通信场合，一组发射机/接收机不需运行在一个固定的工作频率，几个用户可以共享一组通信信道而不互相影响，某个用户需要通信时，系统会自动为它分配一条通信路径。因此，集群无线通信系统适合在大量用户共享相对较少频率资源的场合。集群无线系统具有信息接通时间短、通信可靠性高、多级别优先权安排通信缓急、数据、语音、图像通信共享。

MOTOROLA 的集群无线通信系统是性能价格比最佳的方案，而且，我公司已安装开通了 MOTOROLA 集群系统，无论从技术先进性、系统可靠性还是从保护投资利益、合理利用现有设备资源的角度考虑，选用集群通信都是首选的最佳方案。

3) 自动化水平的选定

“试验系统”应达到 90 年代国际先进水平，考虑到系统扩充的需要，应具有开放性可扩展性。

系统应包括：

a. 水厂数据传输系统

将现有西洲水厂 A—B PLC 网络的数据经由集群通信系统传输至自来水公司中心控制室。

b. 管网监测系统

现在管网监测只设立了一个 RTU，对于系统将来的扩充，只需增加测控点相应的 RTU，系统其它部分的现有功能不受任何影响。

c. 无 PLC 系统的水厂站库子站

对于尚无 PLC 系统的水厂、站库子站，可以选用 MOSCAD RTU 作为本地测控和数据远程无线传输的设备。这些子站可以非常方便地纳入“试验系统”内。

d. 中心站

上位机软件选用 PCSOFT 的 WIZCON 作为 SCADA 软件，WINDOWS95 作为操作系统。WIZCON 是真正的 32 位的实时多任务 SCADA 的软件。它具有良好的开放性，支持 DDE、SQL 及网络等功能，可利用各种手段与第三方软件接口。由于具有这些特点，系统容易升级与扩充，如利用支持 SQL 的特性可将 SCADA 系统的实时数据送给专业的数据库软件进行分析和处理；利用 DDE 特性，可以方便地与其它软件（如报表软件、字处理软件）实现数据实时共享、协同工作；利用网络功能，可非常方便地增加各种级别的显示控制节点，等等。

e. 集群无线通信系统

集群无线通信系统担负着数据和语音的双重任务。

4) 主要技术指标的确定

a. 整套系统应能在 -25°C — $+60^{\circ}\text{C}$ 环境温度下工作。

b. 整套系统应能在电源电压波动 $220\pm 30\%\text{VAC}$ 和频率波动 $50\pm 2\text{HZ}$ 时正常工作。

c. 整套系统的工作可靠性要高，工作寿命要长。MOSCAD 的平均无故障工作时间 (MTBF)

大于 175000 小时。优于“城市供水行业 2000 年技术进步发展规划”设定的指标。

d. 整套系统的抗干扰能力强。MOSCAD 数据通信误码率 $10^{-7} - 10^{-6}$ ，数据通信波特率 2.4KBPS，集群数据通信距离为 15—50 公里。

e. 反应时间：20S。

f. 断电工作时间：5hour。

3 系统特点

1) 技术先进

“试验系统”的 MOSCAD RTU 集完备的本地测控功能 (PLC) 和完善的网络通信功能 (COMMUNICATION) 于一体，其独特的网络通信协议 (MDLC) 能保证在极其恶劣的环境中十分可靠地通信。

MOSCAD RTU 采用模块化结构，除 CPU 模块外，还有各种数字量输入/输出、模拟量输入/输出及混合型输入/输出模块，及其它特殊功能模块。在“试验系统”的 RTU2 中，就是采用了混合型的输入/输出模块，并可根据需要扩充其它模块。

MOSCAD RTU 可以支持不同的通信链路，如：常规无线 VHF/UHF 信道 DFM RADIO, 集群 RADIO, 有线信道包括专线和租用线路，模拟微波、数字微波、公用服务电话网及 LAN 和串行口通信。在“试验系统”中是采用集群 RADIO，并可以灵活地切换为常规无线电等方式。

RTU 可支持的通信方式为：中心站触发的通信方式和 RTU 触发的通信方式。在“试验系统”中采用了中心站触发的轮询方式和控制命令下发方式。

“试验系统”采用的通信协议是 MDLC—MOTOROLA DATA LINK COMMUNICATION。这一协议保证了覆盖范围广阔的网络之内的节点间能够准确有效地通信。MDLC 是符合 ISO 推荐的七层标准 OSI 的高效协议。

MDLC 采用 CRC 校验码，通信误码率为 10^{-7} 。

“试验系统”还具有远程编程的能力。除本地的基本 RTU 配置外，任何 RTU 的应用程序、数据库和 I/O 功能都可用 MOTOROLA TOOLBOS 远程编程和诊断。

此外，利用集群无线电进行语音和数据的传输，也是得益于 MDLC 的强大功能。

中心站软件是用 PCsofe 公司的 WIZCONSCADA 软件包进行开发的，是基于 WINDOWS95 操作系统，具有 32 位体系结构，支持事件驱动、多任务和多线程等先进技术。中心站软件包括了工况图、统计曲线、报表等 SCADA 软件的标准功能。

2) 安全可靠

“试验系统”的硬件是建立在 MOSCAD 产品的基础上，MOSCAD 从芯片到通信机均由 MOTOROLA 公司按美国军标要求设计生产，具有很高的可靠性。并且在世界各地已有许多成功应用的例子。

3) 维护方便

“试验系统”具有远程维护和诊断功能，可以在任一 RTU 处利用无线电对其它 RTU 进行“空中”维护。

4) 系统开放、可扩展性强

“试验系统”的 RTU 采用模块式结构，中心站软件采用组态，无论是 RTU 上扩展测控对

象（如，要增加某一水厂的检测参数）还是增加 RTU 数量（如，要增加整个系统的覆盖范围），都极为方便。而且，中心站的软件提供了完全开放的环境，可以利用各种手段与第三方软件进行数据交换，将 SCADA 系统与 MIS 系统连接起来。

4 成果的意义及其进一步发展

“试验系统”的主要目标是作为建设广州供水 SCADA 系统的试验，通过一年多的试运行表明，检测参数准确，系统工作稳定可靠。该项目于 1997 年 7 月通过了由市科委组织、市建委主持的技术鉴定，鉴定意见认为“适合自来水生产调度应用，技术上达到国内先进水平”，并荣获 97 年广东省建设系统科技进步三等奖。

在“试验系统”的基础上，随着我司新水厂建设或老水厂 PLC 的建立及管网测压点的增加，可以方便地增加 RTU，实现中心对水厂的管网的监测，而对于没有设 PLC 的水厂或站库，则可利用 RTU 的本地测控能力，直接进行测控，最终将“试验系统”升级为完整的供水调度 SCADA 系统。此外，“试验系统”还能利用其 DDE、SQL 等功能，与正在建设的 GIS、MIS 等系统连接，及时、准确、可靠地向它们提供基础数据，充分发挥它们的效益。总之，由于“试验系统”具有良好的开放性，能方便地实现与其他系统的连接，随着公司各种其他网络系统的建成，它将显示出越来越重要的作用。

目前，我司已再次获得广州市建设科技基金支持，在“试验系统”的基础上立项，对网络化的调度平台，SCADA 系统与 MIS 系统的连接，以及 RTU 的突发传输方式等方面作进一步开发和完善。