

# 创建智能监控的水工业远程综合自动化系统架构 Create Integrated Automation System of Intelligent Monitor and Control Water Industry Remote Gou

北京市市政工程设计研究总院 陈运珍



## 作者简介:

陈运珍(1942-),男,广东梅州市人。1965年毕业于天津大学工企专业,北京市市政工程设计研究总院原副所长,历任中国电工技术学会高级会员,中国水工业电工专委会秘书长,全国水泵电机调速研究会副理事长兼秘书长和土木工程学会水工业分会机电委员会委员,中国水工业自动化网总工程师兼

教授。主要研究方向为:水工业领域给排水厂站级最优化网络监控系统研究与开发、城市级广域网络优化调度监控系统工程研究与开发、各种先进控制在给排水厂站中的应用研究与开发、各种调速技术在给排水厂站中的应用研究与开发、大中小型给排水厂站供配电系统工程的设计研究与咨询开发、城市交通监控系统工程的研究与开发、现代化网站的研究与开发。

**摘要:**城市水工业是一个传统的基础企业,自动化控制系统发展太慢,跟不上我国其他行业。21世纪是数字化、信息化和网络化时代。随着It技术、网络技术、无线传感器网络技术、高端的计算机技术、虚拟技术、嵌入式技术以及监控组态软件和先进控制技术的迅猛发展,只有创建最现代化最科学的综合自动化系统——即无处不在的云控制智能监控系统、才能建造经济持续发展的新型水企业。“12.5”期间,国务院拨重金用在云计算的高新技术建设上。云的时代,真正来临了。在数字化和网络化的伟大变革,数字信息量在不断爆炸,敏感业务的要求越来越高,动态的灵活的It网络服务的功能要求越来越快速和越来越安全。云离我们很远,但离我们也很近。

**关键词:**无线传感器网络;实时工业以太网;pac;监控组态软件;自动化系统集成;

**Abstract:** Urban Water Industry Is A Traditional Fundamental Enterprise. As It Technologies, Network Technologies, Wireless Sensor Network Technology, High-end Computing, Virtual Technology, Embedded Technologies, And Ubiquitous Intelligent Cloud Monitoring Develops Rapidly, It Become Possible To Build New Water Enterprise Of Sustained Economic Development.

**Key Words:** Wireless Sensor Network, Wsn; rte; pac; Configuration Software; automatic System Integration;

## 1 概述

### 1.1 中国水工业现场仪器仪表测控系统

水工业的仪器仪表测控系统包括敏感元件。记录显示、传感器、变送器、执行器等若干单元:大体经历了五个发展阶段:

从指针式发展到分立式,第三代是集成电路芯片为基础的数字仪器,第四代是以微处理器为核心的所谓“智能式”仪表,是以硬件或固化软件的形式存在,缺乏灵活性。随着微处理技术、虚拟技术、嵌入式技术、信息处理技术、数字化技术、网络技术、微细精加工技术、各种高精尖的电子元器件不断涌现,第五代功能强大的仪器仪表测试设备正在茁壮成长。

每个供水、排水、污水处理、中水处理、源水输送等流程企业,有各种电量、电压、电流、电度等参数要在线监测,大量的水泵机组、变频器、软启动器、各种阀门、水质各种参数如流量、水温、余氯、水流速度、水流方向、浊度、各个构筑物水位也要在线监测,水量预测、加药系统的闭环监控、加氨、加氯、加矾、臭氧消毒等等现场设备。拿一个污水处理厂来说,在线监测的水质参数也很多:有进出水的浊度、溶解氧、温度、电导率、生化需氧量、化学需氧量、总有机碳、酸碱度、总氮、总磷、悬浮固体、氰化物、还有砷、汞、镉、铬、铅等几十种,还有大量的电、气、机、阀门、鼓风机曝、落水装置等现场设备要参于监控。

现在绝大多数的给水排水的工程都是十几年前兴建的项目,所有现场的光、机、电、气、仪器仪表、传感器、变送器、执行器、驱动器都面临更新换代的问题。

### 1.2 中国水工业监控系统现状分析

传统的水工业工艺流程是以土木型构筑物为主的,设备的程度极低。上世纪七十年代水工业只有极为简单的有线三遥控制。到了八十年代初,有些水厂采用电极式或者浮子式来控制水泵电机的开停。水质参数、水量调节、鼓风机曝气大都采用人工手段。

从八十年代到九十年代,随着微型计算机的出现,水厂单元的环节控制有了很大的发展。我主持设计的北京市第九水厂采用了日本横河的Mx1控制系统,也采用了混凝投药的单元环节控制,以计算机为核心的自动控制取得了重要进展,对一些重要参数可以在线采集;与此同时全国各大城市的水工业,引进了世界上比较先进的自动化控制技术,如水量预测、自动加药、鼓风机曝气、臭氧处理、dcs、fcs等控制技术取得了很大的成功。



上世纪九十年代初我主持设计了北京市、深圳市自来水公司的大城市供水调度和深圳源水输送调度的广域网络远程自动化计算机监控系统，部分数据可以在线的实时监测；但是，当时条件所限，许多水质参数还不能在线监测，如硝基苯、藻毒类等各种细菌和病菌的参数无法在线监测，信息孤岛严重，设计思想，无法实现。许多水厂引进的浊度仪、COD仪、BOD仪等仪器仪表不能在苛刻的现场环境下运转、使用条件要求很高，有的不符合实际的需要或者不符合中国的国情，引进的许多昂贵的先进控制系统解决不了实际问题，达不到设计的实际预期效果，只能束之高阁，造成巨大的浪费，教训是极其深刻的。

## 2 现代水工业综合自动化的基本概念与功能要素

在新形势下，首先，我们要搞清楚水流程工业现代化的基本概念与功能要素。

- 现代化水工业的基本概念：各大城市及各工矿企业要做的给水排水或污水处理项目，不管实际情况有千差万别的地方，生产模式要柔性化，才能适应一年四季供水需求；供需能力国际化，不断地节省成本，不断创新最佳经济绩效，水量研发标准化，适应水量制造周期日益缩短的趋势；竞争优势联盟化，最大限度满足各种客户的用水需求。

- 立于不败之地的水企业必须具有三个功能要素：要有极强的应变能力：自动化集成要支持水工艺流程中核心技术的形成能力；系统要支持对风险的应对能力。还要有极快的应变速度：一个水企业，最上层的ERP系统和最底层的PCS的过程监控系统要同步建设，对市场变化要做到实时同步的快速响应；要加强信息网络建设，使中间环节的MES的产品制造执行层具有快速实时同步响应能力；对水质或因一些突然事件发生巨大变化时，系统对异常情况的对策要有同步应变的快速性。三是要有极好的求知力度：经济全球化后，市场竞争是非常激烈的；水厂主管领导，对市场变化毫不知情，对供应链知识一无所有，企业就没有生存的能力。总之，现代化的远程自动化监控系统，要有极强的数据与信息资源的传输和应用能力；要有极强的数据资源的提炼能力和模型转化能力。

## 3 创建科学的实用的水工业综合自动化系统

40多年来，作者参加了几十项大中型的给水排水处理工程中电气与自控方面的设计任务和评审评标工作；承担过北京和深圳等大城市供水调度系统和源水调度系统的设计任务；多次组织国内外高层技术专家深入研讨水工业自动化的相关问题。作

者认真研究了20多年来国内外大中型流程自动化建设的成功经验和失败的教训，一个实用的科学的水工业远程综合自动化监控系统应该是：必须有一个全数字化的仪器仪表等现场测控系统；必须有一个功能强大的现场可编程自动化控制器；必须有一个功能强大的监控组态软件平台和有本企业特色的先进控制技术；必须有一个功能强大的实时数据库；必须有一个好的厂级监控网络。这些，都是所有水工业自动化集成必须同步解决的核心技术问题。只有这样，水工业才能安全软着陆到云控制时代。

### 3.1 现场机、电、仪、执行器等设备要尽快虚拟化、智能化、多功能化和网络化

钱学森说过：“新技术革命的关键技术就是信息技术，信息技术由测量技术、计算机技术、通讯技术三部分组成，测量技术则是关键和基础”。水工业车间的现场层设备是自动化系统的最底层，有传感器、变送器、启动器、驱动装置、水泵机组、I/O部件、各种阀门、供配电、控制柜、凉水、排泥、加药等大量的各种类型的现场设备。现场设备是综合自动化的基石，是源头。

#### 3.1.1 现场仪器仪表、光、机、电、气等一切设备要尽快智能化

实践证明：传统的各种水质传感器、变送器、执行机构、体积大、功能弱、单一性、硬件化，无法满足网络监控的要求。由于微机系统（MEMS）、超大规模集成（VLSI）新器件、多芯片模块（MCM）、圆片规模集成（WSI）等大量涌现，采用更加精密的微控技术、微加工技术、微光源等技术，使仪器仪表产品体积更小，精度更提高，产品更加丰富。

传统的水企业检测仪器只能探测一种物理量，一个小水厂，传感器和变送器就几十套，而智能的检测仪器可以提供整个应用系统的检测方案，对信息进行处理、分析和调节，对信息误差进行补偿，进行逻辑思考和结论判断；对非线性的信号进行线性化处理；智能化仪器具有自诊断、自标准功能。智能化的传感器能够完成多参数混合检测，智能化传感器具有网络数字化通信接口，将所测到数据域发送给远程监控中心。

#### 3.1.2 现场仪器仪表、光、机、电、气等一切设备要尽快虚拟化

1985年美国NI公司正式推出Labview 版本的虚拟仪器技术，由硬件的软件化，软件的模块化而产生的虚拟仪器。用户可通过鼠标和图标进行操作，大大提高了工艺流程的创造性，为水工业用户更大规模的扩展、创新的应用创造了条件。20多年来Labview的技术在很多水的项目中选用，自动化水平提高了。技术更先进，功能更强大，应用范围更广的Labview8.5版本也问世两年多了。西门子、罗克韦尔等著名公司也相继推出了功

能很强的虚拟仪器产品。

近年来，随着INTERNET和嵌入式技术的迅猛发展，又产生了新一代的网络化虚拟仪器。虚拟技术是水质参数在线监测的高效解决方案。水质的在线即时监测是很困难的，从进水到出水的整个流程处理过程中，要有快速的全方位的众多水质参数的仪器功能，精度指标都集成在一个软件库中。通过I/O接口，完成众多复杂系统的功能，根据水量和水质的变化参数，可在线的及时修改编程，进行二次开发；构建成一个完整的多通道综合自动化的虚拟仪器仪表的测控系统，并可减少许多要引进的昂贵的水质分析仪器。前五年，某污水处理厂采用美国Labview5.1的图形化编程软件，同时对氟离子、氯离子、氢离子、溶解氧进出水浊度等众多参数进行监测，效果良好。

### 3.1.3 现场仪器仪表、光、机、电、气等一切设备要尽快网络化

网络化的测量环境将网上每台计算机和各个现场的仪器仪表有机地联系在一起。数以万计的各种性质的海量的信息数据都传送到系统网络的实时数据库（SQL）服务器，进行分析、处理、运算，通过现场实时工业以太网和因特网，网上任意地点的计算机都可以从数据库中读取网上的任何一组仪器仪表的测量数据值，就可以进行远程测量和控制，总监控中心能对远端井群或阀门，实现真正意义上的分布式的“E网到底”的网络监控。如某市水务集团公司，对众多调速水泵机组调速，在网上要快速检测大量的数据并快速计算分析处理，现场机组接到指令变速运行，达到优化运行。

### 3.1.4 现场仪器仪表、光、机、电、气等一切设备要尽快多功能化

现代的现场数字化仪器仪表在一个传感器中可以安装多个敏感元件，完全模块化安装，具有检测、变换、补偿、运算、处理、分析和控制功能，一个仪表可以处理多个信息的采集和控制，是真正意义上的多传感信息融合，方便了用户，大大节约了成本，也大大提高了可靠性。由于完全模块化，数字完全开放的仪器仪表，人们很难区分是仪器还是仪表，或是测试系统设备。像水厂中低压系统各种电量的网上在线监测，原先要几十套由传感器变送器组成，现在只要几套就行了。现场设备可以统一组态，水务总公司集控室的操作员能够一目了然的了解现场设备的工作情况，可以对系统进行远程的参数调整，达到最优化控制，对系统进行的故障诊断，可以实现真正意义上的远程广域网络监控。

## 3.2 创建全集成的水工业远程综合自动化架构

一个大中城市的水务集团旗下，上水、污水、供水的泵站

多达几百座，厂站多达几十座，上下水管网更是星罗棋布在全市的所有角落，各种电、气、仪、驱动器、阀门更是上千万件。上下左右的综合集成是非常困难的，又是必须尽快解决的问题。对分布在江河湖泊、崇山峻岭的井群管道的数据采集和网络监控，架设电缆异常困难，采用无线传感器网络，就非常容易。

当今水工业远程综合自动化的体系结构应涵盖着从底层的流程企业自动化到公司级的管理自动化：从自动化控制和生态管理到企业全方位管理的信息数据要全集成，再不是过去PLC、DCS和FCS现场总线的自动化孤岛；将所有底层现场的电气控制、过程控制、运动控制，和数以万计的仪器仪表测试系统都要高度的有机的融合在综合自动化网络上；而公司顶级部门面对客户市场的ERP系统，它涵盖从生产到采购、从库存到销售、从流程自动化到市场供应链，以及财务人事等广泛的业务领域，其功能和信息数据都要快速高效的融合集成，这中间MES系统起着承上启下的桥梁作用。

开放，就意味着在网上能数据资源共享、互连互通和互操作。远程综合自动化集成架构，就是将工程中工艺、机械、电气、仪器仪表测控系统等现场设备、监控组态软件、通信网络、计划管理、生产制造执行、商务供应链、财务人事、领导决策等各种有线无线的异构网络都要进行同步设计，做到有机的整合集成，谋求实现最佳经济效益。什么是水工业真实可用的远程综合自动化系统集成架构？美国咨询集团ARC的描述比较准确：“从全局的观念对整个工厂的流程所牵涉的各个环节，通过单一而又统一的平台来进行工程设计和组态、可视化、控制、生产管理和调度、资产设备管理；具有良好的可扩展能力、可满足小规模单元控制、中规模的区域控制和大规模的全厂控制的各种要求；它具有公共的工程环境、统一的通信框架、建立在工业标准的基础上等几个关键特征。”这就是ARC提出的协同过程自动化系统CPAS（Collaborative Process Automation System）。如图1所示。

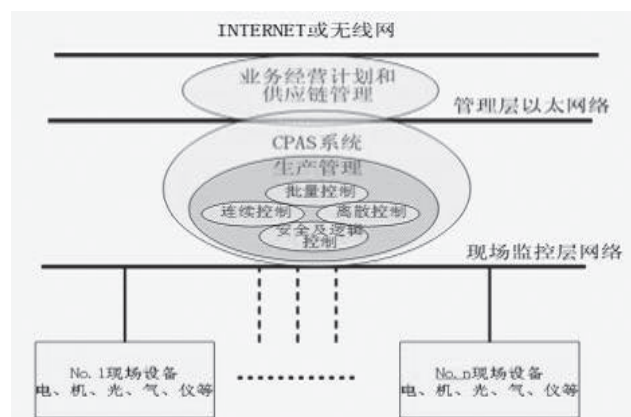


图1 CPAS系统示意图



CPAS系统正是水流程企业实现ERP/MES/PCS三层结构的一种理想的优化解决方案。用一个统一的软硬件平台提供全厂的控制功能；用一个统一的工程设计和监控组态软件，解决所有车间的电控、仪控、各种阀门执行机构和启动装置、HMI、SCADA的设计和组态，以及开车调试、运行管理、安全保障、在线的系统诊断等工程的一切需要。一个水流程企业自动化灵不灵，关键是信息传递灵不灵。正是在实时信息数据快速交换的关键问题上，CPAS在三层结构中提出的解决信息同步交换的问题，解决了经营管理、生产管理、生产制造之间的闭环控制，使电子商务和市场供应链与工厂流程监控协同作战。追求最佳的性能，这就是CPAS的理念。

实时数据库是MES的核心，是水企业实现远程自动化的心脏，也是将来云控制系统中水工业私有云的心脏。水工艺流程中大量的实时数据要进行统一的存储、分析、运算、处理和管理，能为客户提供开放的二次开发平台接口，来提升企业功能，不断的与时俱进的提高生产效率，也能发布到其它关系数据库，提供MES、ERP系统所用，帮助企业决策管理。

监控组态软件和先进控制软件是水企业综合自动化的重要支柱，就像人的大脑一样。监控组态软件的发展极为神速。一个高效的水企业综合自动化系统监控组态要智能化，功能要网络化及实时化和WED模块化，接口要标准化，同时要兼容多种操作系统，要求将监控组态软件嵌入到信息化平台上，实现信息化的集成，实现数据分析与管理决策的统一。监控组态软件将进一步向开放化、标准化、信息化、系统化和上下两端发展，成为工厂信息化的核心技术。

前几年某自来水公司，为了提高运行可靠性，增强系统的灵活性，选用了美国GE-Fanuc公司的FIX工业组态软件和美国Wonderware公司的INTOUCH工业组态软件，建立了统一的实时数据库，有很高的可靠性又方便二次开发，也有很高的扩展能力，取得了很好的经济效益。

某大型的传统水厂改造时，选用SIMATIC IT MES来创建全水厂的生产信息系统。它的软件包括两种软件：HISTORIAN实时数据库和REPORT MANAGER软件，数据库可实现全水厂的海量信息的实时数据的采集、处理、存储和提取，可提供OPC服务，也可提供Web服务和其它服务，是一个典型的自动化集成架构，有灵活的模块化组件，有很好的开放性，通过标准接口能与第三方软件交互，客户可增加其它模块，不断完善MES系统的功能。操作工程师，可不用编写代码，主要精力可放在生产需求的分析和业务流程管理的优化控制上。

### 3.3 现场要选用PAC可编程自动化控制器

我认真分析总结了我国二十年来新建和扩建的给排水流程

企业，有的选用早期的PLC和早期的现场总线，有的采用了先进的控制软件却运转不灵，有的花巨资引进的水质监测仪器仪表，也只有显示功能，不能参加优化监控，有的选用了早期的以太网，但是数据不能传递，还是处于“信息孤岛”状态。所以，要重新审视我们的思路存在什么问题，在当今大好的形势下，如何站在经济全球化的起点上，创建新型的现场监控系统，让现场的设备1+1>2。

#### 3.3.1 传统PLC及IPC存在的问题

传统的PLC数据采集不灵，上下难以交流；传统的IPC灵活性差、处理能力不强、在环境恶劣现场，其稳定性和可靠性就更差，没有网络控制功能。

#### 3.3.2 流程企业自动化集成的迅速发展，催生了PAC可编程自动化控制器

作为ERP/MES/PCS三层架构中的现场底层，原先是PLC为主体，现在的工程设计和时，现场应选用新的PAC。PAC保持了PLC的编程方式和特点，具有很高的可靠性和稳定性；PAC又具有IPC的硬实时操作系统，具有强大的运算和联网功能，编程更加简化，更容易实现水工业流程中独特的预估、加药、加氯、氧曝等闭环的先进控制；PAC是一个软逻辑结构，有极大容量的存储能力，并有掉电保护的功能；PAC有标准的网络接口，能方便的与其他品牌的PLC、计算机、网络、各种分析仪器、现场所有的电、气、仪、机等设备联网通信；PAC的数据测试是海量的，能对复杂的有几百个I/O节点，甚至更多的I/O节点；PAC的性价比高，成本更低；PAC采用了事实上的网络接口、编程语言、安全监控等各种工业标准，与异型异构的网络进行快速的数据交换，数据共享，使远程监控有了坚实的底层基础；PAC采用模块化的软件结构可任意增加和裁减，非常适合水工业各种规模的流程的运转控制，极便于二次开发；PAC具有统一的软硬件开发平台，能满足多专业、多速率、多循环、多任务的非线性操作运行的控制要求；操作工程师可通过网上的任一计算机的Web窗口获取各站最底层的所有数据信息，并能在线的进行系统诊断，寻找故障所在；与传统的自动化设备相比，应该说PAC是实现ERP/MES/PCS三层自动化架构的最好的帮手，能帮助企业抢占更多的市场份额。PAC定是今后现场控制器的主流产品。

### 3.4 现场监控网络必须选用实时工业以太网RTE ( Real Time Ethernet, RTE )

众所周知，FCS现场总线，使用方便、诊断功能强，比DCS系统更经济和自动化，数字化和开放性是它的最大的亮点。但是，FCS现场总线不能完成大量的数据传输，较多采用主/从控制方式，不容易实现控制系统传输要求，各大厂家开发的软

件技术互不兼容，无法实现总线并构，变成一个又一个的“孤岛”。

实时工业以太网比FCS现场总线，除了上面提到的以外，还具有一系列的优势：

- 采用公认的TCP/IP通讯协议，现场层就极易与Internet连接。
- 随着快速以太网和变换式以太网的迅猛发展，其通讯速率一再提高，从10Mb/s, 100Mb/s增加到今天的1000Mb/s, 10Gb/s。这是FCS系统无法比拟的优势，大大提高了网络控制的确性和可靠性问题。
- 功能强大的交换机可将网络细分为若干个网段，使本地数据传输不占其它网段的带宽，从而大大降低了所有网段和主干网的网络负荷。
- 只用一根电缆就解决了一个车间或一个终端的控制供电问题，使Ethernet通讯的确性和实时性又大大提高了一步。终端采用无线传感器网络或采用远程I/O接口就更好与主站联网了。

• 实时工业以太网可持续发展的潜力巨大。监控主站计算机，通过Internet能实现管网GIS地理监控系统及众多远程的取水泵站的无缝连接，可在主站中心或任何网上链接的其他地方，进行修改整合或监控管理。

今天，实时工业以太网技术在国外和国内水行业中也得到了广泛的应用，它的多主站、通用性、可以同时采用不同速率来传输大量数据信息正好补充了各种FCS现场总线的不足。

目前流行的实时工业以太网有：PROFINET、EtherCAT、Ethernet、Powerlink、EPA、和EtherNet/IP等。EPA配套产品极少，难以组成一个系统。为了提高网络的实时性能，这些厂家做了大量的研发工程，实时响应时间，都可以作到5~10ms或更低，满足了水工业处理流程的需要，但是对于加药系统精度响应时间的运动控制系统，最好是近百个节点控制响应时间小于1ms左右，而抖动误差要小于1μs左右。这六种实时工业以太网，各自有它们自己的专利技术。但是，对广大工程设计人员来说，还是希望有一个比较实用的公共标准，再不要像现场总线(FCS)那样，在实际应用中不知所措。

总之，一个实用的现代化的水工业远程综合自动化监控系统的最科学最合理的架构是：对整个监控系统来讲，只选用一种实时工业以太网，有一个共同遵守的标准化编程语言系统软件设计平台；在这个实时工业以太网开发平台上，只需要一个公共的变量定义和一个存放所有参数的实时数据库，这个统一的实时数据库是MES的核心设备，只有功能强大的实时数据库，才能在线实时采集流程过程中的实时数据，才能进行统一的存储与管理，才能进行运算分析和处理，才能在线提供开放的二

次开发的数据信息资料，才能在线提供ERP和PCS系统中需要的准确数据，使决策部门根据供应链采集到的电子商务行情，及时修改生产计划，通过MES系统将信息垂直的快速的传达到最底层的PCS生产执行系统，真正提高生产效率，大大加快企业的应变能力，也就大大加强了企业的竞争力。这种标准软件编程技术，能同时开发多主站和多终端的所有设备，也能同时调试和安装众多的机械设备；它应该是DCS、FCS、IPC、CNC、GIS、OAS、PLC、MC、无线传感器网络、SCADA系统的统一编程标准，同时能横向传输所有从站之间的海量实时数据信息；这种开放的模块式结构应面向所有工业的现场应用开放。从各个现场的光、机、电、气、仪等一切设备到整个系统的全部设备都能无缝联接并能在网络中统一调度。下面几个例子，虽然还是个雏形，还不是理想的架构，将再次证明我的论点是正确的。

## 4 水工业综合自动化监控系统的典型实例

### 4.1 某大城市水务集团公司WAN远程自动化监控系统原理架构

城市大部分的生产及生活用水系统规模大，供水范围广，因此可靠性要求高，按传统的管理模式设计，严重制约了供水系统的科学化和现代化。该供水系统设计选用的是国外的SCADA系统，通过世界银行贷款进行设备招标。部分设备选用美国摩托罗拉公司产品，遵守IEEE802.4，无线通讯遵守IEC870.5。该供水工程的SCADA系统是一个三级调度系统。水源井群为最下级调度；八段加压泵站、所有净水厂及原有供水厂为中间级调度；公司监控中心对所有水厂、泵站、管网地理信息、供应链网等全流程系统的所有子系统进行最高级别的优化调度。详见系统架构图2。

SCADA系统是由远程终端站、通信网络系统、上位管理站及计算机网络构成。该系统可支持单层网到复杂的递阶多级网。每级最多可支持240个远程监控站或1000个站。监控范围可从几公里到几百公里（加中继站）。监控点数从几百点到几千点。而且该系统遵循国际通讯协议。

#### • 远程终端站

采用SCADA系统的远程终端单元——RTU。该单元组态很灵活，既可组态成现场监控站，也可组态成主/次通信控制器。单元采用组件结构，每站一个或几个机箱，每箱除必备的公共组件——电源组件、中央处理组件、通信组件（有线或无线通信组件）外，还可安装通信控制组件及所需的具有网络功能的I/O组件。

#### • 通信系统

由RTU组态而成通信控制器，再配上无线通信组件（外连式无线电台，频率可根据用户要求设定）与一体化的调制解调器（Modem）相连（井群），或者是选用有线通信组件与网络接口相连，或者直接用串行通信口（RS485）进行通信。

• 上位管理站

选用高档工业微机，配上监视控制及数据采集与监控组态软件；并配置功能强大的实时数据库，能在线的高速激活数据传输、处理、分析、存储、转送，并能在网上互联互动，为网上工程师的远程优化调度和远程诊断，提供科学的可靠数据，方便了客户工程师的二次开发。

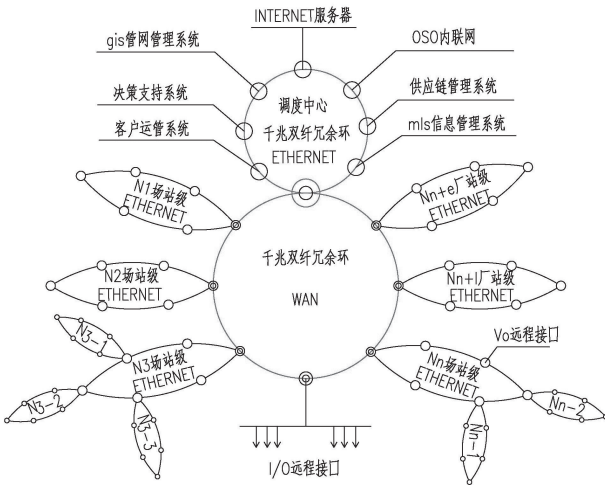


图2 WAN远程自动化监控系统原理架构

4.2 某市水务集团公司某大型水厂远程自动化计算机监控系统原理架构

图3是某供水系统SCADA监控方案图，图4是水系统通信网络结构图，图5是终端站（远/近）系统配置，图6是管网监控点系统配置。

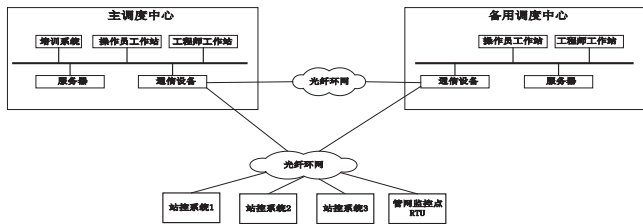


图3 某供水系统SCADA监控方案图

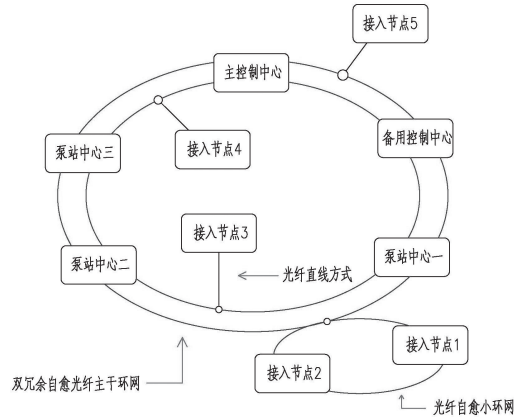


图4 水系统通信网络结构图

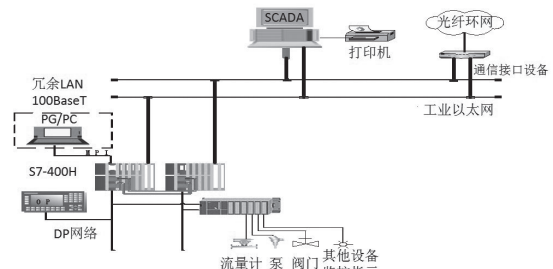


图5 终端站（远/近）系统配置

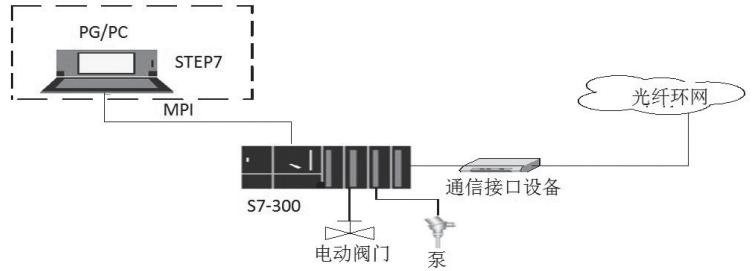


图6 管网监控点系统配置

4.3 某污水处理厂PAC及组态软件组成的监控系统原理架构

控制系统分为三层：（如系统图7所示）

• 管理层：上位机实现系统组态、数据库查询、报表、系统管理等功能，采用研华公司工业计算机，使用组态软件编程。

• 控制层：控制层采用研华PAC控制系统，IO点成本低，编程使用符号IEC-61131标准的梯形图、功能块等方式，方便快捷。

• 现场传感器层：现场采用流量计、温度变送器、分析仪器等对现场水质参数，如流量、压力、温度、PH、COD、BOD等进行检测，通过电磁阀调节液位。

4.4 上海白龙港污水处理厂计算机自动化监控系统原理架构



上海白龙港污水处理厂位于浦东新区合庆乡东侧长江岸边，服务面积271.7km<sup>2</sup>，人口355.76万，近期处理水量为120万立方米/天，远期处理水量为210万立方米/天。满足近期以除磷为目标的污水处理要求，同时考虑远期达到国家规定的二级排放标准。

白龙港污水处理厂自控系统，如系统图8所示。只有两层控制结构，控制中心和现场控制站：控制中心，两台服务器，五台客户机，由WinCC冗余组态软件进行监控，由于所有的组态编程在服务器上进行，所以大大减少了组态的工作量；现场控制站，设有沉淀池控制站，中水回用控制站，变电站控制站，污泥处理控制站等六个现场控制站。现场控制站选用SIMATIC S7-416控制器（即PAC），利用PROFIBUS-DP总线（最好选用PROFINET实时以太网）下挂远程分布式I/O组件，阀门定位器，物位计，马达控制中心，中压配电柜和PA总线智能仪表。西门子编程和组态软件对所有产品进行配置，编程，组态和测试，使用的是统一的实时数据库，并通过国际及中国认可的标准通讯网络（PROFINET及PROFIBUS）交换数据，大大节省了用户的投资成本，减少了工程施工和调试的时间，提高了整个系统的可靠性，充分体现了全集成自动化的优势。

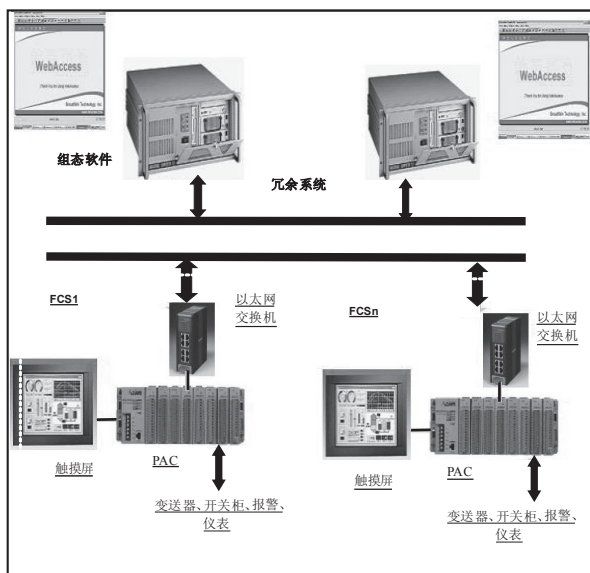


图7 管网监控系统配置

“网络就是控制器”。根据上面提到的“功能要素”和对综合自动化监控系统集成的几个核心技术的要求，我们搞综合自动化系统的专家们认为，唯一正确的途径是创建新型的“信息控制一体化”的科学的远程综合自动化系统。实现“信息控制一体化”的关键是：抓住信息化的核心技术不放，各种数据、图像、音频、视频、文本、报表能畅通无阻，达到无距离无时限的垂直上下和横平左右的安全高效快速的访问；从本企业的实际情况出发，站在建设“数字工厂”的高点上思考问题，做

好企业系统的ERP/MES/PCS三个系统基础的科学配置，特别是选好功能强大的实时数据库、监控组态软件和先进控制软件；各车间现场采用PAC可编程自动化控制器（也可选用新型的PLCopen设备）；光、机、电、气、仪等一切现场设备做到全数字化、智能化、多功能化、网络化、虚拟化（采用嵌入式技术将网络功能植入到旧设备中去、使它们具有网络功能）；现场监控网络采用全开放的实时工业以太网；共同采用TCP/IP通讯协议（对加氯、加药、预估、氧曝、调速等响应时间要求毫秒级、抖动误差小于1微秒的，可采用等时同步实时“IRT”等技术来满足某些高精度控制的要求）；这个科学的实用的最现代化的水工业远程综合自动化系统架构，就是“（INTERNET+WLAN）+（RTE+WPAN）+TCP/IP协议+PAC”的完全开放的灵活高效的集成体。

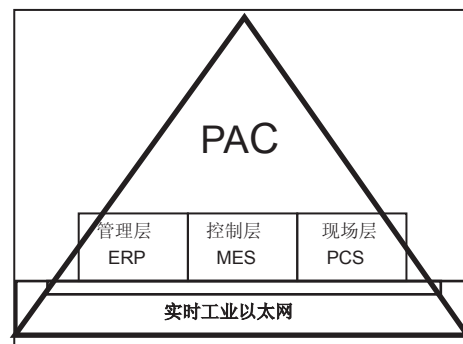


图8 水工业综合自动化系统架构示意图

## 5 结束语

上世纪70年代，日本专家提出了“机电一体化”的概念，推动了机与电的整合性，但它没有解决多机种多控制的通信问题和监控的数据传输问题；曾几何时，我国搞信息的专家们，提出了“管控一体化”的概念，它仅仅侧重于控制层和管理层之间的信息问题，而忽略了如何提高工业控制系统信息传输的实时性和确定性问题；特别是忽略了现场层各种信息采集和准确传输的关键性问题。

### 参考文献：

- [1] 孙柏林. 无线通讯网络技术在军事中的应用[J], 自动化博览, 2006. 06.
- [2] 彭瑜. 自动化体系架构的现状和发展[J], 电气时代, 2007. 09.
- [3] 荣冈等. MES的现状与发展[J], 自动化博览, 2008.03.
- [4] 陆益. 工业自动化仪器仪表数字化系统技术及其发展[J], PLC&FA, 2006.08.
- [5] 萧德云. 监控组态软件[J], 世界仪表与自动化, 2007. 05.
- [6] 缪学勤. 实时以太网技术及其趋势发展[J], 世界仪表与自动化, 2007.09.
- [7] 罗昌俊等. 无线传感器网络技术研究[J], 测控技术, 2006. 07.
- [8] 2006工业无线通讯网络技术调查报告[J], 自动化博览, 2006. 05.