

基于工业以太网结构的泵站配电监控系统

根据国际 IEC 协会最新颁布的通信与控制专业标准 IEC61850 协议应用的 e-Control 系统，通过开放灵活的 10 Base-T 高速工业以太网透明网络，用标准的、低成本的通信线缆如光纤，5 类双绞线、粗、细同轴电缆甚至无线以太网构成测控和管理一体化的控制系统。它与现有泵站开关柜系统结合，由计算机进行智能管理市政工程中非常需要的泵站配电智能监控系统。这种系统比原来电量变送器如 PLC 或工控机组成的智能监控系统具有稳定性好，可靠性高、不受谐波干扰、结构简单、体积小功能强等优点。文中重点介绍备受关注的 IEC61850 标准及其完全分布式的工业以太网控制器 OptiLogic RTU、开关柜及中低压配电系统专用三种网络电力仪表的各主要功能和特点；并介绍了采用 Think&Do 控制软件所构成的实际泵站智能监控系统的应用解决方案。

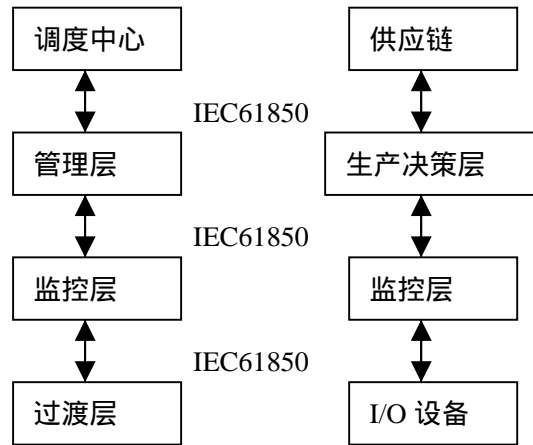
关键词：泵站、网络电力仪表、Pc-based Control 易控软件、以太网控制器、RTU、IEC61850、配电自动化。

§ 1 国际 IEC61850 标准介绍

国际 IEC61850 标准的最新颁布为配电自动化提供了新的技术参照标准，该标准对配电自动化的通信与控制要求，主要是从大系统角度提出的。即从大系统角度来看，系统除了满足传统系统的可靠性要求以外还须应满足如下几方面的要求：

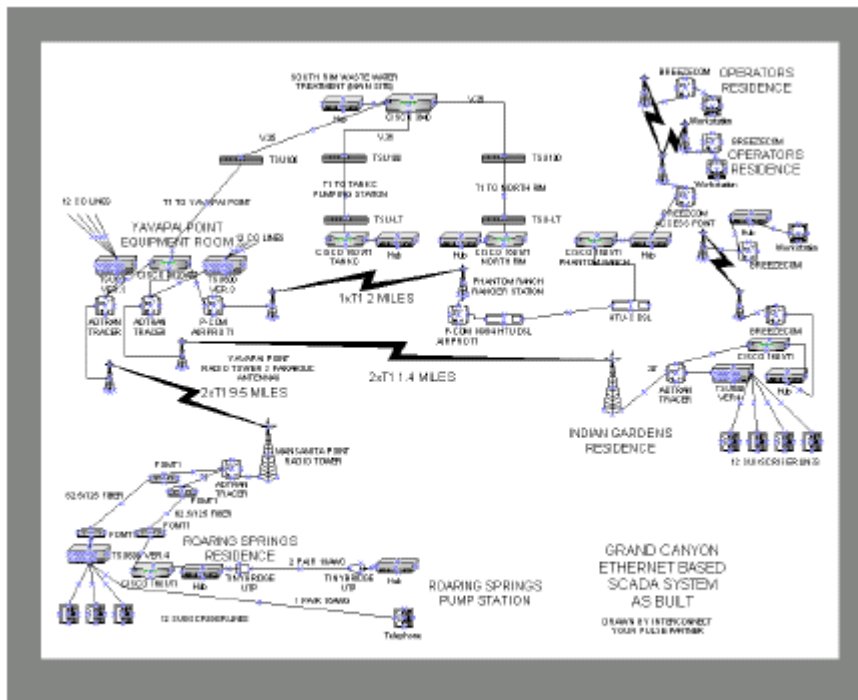
1. 网络兼容
2. 操作兼容
3. 同一企业数据字典(库)，以方便建模
4. 同一的编程开发环境
5. 三网合一，网络开放透明、实时性强

从前二点的要求来看，网络兼容（Intercommunication）和操作兼容（Intercoperation）是基于系统 MMS(Manufacturing Message Specification)数据架构的，而 MMS 架构的实现是以太网，即为 IEC61850 的核心结构。IEC61850 标准由此提出了大系统三网合一的结构，即建议企业调度，管理和现场监控三层网络均采用同一的以太网结构，即如图所示：



图中将企业分成二类，一种(右边从上而下)为制造型企业，即制造业企业信息化的 IEC61850 标准模型，这类企业有厦门戴尔计算机公司、美国通用汽车、HP、IBM 等公司。另一种(左边从上而下)为资源管理型企业信息化标准模型，这类企业对如何调节“峰谷”、管理生产与服务、增强系统的实时性、提高系统的查漏堵失能力等十分重视，是企业的经济效益来源之一。

而对于制造型企业来说，企业的生产需要完全紧跟市场的需求，如何快速反应、快速设计、尽快达到、准确反馈是企业发展和生存的核心。采用 IEC61850 标准系统结构作为企业 e 化的国际著名公司很多(如前所述)。而资源类的企业也很多，如美孚石油、雪佛龙石油、底特律水处理泵站系统、及位于北卡罗莱州的 ROCK HILL 市政工程等。



Facilities Control Layout for the Grand Canyon National Park

§ 2 以太网控制器在市政工程中的应用

市政工程中，水的处理占据了主要的地位，而在水（上水、下水）处理中泵站的监控尤为重要，我们在实际的工作中遇到很多这样的要求。对此，在研究了国际最先进的泵站监控方式，根据最新 IEC61850 国际标准，提出了以高速工业以太网为架构的配电力仪表的泵站配电智能监控系统。

在泵站配电智能系统中，工业以太网控制器 OptiLogic RTU 是系统重要组成部分，同时也是网络电力仪表与监控计算机通信的接口。通过现场 RTU 的智能串口通讯模块或 RTU 自带的串口，使主控计算机的串口经工业以太网被透明到了现场开关柜中，与电力采样仪表直接联络。采用美国原装进口的模块化设计的 OptiLogic 以太网控制器 RTU 可以任意拼组各种输入、输出模块，以完成对现场的开关量、模拟量、高速计数脉冲等的输入采样监测和输出控制。也可以将电流电压等电量经变换器转换后直接由 RTU 上的 A/D 输入模块进行监测，这样的监测、响应会更快。

在管控一体化的系统中处处都是智能的思想，采用瑞士 DAE 公司的 EPM420 系列仪表交流采样的网络电力仪表，可以测量配电回路的相电压、线电压、线电流、有功功率、视在功率、功率因数、频率等参数及运行状态。

§ 3 Think &Do 控制软件

中央控制室监控工作站的监控软件选用 Think & Do 工控软件（开发运行版 PC-TND-DEV V5.2 亚洲版），在此基础上开发成泵站配电实时监控软件。该系统基于 Windows NT 构架，是真正意义上的管-控一体化工控软件，具有极高的性能价格比。

Think & Do 软件是一种交互式、图形化编辑的集成开发运行软件，其独创的流程图控制逻辑式控制语言，使开发人员只需具备工艺流程方面的基本知识就能迅速接手开发，易学好使，而且调试、维护、扩展更加快捷、方便。Think & Do 集流程图控制逻辑编程、HMI 人机界面组态、I/O 配置工具于统一的集成开发环境，通过共享的标签名数据库、个性化的 I/O 变量定义方式（可输入中英文变量名），使监控软件的开发、调试构成有机的整体，从而大大提高了监控应用程序的开发效率。

Think & Do 软件提供以下主要功能：

流程图控制逻辑

- 数量多达 999 个流程图同时执行，每个流程图的功能块多达 5×999 个，具有自动连线功能；
- 子流程图可无限次调用，并允许嵌套，深度多达 16 级；
- 集成的运动控制功能，支持多种运动控制产品，数量多达 128 轴；
- 多达 64 回路的 PID 控制功能块；

- 支持串行通讯 (RS-232C), 数量多达 256 个;
- 强大的运算、判断功能, 支持各种复杂的算法;
- 在流程图中可直接调用外部可执行文件 (.EXE)。

HMI 人机界面组态工具

- 丰富的图形符号库, 数量多达 3,300 个预定义的图形元素, 如泵阀、电机、管道、箭头、指示灯、传感器等;
- 提供图形元素的显示/动画属性、Action 事件等编程手段;
- 强大的编辑功能, 如组合、对齐、翻转、剪贴等;
- 直接调用外部的图片 (.BMP, .WMF)
- 屏幕的口令保护, 支持多达 8 种口令。

I/O 配置工具

- 支持多种 I/O 网络及流行的现场总线, 不同的 I/O 网络可运行在同一个 Think & Do 系统内;
- TagLink 驱动, 支持多个 Think & Do 系统之间共享数据;
- 可手动配置 I/O, 也可连接 I/O 网络后自动识别配置。通过连接扫描还能实时监测输入输出状态, 对输出点进行强制;
- I/O 配置更简捷, 只须对实际 I/O 与数据库定义的标签名变量作映射连接;
- 强大的在线帮助功能, 扫描状态下点击模块即可阅读和打印模块的相关资料, 如电气特性、接口连接图等。

共享标签名数据库

- 标签名取代了直接硬件地址, 标签名长达 30 个字符, 并允许有空格, 甚至可以全部是中文;
- 支持各种变量类型, 如数组 (9999 个)、ASC 码 (9999 个)、运动轴 (128 个)、串口 (256 个)、计数器 (9999 个)、标志 (9999 个)、单精度浮点数 (9999 个)、开关量输入 (9999 个)、开关量输出 (9999 个)、整数 (9999 个)、BCD 码 (9999 个)、字符串 (9999 个)、定时器 (9999 个), 另外提供了可供调用的系统内部变量 (43 个)。

跟踪调试器工具

- 支持仿真调试功能;
- 支持在线修改功能, 允许对流程图和 HMI 画面在线进行修改;
- 支持远程修改功能, 通过一根电话线即可进行远程修改。

其他工具

- 支持数据登录 (Data Logging) 功能, 登录文件多达 60 个;
- 支持配方 (Recipe) 管理功能;

- 支持 ODBC 数据源接口，便于跟上位数据库管理系统交互数据；
- DDE、OPC 服务程序，提供与其他应用程序进行数据交换；

COM/DCOM 接口定义及 Ntag/10Tag 控件，提供其他应用程序直接调用 Think & Do 数据和功能函数。

§ 4 OptiLogic 以太网控制 RTU

■ OptiLogic 系列常用功能模块

OptiLogic 系列 Ethernet I/O 产品提供的常用功能模块：

- | | |
|-----------------------|-----------|
| ➤ 8 点 DC 输入模块（汇点/源点）： | 0L2208 |
| ➤ 8 点 AC 输入模块： | 0L2211 |
| ➤ 8 点继电器输出模块： | 0L2108 |
| ➤ 8 点 SSR 固态继电器输出模块： | 0L2111 |
| ➤ 8 通道电压模拟输入模块： | 0L2408 |
| ➤ 8 通道 4.20mA 模拟输入模块： | 0L2418 |
| ➤ 4 通道电压模拟输出模块： | 0L2304 |
| ➤ 双通道脉冲计数输入模块： | 0L2252 |
| ➤ 高速脉冲计数输入模块： | 0L2258 |
| ➤ 双路 RS-232C 模块： | 0L2602 等。 |

OptiLogic 系列的所有模块均支持即插即用功能，均可热插拔。

■ OptiLogic 系列 RTU 基架

OptiLogic 系列以太网控制器 RTU 提供两种型式的基架：

- | | |
|----------|--------|
| ➤ 4 槽基架： | 0L4054 |
| ➤ 8 槽基架： | 0L4058 |

RTU 基架需外接+24VDC 开关电源（0.7A 以上），基架上提供 RJ45 以太网接口和 RJ12 串口 RS-232C 接口各一个，分别用于以太网（10Mbps）通讯连接和串行通讯（RS-232C 或 RS485/422 转换接口）连接智能仪表，瑞士 DAE 公司提供的 DPM、EPM、PSM 系列交流采样智能电力仪表。

实际的工业以太网系统结构的污水泵站监控方案

某污水处理系统是国家投资的重要项目，有大小共二十八个泵站，分布距离有 200 公里。为了有效管理，每个泵站均为无人值守而且均采用了美国 OptiLogic 以太网控制器 RTU 和瑞

士 DAE 公司的 DPM、EPM 系列产品。通过使用 Think & Do 的软件开发平台，从而达到了对远程泵站的遥测、遥信、遥控及遥调的目的，系统结构见后面简图。

图中选用的产品 :OptiLogic 四槽 RTU 基架(OL4054)与中控室用工业以太网相联接，其间远程通讯可采用无线局域网或光纤、同轴电缆(细、粗)、五类网络双绞线等相结合的方式组成，系统结构灵活简便。开关量输入(DI)采用八点 DC/AC 输入模块(OL2208)，开关量输出(DO)采用八点继电器输出模块。对于简单出线的三相电流和电压监测模拟量信号输入(AI)则采用八通道十四位分辨率、4-20mA 标准的 A/D 采样模块(OL2418)，变压器的温度、压力等模拟量输入也采用了相同的(OL2418)模块。

利用四槽基架(OL4054)提供的一个 RS-232 接口，直接与电力智能网络仪表 DPM4400、EPM420 的 RS485 接口通过 RS232 与 485 转换器相联接。从而通过 EPM420 测量三相电压、电流、有功、无功、功率因数、频率、电能等，精度 0.5%。通过 DPM4400 测量三相电压、电流、有功、无功、功率因数、频率、电能等，精度 0.2%。

该监控系统具备如下功能：

1. 系统具有对各配电回路的电流、电压、功率、频率、功率因数等参量以及运行状态进行遥测的功能，并能把这些状态和数据在上位计算机进行处理、分析、判断和显示。
2. 系统具有根据各配电回路的运行状态及指令对智能型控制器、断路器进行远距离遥控操作的功能。
3. 系统采用标准的工业以太网系统结构，满足最新颁布的国际 IEC61850 标准协议。具有标准的、灵活开放的 IT 通信接口。
4. 系统扩展方便，具有由上位计算机根据指令或计算机分析判断对智能元器件的设定值和故障保护值进行遥调的功能。

结语

采用易控网络结构和智能电力仪表使泵站配电智能监控系统的组成简洁、高效，系统性能稳定，给用户带来以下好处：

1. 可改善配电系统管理。具有纪录以前事件的功能，以分解每天或季节负载特性。可以迅速地对负载输入需求做出响应。在系统内可优化能量消耗的分配。可以均衡负载以减少潜在的停车事件。
2. 可以根据系统内设备维修运行情况安排维修计划，按计划维护，以减少维修服务成本。
3. 可以对潜在的事故进行预报警，并及时对处理以避免事故的发生，节省时间，减少损失。

4. 可以随时了解到有关故障信息，来指导维修，减少故障的处理时间。
5. 可以把各配电回路或设备的运行情况(含运行数据)以报表方式或以图形方式进行显示，并可保存在磁盘上或打印出来，进行日报和月报，提高工作效率。
6. 远程控制开关分合，减少人员费用，提高安全系数。
7. 系统出线扩展方便，再增加一套 RTU 设备仅需一万元人民币，通信为标准的 10Base-T 接口。而传统方式需要至少二万元成本，而且需专门对其编程开发调试，通信方式又是非标准的，需另外开发。
8. 可以实现远程编程开发、远程调试。

