

# 提高发电厂 BOP 鲁棒性的策略研究

李 浩，王晓东，张佩响

(徐州华润电力有限公司，江苏 徐州 221000)

**摘 要：**本文以铜山华润 BOP 为例，探讨了提高发电厂辅网一体化控制系统鲁棒性的策略，并在现有策略的基础上提出了优化方案。

**关键词：**BOP；鲁棒性；策略

## 0 引言

电厂 BOP（Balance Of Plant）即电厂辅助车间控制系统，它是利用先进的计算机技术、通信技术和网络技术，将相互独立的各个外围辅助系统集成控制，实现外围控制系统少人值班或无人值班，提高外围设备控制水平，从而大幅度地提高劳动生产率，并达到减员增效的目的。可以看出，辅网的鲁棒性对于电厂辅助车间的安全、连续生产来说，具有至关重要的作用。

## 1 辅网构成

铜山华润电力有限公司装机为2台 1000MW 超超临界燃煤发电机组，于 2010 年建成投产。其 BOP 辅网，设置水网、煤网、灰网等子网络，子网间用千兆网络连接，整个辅网设置一个集中控制室，实现对水网、煤网、灰网的集中监控。就地还设有水网控制室和输煤控制室，在辅网出现故障的情况下，不影响水网、煤网和灰网的正常运行。目前煤网、水网控制室还是有人值守，辅网主要对炉后辅控系统（气力除灰系统、渣水系统、高压电除尘系统等）进行监控操作，对煤网、水网只监不控。系统结构如图 1 所示。

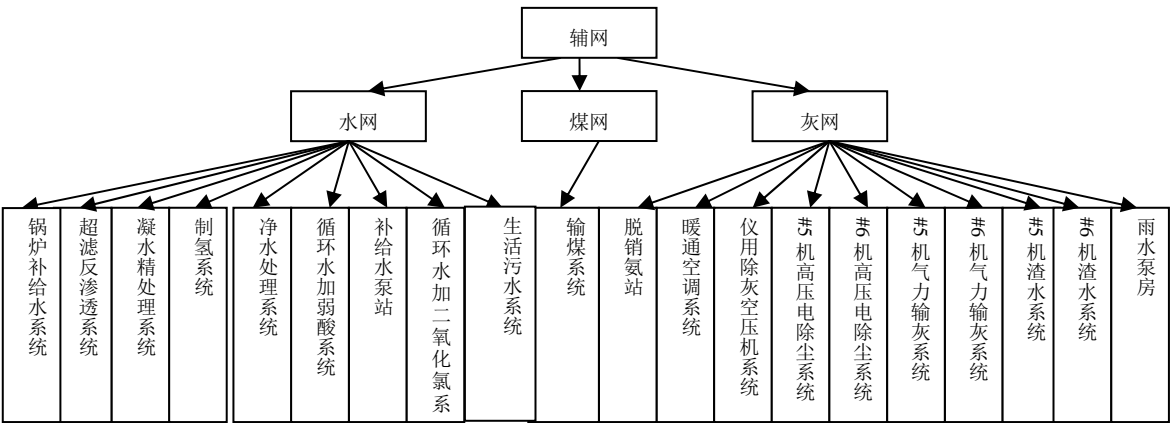


图 1 系统结构

辅网集控室共设置安装了施耐德 Vijeo Citect 无限点服务器端监控软件的容错服务器 1 台，安装了施耐德 Vijeo Citect 无限点客户端监控软件的操作站 6 台；水网控制室设置 4 台操作站，其中一台操作站设为服务器；煤网 2 台操作站，其中一台为服务器。

整个辅网体系结构可分 3 层，即监控层、控制

层和现场层。监控层由核心交换机（德国赫斯曼工业级产品）、服务器（日本 NEC 容错服务器）和操作站（Digggcom 工控机）组成，通讯网络为工业以太网。控制层由 Unity Quantum 140CPU67160 热备 PLC 系统构成，通讯网络为 RIO。组态软件选择 Vijeo Citect 7.0 版本，编程软件选择 Unity Pro 5<sup>[1]</sup>。现场层为被控设备。网络拓扑如图 2 所示。

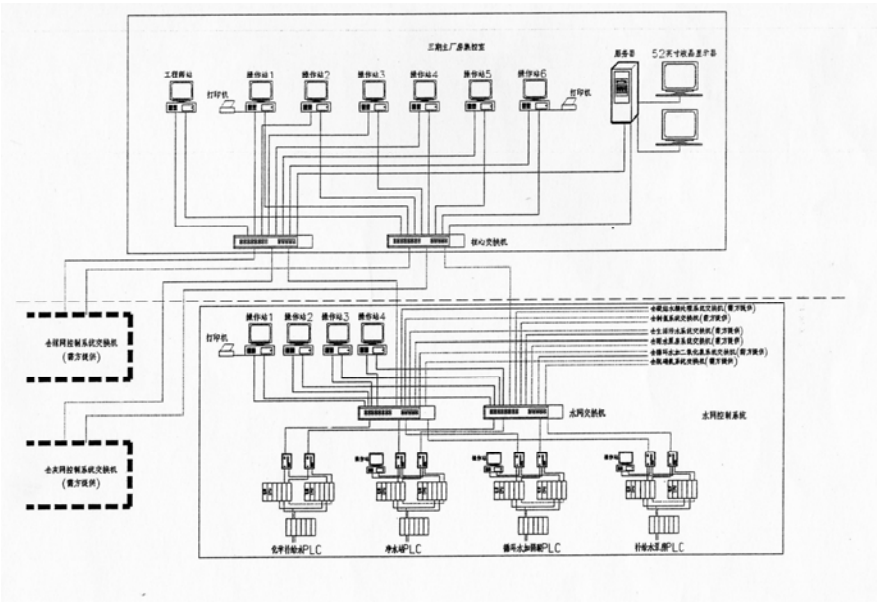


图 2 辅网拓扑

2 现有策略

为了提高系统鲁棒性，辅网采取了以下对策。

2.1 不间断供电

电源采用双路供电+交流自动切换装置。因为计算机电源的 Hold Up Time 时间一般为 20ms 左右，而交流电源的极限切换时间为 20ms，故为了保证当交流电源切换时不导致计算机重启，系统在交流自动切换装置的下口还增加了 UPS 设备。

2.2 双机热备

控制层由 Unity Quantum 140CPU67160 热备 PLC 系统构成，此系统双机热备，在工作 CPU 出现故障的情况下可无扰切换至热备 CPU<sup>[1]</sup>。

2.3 冗余的数据链路

冗余的数据链路包括两个方面：在控制层，RIO 远程分站采用双缆冗余；在监控层，以太网也采用 A/B 网的双网冗余模式。这里有必要指出的是，在采用双机热备的 PLC 系统中，要想构成真正的双以太网，必须配置 4 块 PLC 以太网模块，否则不是真正的双网<sup>[1]</sup>。

2.4 采取隔离措施

对于开关量，尽量采用继电器输入/输出模块，否则要外加继电器隔离；对于模拟量，要加装信号隔离器。

2.5 构建通畅的网络

本网络拓扑为树形结构。人所共知的是，如果每个操作站和每个 PLC 子站都直接交换数据，那

么，势必会引起非常大的广播风暴，导致网络拥塞，使系统鲁棒性下降。为了解决这一问题，本网采取的策略如下。

2.5.1 设置就地操作站

每个 PLC 子站有且仅有一台操作站，此操作站设为服务器，但仅仅和这个子站交换数据，不会增加网络通讯数据量。设置就地操作站的目的一是如果辅网出现通讯问题，此站可作为后备操作站；二是如果现场设备出现问题，工程师可以很方便地在现场操作站上查找故障与修改逻辑。

2.5.2 采用 C/S 架构

消除“广播风暴”的方案有划分虚拟局域网、采用具有过滤功能的多层交换机和采用 C/S 架构<sup>[2]</sup>。本网采用 C/S 架构以尽量减少全局数据交换。

Citect 软件在组网时提供 C/S 架构。在水网和辅网各设置一台容错服务器，其中，水网服务器和水网各 PLC 子站通信，水网操作站作为客户端访问水网服务器；而辅网服务器则可以和所有 PLC 子站通信，辅网操作站客户端访问辅网服务器以交换数据。

服务器和操作站安装同样的 Citect 软件，当服务器地址设置为本机地址时，则此台操作站成为服务器，否则为客户端。

通过以上策略，大大减少了网络数据流量，避免了网络拥塞，保证了监控系统的实时性和鲁棒性。

采用 C/S 架构的好处显而易见，但是，新的问题随之而来。我们知道，整个辅网操作站众多，而

采用 C/S 架构的操作站,不管是服务器还是客户端,都包含同样的工程文件,如果修改一个工程,就要在各个操作站上修改,这样很难保证各操作站数据的一致性,网络的鲁棒性受到极大影响。

### 3 优化策略

随着 Internet 的广泛应用,许多企业开始采用 Internet 技术来构建自己的企业内部网,即 Intranet。而 Browser/Server 这种成熟的体系结构也越来越多地应用在工控网上。

#### 3.1 B/S 架构

Browser/Server (B/S) 是由 Client/Server(C/S) 架构发展而来的一种三层分布式体系结构,其结构如图 3 所示。工作原理为:浏览器向 Web 服务器发出请求,Web 服务器处理后,到数据库服务器上查询,查询结果送回 Web 服务器后,再处理为浏览器通用的数据格式发回浏览器。

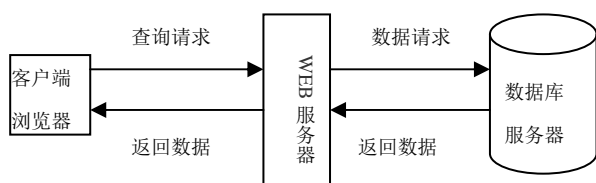


图 3 三层 B/S 架构

在 B/S 架构中,数据库系统以及其它一些组件都集中在数据库服务器上,客户端把事务处理逻辑部分分给了 Web 服务器,只负责显示部分,其上仅需配置浏览器即可实现对服务器端的数据访问,即所谓的“瘦客户/胖服务器”结构。与传统的 C/S 结构相比,它存在以下优点:

1) 开发、维护方便:在 B/S 架构下,所有开发、维护工作都集中在服务器端,大大减少了工作量,使开发、维护人员不再奔走于各客户机之间,而把主要精力放在服务器的开发、维护上;

2) 安全性好:由于客户端是通过 Web 服务器对数据库进行操作,而不直接与数据库连接,避免了客户端对数据库进行破坏;

3) 易扩展: B/S 的这种三层架构,层与层之间相互独立,任何一层的改变不影响其它层的功能,从根本上改变了传统的 C/S 体系结构不易扩展的缺陷;

4) 可靠性高:由于客户端只安装浏览器,对硬件设备要求不高,同样的配置,可以获得很高的可

靠性。

因此,开发基于 B/S 架构模式下的工业监控系统,既可为企业节约大量费用,提高经济效益,又可显著提高辅网鲁棒性<sup>[3]</sup>。

#### 3.2 Citect 支持

在 Citect 5.2 以前的版本中,它的网络功能是基于 C/S 架构的。随着 Web 技术的应用越来越广,Cit 公司也不失时机地在其新版的 Citect 中加入了它的 IDC(Internet Display Client)技术。

IDC 是一种具有 Web 功能的技术,可方便地在 Internet/Intranet 上访问实时控制系统。客户端可用任何的标准 Web 浏览器从服务器上下载 IDC 软件,并安装在本地计算机上。一个 IDC 可连接到多个 CIS 上。CIS 负责为 IDC 发布 Citect Server 的数据及页面,在 IDC 客户端无需进行任何组态。Citect 会定期比较 CIS 与 IDC 上的工程文件,如果 CIS 上组态有变动,IDC 立即从 CIS 上下载新的工程文件进行更新。这样的方式大大减少了网络传送的信息量,保证了各操作站之间数据的一致性<sup>[3]</sup>。

### 4 结束语

通过现场 3 年多的运行,可以看出,辅网运行平稳,提高了 BOP 的自动化水平,减少了设备故障率,而且可以大量减少运行、维护人员,大幅度提高劳动生产率。但同时,采用 C/S 架构的网络鲁棒性不高,为了提高系统鲁棒性、减轻维护人员工作量,此网络还可进一步优化,采用成熟的 B/S 架构。

#### 参考文献:

- [1] Mike Heron. Unity: 施耐德电气新一代自动化平台[J].Control Engineering China,2006(Z1):10-11.
- [2] 谢希仁. 计算机网络(第 3 版)[M].大连:大连理工大学出版社.105-108.
- [3] 郑小虎,蔡翔云,姜麟. 采用 Citect 实现基于 B/S 结构的工业监控系统[J]. 昆明理工大学学报, 2001,26(1): 64-66.

#### 作者简介:

李 浩(1974-),男,江苏铜山人,工程师,现从事发电厂热工维护与技术管理工作, E-mail: lhao999@126.com。