

PLC 控制在电厂化学水处理系统中的应用

罗志云 史珺

德维森科技（深圳）有限公司

摘要：本文介绍了电厂化学水处理系统自动化控制的实现。结合现场总线技术和工业以太网技术，信息层使用工业以太网，控制层使用 MODBUS 现场总线，完成了基于现场总线和工业以太网的自动化监控和管理功能。

关键词：PLC 现场总线 以太网 冗余

Abstract: The realization of automation system in chemical water treatment in power plant is introduced in this thesis. With Mod-bus at information level and industrial Ethernet at control level, the automation monitoring, control and management function is fulfilled.

Keywords: PLC, field bus, Ethernet, redundancy.

1 引言

近几年随着我国经济建设的快速发展，在能源供应上很多地区都出现电力资源紧缺的状况，因此许多电厂纷纷进行新建或扩建改造。深圳西部电厂原有 4 台（#1—#4）300MW 机组，为提高发电能力又续建#5、#6 机组（2×300MW）。西部电厂原有两列化学水处理系统，续建工程的化学水处理系统扩建一列 100~140m³/h 化学除盐系统，其余设备与已有化学水处理系统共用。原有化学水处理系统使用传统的模拟屏方式进行监控，自动化水平不高并且效率很低。续建 2 台机组后，废除原有化学水处理系统的控制系统，将原有化学水处理系统和扩建的一列化学水处理系统统一采用一套冗余 PLC 控制系统进行集中控制。

2 化学水处理系统工艺流程

2.1.化学水处理系统流程

原有化学水处理系统流程为：自来水→蓄水池→升压泵→活性炭过滤器→阳离子交换器→除二氧化碳器→中间水箱→中间水泵→阴离子交换器→混合离子交换器→除盐水箱→除盐水泵。通过对现有系统运行状况的现场调查和对水质分析报告分析，自来水中的悬浮物含量较高，严重地污染了活性炭和离子交换树脂。因此，续建工程增加 3 台高效纤维过滤器对自来水进行深度过滤处理。

续建化学水处理系统流程为：自来水→蓄水池→升压泵→高效纤维过滤器→活性炭过滤器→阳离子交换器→除二氧化碳器→中间水箱→中间水泵→阴离子交换器→混合离子交换器→除盐水箱→除盐水泵。

2.2. 续建工程与原有系统的连接及运行方式

原有 120t/h 出力的一级除盐+混床设备 2 列，续建工程仅再扩建 1 列出力为 120t/h 的同样设备。除盐水泵、再生水泵、压缩空气系统、酸碱再生系统和废液处理系统与原有系统共用。

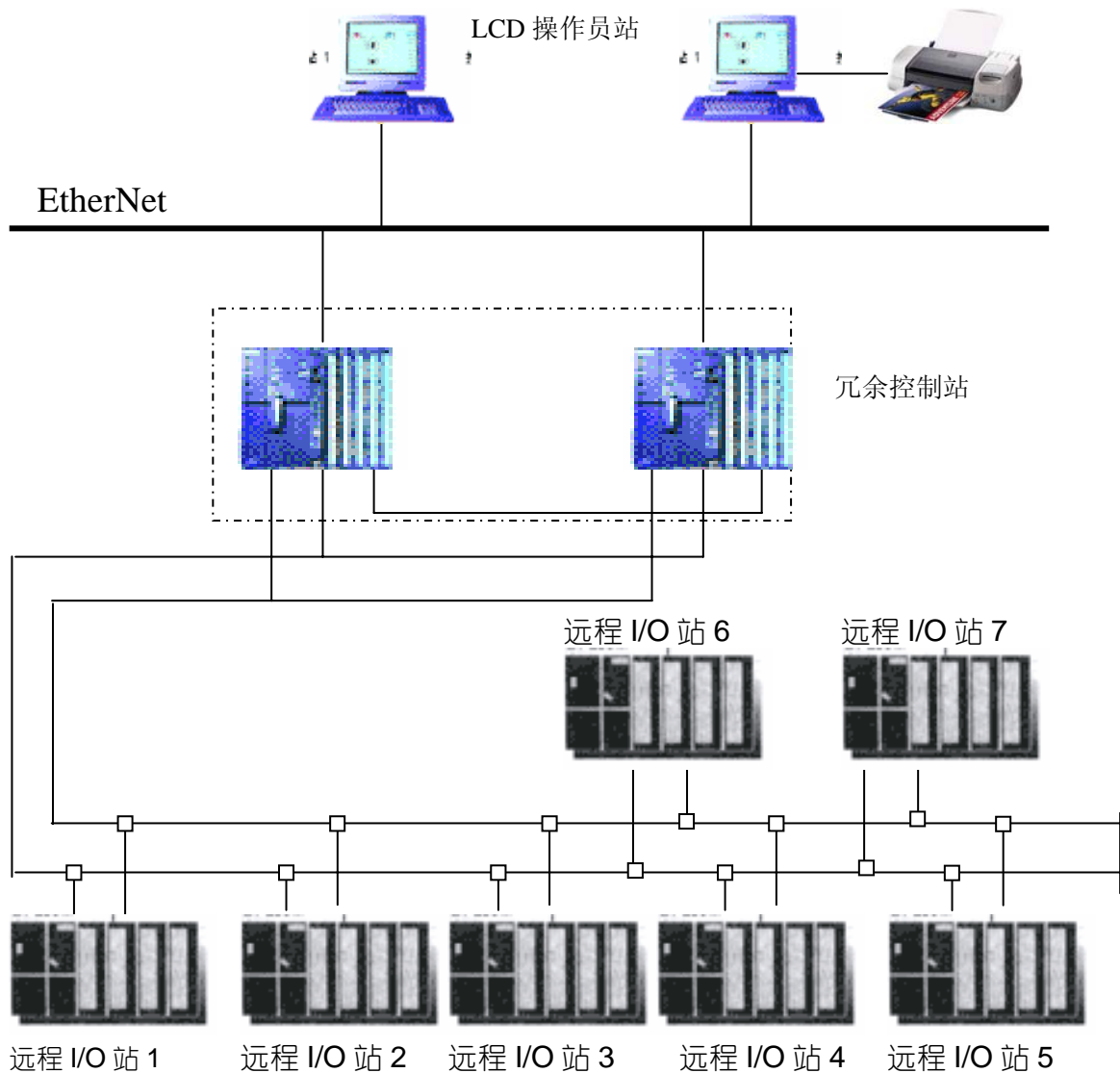
3 台高效过滤器采用并联运行方式，正常工况 2 台运行，1 台备用。高效过滤器不仅对续建工程所需的自来水进行预处理，而且对原有系统的自来水也进行预处理。

2 台活性炭过滤器和一级除盐设备构成一个系列，采用串联运行方式，正常工况 2 列运行，一列备用。其中每系列的 2 台活性炭过滤器，当水质好时 1 台运行（去除游离余氯），1 台备用；当进水水质恶化时 2 台同时运行（去除有机物）。

混床采用并联，正常工况 2 台运行，1 台备用。

3 套一级除盐单元与 3 台混床之间设有切换阀门，受已有系统的限制，仅#1 一级除盐设备和#1 混床与#2 一级除盐设备和#2 混床可以同时交叉运行，#1 一级除盐设备和#1 混床与#3 一级除盐设备和#3 混床可以同时交叉运行。机组启动时，上述 3 列设备同时投入运行，满足最大的补给水量。

3 系统配置



系统网络结构图

系统由两台上位计算机和一套冗余 PLC 系统构成。上位计算机系统采用工业级计算机功能强大的监测与控制系统，计算机上安装 Intellution 公司的 FIX7.0 工业监测与控制系统软件，通过合理的系统设计和系统组态，实现对整个化学水处理工艺流程的动态监视和控制。通过上位计算机系统和强大的工业控制传输网络，实现对整个生产工艺工程的自动化管理和控制。

PLC 选用德维森公司 PPC11 冗余控制器，控制系统采用双机热备冗余方式，通过远程 I/O 的方式连接现场需要监测与控制的点，远程 I/O 由通讯处理器和 PPC11 系列 I/O 模块组成。冗余的主控制站可以保证系统的停机维护时间为零，最大限度的减少人对系统的干预。主控制系统热备系统和远程 I/O 控制站之间采

用高性能的工业以太网总线传输网络，实现信息的可靠、安全、稳定的传输。

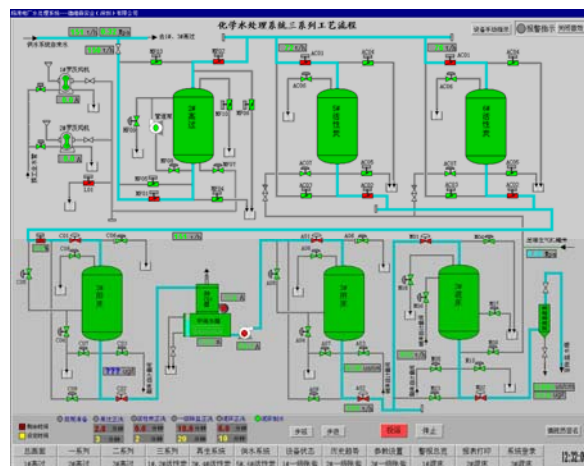
上位计算机系统安装与 PLC 控制单元之间采用工业以太网传输网络。以太网属国际标准，工业以太网已达到高传输安全性和可靠性要求，现已广泛用于程序维护、向 MIS 和 MES 系统传递工厂数据、监控、连接人机界面、记录事件和告警。工业以太网具有高传输速率（目前达到 100M）、集线器技术的确定性、不需考虑网络的拓扑结构、传输物理介质多样（双绞线、光纤、同轴电缆）、集线器的应用可不考虑网络的扩展等优点。

通过以太网网络将上位计算机系统和现场监测与控制点紧密的结合为一个整体，构成一个完整的系统。在这样高速传输网络上，可以很方便的利用 PLC 系统所特有的功能，实现对整个控制系统的计算机在线远程诊断功能。

4 控制功能

水处理系统所有控制阀采用就地和远程控制方式，即使在程控系统完全故障的情况下还可以通过就地控制实现手动制水，保证机组锅炉的可靠用水。控制箱上选用 3 位选择开关，分别为就地开、就地关、远程控制。选择远程控制时，控制阀由操作员在操作站上控制。操作员可以在操作站对控制阀进行状态监视和动作控制，对控制阀的控制可分选择自动和手动方式。在自动方式时控制阀受 PLC 逻辑程序控制，在手动方式时控制阀由操作员直接在操作界面上点击控制。

一级除盐设备的投运和再生由 PLC 实现自动控制，也可通过键盘和鼠标在控制室内的操作站上进行远方操作。一级除盐设备的出水导电率超过规定值或周期制水量达规定值时，自动解列并报警，然后自动投入再生程序。混合离子交换器的投运和再生由 PLC 实现自动控制，或者通过键盘和鼠标进行远方操作。当混合离子交换器出水导



操作界面图例

电率和二氧化硅超过规定值，或周期制水量达规定值时，自动解列并报警，然后自动投入再生程序。高效过滤器和活性炭过滤器由 PLC 实现自动控制，也

可采用键盘和鼠标在控制室内的操作站上进行远方操作。当其进出口压差超过规定值，或周期制水量达规定值时，自动解列并报警，然后自动投入反洗程序。以上操作以前都由操作人员执行，执行新系统后上述操作都可以不需要操作人员干预。

中间水箱水位由 PLC 实现自动控制（通过调节阳床入口调节阀），使一级除盐系统投运时中间水箱水位稳定在正常位置。中间水泵启停与中间水位联锁，低液位启泵、高液位停泵，保证中间水泵的安全使用。

阀门、泵等的控制状态显示，自动 / 手动 / 就地操作和选择联锁。系统所有流量、压力可在操作界面上实时监视，原水流量、阴床出口流量、混床出口流量显示积算并作历史纪录，可分别查看一级除盐、混床再生制水量。

系统控制每列除盐装置的投运、停止和再生程序、自动加酸加碱程序、自动 / 半自动启动另一列除盐装置程序等。对于顺控设置必要的分步操作、成组操作或单独操作等，并有跳步、中断或旁路等操作功能。系统投运以及活性炭清洗、一级除盐再生和混床再生可由系统自动完成或操作员步延、步进手动干预，在操作站界面上显示各步骤设定时间和剩余时间以及步进、步延指示等。

5 结束语

深圳西部电厂化学水处理系统全部改造完成后于 2003 年 7 月正式投运，经过改造后自动化控制水平明显提高，制水量由原先的平均每小时 120m^3 提升到平均每小时 $140\text{—}160\text{m}^3$ ，完全保证了 6 台发电机组的用水需要。由于控制水平的提高，制水过程中产生的废水量明显减少，起到了一定环保节能效果。系统高度的可靠性和直观简易的操作性使得控制中心值班室由原来的 2 人值班该为 1 人值班，大大节约了人力成本。该系统建成后运行可靠，生产效率明显提高，因此受到用户的好评，并经常成为其它电厂同行参观效仿的对象。

参考文献：阳宪惠《现场总线技术及应用》，清华大学出版社；

郭宽明《现场总线技术应用选编》，北京航空航天大学出版社；

妈湾发电总厂《化学补给水系统运行规程》。