



LN2000 DCS

在水泥窑纯低温余热发电中的应用

摘要：分析了水泥窑余热发电在我国现状和前景，介绍了纯低温余热发电的技术特点，以国内 LN2000 分散控制系统为平台详细介绍了余热发电控制方案的实现。

关键词：余热发电；纯低温；LN2000；DCS

Abstract: In this article, we discussed the status and foreground about pure low-temperature heat generation of cement kiln, introduced the technique character. In addition, we introduced particularly the control techniques of the pure low-temperature heat generation using LN2000 DCS.

Key words: heat generation; pure low-temperature; LN2000; DCS

0 引言

余热发电项目作为国家重点推广的“十大节能工程”之一，越来越受到社会各界的重视，截止 2008 年 6 月，全国水泥行业已经配套建设各种类型的纯低温余热电站 186 座（包括已投产运行和正在建设的余热电站），形成年余热发电量 98 亿度的能力，相当于年节约 380 万吨标煤、二氧化碳减排 980 万吨。目标为到 2015 年国内 1200 条新

型干法水泥生产线中有 70% 配套建设纯低温余热电站。

1 水泥窑纯低温余热发电技术特点

1.1. 纯低温余热发电工艺流程

凝汽器热水井内的凝结水经变频控制的凝结水泵加压后，进入真空除氧器进行除氧，然后通过锅炉给水泵打入至 AQC 锅炉热水器内进行预热，产生一定压力下的高温水，从热水器出口分两路分别送到 AQC 锅炉汽包内和 SP 锅炉汽包内，进入汽包的水在锅炉内循环受热，由蒸发器产生蒸汽进汽包进行汽水分离，饱和蒸汽再经过热器加热产生过热蒸汽送入汽轮机做功。做功后的乏汽经过凝汽器后重新回到热水井再参与循环。生产过程中消耗掉的水由化水处的原水箱经反渗透处理和加药后送至软水箱，软化水经软水泵补入热水井或除氧器内。

1.2. 纯低温余热发电设备配置

LUNENG CONTROL

以广东某 $1 \times 2500\text{t/d}$ 水泥窑纯低温余热发电项目为例作详细介绍。该系统主机包括两台余热锅炉、一套凝气式汽轮发电机组。

1.2.1 AQC 余热锅炉

窑头余热锅炉简称 AQC 余热锅炉，其安装于水泥窑熟料冷却机废气出口至收尘器间的管道上。该锅炉设计入口废气温度 360°C ，废气流经过热器、蒸发器、热水器后，废气温度降至 102.6°C 左右，然后再进入熟料冷却机原有的电收尘器并经风机排入大气。由于窑头废气粉尘粒度较大，在 AQC 余热锅炉废气入口设置干扰式分离器，使废气中较大颗粒沉降下来，以减轻熟料颗粒对窑头余热锅炉的冲刷磨损。

1.2.2 SP 余热锅炉

窑尾余热锅炉简称 SP 余热锅炉，其安装于水泥窑窑尾预热器废气出口至窑尾高温风机入口的废气管道上。该锅炉设计入口废气温度（水泥窑窑尾余热器出口废气温度） 365°C ，废气流经过热器和蒸发器后，温度降至 220°C 左右，然后经水泥窑窑尾高温风机送入水泥窑生料烘干系统及收尘系统。由于窑尾废气粉尘含量很大，运行中受热面的积灰较严重。为了防止积灰，本锅炉结合锅炉结构特点及实际情况，采用机械振打装置予以清灰，加强清灰效果以提高锅炉热效率，实现锅炉安全、稳定运行的目的。

1.2.3 汽轮发电机组

该系统汽轮机为单缸冷凝式 BN4.5-1.0，其工作参数：蒸汽额定入口压力为 1.0MPa ，温度 320°C ，排汽压力 0.008MPa （冷却水温 27°C ），汽轮机转速： 3000r/min ，循环冷却水温：正常 27°C 、最高 33°C 。汽轮机调节采用 505 调速器。

2 LN2000 DCS 系统应用

纯低温余热发电控制系统采用山东鲁能控制公司生产的 LN2000 分散控制系统。LN2000 是一种模块化的基于现场总线的过程控制系统，系统结构合理、可靠性高，系统供电采用厂用电和 UPS 双路冗余供电，防止数据丢失和电源干扰，保证了运行的安全可靠。并具有功能强大、丰富的组态软件和开放的通讯系统，使其完全适用于水泥窑纯低温余热电站。

2.1 硬件配置及网络结构

该系统配置 1 台工程师站（兼做历史站）、2 台操作员站、1 台打

印机、2 对过程控制站和一定数量的智能 I/O 模块。工程师站和操作人员站与过程控制站通过冗余的高速以太网（又称实时数据网）连接在一起。过程控制站通过冗余现场总线连接到智能 I/O 模块。智能 I/O 模块完成生产过程数据采集和对现场设备的控制。具体网络结构见图 1。

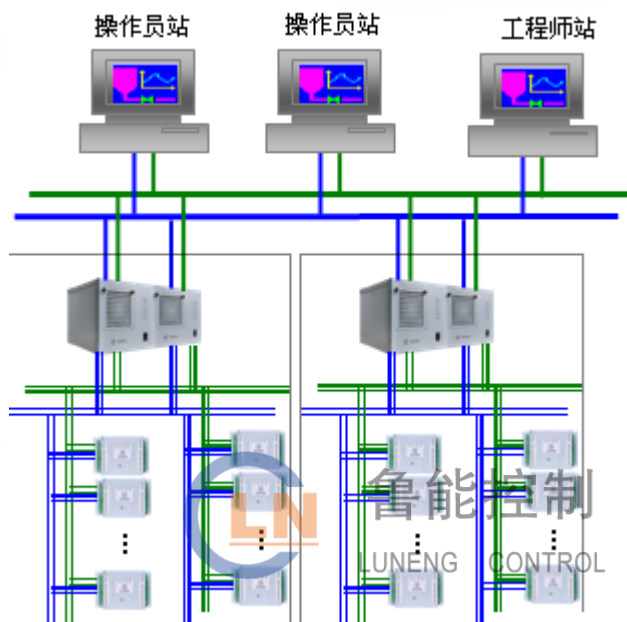


图 1 LN2000 DCS 网络结构图

DCS 系统共包括 2 个机柜及 2 对 DPU，其中 1/51 DPU 为汽轮机控制系统，2/52 DPU 为窑头、窑尾余热锅炉控制系统，均放置在电子间内。智能 I/O 模块采用 DO、DI、AO、AI、RT 五种类型的模块，DO 为数字量输出模块，其作为接收 DPU 的控制指令实现对电气设备的远方控制，DI 为数字量输入模块，用来采集各个设备的状态开关信号和报警信号，AO 为模拟量输出模块，输出信号为 4—20mA 信号，用来驱动变频调节，AI 为模拟量输入模块，主要采集 4—20mA 的模拟量信号，如压力、流量、导电度等，RT 为热电阻输入模块，主要采集温度参数，如主蒸汽温度，给水温度，冷却水温度等。具体配置

见表 1、表 2。

站号	DO	DI	AO	AI	RT	合 计
#1/51 DPU	5	12	3	10	6	36
#2/52 DPU	3	8	3	10	0	24
合计	8	20	6	20	6	60

表 1 I/O 卡件配置

共有实际测点 490 个，中间变量 59 个，通讯测点 28 个。

站号	DO	DI	AO	AI	RT	合 计
#1/51 DPU	66	136	10	44	42	298
#2/52 DPU	37	89	7	59	0	192
合计	103	225	17	103	42	490

表 2 I/O 测点配置

2.2 系统软件及其监控功能

LN2000 DCS 以 windows 2000 系统为操作平台，并通过一系列工具软件把余热电站系统所需的组态、调试、维护、监控等功能融合在整个结构中，具有容易掌握，操作简洁，界面友好等特点。

LN2000 组态主要分三步：（1）使用 DATABASE 进行系统数据库组态；（2）使用 SAMA 进行控制逻辑组态；（3）使用 GRAPHIC 进行监控画面组态。其中系统数据库组态软件 DATABASE.EXE 完成对 LN2000 系统中过程控制站的配置、模块的配置和所有数据点的配置，及所有测点的单位量程的修改查询。数据库可以在线查询测点的当前值和状态值，对于调试和检修工作十分的便捷；SAMA 图组态以每站的页为单位进行，用户编制控制策略也就是对控制算法块的组织和绘制，按照规定的数据加工流程将这些信号连接起来即可。数据库和 SAMA 图组态完成后，经过编译下装到 DPU，即可调用执行。GRAPHIC.EXE 为画图软件，主要用来进行监控画面的组态。监控画面实时数据的刷新周期为 0.5S，在不考虑设备动作时间的情况下，从操作员按下按钮到设备反馈的显示的时间不大于 2S。

2.2.1 为保证余热电站的安全经济和合理运行，LN2000 设置了比较完善的热工检测、自动调节、联锁保护及热工信号的报警装置等。主要功能实现逻辑如下。

（1）星型下料器启动允许条件：联锁解除时窑尾水泥窑必须备妥，投入联锁则与窑尾水泥窑是否备妥无关但星型下料器则必须备妥。具体实现见图 2。

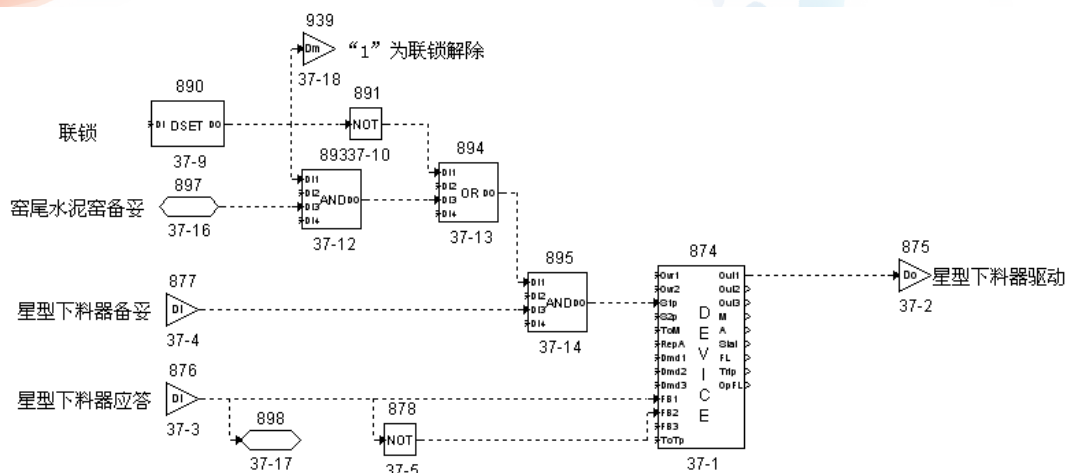


图 2 星型下料器控制逻辑

(2) 锅炉 1#、2#两台给水泵一用一备，联锁启动给水泵时调节其变频器至 25%；当相应给水泵变频电机冷却风机跳闸时，联锁停止给水泵；在给水泵操作面板上设有故障复位按钮。具体实现见图 3。

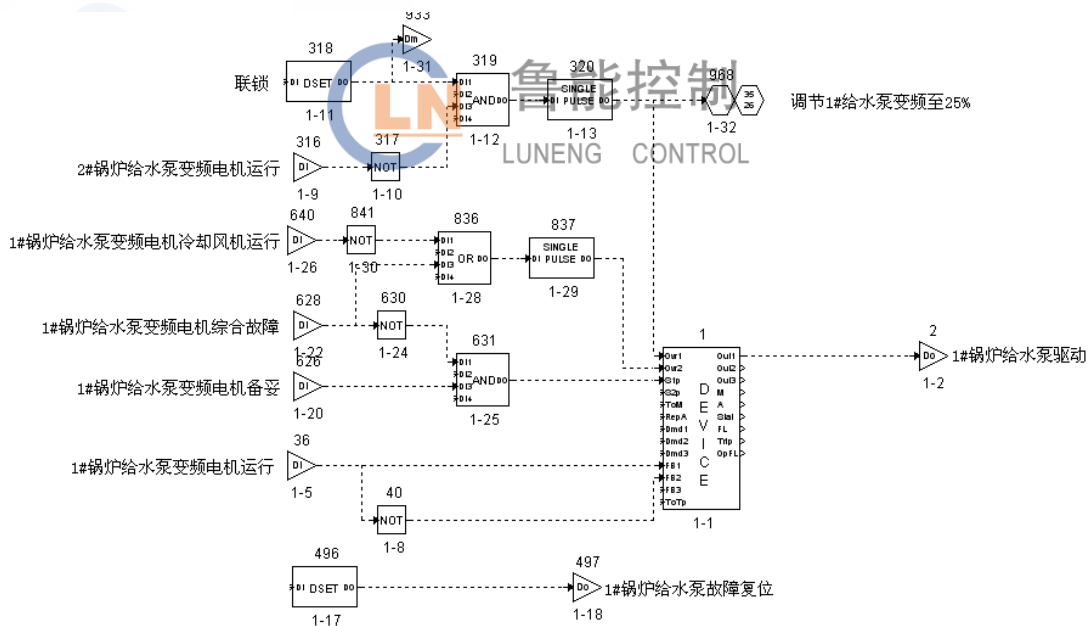


图 3 锅炉给水泵控制逻辑

(3) 余热电站设置 3 台循环水泵，两用一备，任一运行循环水泵跳闸联锁启动备用泵，同时打开相应循环水泵出口门，调节循环水泵变频至 25%。变频调节器设有输入输出偏差大或设定值偏差大强切手动信号。具体实现见图 4、图 5。

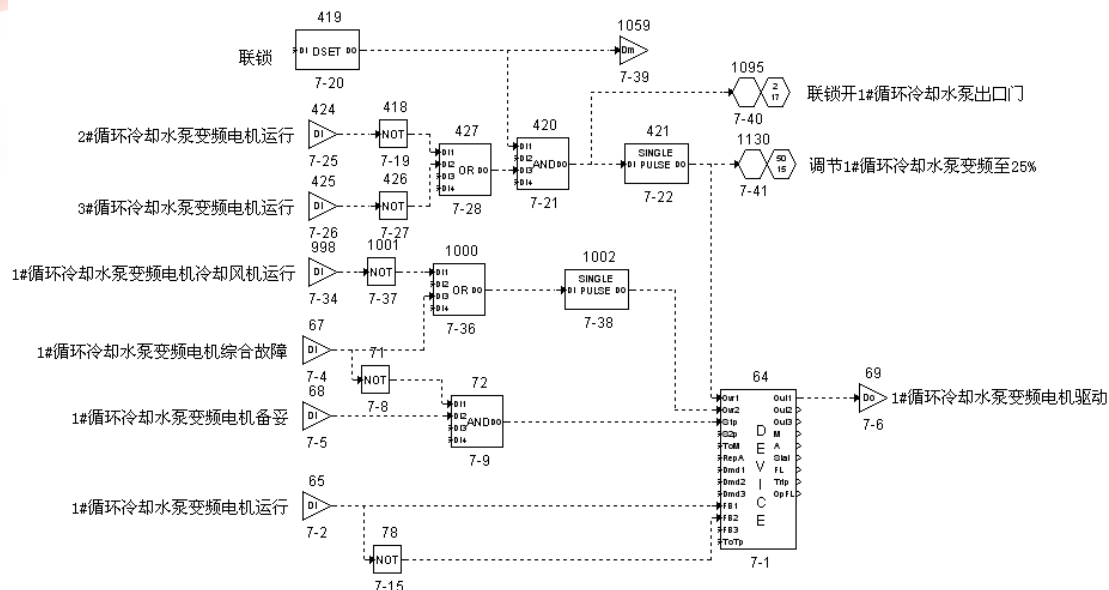


图 4 循环水泵控制逻辑

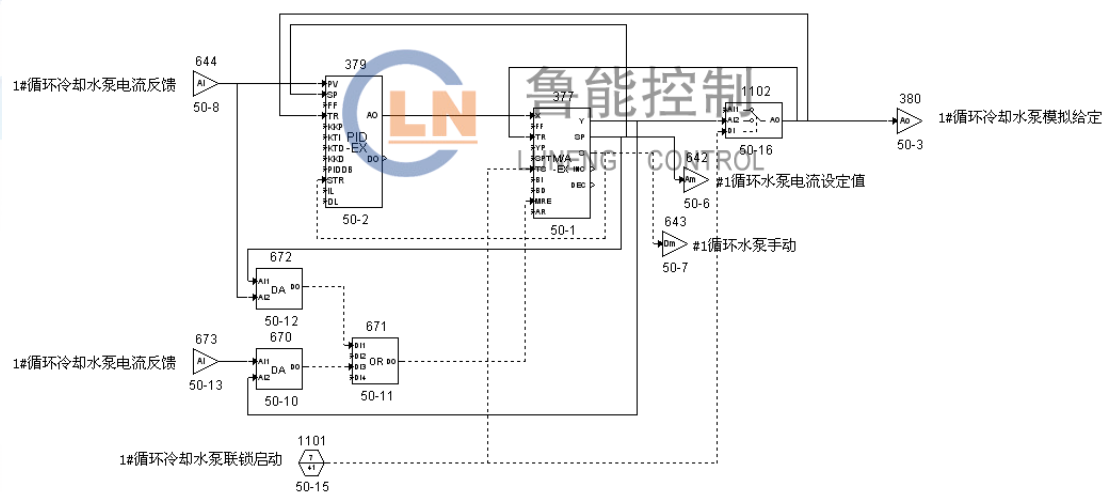


图 5 循环水泵变频器自动调节

(4) 汽轮机控制采用 505 调节器，在 DCS 上设有允许启动，升速、降速，复位等功能。升、降速按钮在负荷控制时切为升、降负荷。具体实现见图 6。

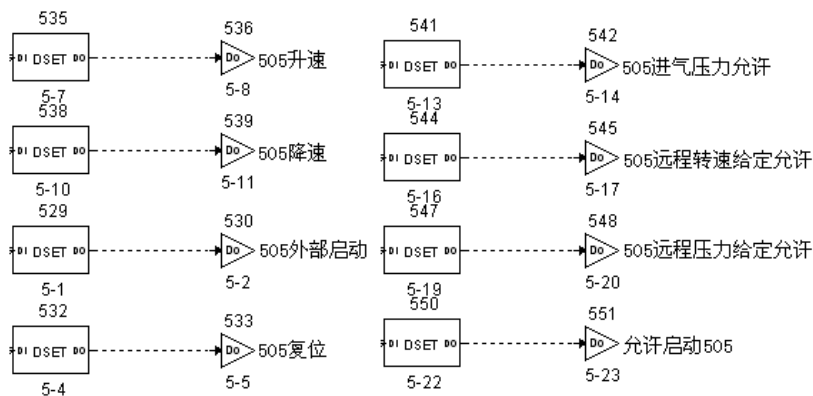


图 6 505 调节器控制逻辑

(5) 数据运算：给水流量及蒸汽流量等信号就地为差压变送器，采集到的数据为压力信号，须进行开方运算得出实际流量，同时计算出累积值。报警显示：温度超过设定值时去触发继电器动作，监视盘上有报警输出，在余热电站任一轴承温度高即报警。具体实现见图 7、图 8。

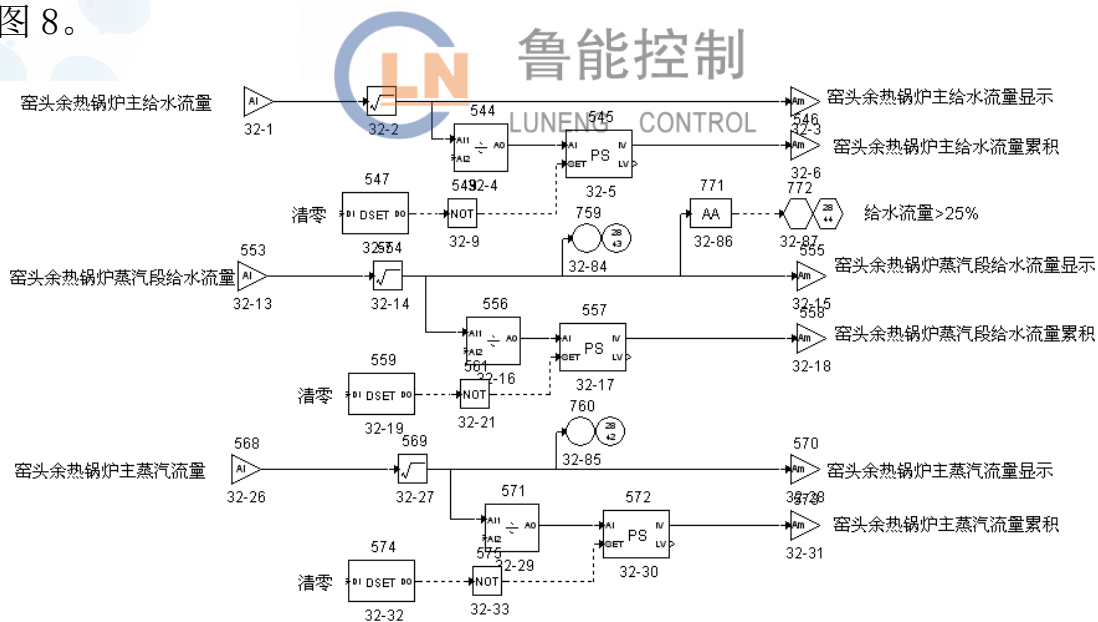


图 7 流量显示及累积

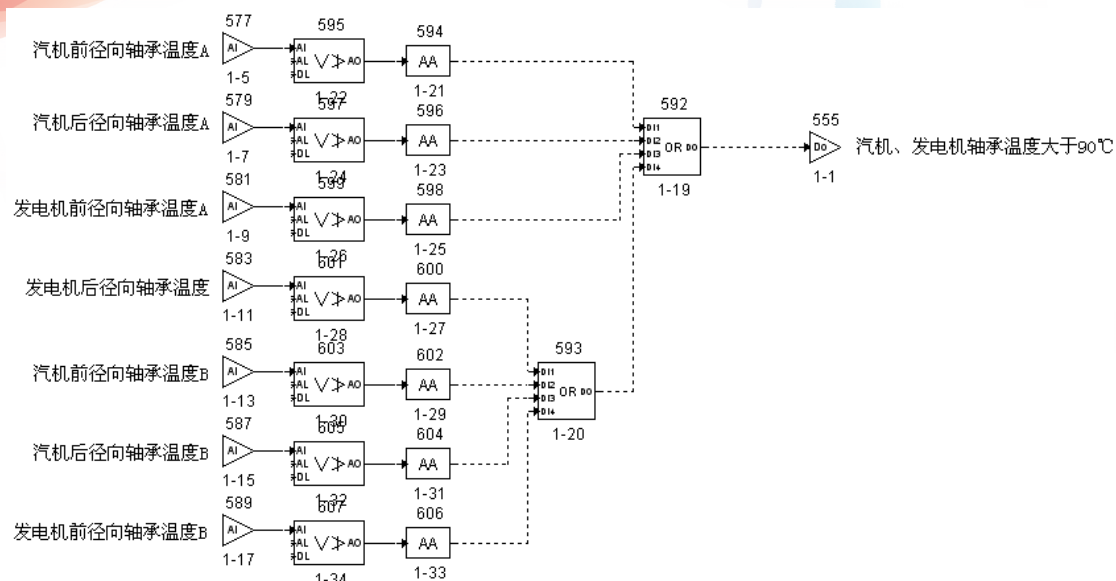


图 8 报警输出

2.2.2 监控功能 LN2000 将监控和一些主要设备在事故状态的紧急停车操作联系起来, 并且可以对机组的热力系统及主辅设备进行热工参数的控制、监视和调整, 对机组的异常工况及时报警和进行事故记录。具体实现见图 9、图 10、图 11。

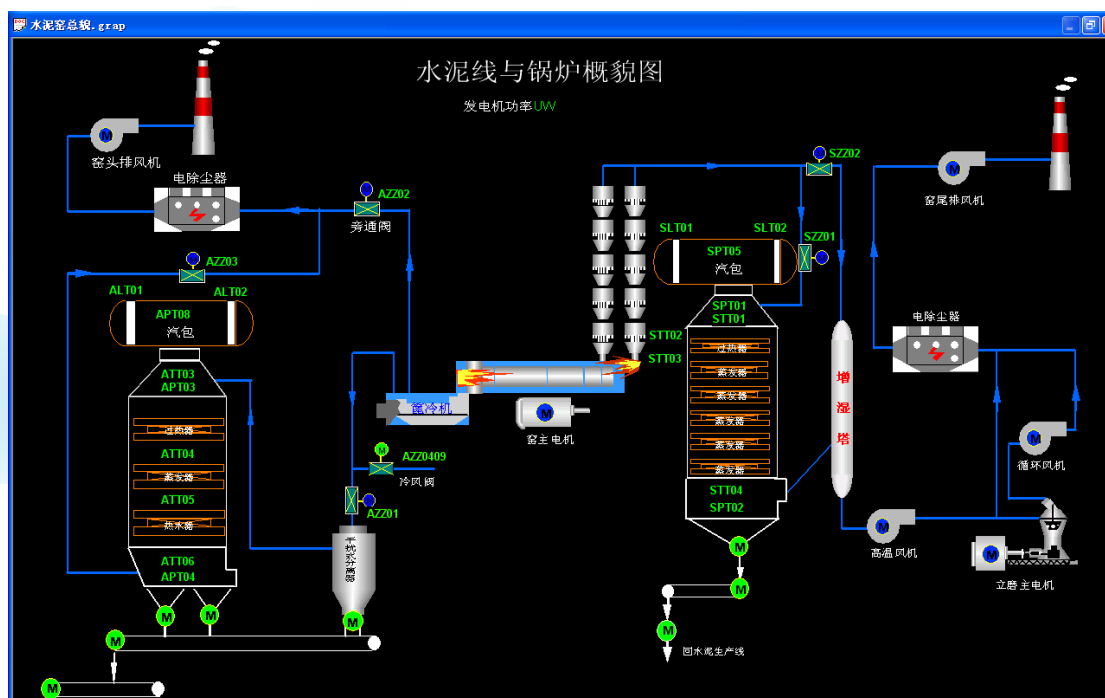


图 9 水泥窑总貌

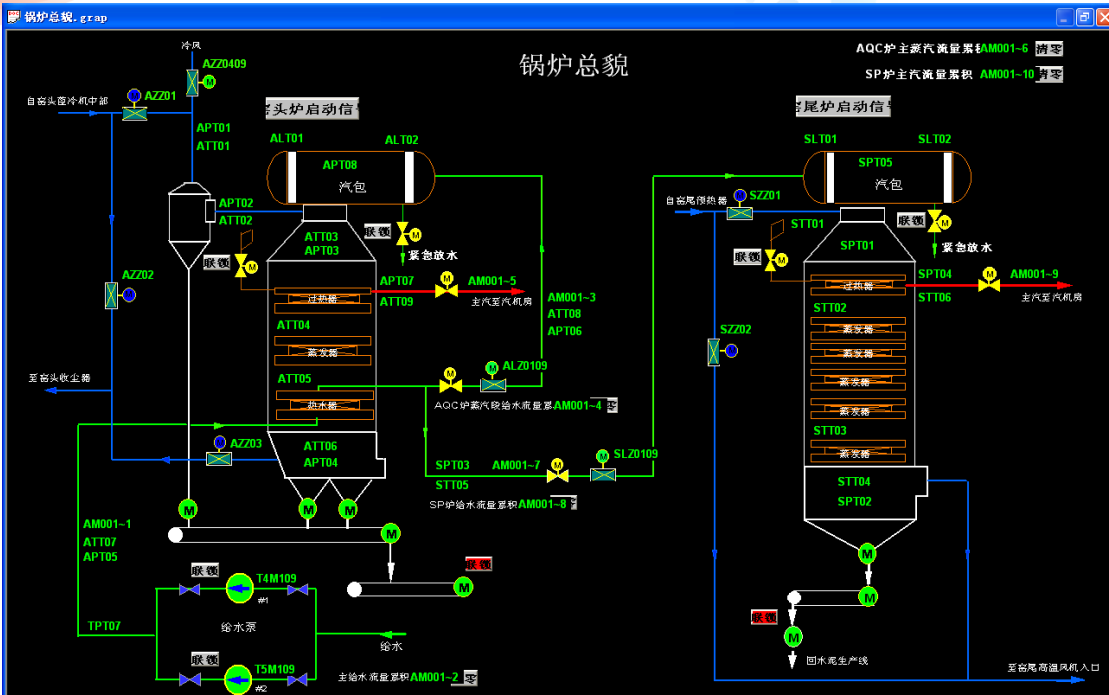


图 10 锅炉总貌

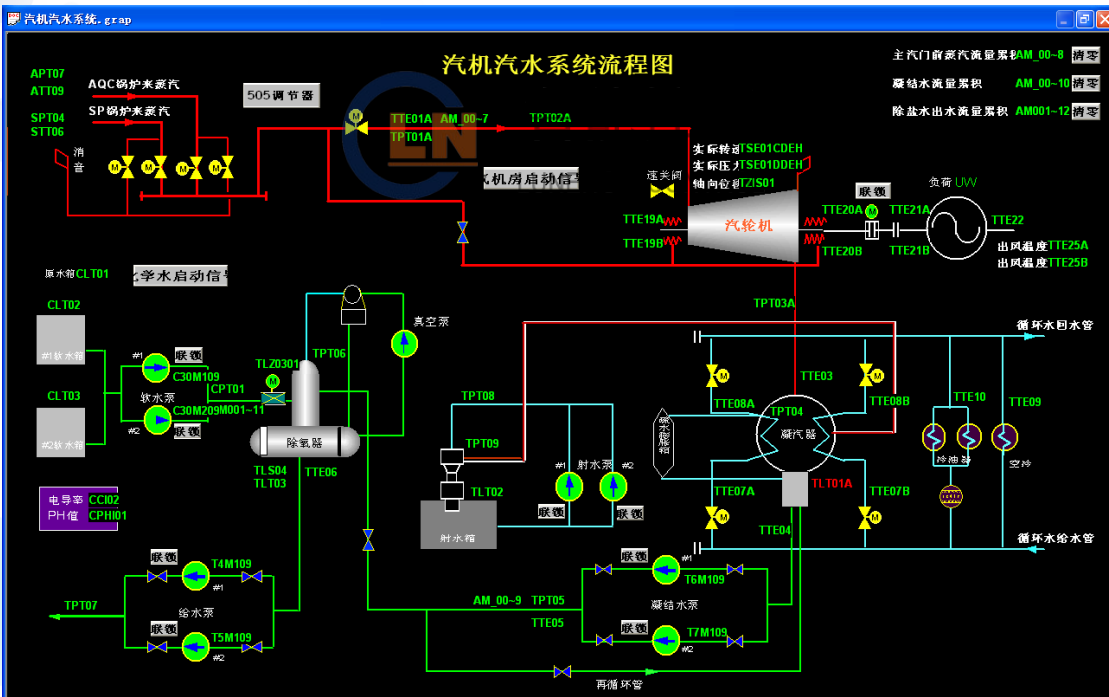


图 11 汽水系统图

2.3 系统通讯

LN2000 DCS 具有开放的通讯系统，在与其它系统接口方面提供了多种解决方案，包括以太网、CAN、Profibus、RS-232、RS-422、

RS-485 串口以及无线等形式，支持 Modbus、Modbus-Tcp、CDT、OPC、Profibus-DP 等多种协议，可与其它 DCS、MIS、SIS、PLC、智能仪表等第三方产品实现无缝连接。

水泥窑生产线控制系统为 AB 系统，经商定采用 OPC 协议进行通讯。在余热电站 DCS 系统工程师站添加一块网卡，接入水泥线 PLC 以太网，配置 IP 地址，加载 LN2000 OPC 通讯程序。通讯测点既有从水泥生产线采集的，如窑头余热锅炉进口、出口、旁道调节阀阀位，窑尾余热锅炉出口、旁道调节阀阀位，高温风机进口温度、压力，水泥生产线生料投料量，熟料产量等，也有传送到水泥生产线的的数据，如窑头余热锅炉出口废气温度、压力，窑尾余热锅炉进口废气温度、压力，窑尾余热锅炉出口废气温度、压力等。

3 结语

目前水泥窑余热发电均是在水泥生产线投产后，以技术改造形式建设的。在进行水泥生产线的设计时，基本上未考虑余热发电的要求，这样就给余热发电系统的设计和建设带来不小的困难。此 2500t/h 水泥生产线的纯低温余热发电的成功运作将会给其他同行提供一定的借鉴，该发电机组采用 LN2000 DCS 作为其主控系统，LN2000 稳定可靠的硬件和灵活强大的软件功能为该余热发电机组的控制和安全运行提供了可靠的保证。

有关更多信息

想要了解更多鲁能控制 DCS 分散控制系统的产品、技术与服务信息，

请访问公司网站：www.lnkz.com

或拨打咨询电话：0531-87526166、87526966

或扫描二维码关注公司微信公众账号，了解更多最新资讯：



鲁能控制公司版权所有，内容如有更改，恕不另行通知。



鲁能控制

LUNENG CONTROL