



LN2000 DCS 在国能射阳生物发电厂中的应用

摘 要：生物质发电主要是利用农业、林业和工业废弃物为原料，也可以将城市垃圾为原料，采取直接燃烧或气化的发电方式。总的说来，生物质能发电行业有着广阔的发展前景。本文介绍 LN2000DCS 在国能射阳生物质发电厂中的应用。概述了生物质发电厂的工艺流程和系统需求，给出了基于 LN2000DCS 的系统网络结构和配置，着重描述了该系统的各主要控制站及其实现控制功能的方式。该项目的设计和成功实施充分体现了 LN2000DCS 分散控制系统对于生物质发电项目的整体控制能力。

关键词：LN2000DCS; 生物质发电技术; 系统网络结构与配置; 系统功能

Application of LN2000DCS in JIANGSUSHEYANG Biomass Power Plant

0 前言

国能射阳生物发电项目于2006年8月经江苏省发改委核准批复，一期工程建设一台引进丹麦 BWE 公司的技术生产制造、采用振动炉排方式燃烧秸秆、额定容量为130t/h 高温高压参数的电站锅炉和一台额定容量25MW、由武汉汽轮发电机厂生产制造的单级抽汽凝汽式高温高压参数的汽轮发电机组。该项目经过充分的经济技术分析，在可行

性研究的基础上，于2006年8月10日开工建设，经过各参建单位的奋力拼搏，于2007年6月26日首次并网发电。本项目每年可燃烧秸秆20余万吨，在节约能源、保护环境的同时，还可以增加农民收入，有力促进当地经济的发展。

1 工艺流程与系统需求

1.1 生物质电厂的工艺流程

国能射阳生物质发电厂项目中以25MW 的凝汽式汽轮发电机组和130吨高温高压蒸汽锅炉作为核心工艺段，同时包括上料、炉前料仓、化水、电气等辅助工段。该系统涉及到 DCS 的 I/O 点数约2960点，其中模拟量660点。具体的工艺流程如图1所示。

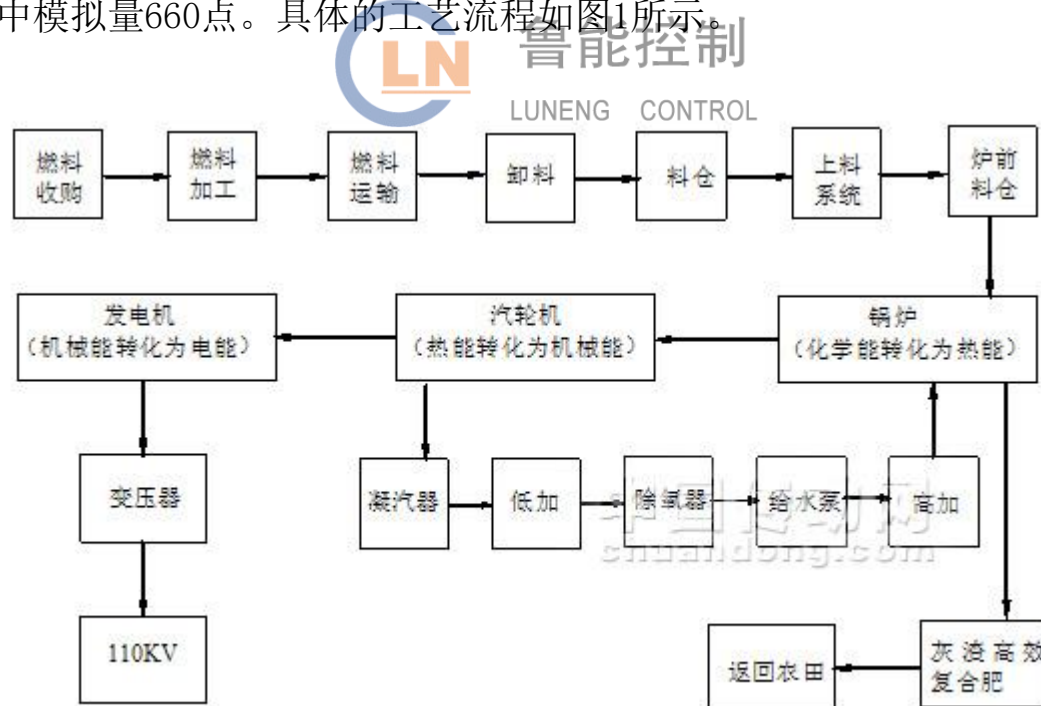


图1 生物质电厂的工艺流程

1.2 控制系统的需求

在系统的前期论证过程中，国能射阳生物发电厂和系统集成方——山东鲁能控制工程有限公司的工程师们进行了深入的探讨和技术交流，并对系统需求进行了确认。简述如下：

- （1） 该系统需要提供过程控制站、现场总线和 I/O 总线的冗余；
- （2） 汽轮机、锅炉主控，可自定义功能设计；
- （3） 设置 GPS 校时和 SOE 事件顺序记录；
- （4） 具备与第三方设备通讯的能力；
- （5） 具备系统自诊断功能，包括过程控制站和 I/O 的自诊断能力。



对于上述复杂而严格的要求，LN2000DCS 系统凭借其良好的性能和快速的功能响应，提供了整个电厂主控、辅控一体化的控制方案，并得到实施。

2 系统解决方案

山东鲁能控制工程有限公司的工程技术人员根据国能射阳生物发电项目的实际情况，精心设计了符合现场实际的控制方案。

2.1 系统网络结构与配置

2.1.1 系统网络结构与配置

对于连续生产过程，DCS 系统必须保证数据的连续性和过程记录的可追溯性，这就对系统的冗余提出了要求，而 LN2000DCS 系统很好地满足了这些严格的要求，提供了能满足电厂需求的配套冗余方案。该系统的网络结构图如图2所示。

2.1.2 冗余配置的网络架构（实时数据网络、CAN 现场总线、冗余交换机）

实时数据网络用于系统通讯，把过程控制站、操作员站等硬件设备连接起来，构成完整的分散控制系统，并使分散的过程数据和管理数据实现共享，采用了双网同时工作的冗余方式。

CAN 是控制局域网的简称，在 LN2000系统中，过程控制站和智能模块通过 CAN 协议的现场总线进行通讯，也采用了双网冗余方式。

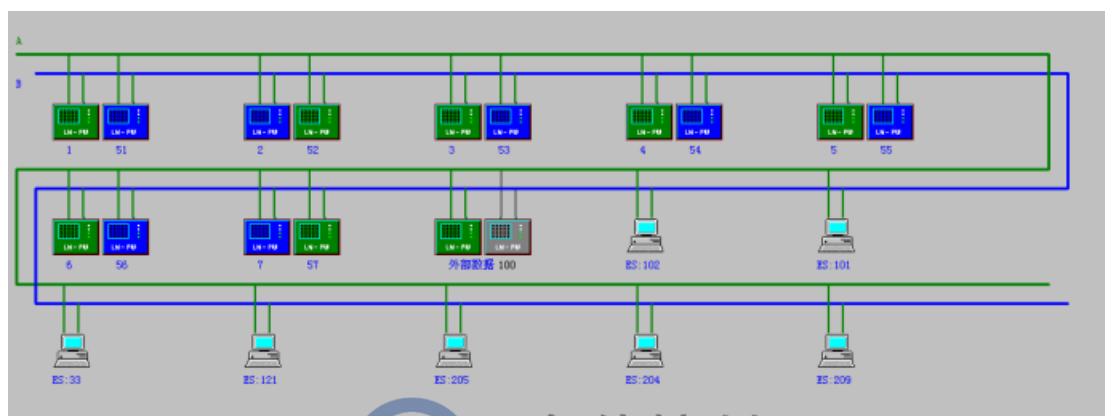
冗余交换机是为了保证站间的数据传输的可靠性，系统 Ethernet 采用两个独立网络交换机，各站同时挂在两个网上，两个网络同时工作，保证站间通讯的畅通。

2.1.3 冗余配置的过程控制站（DPU）

过程控制站是过程控制柜内的最重要的部件，有下列部分组成：系统母板、CPU、主板、双 CAN 接口卡、电源、外壳及指示灯等。其中 CPU 主板配置为嵌入式低功耗 CPU、64MRAM、32M 电子盘、双100M 以太网接口，双 CAN 接口卡，CAN 通信速率最高为1Mbps. 应用软件及下装的控制策略保存在电子盘中，在失电的状态下不会丢失组态数

据。过程控制站是冗余配置的，通过其内置的两个互为冗余的以太网接口实现实时数据通讯和站的冗余。处于备用状态的 LN-PU 能够自动跟踪运行的 LN-PU，一旦主控状态的 LN-PU 出现故障，备用 LN-PU 将立即承担过程控制任务，实现 LN-PU 间的无扰切换。

图2 系统的网络拓扑架构



2.2 控制单元及其功能

LUNENG CONTROL

生物质能电厂与常规火力发电厂最大的不同是燃料的不同，尤其是生物质燃料的水分含量较高且不稳定，其热值不固定，进而导致了燃料处理、输运、锅炉燃烧方式的不同。而汽轮机、发电机、电气和辅助车间等系统的控制方式与相同规模的常规电厂并没有太大的不同。

该生物电厂 DCS 系统由锅炉、汽机主控系统以及电气、上料和化水等辅控系统的各子系统构成。

2.2.1 锅炉主控单元

锅炉主控包含以下单元：

FSSS（炉膛安全监控）实现了主燃料跳闸（MFT）、点火前及停炉后吹扫控制以及火焰检测等功能，有效的确保锅炉炉膛的安全运行。

BPS（旁路控制功能）实现了再热器保护、维持机前压力、限制锅炉升压速率、高旁阀出口温度控制等；

MSC（模拟量控制）包含了机炉协调机制、燃料量、炉膛负压、汽包水位、主汽压力等的自动调节能力。

SCS（辅助设备顺序控制单元）实现了送风、引风自动启停及连锁保护。

上面的子系统分别由两对冗余 DPU 站控制，原则上根据实际的占多数 I/O 处于哪一个冗余站，该系统就分属此冗余站；但是实际实施过程中，由于设计院设计点数的时候并不会按系统功能严格划分 I/O 点，以及不同的系统之间存在逻辑上的互用，项目中通过定义全局交叉变量的方法，来实现不同 DPU 之间的数据交换。

2.2.2 汽机控制单元

汽机主控包含以下单元：

DEH（汽机数字电液控制）单元，通过升速控制、超速限制与超速保护、主汽压力控制、单多阀、自动同期控制等多个功能块提供了针对汽轮机的转速和负荷控制，确保机组安全高效运行。

ETS（汽轮机危急遮断保护系统），当有危急及汽轮机安全运行的状态和参数出现时，迅速关闭汽轮机进气阀门，及时切断汽轮机所有进气的保护系统。

TSI（汽轮机安全监视系统），能连续地检测汽轮机的各种重要参数，帮助运行人员判明机器故障，使机器能在不正常工作引起的严重损害前遮断汽轮机发电机组，保护机组安全。另外，TSI 监测信息提供了平衡和在线诊断数据，维护人员可通过诊断数据的帮助，分离可能的机器故障，减少维修时间。TSI 还能帮助提出机器预测维修方案，预测维修信息能推测出旋转机械的维修需要，使机器维修更有计划性，其结果是减少了维修费用，提高了汽轮机组的可用率。

MSC（模拟量控制）包含了机炉协调机制、除氧水位、减温减压温度阀和压力阀等的自动调节能力。

SCS（辅助设备顺序控制单元）实现了凝结水泵、循环水泵、射水泵、调速油泵、润滑泵、高加、低加进汽阀等一系列辅助设备的顺序启停。

2.2.3 辅控系统

电气辅控主要是采集一些刀闸开关的分合状态，增磁、减磁以及发送同期指令等。

化水辅控主要是采集一些泵和阀的状态，细沙过滤器的顺控、细沙过滤器冲洗顺控和混床再生顺控等。

LN2000DCS 集成了以上各部分的控制，实现了整个电厂主控、辅控一体化的控制方案。

2.3 系统的其它功能

2.3.1 SOE 事件顺序记录

SOE 系统是 LN2000 分散控制系统的一个重要组成部分，它提供了高速顺序记录，其时间分辨率不大约 1ms。所有事件记录参比于同一时间标准（有 GPS 模块提供）。事件顺序记录包括测点状态、描述。SOE 记录按时间顺序排列，并按小时、分、秒和毫秒打印出来。该项目中进入 SOE 的测点主要包括发电机出口开关事件，真空低压、ETS 故障、主汽门关闭、轴向位移大停车、MFT 保护停机、AST 磁力断路油门等

2.3.2 GPS 校时

SOE（事件顺序记录）提供了在系统故障如：跳闸、安全报警等状态下提供实时数据记录，为故障分析提供非常重要的数据分析基础，而 GPS 校时则是配合 SOE 及其它报警功能所必须的。LN-GPS 授时模块是我公司采用世界上先进的自动化技术开发的系统授时产品，采用模块化结构，包括 2 路 CAN 输出对时通道，4 路 RS-485、2 路 RS-232

串行通讯对时通道，1 路秒脉冲输出通道，1 路分脉冲输出通道，1 路报警输出通道。工作时，模块跟踪 GPS 卫星，接受精确的时间、位置信息，解析后通过 CAN 和串口隔离向外输出。模块采用四位按键和八位两行 LCD 液晶显示器，设置方便，显示直观。

2.3.3 与第三方系统之间的数据通讯

随着信息技术发展，分散控制系统已经不再是一个孤立的控制系统，而逐渐成为开放的系统。系统的开放性主要体现在与其他系统接口方面。LN2000 系统提供各种接口，如与厂级信息监控系统（SIS）的接口、与管理信息系统（MIS）的接口等，接口可以采用标准的 OPC 协议、MODBUS 协议、也可以采用客户订制的非标准的协议。

2.3.4 系统的自诊断能力

LN2000DCS 具有专门的自诊断软件，自诊断软件用来监视整个 DCS 系统中从上位的操作员站、工程师站到下位的过程控制站（LN-PU）、CAN 网、模块、数据通道的所有状态，以图例的方式清晰地显示出站是否在线、站网络的通断、过程站的主备站状态、CAN 网的通断、I/O 模块通道的好坏等，为用户掌握系统运行状态提供充

足的实时信息。自诊断显示介面如图：



3 LN2000DCS 在项目中的实际应用

国能射阳生物发电项目是山东鲁能控制工程有限公司承接的第一个生物发电项目，为了确保机组能够安全稳定的投入运行，项目组根据本项目的特点制定了符合实际的控制方案。

3.1 LN2000 系统硬件配置方案

该系统包括 5 台操作员站、1 台工程师站、1 台值长站、7 对冗余过程控制站，采用了过程控制站、现场总线和 I/O 总线冗余的网络架构，提供了稳定可靠，符合电厂生产要求的数据采集监控和现场级控制工艺设计。其中锅炉配置一对冗余 DPU；FSSS 部分配置一对冗余 DPU；汽机部分配置两对冗余 DPU；电气配置一对冗余 DPU；化水配置一对冗余 DPU；吹灰配置一对冗余 DPU。所有 DPU 都采用低功耗 CPU，无须风扇

换热，极大的延长了使用寿命，提高了工作的稳定性，为提高系统可靠性提供了硬件保证。

I/O 清册如下：共有实际测点 490 个，中间变量 59 个，通讯测点 28 个。

类型	DO	DI	AO	AI	RT	TC	合计
设计测点	659	1175	55	431	133	66	2519
实际测点	720	1388	76	460	176	96	2916
合计	720	1388	76	460	176	96	2916

表 2 I/O 测点配置

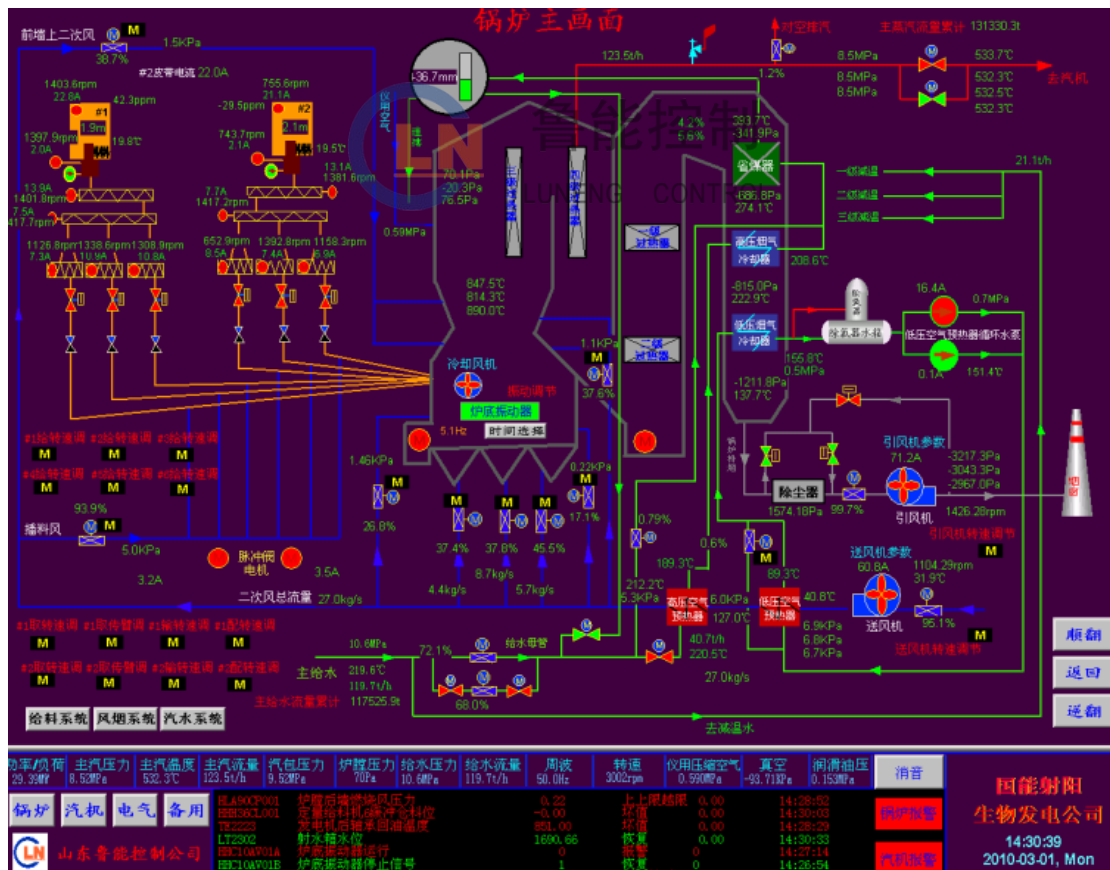


系统内部结构布置图

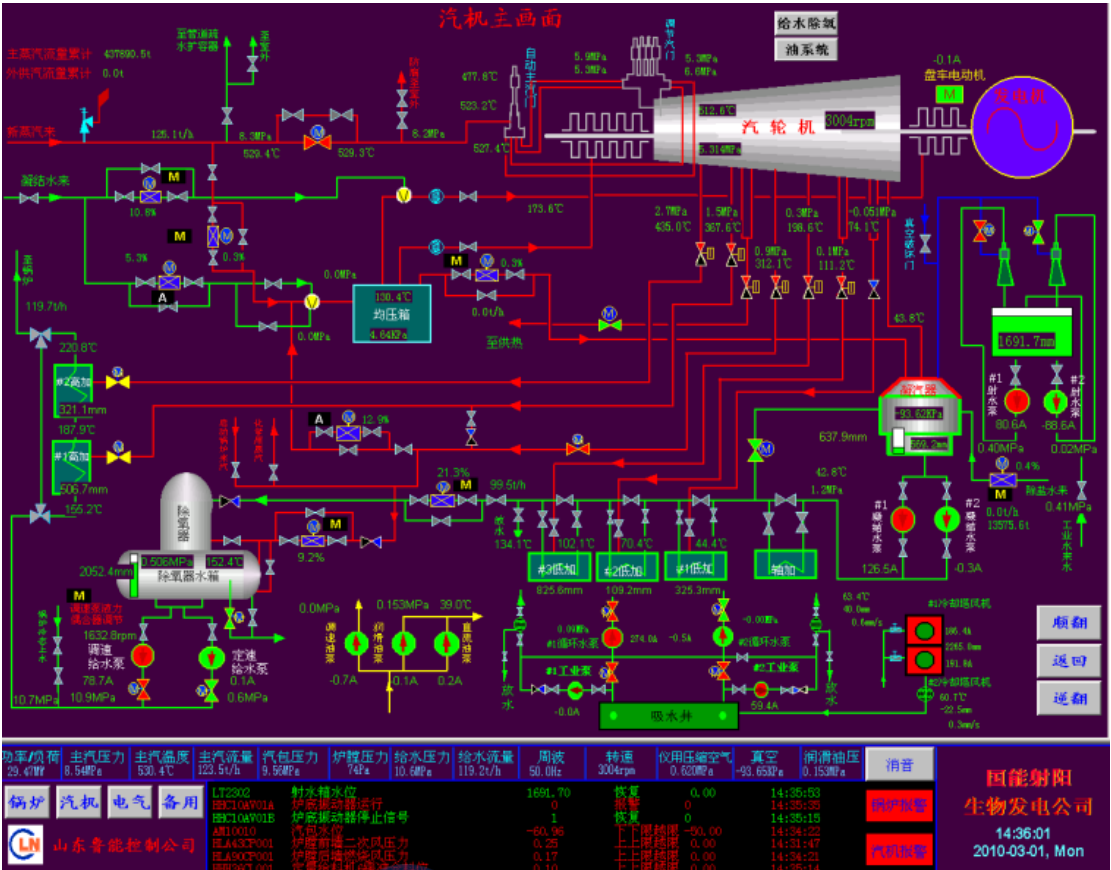
3.2 LN2000 操作监控与控制方式

3.2.1 操作监控

本系统的操作监控主要分为三大部分：锅炉控制画面、汽机控制画面和电气控制画面。锅炉控制画面又包括锅炉主画面、锅炉风烟系统、锅炉汽水系统、锅炉点火油系统、锅炉给料系统、锅炉低压循环水系统、锅炉炉底除灰渣系统、锅炉燃料系统、锅炉吹灰系统、锅炉除尘系统等；汽机控制画面包括汽机主汽抽汽系统、汽机油系统、汽机循环水系统、汽机凝结水系统、汽机给水除氧系统汽机高低加系统、汽机本体监测系统、定速调速给水泵系统、ETS 系统等；电气控制画面包括发变组系统、厂用 6KV 系统、厂用 400V 系统等。具体实现方式如下图：



锅炉主画面



3.2.2 控制方式

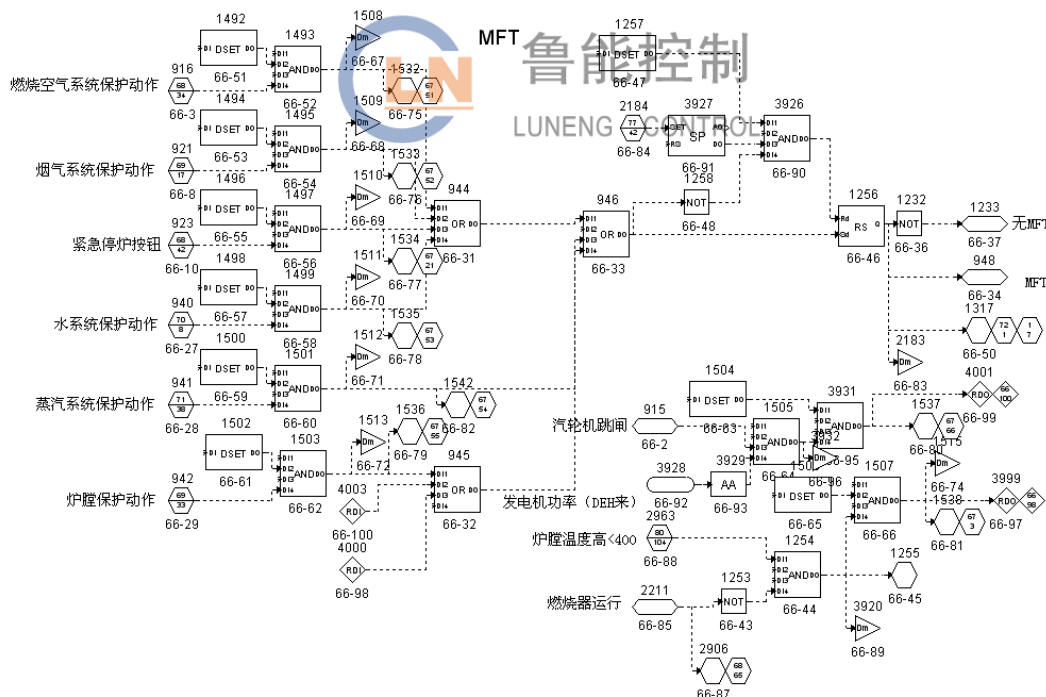
为了确保设备的安全运行，LN2000 对各台设备的启停、连锁、保护都进行了严格的设计具体内容及控制方式如下：

3.2.2.1 如果出现下列任一情形，则导致锅炉 MFT 动作：

- （1）燃烧空气系统保护动作；
- （2）烟气系统保护动作；
- （3）紧急停炉按钮动作；
- （4）炉膛保护动作；
- （5）水系统保护动作；

- (6) 蒸汽系统保护动作;
 - (7) 汽轮机跳闸;
 - (8) 在锅炉运行中, 第三级过热器处的炉膛温度低于 400°C 且启动燃烧器没有投运;
- 如果锅炉 MFT 动作, 则会导致:

- (1) 振动炉排停运;
- (2) 送风机停运;
- (3) 六台给料机出口关断挡板关闭, 给料系统停运;
- (4) 启动燃烧器停运 (如果其运行);
- (5) 主汽门关闭



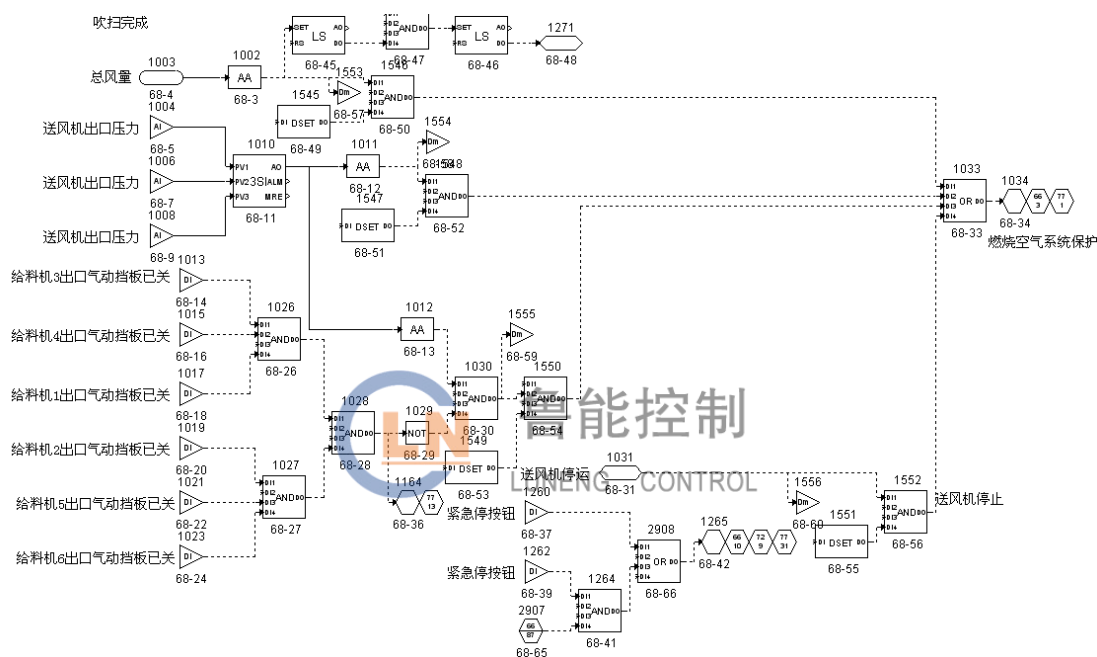
MFT 逻辑

3.2. 2.2、各个系统的保护

燃烧空气系统的保护

如果出现下列任一情形，则导致燃烧空气系统保护的動作：

- (1) 总风量小于 5Kg/s
- (2) 送风机出口压力大于 13.5KPa (12.7KPa)
- (3) 送风机出口压力小于 4KPa 并且给料机出口挡板未全关
- (4) 送风机停运



燃烧空气系统的保护逻辑

烟气系统保护

如果出现下列任一情形，则导致烟气系统保护的動作：

- (1) 引风机入口压力大于-50Pa
- (2) 除尘器旁路挡板全关且除尘器未投运
- (3) 引风机停运

紧急停炉按钮

如果出现下列任一情形，则导致紧急停炉按钮的動作：

(1) 按下 MFT 紧急按钮

(2) 投运启动燃烧器时，按下启动燃烧器的紧停按钮

炉膛保护

如果出现下列任一情形，则导致炉膛保护的動作：

(1) 炉膛压力大于 0Pa 延时 30s

(2) 炉膛压力大于 50Pa 延时 5s

(3) 启动燃烧器在炉膛中没有推进到位，也没有退出到位，延时 60s

水系统保护

如果出现下列任一情形，则导致水系统保护的動作：

(1) 汽包水位低于 -135mm

(2) 汽包水位高于 290mm

(3) 高压空气预热器循环回路的旁路调节阀后的给水温度大于 243℃

(4) 省煤器入口的给水温度大于 326℃

(5) 高压空气预热器入口的给水温度大于 243℃

(6) 高压空气预热器出口的给水温度大于 243℃

(7) 高压烟气冷却器出口的给水温度大于 326℃

(8) 省煤器出口的给水温度大于 326℃

蒸汽系统保护

如果出现下列任一情形，则导致蒸汽系统保护的動作：

(1) 汽包压力大于 11.7MPa

(2) 第一级过热器出口汽温大于 460℃

- (3) 第二级过热器出口汽温大于 495℃
- (4) 第三级过热器出口汽温大于 555℃
- (5) 主蒸汽温度（第四级过热器出口汽温）大于 555℃

3.2.2.3、关键设备的保护

引风机的保护

如果出现下列任一情形，则导致引风机保护的动作：

- (1) 引风机入口压力小于-8.0KPa
- (2) 炉膛压力小于-2000Pa

送风机的保护

如果出现下列任一情形，则导致送风机保护的动作：

- (1) 锅炉正常运行情况下，锅炉的 MFT 动作
- (2) 烟气系统的保护动作
- (3) 按下紧急停炉按钮
- (4) 炉膛的保护动作
- (5) 蒸汽系统的保护动作
- (6) 水系统的保护动作

送风机的启动允许条件：

- (1) 给料机出口挡板全部关闭（延时 60 秒）（在吹扫前或吹扫未完成或吹扫完成或启动燃烧器投入但未投料前或紧停后及时启动情况下）或锅炉的 MFT 复位（在吹扫完成且按下 MFT 复位按钮或启动燃烧器投运或炉膛温度大于 400℃）
- (2) 烟气系统满足启动允许条件

- (3) 没有按下紧急停炉按钮
- (4) 炉膛满足启动允许条件
- (5) 蒸汽系统满足启动允许条件
- (6) 水系统满足启动允许条件

3.3.2.4、锅炉的吹扫

进行锅炉吹扫时，必须满足下列的全部条件：

- (1) 燃烧空气系统满足启动允许条件；
- (2) 烟气系统满足启动允许条件；
- (3) 蒸汽系统满足启动允许条件；
- (4) 水系统满足启动允许条件；
- (5) 紧急停炉按钮没有动作；
- (6) 炉膛满足启动允许条件；
- (7) 六台给料机的出口关断挡板关闭；
- (8) 启动燃烧器没有投运；
- (9) 燃烧空气流量大于 26kg/s；
- (10) 吹扫没有完成；
- (11) 第三级过热器处的炉膛温度低于 400℃

鲁能控制
LUNENG CONTROL

锅炉吹扫的步骤

- (1) 打开布袋除尘器的旁路，关闭通向除尘器的挡板。
- (2) 通向炉排风（一次风）系统的挡板设为自动模式。
- (3) 通向二次风系统的挡板设为自动模式。
- (4) 锅炉吹扫时，如果室外温度低于 0℃时，则启动低压空气预热

器的循环泵，并全开汽水分离器出口的进入除氧水箱的阀门，以防止启动过程中冷空气冻坏低压空气预热器；如果室外温度低于 5℃时，则启动低压空气预热器的循环泵，汽水分离器出口的进入除氧水箱的阀门为正常开度；

- (5) 在入口挡板关闭情况下，启动引风机。
- (6) 引风机设置的控制模式为调节炉膛的压力。
- (7) 在入口挡板关闭情况下，启动送风机。
- (8) 送风机设置的控制模式为调节燃烧空气的流量。
- (9) 在 DCS 之中设置“锅炉吹扫请求”，开始锅炉的吹扫。

3.2.2.5、汽机保护

高加解列



#1高加水位高I值、#1高加水位高II值，二者取“OR”关系所得结果与#1高加水位高III值取“AND”得逻辑结果M；

#2高加水位高I值、#2高加水位高II值，二者取“OR”关系所得结果与#2高加水位高III值取“AND”得逻辑结果N；

将上述逻辑结果M和N取“OR”得逻辑结果MN；

将逻辑结果MN与手动解列高加 PB 取OR，输入到A中，

将逻辑结果MN取“NOT”后，与复位高加解列 PB 取 OR后，输入到B中，

给出高加解列信号A与高加解列复位信号B。

给水泵 M02901A

启允许:

给水泵出口门全关、给水泵再循环门开、给水泵润滑油压力高、给水泵辅助油泵运行, 四者取“AND”所得结果与设备无故障、远控方式一起取“AND”关系, 用作启允许条件;

停允许:

远控方式;

超驰停:

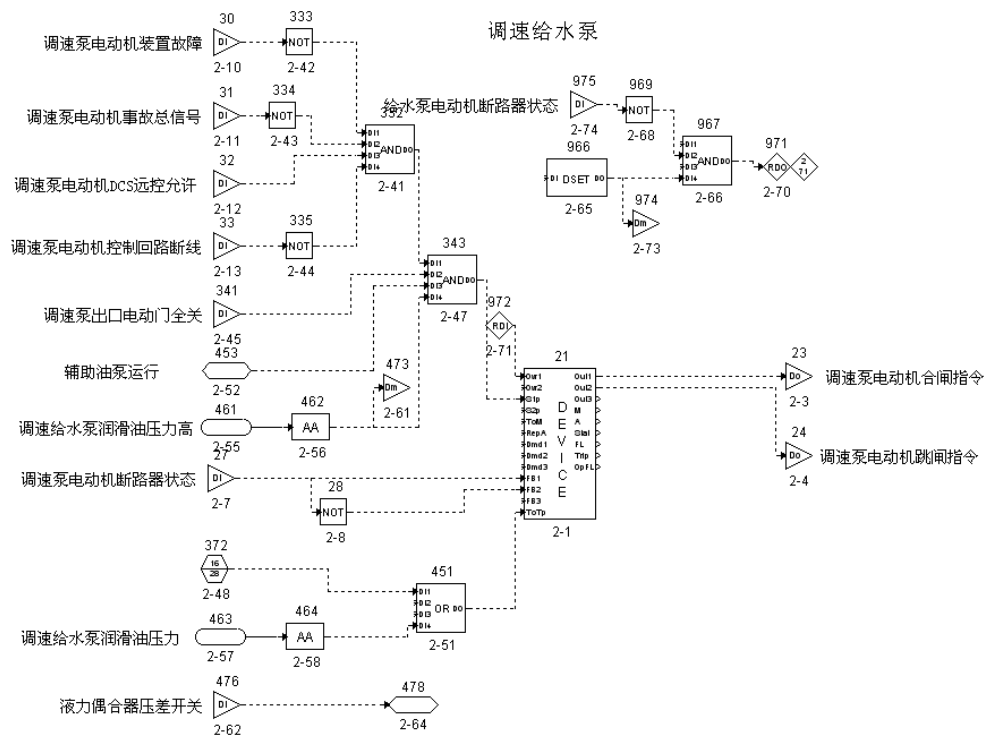
用信号A作超驰停信号;

信号A获得方式:

偶合器工作油冷却器前温度、偶合器工作油冷却器后温度、传动端径向轴承温度、自由端径向轴承温度、电机前轴承温度、电机后轴承温度, 六者取“OR”, 得逻辑信号M;

给水流量小于15T/H、#1给水泵再循环门关、#1给水泵运行, 三者进行“AND”运算, 并延时20S后, 与逻辑信号M、

#1给水泵润滑油压力低II值 PI2922A LL/ 进行“OR”运算得信号A。



给水泵控制逻辑

TSI参数异常



鲁能控制

LUNENG CONTROL

B101热膨胀超限停机2

B102转速（TM1）大报警

B103后转速（TM2）大报警

B104零转速报警2

B105偏心报警

以上5信号，进行逻辑“OR”运算给出逻辑结果M；

B106轴向位移大报警

B107盖振大报警

B108轴振大报警

B109胀差超限报警

B110热膨胀超限报警

以上5信号，进行逻辑“OR”运算给出逻辑结果N；

B111测速通道故障报警

B112偏心通道故障报警

B113轴向位移通道故障报警

B114盖振通道故障报警

B115轴振通道故障报警

以上5信号，进行逻辑“OR”运算给出逻辑结果P；

逻辑信号M、N、P 及 B116胀差通道故障报警 进行逻辑“OR”运算给出TSI参数异常信号。

OPC电源失电

BI01 主220VDC故障

BI02 副220VDC故障

BI03 卡件柜主220VAC故障

BI04 卡件柜副220VAC故障

BI05 继电器柜主220VAC故障

BI06 继电器柜副220VAC故障

BI07 继电器柜主24VDC故障

7信号取“OR”，给出OPC电源失电判断。

机侧辅机线圈温度高

BI09 电泵线圈温度高

BI10 凝结水泵A线圈温度高

BI11 凝结水泵B线圈温度高



BI14 循环水泵A线圈温度高

BI15 循环水泵B线圈温度高

BI12开式水泵A线圈温度高

BI13开式水泵B线圈温度高

7信号，经单元SIGSEL、H/处理后，进行“OR”运算，给出机侧辅机线圈温度高判断。

4 结语

LN2000 DCS 作为国能射阳生物发电项目主控系统，提供了稳定可靠的硬件和人性化的软件组态画面，它丰富的图形界面、灵活的配置参数、报警与趋势分析以及系统自诊断功能，完全满足了要求苛刻的生物发电项目的各项功能，这也标志着LN2000DCS 在生物发电行业的成功应用，为 LN2000DCS 进军新能源行业奠定了良好的基础。

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。