



DEH 控制功能说明书



鲁能控制

LUNENG CONTROL

山东鲁能控制工程有限公司

目录

1	系统说明.....	2
1.1	系统配置.....	2
1.2	运行方式.....	2
1.3	阀门管理.....	3
1.4	超速控制.....	3
1.5	超速保护.....	4
1.6	试验功能.....	4
2	网络说明.....	5
2.1	网络配置及过程站.....	5
2.2	性能指标.....	5
3	控制系统主要功能.....	7
3.1	挂闸.....	7
3.2	启动方式.....	8
3.3	升速控制.....	8
3.4	摩擦检查.....	9
3.5	自动同期.....	9
3.6	并网带初负荷.....	10
3.7	升负荷控制.....	10
3.8	各调节回路.....	10
3.9	一次调频.....	15
3.10	单阀/顺序阀转换.....	15
4	保护功能.....	17
4.1	超速控制.....	17
4.2	超速保护.....	17
4.3	限制保护功能.....	19
5	试验功能.....	21
5.1	阀门活动性试验.....	21
5.2	阀门严密性试验.....	21
5.3	超速试验.....	22
6	ATC 控制.....	23
6.1	ATC 自启动.....	23
6.2	经验曲线启动.....	23
7	抽汽控制.....	24
8	软件应用及说明.....	25
8.1	LN2000DEH 系统启动与登陆.....	25
8.2	LN2000DEH 系统数据库配置.....	26
8.3	LN2000DEH 系统 SAMA.....	29
8.4	操作界面说明.....	33

增加了 FIRST、PIDEX、ANMSEX、DELAYON、DELAYOFF 等算法块。增加了 LN-GPS

通过 GPS 卫星为系统授时的软件。系统控制运算周期由原 200ms、500ms 缩短为 100ms。

增加了 DEH 各项控制功能相关逻辑。增加了 DEH 控制系统监控画面。



鲁能控制

LUNENG CONTROL

1 系统说明

本章主要阐述了汽轮机控制系统的基本控制原理、系统主要功能。

1.1 系统配置：

以上海汽轮机厂 300MW 亚临界、单轴、双缸、双排汽、中间再热、凝汽式汽轮机为例。它由两只高压主汽阀、六只高压调节阀控制高压进汽，两只中压主汽阀和两只中压调节阀控制中压进汽。以过程控制站（LN-PU）为核心的 DEH 控制系统，采集机组的转速、功率、汽压等有关参数后，经过分析、鉴别、计算，控制电液伺服阀，通过油动机分别使高压主汽阀、高、中压调节阀按启动、运行要求工作（DEH 控制系统原理图见图 1-1-1）。液压动力油以磷酸脂抗燃油为工质，工作油压 14MPa，由集装式抗燃油箱供油。

DEH 系统由三个控制柜，两台上位机组成。两台上位机一台为工程师站，负责图形逻辑组态及历史数据的采集工作，另外一台为操作员站，主要是提供给运行人员进行操作以及监视。

1.2 运行方式：



鲁能控制

LUNENG CONTROL

1.2.1 自动

这是投 CCS 协调控制之前的最常用的运行方式。这种运行方式又对应如下几种运行状态：转速控制、功率反馈控制、调节级压力反馈控制、主汽压力控制及阀位控制。关于这几种控制方式的详细说明，请参见后面相关章节。

1.2.2 CCS 协调控制

启动结束后，DEH 接到 CCS 的请求，操作人员可按下“CCS 投入”按钮（在 OIS 上），在 DEH 允许的前提下，即可投入 CCS 控制，同时向 CCS 发出“CCS 投入”信号。此时，DEH 自动切除功率反馈、调节级压力反馈和主汽压力控制回路，按 CCS 给定的阀位信号控制机组，同时将实际阀位值反馈给 CCS。

1.2.3 ATC 方式

在此方式下，汽轮机主要根据计算出的热应力大小等因素确定目标转速、升速率、暖机时间、升负荷率等。

1.2.4 自动同期

汽轮机转速升至并网转速，电气发出允许自动同期信号，转速在 $3000 \pm 50\text{rpm}$ 之内，可以投入自动同期，自动同期投入后，目标转速与给定转速跟随电气自动同期装置发出的命令动作，直到并网结束。

1.2.5 手动

“手动”是和“自动”相对的一种运行方式，在此方式下，运行人员通过“手动控制”画面上的“手动阀位设定值”按钮增、减总的阀位指令值。在“手动”方式下，所有自动功能均不能投入。

1.3 阀门管理

在启动过程中（高压缸启动），为保证机组全周进汽，充分预热，减小热应力，应该采用 2900 转以下采用高压主汽门控制，高压调节汽门全开的运行方式，当转速到达 2900 转时进行切换，切换完毕后采用高压主汽门进行控制的方式。此种方式为节流配汽方式。

机组启动结束后稳定运行时，宜采用喷嘴调节方式，即高压调节阀顺序开启，以减少处于节流状态下的阀门个数，提高热效率。切换过程为 120S。

1.4 超速控制

当发电机甩负荷以后，汽轮机转速将很快飞升，正常的转速调节回路很难将转速控制在保护系统动作转速以下。甩负荷后，DEH 接收油开关跳闸信号，通过硬件与软件两个回路进行甩负荷逻辑处理，通过 ETS 保护模块及各油动机的快关电磁阀快速关闭高中压调节汽阀，以抑制机组转速的最大动态飞升，转速低于额定转速后各电磁阀复位，由正常转速回路进行调节（当负荷小于 30% 额定负荷时，油开关跳闸后不需要快关调门）。

若甩负荷后油开关跳闸信号没有发出，DEH 还设有 103% 超速预警控制，即当汽轮机转速超过 103% 额定转速（ 3090r/min ）时，DEH 通过软回路及超速保护模块、ETS 保护模块发出指令到各调节阀油动机的快关电磁阀，快速关闭高中压调节汽阀，当转速低于额定转速时，各电磁阀复位，转入正常转速回路调节。

DEH 中还设有负荷不平衡限制回路，当电功率与汽轮机负荷相差超过 60% 时，快速关闭中压调节汽阀，当负荷相差 $< 60\%$ 时，各电磁阀复位。

1.5 超速保护

DEH 具有硬件与软件两方面的超速保护。

DEH 配置有三块汽机超速保护模块，当汽轮机转速超过 110%额定转速时，超速保护板的相应接点闭合，通过三取二处理后输出跳机指令，经硬接线回路使汽轮机停机。

此外，当机组转速超过 110%额定转速时，DEH 软件还会发出停机信号，同时作用到各遮断电磁阀，关闭高中压主汽阀和调节汽阀，切断机组进汽，实现停机。

1.6 试验功能

DEH 具有在线试验功能：阀门活动试验、严密性试验以及超速试验。

1.6.1 阀门活动试验

机组正常运行时，可定期进行阀门活动试验，以检查各进汽阀是否工作灵活。

阀门活动试验由运行人员在 OIS 上进行操作，DEH 自动执行阀门活动指令，并给出相应的提示或指示。

1.6.2 超速试验

DEH 具有提升转速进行机械、电气超速试验的功能，并可自动记录最高转速。

1.6.3 阀门严密性试验

当汽轮机在额定转速空转运行、锅炉汽压满足一定条件时，DEH 可控制机组作主汽门严密性试验和调门严密性试验。

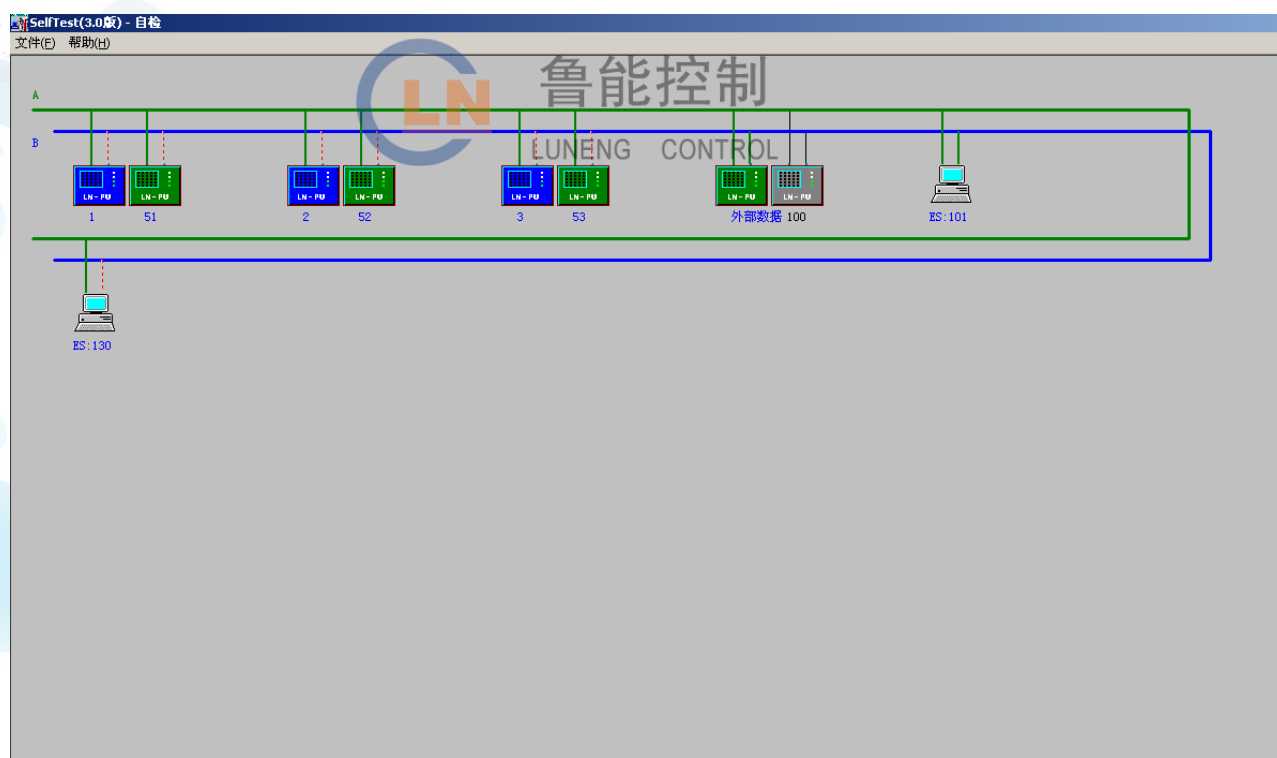
2 网络说明

本章主要阐述了汽轮机控制系统的网络结构及系统技术指标。

2.1 网络配置及过程站

DEH 系统的过程控制站采用嵌入式低功耗 CPU、64MRAM、32M 电子盘（DOM）、双 100M 以太网接口，双 CAN 接口卡。其先进性在于分散的结构和基于微处理器的控制，这两大特点加上冗余使得系统在具有更强的处理能力的同时提高了可靠性。100MB 带宽的高速以太网的高速公路通讯使各个控制器之间相互隔离，又可以通过它来相互联系。

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信和站间的冗余。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。过程控制站与 I/O 模块间的通信网络采用了冗余配置 CAN 现场总线，提高可靠性。



网络配置

2.2 性能指标

- 1 转速调节范围：(50~3600) r/min
- 2 额定蒸汽参数下空转转速波动： $\leq \pm 0.1\%$ 额定转速

- 3 负荷控制精度： $\leq \pm 2\text{MW}$ ；
负荷控制范围：0～350MW；
- 4 控制系统不灵敏度： $\leq 0.06\%$ ；
- 5 转速不等率 4.5%（3%～6%范围内连续可调）
- 6 甩全负荷时，最大超速 $\leq 7\%$ 额定转速，可维持空转；
- 7 可靠性：计算机 MTBF40000 小时
系统 MTBF ≥ 40000 小时
控制系统可用率 $\geq 99.9\%$ 。



鲁能控制

LUNENG CONTROL

3 控制系统主要功能

本章讲述了 DEH 控制系统所完成的主要功能。这些控制功能的控制流程见组态图。

主要功能有：

1 自动挂闸

2 启动前的控制

自动判断热状态

3 转速控制

高压缸启动方式

升速：目标、升速率、过临界、暖机

3000r/min 定速

4 并网后控制

并网带初负荷

发电机假并网试验

升负荷：目标、负荷率、暖机

功率控制

调节级压力控制

主汽压力控制

一次调频

CCS 控制

高负荷限制

低负荷限制

阀位限制

主汽压力限制

5 单阀、顺序阀转换



鲁能控制

LUNENG CONTROL

3.1 挂闸：

挂闸就是使汽轮机的保护系统处于警戒状态的过程。汽轮机跳闸后，当 ETS 具备启动条件时，所有阀门关闭的情况下，由运行人员按下挂闸按钮则发出汽轮机挂闸请求指令，系统接收到三取二以后的油压建立信号以后，挂闸成功。

挂闸允许条件：

汽轮机已跳闸

所有进汽阀全关

3.2 启动方式：

汽轮机的启动过程，对汽缸、转子等是一个加热过程。为减少启动过程的热应力，对于不同的初始温度，应采用不同的启动曲线。

DEH 在每次挂闸时，应根据汽轮机调节级处高压内缸内上壁温 T 的高低划分机组热状态。若上壁温度坏，自动由下壁温度信号代替。

$T < 150^{\circ}\text{C}$ 冷态

$150^{\circ}\text{C} \leq T < 300^{\circ}\text{C}$ 温态

$300^{\circ}\text{C} \leq T < 400^{\circ}\text{C}$ 热态

$400^{\circ}\text{C} \leq T$ 极热态

汽轮机挂闸后，中压主汽门自动开启，按下操作员自动按钮，选择在操作员自动运行方式，将阀位限制提高到 120%，中压调节门将全部打开，选择在 TV 控制方式，高压调节门全部打开，由高压主汽门控制转速，进入高压缸启动模式。

3.3 升速控制：

在汽轮发电机组并网前，DEH 为转速闭环无差调节系统。其设定点为给定转速。给定转速与实际转速之差，经 PID 调节器运算后，通过伺服系统控制油动机开度，使实际转速跟随给定转速变化。

选择好启动方式以后，在自动控制操作界面设定目标转速和升速率，改变目标值后保持指示灯亮，按下进行按钮，转速将会根据设定的速率增长。运行人员设定的升速率最大为 300rpm/min，当转速超过 2900rpm 后最大升速率为 60rpm/min，当转速增长到目标转速后，进行的指示灯将会熄灭。

如果目标转速设定在临界转速范围内，则自动将目标转速调整为低于临界转速下限 50 转，当转速进行到临界转速区范围内时，升速率自动调整为 500rpm/min，临界转速区的指示灯点亮。

在升速过程中，通常需对汽轮机进行中速、高速暖机，以减少热应力。在汽机转速达到暖机转速时，运行人员可以按下保持按钮，此时转速将维持在暖机转速，直到再次按下进行按钮。如果转速位于临界转速区内时，保持指令无效。

当汽机暖机结束以后，机组达到切换转速并经受了第一阶段的考验时，在控制画面上按下 TV/GV

切换按钮，可以在 CRT 画面上观察到从高压主汽门向高压调节门切换的过程，切换完成后，高压主汽门全开，汽轮机处于高压调节门控制下。主汽阀—调节汽阀的转换是一个单方向的转换，机组从主汽阀切换到调节汽阀后，运行人员就不能再切换到主汽阀控制。

3.4 摩擦检查：

机组启动过程中，为保证机组运转正常，需要在低转速下，检查汽轮机转动情况和监测仪表系统的工作是否正常。DEH 中设计了摩擦检查功能。

当转速升至 500-800rpm 之间时，按下摩擦检查按钮，高压主汽门全部关闭，转速开始下降。转速下降过程中进行摩擦检查，密切监视汽机转动情况和各监测仪表显示，当转速低于 50 转时，摩擦检查结束。

摩擦检查允许条件：

DEH 控制在自动方式

汽机转速位于 500-800rpm 之间

有下列情况，将退出摩擦检查：

汽机跳闸

DEH 控制切除至手动方式

汽机转速低于 50rpm

运行人员手动切除摩擦检查

鲁能控制

LUNENG CONTROL

3.5 自动同期：

汽轮机转速升至并网转速，电气发出允许自动同期信号，转速在 3000 ± 50 rpm 之内，可以投入自动同期，自动同期投入后，目标转速与给定转速跟随电气自动同期装置发出的命令动作。当发电机的频率及相位达到同期条件的要求时，同期装置发出油开关合闸指令使油开关闭合。

自动同期允许条件：

DEH 控制在自动方式

汽机转速位于 2950-3050rpm 之间

电气发出允许自动同期信号

有下列情况之一，则退出同期方式：

手动状态

转速故障

并网

汽机已跳闸

3.6 并网带初负荷：

发电机并网以后，DEH 系统根据实际的主蒸汽压力计算出带初负荷预开度，保证发电机并网以后能带上 5% 的初负荷，防止逆功率运行。

3.7 升负荷控制：

在汽轮发电机组并网后，DEH 为实现一次调频，调节系统配有转速反馈。在试验或带基本负荷时，也可投入负荷反馈或调节级压力反馈，当需要进行主汽压力控制时，可投入主汽压力控制回路。当主汽压力控制投入时，目标和给定值以 MPa 形式表示。在其他回路控制时，目标和给定值均以 MW 形式表示，系统自动换算成对应的控制参数。

在设定目标后，给定值自动以设定的变化率向目标值逼近，随之发电机负荷或主汽压力逐渐变化。在升负荷过程中，通常需对汽轮机进行暖机，以减少热应力。

除操作员可通过 OIS 设置目标外，在下列情况下，DEH 自动设置目标：

负荷反馈刚投入时，目标为当前负荷值(MW)

调节级压力反馈刚投入时，目标为当前调节级压力对应负荷值(MW)

主汽压力控制回路刚投入时，目标为当前主汽压力 (MPa)

发电机刚并网时，目标为初负荷给定值(MW)

手动状态，目标为负荷给定值(MW) (额定压力下流量对应负荷)

反馈刚切除时，目标为负荷给定值(MW)

跳闸时，目标为零

CCS 控制方式下，目标为 CCS 给定(%)

3.8 各调节回路：

调节回路设置有：功率回路、调压回路、主汽压力控制回路以及接受来自 CCS 的控制。当发电机并网以后，DEH 系统在自动状态，无控制回路投入，被控信号无故障，压力负荷合适时，可考虑投入一个控制回路。

3.8.1 功率控制回路

负荷控制器为 PI 调节，用于比较设定值与实际功率，经过计算后输出控制 GV 阀指令。

在满足以下条件后，可由操作员投入该控制器（所有条件同时满足）：

机组已并网，负荷大于 15MW

功率信号正常

调节级压力控制器未投入

主汽压力控制器未投入

CCS 控制未投入

TPL 未动作

高负荷限制未动作

低负荷限制未动作

负荷不平衡未动作

阀位限制未动作

RB 未动作

系统处于自动方式



鲁能控制

LUNENG CONTROL

负荷控制器切除条件（任一条件满足）：

操作员切除该控制器

负荷小于 15MW

功率信号不正常

汽轮机跳闸

系统转到手动方式

高负荷限制动作

低负荷限制动作

TPL 动作

负荷不平衡动作

阀位限制动作

RB 动作

油开关跳闸

在负荷反馈投入时，设定点以 MW 形式表示。采用 PI 无差调节，稳态时负荷等于设定的值。

3.8.2 调压控制回路

调节级压力控制器为 PI 调节，它比较设定值与调节级压力对应负荷值，经过计算阀门流量控制 GV 阀。

当满足以下条件时，通过 OIS 可将该控制器投入（所有条件同时满足）：

控制系统处于自动方式

机组已并网

负荷控制器未投入

主汽压力控制器未投入

CCS 控制未投入

调节级压力信号正常

TPL 未动作

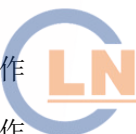
RB 未动作

阀位限制未动作

高负荷限制未动作

低负荷限制未动作

负荷不平衡未动作



鲁能控制

LUNENG CONTROL

该控制器切除条件（任一条件满足时）：

操作员将其切除

TPL 动作

高负荷限制动作

低负荷限制动作

负荷不平衡动作

阀位限制动作

RB 动作

油开关断开

汽轮机跳闸

调节级压力信号故障

系统转到手动方式

在调节级压力反馈投入时，采用 PI 无差调节，根据调节压力机组负荷维持在运行人员设定的目

标负荷附近，不同的工况实际负荷与设定负荷可能不一致。

3.8.3 主汽压力控制回路

主汽压力控制器是一个 PI 控制器，用于比较设定值与实际主汽压力，经过计算后输出控制 GV 阀指令。

在满足以下条件后，可由操作员投入该控制器（所有条件同时满足）：

控制系统处于自动方式

机组已并网

负荷控制器未投入

主汽压力控制器未投入

CCS 控制未投入

主汽压力信号正常

主汽压力在 10.2—17.5Mpa 之间

TPL 未动作

RB 未动作

阀位限制未动作

高负荷限制未动作

低负荷限制未动作

负荷不平衡未动作

ATC 方式未投入

主汽压力控制器切除条件（任一条件满足）：

操作员将其切除

TPL 动作

高负荷限制动作

低负荷限制动作

负荷不平衡动作

阀位限制动作

RB 动作

油开关断开



鲁能控制

LUNENG CONTROL

汽轮机跳闸
主汽压力信号故障
系统转到手动方式
ATC 方式投入

3.8.4 CCS 控制

CCS 遥控，从 DEH 发出遥控请求信号，CCS 接收到请求信号以后，锅炉侧条件满足后遥控回路投入，此时 DEH 接收 DCS 送来控制信号，根据 DCS 信号来控制阀门开度，维持机组负荷，达到机组协调控制的目的。

当满足以下条件，可由操作员投入 CCS 控制（所有条件同时满足）：

控制系统在自动方式
机组已并网
接收到 CCS 请求信号
CCS 来的指令信号无故障
TPL 未动作
RB 未动作
阀位限制未动作
高负荷限制未动作
低负荷限制未动作
负荷不平衡未动作

 鲁能控制
LUNENG CONTROL

切除 CCS 方式或条件（任一条件满足）：

TPL 动作
阀位限制动作
高负荷限制动作
低负荷限制动作
负荷不平衡动作
手动方式
CCS 请求消失
CCS 来的指令信号故障

油开关跳闸

汽轮机跳闸

在 CCS 方式下, DEH 的指令信号接受来自 CCS 的信号, 切除负荷反馈、调节级压力反馈、主汽压力反馈回路、切除 DEH 调频功能

3.8.5 基本回路控制

并网以后所有控制回路不投入, 则处于阀门控制状态, 此时设定的目标值为额定蒸汽参数下的目标负荷, 系统根据目标负荷来设定调门的开度, 此时控制回路为开环状态, DEH 仅控制阀门的开度, 机组功率由蒸汽参数决定。

各个控制回路之间进行切换时, 机组的控制是平稳无扰的, 不会改变阀门的开度, 不影响机组负荷。

3.9 一次调频:

汽轮发电机组在并网运行时, 为保证供电品质对电网频率的要求, 通要求投入一次调频功能。当机组转速在死区范围内时, 频率调整给定为零, 一次调频不动作。当转速在死区范围以外时, 一次调频动作, 频率调整给定按不等率随转速变化而变化。

一次调频功能投入条件:

系统处于自动状态

负荷大于 100MW 后

在投入 CCS 协调时, DEH 的一次调频功能自动切除。

不等率在 3~6%内可调, 出厂时设为 4.5%

死区在 0~30r/min 内可调

死区范围为: 3000±死区值

3.10 单阀/顺序阀转换:

DEH 提供两种调节汽门运行方式: 单阀和顺序阀。单阀是指所有调节汽门同步开启, 顺序阀是指各个调节汽门逐次开启。在机组启动时, 采用单阀, 可以使喷嘴组全周进汽, 有利于机组技术部件均匀加热, 减小热应力; 机组并网后, 采用顺序阀, 可以使多个调节汽门中只有一个阀门处于节流状态, 有利于减小节流损失, 提高机组热效率。DEH提供了两种阀门运行方式下的切换程序。

运行人员在操作界面上点开单阀/顺序阀控制按钮，弹出一个阀门方式选择小窗口，在此窗口上选择在单阀或顺序阀控制方式，选择顺序阀控制方式后，机组将切换至顺序阀控制方式。切换过程为：#1、#2 调门同时开启，#4、#5、#6、#3 根据机组负荷的要求依次开启，切换时间为 120S，切换完成以后转为顺序阀控制。



鲁能控制

LUNENG CONTROL

4 保护功能：

DEH 系统具有 110 超速和 OPC 超速两种保护功能。超速保护系统对转速进行了三取二，并且设计有硬回路和软回路两路保护功能，两路保护互为冗余，保证保护动作的可靠性。

4.1 超速控制

4.1.1 甩负荷

由于大容量汽轮机的转子时间常数较小，汽缸的容积时间常数较大。在发生甩负荷时，汽轮机的转速飞升很快，若仅靠系统中转速反馈的作用，最高转速有可能超过保护系统动作转速，而发生汽轮机遮断。为此必须设置一套甩负荷超速限制逻辑。

若油开关断开出现甩负荷，DEH 硬件及软件两个回路同时动作，通过超速限制集成块及各调节阀油动机快关电磁阀，快速关闭高、中压调节阀，同时将目标转速及给定转速改为 3000r/min，待 2 秒种后，各电磁阀复位，调节阀恢复由伺服阀控制，转入正常转速回路调节，最终使汽轮机转速稳定在 3000r/min，以便事故消除后能迅速并网。

鲁能控制
LUNENG CONTROL

4.1.2 103%超速

因汽轮机若出现超速，对其寿命影响较大。除对汽轮机进行超速试验时，转速需超过 103%外，其它任何时候均不允许转速超过 103% (因网频最高到 50.5Hz 即 101%)。

超速试验钥匙开关在正常位置时，一旦转速超过 103%，则迅速动作超速限制集成块及各调节阀油动机的快关电磁阀，关闭高、中压调节阀，待转速低于 103%时，各电磁阀复位，调节阀恢复由伺服阀控制，转入正常转速回路调节。

注意：若超速试验钥匙开关在试验位置，则 103%超速限制功能失效。

4.2 超速保护

超速保护

若汽轮机的转速太高，由于离心应力的作用，会损坏汽轮机。虽然为防止汽轮机超速，DEH 系统中配上了超速限制功能，但万一转速限制不住，超过预定转速则立即打闸，迅速关闭所有主汽阀、调节阀。

为了安全可靠，系统中设置了多道超速保护：

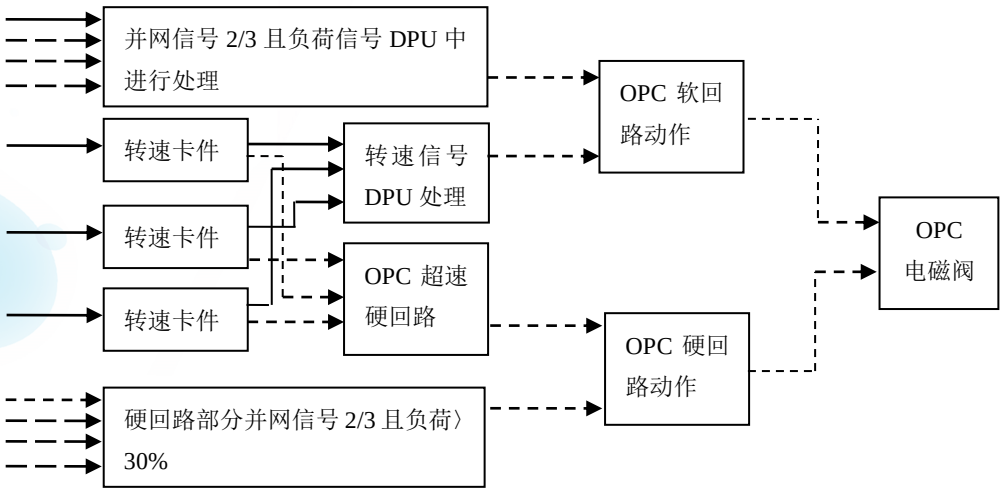
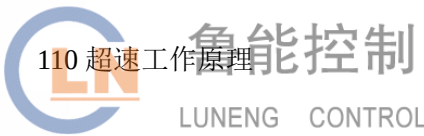
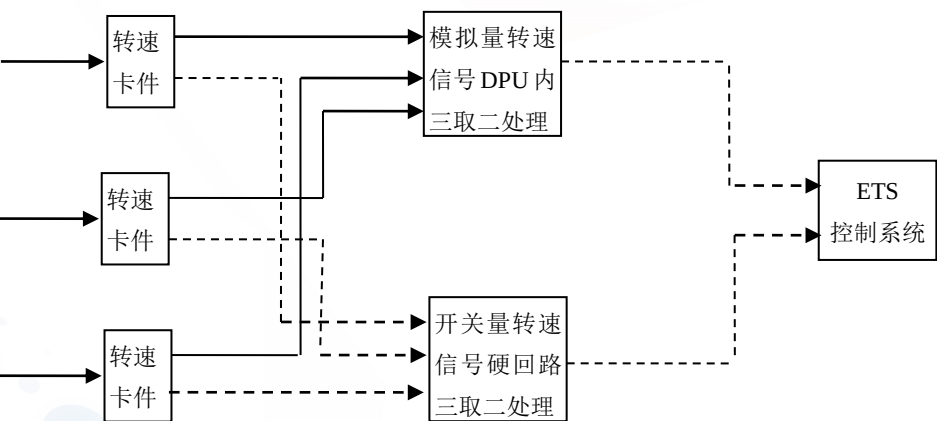
DEH 电气超速保护 110%（软件、硬件两个方面）

机械超速保护（通过危急遮断器、危急遮断装置）

另外，DEH 还配有下列打闸停机功能：

操作员手打停机

由紧急停机柜 ETS 来打闸信号



OPC 超速工作原理

4.3 限制保护功能

DEH 设计有阀位限制、负荷高限、负荷低限以及 TPC 保护功能。

4.3.1 负荷限制

4.3.1.1 高负荷限制

汽轮发电机组由于某种原因，在一段时间内不希望负荷带得太高时，操作员可在 (15~360)MW 内设置高负荷限制值，使 DEH 设定点始终小于此限制对应的值，负荷上限值不能小于下限值。

4.3.1.2 低负荷限制

汽轮发电机组由于某种原因，在一段时间内不希望负荷带得太低时，操作员可在 (15~330)MW 内设置低负荷限制值，使 DEH 设定点始终大于此限制对应的值。

4.3.2 阀位限制

汽轮发电机组由于某种原因，在一段时间内，不希望阀门开得太小时，操作员可在 (0~120)% 内设置阀位限制值。DEH 总的阀位给定值为负荷参考量与此限制值之间较小的值，负荷下限值不能高于上限值。

4.3.3 主汽压力限制 (TPL)

主汽压力限制

在锅炉系统出现某种故障不能维持主汽压力时，可通过关小调门开度减少蒸汽流量的方法使主汽压力恢复正常，这称为主汽压力限制。

主汽压力限制方式切除条件（任一条件满足）：

油开关跳闸

主汽压力信号故障

主汽压力限制方式投入条件（所有条件同时满足）：

主汽压力信号无故障

并网

主汽压力限制值上电缺省值为 12.7MPa，操作员可在主汽压力限制方式切除时，在 (8~16)MPa 内设置此限制值。

在主汽压力限制方式投入期间，若主汽压力低于设定的限制值，则主汽压力限制动作。动作时，

设定点在刚动作时的基础上，以当前的负荷变化率减小。同时目标和设定点即等于总的阀位参考量，也跟随着减小。若主汽压力回升到限制值之上，则停止减设定点。若主汽压力一直不回升，负荷减到小于 50MW 时，停止减。

在主汽压力限制动作时，自动切除负荷反馈、调节级压力反馈、主汽压力反馈，退出 CCS 方式。



鲁能控制

LUNENG CONTROL

5 试验功能

DEH 具有在线试验功能：阀门活动试验、严密性试验以及超速试验。

5.1 阀门活动性试验：

阀门的活动性试验目的是确保主汽阀、调节阀、再热主汽阀的运行正常，避免因为长时间没有运行而造成阀门卡涩。活动试验应该在功率回路投入时进行，以保证机组负荷不发生变化。

阀门松动试验必须在汽机挂闸、发电机并网并且处于操作员自动状态下才能进行。如果要进行全行程 100%的松动试验，必须要求在单阀方式。在操作画面上选择进入阀门松动试验，则进行的是 10%的松动试验，如果未选择在松动试验位置，进行的则是全行程试验。

首先在操作画面上选择在阀门试验位置，选择进行试验的阀门，按下关闭按钮。如果被选择的是调节汽门，则被选择的调节汽门按照一定速率慢慢关闭，其他的阀门会慢慢开启，以保证机组的进汽流量不变。如果被选择的是主汽门，按下关闭按钮后，同侧的调节汽门首先关闭，当调节汽门关闭到位后对应的主汽门才会关闭。按下保持按钮，阀门将保持在现有开度不变。按下复位按钮，阀门将会开启，阀门开启到位后，试验结束。

如果选择在全行程 10%的松动试验，按下关闭按钮后，阀门将逐渐关闭至全行程 90%位置保持不动，按下复位按钮阀门开启，试验结束。中压主汽门不能进行 10%松动试验。

阀门活动试验允许条件为：

当前没有任何阀门进行活动试验

处于自动控制方式

试验钥匙开关在试验位

发电机已并网

CCS 控制未投入

高压主汽阀、中压主汽阀全部开启

在试验过程之中，应投入功率反馈控制回路或调节级压力反馈控制回路，以保持发电机功率基本不变。阀门试验过程之中如果出现手动方式、汽轮机跳闸、OIS 切

除试验等过程，则 DEH 将终止阀门试验。

5.2 阀门严密性试验：

汽轮机启机后并网之前，应进行主汽阀和调节阀的严密性试验。即在额定真空时，当高、中压

主汽阀或高、中压调节阀关闭以后，汽轮机转速应迅速下降至转速 n 以下， n 可按下式进行计算：

$$n = P/P_0 \times 1000 \text{ r/min}$$

式中：P 为当前主蒸汽压力，应不低于 50% 额定主蒸汽压力

P_0 为额定主蒸汽压力

试验开始后，DEH 按照上式计算出一个可接受转速，然后计算从当前转速下降到可接受转速所经过的时间，运行人员以此判断主汽阀或调节阀的关闭是否严密。转速在 30 分钟之内能够将至合格转速，说明阀门严密性可靠。

在满足下列条件时，可进行阀门严密性试验：

DEH 在“自动”方式；

汽轮机转速为 3000r/min 左右；

油开关未合闸；

未进行任何试验。

当试验完成，按“调门试验停止”按钮，将停止阀门严密性试验，汽机保持调门全关状态，由运行人员手动打闸。



鲁能控制

LUNENG CONTROL

5.3 超速试验：

在机组安装完成或者大修后进行首次启动时，汽轮机应进行超速试验以检验超速遮断机构。在进行超速试验前，选择 DEH 系统在超速试验位置。

5.3.1 DEH 电气超速试验

选择进入电超速试验状态，目标设为 3310r/min，选择合适速率即可进行试验，用以检测跳闸转速及电超速保护功能。

作 DEH 电气超速试验时，应将危急遮断装置隔离，或者将电超速动作值调低，防止机械超速提前动作。

5.3.2 机械超速试验

选择进入机械超速试验状态。

将 DEH 的目标转速设置为 3360r/min 慢慢提升汽轮机转速，到达被试验的一路超速保护的動作转速时，此路超速保护动作，遮断汽轮机。DEH 可自动记录汽轮机遮断转速以及最高转速。

6 ATC 控制

ATC 控制的目的在于保证汽轮发电机组的安全以及正确的启动和加负荷。当运行人员选择 ATC 控制方式时，其程序同时监视和控制汽轮机。在 ATC 控制时，可以自动地变更转速、改变升速率、产生转速保持、改变负荷变化率、产生负荷保持。在升速过程中，将机组从盘车转速带到同步转速，由操作员完成并网；并网后，操作员给出目标负荷，系统自动增、减负荷。ATC 不仅可以作为一个控制器而且可作为操作指导。即使操作员不选择 ATC，所有的保护逻辑仍在运行，以提供有关的监视信息及建议。

6.1 ATC 自启动：

此种方式下，DEH采集汽轮机的蒸汽温度和金属温度，对机组转子和汽缸进行应力计算，并根据当前机组的运行状态，自动产生目标值和升速率，自动地将机组带到额定转速。并网以后，ATC方式自动修正升负荷率。在启动和变负荷过程中，如果转子或汽缸的应力超过裕度，则自动变更目标值或修正升速率/升负荷率，保证机组的应力在允许范围内。

LUNENG CONTROL

6.2 经验曲线启动：

这种方式主要根据汽轮机的第一级金属温度，判断机组处于冷、温、热、极热态，根据汽轮机运行规程和运行经验，从而选择不同的升速率，自动产生目标值和暖机时间，自动地将机组带到额定转速。并网以后，自动转入操作员自动方式。

7 抽汽控制

抽汽控制是通过调节连通管调节阀和抽汽调节阀来控制的。它分为连通管压力控制和抽汽压力控制两部分。连通管压力控制是通过调节连通管压力调节阀（CV）的开度来控制进入低压缸的蒸汽流量，从而控制中压排汽压力，以防止中压排汽压力过低而引起中压缸过热。抽汽压力的控制是通过调节抽汽阀（EV）的开度来完成的。当机组在纯凝汽工况运行时，CV 全开，EV 全关。如要投入抽汽工况运行，则必须先投入连通管压力控制，保证中压缸排汽压力不低于设定值，然后再投入抽汽压力控制。

抽汽控制投入步骤：

一．投入连通管压力控制

当负荷大于抽汽最小负荷时，设定中压缸排汽压力为 0.655 MPa。如此时中压缸排汽压力大于设定值，则 CV 将保持全开。如实际压力低于设定值，则 CV 将关小，控制中压缸排汽压力为 0.655 MPa。

二．抽汽压力控制投入

当连通管压力控制投入后，可根据供热系统的要求，设定抽汽压力，最大可设定为 0.5 MPa。DEH 将调节 EV 的开度来控制抽汽压力在设定值。

注：

- 抽汽投入运行时，为了不影响负荷，DEH 设计成可投入功率反馈回路来调节功率。一旦调门全开，锅炉达到满负荷，此时再增加抽汽量，将会使负荷下降。

抽汽运行工况的切除：

除了紧急情况外，应逐步减少热负荷，然后切除抽汽压力控制，EV 全关，再切除连通管压力控制，全开 CV。机组回到纯凝汽工况状态。

8 软件应用及说明：

8.1 LN2000DEH 系统启动与登陆：

8.1.1 系统启动：

进入 Windows2000 系统，桌面上有：“LN2000DEH”的标志，用鼠标“双击”LN2000DEH StartUp.exe，出现如下画面。



图 8-1-1 LN2000DEH 系统用户界面

8.1.2 登陆到管理员界面

在图 8-1-1 中，在口令项里面填入密码，选择登陆，则进入到如图 8-1-2 画面所示的管理员界面，登陆后在系统信息中将显示工作路径、过程站配置、点信息配置以及其他系统相关信息。



图 8-1-2 LN2000DEH 系统管理员界面
LUNENG CONTROL

8.2 LN2000DEH 系统数据库配置:

8.2.1 在图 8-1-2 中,点击【系统数据库】按钮,出现图 8-2-1 所示 LN2000DEH 系统数据库界面。

点名	说明	站号	模块号	通道	单位	当前值	物理上限	物理下限	小信号切除值
TV1POSI	TV1 阀位输入	1	11	1	%	0	100.	0.	0.
PT2501-1	机前主蒸汽压力1	1	11	2	MPa	0	25.	0.	0.
PT2504-1	汽机第一级蒸汽压力1	1	11	3	MPa	0	25.	0.	0.
PT2511-1	中压缸排汽压力1	1	11	4	MPa	0	1.6	0.	0.
GV1POSI	GV1 阀位输入	1	11	5	%	0	100.	0.	0.
MWA	有功功率1#	1	11	6	MW	0	500.	0.	0.
IV1POSI	IV1 阀位输入	1	11	7	%	0	100.	0.	0.
AI1001	备用	1	11	8	%	0	0.	0.	0.
TV2POSI	TV2 阀位输入	1	12	1	%	0	100.	0.	0.
PT2501-2	机前主蒸汽压力2	1	12	2	MPa	0	25.	0.	0.
PT2504-2	汽机第一级蒸汽压力2	1	12	3	MPa	0	25.	0.	0.
PT2511-2	中压缸排汽压力2	1	12	4	MPa	0	1.6	0.	0.
GV2POSI	GV2 阀位输入	1	12	5	%	0	100.	0.	0.
MWB	有功功率2#	1	12	6	MW	0	500.	0.	0.
IV2POSI	IV2 阀位输入	1	12	7	%	0	100.	0.	0.
AI1002	备用	1	12	8	%	0	0.	0.	0.
GV3POSI	GV3 阀位输入	1	13	1	%	0	100.	0.	0.
PT2501-3	机前主蒸汽压力3	1	13	2	MPa	0	25.	0.	0.
PT2504-3	汽机第一级蒸汽压力3	1	13	3	MPa	0	25.	0.	0.
PT2511-3	中压缸排汽压力3	1	13	4	MPa	0	1.6	0.	0.
GV5POSI	GV5 阀位输入	1	13	5	%	0	100.	0.	0.
MWC	有功功率3#	1	13	6	MW	0	500.	0.	0.
AI1003	备用	1	13	7	%	0	0.	0.	0.
AI1004	备用	1	13	8	%	0	0.	0.	0.
GV4POSI	GV4 阀位输入	1	14	1	%	0	100.	0.	0.
ADSLN	遥控负荷参考	1	14	2	%	0	0.	0.	0.
PLRL	机组升降负荷率限制	1	14	3	%	0	0.	0.	0.
STATCUR	发电机转子电流	1	14	4	A	0	15000.	0.	0.
GV6POSI	GV6 阀位输入	1	14	5	%	0	100.	0.	0.
MVAR	无功功率	1	14	6	MW	0	300.	-300.	0.
AI1005	备用	1	14	7	%	0	0.	0.	0.
AI1006	备用	1	14	8	%	0	0.	0.	0.
SE3369	转速1	1	38	1	rpm	0	3500.	0.	0.
PI0001	备用	1	38	2	rpm	0	3500.	0.	0.
PI0002	备用	1	38	3	rpm	0	3500.	0.	0.
PI0003	备用	1	38	4	rpm	0	3500.	0.	0.
SE33610	转速2	1	39	1	rpm	0	3500.	0.	0.
PI0004	备用	1	39	2	rpm	0	3500.	0.	0.
PI0005	备用	1	39	3	rpm	0	3500.	0.	0.
PI0006	备用	1	39	4	rpm	0	3500.	0.	0.
SE3211	转速3	1	40	1	rpm	0	3500.	0.	0.
PI0007	备用	1	40	2	rpm	0	3500.	0.	0.
PI0008	备用	1	40	3	rpm	0	3500.	0.	0.
PI0009	备用	1	40	4	rpm	0	3500.	0.	0.
TV1POSO	TV1 阀位输出	1	1	1	%	0	100.	0.	0.
MWGDOS	有功功率	1	1	2	MW	0	360.	0.	0.
AO1001	备用	1	1	3	%	0	0.	0.	0.
AO1002	备用	1	1	4	%	0	0.	0.	0.
TV2POSO	TV2 阀位输出	1	2	1	%	0	100.	0.	0.
REFORMDAO	负荷参考	1	2	2	MW	0	100.	0.	0.
AO1003	备用	1	2	3	%	0	0.	0.	0.
AO1004	备用	1	2	4	%	0	0.	0.	0.
GV1POSO	GV1 阀位输出	1	3	1	%	0	100.	0.	0.
X	频率偏差	1	3	2	MW	0	300.	-300.	0.
AO1005	备用	1	3	3	%	0	0.	0.	0.
AO1006	备用	1	3	4	%	0	0.	0.	0.
GV2POSO	GV2 阀位输出	1	4	1	%	0	100.	0.	0.
AO1007	备用	1	4	2	%	0	0.	0.	0.
AO1008	备用	1	4	3	%	0	0.	0.	0.
AO1009	备用	1	4	4	%	0	0.	0.	0.
GV3POSO	GV3 阀位输出	1	5	1	%	0	100.	0.	0.
AO1010	备用	1	5	2	%	0	0.	0.	0.
AO1011	备用	1	5	3	%	0	0.	0.	0.
AO1012	备用	1	5	4	%	0	0.	0.	0.
GV4POSO	GV4 阀位输出	1	6	1	%	0	100.	0.	0.
AO1013	备用	1	6	2	%	0	0.	0.	0.

图 8-2-1 系统数据库组态软件界面

8.2.2 手动配置过程站：

选择“站的配置”菜单下“增加过程站”或工具条上相关按钮，或者在左侧树形视图中任意位置单击鼠标右键，选择“增加站”项打开对话框（如图 8-2-2 所示），选择站的类型并输入站的各项属性。新增加的过程站将显示在左侧树形视图中。

增加新的过程站

站号: 3

描述:

基准时间: 100 毫秒

控制周期: 5 倍(基准时间)

站间广播: 1 倍(基准时间)

CAN卡速率: 500K

确定 取消 帮助

图 8-2-2 增加新的过程站对话框

8.2.3 增加模块：

在左侧树形视图中选择过程站，展开后选择要增加的模块类型，再选择【模块配置】菜单下【增加模块】或工具条上相关按钮，打开“增加模块”对话框（如图 8-2-3 所示），输入模块的各项属性即可。

新增加的模块将显示在相应的类型下。

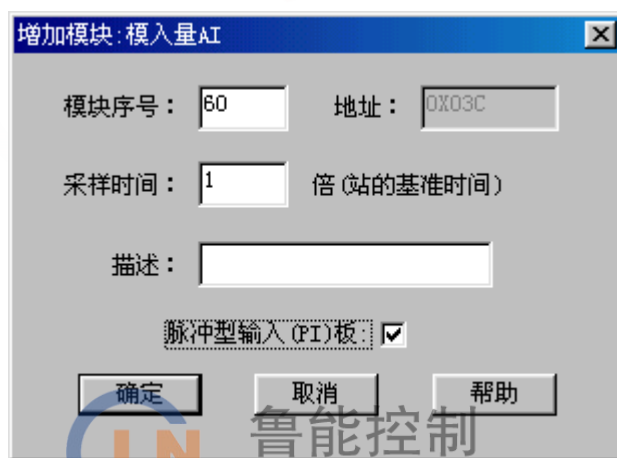


图 8-2-3 UN 增加模块对话框

8.2.4 增加数据点：

在左侧树形视图中选择过程站，展开后选择要增加的数据类型。

对于模入量 AI、热电偶 RT、热电阻 TC、模出量 AO、开入量 DI 和开出量 DO，需要进一步展开后选择模块号，然后在右侧列表形视图中的空白处双击鼠标左键打开数据点属性对话框；或单击鼠标右键选择弹出菜单中的“增加数据点”项；也可以通过选择“数据点配置”菜单下“增加数据点”项或工具条上相关按钮，打开数据点属性对话框（如图 8-2-4 所示），设置各项属性即可。新增加的数据点将显示在右侧列表形视图中。

模拟量输入(AI)

索引号: 2 模块: 4 站号: 1

点名: AI01F112 说明: 给水门前压力

通道: 2

分组: 不分组

量程转换类型: 4-20mA; 1-5v

工程单位: MPa

物理量程上限: 25

物理量程下限: 0

初始值: 0

放大倍数: 1

进行初始巡检

小信号切除值(%): 0

例外报告死区(%): 0

最小间隔时间(秒): 0

最大间隔时间(秒): 5

报警

报警上限: 0

报警上限: 0

报警下限: 0

报警下限: 0

报警死区: 0

速率报警限制: 0

报警屏蔽

报警方式

存盘 发声 显示

报警级别

普通 次急 紧急 特急

滤波类型

不滤波 平均滤波

中值滤波 加权滤波

确认 取消 帮助

图 8-2-4 增加数据点对话框

8.3 LN2000DEH 系统 SAMA 组态:

8.3.1 在图 8-1-2 中 , 点击【SAMA图组态】按钮 , 出现图 8-3-1 所示LN2000DEH系统SAMA图组态软件启动界面。

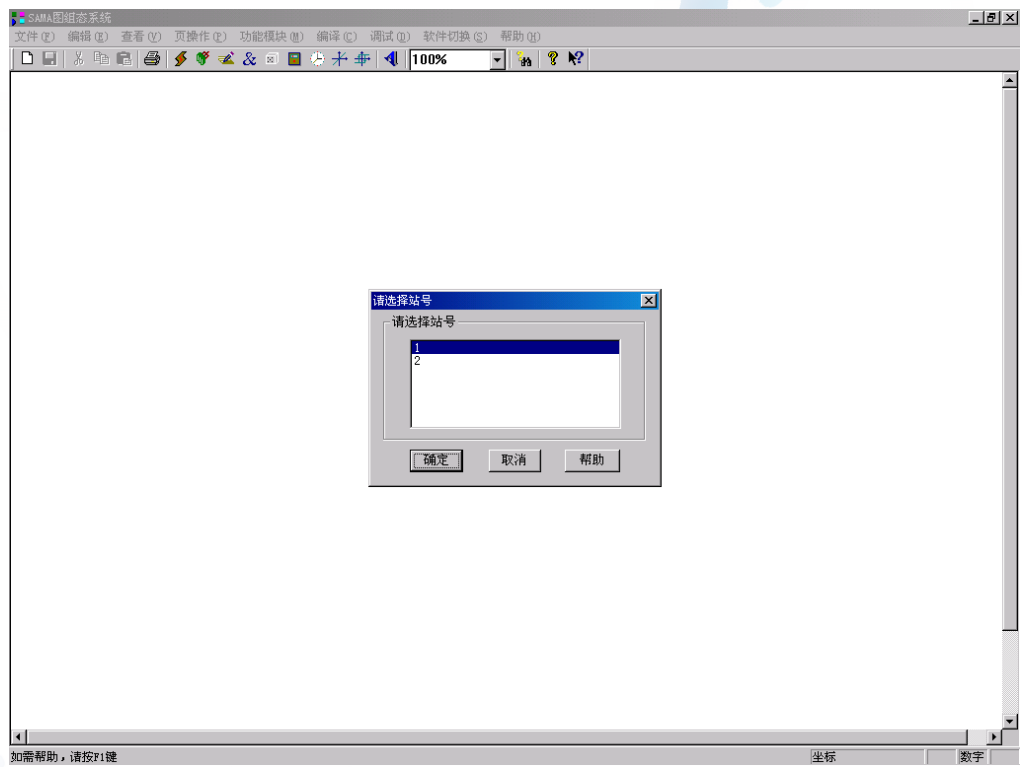


图 8-3-1 SAMA 图组态软件启动界面

8.3.2 在弹出窗口中对需要组态的站进行选择，站选择窗口如图 8-3-2 所示

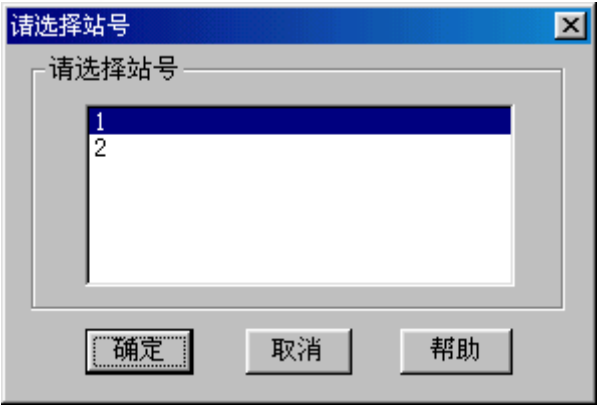


图 8-3-2 站选择提示对话框

8.3.3 选择确定后，将显示SAMA图组态页面，如图 8-3-3 所示

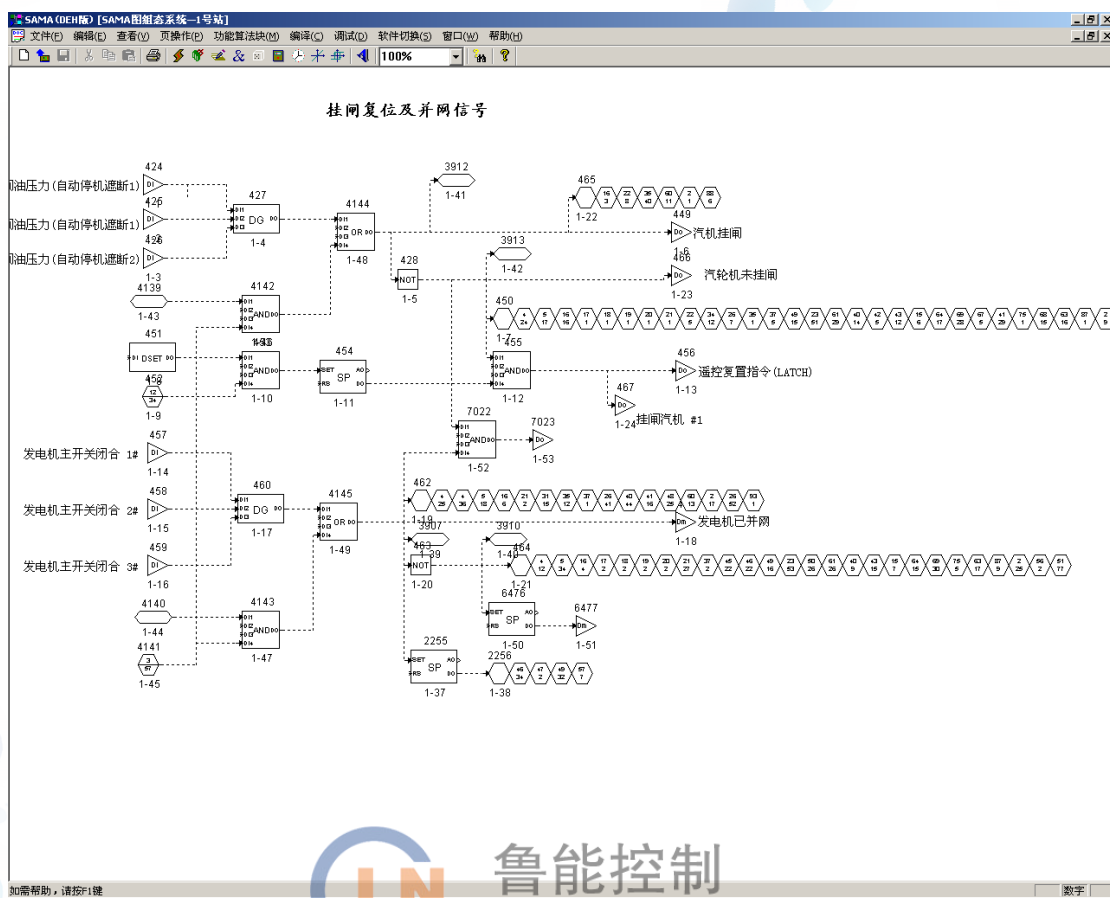


图 8-3-3 SAMA 图组态

8.3.4 页操作，主菜单有【页操作】项，下拉【页操作】，会看见【页切换】、【新建页】、【删除页】和【页属性】四项，或者在客户区的空白区域单击右键，弹出浮动菜单，也会出现这四个选项（如图 8-3-4 所示）。



图 8-3-4 SAMA 图组态时的右键快捷浮动菜单

8.3.5 新建页，新建页对话框（如图 8-3-5 所示），打开对话框时，页号编辑框中会自动给出新建页号，该页号为该站内的最大页号加上 1。

注意：可以修改新建页号，但是不要与已有页号重复。

同时可以输入页描述和页运算周期，然后单击[确定]按钮即可。

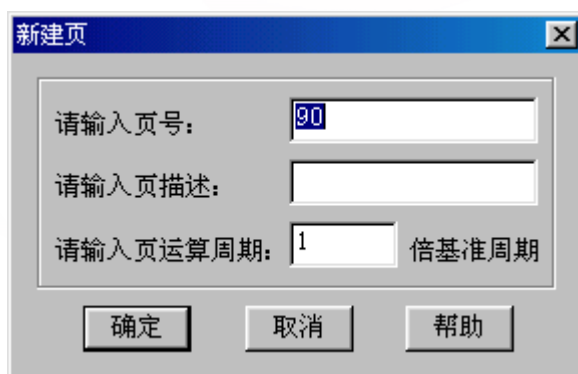


图 8-3-5 新建页对话框

8.3.6 页面切换、在图 8-3-3 所示画面上选择页切换，调出页切换对话框，页切换对话框出现在显示器屏幕的右边，该对话框和查找目标算法块对话框一样，也是非模态对话框。页切换对话框中包含有页列表框，在页列表框中显示该站内所有页的页号和页描述（如图 8-3-6 所示）。

通过鼠标单击列表框里的目标页，可以方便地进行页与页间的切换。特别地，由于页切换对话框具有非模态属性，在进行 SAMA 图组态时，可以不关闭页切换对话框，这样更便于操作

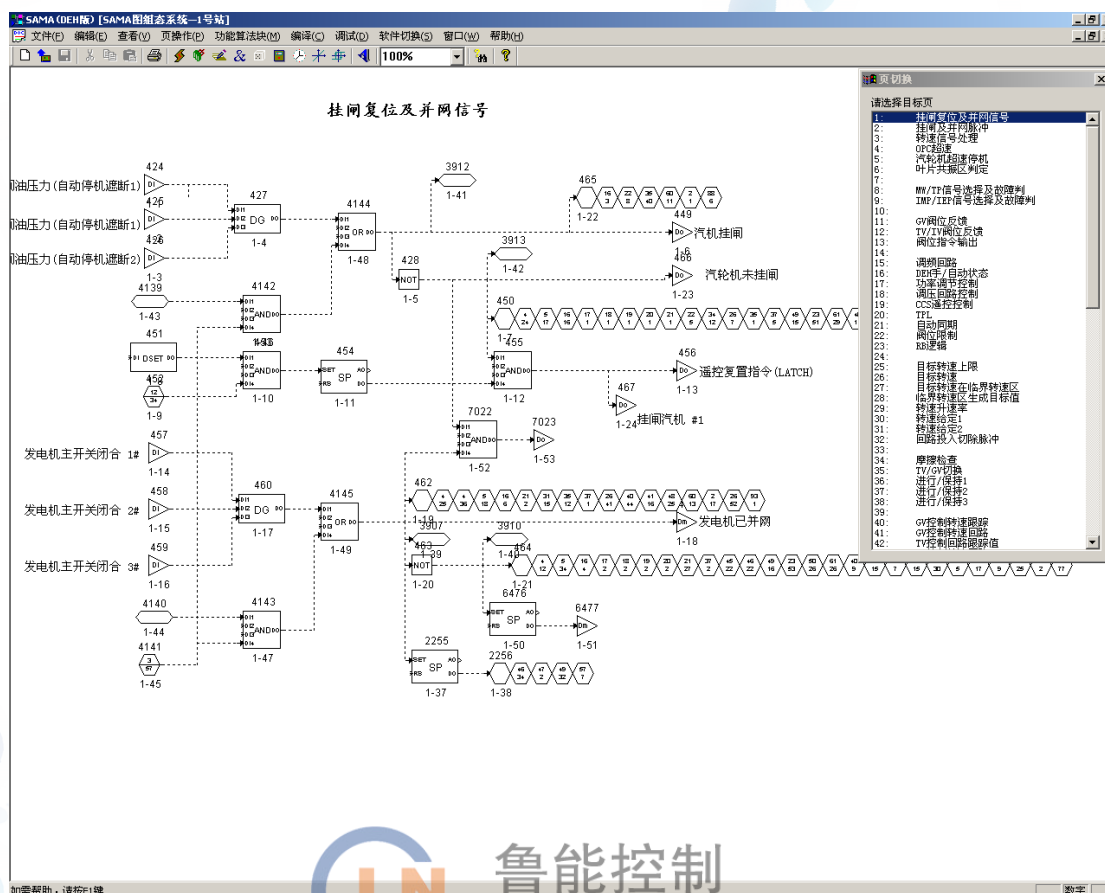


图 8-3-6 带有页面切换的 SAMA

8.4 基本监视画面:

在图 8-1-2 中, 点击【操作员监控】按钮, 出现图 8-4-1 所示自动控制界面

在此画面中，可以实现 DEH 系统的基本操作功能，能够完成自动投入、挂闸、主汽门/调门控制方式选择；目标转速、升速率的设定，目标功率、升负荷率的设定；可以实现升速过程中给定值进行与保持的切换；可以进行调节回路的选择；TPL、负荷、阀位限制的设定；在机组正式运行前进行仿真试验。

此外在此画面中还有系统状态及主要参数的监视。

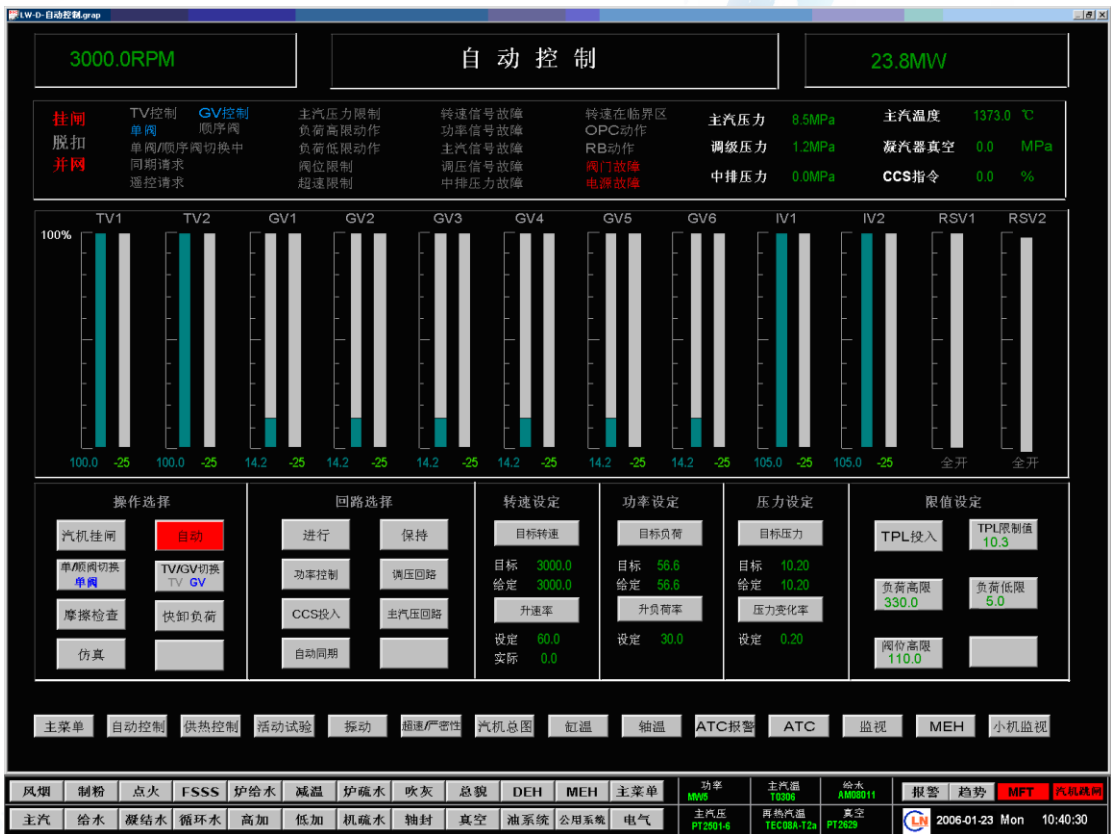


图 8-4-1 自动控制界面

供热控制画面：

LUNENG CONTROL

在此画面中主要是对抽汽供热阀门进行控制，包括供热回路的投/切、抽汽压力的设定等。



8-4-2 供热控制界面

活动试验画面：

在此画面中可以完成阀门活动和全行程试验的操作。

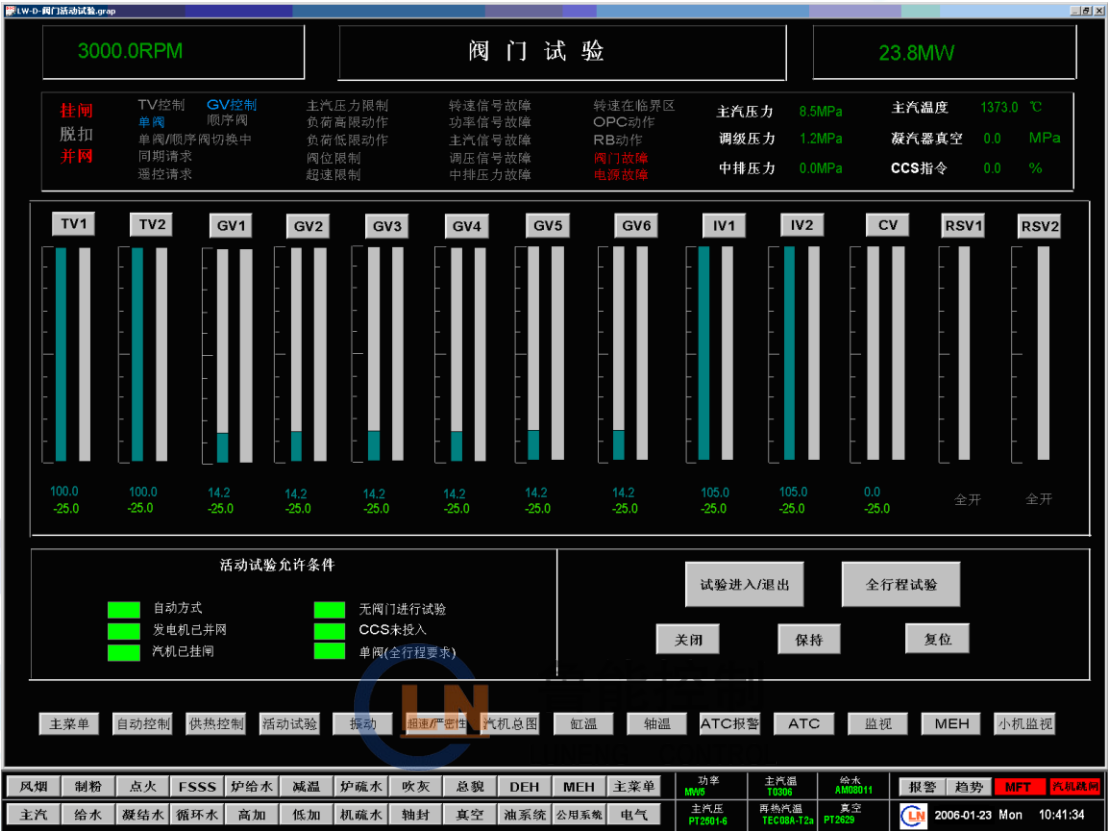


图 8-4-3 阀门试验界面

超速试验画面

在此画面中可以完成超速试验和严密性试验，超速试验包括 110%超速、103%超速以及机械超速试验。在此画面上还可以监视到超速保护动作时转速的最大值，严密性试验转速的合格值，以及严密性试验进行的时间。



图 8-4-4 超速试验界面

以下画面是对汽轮机重要参数的监视画面，包括：振动监视画面、轴温监视画面、缸温监视画面、蒸汽温度监视画面等。

振动监视画面



图 8-4-5 振动显示界面

轴温监视画面



图 8-4-6 轴承温度监视界面

缸温监视画面



图 8-4-7 汽机缸温监视界面

蒸汽温度监视画面

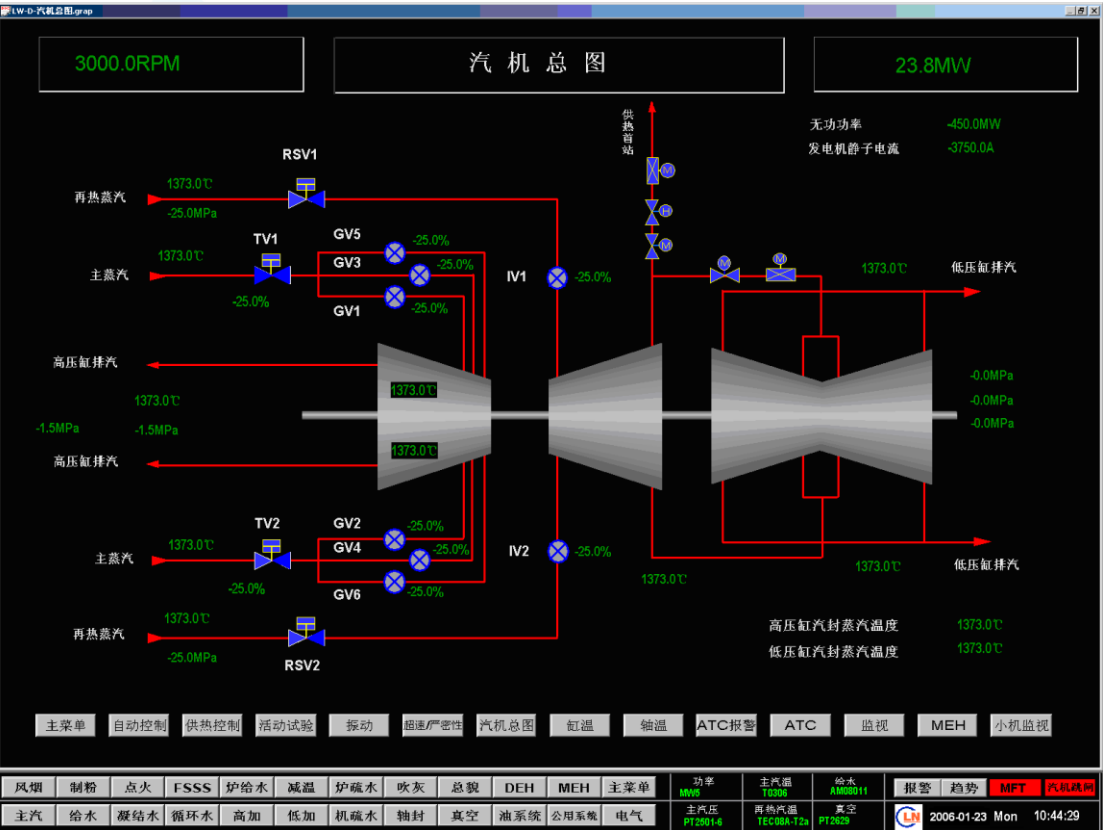


图 8-4-8 蒸汽温度监视界面

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