

DCS 控制系统培训

ABB 800XA 系统

热控专业

热控班组

2023 年 11 月 16 日

目录

- ① 800XA 系统架构
 - 800XA 系统概念与架构
 - 800XA 系统架构实例
 - 800XA 系统节点故障影响及处理方法
- ② 800xA 系统硬件
 - 800XA 硬件组成及作用
 - 800XA 硬件故障影响及处理方法
- ③ 我厂 DCS 系统中设备分布
 - 我厂各网段系统架构
 - 各控制器内设备分布
 - 重要辅机系统在控制器内分布情况
 - 重要测点在 I/O 模件内分布情况
- ④ 存在的问题与做什么

DCS 800XA 系统概念

DCS 系统概念阐述：分散控制集中管理

DCS (Distributed Control System) 是分散控制系统的简称，一般习惯称为集散控制系统。它是一个由过程控制级和过程监控级组成的以通信网络为纽带的多级计算机系统，综合了计算机 (Computer)、通讯 (Communication)、显示 (CRT) 和控制的技术 (Control) 等 4C 技术，其基本思想是分散控制、集中操作、分级管理、配置灵活、组态方便。

800XA 系统概念与架构

DCS 系统概念讨论：概念和思想

DCS 系统概念

- 过程控制级：操作设定、计算输出
- 过程监控级：采集数据、计算显示
- 多级计算机系统：客户端、服务器、控制器

800XA 系统概念与架构

DCS 系统概念讨论：概念和思想

DCS 系统概念

- 过程控制级：操作设定、计算输出
- 过程监控级：采集数据、计算显示
- 多级计算机系统：客户端、服务器、控制器

DCS 系统思想

- ① 分散控制：现场控制分散化、主次分明合理分布、故障风险影响最小化
- ② 集中操作：监视管理集中化、现场工况集中控制
- ③ 分级管理：系统架构层次化、模块化、分工明确

800XA 系统概念与架构

800XA 系统构架介绍

上位机：规划控制、决策层

服务器运行软件，提供了系统功能，客户端运行软件，为用户提供了各种形式的互动。

下位机：执行任务、执行层

控制器运行逻辑，输出计算结果，I/O 模件采集/输出数据，为现场设备提供接口。

连接枢纽！

互连服务器（CS）经过交换机与控制器交换数据

800XA 系统概念与架构

800XA 系统构架讨论：节点和网络

节点：系统中每一个控制器为一个节点

- ① 属性服务器 (AS)：提供了属性目录和服务器和对象的管理、名字、安全等相关。
- ② 互接服务器 (CS)：提供对控制器和其他数据源的访问
- ③ 工作站 (ENG/OPR)：为用户提供监视、操作、组态功能
- ④ 控制器 (DPU)：根据 CS 命令，采集设备信息，通过预定义逻辑计算输出结果

800XA 系统概念与架构

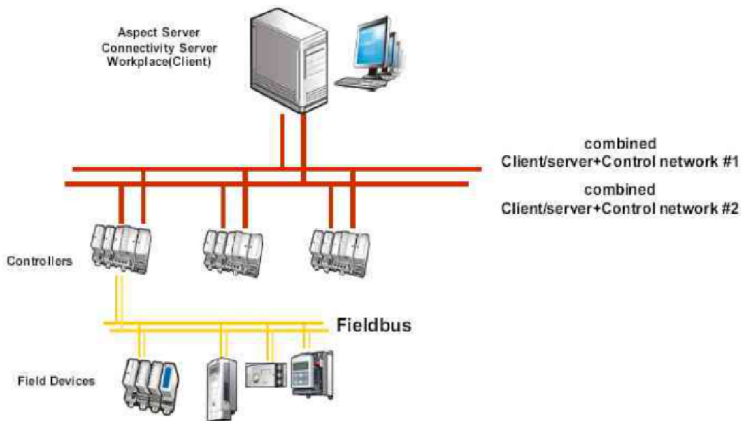
800XA 系统构架讨论：节点和网络

网络：系统内各节点之间通信交换数据

- ❶ 客户机/服务器网络：在配置好的 Windows2008 域（domain）内，服务器、工作站之间通信。
- ❷ 控制网络：在配置好的局域网（LAN）内，控制器和互连服务器相互通信交换数据。具有实时和可预测的响应时间，使的通信变得可靠。
- ❸ IO 数据通信：通过现场总线实现控制器与各类型模件之间数据传递。

800xA 系统架构实例

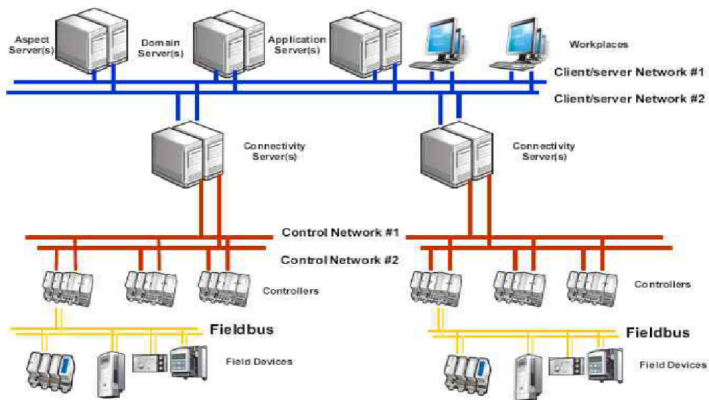
单网段系统：脱硫



图：单网段系统分布图例

800xA 系统架构实例

多网段系统：主机



图：多网段系统分布图例

800xA 系统架构实例

我厂主机 DCS 系统架构

主机 DCS 系统共分为 5 个网段

- ① 1 号网段：1、2 号炉及其附属设备的控制
- ② 2 号网段：3、4 号炉及其附属设备的控制
- ③ 3 号网段：1、2、3 号汽轮机及其附属设备的控制
- ④ 4 号网段：4、5 号汽轮机及其附属设备的控制
- ⑤ 5 号网段：公用管网、高加、除氧器、给水泵、化学加药及煤灰水处理等公用设备

两台锅炉在同一网段！

1、2 号锅炉在 1 网段、3、4 号锅炉在 2 网段
一个网段故障会影响两台锅炉！

800XA 系统节点故障影响及处理方法

各节点故障影响

单台服务器故障

每组服务器冗余配置，并且无扰切换，单台服务器故障不会影响机组正常运行，系统会有报警。

800XA 系统节点故障影响及处理方法

各节点故障影响

单台服务器故障

每组服务器冗余配置，并且无扰切换，单台服务器故障不会影响机组正常运行，系统会有报警。

两台服务器均故障！

- ① AS 服务器故障：失去对所有设备监视、操作功能
- ② CS 服务器故障：失去对该网段设备的监视、操作功能。

800XA 系统节点故障影响及处理方法

各节点故障影响

单台服务器故障

每组服务器冗余配置，并且无扰切换，单台服务器故障不会影响机组正常运行，系统会有报警。

两台服务器均故障！

- ① AS 服务器故障：失去对所有设备监视、操作功能
- ② CS 服务器故障：失去对该网段设备的监视、操作功能。

服务器故障时控制器不受任何影响!!!

设备运行状态、相关联锁和自动功能正常！

800XA 系统节点故障影响及处理方法

节点故障该做什么

单台服务器故障，操作员站画面短时间打叉

操作员站自连接至备用服务器，恢复后正常操作。

800XA 系统节点故障影响及处理方法

节点故障该做什么

单台服务器故障，操作员站画面短时间打叉

操作员站自连接至备用服务器，恢复后正常操作。

两台服务器均故障，失去监视操作功能！

服务器恢复正常前安排专人到现场监护重要设备和参数，确认短时间无法恢复则打闸停机。

800XA 系统节点故障影响及处理方法

节点故障该做什么

单台服务器故障，操作员站画面短时间打叉

操作员站自连接至备用服务器，恢复后正常操作。

两台服务器均故障，失去监视操作功能！

服务器恢复正常前安排专人到现场监护重要设备和参数，确认短时间无法恢复则打闸停机。

操作员站无法监视调整工况！

故障时工况稳定？故障时正在调整工况？

800xA 硬件组成

硬件组成及作用

电源

- ① 交换机电源：网络柜内专用冗余电源模块通过带保险的端子组供电
- ② 控制器电源/各模件电源：所在机柜内专用冗余电源模块通过带保险的端子组供电
- ③ 现场电源：所在机柜内专用冗余电源模块通过带保险的端子组供电

800xA 硬件组成

硬件组成及作用

电源

- ① 交换机电源：网络柜内专用冗余电源模块通过带保险的端子组供电
- ② 控制器电源/各模件电源：所在机柜内专用冗余电源模块通过带保险的端子组供电
- ③ 现场电源：所在机柜内专用冗余电源模块通过带保险的端子组供电
 - ① AO 通道：接地、串入强电导致卡件故障甚至损坏
 - ② 两线制 AI 端子组、有源 DI、DO 接点：保险容量配置不合理导致越级烧保险

800xA 硬件组成

硬件组成及作用

冗余设备

- ① 交换机：控制器之间网络变量传递、与 CS 交换数据
- ② 控制器：接收指令、反馈设备状态、存储、执行逻辑运算执行计算结果
- ③ 通讯卡件：控制器与下属各 I/O 模件数据交换

800xA 硬件组成

硬件组成及作用

冗余设备

- ① 交换机：控制器之间网络变量传递、与 CS 交换数据
- ② 控制器：接收指令、反馈设备状态、存储、执行逻辑运算执行计算结果
- ③ 通讯卡件：控制器与下属各 I/O 模件数据交换
 - ① CI854：Profibus DP 通讯模块，负责控制器与下属各站头通讯
 - ② CI840：现场总线通讯接口，负责该站头下各 I/O 模件与 CI854 通讯
 - ③ Profibus 电缆：连接 CI854 和各个 CI840 通讯模块

800xA 硬件组成

硬件组成及作用

无冗余配置 I/O 卡件！

- ① DP 卡件：脉冲卡件，给煤量累计
- ② DI 卡件：开关量反馈，ISP 功能
- ③ AI 卡件：模拟量反馈，ISP 功能
- ④ DO 卡件：开关量指令，OSP 功能，驱动柜内中间继电器将指令送至现场设备
- ⑤ AO 卡件：模拟量指令，OSP 功能，为气动执行器供电
- ⑥ 卡件底座：为卡件传递通讯数据和供电

800xA 硬件组成

硬件故障影响及处理方法

冗余配置，单台故障对数据无影响

- ① 交换机：在保证另一台正常工作情况下，重启、更换备件
- ② 通讯卡件：在保证另一台正常工作情况下，重启、更换备件
- ③ 控制器：在保证另一台正常工作情况下，重启、更换备件

800xA 硬件组成

硬件故障影响及处理方法

冗余配置，单台故障对数据无影响

- ① 交换机：在保证另一台正常工作情况下，重启、更换备件
- ② 通讯卡件：在保证另一台正常工作情况下，重启、更换备件
- ③ 控制器：在保证另一台正常工作情况下，重启、更换备件

前提!!!

巡检保证设备冗余运行、定期切换试验保证无扰切换正常

800xA 硬件组成

硬件故障影响及处理方法

无冗余配置，影响数据！

- ❶ DI 卡件：故障时逻辑内数据保持，卡件拔出后数据保持（建议：处理前强制对应点为当前值）
- ❷ AI 卡件：故障时逻辑内数据保持，卡件拔出后数据保持（建议：处理前强制对应点为当前值）
- ❸ DO 卡件：故障时输出保持，卡件拔出后数据变为 0，处理前设备切至就地
- ❹ AO 卡件：故障时输出保持，卡件拔出后数据变为 0，处理前设备切至就地
- ❺ 卡件底座：故障时输出保持，但无法单独更换！

800xA 硬件组成

现场设备受卡件影响

执行器的 DO 与 AO 指令

- ❶ 无源接点的开关指令：自保持回路需要脉冲指令否则需要电平指令
- ❷ 有源接点开关指令：双电控电磁阀需要脉冲指令，单电控电磁阀需要电平指令
- ❸ 普通拟量指令：电动调门或变频器远方情况下 AO 指令变化模拟量执行器会动作，断线保持不动
- ❹ 供电模拟量指令：气动调门 AO 指令既为信号也为供电，断线执行器失电

800xA 硬件组成

现场设备受卡件影响

执行器与卡件关系

- ① 自保持回路或双电磁阀：DCS 卡件不会影响设备动作
- ② 电平指令或单电磁阀：会恢复为 0
- ③ 电动调门：切至就地后不受 DCS 卡件状态影响
- ④ 变频器：远方切就地过程中变频器输出是否会变？
- ⑤ 气动调门：失电后设备失电

800xA 硬件组成

现场设备受卡件影响

执行器与卡件关系

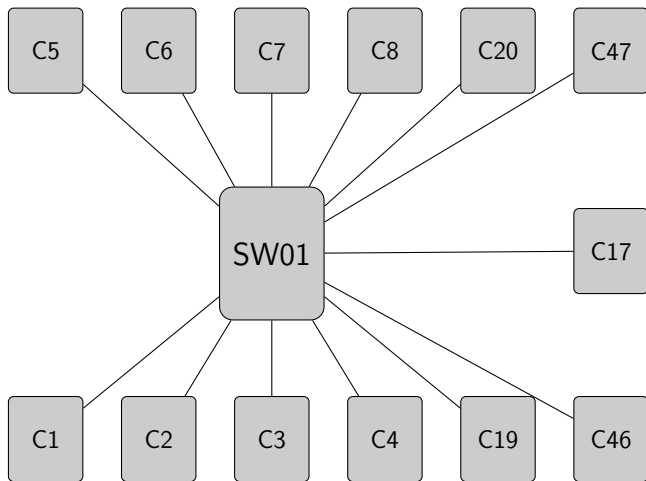
- ① 自保持回路或双电磁阀：DCS 卡件不会影响设备动作
- ② 电平指令或单电磁阀：会恢复为 0
- ③ 电动调门：切至就地后不受 DCS 卡件状态影响
- ④ 变频器：远方切就地过程中变频器输出是否会变？
- ⑤ 气动调门：失电后设备失电

重点排查设备!!!

- 气动门断信号后状态：设备失电状态不确定
- 变频器远方切就地状态：需电气专业进一步确认
- 电平指令控制设备控制方式：正常运行时指令为 0

我厂 DCS 系统架构实例

1 号网段系统架构



我厂 DCS 系统架构实例

控制器内设备分布

1 号锅炉 DCS 系统各控制器内设备分布

- ① C1: MCS 系统及锅炉涉及的所有 PID 自动
- ② C2: A 侧引风机、送风机、一次风机、空预器, A、C 制粉系统相关设备
- ③ C3: B 侧引风机、送风机、一次风机、空预器, B、D 制粉系统相关设备, 脱硝系统相关设备
- ④ C4: 火检冷却风机, 密封风机, 燃油系统, FSSS 系统, 汽水系统, 锅炉主保护

我厂 DCS 系统架构实例

控制器内设备分布

1 号锅炉 DCS 系统各控制器内设备分布

- ① C1: MCS 系统及锅炉涉及的所有 PID 自动
- ② C2: A 侧引风机、送风机、一次风机、空预器, A、C 制粉系统相关设备
- ③ C3: B 侧引风机、送风机、一次风机、空预器, B、D 制粉系统相关设备, 脱硝系统相关设备
- ④ C4: 火检冷却风机, 密封风机, 燃油系统, FSSS 系统, 汽水系统, 锅炉主保护
- ⑤ C19: 除尘及输灰系统
- ⑥ C46: 本体吹灰

我厂 DCS 系统架构实例

控制器内设备分布

2、3、4 号锅炉设备分布与 1 号锅炉一致

- ① 2 号锅炉对应为 C5、C6、C7、C8、C20、C47

我厂 DCS 系统架构实例

控制器内设备分布

2、3、4 号锅炉设备分布与 1 号锅炉一致

- ① 2 号锅炉对应为 C5、C6、C7、C8、C20、C47
- ② 3 号锅炉对应为 C9、C10、C11、C12、C21、C48

我厂 DCS 系统架构实例

控制器内设备分布

2、3、4 号锅炉设备分布与 1 号锅炉一致

- ① 2 号锅炉对应为 C5、C6、C7、C8、C20、C47
- ② 3 号锅炉对应为 C9、C10、C11、C12、C21、C48
- ③ 4 号锅炉对应为 C13、C14、C15、C16、C22、C49

两台锅炉共用设备！

C17 为 1、2 号锅炉除渣系统

C18 为 3、4 号锅炉除渣系统

我厂 DCS 系统架构实例

控制器内设备分布

3 号网段各控制器内设备分布

- ① C29: 1 号汽轮机: 真空泵、凝泵、空冷风机
- ② C30: 2 号汽轮机: 真空泵、凝泵、空冷风机
- ③ C36: 3 号汽轮机: 热力系统阀门

我厂 DCS 系统架构实例

控制器内设备分布

3 号网段各控制器内设备分布

- ① C29: 1 号汽轮机: 真空泵、凝泵、空冷风机
- ② C30: 2 号汽轮机: 真空泵、凝泵、空冷风机
- ③ C36: 3 号汽轮机: 热力系统阀门

4 号网段各控制器内设备分布

- ① C31: 4 号汽轮机: 油系统、真空泵、凝泵、空冷风机
- ② C32: 5 号汽轮机: 油系统、真空泵、凝泵、空冷风机

我厂 DCS 系统架构实例

控制器内设备分布

3 号网段各控制器内设备分布

- ① C29: 1 号汽轮机: 真空泵、凝泵、空冷风机
- ② C30: 2 号汽轮机: 真空泵、凝泵、空冷风机
- ③ C36: 3 号汽轮机: 热力系统阀门

4 号网段各控制器内设备分布

- ① C31: 4 号汽轮机: 油系统、真空泵、凝泵、空冷风机
- ② C32: 5 号汽轮机: 油系统、真空泵、凝泵、空冷风机

每台汽轮机只有一组控制器！

凝泵、真空泵、空冷风机、控制油泵、润滑油泵

我厂 DCS 系统架构实例

控制器内设备分布

5 号网段各控制器内设备分布

- ① C33: 蒸汽管网: 各等级蒸汽系统、除氧器系统、高加系统
- ② C34: 1 号、2 号电动给水泵和公用系统
- ③ C35: 3 号、4 号电动给水泵、汽动给水泵和公用系统
- ④ C23: 灰库、C24: 煤灰水、C25: 点火油库、C26: 压缩空气、C27: 化水

存在问题: 调节阀控制集中在 C33 控制器

- 所有压力等级管网双减调门
- 3 组高加系统液位调节阀
- 4 组除氧器压力、液位调节阀

我厂 DCS 系统架构实例

控制器内设备分布

脱硫 DCS 系统各控制器内设备分布

- ① C40: 1 号脱硫, 1 号脱硫液氨调门、CEMS 数据
- ② C41: 2 号脱硫, 2 号脱硫液氨调门、CEMS 数据
- ③ C42: 3 号脱硫, 3 号脱硫液氨调门、CEMS 数据
- ④ C43: 4 号脱硫, 4 号脱硫液氨调门、CEMS 数据
- ⑤ C44: 脱硫公用系统
- ⑥ C45: 脱硫超低改造增容设备

我厂 DCS 系统架构实例

控制器内设备分布

脱硫 DCS 系统各控制器内设备分布

- ① C40: 1 号脱硫, 1 号脱硫液氨调门、CEMS 数据
- ② C41: 2 号脱硫, 2 号脱硫液氨调门、CEMS 数据
- ③ C42: 3 号脱硫, 3 号脱硫液氨调门、CEMS 数据
- ④ C43: 4 号脱硫, 4 号脱硫液氨调门、CEMS 数据
- ⑤ C44: 脱硫公用系统
- ⑥ C45: 脱硫超低改造增容设备

单节点系统!

AS、CS 功能合并为同一台服务器!

应急措施: 液氨调门切至旁路、CEMS 数据到站房观察

我厂 DCS 系统架构实例

重要辅机系统在控制器内分布情况

分散布置的系统

- ① 六大风机、空预器、制粉系统分为两组分别分布在两组控制器
- ② 4 台电动给水泵系统分为两组分别分布在两组控制器

我厂 DCS 系统架构实例

重要辅机系统在控制器内分布情况

分散布置的系统

- ① 六大风机、空预器、制粉系统分为两组分别分布在两组控制器
- ② 4 台电动给水泵系统分为两组分别分布在两组控制器

存在问题

- ① 设备分散不彻底，锅炉侧调门、变频器在同一台控制器
- ② 主设备停运后触发 MFT 信号集中在同一台控制器

我厂 DCS 系统架构实例

重要辅机系统在控制器内分布情况

分布在一台控制器

- ① 六大风机入口调门和变频器、4 台制粉系统冷热风调门和给煤机变频器、主/辅给水调门
- ② 3 组高加系统、4 组除氧器系统
- ③ 1、2、3 号汽轮机凝结水泵、空冷风机
- ④ 4、5 号汽轮机控制油泵、润滑油泵、凝结水泵、空冷风机

我厂 DCS 系统架构实例

重要辅机系统在控制器内分布情况

分布在一台控制器

- ① 六大风机入口调门和变频器、4 台制粉系统冷热风调门和给煤机变频器、主/辅给水调门
- ② 3 组高加系统、4 组除氧器系统
- ③ 1、2、3 号汽轮机凝结水泵、空冷风机
- ④ 4、5 号汽轮机控制油泵、润滑油泵、凝结水泵、空冷风机

风险

- ① 一组控制器故障会影响所有设备！
- ② 如果必须执行初始化下装，所有设备会恢复初始状态！

我厂 DCS 系统架构实例

重要测点在 I/O 模件内分布情况

保护测点分布在同一块卡件

- ❶ 炉膛压力高高、炉膛压力低低测点

我厂 DCS 系统架构实例

重要测点在 I/O 模件内分布情况

保护测点分布在同一块卡件

- ① 炉膛压力高高、炉膛压力低低测点

调门或变频器指令分布在同一块卡件

- ① 管网双减调节阀指令
- ② 除氧器压力、液位、高压加热器液位调节阀指令
- ③ 六大风机入口调门、磨煤机冷热风调门、给煤机指令

DO 通道配置有长电平指令设备

- ① 六大风机、空预器、制粉系统停运触发 MFT 信号

表: 800XA 故障试验结果

操作	AI	DI	AO	DO
卡件故障	保持	保持	保持	保持
更换卡件	保持	保持	复位	复位
通讯电缆故障	保持	保持	保持	保持
站头故障	保持	保持	保持	保持
CI854 故障	保持	保持	保持	保持
控制器故障	保持	保持	保持	保持
初始化下装	复位	复位	复位	复位

注：站头 CI840 同时拔出后下属卡件值都会复位

DCS 典型案例

C3 控制器故障处理导致 1 号锅炉停运

控制器初始化下装导致锅炉灭火

CEX 电缆松动导致两台控制器故障且控制器内程序丢失，需要初始化下装逻辑后才能正常运行，将相关设备切至就地后进行初始化下装，下装过程中 3 台风机变频器跳闸触发炉膛压力低低保护。

DCS 典型案例

C3 控制器故障处理导致 1 号锅炉停运

控制器初始化下装导致锅炉灭火

CEX 电缆松动导致两台控制器故障且控制器内程序丢失，需要初始化下装逻辑后才能正常运行，将相关设备切至就地后进行初始化下装，下装过程中 3 台风机变频器跳闸触发炉膛压力低低保护。

DO 电平指令初始化下装过程中复位为 0

检查为风机变频器有软急停电平指令接至 DCS DO 通道，指令变为 0 时变频器急停。

DCS 典型案例

净化装置控制器故障处理导致全厂停运

控制器初始化下装导致停车

两台控制器故障且控制器内程序丢失，需要初始化下装逻辑后才能正常运行，下装过程调门关闭导致停车

DCS 典型案例

净化装置控制器故障处理导致全厂停运

控制器初始化下装导致停车

两台控制器故障且控制器内程序丢失，需要初始化下装逻辑后才能正常运行，下装过程调门关闭导致停车

AO 指令初始化下装过程中复位为 0

调节阀指令恢复为 0 导致调节阀关闭，系统停车

DCS 典型案例

所有上位机失电导致工况无法监控调整 30 分钟

所有上位机失电导致工况无法监控调整

因电气误停 UPS 电源导致 DCS 系统公用总电源失电后，所有上位机失电，操作员站、工程师站、各服务器失电导致工况无法监控调整，陆续恢复电源并恢复服务器和操作员站后工况稳定无影响。

DCS 典型案例

所有上位机失电导致工况无法监控调整 30 分钟

所有上位机失电导致工况无法监控调整

因电气误停 UPS 电源导致 DCS 系统公用总电源失电后，所有上位机失电，操作员站、工程师站、各服务器失电导致工况无法监控调整，陆续恢复电源并恢复服务器和操作员站后工况稳定无影响。

怎么做??? 风险!!!

紧急停运，停运措施是否完整，风险？

继续运行，工况是否平稳，风险？

存在的问题与做什么

存在的问题

目前存在问题!!!

- ① CEX 电缆松动会导致一组控制器内程序清空
- ② 重要调门集中在同一组控制器上
- ③ 重要调门 AO 指令在同一块卡件上未分散
- ④ 重要辅机对应控制器故障后具体的处理细节
- ⑤ 服务器、工作站备份恢复无法实现
- ⑥ 800XA 系统各状态有效的监视手段
- ⑦ 网络变量、全局变量的合理使用
- ⑧ AO 卡件故障后现场对应启动调门应该采取什么措施

存在的问题与做什么

做什么

下一步做什么???

- ① 合理布置 AO 调门指令分布
- ② 对现场设备 AO、DO 指令情况进行具体排查分类确认故障及处理过程中应对措施
- ③ DCS 系统指令复位时各专业如何保证现场设备保持原状态
- ④ 实现备份、恢复服务器
- ⑤ 利用现有备件搭建一套单节点系统

排查内容

排查清单

- [1] AO 指令: ABB 系统 AO 点排查, 热控专业, 2023-11-16
- [2] DO 指令: ABB 系统 DO 点排查, 热控专业, 2023-11-16
- [3] 气动调门: AO 供电调节阀, 热控专业, 2023-11-16
- [4] 变频器: 变频器远方就地切换状态, 电气专业, 2023-11-16