

太古长输水网集中供热项目现场交流研讨会



王建勋

国电科学技术研究院北京分院锅炉室锅炉室主任，供热改造项目现场调试总工程师。长期从事供热改造调试及锅炉运行优化试验工作，主持了技改项目“山西兴能发电有限责任公司供热工程一、二期供热改造”的调试及生产运行工作，任调试总工程师及热网首站总负责人。

山西兴能发电有限责任公司供热工程项目低位能 供热改造及热网调试

主办单位：中国电力科技网 协办单位：山西兴能发电有限责任公司 中能建山西省电力勘测设计院有限公司
2017年3月30-31日 中国·太原 太原市热力公司 山西工业设备安装集团公司 国电科学技术研究院

古交兴能电厂 低位能供热改造及热网调试

国电科学技术研究院
北京国电蓝天节能科技开发有限公司

报告人： 王建勋
2017 年 3 月 30 日

汇报提纲



古交兴能电厂热网首站改造方案



供热设备简介



热网分系统调试



热网整套系统调试



热网调试的难点及关键点



古交兴能电厂供热项目的意义

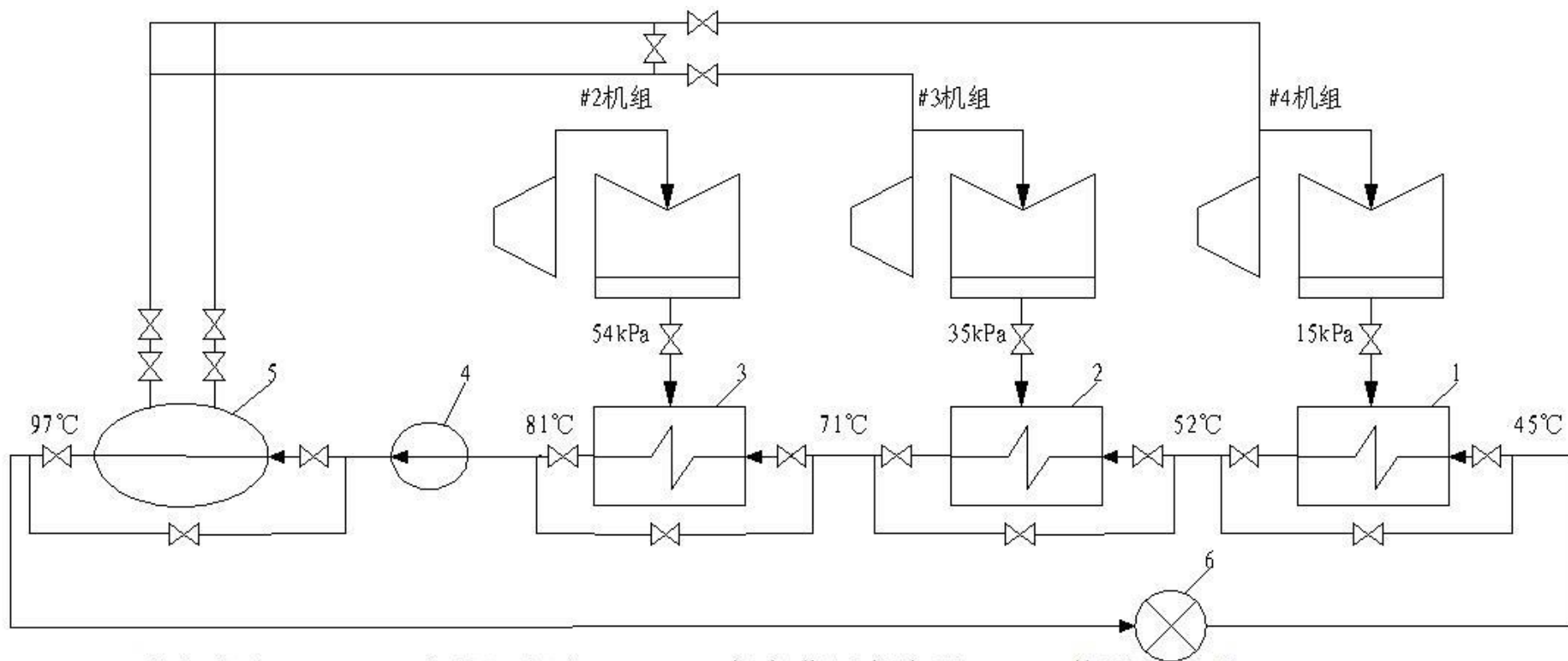
1、古交兴能电厂热网首站改造方案

改造方案：太原近期供热方案

- 太原供热方案：热网回水依次经过4号机凝汽器（15kPa）、3号机凝汽器（35kPa）、2号机凝汽器（54kPa）后通过循环水泵升压后再送入尖峰加热器加热到满足用户要求的供水温度，向热用户供热。可以作为尖峰加热器的热源包括：4号机中压缸排汽、3号机中压缸排汽。
- 4号机乏汽凝结水直接接至对应机组的排汽装置，3号机和2号机乏汽凝结水在进入精处理装置前，经过凝结水冷却器冷却到要求的温度。抽汽疏水经过疏水冷却器冷却后进入对应的排汽装置。

1、古交兴能电厂热网首站改造方案

改造方案：太原近期供热方案



1—常规凝汽器 2—高背压凝汽器 3—超高背压凝汽器 4—热网循环泵
5—二期尖峰加热器 6—热用户

初末期采用3号机、2号机乏汽串联完成供热；采暖中期采用4号机、3号机、2号机乏汽串联完成供热；严寒期采用4号机、3号机、2号机乏汽和4号机中排抽汽串联完成供热。

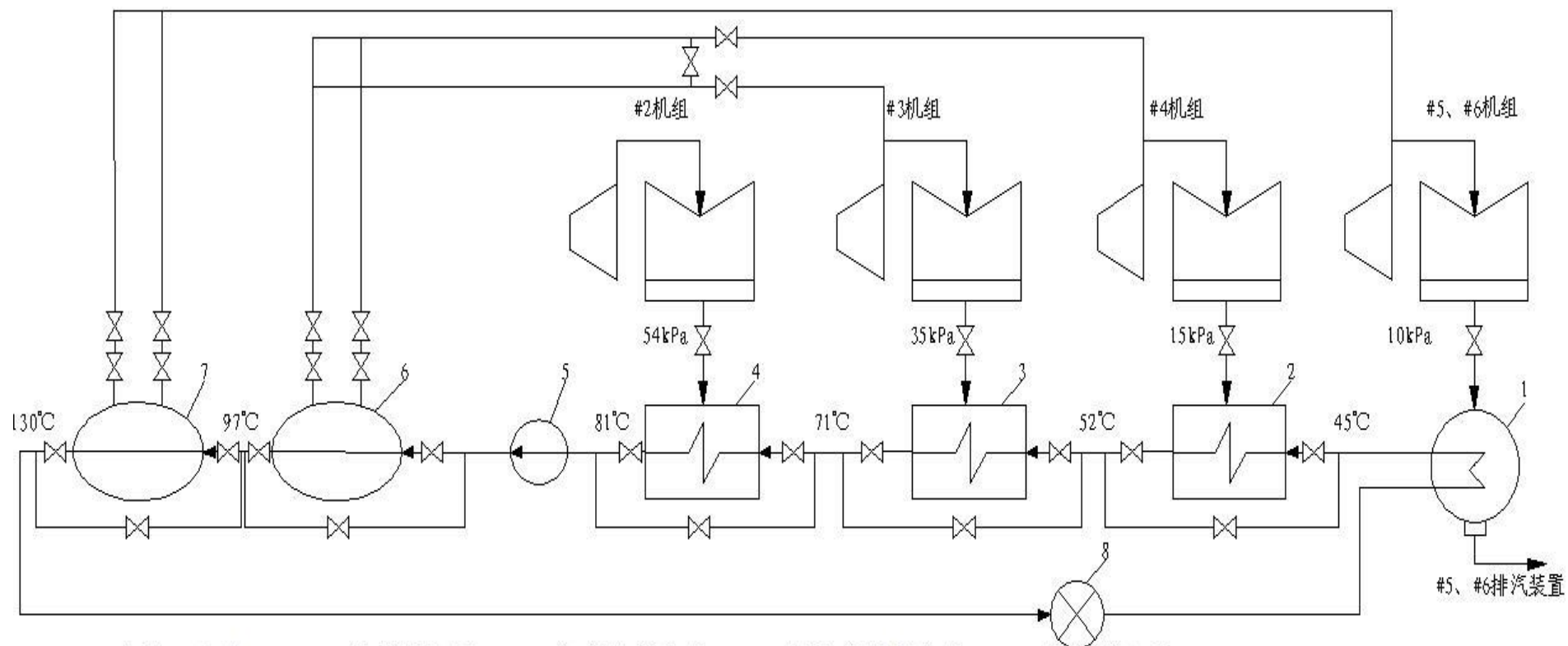
1、古交兴能电厂热网首站改造方案

改造方案：太原远期供热方案

- 太原供热方案：热网回水依次经过5、6号机凝汽器（10kPa）、4号机凝汽器（15kPa）、3号机凝汽器（35kPa）、2号机凝汽器（54kPa）后通过循环水泵升压后送入尖峰加热器加热到满足用户要求的供水温度，向热用户供热。可以作为尖峰加热器的热源包括：6号机中压缸排汽、5号机中压缸排汽、4号机中压缸排汽、3号机中压缸排汽。
- 5、6号机乏汽凝结水直接接至对应机组的排汽装置，4号机乏汽凝结水直接接至对应机组的排汽装置，3号机和2号机乏汽凝结水在进入精处理装置前，经过凝结水冷却器冷却到要求的温度。抽汽疏水经过疏水冷却器冷却后进入对应的排汽装置。

1、古交兴能电厂热网首站改造方案

改造方案：太原远期供热方案



1—低背压凝汽器 2—常规凝汽器 3—高背压凝汽器 4—超高背压凝汽器 5—热网循环泵
6—二期尖峰加热器 7—三期尖峰加热器 8—热用户

在严寒期，乏汽将全部用于供热，机组冷源损失为零。

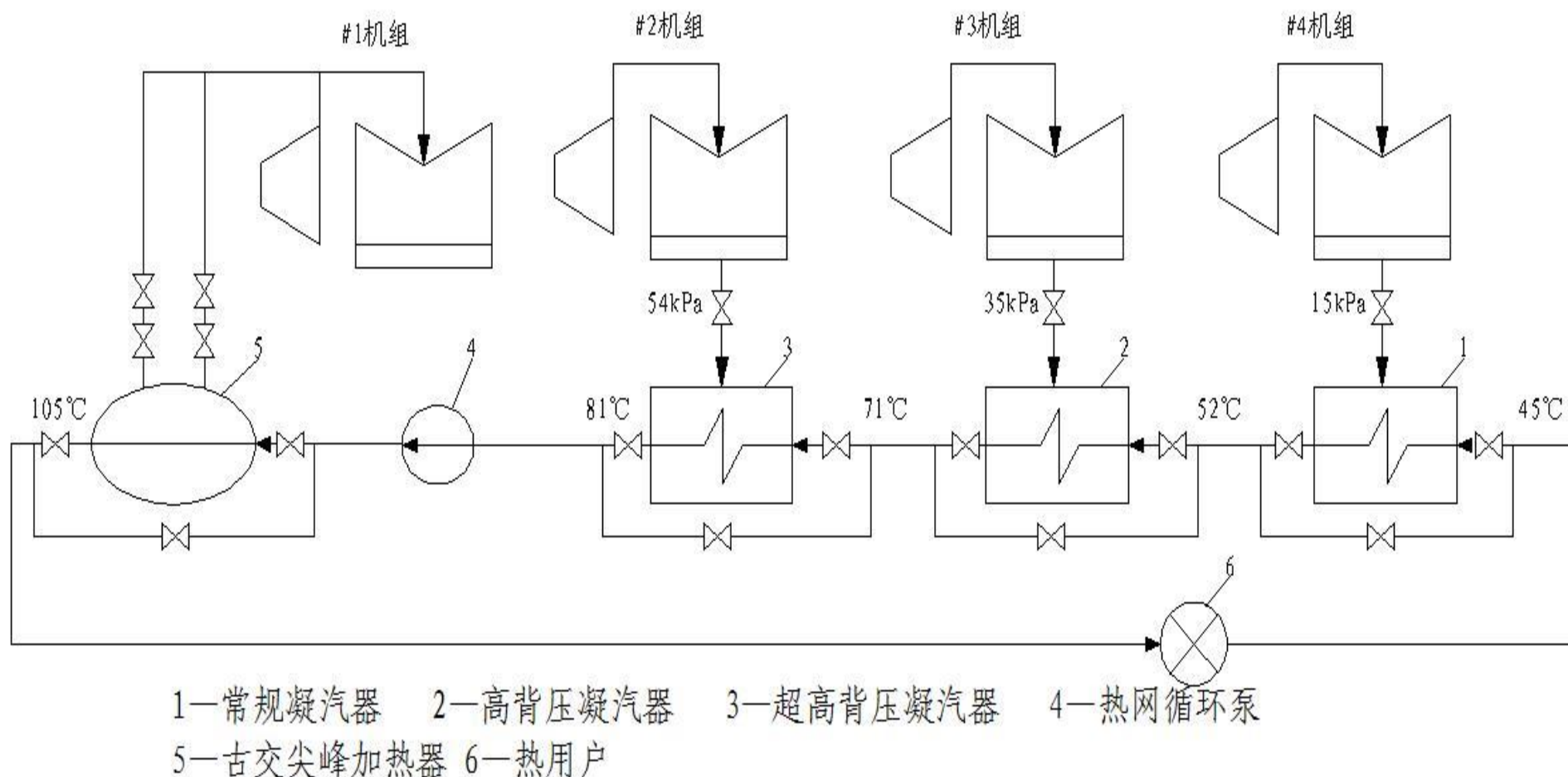
1、古交兴能电厂热网首站改造方案

改造方案：古交供热方案

- 古交供热方案：热网回水依次经过4号机凝汽器（15kPa）、3号机凝汽器（35kPa）、2号机凝汽器（54kPa）后通过循环水泵升压后再送入尖峰加热器加热到满足用户要求的供水温度，向热用户供热。可以作为尖峰加热器的热源包括：1号机中压缸排汽。
- 4号机乏汽凝结水直接接至对应机组的排汽装置，3号机和2号机乏汽凝结水在进入精处理装置前，经过凝结水冷却器冷却到要求的温度。抽汽疏水经过疏水冷却器冷却后进入对应的排汽装置。

1、古交兴能电厂热网首站改造方案

改造方案：古交供热方案



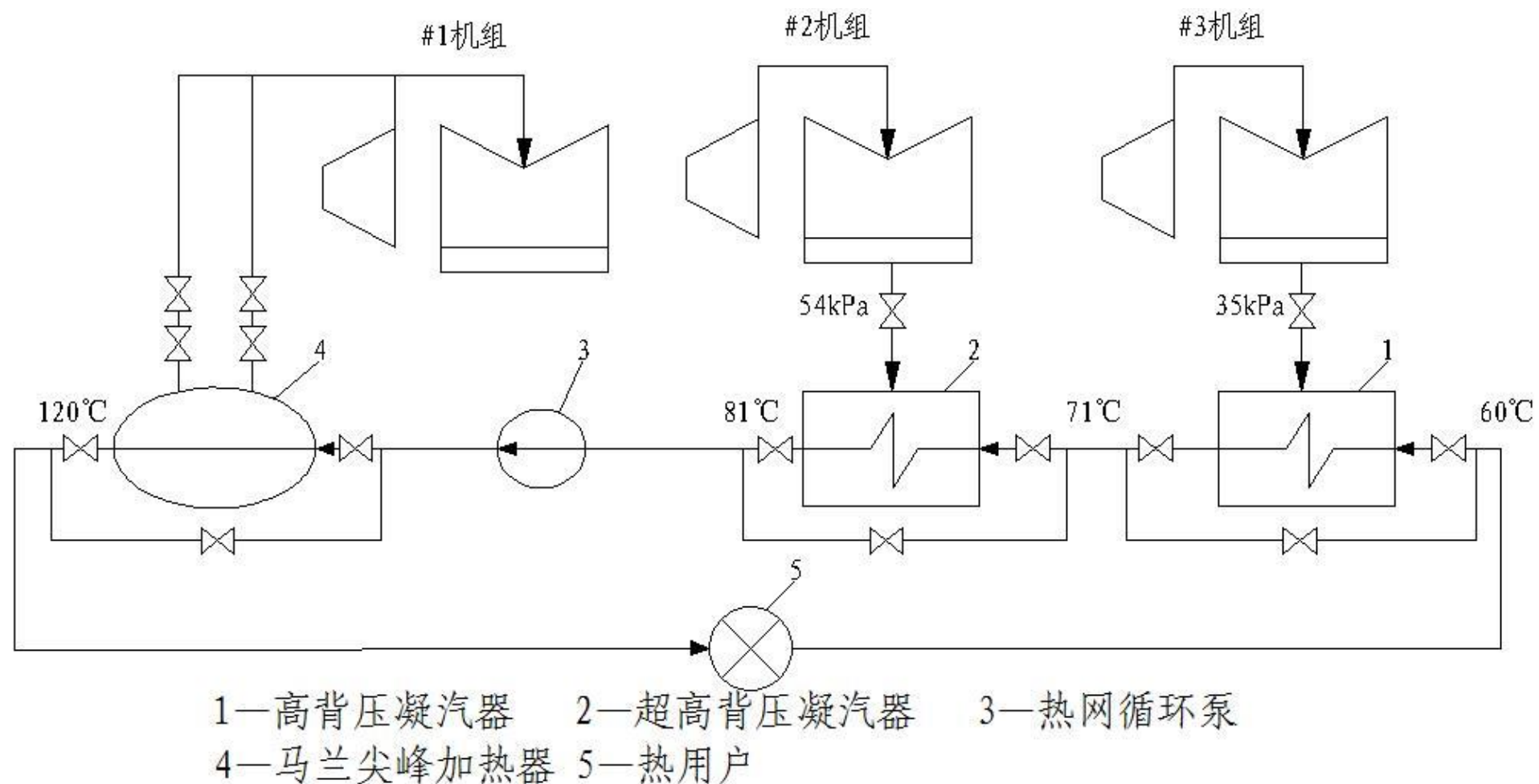
1、古交兴能电厂热网首站改造方案

改造方案：马兰、屯兰、厂区供热方案

- 屯兰供热方案：热网回水依次经过3号机凝汽器（35kPa）、2号机凝汽器（54kPa）后通过循环水泵升压后再送入尖峰加热器加热到满足用户要求的供水温度，向热用户供热。
- 马兰供热方案：热网回水依次经过3号机凝汽器（35kPa）、2号机凝汽器（54kPa）、尖峰加热器加热到用户要求的供水温度后，再通过循环水泵升压向热用户供热。
- 厂区供热方案：热网回水经过2号机凝汽器（54kPa）后通过循环水泵升压后再送入尖峰加热器加热到满足用户要求的供水温度，向热用户供热。

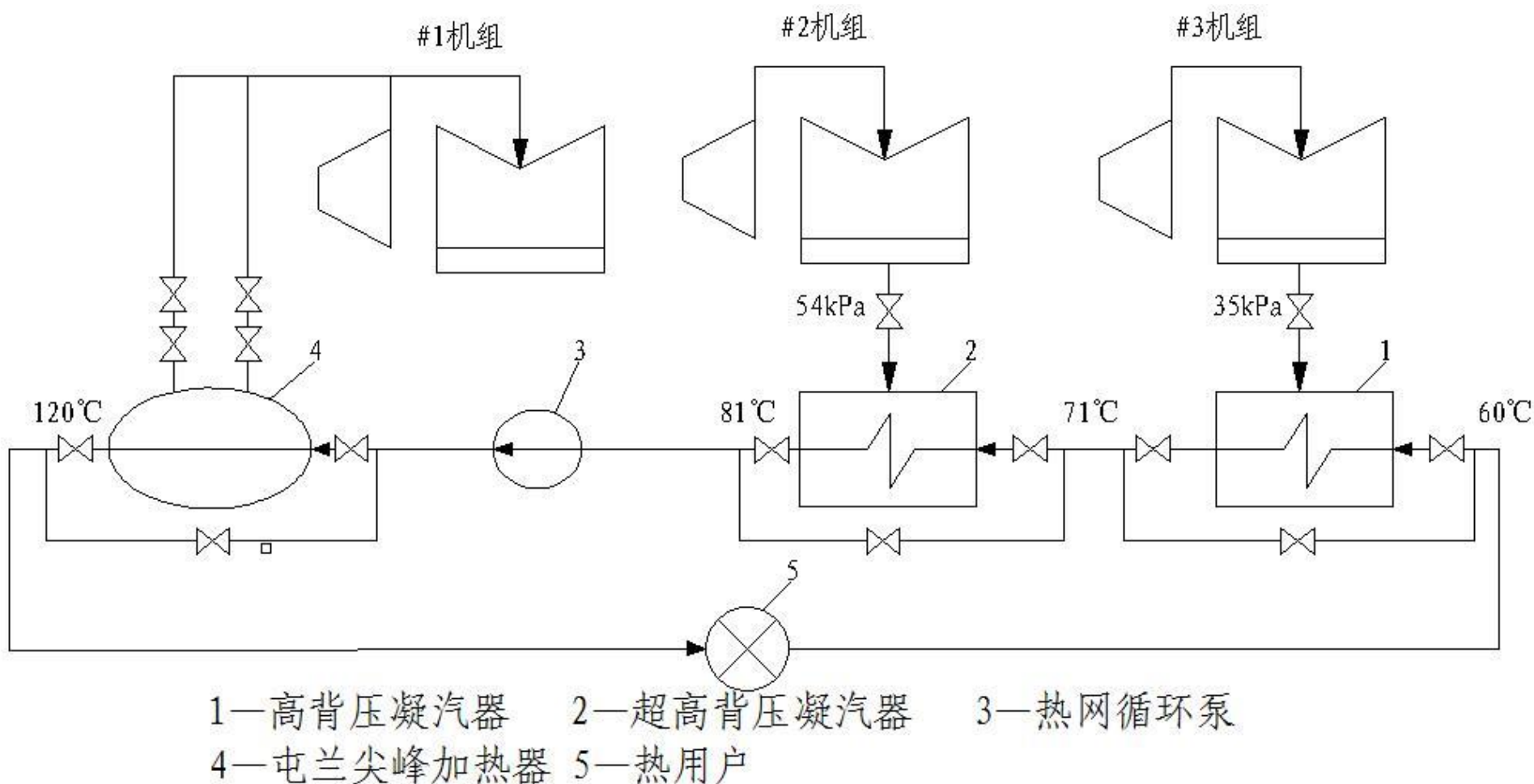
1、古交兴能电厂热网首站改造方案

改造方案：马兰供热方案



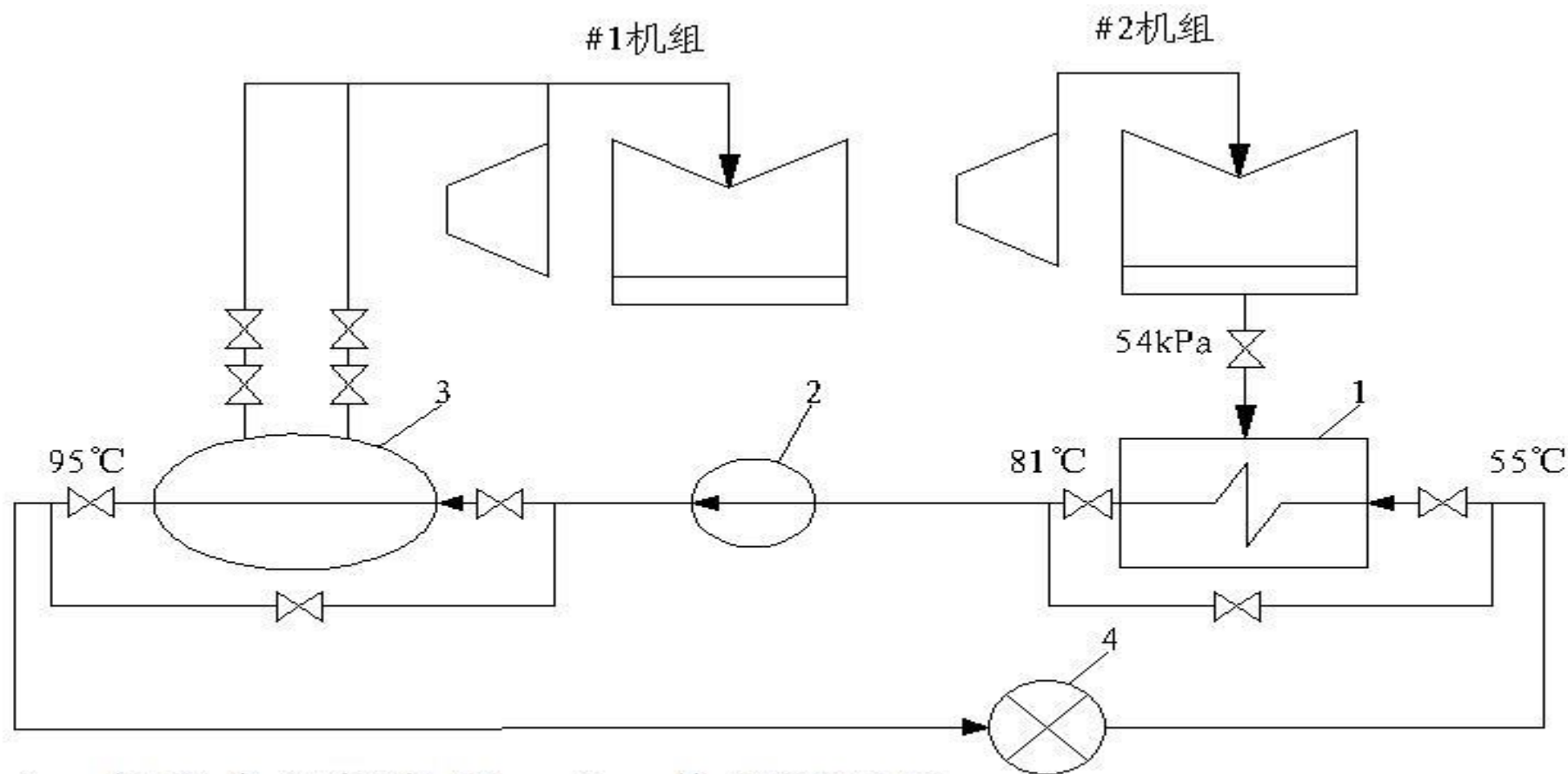
1、古交兴能电厂热网首站改造方案

改造方案：屯兰供热方案



1、古交兴能电厂热网首站改造方案

改造方案：厂区供热方案



1—超高背压凝汽器
3—厂区尖峰加热器

2—热网循环泵
4—热用户

汇报提纲



古交兴能电厂热网首站改造方案



供热设备简介



热网分系统调试



热网整套系统调试



热网调试的难点及关键点



古交兴能电厂供热项目的意义

2、供热设备：全自动软化水器设备



现场设备图

2、供热设备：热网凝汽器排水泵



现场设备图

2、供热设备：热网补水定压泵



现场设备图

2、供热设备：热网凝汽器



2、供热设备：凝结水冷却器



现场设备图

2、供热设备：疏水冷却器



现场设备图

2、供热设备：管道增压泵



现场设备图

2、供热设备：水环真空泵



现场设备图

2、供热设备：热网加热器



现场设备图

2、供热设备：热网加热器



现场设备图

2、供热设备：热网循环泵



现场设备图

2、供热设备：热网循环泵



现场设备图

2、供热设备：热网除氧器



现场设备图

2、供热设备：稳压膨胀罐



现场设备图

2、供热设备：箱式调压塔



现场设备图

2、供热设备：热网循环水管道



现场设备图

2、供热设备：热网循环水管道



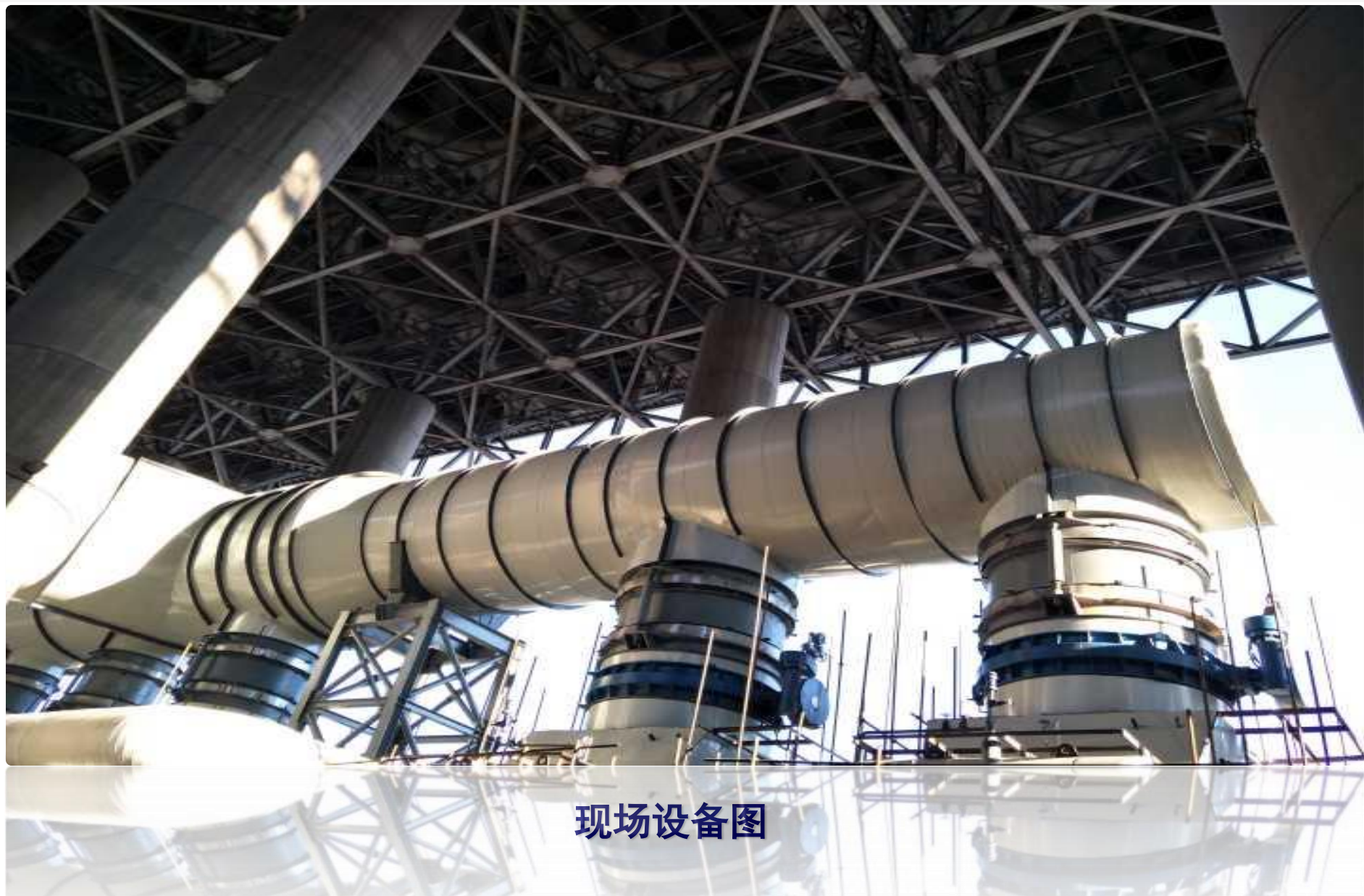
现场设备图

2、供热设备：热网乏汽管道



现场设备图

2、供热设备：热网乏汽管道



现场设备图

2、供热设备：热网乏汽管道



现场设备图

2、供热设备：热网乏汽管道



现场设备图

2、供热设备：热网高压变频器



现场设备图

2016/12/06 11:15

汇报提纲



古交兴能电厂热网首站改造方案



供热设备简介



热网分系统调试



热网整套系统调试



热网调试的难点及关键点



古交兴能电厂供热项目的意义

3、分系统调试：软化水系统

➤调试目的：为了满足热网注入软水水质效果符合要求，更好的实现热网软化水设备的投入，通过对该设备及相关系统的调试，为整套启动顺利进行和热网的正常运行打下良好基础。

➤系统介绍：本期采暖热网首站热网循环水量约为40000t/h，本期增设一套出力为250t/h一体化软水器（四罐四盐箱；四罐同时运行，单罐分别再生模式）、1台V=200m³常压蓄热式软化水箱（不锈钢材质，符合国家建筑标准设计图集05R401-3的技术要求）及1套软化水箱用全量程液位计及高、低液位开关、进口硬度监测仪（均能够远传到买方DCS系统，并与卖方一体化软水器控制系统连锁）。

➤软化水系统设备的运行工艺流程：制水→吸盐再生→置换清洗→正洗→反洗→设备切换

3、分系统调试：热网补水定压泵及其系统

➤调试目的：补水定压泵的调试主要是通过调试检验设备和系统的设计、制造、安装水平，考验设备长期运行的适应性和可靠性，完成系统由安装状态向运行状态转换的所有工序，消除其缺陷，使该系统顺利投入正常运行，为供热系统的正常供热运行提供必要的保证。

➤热网补水定压泵系统调试：

1、热网补水定压泵试运行前的检查：

- ① 联系热工投入有关仪器、仪表，自动装置及保护，检查系统管道各个阀门，将各电动设备测绝缘后送电。
- ② 管路是否按要求连接，泵所带的底座是否与基础紧固，各连接部位不得松动。各检测仪表应安装到位，操作及控制装置验收合格。
- ③ 联轴器是否校正，联轴器防护罩是否装好，手是否能容易地转动转子（至少一周），不得有碰刮现场。
- ④ 是否所有轴承已作了良好的润滑，油质及油位是否正常，冷却水是否投运。
- ⑤ 补水定压泵启动之前，打开补水定压泵入口阀门排尽泵体内空气。
- ⑥ 软化水系统能正常制水，软化水箱水位正常。
- ⑦ 泵禁止就地启停，启停必须采用**DCS**远方操作。

3、分系统调试：热网补水定压泵及其系统

►热网补水定压泵系统调试：

2、热网补水定压泵试运行：补水定压泵的试运行可利用给热网系统管道内注水来完成。

- ① 热网补水定压泵出口阀关闭。
- ② 打开热网补水定压泵至热网回水母管手动门。
- ③ 完成以上步骤后带变频器启动，热网补水定压泵出口电动门联锁开启，给热网补水定压泵一个小频率，检查热网补水定压泵转向是否正确，风机无异常振动。一切正常后，继续升频。待频率升到额定值后，检查热网补水定压泵运行正常（注意泵出、入口压力，电动机电流变化及泵转速值，全面检查各部振动、声音、温度、转向、压力均正常），完成循环泵8小时试运转。
- ④ 8小时试运转合格之后，热网补水定压泵根据热网系统缺水量来确定热网补水定压泵的启停。

3、分系统调试：热网补水定压泵及其系统

►热网补水定压泵系统调试：

3、热网补水定压泵停止运行：

- ① 热网补水定压泵试运行8小时后，根据热网系统缺水量情况，确定热网补水定压泵是否停止运行。
- ② 将热网补水定压泵变频减小到0Hz后停止变频器，停止泵运行，出口阀门联锁关闭。
- ③ 热网补水定压泵短时停止运行时，入口阀门不要关闭，泵长期停止工作时，入口阀门必须关闭，应排除泵及管路中的介质。
- ④ 热网补水定压泵停运结束。

4、工作危险点及安全措施

- 设备送电运行

危险点：由于设备损坏或外壳带电，引起人员触电。

措施：确定电气设备有效接地和绝缘。

- 设备的启动和运行。

危险点：转动设备在运转时操作人员与就地人员未联络好引起就地人员受伤；现场作业时遇到高空落物；人员的磕碰，造成人员受伤。

措施：加强联系，加强现场人员的自我保护意识；现场人员戴好安全帽，注意周围作业情况；现场清洁，通道畅通围栏齐备，照明充足。

3、分系统调试：热网循环泵及其系统

►调试目的：热网循环泵的调试主要是通过调试检验设备和系统的设计、制造、安装水平，考验设备长期运行的适应性和可靠性，完成系统由安装状态向运行状态转换的所有工序，消除其缺陷，使该系统顺利投入正常运行，为供热系统的正常供热运行提供必要的保证。

►热网循环泵系统调试：循环泵系统调试与冷态联调一起进行。

1、热网循环泵试运行前的检查。

◆ 管路是否按要求连接，泵所带的底座是否与基础紧固，各连接部位不得松动。各个检测仪表应安装到位，操作及控制装置验收合格。联轴器是否校正，联轴器防护罩是否装好，手是否能容易地转动转子（至少一周），不得有碰刮现象。

◆ 联系热工投入有关仪器、仪表，自动装置及保护，检查系统管道各个阀门，将各电动设备测绝缘后送电。

◆ 是否所有轴承已作了良好的润滑，油质及油位是否正常。循环泵冷却水是否投运。

◆ 打开循环泵入口电动门，出口电动门关闭，在泵启动之前，泵和管路必须排尽空气。

◆ 打开热网循环水回水总门、供水总门。

◆ 热网凝汽器水侧入口电动门关闭、出口电动门关闭、打开旁路电动门。

3、分系统调试：热网循环泵及其系统

➤热网循环泵系统调试：

1、热网循环泵试运行前的检查。

◆热网加热器水侧入口电动门关闭、出口电动门关闭、打开旁路电动门。

◆变频器通电前的检查：对变频器的型号、额定容量、额定电压、适配电动机功率等仔细核对，查看是否一致，尤其是额定电压；打开变频器的面板，对内部器件进行外观检查，查看是否清洁、受潮、有异物，通风道是否堵塞，尤其是对控制电路板上的积尘、污垢一定要清除干净，避免引起故障，检查螺钉、螺母、插件等是否松动与损坏；仔细检查变频器上各接线端子的接线是否正确。

◆变频器通电检查：变频器接通电源，电源指示灯亮，机内有接触器时接触器吸合，变频器冷却风机开始运行（也有变频器运行时，冷却风机才转动的情况）；测量输入电压是否是正常数值，如果不正常，要检查配电柜进线电压；测量三相平衡情况，是否缺相，如果缺，可检查三相熔断丝有无烧毁现象，检查自动开关或电源接触器有无接触不良现象。

3、分系统调试：热网循环泵及其系统

2、热网循环泵试运行

- ◆ 6kv开关柜合闸，变频器送电。
- ◆ 带变频器逐台启动（4台）循环泵，循环水泵出口门联锁开启，将热网循环水泵频率升频为5Hz，检查循环泵转向是否正确，风机无异常振动。
- ◆ 缓慢增加频率为10Hz，测量循环泵的驱动端与非驱动端振动是否合格，测量电机驱动端与非驱动端振动是否合格。测量温升，测温点为电机本体、电机轴承以及循环泵轴承是否合格。
- ◆ 测量完毕并且合格之后，将循环泵的控制权交于太原市热力公司，由其来统一升频。
- ◆ 待循环泵频率升到给定频率后，检查泵运行正常（注意泵出、入口压力，电动机电流变化及泵转速值，全面检查各部振动、声音、温度、压力均正常），完成循环泵8小时试运转。
- ◆ 8小时试运转合格之后，循环水泵不停运，保证循环水系统的正常运行。为热网系统的其它系统正常投运做准备。

3、分系统调试：热网循环泵及其系统

3、热网循环泵停止运行。

- ◆ 联系太原市热力公司，停止热网循环泵（4台）。
- ◆ 由太原市热力公司减小变频器频率至10Hz后，将循环泵控制权交于热网首站。热网首站接收到控制权后，继续将频率降至5Hz，热网循环泵出口逆止门应逐渐关小，就地检查循环泵出口逆止门关闭。
- ◆ 待热网循环泵出口逆止门关闭，将频率降至0Hz，热网循环泵停止运行，出口电动门连锁关闭。热网循环泵停止运行时，进口阀门不要关闭。
- ◆ 停运电机时，要确保机组能平缓地停下来，要切断热源（即热网凝汽器和热网加热器汽侧停运），这样才能使输送的介质完全冷却下来，从而避免循环泵中产生任何热量。
- ◆ 循环泵长期停止工作时，进口门必须关闭。
- ◆ 热网循环泵停运结束。

3、分系统调试：水环真空泵及抽真空系统

►**调试目的：**水环真空泵及其抽真空系统的调试主要是通过调试检验设备和系统的设计、制造、安装水平，考验设备长期运行的适应性和可靠性，完成系统由安装状态向运行状态转换的所有工序，消除其缺陷，使该系统顺利投入正常运行，为热网凝汽器运行和正常的供热提供必要的保证。

►**水环真空泵及抽真空系统调试：**

1、水环真空泵试运行前的条件检查：

- ① 抽真空的管路连接完毕正确。
- ② 线缆铺设完毕，电机绝缘测试合格，并送电。
- ③ 管路中阀门的单体调试结束，动作灵活。
- ④ 管路中各压力温度仪表安装正确，校验合格，液位显示正确。
- ⑤ 真空泵内注水口处水质合格（除盐水）。
- ⑥ 冷却水管路连接正确，能正常投入冷却水。
- ⑦ 真空泵各部分连接有无松动、无破损。
- ⑧ 调试工具，资料，仪表，记录表格齐备，通讯正常。

3、分系统调试：水环真空泵及抽真空系统

➤水环真空泵及抽汽系统调试：

2、水环真空泵的试运行：

- ① 打开电磁阀下的手动门，向分离器内灌水，同时打开泵的冷却液进口，溢流管线、底部排水阀，用除盐水对泵进行冲洗。
- ② 点动控制电机，看泵内是否有卡塞的声音。检查排气阀全开，打开压力表、压力开关。分离器和泵的排水阀一定关闭。
- ③ 开启真空泵的注水阀向其内注水，同时打开分离器至真空泵管路上的进水阀门，向真空泵内灌水。分离器的排气口应排气顺畅。灌水至电磁阀动作，停止灌水，大约5分钟后重新检查液位，此时液位已平衡。
- ④ 打开冷却水阀，在DCS操作启动电机，真空值达到规定的差压值，电动蝶阀自动打开。水环建立起来后，真空泵进入工作状态。
- ⑤ 检查各个凝汽器真空值能否达标。

3、水环真空泵的停止：

- ① DCS操作停真空泵电机，进口气动阀关闭，根据停泵的时间长短，确定冷却水进水和回水是否关闭。
- ② 长期不用时把分离器底部放水阀打开，把设备内的水放净。

3、分系统调试：增压泵及其系统调试

►**调试目的：**增压泵的调试主要是通过调试检验设备和系统的设计、制造、安装水平，考验设备长期运行的适应性和可靠性，完成系统由安装状态向运行状态转换的所有工序，消除其缺陷，使该系统顺利投入正常运行，为供热系统的正常供热运行提供必要的保证。

►**增压泵及其系统调试：**

1、增压泵试运行前的条件检查：

- ① 联系热工投入有关仪器、仪表，自动装置及保护，检查系统管道各个阀门，将各电动设备测绝缘后送电。
- ② 管路是否按要求连接，泵所带的底座是否与基础紧固，各连接部位不得松动。各检测仪表应安装到位，操作及控制装置验收合格。手是否能容易地转动转子（至少一周），不得有碰刮现场。
- ③ 是否所有轴承已作了良好的润滑，油质及油位是否正常。
- ④ 在泵起动之前，泵和管路必须排尽空气。
- ⑤ 系统管道上各个阀门开启状态是否正确。
- ⑥ 泵禁止就地启停，启停必须采用**DCS**远方操作。

3、分系统调试：增压泵及其系统调试

➤增压泵及其系统调试：

2、增压泵试运行：

- ① 增压泵试运前条件检查完毕。
- ② 完成以上步骤后DCS带变频器远方启动，增压泵出口电动门联锁开启，检查泵运行正常（注意泵出、入口压力，电动机电流变化及泵转速值，全面检查各部振动、声音、温度、压力均正常），完成增压泵8小时试运转。
- ③ 8小时试运转合格之后，根据热网系统的具体情况，确定增压泵的启停。

3、增压泵停止运行：

- ① 将增压泵变频将至0Hz，DCS远方停止泵运行，出口阀门联锁关闭。
- ② 增压泵短时间停止运行时，入口阀门不要关闭，长期停止工作时，入口阀门必须关闭。
- ③ 长期停止使用时，应排除泵及管路中的介质。
- ④ 增压泵停运结束。

3、分系统调试：热网凝汽器、加热器冷态和热态冲洗

➤冲洗水源：

- 热网凝汽器及疏水管道冷态冲洗用水采用电厂除盐水。
- 热网凝汽器及疏水管道热态冲洗用水采用相应机组乏汽。
- 热网加热器及疏水管道热态冲洗采用4号或3号机组中压缸抽汽。

➤冲洗步骤：

冲洗前的检查：

- ① 联系热工投入有关自动装置及保护；热网加热器进汽电动门、进汽调门、疏水调门、危机疏水电动门、疏水冷却器疏水进出口电动门需带电；热网凝汽器乏汽进汽电动门、疏水电动门、抽真空门需带电。
- ② 疏水扩容器正常疏水与疏水排水电动门需带电。
- ③ 水环真空泵已调试合格，抽真空系统可以正常投运。
- ④ 热网凝汽器排污泵及管道已安装完成，排污泵调试完成并合格验收。
- ⑤ 冲洗用管路及放水阀门安装完成。完成低点放水的水沟清理工作，保证放出的水源不造成地面污染。
- ⑥ 完成所有管路的支架和吊架的安装工作。且冲洗前需要将冲洗管道所有支架及吊架中弹簧销需要拔除，以保证弹簧支座发挥其支撑作用。
- ⑨ 热网凝汽器、热网加热器液位测量装置也安装调试完成。
- ⑩ 完成冲洗管道上沿线压力表及压力变送器一次门的安装关闭工作。

3、分系统调试：热网凝汽器、加热器冷态和热态冲洗

➤热网凝汽器冷态冲洗：

- ① 注水前如有必要保持凝汽器汽侧上部排空气，可通过开启抽真空电动门和水环真空泵入口蝶阀（真空泵为停止状态）将其中空气排出。
- ② 通过新增热网凝汽器汽侧注水口将水环真空泵工作液（除盐水）注入到4号机所有需要冷态冲洗的凝汽器汽侧部分，水位以淹没最底部换热管束为限。
- ③ 开启需要冲洗的热网凝汽器疏水电动门。
- ④ 开启加装在疏水母管回排汽装置A列墙外的两道DN50手动截止阀，待连续见水后关闭。
- ⑤ 准备好疏水母管最低点放水处潜水泵。开启疏水母管新增的DN150的手动真空闸阀，将水及时排出至工业废水井。
- ⑥ 同理，通过上述步骤进行3和2号机所有热网凝汽器汽侧部分冷态冲洗。

3、分系统调试：热网凝汽器、加热器冷态和热态冲洗

➤热网凝汽器（一台为例）热态冲洗：

◆热态冲洗需要单台凝汽器独立进行。

◆联系热力公司，启动#1太原管线6级泵站内的循环水泵建立太原#1热网循环水路。打开管道增压泵水源入口电动总门，水源出口电动总门。打开增压泵入口电动门，启动管道增压泵，排出凝结水冷却器冷侧设备本体内部空气，建立凝结水冷却器冷侧水循环。

◆稍开热网凝汽器水侧出口电动门，待热网凝汽器前后水室排空已连续见水后，关闭排空门，并将进出口电动门全开，热网凝汽器水侧建立水循环。

◆尽量将需要冲洗的热网凝汽器机组背压提高到机组可承受范围内高值，建议主机背压不低于30kPa。

◆关闭热网凝汽器疏水母管回排汽装置A列墙内两个电动门、关闭A列墙外疏水母管上方排空门、关闭凝汽器冷态冲洗时排污门。

◆关闭排污泵出口手动门，打开排污泵入口手动门，开启排污管与疏水母管链接的手动真空闸阀（新增）、关闭凝汽器疏水电动门。

◆启动水环真空泵，打开凝汽器抽真空电动门，将需要冲洗的热网凝汽器真空抽吸到与主机真空当前值相差2kPa左右。

3、分系统调试：热网凝汽器、加热器冷态和热态冲洗

➤热网凝汽器（一台为例）热态冲洗：

◆开启凝汽器乏汽进汽蝶阀，注意观察凝汽器液位及温升。若发现凝汽器内无液位或温升，则通过关闭凝汽器旁路蝶阀调整进入凝汽器的循环水量。注意调整旁路蝶阀时要每次关闭2%，稳定一段时间观察凝汽器内疏水量。

◆当通过调整凝汽器循环水旁路使汽侧有疏水缓慢出现时，说明此时凝汽器已开始有乏汽进入，并维持水位较慢的速度上涨。

◆当凝汽器水位升高到600mm时，保持排污泵出口门为关闭状态。打开热网凝汽器疏水电动门，保证排污泵本体内已住满水，启动排污泵，开启排污泵出口排空门待连续见水后关闭，缓慢开启排污泵出口门（2-3圈），若有水连续排出则代表排污泵已正常工作，通过排水泵出口门控制出水量。

◆通过调整排污泵出口门将冲洗水量控制在30-50t/h。配合排水量要及时调整凝汽器旁路蝶阀开度，将水位稳定在900mm左右。

◆告知相应机组值长，注意对主机排汽装置进行补水。

◆待连续冲洗4小时以上之后联系电厂化水车间取样化验，待水质合格之后，回收疏水至主机排汽装置。

3、分系统调试：热网凝汽器、加热器冷态和热态冲洗

➤热网加热器（一台为例）热态冲洗：

◆开启管道增压泵水源入口电动门，水源出口电动门。启动管道增压泵，排出疏水冷却器冷侧设备本体内部空气，建立疏水冷却器冷侧水循环。

◆稍开热网加热器出口电动门，待热网加热器注满水后，全开进出口电动门，建立热网加热器水侧水循环。

◆开启疏水扩容器排水电动门、关闭疏水扩容器疏水电动门。

◆联系4号机值长，开启4号机中压缸抽汽逆止门、快关门。打开供热蝶阀旁路手动门，进行供热抽汽管暖管。

◆打开4号机抽汽至太原热网加热器电动门，打开3、4号机供热抽汽联络门，关闭3、4号机至一期抽汽两台电动门、关闭热网尖峰加热器疏水联络门。

◆打开蒸汽母管疏水手动门，进行蒸汽管道暖管。

◆打开1A、2A热网加热器进汽电动门，关闭1A、2A热网加热器进汽调节门。待进汽调节门本体温度达到150℃时，打开4号机中压缸供热抽汽蝶阀关闭其旁路手动门。

◆稍开1A、2A热网加热器进汽调节门，注意观察热网加热器液位。注意控制热网加热器温度速率，不可过大。

3、分系统调试：热网凝汽器、加热器冷态和热态冲洗

➤热网加热器（一台为例）热态冲洗：

- ◆待热网加热器液位达到正常液位时，打开危急疏水门对热网加热器本体和抽汽管道及疏水扩容器进行冲洗。
- ◆冲洗水量控制在30-50t/h。通过观察疏水扩容器排水口水质情况。
- ◆通过危机疏水冲洗疏水扩容器合格之后，进行热网加热器正常疏水管道冲洗。
- ◆打开疏水回3、4号机排汽装置电动门前放水手动门。
- ◆打开1A热网加热器疏水调门，将疏水排至4号机疏水冷却器。关闭疏水冷却器热侧出口电动门、关闭热侧旁路电动门，打开热侧底部放水手动门。进行疏水管道和疏水冷却器本体冲洗。
- ◆尽可能保持疏水冷却器满水状态，待热侧放水口观察水质清澈后，打开热侧出水电动门，对疏水冷却器热侧出口至排汽装置入口疏水管路进行冲洗。
- ◆注意观察4号机排汽装置井坑水量，及时开启潜水泵排水。待排汽装置电动门前连续排水4小时以上之后，联系电厂化水车间取样化验，水质合格之后，代表4号机蒸汽管道及1A热网加热器已冲洗合格。
- ◆同理冲洗其他热网加热器。
- ◆冲洗过程中，检查阀门连接和沿程管道是否有漏水漏气，若有及时处理，同时检查管道位移及安装位置的变化情况，发现异常及时处理。

汇报提纲



古交兴能电厂热网首站改造方案



供热设备简介



热网分系统调试



热网整套系统调试



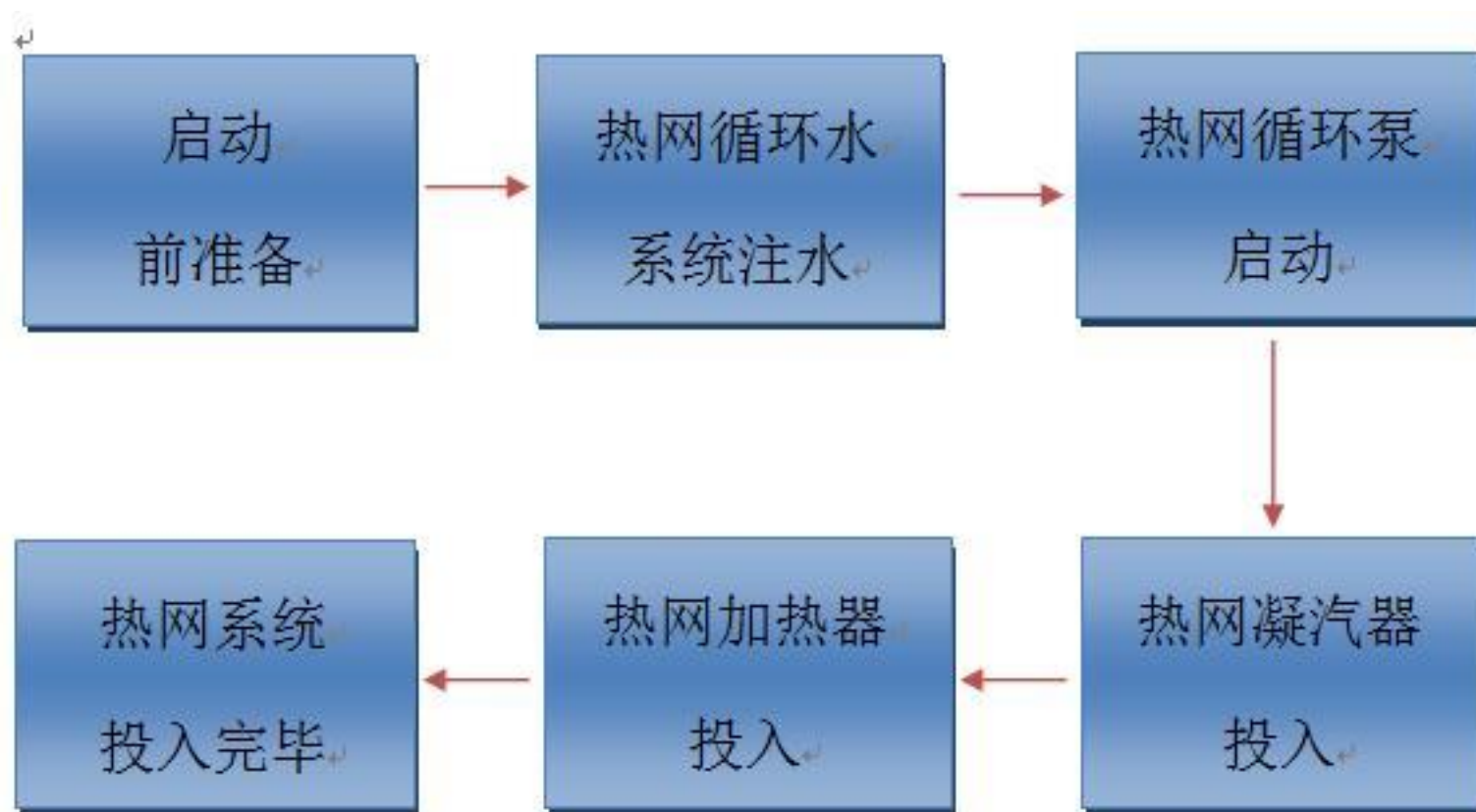
热网调试的难点及关键点



古交兴能电厂供热项目的意义

4、热网整套系统调试

➤热网系统整套启动步骤：



4、热网整套系统调试：热网系统冷态联调

►热网系统冷态联调：

1、冷态联调前条件检查：

- ① 各个分系统调试已经完毕并且合格验收。
- ② 检查各个系统阀门开启状态是否正确。
- ③ 热网系统内注满水。
- ④ 检查循环泵启动条件是否满足。
- ⑤ 检查补水泵启动条件是否满足。
- ⑥ 检查制水系统运行条件是否满足。
- ⑦ 联系太原热力公司外网是否满足启动。

2、热网系统冷态联调：

- ① 待上述条件都满足后，首站**DCS**启动循环泵，频率升至**10Hz**后，将循环泵频率控制权交于太原热力公司，由太原热力公司启动其他泵站的循环泵，然后统一升频，注意升频速率。
- ② 热网水循环建立后，检测循环泵的运行状况（泵及电机轴承温度、电机线圈温度，电动机电流变化及泵转速值，全面检查各部振动、声音等）。
- ③ 对系统管道进行排空气，由于系统庞大，空气较多，排空气所需时间较长。系统冷态连续运行**48**小时。

4、热网整套系统调试：热网系统热态调试

►热网系统热态调试：

1、投运的总原则。

- ① 任何换热设备及其系统都先投冷侧后投热侧或先投水侧后投汽侧。
- ② 当凝结水温度高于 60°C 时，必须投入凝结水冷却器。
- ③ 当一次网供水温度要求不超过 82°C 时，原则上不投入热网加热器。

2、换热设备循环水侧投运：

- ① 热网系统冷态联调已经结束，并且合格验收。
- ② 稍开凝汽器水侧出口电动门，待凝汽器前后水室排空门连续见水后，关闭排空门，全开出口电门，全开入口电动门，关闭旁路电动门，热网凝汽器水侧投运完毕。
- ③ 稍开加热器水侧出口电动门，待加热器前后水室排空门连续见水后，关闭排空门，全开出口电门，全开入口电动门，关闭旁路电动门，热网加热器水侧投运完毕。
- ④ 凝结水冷却器水侧投运。
- ⑤ 疏水冷却器水侧投运。
- ⑥ 换热设备循环水侧投运完毕。

4、热网整套系统调试：热网系统热态调试

►热网系统热态调试：

3、热网汽侧（热侧）投运。

- ① 检查热网系统循环水运行良好，供、回水压力稳定。
- ② 3号机及2号机凝结水冷却器热侧投运。
- ③ 4号机热网凝汽器投入前提是要保证太原回水温度要小于50℃，若太原回水温度进入4号机凝汽器时超过其设计背压15kPa所对应的出口54℃时，则不得投入4号机热网凝汽器。确保热网凝汽器投入顺序依次为#4机组→#3机组→#2机组，每个热网凝汽器独立单独投运。
- ④ 启动相应机组热网凝汽器抽真空系统，待凝汽器背压与大机背压相差5kpa左右时，打开进汽电动门。
- ⑤ 待凝汽器有水位时，打开凝结水电动门，凝结水排入排汽装置。
- ⑥ 热网加热器汽侧投运（根据供水温度要求投运）。
- ⑦ 疏水冷却器热侧投运。
- ⑧ 全面检查系统运行稳定，热网系统热态投运完毕。

汇报提纲



古交兴能电厂热网首站改造方案



供热设备简介



热网分系统调试



热网整套系统调试



热网调试的难点及关键点



古交兴能电厂供热项目的意义

5、热网系统调试的难点及关键点

➤热网系统冷态联调

- ① 太原供热项目输送距离长，高温网侧共6级泵站，每级泵站有4台循环泵。
- ② 由于供热管线输送距离长，注水量较大，太原两条供热管线注水时间持续时间长。
- ③ 冷态启运后，管道系统内空气量较多，需长时间24小时不间断排空。
- ④ 冷态联调，防止水锤发生。

➤热网系统热态调试

- ① 热网凝汽器及其凝结水管道的热态冲洗。
- ② 热网加热器及其疏水管道的热态冲洗。
- ③ 多热源串级加热，满负荷运行时各个机组背压控制。

汇报提纲



古交兴能电厂热网首站改造方案



供热设备简介



热网分系统调试



热网整套系统调试



热网调试的难点及关键点



古交兴能电厂供热项目的意义

6、古交兴能电厂供热项目的意义

- 太古供热项目是国际、国内目前最大的集中供热项目，技术难度和要求，在全国乃至世界供热史都是史无前例，是成功的示范样板工程。
- 太古供热项目，有效的解决了居民的供热要求，产生了良好的节能和环境效益，创新了供热模式。
- 太古供热项目热网首站采用了“空冷机组低位能分级加热技术”，为电厂节能减排，余热利用供热改造提高了可借鉴的成功经验。
- 太古供热项目热网首站系统复杂，采用多级热源串联的分级加热，大大降低了热源的平均温度，提高了供热系统的焓效率，具有巨大的节能潜力，针对供热期不同阶段的热负荷具有灵活的调节手段。
- 低位能的直接利用，针对古交、马兰、屯兰、厂区系统，全部实现了低位能直接高效利用，基本不用抽汽加热。
- 低位能分级加热技术与传统热电联产抽汽供热技术相比，冷源损失几乎下降为零，有效降低供热蒸汽参数、减少传统供热方式能源浪费，相对增加了热电联产机组的发电能力和供热能力，是供热技术的一大突破。
- 低位能分级加热技术大大减小了供热煤耗，古交兴能电厂一、二期采用低位能分级加热技术后，热用户的平均供热煤耗大大下降。

谢谢！

