

太古长输水网集中供热项目现场交流研讨会



王 东

同方节能工程技术有限公司节能技术研究院技术主管，注册公用设备工程师，高级工程师。有多年集中供热规划设计、工程咨询经历，现主要从事集中供热信息化建设、能源综合利用、电厂（工业）余热利用、集中供热综合节能等方面的工作。

太古长输管线及中继能源站集中供热工程 六级驱动控制技术

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



太古供热长输管线控制系统



同方节能工程技术有限公司 王东

C o n t e n t s

01 工程内容

02 长输系统控制

03 热网系统控制



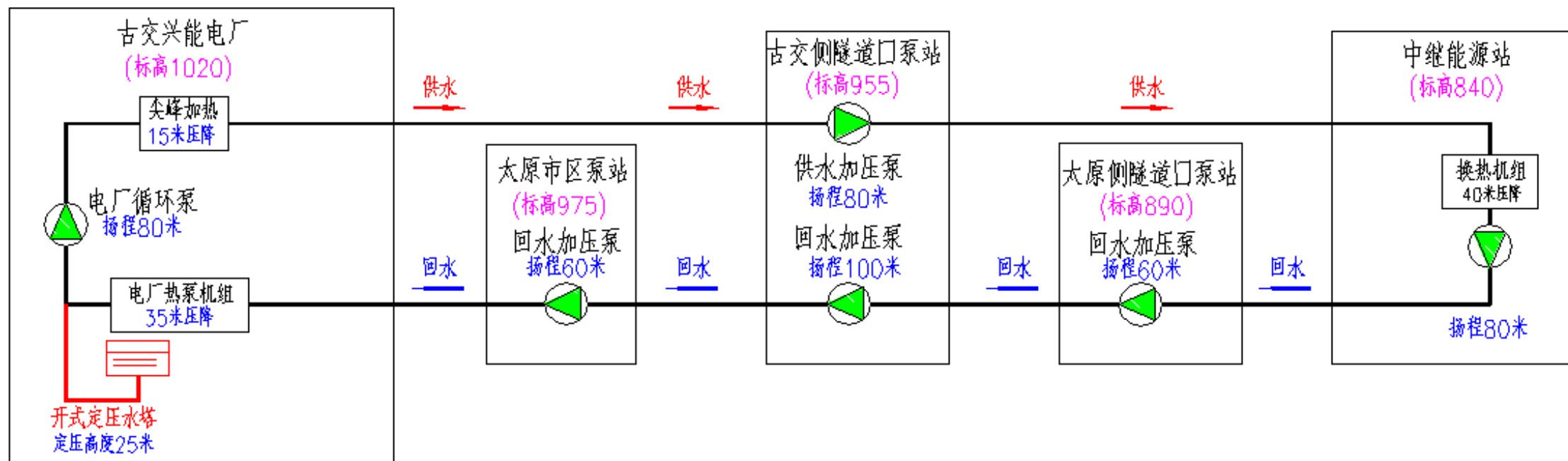
PART

01

工程内容



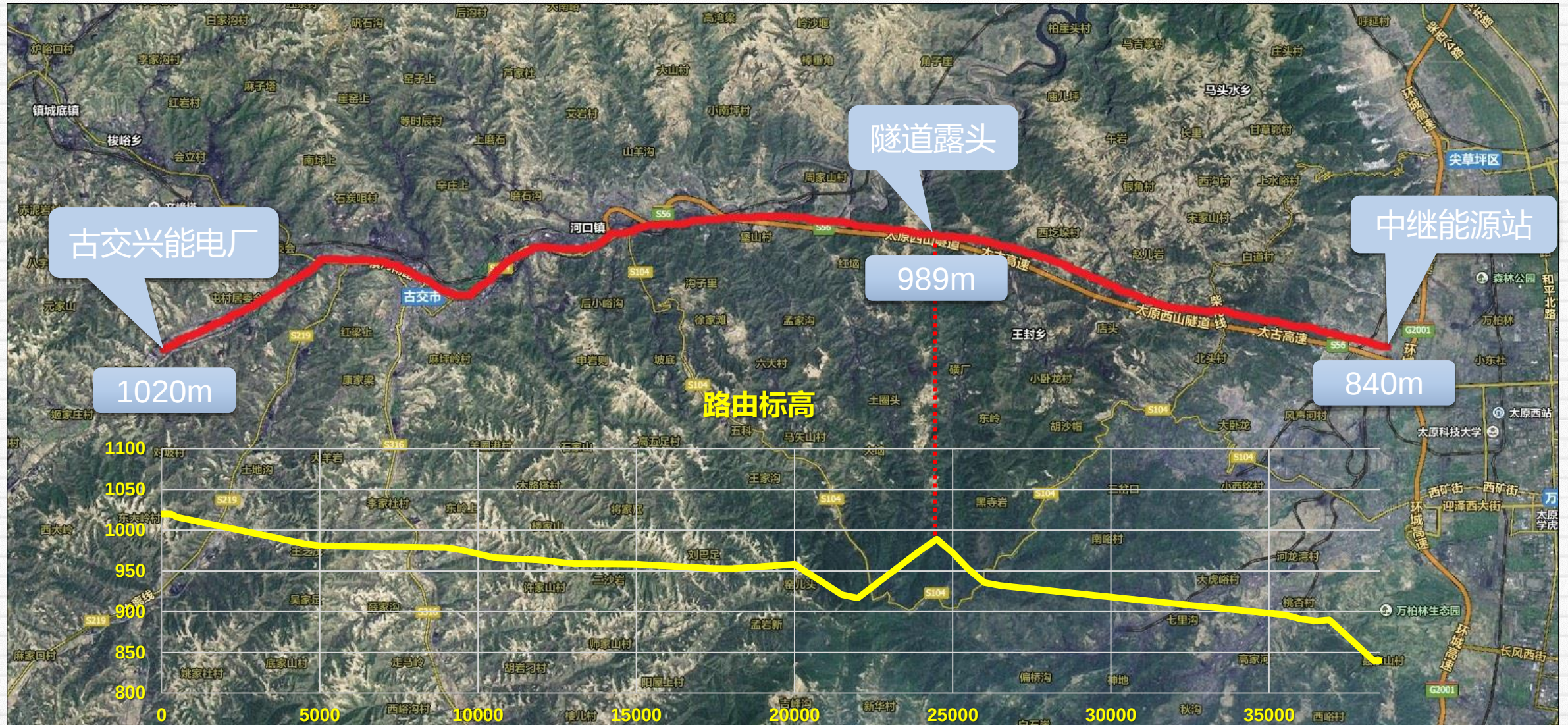
长输系统图



长输管线4×DN1400的两套供热系统，每套供热系统有6组循环泵，每组循环泵设4台水泵，不设备用。全系统共计48台循环泵。



长输管线路由





■ 工程内容及范围

供热管线调度中心、隧道控制中心、事故补水站、1#~4#泵站、电厂首站
部分自控、通讯系统、中继能源站下游热网的控制与调节

■ 系统分类

- 供热管线调度中心综合监控系统
- 泵站就地监控系统
- 通讯系统
- 供热管线综合参数监测系统
- 供热管线泄露监测系统



■ 长输调度中心监控系统

管线系统监测控制、水力工况仿真软件、能源管理软件、地理信息系统、智慧调度电话系统、大屏显示系统

■ 通讯系统

- 有线通讯：电厂首站、1~3#中继泵站、事故补水站、中继能源站之间为有线通讯。事故补水站自敷光纤与3#中继泵站通讯，其余为租用光纤；
- 无线通讯：供热管线运行参数监测、本工程通讯系统的备用通讯；



■ 管线泄露监测系统

- 技术：光纤测温技术；
- 应用：隧道管线及架空管线；

■ 管线运行参数监测系统

- 监测参数：压力、温度；
- 安装位置：阀门前后；
- 通讯：隧道内采用有线传输、直埋及架空管采用无线传输



PART

02

多级泵控制策略



- 控制泵组数量多、控制点分散、安全等级要求极高。系统原则：**全域数据共享，集中调度，分散控制**
- 控制原则为中央调度室根据供热管线实际运行状态，统筹安排，**统一调度**。

■ 泵组控制模式

- 远程控制模式；
- 泵站本地控制模式；

■ 自控系统运行

- 运行原则：安全、稳定；
- 多泵组启、停控制；
- 运行调节控制；
- 完备的多种事故预案；



2.2 启动控制

系统正常启动

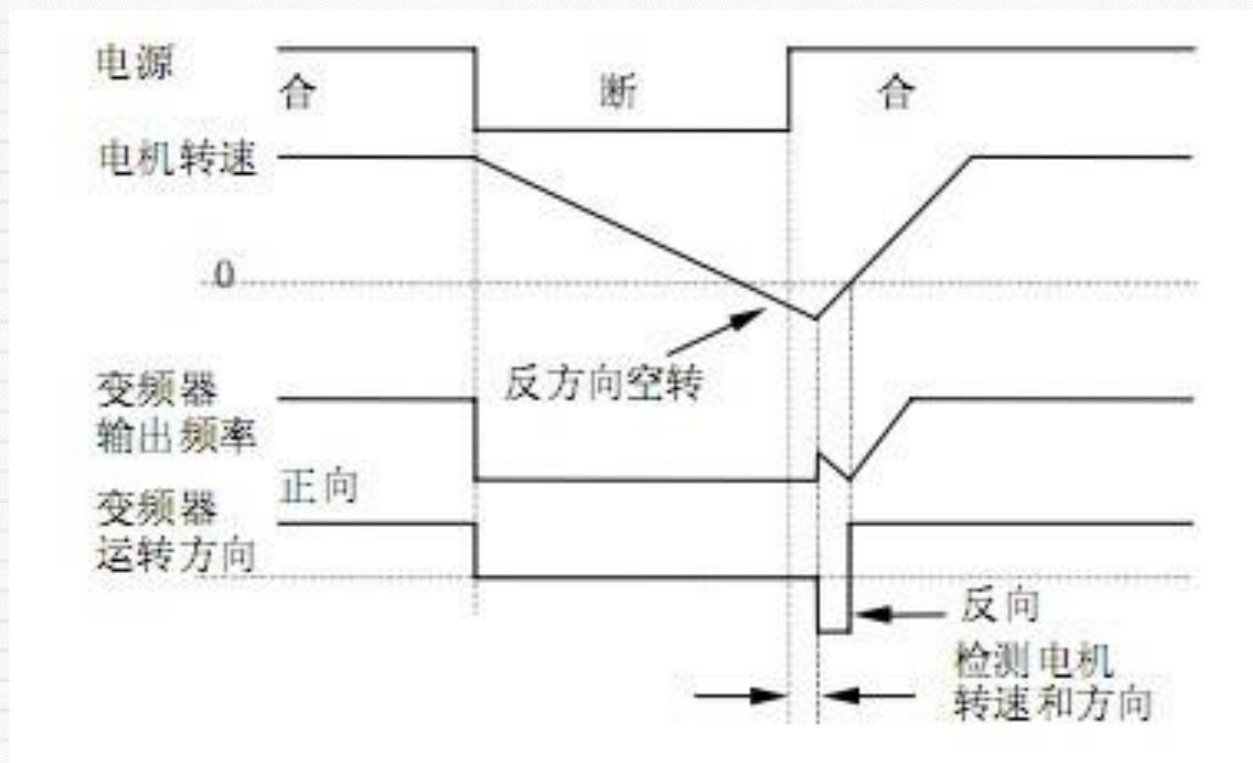
- 6组24台泵同时启动？；
- 分6组同时启动？
- 24台逐台启动？

启动频率：根据水泵和电机厂家确认，水泵和电机在5Hz时最多运行30分钟，如果六级泵站24台水泵需要在30分钟内完成启动，每一台水泵启动的时间和工况检查的时间需要控制在1分钟15秒以内，且所有水泵完成启动后需要立即开始升频操作，不具有可操作性。因此暂选择启动频率为**10Hz**，以满足启动时逐台或逐泵站启动的要求。



2.2 启动控制

变频器转速跟踪启动



后起动的泵组在水流推动下，具有一定的转速，其感应电压对变频器可能造成不利影响，因此从第二组泵开始应利用变频器的转速跟踪启动功能，自动跟踪电机的转速和方向，实现平滑无冲击启动，延长设备寿命。



启动方案

[illegible]



启动过程如下：

- 供热首站以10Hz频率依次启动4台水泵。
- 中继能源站以10Hz频率依次启动4台水泵。
- 3#泵站以20Hz频率启动第一台和第二台水泵；启动2台泵后降频至10Hz；以10Hz频率依次启动剩余2台水泵。
- 2#泵站供水侧以20Hz频率启动第一台和第二台水泵；启动2台泵后降频至10Hz；以10Hz频率依次启动剩余2台水泵。



- 2#泵站回水侧以25Hz频率启动第一台和第二台水泵；启动2台泵后降频至20Hz；以20Hz频率启动第三台水泵；启动3台泵后降频至10Hz；以10Hz频率启动最后1台水泵；
- 启动完成，可以开始系统升频操作。
- 升降频速率2.5Hz/min，升降频后稳定3分钟。
- 启动过程中发现异常工况，系统暂停启动过程，检查完成无误后方能继续执行系统启动流程。



■ 单台泵故障

- 单泵站单泵：正常启动；
- 多泵站单泵：正常启动；

■ 2台泵故障

- 1#、3#泵站双泵：故障泵站按正常1.6倍正常启动频率启动；
- 其它泵站双泵故障：故障泵站按正常1.6倍正常启动频率启动；

■ 3台或整组泵故障

- 供热首站：排除故障才能启动；
- 能源站：故障泵站不运行，其它泵站20Hz冷态运行。



■ 系统停止过程

- 全系统匀速降频，每步骤降频幅度**5Hz**，降频操作时间**2分钟**，降频后稳定时间3分钟；
- 全系统降频至10Hz；
- 2#泵站回水加压泵匀速降频至5Hz，之后停止；
- 1#泵站匀速降频至5Hz，之后停止；
- 2#泵站供水加压泵匀速降频至5Hz，之后停止；
- 3#泵站匀速降频至5Hz，之后停止；
- 中继能源站匀速降频至5Hz，之后停止；
- 供热首站匀速降频至5Hz，之后停止；
- 系统停止完成。



- 当供热系统发生严重泄漏，需要对管网进行隔断，避免全网汽化造成严重损害，经运行人员紧急停车，系统紧急停止并隔断。
- 急停泵时间从运行频率匀速降频降低到0Hz用时3分钟，最大降频速率0.2778Hz/秒
- 泵组停运后，自动远程控制关闭系统所有电动阀门（DN1400及旁通DN350），关闭时间10分钟；应做联锁保护，泵组未停运时，严禁启动关阀程序。



■ 故障分类 急停故障、严重故障、一般故障、预警故障

■ 严重故障

- 任一泵站2台泵故障；
- 1#、2#、3#泵站3台或4台泵故障；
- 压力；
- 中继能源站1~2台泵故障；

故障全预案，保证运行安全稳定

■ 急停故障

- 管道严重泄露
- 补水系统无法维持正常压力；
- 中继能源站3~4台泵故障；
- 电厂首站3台或4台泵故障；
- 多个泵站同时两台泵故障；
- 障、预警故障两个泵组同时3台或4台水泵故障；
- 中继能源站低压侧4台或5台全部断电；



- 变流量采用系统同步升降频的方式。
- 系统运行频率低于35Hz每次升降频幅度不超过**3Hz**，升降频后稳定时间不低于**3分钟**，超过35Hz每次升降频幅度不超过**1Hz**，升降频后稳定时间不低于**3分钟**，发现异常暂停升降频操作，排除异常后方可继续执行。



PART

03

热网控制调节



■ 热网调节：

- 全网联网平衡调节：中继能源站输送热量确定后，进行全网平衡调节，实现均匀供热。
- 全网裂解平衡调节：全网分成若干个独立的网，首先根据水力、热力计算得出每个独立流量需求，然后对每个独立网进行全网平衡调节，实现均匀调节满足供热均衡需求。



热网运行调节

控制模式-测试热网一

是否进行全网平衡

☒ 进行全网平衡

☐ 不进行全网平衡

一次网阀控制模式

☒ 自动计算(温度)

☐ 手动给定(温度)

☐ 根据外温曲线给定(温度)

☐ 根据一次网流量

二次网变频循环泵控制方式

☒ 进行控制

☐ 不进行控制

全网目标温度自动计算修正值(摄氏度)

手动给定全网目标温度值(摄氏度)

合法值为：20至65(摄氏度)

根据一次网流量控制时, 总流量的选择

☒ 手动输入 ☐ 自动检测

一次网控制参考流量(单位:吨/小时)

手动输入值

自动检测值

在设计外温下, 每平方米所需负荷

合法值为：20至90(瓦/平方米.小时)

当热源流量小于设定值时, 不进行全网平衡:

不进行全网平衡的总流量值(吨/小时):

当热源出口温度在窗口时间波动超过设定值时, 不进行全网平衡:

窗口时间(分)(最长时间为20分钟):

在窗口时间内, 温度波动设定值(摄氏度):

小流量切除是否有效

☐ 切除有效 ☒ 切除无效

温度波动切除是否有效

☐ 切除有效 ☒ 切除无效

恢复设置

保存设置

返回

■ 基础数据需求

下辖所有热力站内的二次网供回水温度、一次网电动阀门的反馈值和设定值等参数；

■ 计算控制需求

- 采用一定的控制算法，控制一次网电动阀门参数；
- 同时给定，逐步调匀；

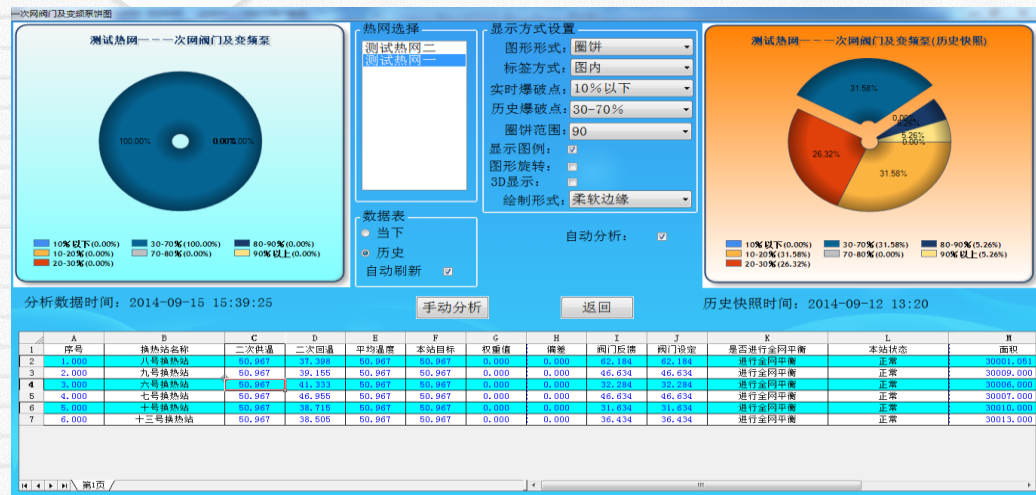
■ 控制目标：全网均匀性供热（供热效果）；

■ 特点：软件自动计算，自动控制。



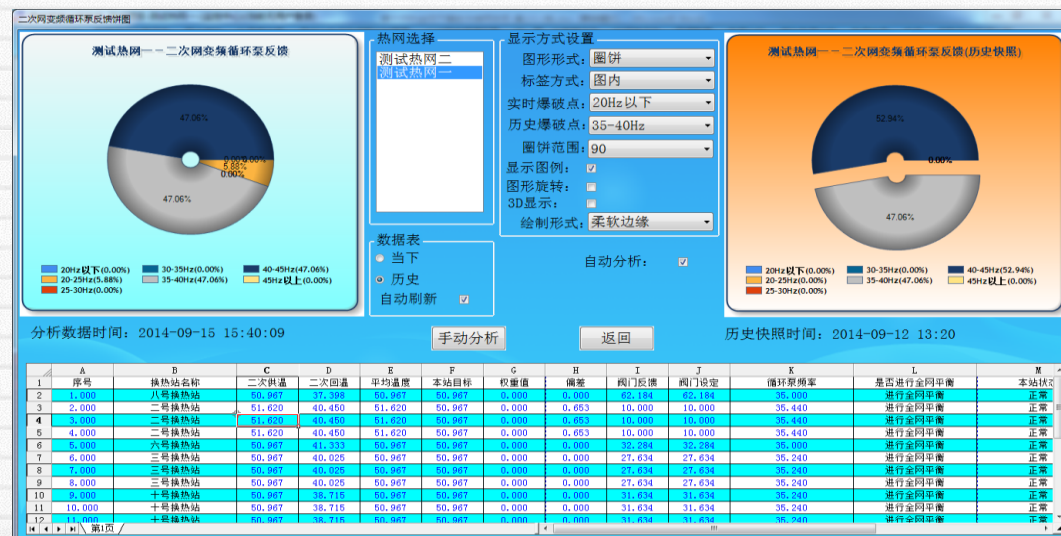
热网运行调节

全网平衡控制



- 一次网阀的时间表控制模式
- 二次网变频循环泵的控制功能
- 控制效果评价功能
- 负荷评估功能
- 控制方式选择功能
- 数据分析功能

- 历史数据快照功能
- 历史曲线功能
- 基础数据修改功能
- 一键寻优功能
- 横向数据分析功能



谢谢

汇报人：王东



同方节能工程技术有限公司