

火电厂锅炉补给水系统智能制水的创新实践

王 超

华润电力郑州航空港智慧能源有限公司 河南 郑州 450054

摘 要：火电厂锅炉补给水系统工艺流程复杂，阀门繁多，工艺测点相互关联性强，登封公司航空港项目为实现建设成为“无人监盘，少人值守”为基础的智慧能源站，创新实践实现了锅炉补给水系统智能制水。通过创新思维将一键制水进行了智能化实践应用，实现锅炉补给水系统智能制水，对类似的工艺系统有重要的借鉴意义。
关键词：智能制水；一键制水；少人值守；创新实践；智慧电厂

Innovative practice of intelligent water preparation for boiler make-up water system in thermal power plant

Wang Chao

China Resources Power Zhengzhou Airport Smart Energy Co., Ltd. Zhengzhou, Henan 450054

Abstract: The process flow of boiler make-up water system in thermal power plant is complex, there are many valves, and the process measurement points are highly interrelated. In order to build a smart energy station based on "unmanned monitoring and less people on duty", the Dengfeng Company's airport project has innovatively implemented the intelligent water production of boiler make-up water system. Through innovative thinking, the one-button water system has been intelligentized and applied to realize the intelligent water system of boiler make-up water system, which has important reference significance for similar process systems.
Keywords: Intelligent water production, One-click water preparation, Few people on duty, Innovative practice, Smart power plant

前言

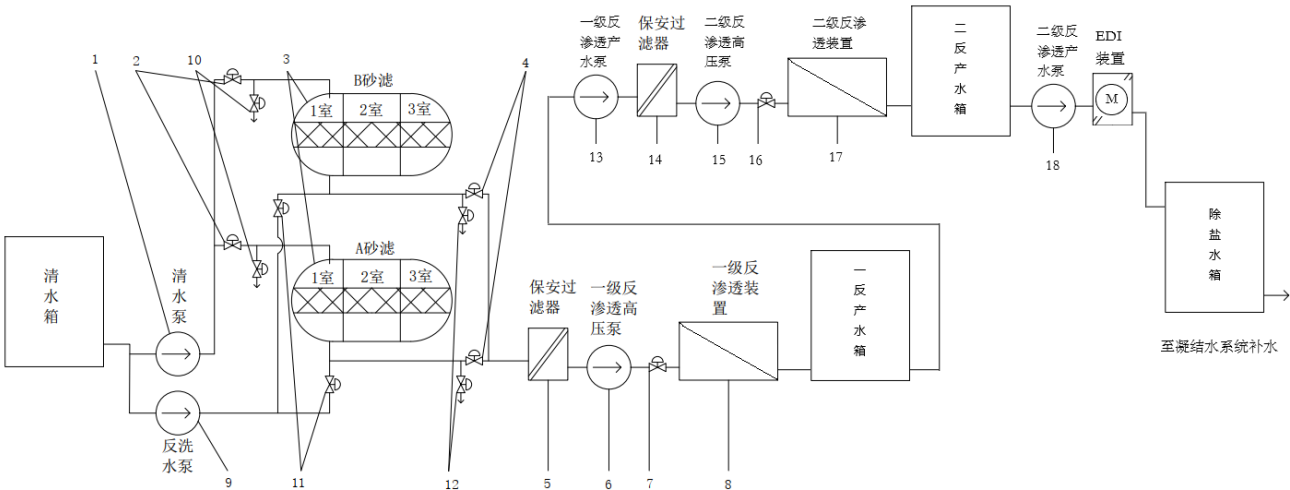
现有火电厂锅炉补给水系统控制方式中，无论是日常运行还是启停过程，都需要人员深度参与，运行人员工作量较大。对于航空港项目来说，由于机组容量较小，人员配置精干高效，同时分布式能源项目日常启停次数较多，创新实践智能制水控制方法，提高机组经济性和灵活性实现真正意义

上的“一键制水”，支撑实现整个机组的一键启停。

1 系统介绍

1.1 系统工艺介绍

锅炉补给水系统由清水箱、砂滤、保安过滤器、一级反渗透装置、二级反渗透、EDI，其中砂室过滤器共有6套，一级反渗透有2套（见图一所示）。



图一：锅炉补给水系统图

1.2 系统运行情况介绍

1.2.1 系统启动制水运行时（砂滤投运、一级反渗透投运），原水经清水泵（1）和A砂滤进水阀（2）进入A砂滤（3）中，经A砂滤(3)过滤后的原水通过A砂滤产水排放阀（12）排出，A砂滤（3）产水水质合格后，A砂滤产水阀（4）开启，A砂滤产水排放阀（12）关闭，一级反渗透进水阀（7）开启，A砂滤产水进入保安过滤器（5），一级反渗透高压泵（6）启动，增加一级反渗透高压泵（6）电机频率，调整一级反渗透进水压力至额定值，系统开始正常运行制水。

1.2.2 A砂滤达到反洗条件（A砂滤差压或运行时间达到反洗条件），投运备用砂滤室。开启B砂滤进水阀（2）产水排放阀（12），关闭A砂滤产水阀（4）进水阀（2），B砂滤产水合格后，开启B砂滤产水阀（4）关闭B砂滤产水排放阀（12），增加一级反渗透高压泵（6）电机频率，调整一级反渗透进水压力至额定值，系统恢复制水运行。

1.2.3 A砂滤反洗，开启A砂滤反洗排放阀（10）反洗进水阀（11），启动砂滤反洗水泵（9），对A砂滤进行反洗，反洗计时结束后，停运砂滤反洗水泵（9），关闭A砂滤反洗进水阀（11）反洗排放阀（10），A砂滤进入备用状态。

2 控制系统创新设计

2.1 减少中间设备，将常规设计的砂滤产水箱、一级反渗透给水泵取消；设计控制系统的顺控步序包含砂滤装置和一级反渗透的启动步序、停止步序、反洗步序，二级反渗透的启动步序、停止步序、低压冲洗步序，EDI的启动步序、停止步序等关键步序组成。

2.2 将砂滤装置启动、停止步序和一级反渗透的启动、停止步序进行揉和，经出力计算比较，两台砂滤装置对应一套一级反渗透。一台砂滤有三个砂室，二台砂滤有15种组合方式，对应下级系统两台一级反渗透将有三十种组合方式，二级反渗透和EDI分别也有两套设备。

2.3 创新组合的控制方式，将一级反渗透产水箱水位、二级反渗透产水箱水位、除盐水箱水位作为系统耦合的“眼睛”，当水箱水位低于预定水位时，实现各系统的分段启动制水并使三个水箱水位维持到合理水位，真正实现控制系统灵活性控制。

2.4 创新人机接口，丰富人机交换内容。集中创新设计了系统设备“正常”、“备妥”、“主”指示功能，“投切开关”为人为干预的预留干预手段。

2.5 创新设计了设备的周期轮换功能，将系统设备运行时间进行智能计量，通过设定时间进行对比，智能实现设备定期轮换。

2.6 创新设计制水系统和机组APS上层框架中启动化水系统的指令融合，当收到锅炉需水信号后会自动激活智能制水程序。

3 控制系统创新实践

3.1 智能制水总图每套设备都设置有启动允许条件、联锁启动条件、跳闸条件，在下图的智能制水投入或者接收到APS上层框架中启动制水系统的指令之后，会激活智能制水程序。同时一级反渗透产水箱水位、二级反渗透产水箱水位、除盐水箱水位低于预定水位时，智能启动各分系统智能制水。

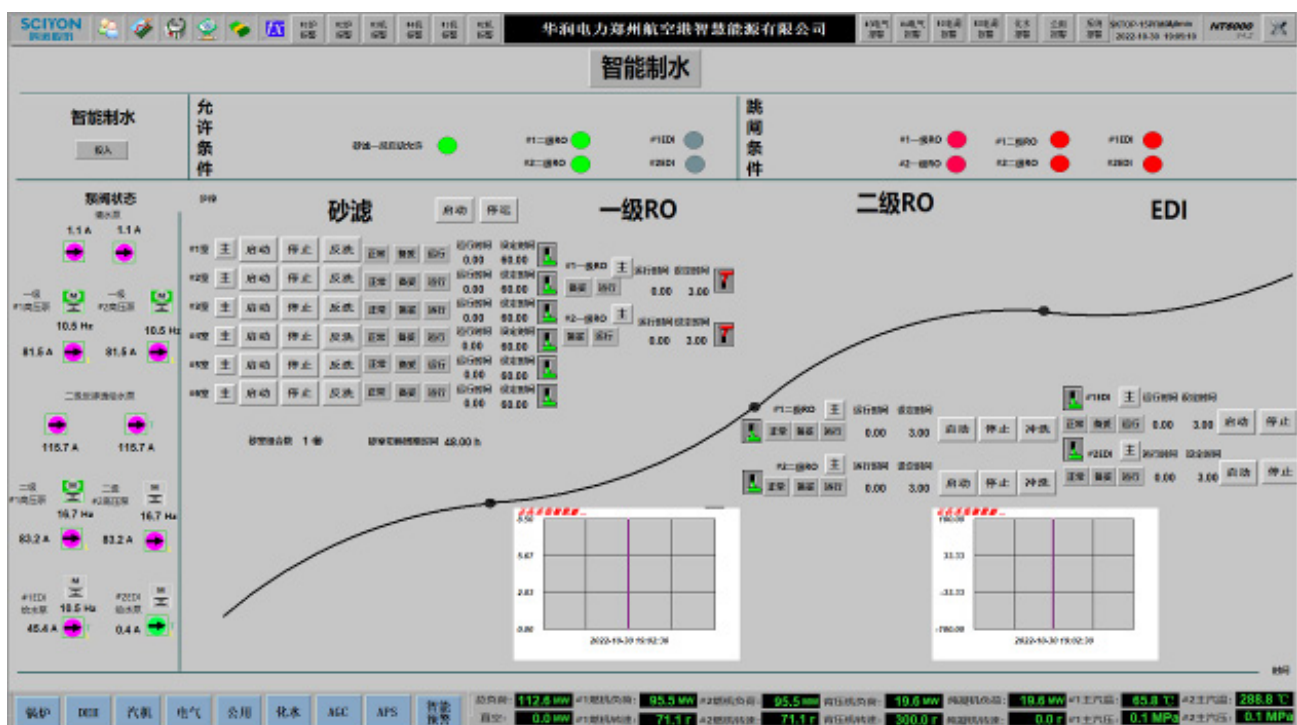


图2：智能制水总图



图三：砂滤、一级RO运行顺控步序图



图四：二级RO、EDI运行顺控步序图

3.2 “正常”按钮：系统会判断各个系统启动所需要的阀门和泵的状态，若启动条件满足，则正常按钮会显示绿色。“备妥”按钮：为了防止启动过程中造成的虚假的正常条件（某个步序中系统正在运行，而泵和阀门却刚好满足正常条件）所以设置了备妥按钮，当系统正常条件满足时而系统又没有运行步序的情况下，则该系统的备妥按钮会显示绿色。“主”按钮：系统会对显示备妥的系统进行一个周期性的排队。满足排队条件的系统所对应的“主”按钮会显示红色。系统前边“主”按钮变红的则是系统下次需要启动的设备

3.3 投切开关：系统后边对应的投切开关是起到人为干预的作用，当运行人员不想启动该套设备的时候。则系统不会对该满足条件的设备进行周期性排队启动。

3.4 运行时间：表明该套设备的已经运行的时间。设备

停止后会对该时间进行复位。设定时间：表明该套设备的周期切换时间，若运行时间大于等于设定时间，该设备会先启动为“主”的设备，然后停止运行时间到的设备。

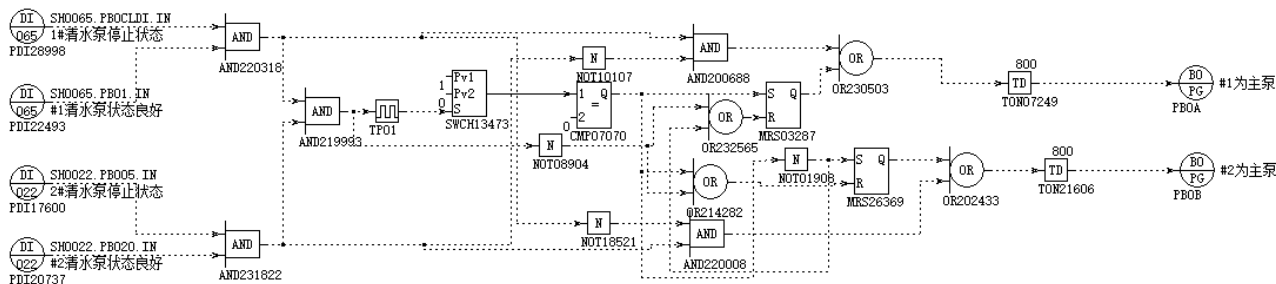
4 控制逻辑组态创新实践

4.1 航空港项目砂滤装置共有6套，一级反渗透有2套。按照两套砂室对应一套反渗透共有30种情况。假若是启动两台设备则也同样对应15种情况。共45种组合，若需实现该项目的灵活性。该项目对6个砂滤装置使用了循环排序的方法，满足备妥条件的砂室会根据满足的数量进行循环，（假设满足设备的数量是6套。则系统会对满足运行情况的每个砂室进行从0-5进行编码。这个编码是循环的一个周期之后该设备码-1，若为0则置5）。选择“主”设备时只需考虑设备码小于2的设备即可。若判断有一套砂滤运行则“主”设备的设备码小于（2-1），该套算法实现了在电脑侧的多套

设备的灵活选择。

4.2 两套设备所对应的周期逻辑组态如下图所示，当两

套设备同时满足时，会触发周期脉冲模块，假如只有一套满足时，则锁定该套设备。



图五：系统设备周期切换控制逻辑组态框图

运行时，不需进行预选，系统就会根据前后水箱的水位去启停相关的系统设备，若前水箱液位低或者后水箱液位高或跳闸条件满足，系统会自动走停运步序。系统在运行的过程中也会根据设备的运行时间和设定时间联锁启动后一套设备停止前一套设备，做到了设备的“平均”使用。因特殊原因需要人为干预，只需通过人机接口的投切开关实现即可。实现真正意义上的“智能制水”。

5 结束语

5.1 控制系统智能诊断各个系统的泵和阀门的状态得出需要启动的设备，实现根据系统需要自动启停，无需人为干预，实现真正意义上的化水一键启停。

5.2 设备的运行周期切换和“主”设备的循环时间智能

判断，实现了智能制水的灵活性，减少了单套设备的重度使用，使各个设备的运行时间相对均衡。

5.3 总结申请专利两项，保护技术人员的劳动成果。

参考文献

- [1]华润电力郑州航空港天然气分布式能源项目控制逻辑说明书，2021
- [2]华润电力郑州航空港天然气分布式能源项目锅炉补水水处理系统热控系统图，2021

作者简介：王超，男，学士，工程师，从事火力发电厂厂级管理