

# 关于电厂空冷岛冬季启动造成蒸汽分配管开裂的研究

白海军

内蒙古锦联铝材电厂 内蒙古霍林郭勒 029200

**【摘要】**内蒙古通辽市某电厂直接空冷燃煤机组冬季启动过程中,空冷岛蒸汽分配管出现严重开裂问题,造成管束吸入空气破坏真空,机组启动被迫停止。为了避免此问题再次出现,分析了蒸汽分配管道可能开裂的原因,并依据理论分析进行了治理。结果表明:通过机组空冷岛蒸汽分配管加装伴热预热装置、优化机组启动时间避免极寒天气启动等措施可以有效避免蒸汽分配管道开裂问题,避免设备损坏影响机组启动。

**【关键词】**直接空冷机组冬季启动;空冷岛蒸汽分配管;开裂;损坏

[Summary]During the winter start-up process of direct air-cooled coal-fired units in a power plant in Tongliao city, Inner Mongolia, the steam distribution pipe in the air-cooled Island has a serious cracking problem, causing the inhaled air of the tube bundle to destroy the vacuum, and the start-up of the unit is forced to stop. In order to avoid the recurrence of this problem, the causes of possible cracking of steam distribution pipelines are analyzed and treated according to theoretical analysis. The results show that the cracking problem of the steam distribution pipeline can be effectively avoided through the measures such as installing the heating pre-heating device in the steam distribution pipe of the air cooling Island of the unit, optimizing the start-up time of the unit to avoid starting in extremely cold weather, etc, avoid equipment damage affecting the start-up of the unit.

[Keywords]direct air cooling unit start in winter; air cooling island steam distribution pipe; cracking; damage

为了解决用水矛盾,消除发电厂大量耗水问题及冷却水废热造成大气和自然资源污染,建设在水资源相对缺乏的北方地区的发电厂,为了缓解这一问题采用直接空冷凝汽系统的机组比较多。但北方地区冬季气温比较寒冷,比如内蒙古地区,冬季气温可达到零下30多度,有时候因机组检修或其他问题,机组需要在极寒天气启动,机组空冷岛蒸汽分配管进汽后因温差问题造成管道热应力急剧变化,严重时造成管道开裂吸入空气,导致机组背压升高,机组启动被迫停止。为研究空冷岛冬季启动造成蒸汽分配管开裂问题,避免造成设备损坏影响机组启动,通过停机排查及分析空冷岛蒸汽分配管结构等原因,提出预防措施。

## 1 某电厂1号机组启动过程中空冷岛蒸汽分配管开裂问题

2020年02月05日09时,1号机组临修后启动,当时主汽压力3.88MPa,再热压力2.57MPa,室外环境温度-28℃,高压旁路开度60%,低压旁路关闭状态。

将低压旁路蒸汽调节阀缓慢开启至5%开度,低旁后蒸汽管道暖管至100℃后,缓慢逐步开启低压旁路蒸汽调节阀,三级减温水后排汽装置内蒸汽温度是57.60℃,空冷岛进汽过程中,保持2台真空泵运行,机组背压由17.64kPa升至67.54kPa继续上升且没有下降趋势。空冷岛就地检查人员听到空冷岛1列、4列、5列进汽分配管路中部有明显吸空气声音,经检查发现空冷岛逆流区上部的蒸汽分配管下部有开裂现象(见图1),开裂产生部位是原检修焊口及焊口延伸端,开裂沿着管壁下方环形开裂长度最长处1.5m左右,裂缝宽度最宽处2mm。机组启动被迫停运。



图1 空冷蒸汽分配管开裂图片

## 2 蒸汽分配管开裂原因分析

### 2.1 蒸汽分配管进汽过程分析

当时选择机组启动时的时间段内环境温度过低,没有避开低温环境启动,空冷岛进汽温度与室外的空冷岛蒸汽管道温差太大,进入空冷岛的蒸汽量是为避免空冷岛管束结冻,是符合空冷岛最低防冻流量的大量蒸汽,携带大量热量的蒸汽进入空冷岛蒸汽分配管,造成空冷岛蒸汽管道内壁的温度高于外壁温度造成管道热应力急剧变化,管道内壁的热膨胀受到外壁的制约,因而内壁受到压缩,产生热压应力,而外壁受内壁膨胀的拉伸,产生热拉应力,易造成管道开裂。

### 2.2 蒸汽分配管开裂原因分析

空冷岛进汽后,蒸汽遇冷凝结,若蒸汽流量小携带热量少,达不到厂家设计的最小防冻蒸汽流量,空冷岛顺流区管束或逆流区末端,凝结水遇冷会迅速结冻,堵塞散热管束或抽空气管道,造成机组背压升高,为防止空冷岛结冻,空冷岛就要保证空冷岛的最小防冻蒸汽流量,这样就会造成大量蒸汽大部分先进入顺流冷却单元,导致此单元换热管束膨胀量(膨胀量约6mm)大于蒸汽分配管尾部顺流冷却单元,使整列空冷凝汽器顶部蒸汽分配管出现“翘头”现象。蒸汽分配管材质为Q235普通碳钢(韧脆转变温度 $-20^{\circ}\text{C}$ ),且根据蒸汽分配管结构特点(顺流区蒸汽分配管与换热管束上部相连接,逆流区蒸汽分配管与换热管束不连接,长度6.58米),以及受低温冷脆现象影响,空冷岛进汽过程中各列空冷凝汽器顶部蒸汽分配管逆流区部分(底部)出现拉裂现象。

## 3 采取的措施

3.1 尽量避免机组冬季启、停机,若非有必要时,应尽量选择白天环境温度高的时候启动,最好在零下 $20^{\circ}\text{C}$ 以上。

3.2 利用机组停机机会在空冷岛各列逆流区蒸汽分配管上加装电伴热(伴热带或陶瓷加热片),并加装远传温度监视测点及调温装置,伴热带(或陶瓷加热片)间隔150mm,电伴热外侧加装保温(春、夏、秋季保温应拆除)。

3.3 机组启动前8小时,投入空冷岛所有列逆流区上部蒸汽分配管道电伴热,初始温度设定应高于环境温度 $5\sim 10^{\circ}\text{C}$ ,待管壁温度加热达到设定温度时,继续以每次设定温度为 $10^{\circ}\text{C}$ 的温度加热至 $60^{\circ}\text{C}$ 后保温,期间要严格监视电伴热运行情况及温度上升情况。

3.4 空冷岛进汽及机组启动过程中,设专人对空冷岛进汽分配管道、各排散热单元凝结水水箱及散热单元管束表面各部进行就地测量温度。

3.5 空冷岛进汽时,空冷岛背压保持应 $< 15\text{kPa}$ (尽量保持最低背压),低旁蒸汽调节阀开启应缓慢进行,最初的进汽量不可太多(可以允许 $5\sim 10\%$ 的蒸汽负荷)。低旁先开至 $5\%$ 进行低旁后管道暖管,管道温度 $\geq 100^{\circ}\text{C}$ 以后,以 $10\%/ \text{min}$ 速率开至 $15\%$ ,排汽管道及空冷岛管束暖管5分钟,继续以 $10\%/ \text{min}$ 速率开至 $30\%$ ,排汽管道及空冷岛管束暖管5分钟,再以 $10\%/ \text{min}$ 速率开至 $50\%$ ,排汽管道及空冷岛管束暖管5分钟,之后以 $10\%/ \text{min}$ 速率低旁逐步开至 $100\%$ ,在保证空冷岛进汽温度 $< 70^{\circ}\text{C}$ 情况下,尽量提高空冷岛进汽温度。每开 $10\%$ 开度后,应观察背压上升趋势变缓后在继续开启,交替进行。

3.6 待空冷岛所有列的管束下水箱凝结水温度 $> 35^{\circ}\text{C}$ 且凝结水的平均温度比环境温度大 $5^{\circ}\text{C}$ 空冷岛管束内充满蒸汽,机组背压稳定后,退出空冷岛所有列逆流区上部蒸汽分配管道电伴热。

## 4 结论

机组通过停机期间加装的电伴热及空冷岛进汽控制等措施,在本年内机组冬季启动过程中未发生空冷岛蒸汽分配管到开裂问题,通过机组背压稳定情况及通过现场对空冷岛蒸汽管道检查,空冷岛运行良好,未再发生蒸汽分配管道开裂情况。实践证明,通过上述措施可以有效避免冬季机组启动过程中空冷岛蒸汽分配管道开裂问题。但是,对于冬季机组启动过程空冷岛蒸汽管道容易开裂问题,还要重视,能不在冬季启、停机的还是要尽量避免,防止威胁机组安全启动运行的事件发生。

### 【参考文献】

- [1] 高成立. 电站直接空冷系统大直径风机振动成因及对策[J]. 中国新技术新产品, 2013(10).
- [2] 杨德荣, 田正彬, 陈磊, 周建军, 王勇强, 郭大营, 刘聪. 空冷风机单元振动故障原因分析及处理[J]. 电力建设, 2013(05).
- [3] 张学亮, 崔靖梓, 冯光, 李玉良. 直接空冷器在低温环境下的应用[J]. 化工进展, 2013(S1).
- [4] 赵维忠, 朱立炜. 高寒低温条件直冷机组凝汽器防冻运行研究[J]. 电网与清洁能源, 2014(03).
- [5] 屈铁军, 窦瑞杰, 安栋. 电厂直接空冷风机系统扰力测试研究[J]. 地震工程与工程振动, 2010(04).