

Discussion on Anti-freezing Technology of Air-cooling System

Zhichao Cao

China Electric Power Construction Investment Inner Mongolia Energy Co., Ltd., Ordos, Inner Mongolia, 017010, China

Abstract

The direct air-cooling unit is used to cool down the end of the energy supply system because of its small size, small environmental pollution and energy saving. But the direct air-cooling machine also has a lot of shortcomings, in the course of operation, once subject to low temperature changes, may cause damage to the equipment. For the direct air-cooling unit, anti-freezing is particularly important in winter operation, research on the impact of direct air-cooling unit freezing factor analysis, based on which the corresponding anti-freezing technology. In view of the anti-freezing of the air-cooling system, on the one hand, the peripheral anti-freezing system has been perfected, and antifreezing supplies have been prepared, this paper discusses the anti-freezing technology of air-cooling unit.

Keywords

air cooling unit; anti-freezing; measures

空冷系统防冻技术探讨

曹志超

国电建投内蒙古能源有限公司, 中国·内蒙古 鄂尔多斯 017010

摘要

直接空冷机组因其体积小、对环境污染小、节省能源等优点被应用于供热系统末端进行降温。但是直接空冷机也拥有着诸多的不足,在运行过程中一旦遭受低温的变化,可能使设备受到损坏。对于直接空冷机组,冬季运行时防冻格外重要,研究就影响直接空冷机组受冻因素的分析,据此提出相应的防冻技术。针对空冷系统的防冻,一方面完善了外围的防冻系统,备好了防冻用品;另一方面制定了冬季运行空冷系统的防冻措施和调整方法,论文专门对空冷机组的防冻技术进行探讨。

关键词

空冷机组; 防冻; 措施

1 引言

对于直接空冷机组,冬季运行时防冻格外重要,针对空冷系统的防冻,我们一方面完善了外围的防冻系统,备好了防冻用品;另一方面我们制定了冬季运行空冷系统的防冻措施和调整方法,具体进行如下分析和总结。

布连电厂一期工程 $2 \times 660\text{MW}$ 超超临界燃煤直接空冷机组,机组配备的空冷系统是北京龙源电力生产的直接空冷系统,每台机组共有56台空冷风机,总散热面积 1658364m^2 。由于空冷散热面积大,冬季运行防冻非常重要,特别是在机组启停和事故处理情况下防冻尤其重要。在环境温度低于 2°C 时,空冷系统进入冬季运行方式,空冷防冻要根据负荷的大小、风向和环境温度的高低合理调整顺流和逆流列风机频率^[1]。

2 防冻准备工作

空冷岛上的温度和压力表管增加了伴热,补充完善了空冷岛凝结水管道的伴热系统,对伴热系统的投、退做好了详细规定。

冬季运行空冷机组在启动、停运阶段不允许小流量的疏水进入排汽装置,否则会造成空冷系统的冻结,考虑到空冷岛最容易冻坏的部位是外侧的散热器和管道,因此在两侧的凝结水管道上增设了保温。

对每列进汽的管道伴热进行试验,确保其可靠、完好。备好充足的苫布,准备在异常情况下,风机停运仍不能满足防冻要求时,用苫布将风机口封住,避免冷风对流冻结。并根据散热器尺寸准备棉被,用于散热器局部过冷时防冻。备好专用测温枪,试试测量就地散热器的温度。提前对空冷岛挡风墙各个漏风部位进行封堵。针对空冷防冻进行多次试验。试验内容主要是逐列解列空冷岛,掌握各列进汽蝶阀的严密性以及空冷岛进汽量重新分配对机组的影响。测取空冷岛温度场不均匀分配情况,从而制定出机组在启动、停运、

【作者简介】曹志超(1987-),男,中国河北唐山人,工程师,从事电厂生产运行管理研究。

事故处理情况下空冷岛各列投入和解列的顺序。进汽蝶阀不严密之列要先投入后解列,以防止小流量的蒸汽进入空冷岛造成冻结^[2]。

在机组启停期间,通过改变进入排汽装置的蒸汽流量,进而达到空冷防冻的目的。

3 防冻措施与方法

3.1 机组启动时空冷系统的调整措施

启机前,应检查并传动空冷系统保护,保护不合格,严禁启动。

机组启动遇有极寒天气时(气温 $< -25^{\circ}\text{C}$),提前投入各风机油箱电加热,将本机组A、G、B、H列所有风机进风筒敷设苫布。机组并网后随着负荷升高,需要投运A、B、G、H列空冷风机时,及时联系检修人员拆除A、B、G、H列风机进风筒苫布,优先拆除逆流风机的苫布。

机组冬季启动时,确认并保持空冷岛A、B、G、H列的排汽隔离阀、抽真空隔离阀及所有凝结水回水电动阀开启,未经许可,不得关闭上述电动阀。空冷系统投运前,必须保证空冷岛各冷却单元风机室隔断门关闭,防止串风造成散热器局部过冷。

冬季锅炉点火后,在高低压旁路开启前,严禁主再热蒸汽管道疏水排入排汽装置,只有在排汽装置压力低于 30kPa ,高低旁投运后,方可将主、再热蒸汽管道疏水开启^[3]。冬季锅炉点火后,高旁投运后,再热汽压达到 0.8MPa 时,开启低旁阀。低旁投运后,尽可能匀速增加低旁蒸汽量至空冷岛要求的最小防冻蒸汽量,并控制低旁阀后温度在 $100\sim 150^{\circ}\text{C}$,控制排汽装置温度 $\leq 75^{\circ}\text{C}$ 时,尽可能提高空冷岛进汽温度,但不得大于 120°C 。(注:低旁投运前,必须提前投入排汽装置水幕喷水)

空冷岛进汽后,应根据背压、空冷岛各列出口热风温度,当C、D、E、F列散热器联箱凝结水温度 $> 50^{\circ}\text{C}$,各列抽真空口温度 $> 35^{\circ}\text{C}$,方可投运空冷风机。机组启动过程中,应先启动逆流单元风机,后启动顺流单元风机;机组停运时,应先停顺流单元风机,后停逆流单元风机。机组冬季启动,需要投运C、D、E、F列风机室,必须满足以下条件方可启动风机:

- ①空冷岛各列散热器出口热风温度全部高于 35°C ;
- ②各散热器下联箱凝结水所有位置实测温度均 $> 40^{\circ}\text{C}$;
- ③各列逆流散热器抽真空温度 $> 35^{\circ}\text{C}$,且抽气口无温度低报警;
- ④就地测所有散热器管束表面温度全部上升并 $> 40^{\circ}\text{C}$,且偏差 $< 5^{\circ}\text{C}$ 。

启动风机时,按照2/6—3—5—1—7—4的顺序逐个投入该列风机。空冷风机启动后,各列间运行的风机号尽量相同,风机频率尽量相等,以保证各列散热器进风量相等。

根据机组背压、空冷岛C、D、E、F列各单元散热器

出口热风温度、散热器下联箱凝结水温度,以及抽真空温度,逐步按照B—G—A—H顺序将A、B、G、H列投入运行;A、B、G、H列排风机按下列规定投运:

- ①风机允许启动信号存在;
- ②凝结水温度均 $> 40^{\circ}\text{C}$;
- ③C~F列已运行的风机平均频率达到60%以上;
- ④风机启动后,尽量维持各列间运行风机号相同,频率相等。

汽机冲转前,适当调整空冷风机频率,保证主机背压 $< 20\text{kPa}$ 。机组启动及低负荷期间,为预防逆流散热器抽真空管道区域结冰,保证各列抽真空温度 $> 35^{\circ}\text{C}$ 。

3.2 停机及事故情况下时空冷系统的调整措施

机组正常停运过程,应将背压控制退出自动,手动均匀降低各列风机频率,维持各列凝结水温度在 45°C 以上,抽空气温度 35°C 以上。

正常停机时,随负荷降低,逐渐需停运各空冷风机,整列的退出按照H—A—G—B—F—C—E—D列顺序,各列的风机按4—7—1—5—3—6—2顺序停运。

汽轮机打闸后,锅炉烧空仓过程,逐渐将再热汽压降至 0.8MPa 。锅炉MFT后,立即关闭高低压旁路阀,立即停运所有空冷风机、主机真空泵,打开空冷凝水回水旁路电动阀(注意排汽装置水位调整)。

汽机盘车投运正常,再热汽压力降至 0MPa ,隔离所有至排汽装置的疏水,将轴封供汽系统、辅助蒸汽系统疏水排无压,禁止排汽装置进热水、热汽。破坏主机真空,真空到零后停运轴封系统,并隔离供汽,严禁真空未到零停轴封。

机组停运期间,禁止关闭空冷岛A、B、G、H列的排汽隔离阀、抽真空隔离阀及所有凝结水回水电动阀。同时检查各伴热带投运正常。

3.3 空冷系统正常运行时的调整措施

未经部门许可,禁止关闭空冷岛A、B、G、H列的排汽隔离阀、抽真空隔离阀及凝结水回水电动阀。

冬季运行,应关注天气情况,遇有强降温或大风天气时,应加强空冷系统调整,防止散热器热量分布不均造成管束冻结、变形。

空冷系统过冷度的定义:汽轮机排汽压力对应下的饱和温度与空冷散热器各下联箱凝结水平均温度的差值。本措施规定凝结水过冷度:空冷两个排汽管平均汽温与空冷凝结水回水母管平均温度的差值。凝结水过冷度增加时,应注意凝水、给水溶氧的监视控制,保证给水品质合格。重点关注以下两个方面:

①运行人员应加强汽水指标监督,定时测量凝水、给水溶氧,并做好记录。当凝水溶解氧持续增大时要即时进行原因查找。

②除氧器两个连续排氧门以较小开度保持常开,排气流量约 $0.5\sim 1.0\text{t/h}$ 。若给水溶氧增大,需开大连续排氧门时,

可将两个连续排氧门调整至1%~2%，给水溶氧合格10分钟后，调整排氧门至原来开度维持常开。空冷逆流列风机允许反转，控制目标：散热管束无永久性变形。空冷逆流列风机进行反转化冻时，每次反转控制在10~15分钟，同时须进行就地化冻情况检查，出现解冻现象时，及时汇报集控人员停止风机反转。正常运行期间，尽量保持同列中各风机的频率相同，尽可能保证各列风机频率相同。

当某一列凝结水温度 $< 30^{\circ}\text{C}$ 时，进行如下处理：

①应先降低该列顺流列风机频率，如果凝结水温度仍在下降，直至频率降至25%。若凝结水温度继续降低时，可降低其他列风机频率，尤其是相邻列风机频率，直到凝结水温度不再下降为止。

②空冷回水凝结水温度低于 20°C ，且空冷风机频率已降至25%，可按A/H/B/G顺序停运该列所有风机，每列按4—7—1—5—3—6—2的顺序逐渐停运该列所有空冷风机（禁止关闭已风机停运列的抽真空、凝结水回水、排汽隔离电动阀），以增加运行列的进汽量，并根据情况实际通知检修人员敷设风机进风筒苫布。当3列以上散热器凝结水过冷度 $> 5^{\circ}\text{C}$ 时，进行如下处理。空冷岛冬季运行容易出现高背压且凝结水过冷度继续增大的异常现象，说明投入的冷却风机量大，风机频率偏高，真空系统存在漏点，应通过手动控制风机频率的方式调整过冷度。

③空冷风机在调整方式上，必须考虑主机背压和过冷度双重因素，控制空冷凝汽器凝结水的过冷度 $< 5^{\circ}\text{C}$ 。

④同时，派巡检就地检查主机真空破坏阀水封是否正常；备用凝泵密封水正常（压力 0.8MPa ，流量 $25\sim 40\text{m}^3/\text{h}$ ）；检查主机真空泵运行是否正常。真空泵出力不足时，确认空冷抽气口温度 $> 2^{\circ}\text{C}$ 后，立即进行真空泵的切换。

当某列抽气口温度 $< 5^{\circ}\text{C}$ 时，进行如下处理：

①就地测量逆流列散热器下部表面温度 $> 5^{\circ}\text{C}$ ，但中上部 $< 0^{\circ}\text{C}$ ，应加强风机频率调整，逐渐将抽气口温度调整至 5°C 以上运行。

②降低该列逆流风机频率或停止风机，若温度未回升，可适当降低该列逆流风机相邻的顺流风机频率，运行10分钟。若抽气口温度继续下降，应按照由外到内的顺序停运该列风机，直到抽气口温度不再下降为止。

③当该列顺流风机已停运2台时，抽气口温度 $< 0^{\circ}\text{C}$ 且无回升趋势时，应降低其他列风机频率，适当提高机组背压，也可以采取逆流列风机反转的方法。

④当环境温度 $< -10^{\circ}\text{C}$ ，其他列风机频率已降至25%，仍无法满足防冻要求时，应按照由外到内的顺序逐渐停运A~G列的风机。

⑤当采取以上措施调整无效，且就地测量逆流列散

热器下部温度 $< -5^{\circ}\text{C}$ 时，通知检修人员加盖苫布。

加强对排汽装置的补水量及水位的监视，发现排汽装置水位不正常下降，补水量异常增大，应分析空冷散热器以及凝水管道是否结冻。

冬季正常运行期间，尽可能避免大幅度调整空冷风机频率。空冷散热器冻结后的回暖过程，应缓慢进行，同时就地要有人检查、汇报，防止散热器管束受热不均而变形。确认散热器已发生大面积冻结无法通过调整解决时，及时联系相关人员进行化冻处理。

机组冬季运行中，加强对空冷岛的巡检，定时对空冷岛各列散热器下联箱凝结水温度、逆流单元抽真空口温度、散热器表面温度进行就地测量，发现测量温度下降，应及时汇报并进行调整。

空冷散热器的就地检查测温，每班不少于2次，每次间隔不小于2小时，同时要作好相应记录。若发现某一列散热器出现大面积过冷，应及时调整，加强就地测温，并做好测温记录。巡检时，应注意检查空冷岛散热翅片有无变形，并进行记录。

就地发现运行的各列顺流散热器表面最低温度低于 30°C 时，及时汇报集控人员，降低该列散热器的风机频率或停止风机运行。汇报值长，申请增加负荷，或适当提高机组背压。

当空冷岛某列散热器表面温度接近 0°C 或散热片局部温度不均时，运行人员经过启停风机或调整风机频率后仍不能将散热器表面温度提高至 5°C 以上时，通知检修人员将此列某单元风筒用挡风苫布封严、散热器外表面用苫布遮住，避免冷风对流，采取保暖措施。

当空冷岛某列凝结水下联箱表面温度低于 2°C ，运行人员经过调整仍不能将温度提高至 5°C 以上时，通知检修人员将此列凝结水下联箱用苫布盖好，采取回暖措施，防止联箱冻裂。

4 结语

上述是在空冷系统防冻方面所做的工作，经过不断总结经验、精细地调整，自投产至今，我厂空冷系统散热器未发生冻结现象，后续我们将不断完善空冷防冻技术措施，保证机组安全稳定经济运行。

参考文献

- [1] 沈德军.直接空冷供热机组空冷系统防冻分析及措施[J].有色金属文摘,2016,1(2):167-168.
- [2] 杜小军.论直接空冷机组冬季启动及运行防冻[J].中外企业家,2015,5(5):217.
- [3] 刘立刚.浅析直接空冷机组空冷散热管束冬季冻结防范措施[J].中国新技术新产品,2015,5(5):51.