

空冷单元及空冷岛流场优化组织与传热强化

薛彦平¹ 刘云亮¹ 高海军¹ 韩孝军² 隋洪波²

1. 神华神东电力有限责任公司电塔电厂;

2. 北京汇研中科科技发展有限公司

[摘要]空冷岛在运行阶段容易受到环境风的影响。空冷单元A型结构中,冷却空气流过风机,旋转上升到翅片管束入口,进而流过管束的整个过程遇到较大的流动阻力。该过程中不均匀的气流分布,会导致不够理想的冷却换热效果。鉴于此,本文主要分析探讨了空冷单元及空冷岛流场优化组织与传热强化方面的内容,以供参阅。

[关键词]空冷单元;空冷岛流场;优化组织;传热强化

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.09.761

引言

我国“三北”地区拥有丰富的风资源,但风对直接空冷电厂的运行极为不利。风力资源富集的地方,适合建设风力发电机组。因而可以考虑将直接空冷燃煤发电机组和风力发电机组联合建设,通过风力机发电,转化环境风场的动能为电能,提供直接空冷机组一部分厂用电,为驱动风机等辅机的运行提供电力;环境风场的能量被风力机组吸收转化后,动能减小,对直接空冷系统运行的影响能力减弱,有助于直接空冷机组的安全高效运行。直接空冷电站空冷岛和风力机组的一体化设计与运行,能够提高机组运行的经济性,对燃煤电站节能减排具有一定作用。

1 空冷单元流动传热性能数值分析

通过数值模拟计算后发现,空冷单元流场存在整体大范围的旋转流动;风机出口气流速度呈现双峰分布特性,风机实体结构对气流的研究至关重要;较高流速流体在中心区域形成回流涡,该涡与离心力共同阻碍气流的上升;风机出口面气流具有的不均匀、波动、速度值双峰分布特性,是单元内部流场不能均匀冲刷管束的原因之一,会导致换热不均匀,弱化传热效果。从理论方面对导流板提出如下指导原则:既通过导流板对单元流场的引导,使得在板材增加的流动阻力最小,削弱旋转气流的黏性耗散最大,均匀气流冲刷管束最佳的情况下,获得最好的单元换热能力。导流板可以改善空冷单元内部的气流流场,但受限于较小的气流流动路程、流动时间,难以在较小的区域内大范围的削弱气流旋转和回流涡。因而从导流板的具体使用方法上提出遵循以下指导原则:既小范围引导,多区域布置;板材尺寸应该尽量使导流板总面积小,以降低额外的流动阻力;弧形四导流板的倾斜角度也需要根据实际流场的特点优化选取。研究结果表明:弧形四导流板效果较好,可以起到单元流场优化和传热强化的能力。后续研究在优化边界条件后,可以继续采用这种结构形式。

2 结合多孔介质的管束模型

用多孔介质结合散热器模型的办法处理翅片管束的方法使模型在单元流动和换热方面都更接近真实情况,新模型的计算结果很好的模拟了空冷单元内的气流流动和传热效果,对电厂生产安装有较好的指导作用。根据相关探索,得到以下的一些总结:对单元内部具有较大圆周速度的流体应该予以控制,减小黏性耗散;靠近外围的导流板倾斜角度与气流速度方向的夹角不要过大,防止在板材后部产生回流涡弱化导流效果;单元中部导流板长度易长,才能对下方上升的气流继续引导;只有当兼顾好引入导流板增加的阻力最小,削弱旋转气流的黏性耗散最大,均匀空气冲刷管束最佳这三个方面,才能取得最好的单元优化效果。型单元模型遵循这一原则,采取“局部引导,多点布设”的办法后,获得较好的流动与传热优化效果。

3 环境风下空冷岛与风力机的耦合

北方绝大部分地区富煤缺水,使得用水较少的电站空冷技术获得快速发展。直接空冷机组以自然界空气取代水作为冷却介质,因此环境风场的风向、风频、风速等都会影响到空冷系

统的冷却空气流动方式和换热性能,进而影响机组的运行安全和企业的经济效益。一方面,非理想的环境风场增加凝汽器翅片管束的流动阻力,导致空冷风机空气流量降低;另一方面,干扰空冷凝汽器出口热空气的排出,造成热空气再次进入风机入口,提高凝汽器进口空气温度,或直接在凝汽器内部形成回流,损害空冷系统传热性能。使用FORTRAN语言编写求取翼型截面弦长的计算程序后,采用Profili和Proe/Engineer软件绘制风力机叶片。当前世界各风电研发、生产部门都将优良的气动翼型加以保密,设计风力机叶片过程中,翼型数据的获取有一定困难,所以本实验采用传统的NACA翼型,在不对气动特性提出过高要求的前提下,设计一台小功率直驱式风力机,研究不同环境风速下对换热的优化作用,期望减小大风对空冷岛的不良影响,以获得较好的工作状态。

4 环境风对风力机和空冷岛的影响

采用CFD数值模拟的办法对风力机与空冷岛的组合模型开展大风条件下强化换热的初步研究,取得了一定的成果,积累了该方向的研究经验。对不同速度来流下模型的流动与换热有了相对清楚的认识。模拟实验发现,风力机对空冷岛的流动与换热在不同风速条件下,有不同程度的相互影响关系,但发展趋势还有待后来的学者继续探索;风力机的功率大小对流场的改善是否起到作用还需要深入研究;如何处理风力机风轮平面后气流存在的旋转效应,是本次实验体现出来的新问题。虽然通过风力机与空冷岛多个模型的藕合计算,暂时没有寻找到大幅优化空冷岛传热能力的最优结果,但是在该研究方向上研究工作才刚刚起步,取得的初步经验对后续工作有一定的指导意义;在风力机与空冷岛距离的选择上,B模型是一个很好的示范。空冷岛模型引入风力机的研究方向,还可以继续开展更多的工作。

结束语

总而言之,直接空冷系统具有节水的优点,在我国北方地区的电厂大量推广使用。空冷凝汽器单元由大直径轴流风机提供冷却空气,气流不均匀的冲刷翅片管束,导致不能较好利用传热面积,恶化冷却效果。采用CFD软件,对600MW直接空冷电厂单元的流动换热特性开展数值模拟分析。计算结果表明,有必要在单元内部安装空气导流装置,以改善流动传热特性。首次采用风机实体模型,获得准确的风机出口气流气动性能。本文采用散热器其与多孔介质模型的混合模型处理翅片管束。结果表明,单元内部安装导流板可以增加空气流量和换热能力。导流板尺寸、安装位置,安装角度等都会对导流效果产生影响。空冷单元流场的优化,需要遵循“局部引导,多点布设”的原则。

参考文献

- [1]梁涛,薛广伟,王智.环境风对空冷岛内部涡流分布的影响[J].汽轮机技术.2020(04):279-282,288
- [2]杨婷婷,杨景华.基于特征投影分解方法的空冷单元降阶外推模型[J].热能动力工程.2019(08):87-94