

# 火力发电空冷机组节能降耗技术及应用思考

## Reflection on the Energy Saving and Application of Thermal Power Air Cooling Unit

宋士国

Shiguo Song

陕西德源府谷能源有限公司 中国·陕西 榆林 719407

Shaanxi Deyuan Fugu Energy Co., Ltd., Yulin, Shaanxi, 719407, China

**摘要:** 由于科学技术水平一直不断的提升,使得电力工业得到迅猛发展,火力发电机组也不断向大容量、超临界方向发展。但是在火力发电中,不仅仅会消耗大量的煤炭以及水等资源,还会产生严重的污染现象,从而制约了火电厂的发展。但是通过火力发电空冷机组,可以让节约能源降低损耗的目标有效实现,所以论文要对该机组的节能降耗技术开展全面探究。此次研究从空冷机设备基础入手,对火电机组的能耗以及节能降耗技术等进行研究,从而为节能降耗技术的效果提供保障,进而推动火力发电工业的持续健康发展。

**Abstract:** Due to the continuous improvement of science and technology level, the electric power industry has been developing rapidly, and the thermal power generating units have also continued to develop to the large capacity and supercritical direction. However, in thermal power generation, not only will consume a lot of coal and water and other resources, but also produce serious pollution phenomenon, thus restricting the development of thermal power plants. However, through the thermal power generation air cooling unit, the goal of energy saving and loss loss can be effectively realized, so this paper should carry out a comprehensive exploration of the energy saving and consumption reduction technology of the unit. This research starts with the basis of air cooling machine equipment, and studies the energy consumption and energy saving and loss technology of thermal power units, so as to guarantee the effect of energy saving and consumption reduction technology, and then promote the sustainable and healthy development of thermal power generation industry.

**关键词:** 火力发电厂; 空冷机组; 节能降耗技术

**Keywords:** thermal power plant; air cooling unit; energy saving loss technology

**DOI:** 10.12346/peti.v4i4.6990

## 1 引言

火力发电厂利用湿冷机组完成能源生产和转换工作,但同时会消耗大量的煤炭以及水资源,从而影响富煤少水区域的工业技术发展以及能源消耗水平。因此,需要对空冷机组进行合理化应用,利用外界空气来替换冷却介质水,以此来更好地排出高温蒸汽,确保水资源得到降低。因此,如何实现空冷机组节能降耗成为全新的课题之一,论文从以下方面来进行阐述。

## 2 电厂空冷机的设备基础研究

将空冷机和传统湿冷机进行对比可知,两者在冷却方式

上具有明显的不同。空冷机的系统更加简单,并且设备数量少,所需的基建投资少,还可以灵活地调节风量。同时空冷机的节水环保效率非常高。但是伴随空冷机在电厂的持续运行,也会产生一定的问题。空冷机的运作模式将空气和水当成载体,这样就会受到环境因素的限制,导致机组背压明显升高,散热经济效益会大幅降低<sup>[1]</sup>。由此可知,当空冷机机组背压超出湿冷机组 7 kPa 时,相当于热能转化消耗的 200 kJ/(kWh)。节能降耗成为空冷机运行发展中面临的难题之一。

空冷机设备空冷系统比较复杂,不单单包括直接空冷系统和冷凝器间接空冷系统,还将混合式间接空冷系统涵盖

【作者简介】宋士国(1982-),男,中国山东聊城人,本科,从事发电运行研究。

其中。系统的组成部分除了锅炉、汽轮机、凝结水泵之外，还有散热器、凝结水精处理装置以及高低压加热器等。空冷机的设备技术创新发展过程中，产生同设备不同系统运作模式各具特点的空冷机组，如在北方煤炭丰富、水源紧张的城市中，应用使用直接空冷系统。由于空冷机工作原理相对复杂，并且装置具有灵活性，这样在实践中也会产生问题，通常体现在耗电率偏高、经济效益低、真空装置缺乏严密性等方面<sup>[2]</sup>。

### 3 空冷电厂的能耗

空冷电厂可以划分成两种，一种是直接空冷系统电厂，即 ACC，另一种是间接空冷系统电厂，即 F-ISC。对单机容量为 600 MW 的两类空冷电厂能耗进行分析，以此来对两者的能耗特征展开比较。对 ACC 亚临界 2×600 MW 电厂来讲，其供电煤耗是 323 g/kwh，装机取水量大约是每秒 0.197 m<sup>3</sup>/GW，空冷单容厂用电是 12.32 kW/MW，每台空冷机所产生的噪声为 70 dB。对 F-ISC 亚临界 2×600 MW 电厂供电煤耗为 318 g/kwh，装机取水量是每秒 0.085 m<sup>3</sup>/GW，空冷单容厂用电是 8 kW/MW，通常以自然通风方式为主，并不存在噪声。对亚临界 2×600 MW 电厂来讲，一般以常规湿冷系统为主，供电煤耗量为每小时 313 g，装机取水量在考量节水 30% 之后，每秒为 0.56 m<sup>3</sup>/GW。通过比对可知，使用空冷机组可以降低节约水资源的消耗，但是耗煤量偏高，为了使供电煤耗得到有效降低，还需不断的优化改造<sup>[3]</sup>。

## 4 火力发电空冷机组节能降耗技术

### 4.1 直接空冷机组

#### 4.1.1 优化运行

常见的一种发电机组是 600 MW 直接空冷机组，其具备良好的运行性能。但是在实际运行过程中，会受到诸多因素的影响或限制，致使机组能耗水平偏高，并不具备良好的经济性和节能型。为了使这种现象得到改善，应该采用现代化手段来客观诊断该机组，并对机组核心设备和辅助设备的性能指标进行精准计算，客观分析机组能耗诊断信息数据。之后在系统设备核心性能指标的基础上，来对机组日常运行的各个方面能耗实施精准判断，甚至将影响因素划分成可控因素和不可控因素两类。将可控因素当成节能降耗的重点，来对 600 MW 直接空冷机组与同类型机组进行对比，重点探究系统配置以及设备选型等内容，判断选型和配置是否具有科学性，还能否进一步的优化。再依据各方面的实际情况，来对机组运行方式实施优化。可以对机组空冷岛进行定期清洗，并对机组阀位曲线实施更改，同时在可行性空冷防冻对策的辅助下，大幅度降低背压影响程度，从而使得降低机组能耗、提升机组运行经济性的目标得以实现<sup>[4]</sup>。除此之外，发电厂在 600 MW 直接空冷机组能耗重点和实际运行情况的前提下，展开精细化管理，并采用科学指导的方式，来对

运行人员的操作水平和节能意识进行不断加强，甚至对机组运行的能耗水平展开动态化管控，进而保证机组运行效率处于较高水平。

#### 4.1.2 注重技术改造

将优化运行当做基础，发电厂要对该机组的技术改造加强重视。不单单要对机组工作原理、功能优势等全面分解，还要合理化应用全新技术来优化升级机组系统设备，尽量使低能耗、高效益的目标有效实现。在汽轮机通流技术改造下，能够优化焓降分配并降低轴封漏气现象的出现频率，有助于提升汽轮机的效率。与此同时，在锅炉提参数改造、烟气余热利用等方式作用下，使得热损耗得到明显降低且锅炉效率显著提升。在实施技术改造时，按照机组真空系统运行状况，并结合全新技术，来对低压缸端部汽封间隙开展合理调整，加强轴封供汽压力。同时妥善完成灌水查漏堵漏工作，并完成科学有效的空冷防冻处理，合理应用适宜的空冷凝汽器，确保汽轮机排汽压力能够实时降低<sup>[5]</sup>。另外，在具体指标的前提下，通过相关技术手段来对空气预热器的密封间隙进行实时优化调整，保证空气预热器漏风率得到最大程度降低。除此之外，通过技术改造的作用，使得该直接空冷机组的能耗水平高效降低，从而保证节能降耗理念得到全面落实。

#### 4.1.3 检修维护

内外部的运行环境相对复杂，当一直处于高负荷运行状态时，该直接空冷机组就会出现相关的隐患或故障，导致机组的运行能耗明显增大。在进行节能降耗时，发电厂要对该机组的检修维护力度进行不断加强，并制定相应的检修维护制度，该制度应该具有明显的可行性和指导性。同时在检修维护情况的基础上，来对检修目标和方案实时调整，确保经常性检修以及大修等工作妥善完成。这样可以使隐患问题得到及时解决，并对老化或存在故障的零部件进行及时更换，确保机组系统得到优化升级，还能够降低机组运行故障的发生概率，从而使严重的能源浪费现象得到避免。因此，检修维护人员应该妥善应用全新的维修设备，并对相关规定进行严格遵守，确保操作的规范性，有利于降低维修时间，进而为维修速率和质量提供保障。

#### 4.1.4 改造和真空控制汽轮机系统

将空冷机组和传统湿冷技术相对比可知，前者存在一定的问题，如轮缸效率偏低、下降速度迅猛等。想要使空冷机组的使用度得到加强，则要对汽轮机本体装置和设计展开技术改进。可以通过加强汽轮机低压缸和排气管设计水平的方式，来调整和改造汽轮机空气流动部分。真空控制要求指的是不单单要改造低压缸导流板的材料，更要对进气导管工艺设计技术不断改造。此外，外缸夹层挡气板能够影响缸中压力和机组背压。由此可知，对汽轮机轮缸实施改进，这是调整机组压力、提升空冷机组效率的主要措施之一。

#### 4.1.5 提高锅炉燃烧效率，保证燃煤原料的质量

首先，应该保证锅炉燃烧效率明显提升。在进行火力发

电厂节能降耗时,要对锅炉的燃烧效率进行全面提升。需要使炉墙和水冷壁等结构的严密性得到保证,应该对先进保温材料进行应用。同时确保管道和炉墙具有良好的保温性。另外,妥善完成排烟热损失防治工作,使得排烟容积得到最大程度的降低,同时为了使局部高温问题得到避免,应该对火焰中心位置实施精准管控。此外,想要保证受热面的清洁性,应该使固体未完全燃烧热损失防治工作妥善完成,并对炉内空气工况进行合理组织,甚至要对适宜的煤粉细度和过量空气系数开展筛选,从而使得节能损耗水平得到巩固,为后续的发展作出贡献。除此之外,优化设计辅机冷却塔,并对相应的维护措施进行全面实施。当冷却塔内部的填料被损坏,或者除水器出现水垢,以及喷嘴脱落或堵塞时,就会导致辅机冷却塔的水温度明显提升<sup>[6]</sup>。因此,应该对该方面的维修加强重视,并在运行工况的基础上来强化监督力度,进而为冷却塔换热性能提供保障。

其次,保证燃煤原料的质量。在运行调整手段的作用下,让机组背压保持在经济背压状态下。同时要对煤粉细度进行合理调整。另外,回收利用采暖流水以及除氧器排气,并升级改造汽轮机,保证废水回收得到综合利用。与水利、风力发电不同,燃煤质量会对火力发电厂的运行产生影响,并对节能损耗产生较大的干预。以往工作中,出于成本考量会对质量欠佳的燃煤原料进行选择,不仅导致发电量明显下降,还会直接影响效益,导致恶性循环的形成。当前,燃煤原料的成本会占有电价成本的30%,占用发电成本的70%。若燃煤质量降低,成本则会明显提升,但也会产生严重的污染。由此可知,在选择燃煤等原料时,原料要能够充分燃烧,并具有清洁性,不会产生严重的污染。另外,在选择燃煤原料时,应该进行适当的混合应用,保证发电厂节能损耗一直处于在较高水平状态,从而使得可持续发展得以实现。

#### 4.2 间接空冷机组

间接空冷机组通过自然通风空冷塔来进行运行,发电厂中应用600 MW的空冷汽轮机,机组热能消耗大约在9029 kJ/kWh,采取有效的措施来进行改进,使得机组的热能损耗得到有效降低,大约为8820.9 kJ/kWh<sup>[7]</sup>。具体所采用的措施为:第一,背压控制。对背压进行合理管控是改善空冷机组的就会。当处于不同的季节中,背压控制和运行所表现出的特点也存在一定的差异。对处于冬季的空冷机组进行背压控制时,主要以关闭各个冷却单元间小门为主,在较低负荷下让排风扇保持较低的转速。转速过高就会导致局部温度过低,使得凝结水过冷度控制在55℃下。此时应该对逆流区翅片管表面温度进行及时检查,在控制冷却风机转速的方式下,使得温度偏差现象得到有效避免。另外,当表面温差超过10℃时,需要对机组负荷进行增加,确保温差处于合理范围之内。第二,汽封改造。将布莱登汽封应用到高中压缸中,对原有设备来讲,在低压缸端应用接触式汽封,并

使用特素体起来替换原本汽封齿材质,甚至在汽封齿间放置镶嵌式蜂窝带。对接触齿弧端接触密封而言,要对汽封径向间隙进行不断缩小,降低气体漏进或泄出的概率。同时对真空、轴封以及空冷的系统不断优化改进,从而保证机组的真空严密性处于合理范围内。第三,合理使用减温水。汽轮机在运行的过程中,一般会使用减温水。对所使用的减温水来讲,其可以从省煤器出口出获取,也可以从给水泵中间抽头中获取。给水泵获取的方式由于缺乏高压加热器的辅助,对机组运行的经济性产生不良影响。另外,当机组负荷不断降低时,减温水所带来的经济效益也会不断降低,增加热耗率。因此,当机组处于较低负荷运行状态下,要对减温水进行严格谨慎的应用,并在锅炉烟气侧来对温度进行调整,从而实现在运行中节能降耗的目的。第四,当机组运行缺乏恰当性时,依然会对发电煤耗产生影响。如当处于夏季干燥缺水条件下,电厂依然应用空机组投运的方式,在增大空冷机组发电煤耗的同时,大幅度降低相应的使用性能<sup>[8]</sup>。由此可知,间接空冷机组虽然在节约水资源方面具有一定的成效,但发电煤耗却偏高,所以依然要进行不断的优化改进。与此同时,在实际运行情况的前提下,保证运行方式的合理性,从而使得空冷机组的发电煤耗明显降低,进而让额定功率600 MW的运行得以实现。

## 5 结语

综上,想要使空冷机组实现节能降耗的目标,则要对空冷机组系统进行全面优化升级,以此来可以降低煤炭、水等资源的消耗。为了早日实现目标,应该对空冷机组和节能损耗技术展开深入探究,保证运行方式的合理性,从而能够有效降低电耗以及发电煤耗,进而为节能降耗效果提供保障。

## 参考文献

- [1] 李波.探讨火力发电空冷机组节能降耗技术[J].低碳世界,2016(33):59-60.
- [2] 王佩璋.火力发电空冷机组节能降耗的技术途径[J].电力勘测设计,2009(3):45-48.
- [3] 王亚军.浅析直接空冷600MW火力发电机组节能降耗策略[J].科技创新与应用,2015(31):111-112.
- [4] 陈雅丽,高全娥.直接空冷机组变工况运行特性分析[J].发电技术,2020,41(4):378-384.
- [5] 龙霞,陈谦.火力发电厂汽轮机运行的节能降耗分析[J].科学与财富,2020,12(26):373.
- [6] 李晓辉.电厂空冷机组运行过程中的节能降耗措施[J].2019,17(26):18-19.
- [7] 王富朋.火力发电厂汽轮机节能降耗措施探究[J].科技经济导刊,2020,4(6):105-106.
- [8] 韩磊.火力发电厂汽轮机组的节能降耗方法论述[J].中国战略新兴产业,2020,17(4):159.