

关于火电厂锅炉汽轮机节能环保措施的探讨

文/中国石油集团电能有限公司电力研究设计院 姜瀚博

在我国可持续发展的总体战略布局下，如何降低火电厂锅炉汽轮机的能源消耗和环境污染，已经成为当今火电厂发展急需解决的难题之一。分析了火电厂锅炉汽轮机节能及运行中存在的问题，并提出了相关节能措施及管理对策，对提高锅炉汽轮机的环保效益，实现绿色可持续生产具有重要意义。

随着我国经济和工业快速发展，以及社会化进程加速，对能源尤其是电能的需求与消耗呈现与日俱增的态势。虽然我国三峡大坝等水利设施投入使用，风能、太阳能等清洁能源处在高速发展阶段，但使用煤炭等化石能源的热电厂生产电能仍然是我国电能占比最多的发电方式，比例已经超过60%，发电量甚至超过70%，这与我国工业化起步晚等历史原因存在着较大关系。火力发电是以煤炭为主，在煤炭燃烧过程中存在燃烧率低、能耗高等诸多问题，尤其是产生的废气、废渣对环境污染造成的损失更是不可估量。所以，如何最大程度降低火电厂能耗和污染问题一直都是急需解决的重大难题。本文对火电厂锅炉汽轮机系统的运行过程中存在的节能和环保问题进行了分析，并针对锅炉汽轮机在节能环保方面提出了解决对策。

锅炉汽轮机运行中节能环保问题分析

1. 自动化水平差、效率低下

从目前来看，锅炉汽轮机的自控装置应用率比较低，大多依靠人工，缺乏有效的检测和监测手段，工作人员无法准确把握相关数据，无法对运行状况进行及时调整，出现过多的能源浪费。

我国火力发电厂使用的锅炉汽轮机大都是容量比较小，在运行过程中燃料难以完全燃烧，燃料燃烧利用率低下，造成较多损失；锅炉汽轮机处于较低负荷状态下运行，难以达到最佳的运行工况，热量损失严重导致热效率降低，进一步加剧热量的损失，造成了很大的能源浪费。我国热电厂运行过程中还存在过度依赖人工，机械化和自动化总体水平较差，智能化更是处于刚刚起步的阶段，大大增加人工劳动强度，使锅炉汽轮机在运行过程中效率低下，高能耗、高污染问题无法得到根本性的解决。

2. 运行管理不到位

在锅炉汽轮机运行过程中，还存在着管理细则制定和执行不完善的地方。比如说要求工作人员加强对汽轮机给水的温度控制，并加强定期对加热装置的检修频率，以确保相关部件的密封性。这样既符合锅炉汽轮机的整体运行要求，还能保障设备的高效换热和热传导，避免了热量的损失。

3. 废气、废渣污染严重

煤炭作为火力发电的主要燃料，在锅炉汽轮机中经过不充分燃烧，产生大量的 CO_2 、 CO 和 SO_2 等废气，这些废气都是大气污染的罪魁祸首

首：CO₂会导致地球温室效应，引起地表温度升高、冰山融化和海平面上升等一系列问题，给生态系统和人类生活造成巨大危害；SO₂气体是酸雨的主要成分，酸雨的产生严重威胁到生态环境的稳定，不仅会污染水源，还会对建筑物和农作物产生伤害，严重威胁人类和动植物的安全生活环境。在火电厂锅炉汽轮机中还会产生大量粉尘和废渣等固体废弃物，如果不能有效处理，会严重污染火电厂周边的环境安全。

锅炉汽轮机节能环保技术措施

1. 加强锅炉汽轮机设备改造与更新

加强锅炉汽轮机设备的升级与改造，是解决火电厂节能环保的根本措施，主要包括：一是对高压缸或低压缸的结构进行改造，降低高压缸的运行阻力，达到提高运行效率、降低能耗的目的。整体固定动叶型汽轮机上的动叶片，可以增强动力强度，加大隔板气轴间的缝隙；对静叶型汽轮机，可以去除静叶片中的加强筋以降低机器的运行阻力，大大降低锅炉汽轮机的整体能耗。二是在锅炉结构中保温岩棉的应用，采用保温效果更好的材料，不仅能增强锅炉的整体保温效果，也能减少热量的损失。三是对锅炉进风和出风的方式和参数进行优化，采取最佳方式保障锅炉内燃料的充分完全燃烧，不仅能最大程度地利用燃料，还能降低粉尘和有害气体的产生。四是在锅炉的设计和制造过程中充分应用变频技术，合理有效控制锅炉运行中的煤炭和风量的最佳比例，使燃料能够在最低能耗情况下达到最佳燃烧效果。五是合理控制加热器的温度端差，在加热器的设计过程中安装温度传感器和温度调控装置，将加热器端差控制在最低值，最大程度降低能耗。

2. 引进多元化节能净化技术

在锅炉汽轮机的设计制造过程中，通过引入节能和环保多元化技术，优化汽轮机的整体运行工况，从源头上实现节能环保：一是将多齿蜂窝状汽封技术引入到锅炉汽轮机中，可以增强机器的流通性能，通过降低运行阻力达到提升设备运行效率的目的；二是将干冰清洗技术及工业锅炉水处理技术引入到锅炉汽轮机中，干冰清洗技术可以利用干冰的低温收缩功能清洗汽轮机中的油垢和煤垢，工业锅炉水处理技术可以利用低温废热产生的能量带动设备的运行，减少电能损耗。

3. 加强锅炉汽轮机的维修保养

火电厂应指派专门的工作人员，加强对锅炉汽轮机的维修保养，使汽轮机能够长期处于最佳的运行状态，既能提升设备运行效率，还能降低设备能耗，实现节能减排的目标。定期检修加热器，确保高加钢管等部件在密封性方面符合锅炉汽轮机的整体需求，保证换热和传热的高效进行；定期采用化学清洗和喷射清洗的方式对高加钢管进行清洗，防止水垢的形成，保证传热效率；定期开展凝结器的检修工作，确保凝结器的真空状态与最佳工况要求相符；同时，定期检测循环水的水质，并做好凝结器内部器件的清洁工作，避免凝结器内部管道积聚水垢，降低设备的换热效果，加大能源损耗。

4. 制定完善的运行管理制度

为加强和保证锅炉汽轮机的安全运行，必须制定完善的运行管理制度，对工作人员的工作行为和操作方式进行约束。首先是结合岗位需求，将锅炉汽轮机的运行管理责任和环保责任具体到每一个工作人员，加强日常培训和业务培训，熟练掌握锅炉汽轮机的操作流程和管理要点，确保锅炉汽轮机处于最佳工作状态；然后安排专业人员负责机器的启动和停止操作，避免人人均可操作的局面，实行专人专管，最大程度减少紧急停机对设备造成伤害；最后，设备的检修和维修人员必须经过专业培训，熟练掌握锅炉汽轮机的工作原理和操作流程，实现专业化操作和管理。

5. 加强锅炉汽轮机智能控制系统的研究

锅炉汽轮机系统是火力发电单元的重要组成部分，具有多输入/多输出、非线性和强耦合等特点。加强锅炉汽轮机智能控制系统的研究，对实现精确操作、降低人为误差及降低劳动强度等具有重要作用。因此，可针对锅炉汽轮机系统设计终端滑模控制器和鲁棒自适应控制器，将控制系统分解成两个小规模子系统，然后分别对两个子系统进行控制器设计，保证系统发生故障时仍能使系统稳定运行。

结束语

重视锅炉汽轮机运行中存在的相关问题，加强火电厂的锅炉汽轮机系统的升级和管理，注重节能环保技术的研究和投入力度，对降低锅炉汽轮机运行过程中的能源损耗，提高煤炭资源利用率和能源行业的可持续发展具有重要意义。EA