

火电厂汽轮机组节能提效治理的研究与分析

刘金涛

内蒙古蒙东能源有限公司鄂温克电厂

【摘要】国家节能减排政策已经提出，各行各业都围绕节能减排制定了行之有效的方案。火电厂作为能源消耗大户，提高能源利用率和能源消耗对我国社会经济和生态环境的绿色可持续发展具有非同寻常的意义，也影响着自身在竞争激烈的市场中的立足和后续发展。作为火力发电厂能源消耗的重要组成部分，汽轮机的工作原理是将热能转化为机械能。然而，随着社会对电力需求的增加，火电厂需要提高汽轮机的功率和效率，降低汽轮机的能耗。重点对汽轮机组运行中存在的能耗问题进行了探讨和分析，并给出了一些解决办法。节能增效的措施主要从设备和技术创新改造两个方面，希望能起到一定的指导作用。

【关键词】火电厂；汽轮机组；节能提效；研究与分析

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2020.03.536

近年来，随着社会经济的快速发展，能源市场的竞争更加激烈，压制了火电厂的利润空间。在深化节能减排和可持续发展战略的背景下，探索生产过程的优化升级成为火电厂攻坚克难的主要方向。在保证基本工作效率的基础上，如何最大限度地提高能源利用效率，将能源消耗控制在合理的范围内，是所有火电厂赢得市场竞争优势的必要手段。目前，随着社会生产的扩大，对电能的需求不断扩大，但对火电厂生产起决定性作用的煤炭资源却日益紧张。因此，要想提高火电厂的成本控制能力，就必须进行积极有效的节能技术改造。汽轮机作为火力发电厂生产过程中的重要设备，也是造成大量能源消耗的主体。因此，汽轮机的节能增效在很大程度上对火电厂实施可持续发展战略的水平有着决定性的影响。

一、火电厂汽轮机组的概述

火力发电始终是我国发电事业的重要组成部分，即使近年来风力发电、核电站发电等多样化发电渠道得到快速发展，但是火力发电仍然在占据着绝对的主导地位。但是在新时期，尤其是可持续发展战略对于发电事业提出更高要求的情况下，火电厂的能源消耗问题也特别突出，如果不能有效控制能源消耗状况，不仅会影响火电厂的经济效益，还会使得整个火电事业陷入发展的停滞阶段，难以把握国民经济的发展机遇。因此，火电厂的节能提效已经刻不容缓。作为火电厂的重要组成部分，汽轮机组凭借其自身的独特优势广泛应用到各类的火电生产过程中去，具体来说，其主要具有几点优点：（1）在长期的应用过程中经历了系统的优化升级，其生产效率具有显著的优势；（2）汽轮机的运转主要依托于蒸汽推动，因此相对来说设备磨损等劣化状况程度较低，其使用年限较长；（3）汽轮机构造相对简单，因此维护过程相对便捷。基于火电厂汽轮机组的这些优点，可以看出，汽轮机组的节能提效应当集中于能源消耗的控制方面，而要实现这一理想目标，应当将重点放在消除火电厂汽轮机组设备缺陷及提高其能源效率两个方面。

二、火电厂汽轮机组能源损耗的主要因素

针对于火电厂汽轮机组的节能降耗需要基于其实际的能

源消耗情况，在火电厂的日常运转中可以发现，造成汽轮机组能源损耗的主要影响因素集中如下：

1. 电力负荷因素。在汽轮机组的正常运行过程中，电力负荷对于其能源损耗状况具有重要影响。如果电力负荷经常出现大幅变化，即其变化幅度较大，那么峰谷变化就难以避免，在这种不稳定的状态下，汽轮机组需要进行多频率的调整，以适应实际的变动状况并保证设备的稳定运行，这一过程会导致汽门节流损失以及汽轮机的级内损失明显增加，消耗大量的能源。

2. 温度及压力因素。温度及压力也是对汽轮机组能源损耗具有直接性影响的重要因素。在火电厂汽轮机组的运行过程中，如果出现温度或压力明显偏离设计值时，在机组负荷一定的情况下，必然导致蒸汽流量或蒸汽焓值偏离设计值，将导致汽门节流损失与级内损失增加。同时，当温度或压力偏离时，还会造成汽轮机排汽湿度变化，给汽轮机设备安全造成伤害。

3. 汽缸因素。尽管汽轮机组在火电厂的日常工作中体现出精密、稳定、高效等一系列设备优势，但是其中仍然存在着一些设备问题会抑制其能源利用效率的提高。特别是对于汽缸这一重要构件来说，其主要作用是帮助汽轮机实现与空气流通部分的有效隔离，进而使得其在日常运转过程中，能有充足的蒸汽在其内部做功，从而达到稳定运转及控制能源损耗的目标，这一点在轴端密封与汽轮机内部各级间的密封上体现得尤为突出。但是在实践中可以发现，我国的汽缸研发及制造水平仍然有待提升，其中一部分国产汽缸的效率实际值与设计值存在着明显的偏差，与国外发达国家相比，存在较大的改进空间。

三、汽封换型改造的分析

火力发电厂在对汽封进行选择时，必须加强对以下几点注意：首先，将自主调节式汽封作为第一选择，其自主调节缝隙的特点不仅能够达到机组的正常运行需要，同时还可以达到机组在启停时对于缝隙的较高需要。其次，由于运行是的压力具有较大差别，对于高、中、低压的气缸其所对应的汽封种类也是不同的，在这当中自主调节的汽封能够有效

适用于高、中压气缸，然而对于后几级的中压缸，必须综合考虑变改工作状况时，机组安全运行的需要及压力差，所以必须对不同种类的气封进行现场分析及计算。而对压力较小的低压气缸来说，其是无法达到自主调节汽封关于前后压差的调节需要，在这时蜂窝式汽封是比较适用的，然而汽封的间隙不可太低，从而避免机组在临界状态时出现碰撞而损坏汽封的整体构造。最后，在机组的实际工作中，汽封与转子之间不可避免的会出现一些碰撞现象，如果使用过硬的汽封材料就可能加速汽轮转子的磨损，无益于汽轮机组的正常工作。另外，汽封的选择必须互相联系，比如对于高、中压气缸，各级气缸除了选择自主调节的汽封外，还必须将接触式汽封应用于末级。在使用自主调节汽封时必须加上接触式汽封的密封圈，从而减少汽轮机的蒸汽损失。

四、火电厂汽轮机节能提效的措施

1. 运用合理的汽封形式。合理的汽封方式以及汽封的设计结构、安装工艺将能有效地提高各气缸的运行效率和节省能源。为了提高汽轮机组的运行效率，调整汽轮机组静止构件和转动部分之间的通流间隙，目前汽轮机组使用的汽封方式有以下几种，介绍如下：（1）梳齿汽封目前广泛应用在各种类型的汽轮机组上，其优点在于成本费用低、构造简单便于工艺安装，其安装位置应用范围较广。但是梳齿汽封在工作中磨损程度较大，而且磨损后，漏气量大；梳齿与汽轮机组的机轴磨损产生的热量大，发生磨损的机轴局部热量高，可能导致机轴发生变形。（2）蜂窝汽封最大的特点在于有一定的除湿效果，具有较宽的密封带，安装过程中对其安装工艺要求较高，煤耗可以下降6-12g/kW·h，有效地节省了能源消耗。（3）布莱登汽封通过弹簧弹力和蒸汽压力差来自动调节汽轮机组的间隙，其优点在于能够自动调节汽轮机组的间隙，密封效果好，运行过程中发生振动小。（4）侧齿形汽封在梳齿汽封的基础上进行革新，添加了轴向断齿，改造设计方便简单，而且还能够很好的改善汽轮机组的密封性，提高整体的运行效率。（5）接触型汽封将密封片直接安装在汽封块的中间部分，密封片能够自动调节，目的是保持与汽轮机组相接触，这样可以实现间隙的稳定，间隙可以调整到零，提高了汽轮机组的密封性。（6）刷式汽封用耐高温的金属刷式密封条代替汽封齿，刷式密封条具有弹性，能够减振，一方面能够减小间隙量，保证其密封效果。另一方面能够降低摩擦振动，更加可靠，能够有效降低漏量，热耗能够降低1.5%以上。（7）大齿轮汽封在梳齿性汽封的基础上，加大齿径向宽度，制作材料选取铁素体，保证其强度，铁素体产热小，保证密封间隙。以上介绍了几种类型的汽封方式，分析每种汽封方式的优点，在火力发电厂选取汽封方式时应根据自身状况、实地考察、提效目标进行慎重考虑，科学选择，节能提效。

2. 保证真空系统的严密性。真空系统不严密主要表现在一定的负荷下真空值显示低于正常，而且随着负荷的增加真空值升高。火力发电厂可以通过定期的检查凝汽器、抽气器以及各个阀门等设备的真空系统来保证真空系统的严密性。在检查过程中出现真空表指示偏低、凝汽器的端差指标过大、排气温度指示指标偏高以及汽轮机组出现振动等现象，就说明汽轮机组中的凝汽器真空度不严密。对于真空系统不严密设备，及时用专用的检漏设备进行检测，发现漏点及时处理，分析漏点原因并做问题记录，以备不时之需。

3. 提高凝汽器换热效果。降低凝汽器传热端差可以有效地提高凝汽器的换热效果，提高总传热系数最有效的方法有改善冷却管道的清洁度和提高真空系统的严密性。所以为了有效地提高传热效率，及时投放胶球清洗装置。胶球清洗装置是能够清洗冷却水管表面的结垢、脏污以及堵塞等不良现象。保持定期对汽轮机组利用循环水进行清洁，防止树叶、塑料薄膜等杂物堵塞管道，降低胶球清洗装置的收球。另外还要保持循环水对汽轮机组进行清洁，防止铜管堵塞。蒸汽的品质管理也是能够提高传热系数的因素，蒸汽中带有盐将很容易在凝汽器中的冷却管形成污垢，带有酸性物质可能会使凝汽器管道腐蚀，因此火力发电厂应加强蒸汽的品质管理和循环水的水质检测。

4. 防止热力系统的泄漏。首先火电厂在选取阀门、阀芯以及阀座时应确定合适的材料，保证选取的材料达到强度要求，利用合适的焊接工艺和热处理工艺，保证焊接后材料能够满足汽轮机组的工作需要。其次在各种阀门的机加工工艺能够很好满足汽轮机组的严密性要求，保证其阀门制件的配合和精度，在装配过程中，要严格按照装配工艺，保证各个阀门的预紧力符合工艺要求。最后，火电厂应定期检查各种阀门的密封状态，对存在问题的阀门尽快更换，减少能源损失。

总之，在提升火力发电厂经济收益中，加强汽轮机节能提效的治理是其主要方式之一。而完成汽轮机节能提效的措施是非常多的，文中笔者主要从汽轮机能源损耗的主要因素、汽封换型改造以及汽轮机节能提效的措施等三个方面进行了分析与研究。然而在实际处理过程中，火电厂必须联系自身的具体状况来确定相应的处理方案，万不可照搬照用。

参考文献

- [1] 张红杰. 火电厂汽轮机节能提效治理的研究. 2019.
- [2] 吕然明. 火电厂汽轮机节能措施研究与应用[J]. 商品与质量. 2019, (42).
- [3] 朱静, 王磊, 郝娜, 等. 火力发电厂汽轮机的节能降耗措施探讨[J]. 科技创新与应用. 2017, (23). 54-55.