

# Research on the Energy Saving Status Quo and Energy Saving and Consumption Reduction Technology of Power Plant Boiler

Shengwen Pei

Shaanxi Deyuan Fugu Energy Co., Ltd., Yulin, Shaanxi, 719000, China

## Abstract

Reducing energy consumption and improving efficiency has always been a difficult problem for thermal power plants, and it is also the key to improve the economic benefits of electric power enterprises. Boiler is an important energy consumption link of thermal power plant. It is of great significance to identify the key problem of excessive energy consumption and put forward the solution, to improve the coal efficiency of thermal power plant, reduce the operation cost, solve the environmental pollution, ensure the stable operation of the unit and improve the overall economic benefit. In recent years, a series of new coal-fired power generation technologies have been proposed to solve the environmental pollution caused by coal burning in power plants, which provides technical support for improving the energy saving effect of coal-fired boilers. Based on this, the paper starts from the basic composition of power plant boiler control system, analyzes the current energy saving status and technology of thermal power plant boiler, and puts forward some improvement strategies.

## Keywords

thermal power plant; boiler; energy saving and consumption reduction; current situation; technology

# 电厂锅炉的节能现状及节能降耗技术研究

裴生文

陕西德源府谷能源有限公司, 中国·陕西 榆林 719000

## 摘 要

降低能耗、提高效率一直是困扰火力发电厂的一个难点,也是提高电力企业经济效益的关键。锅炉是火力发电厂的一个重要能源消耗环节,识别其能源消耗过大的关键问题并提出解决办法,对提高火力发电厂用煤效率、降低运行成本、解决环境污染、保证机组稳定运行、提高整体经济效益具有重要意义。近年来,针对电厂燃煤引起的环境污染问题提出了一系列新的燃煤发电技术,为提高燃煤锅炉的节能效果提供了技术支撑。基于此,论文从电厂锅炉控制系统的基本构成出发,剖析了目前火力发电厂锅炉存在的节能现状与节能技术,并提出了一些改进策略。

## 关键词

火力发电厂; 锅炉; 节能降耗; 现状; 技术

## 1 引言

锅炉是火力发电厂的主要耗能单元,同样也要面对许多节能降耗的问题。为使燃锅炉油充分燃烧,提高燃料利用效率,需对炉膛内的含氧量进行调节,从而达到精确控制,使燃料充分燃烧,节能降耗。同时,采用变频调速技术对锅炉的操作模式进行调节,可使它更容易地进行操作,余热得到有效利用,提高了系统的变频效率。采用节能、高效的工艺,既可以防止资源浪费,又可以减少对环境的污染,从而达到最大的经济效益。

## 2 锅炉控制系统的基本构成

### 2.1 蒸汽压力控制系统

在压力蒸汽系统中,将根据用户的需求,对其炉内气体压力进行自动调节和人工调节,以达到自动控制的效果。当锅炉中的蒸汽压力比总量显著增大时,加热炉中的蒸汽输出就会增大,从而使加热炉中的压力下降,而相反,则会使加热炉中的蒸汽输出和压力增大<sup>[1]</sup>。在这种情况下,利用 PLC 控制器可以直接设置各工作锅炉中的压力输出值,对它进行控制,并对输出值进行检测,从而实现对锅炉内部压力的自动计算。计算结果被传送到锅炉的自动控制风机,用以调整风机转速,以达到自动调整锅炉内部温度和排放温度的目的。通过对炉膛进行炉温控制、送风控制、提高风机速度,可以有效地提高炉内的温度,大幅度提高锅炉的蒸汽产

【作者简介】裴生文(1982-),男,中国陕西榆林人,本科,工程师,从事火电厂运行生产管理研究。

量,反之,则会使蒸汽产量受到抑制,以达到对锅炉蒸汽进行动态调节和平衡的目的。

## 2.2 燃烧控制系统

作为一种重要设备,它的工作效率和可靠性都将得到很大提高,通过对变频传感器中的自动控制信号的控制,锅炉操作人员可以对锅炉中的煤粉数量进行控制,并对鼓风机的运转速率进行自动调整,以达到对燃料的给送速率的调节,最后使锅炉中的气体含量处于最优的平衡状态,使锅炉长期工作在最优的工作条件下,从而延长其使用寿命。

## 2.3 水位调节系统

内部水位是锅炉正常运转的一个关键控制变量,若锅炉长期处于燃料分离、高水位状态,将会造成燃烧速率降低,燃烧效率降低,而水位过低时,又会引起锅炉的压力过高,甚至会引起爆炸。因此,对锅炉内水位的控制和调整,以保证它在一个合理的工作范围内,是现代锅炉控制系统中的一项重要技术。目前,工业生产中的锅炉普遍采用三段式大冲洗水量的水位控制方式,主要是利用气水泵、锅炉蒸汽流量等指标,利用 PLC 逻辑控制器来进行数学计算。当前,典型锅炉三段水位控制系统可以对水位进行有效控制,使得水位对锅炉的控制过程产生不利影响,由变频器构成闭环控制器后,再由 PLC 进行逻辑控制,通过向控制变频器传送控制信号,对泵的蒸汽速度进行调整,以达到自动改变和调节水位的目的,最后对水位进行动态控制。

# 3 火力发电厂锅炉运行中的节能现状

## 3.1 锅炉的水质状况不佳

按照生产流程,要想高性能发电,需要对锅炉的水进行处理。但在现实生活中,有些电厂没有配套的水处理设备,有些电厂的炉蓄水区也没有设置滤水器,导致锅炉在运行过程中,大量余热排出后不经过任何处理就继续利用,造成节能效果显著降低。同时,不洁净的水流入锅炉后,大量的杂质就会堆积在蓄水池里,受热后,附着在管壁上的污垢,长期接触会产生水垢<sup>[2]</sup>。此外,在供热过程中,还存在着大量的热损耗和大量的热被水垢带走,这些都会影响到电厂的发电效率。研究表明,如果水垢沉积在 1mm 以上,就会使附加热损耗增加 5%,所以发电时若能将水加以治理,则可降低因水质而造成的电能损耗,进而节约电厂投资,增加效益。

## 3.2 燃料品质的问题

燃煤是电厂锅炉燃烧时所燃烧的天然能源,煤的类型很多,品质也各不相同,不同品质的煤在燃烧时对锅炉及周围环境产生的影响也不尽相同。同时,锅炉燃烧所用的煤炭资源以原煤为主,而原煤是未经加工的原材料,在燃烧时往往会发生一些改变,特别是在外部因素影响下,不能完全燃烧,导致了大量煤炭资源的浪费。

## 3.3 热电厂锅炉设备问题

高质量的设备是电厂正常生产的保证,锅炉设备是电厂最重要的设备,选用合适的锅炉可以使设备的性能达到最佳。当前,受材料和工艺等因素的制约,电厂锅炉的燃烧效率受到很大限制,总体上仍停留在一般的水平上。同时漏风量,也是目前普遍存在的问题,由于锅炉中存在着严重的漏风,导致大量的热损失,影响了热能的利用效率和经济效益<sup>[3]</sup>。由于锅炉设备材料的不同,在燃烧过程中还会产生较大的积炭。由于炉膛结焦导致的炉膛排烟温度升高,吹灰频繁,过热器和再热器的减温水量大,燃料燃烧不彻底,设备不正常工作,从而导致燃料利用率下降,经济效益下降,对环保造成了巨大的压力。另外一个原因是购买的锅炉的型号、能力等与发电厂的实际需要不一致,从而造成锅炉能源效率的下降。当锅炉装置与实际用电负荷不相匹配时,就无法使其达到最佳工作状态,从而导致机组运行不稳定,并导致能源消耗巨大。

## 3.4 锅炉的自动控制程度较低

发电厂需要向用户提供大量的电力,这是一项非常复杂、规模非常大的工作,锅炉装置的类型通常很多,而且数目也很多,所以对负责操作的人员提出了更高的要求。但一些电厂的锅炉设备在运行过程中仍然存在着监测水平不高、与之相配套的测试仪器和设备利用率不高的问题。例如,由于煤炭的燃烧效率较低,不能对其进行有效的控制,而且由于操作人员缺乏经验,不能正确地评价和调整锅炉设备的工作状况,加之监控用煤的作用机理也不够完美,从而导致锅炉装备不能实现最优的工作<sup>[4]</sup>。工作人员的水平也会影响到锅炉的运转能耗,使用的技能越是娴熟,则锅炉的工作能耗就会越小,一名出色的工程师还能够针对锅炉的工作状态,对其内部是否存在的问题进行判断,以此来确保锅炉的稳定运行。此外,中国许多热电厂由于建设年代较长,普遍存在着一些设备老化的问题,这就会导致机组的发电量下降,从而限制了机组的经济效益。

## 3.5 辅助设备的问题

锅炉的主要辅助设备有磨煤机、给煤机、风机、引风机、链条机和出渣设备等,配套设备多、数量多、装机规模大、能耗高等特点。目前,中国锅炉辅机的生产技术水平较低,存在着较大的波动,且各辅机之间的连接不够牢固,存在着噪声污染的问题。工业化快速发展的情况下,电厂购买的锅炉辅机通常都是高配置、高转速传动的机器,然而,在实际生产中,各种辅机却始终无法达到最佳的节能效果,造成了巨大的能源浪费。在锅炉辅机中,通风是一个非常重要的环节,也是必须重视的节能和环境保护部分,在通风过程中大量的热空气被排放到空气中,不仅会导致热量的浪费,其中含有大量的煤渣和灰尘,如果直接排出将对空气造成污染,必须增设一些辅助装置来净化热空气。

## 4 电厂锅炉现有的节能技术

### 4.1 锅炉燃烧技术

为了增加锅炉加热压力，除了对在用锅炉进行改造和改造外，还需要对周围区域的锅炉加热压力进行科学调节，以确保高效分布，避免下部过热而造成热损失；为避免因燃烧装置、空气及粉体混合装置的技术效能低下而导致的热量损耗，有关工程师针对实际环境，对燃烧炉的内部结构进行改造，并采取更为先进的管理方式，对喷雾式粉体搅拌装置、储热式燃烧器、送风式煤粉混合装置进行改进和改进，以充分保障煤粉的充分引燃和稳定燃烧，降低因超高频着火造成的能耗损失<sup>[9]</sup>。对于锅炉引风机装置的改进和改进，重点在于改变以往采用的传统配风模式，采用变频配风模式，减少由于锅炉引风机配风方式变换次数过多而造成的能源损耗。优化除尘灰斗的加热方式，其核心在于将电气加热方式转换为蒸气加热方式，并对清灰灰斗等设备的加热方式进行改造，从而既可以解决积尘的问题，又可以降低采用电加热方式带来的损耗，极大地提升了电厂锅炉的经济和价值。在运行过程中，机组与机组之间的运行参数之间的匹配程度也直接关系到机组的整体效率，而目前采用的稳定运行参数既会增加锅炉的燃料消耗，又会对周围的空气造成不同程度的污染。因此，在电厂锅炉正常运行的情况下，必须对其内部带有辅助功能的启停装置进行合理的调整和设置，比如在用电的高峰时段将动能和所需能源进行转化，从而在用电高峰时段合理保证供电。

### 4.2 辅助设备的节能与降低

电厂辅助设备的效能和发电设备的效能是密切相关的，而这些辅助设备对发电厂的能耗起着不可忽视的作用。因此，在实现电厂锅炉技术领域的节约人力工作的同时，要根据现场情况和情况的变化，在辅机节能降耗技术应用上进行更深层次的思考，才能确保其能量问题的有效解决。第一，针对电厂锅炉节省劳动力的特性以及辅助设备控制系统的性能特征，对其节能方案的设计进行了进一步的改进，同时还将自己多年来积累的经验、节约设计理念、相关知识等，在辅助设备控制系统的节能设计中进行集成应用，从而为减少电厂锅炉的燃料消耗提供一个合理的保障。第二，根据现代发电厂对锅炉操作和辅机系统的节能降耗方法的应用，对辅机系统和设备在运行中的节电效益进行深入分析，以便能够降低有关的风险因素，使其能够大幅度地提高锅炉和辅

机系统的省电状况，以满足现代化发电厂在节能控制方面的多元化需求，为高压锅炉设备的能量问题提供一个新的解决途径。

### 4.3 宽负荷脱硝技术

低负荷情况下，锅炉的燃烧工况不稳定，容易导致污染物排放的波动，使得环保参数的控制更加困难，为了同时满足氮氧化物和烟尘的排放要求，需要采取以下措施：

在省煤器水旁路系统中由主给水管路上憋压阀前引出旁路管道接入省煤器出口连接管，通过水旁路电动闸阀、主给水电动憋压阀控制省煤器旁路流量，提高脱硝系统 SCR 入口烟气温度。锅炉启动或升负荷过程中，首先投入热水再循环系统，循环泵启动后通过调整循环泵出口调节阀开度，使脱硝系统 SCR 入口烟温高于 300℃。在降负荷过程中投运省煤器水旁路系统和热水再循环系统的投入顺序相反，随着负荷的降低，先投入省煤器水旁路系统，若负荷过低省煤器水旁路系统无法满足要求时，再投入热水再循环系统。该技术的特点是在不同负荷下均可实现高效脱硝，同时对锅炉运行无明显影响，可以降低氮氧化物的排放，满足环保要求，同时提高锅炉热效率。在电厂锅炉中应用宽负荷脱硝技术，具体实施过程中，需要针对不同锅炉的特点和实际情况，制定合理的工艺流程和操作条件，以确保宽负荷脱硝技术的稳定性和可靠性。此外，还需要加强锅炉的燃烧调整和设备维护，以减少氮氧化物的排放和保证锅炉高效运行。

### 4.4 余热回收技术

烟气余热利用技术是提高锅炉热效率的重要手段，其原理是将锅炉排放的烟气通过余热回收设备，将热量转化为有用能源，这种技术的特点是在不影响锅炉主体运行的前提下，不仅能实现能量的高效回收和利用，还有利于降低煤耗，减少温室气体排放，实现节能和环保的双重目标。余热回收利用技术包括了比较多的内容，主要有：第一，对烟气余热进行预热管理，利用烟气余热预热空气的实际应用，可以提高炉内的温度，减小烟气的热量损耗，降低因燃料不完全而造成的能量损耗。第二，利用烟气余热预热燃烧也可以降低燃料的粘度，这样当燃料进入锅炉之后，就可以获得很好的燃料雾化，有效提高燃烧温度，使锅炉内部的热量得到更高释放，从而达到节能降耗的目的。根据能源来源，对余热资源进行了分类见表 1。

表 1 余热资源分类

预热来源	特点	占比
高温烟气余热可燃	数量大、分布广、节能潜力大	50%
冷却介质余热	温度属于中低温	20%
废水废汽余热	低品位，蒸汽或凝结水余热	10%~16%
可燃废气、废料余热	温度较高	8%
化学反应余热	存在于化工行业	低于 10%
高温产品和炉渣余热	工艺需要，温度高	4%~6%

## 4.5 变频技术

将变频调速技术与应用相结合,主要是为了对各类机电设备进行管理,使其运行符合目前的生产管理需要,从而减少发电厂的资源损失,提升发电厂的经济效益。锅炉操作中,要根据目前的实际生产能力,工作人员要合理地设定锅炉的运转功率,对锅炉的特定功率消耗进行有效控制,一般都是通过与相应的交流电动机和计算机辅助装置配合,来调节自己的频率。比如,与相应的变频技术相结合,还可以优化和改进锅炉的水泵,通过对水泵的转速的控制,实现水泵的工作效率的优化,使水泵的实际工作效率达到目前的发电要求。具体应用分析如下。

### 4.5.1 可编程控制器

在高压锅炉机电自动化一体化控制系统中,PLC是其核心组成部分,可以让使用者在预备使用有关科技装置时,以手工方式把应用程序直接写到前板控制器上,当电量耗尽时,使用者可以使用预设的程式。常用模块具有两种工作方式:调节和运行模块,包含前馈,基本调节以及脉冲技术输出。该系统的一项重要功能就是对锅炉全工况信息进行实时、远程监测,通过对锅炉运行状况的实时识别,能够在紧急情况下,迅速地对各类锅炉的紧急情况做出反应,从而使逻辑操作的精度得到进一步的提升,同时也能保证机组的安全运行。同时,还可以实时监测炉内压力等多种参数,对所输入的参数进行过滤,以此来初步判定机组的工作状况,以达到以科学操作为目的,以提高机组的使用效率,确保机组的安全运行。

### 4.5.2 变频变压调速器

在实现大规模锅炉节能和控制之前,必须对变频调速系统进行研究,持续地提高效率,减少企业的运行能耗,减少不必要的费用。变频变压调速器主要是通过合理调整电动机的速度及电源的输入频率来达到对电动机运转的调整,从而合理实现电动机的运行。采用变频调速技术,可使电力变换模式发生变化,使交、直流供电的电气过程相互协调,逐渐发展成为一种集成型的变频调速系统和调压装置。采用液压变频调速装置和可变流量变压调速装置,实现对锅炉水位、风压、燃烧等参数的实时控制,并对运行工况进行了自

动调整。

### 4.5.3 水位调节装置

采用水位传感器实现对锅炉水位的准确测量,将探测到的水位数据存储后,传送到PLC,由PLC的软件来对其进行辨识。首先,对最低水位值进行探测,如果水位是低电平,就意味着水位过低,必须对其进行补水工作,一般情况下,锅炉水位控制系统中的执行部件——电动机,对供水和排水进行控制,这里的电动机是正向的,它代表着给水的运行;如果最低水信号是高电平,则说明水已经超过了最低水,接着对最高水进行检测,如果最大水是低电平,则说明水位没有超过最大水位设置,水位维持在一个设置的范围内,不需要加/排水,这个时候,电动机就会停止旋转;如果最高水位是高电平,则说明有大量的水需要进行排水作业,这时马达反向,指示向外排水。这样就能使水位维持在一个稳定的水平。

## 5 结语

总之,电厂锅炉的节能技术可以节省能量,提高发电企业的经济效益,同时也有利于环保,值得在实践中推广。目前,电厂锅炉在使用过程中面临着水质、燃料和控制水平等诸多问题,要想使其更好地发挥作用,就必须强化对机组运行中的系统进行管理,把辅机的节能降耗技术和变频调速技术加以改进,把热量的回收处理好,使其达到最大限度地节省能量,达到节能、环保的可持续发展的目的,从而提高生产效率。

### 参考文献

- [1] 马野,孙强.节能降耗技术在电厂锅炉运行中的应用[J].电站系统工程,2023,39(2):75-76+81.
- [2] 祝朝阳,谭文,吴海江等.节能降耗改造技术在电厂锅炉中的有效运用[J].冶金管理,2022(24):85-89.
- [3] 高阳.节能降耗技术在电厂锅炉运行中的应用[J].能源与节能,2022(12):98-100.
- [4] 徐鸿恩.节能降耗技术在电厂锅炉运行中的应用[J].自动化应用,2022(6):55-57.
- [5] 李旭,董达,陈学兵,等.电厂锅炉送风机节能改造方案分析[J].黑龙江电力,2022,44(3):267-270.