

谈内燃机与燃煤发电机组热力系统耦合特性

王坤

上海能源建设工程设计研究有限公司 上海 200135

【摘要】在当前的火力发电事业当中，内燃机以及燃煤发电机组得到了广泛应用。而在实际发电过程期间，内燃机与燃煤发电机组运转中，其能源转化过程往往存在耦合特性，这主要是由于内燃机与燃煤发电机组之间能量传递以及相互影响所造成的。内燃机主要是以燃油燃烧产生动力，生成高温高压气体，进而驱动发电机组持续运转生成电能，燃煤发电机此时通过燃煤燃烧，生成蒸汽进而推动汽轮机发电。实际运转过程期间，内燃机与燃煤发电机组的耦合特性主要表现在以下几方面：首先，内燃机与燃煤发电机组热力系统耦合特性是相互的。内燃机运转所生成的高温废气，可投入到燃煤发电机组锅炉的加热环节中，提升燃煤燃烧的综合效率水平，也可驱动燃煤发电机组汽轮机的运转，获取较为理想的发电效率。与此同时，燃煤发电机组运转过程中的余热，也可投入到内燃机进气的加热环节中，使内燃机的燃烧效率大幅度提高。其次，内燃机与燃煤发电机组之间电力系统也呈现出相互耦合状态，通过电网将内燃机和燃煤发电机组有效联系起来，再根据电力能源的具体需求进行设备调整，促使内燃机和燃煤发电机组呈现出最佳的发电和经济效率。

【关键词】内燃机；燃煤发电机组；热力系统；耦合特性

The coupling characteristics of internal combustion engine and thermal system of coal-fired generating units are discussed

Kun Wang

Shanghai Energy Construction Engineering Design and Research Co., LTD. Shanghai 200135

【Abstract】In the current thermal power generation industry, internal combustion engines and coal-fired power units are widely used. During actual power generation, the energy conversion process of these engines and units often exhibits coupling characteristics, primarily due to the energy transfer and mutual influence between them. The internal combustion engine generates power by burning fuel, producing high-temperature, high-pressure gases that drive the power unit to continuously generate electricity. Coal-fired generators, on the other hand, produce steam through coal combustion, which drives the turbine to generate electricity. During operation, the coupling characteristics between the internal combustion engine and the coal-fired power unit are mainly reflected in the following aspects: Firstly, the thermal system coupling between the internal combustion engine and the coal-fired power unit is mutual. The high-temperature exhaust gas from the internal combustion engine can be used to heat the boiler of the coal-fired power unit, enhancing the overall efficiency of coal combustion, and can also drive the turbine of the coal-fired power unit to achieve optimal power generation efficiency. At the same time, the residual heat from the coal-fired power unit can be used to heat the intake of the internal combustion engine, significantly improving its combustion efficiency. Secondly, the electrical system between the internal combustion engine and the coal-fired power unit is also mutually coupled. The power grid effectively links the internal combustion engine and the coal-fired power unit, and equipment adjustments are made based on specific power demand, ensuring that both the internal combustion engine and the coal-fired power unit achieve optimal power generation and economic efficiency.

【Key words】internal combustion engine; coal-fired generating unit; thermal system; coupling characteristics

1 燃煤发电机组热力系统热经济性指标

1.1 锅炉的热效率以及热损失率

在对火电厂燃煤发电机组热力系统热经济性水平评估的过程中，锅炉热效率以及热损失率往往是不可忽视的核心重要指标。其中热效率主要是指锅炉在煤炭燃烧过程中，热能能够转化为蒸汽能量的具体比例，通常以百分比的形式呈现。在不断提升锅炉热效率的同时，能够减少燃煤的持续损

耗，优化燃料的综合利用水平，同时也能减少污染物的排放量。但即便是再高的热效率锅炉，其运行过程中仍旧不可避免会存在热损失。这部分热损失主要是由于锅炉燃煤燃烧过程中，基于对流、辐射以及传导等方法所造成的热损失。在不断降低热损失率的同时，整个系统的热经济性也能进一步提升，有效延长各类设备的运转寿命，避免能源的不必要浪费。为有效保障燃煤发电机组热力系统热经济期指标达到理想成效，相关工作人员不但要提升锅炉热效率，减少热损失率，整个系统还要进行综合优化设计。例如，相关工作人员要恰

当合理地配置各类管道与设备,降低热能传输过程当中的能量损失;还要引入更为先进的燃烧控制技术手段,使燃煤的燃烧效率水平更为理想。定期组织开展设备检修维护工作,让系统在正常运转状态下合理提升热力系统的经济性。由此看来,为有效提升燃煤发电机组热力系统的热经济性指标,需要相关技术人员综合优化系统各个方面,着重针对锅炉热效率和热损失率做出完善,有效实现提高生产效率、节能减排的目的。

1.2 管道的热损失率和热效率

在燃煤发电机组热力系统各部分组成结构当中,管道往往发挥着至关重要的作用,其管道的热效率和热损失率将直接影响整个系统的热经济性指标。这是由于管道能量传输过程中,不可避免地会出现热损失状况。如果管道热损失率过高,那么就会形成较为严重的能量浪费,引发不同程度的成本增长。因此,相关技术人员针对燃煤发电机组热力系统优化设计工作,要选择较为恰当合理的管道材料、绝缘材料,针对管道布局做出科学优化,这对于提升燃煤发电机组热效率、降低热损失率来说具有良好作用。想来说,工作人员首先就要选择恰当适合的管道材料,其中导热性较为理想的材料能够缩减管道的热传输阻力,使管道的热效率更为理想。除此之外,技术人员还要积极选用耐高温和耐腐蚀性材料,这能让管道在高温和高压环境下,保持稳定运行状态,降低破损问题的发生概率,减少能量损失以及维护成本支出。其次,在降低管道热损失率方面可选用绝缘性材料。这类绝缘性材料能够让管道在热传导过程中,阻隔热量向周围环境不断散发,有效减少能量的损失。工作人员在绝缘材料选择的过程中,需要针对绝缘材料的导热系数、温度覆盖范围以及长期运行稳定性等参数指标进行深入考量,确保所选材料在高温高压环境下也能保持热能阻隔水平。最后,针对管道布局进行合理优化,提升管道系统的热效率、降低热损失率。在此过程中,相关技术人员要对管道的走向、管道长度以及连接方法进行优化设计,减少热能传输的损失问题,提升热传输的综合效率。

1.3 汽轮机的绝对内效率和能源损失率

在对燃煤发电机组能源利用效率进行评估的过程中,热力系统的热经济性指标往往是核心重要参数部分,在这当中汽轮机的绝对内耗率和热源损失率,将会直接影响热经济性水平。在汽轮机热力循环条件处于固定状态,汽轮机在热源当中不断吸收能量之后,其转化水平便属于汽轮机的绝对内效率。这一参数指标与汽轮机工作状态下的压力和温度息息相关,同时也会涉及汽轮机各部件的损失。汽轮机展现出较高的绝对内效率值,那么便代表着汽轮机从燃煤燃烧过程中的能量转化能力愈发理想,燃煤的利用效率也相对更高。而热力系统在排放废热过程中所出现的能量损失便是热源损失率,这一参数指标代表着热力系统的散热效能。能源损失率不断下降,便代表着热力系统所排放的废热更少,能源的综合利用效率越发理想。为提升燃煤发电机组热力系统的热经济性,相关工作人员要合理优化汽轮机的绝对热效率并降

低冷源热损失。这就需要工作人员针对当前设备进行更换,深入开展技术更新工作,提升汽轮机的运行参数水平,其中包括汽轮机的压力、温度等参数信息,同时还要改进汽轮机内部各个部件的方案设计以及材料种类,使汽轮机的绝对内效率不断提升。除此之外,还要搭配各类更为先进的散热设备,选择更为高效的换热器,从而减少对流散热和辐射散热,进而减少热力系统的废热排放量。

1.4 汽轮机的机械效率以及机械损失率

汽轮机的机械效率以及机械损失率,直接决定着汽轮机的发电效能以及能源利用水平。其中汽轮机机械效率,则代表着汽轮机的输出功率以及理论最大输出功率比例,大多以百分比的形式呈现。而机械损失率则代表着汽轮机的实际损失功率与输出功率之间的比例,也是以百分比的形式呈现。汽轮机机械效率将会直接影响燃煤发电机组的热经济性指标,如果机械效率过低,那么汽轮机的输出功率会严重下滑,电网的能源供应能力也会不断降低,使发电效率大打折扣,让发电机组的能量消耗和污染物质排放量大幅度上升。与此同时,汽轮机机械损失率的不断提升,会让汽轮机的运行成本持续增加,严重影响燃煤发电机组的经济性。因此,工作人员在燃煤发电机组设计以及运转的过程中,不但要提升汽轮机组的机械效率,降低机械损失率整个热力系统的运行参数还要得到再次优化。通过恰当合理的设备配置,引入更为科学先进的操作方法,才能达到节能减排,高效利用能源的目标。

1.5 发电机的运行效率和能量损失率

在对燃煤发电机组热经济性指标评价的过程中,发电机运行效率和能量损失率往往是核心重要参数指标。发电机运行效率主要是电能输出功率与燃料能量输入功率之间的比例,大多以百分比的形式呈现。能量损失率则代表发电过程期间,未能成功转化为电能的热能量占总能量的比例。在持续燃煤发电过程期间,发电机组运行效率往往会受到多方面因素的影响,这就需要寄生源明确具体影响因素,有效提升发电机组的运行效率,采取恰当合理的措施和方法,提升锅炉的燃烧效率、调节汽轮机的运行参数,引入更为先进的冷凝器等设备。

2 烟气余热高压换热器的耦合特性

2.1 燃气余热高压换热器耦合位置对于燃气发电机组抽气量的影响

在燃煤发电机组当中,燃气余热高压换热器耦合位置,会对燃煤发电机组抽气量产生较大影响,这一问题需要引发相关技术人员的着重关注。这是由于换热器所处位置不但会对系统的热效率产生影响,整个发电系统的运行稳定性都会出现较大波动。煤电厂运行过程期间,燃煤发电机组抽气量是影响发电效率的核心重要参数,换热器耦合位置将直接关系到抽气量的控制和调节。通常情况下,燃气余压高压换热

器耦合位置离锅炉出口位置越近,那么抽气量也会越高。这是由于燃煤燃烧过程中所产生的烟气温度越高,其传热效率也更为理想,热能利用水平也更为出众,所以将换热器耦合位置距离锅炉出口保持较近距离,那么换热效果便可达到理想标准。但也需要注意的是,抽气量过大会导致系统压力无法保持稳定状态。除此之外,烟气余热高压换热器耦合位置离锅炉出口过远,那么就会出现能量浪费现象,使锅炉的热效率严重下滑。这就需要相关工作人员综合考量系统的热效率和稳定性,恰当调节抽气量,找出最佳的平衡点。

2.2 烟气余热高压换热器耦合位置对于燃煤发电机组再热蒸汽量的影响

在燃煤发电厂当中,燃气余热高压换热器往往发挥着至关重要的作用,能够将燃煤发电过程中的烟气余热,有效转化到其他生产环节再次利用,可投入到蒸汽的预热再热部分中。与此同时,燃煤发电机组当中,再热蒸汽属于能够提升机组热效率的重要介质,也是调节输出功率的核心控制参数。而烟气余热高压换热器耦合位置,对于燃煤发电机组再热蒸汽量会产生较大影响。换热器位置会影响烟气传热效率,同时也会影响再热蒸汽的温度和质量。其次,换热器与发电机组各类配件的匹配性,会影响再热蒸汽量,如果匹配度不佳,便会让燃煤发电机组热效率下滑,无法保障发电效率水平,这就需要相关计算的充分考量耦合位置对于再热蒸汽量的影响,随后进行科学合理的设计与优化,确保发电机组的热效率稳定性。

3 烟气余热低压换热器的耦合特性

3.1 烟气余热低压换热器耦合位置对于燃煤发电机组抽气量的影响

在燃煤发电厂当中烟气余热低压换热器往往发挥着重要作用,能够借助燃煤发电机组的高温燃气余热,实现锅炉进水的预热处理,进而提升锅炉的热效率水平。而在燃煤发电工作持续开展过程中,抽气量往往是核心重要参数信息,直接影响发电机组的热损耗和电损耗。由此看来,燃气余热低压换热器耦合位置对于抽气量会产生重要影响,其耦合位置包括了燃煤锅炉的厚度以及汽轮机进气环节。锅炉的后部,烟气余热低压换热器可完成燃煤燃烧形成高温烟气的换热步骤,使烟气余热及时传递到锅炉进水当中。汽轮机的进气部分,烟气余热低压换热器会对汽轮机的抽汽量产生巨大影响,耦合位置更为靠近锅炉后部状态时,便可合理利用烟

气余热实现锅炉进水预热处理,提升锅炉的热效率水平,减少燃煤的消耗量。

3.2 燃气余热低压换热器耦合位置对于燃煤发电机组热损耗影响

在燃煤发电机组当中,烟气余热低压换热器属于较为重要的余热回收设备,通过余热回收提升发电机组的热效率水平。而烟气余热低压换热器的耦合位置,直接影响燃煤发电机组的热损耗率。通常情况下,烟气余热低压换热器会设置在锅炉烟道系统当中,从而直接利用燃煤燃烧形成高温烟气的余热。借助烟气余热低压换热器,热损耗率便可得到大幅度缩减,使燃煤发电机组的热效率水平全面提升。除此之外,烟气余热低压换热器耦合位置,还会对系统的稳定性和运行成效产生巨大影响,相关设计人员要充分考量燃煤发电机组的烟气温度、冷却介质等因素,确保燃气余热低压换热器发挥良好作用,提升发电系统的综合性能水平。

3.3 烟气余热低压换热器耦合位置对于系统热效率和性能的影响

在工业生产余热利用系统当中,烟气余热低压换热器往往是至关重要的设备,其耦合位置将直接影响系统的节能环保效能。燃气余热低压换热器耦合位置的选择,需要相关工作人员充分考量热传递效率、换热器受热面积以及传热系数,在烟气余热低压换热器选择设计过程中,必须深入分析当前工作条件,依据烟气的温度、流速以及含尘量,明确最佳耦合位置。实际工程项目当中,工作人员往往会在锅炉烟道和集尘器排烟管道当中设置烟气余热低压换热器耦合位置,充分利用燃烧产生高温烟气的余热,充分发挥出各类能源的良好价值。除了耦合位置的选择外,烟气余热低压换热器的材质和结构也是影响其性能的重要因素。选择适合的换热器材质可以提高其耐高温、耐腐蚀的性能,延长其使用寿命。

4 总结

火电厂相关技术人员深入开展内燃机与燃煤发电机组热力系统耦合特性研究工作,能够提升各类能源的利用效率,减少污染物排放的环境污染。通过内燃机与燃煤发电机组能量转化以及相互影响的良好利用,便可实现各类能量的充分利用,恰当合理地配置各类资源,推动清洁能源的不断发展和进步,为能源可持续发展作出支持和贡献。

参考文献

- [1]周璐瑶.二次再热燃煤发电机组系统优化与能量梯级利用研究[D].华北电力大学(北京),2018.
- [2]付亦葳.基于EBSILON的燃煤发电机组特性研究与节能优化[D].西安热工研究院,2018.
- [3]王际洲.燃煤发电机组热力系统机理模型及非设计工况运行特性研究[D].华中科技大学,2016.
- [4]王莹莹.基于碳捕集的燃煤发电机组热力系统性能研究[D].华北电力大学,2016.