

浅谈火电厂汽轮机节能降耗措施

徐田欣 李 昭

华电平江发电有限公司, 湖南 岳阳 414000

[摘要]自从2007年国家发改委推出《节能减排综合性工作方案》开始,举国上下正式打响了节能减排战役,各行各业都在积极探索和落实节能降耗措施,以期借助减排降耗有效降低企业运营成本,从而实现运行效益提升,火电厂作为我国重要电力能源生产企业,也面对着汽轮机能源消耗过大问题,基于此文中首先分析论述火电厂汽轮机技术及汽轮机节能降耗的重大意义,然后立足于多个角度探讨火电厂汽轮机节能降耗具体措施,希望引起火电厂的重视。

[关键词]火电厂;汽轮机;节能降耗措施探讨

DOI: 10.33142/ec.v5i11.7178

中图分类号: TM621

文献标识码: A

Brief Discussion on Energy Saving and Consumption Reducing Measures of Steam Turbine in Thermal Power Plant

XU Tianxin, LI Zhao

Huadian Pingjiang Power Generation Co., Ltd., Yueyang, Hu'nan, 414000, China

Abstract: Since the national development and reform commission launched the “Comprehensive Work Plan for Energy Conservation and Emission Reduction” in 2007, the whole country has officially launched the campaign of energy conservation and emission reduction. All walks of life are actively exploring and implementing energy conservation and consumption reduction measures, with a view to effectively reducing the operating costs of enterprises by means of emission reduction and consumption reduction, so as to improve operational efficiency. As an important power energy producer in China, thermal power plants are also facing the problem of excessive energy consumption of steam turbines. Based on this, this paper first analyzes and discusses the great significance of steam turbine unit technology and steam turbine energy conservation and consumption reduction in thermal power plants, and then discusses the specific measures of steam turbine energy conservation and consumption reduction in thermal power plants from multiple perspectives, hoping to attract the attention of thermal power plants.

Keywords: thermal power plant; steam turbine; discussion on energy saving and consumption reducing measures

引言

汽轮机是火电厂重要电力生产设备,随着我国资源能源紧张问题的不断加剧,火电厂汽轮机能源消耗过大问题越来越受各相关方面的关切与重视,由于煤炭价格持续增长,无形中大大提升了火电厂运营成本,这种情况势必会对企业运营经济效益造成不良影响,因此亟需落实切实有效的节能降耗措施,以便最大限度的降低汽轮机运行过程中的能源消耗,借此为实现火电厂运营经济效益最大化提供助力,由此可见,当务之急就是合理探讨汽轮机节能降耗具体途径与有效策略。

1 简析汽轮机组技术及其节能的意义

汽轮机的运转是将蒸汽热能转换为动能实现的,其主要作用是把蒸汽热能有效转化成为机械能再输出,其中最关键的两项工作就是冲动作用以及反动作用。冲动作用指的是汽轮机组受到来自高速蒸汽下蒸汽流动方向改变形成的冲击力的作用,使动液汽道转动方向发生了改变,叶片在冲击力作用下转动起来开始机械做工。叶片在因为汽轮机汽道中蒸汽膨胀和加速而产生的冲击力作用下开始做功,这时的作用被称作反向作用。这两中作用不同的地

方在于冲动做功产生了气流方向变化,而反动过程中仅仅是蒸汽加速、膨胀等没有产生方向变化。

煤炭以及电力等这些能源都是我国社会经济赖以发展的支撑,不过这些矿场资源大部分都是不可再生的,不能充分的满足当前社会的飞速发展需求。实施节能降耗不仅能使能源利用率得到提高,有效地缓解当前能源消耗量大的问题,还能和国家倡导的生态可持续发展理念相吻合,经济增长模式实现转变,防止环境污染情况比如雾霾、酸雾等出现,承担起保护环境的企业责任。^[1]

2 汽轮机能量的影响因素

2.1 设备因素

火电厂汽轮机的组成元件的重要零件就是气缸,气缸的作用是能够有效的空气和汽轮机流通部分隔离开,使汽轮机中的蒸汽机能够正常的发挥作用,为蒸汽机的机械运动提供充足的电力。为了进一步降低汽轮机的能量损耗。可以从气缸的工作原理入手,使气缸能够更加高效地发挥作用。通过与国外的技术相比,我国目前汽轮机发展还达不到国外的水平,还存在着技术人员能力参差不齐的现象。为了解决我国自主研发的气缸的不足之处。提高整个气缸

的工作效率,使之满足额定的功率,提高气缸的运行效率避免在运行过程中出现能量耗损的问题,使能量损耗控制在合理的范围内。

2.2 外界环境因素

通过分析汽轮机运行效率的影响因素发现环境的温度和压力,会对火电厂汽轮机的运行效率有不良的影响。当气缸在正常工作期间燃料在进行燃烧时除了释放能量以外,还会对周围环境的温度造成影响。温度变化的主要原因就是空气的吹入量以及水的喷入量,如果水的喷入量超出合理的范围,气缸的压力就会在瞬间变大,使汽轮机不能正常的发挥作用,同时供应同等的电力煤耗会增加。在这种情况下,如果不能及时的供应燃料,不但温度达不到标准,而且还会影响气缸的正常运行,在加热器内部形成积垢。而如果是空气量吹入不足,气缸内部的压力就会减小,投入的燃料就不能充分的燃烧,使气缸的工作效率降低,汽轮机运行过程中产生的能量损耗增多。

2.3 电力负荷因素

由于我国科技的限制,我国电网的电流还处于不稳定运行状态,不能保持电流稳定的供应,所以,为了增强电网的稳定程度一直重视研发相关技术。电流的不稳定性体现在电力负荷变化幅度大以及峰谷高低落差明显两个方面。为了能够使火电厂汽轮机能够正常的工作,需要从自身进行调整,更好适应我国电流不稳定的性能特点。在这个过程中不可避免的会出现汽轮机做无用功的情况,导致出现一部分的能量损耗问题。

3 火电厂汽轮机节能降耗的主要措施

3.1 强化凝汽器运维管理

对于凝汽器的管理一定要加强力度,着重从降低热负荷和冷却免清洗两方面入手加强管理。首先说一下热负荷控制。有效地控制凝汽器热负荷能够极大的提升设备运行效率,这对于降低汽轮机能耗是非常有利的。在控制热负荷的时候一定要结合凝汽器具体运行情况,可以将雾化喷头妥善安设在喉部,这样一来经过接触传热、吸收热气之后就可以有效控制热负荷了。其次说一下冷却免清洗。凝汽器的运行会有污垢产生,如果长期没有进行处理的话会对凝汽器运行效率造成不良影响,这样一来汽轮机运行能耗就增加了。因此为了使凝汽器能够顺利正常地运行,技术人员一定要对凝汽器冷却面开展定期的检查清洗,选择清洗方式的时候要结合实际情况,可供选择的清洗方式有酸洗和干洗等。清洗过程中判断冷却面污垢情况时可以借助标准数据进行,初级阶段的冷却面污垢在清洗的时候可以使用干洗方式,对于存在时间过长的污垢进行清洗的时候只使用干洗方式清洗不彻底,这时候应当使用混合酸洗方式进行清理,另外应当把 50%浓度的氨基磺酸加入到酸洗剂中。正式清洗的时候要结合实际情况将氢氟酸等清洗剂合理的加入进来,这对于提高清洗效果非常有帮助。

3.2 凝汽器真空效果优化

汽轮机若想实现稳定且高效的运转的话,凝汽器必须得实现最佳真空效果,这样的话对汽轮机做功效率的提高也是非常有利的,能够有效降低汽轮机能耗。为了能够使凝汽器真空值控制在合理范围内,可以按照以下几点操作。其一,保证汽轮机的密闭效果是非常强的,同时还要定期不定期的检测试验汽轮机真空水平,对真空程度进行明确的时候可以使用灌水方法。其二,对循环水检查力度一定要强化,对检测结果有针对性的处理的时候一定要结合火电厂运行的具体情况综合考虑,如果有必要的话对循环水质处理的时候可以使用药用物质。其三,对真空泵开展管理维护工作的时候力度要加强,保证正常运行状态中的水文一定控制在 25℃ 以下,如果出现了明显的温度变化一定要查明原因进行有针对性的处理。其四,对冷却水塔运行状态要进行密切地观察和了解,如果发现堵塞情况要第一时间解决。最后,对凝汽器水位要及时的观察,保证其在合理范围内,防止因为过高的水位减少冷却面积导致降低了凝汽器真空状态。^[2]

3.3 给水温度的有效控制

给与温度和燃料消耗有着重要的关系,因此火电厂发电运行中一定要对给水温度加强管理控制力度。其一,对加热装置进行维护的时候水平亟需提高,为了防止加热钢管有漏点出现需要定期的对加热钢管进行详细全面检查,如果发现漏点要及时的修补完好。其二,对机组进行操作的时候必须严格按照运行规程执行,保证高加投入率,将汽轮机启停时的水温进行合理地控制。除此以外,还要定期清理管道防止热管积垢增多影响供热效率,将温差应力和热应力控制在合理范围内。

3.4 优化汽轮机的启停过程

对火电厂汽轮机启停环节要进行优化,为了控制汽轮机运行能耗,在具体操作机组的时候必须严格按照要求执行。其一,在机轮机启动或者是冲转过程中必须要按照操作要求和相关规程等执行,同时还要严格管控检测汽轮机有关的参数,若是发现参数不符合标准值了一定要第一时间采取措施进行处理。举例来说,启动汽轮机阶段凝汽器真空度参数如果比汽轮机冷态冲转参数明显高的话,这是因为在暖管操作环节汽轮机消耗了非常多时间。对于可以采取的措施如下,在汽轮机启动环节技术人员可以采取开高低旁路还有真空破坏门的办法,将凝汽器真空度和主汽门蒸汽压强进行强有力的控制。这样一来汽轮机暖管时间就得到合理控制了,降低汽轮机能耗的目的也就达到了。其二,可以采用“定-滑-定”调解模式,如果汽轮机运转保持在高负荷情况时,为了改变流通面积可以选择调节喷嘴的方法,如果汽轮机运转保持在低负荷情况时;为了使水泵转速得到有效地调控,可以选择顶压调节方式处理;如果汽轮机运转保持在高低负荷之间情况时,为了调整负

荷有效降低进气量可以选择调节气门方式进行处理。其三,汽轮机停机状态应当合理调控设备运行状态和温度。尽最大努力保证将各项参数控制在合理范围内,可以采用滑参数方式执行具体的停机操作。这不仅可以将资源利用率进行提升,还能够将汽轮机各设备温度进行合理控制,使汽轮机整体处于稳定且安全的状态。

3.5 火电厂操作人员综合能力优化

对于火电厂一线生产以及技术人员培训力度需要加强,使其能够有非常强的安全责任意识,另外其专业能力和技能水平也需要持续的提升,工作过程中必须严格按照规范要求执行,将各个设备运行状态进行合理的控制,能够及时妥善的处理运行中的故障以及安全隐患,使汽轮机运行更加稳定且节能高效。

4 电站汽轮机通流提效节能改造案例

4.1 改造目标

目的是通过对电站气流机通流进行改造,达到以下目的。首先是控制纯凝 30MW 的工作状态下机器运行的热损耗控制在 9920kJ/kw.h, 对运行全过程的热耗率进行控制,提高机组运行的可靠性,避免设备带病运行,从源头降低设备运行的安全隐患,提高机组的使用年限。

4.2 采用先进的技术

本次改进设计工作是我国的自主知识产权,能够达到国际领先水平,是最先进的汽轮机设计方案。通过此次改造能够明显提升汽轮机组的工作效率,使之较之前提高 5%~8%,同时出力能够在之前的基础上增加 10%,使机组的运行安全性能得到保障。

4.3 叶片优化设计及变工况特性

通过对叶片的优化设计能够提高通流改造的经济性,可以采取以下措施进行。

(1) 对于叶片型线的设计是具有我国自主知识产权的,该叶型能够良好的适应宽负荷的运行状态,而且攻角对来流的变化敏感性不强,当进汽攻角在 $\pm 25^\circ$ 的范围之内都能够保持较高的工作效率。

(2) 为了能够保证动叶与静叶内流场的匹配情况,可以优化通流级内叶片设计,提高静叶内的效率,优化动叶内的流场,从整体提高效率。

(3) 流通内部流动的内部特征非常明显,就是明显的非定常特征,通俗来讲就是蒸汽参数以及流动状态会受到时间波动的影响产生变化,所以当气动设计叶栅通道,需要结合这个非定场的特征,模拟出真实的流动状态。

①通过对叶片型线的优化设计,调整好叶片的攻角,提高攻角的适应性,从而能够根据不同的运行状况,保证运行的效率。

②根据末级以及次末级根部的反动度进行调整,保证

能够在低负荷的工作状态下,避免出现回流的问题。通过这种改进方式,能够保证当出现意外工况时,也能够保持较高的效率,解决了动叶根部的水蚀问题,使末级以及次末级根部的使用年限增加。

4.4 调节级设计

在改进之前是采用的喷嘴进行调节,当改造完成之后采用进气调节的方式。但是还存在着部分的汽轮机存在调节级焓降低大的问题,由于出力份额高,导致机组的效率产生的较大的影响。并且由于调节级焓降低大,使整个工况的复杂性增加,而且会产生较大的波动,使整个工作的温度升高,造成机组工作环境恶劣,所以保证机组运行的安全性,必须合理的进行调节和改进。

喷嘴组静叶片将使用高效的叶片,同时,为了保证效果应用了子午面收缩技术,避免出现二次刘损失的状况。通过应用变截面扭叶片,能够明显的提高效率的同时,又能够控制应力的变化,提升整个叶片结构的可靠性能。

4.5 蒸汽泄露控制

为了避免蒸汽泄露的情况出现,当在设计汽轮机的结构时要注意密封,尤其是静止部件以及动静部件的密封工作。动静部件的密封工作主要是进行汽封圈以及转子之间的密封,在原来的设计当中的机组密封性达不到要求,通过升级改造考虑真实的运行状况,优化密封凸台和汽封齿数的设计。在这个过程中,可以采取以下措施,首先要考虑动静叶片叶根、干涉、叶顶汽封的优化设计,避免出现泄露的问题。其次将动叶围带以及转子部位的结构设计成凹凸台形状,增加叶顶汽封齿数,解决叶顶蒸汽泄露的问题。最后要考虑影响运行效率的平衡孔以及隔板气封之间的抽吸状况,通过将这个因素纳入设计之中,保证模拟出真实的流动状态。

5 结束语

目前,能源资源枯竭问题席卷全球,甚至已经对民众日常生活造成了一定影响,为了保证社会可持续发展,节能降耗势在必行,在火电企业运营过程中,汽轮机是能源消耗量最为庞大的机组设备,有效落实科学合理的汽轮机节能降耗措施,可以在保证汽轮机持续平稳运行的基础上,节约汽轮机运行能源消耗,促进能源有效利用,对企业运营发展都极为有利。

[参考文献]

- [1]刘文豪. 火电厂汽轮机节能降耗措施探讨[J]. 能源与节能, 2022(3): 3.
 - [2]夏小旭, 富钟. 对热电厂汽轮机节能降耗措施的相关研究[J]. 建筑工程技术与设计, 2018(7): 3631.
- 作者简介: 徐田欣(1993.10-)女, 汉族, 山东临沂人, 本科, 助理工程师, 研究方向: 热能与动力工程。