

[发电厂]

燃机电厂降低厂用电率可行性分析

文/中油电能气电公司运行部 周良权

厂用电率是指单位时间内厂用电量与发电量的百分比，是发电厂的重要经济指标，影响因素众多，而且众多影响因素很难逐一进行计量统计分析，行业内部意见也不尽相同，不同类型的火电厂的厂用电率数值差别也较大，故该项指标可塑性相对较大。

发电厂发电机组发出的电量称为发电量，发电厂自身维持生产所需的设备运行等消耗的电量称为厂用电量，发电厂供给电用户的全部电量称为供电量。厂用电率是指单位时间内厂用电量与发电量的百分比，是发电厂的重要经济指标，影响因素众多，而且众多影响因素很难逐一进行计量统计分析，行业内部意见也不尽相同，不同类型的火电厂的厂用电率数值差别也较大，故该项指标可塑性相对较大。本文对燃气轮机联合循环电厂生产过程中可能增加厂用电量消耗的各项因素和降低厂用电率的可行性进行了分析。

某燃机电厂始建于20世纪80年代中期，其中1#联合循环机组燃机额定功率为34 MW，汽轮机发电机功率为14 MW，2#燃气-蒸汽联合循环机组额定功率为49 MW，总装机容量97 MW。由于机组发电量受天然气供应量的制约，每年3~11月机组运行，每年1月、2月和12月机组处于检修或者备用状态，每年运行将近7 000 h，负荷率达到80%左右。电厂重点耗能设备21台套，总容量4 547 kW，电动机平均效率达到96%，泵机组平均效率和系统平均效率达到63%。机组运行过程中，水泵一台运行，一台备用，增压机陪同机组运行。机组近5年年平均起停8~9次，年发电5亿kW·h左右，厂用电量2 200万kW·h左右，厂用电

率4.5%左右，厂用电率历史最好水平2008年达到4.34%。厂用电率指标由上级主管部门年初根据当年生产任务及上一年度指标完成情况综合考虑后进行下达，发生影响厂用电率指标的重大因素变化，考核指标每年可进行一次调整，年底上级主管部门进行考核兑现。该厂厂用电率每降0.1%，可增加供电量50万kW·h，增加效益大约30万元，经济效益比较可观。

影响厂用电率的因素及存在问题

1. 机组运行的平均负荷

影响厂用电率最大的因素就是机组运行的平均负荷，因为机组运行过程中，厂用电的消耗基本都是固定的量，机组满负荷与最低负荷消耗的厂用电量基本相当，负荷升高或者降低厂用电量的变化很小，尤其该电厂没有辅助设备，采用变频控制或者变速控制，高负荷率无疑会大大降低厂用电率。该厂机组负荷受天然气供气量的制约，天然气夏季供气量充足，机组可以满足负荷运行，厂用电率较低。春秋季供气量相对较少，基本可以达到80%负荷，厂用电率偏高。理论上，冬季是燃气轮机负荷和发电效率最高的季节，但冬季供气量较少，不能保证一台机组带80%以上负荷，机组无法进入低氮燃烧模式，达不到环保要

求而禁止起动。天然气公司只供给采暖用天然气量,冬季电厂基本不发电,厂用电消耗基本都是现场检修和厂区照明及生活用电,产生的厂用电累加到下月进行统计,所以每年机组运行第一个月的厂用电率特别高,可达到机组年度厂用电率的十几倍。

2. 机组运行方式的影响

首先,机组运行过程中辅助设备设计多为一运一备,循环水泵、真空泵(射水泵)和辅助液压油泵等辅助设备由于某种原因存在两台设备同时运行或者备用设备陪同运行的情况,同比正常情况下无疑增加许多厂用电量。其次,缺少循环水厂冷却水风扇投入和停止的相关规定,致使冷却水风扇投停比较随意。冷却水风扇投入运行台数较多或投入时间过早,无形中增加了厂用电量的消耗;冷却水风扇投入运行台数过少或投入时间过于滞后,造成循环水温度高,可能导致凝汽器真空降低,致使发电量减少,也会使厂用电率指标升高;在机组停止运行或者循环水温度较低的情况下,冷却水风扇未能及时停止,同样会造成厂用电量的增加。功率较大的5台循环水泵也存在停止不及时或者较早投运的情况,增加了非必要运行时间,一定程度上增加了厂用电的消耗。

3. 凝汽器真空的影响

首先,凝汽器运行中存在铜管结垢现象,凝汽器的换热效率下降,造成凝汽器真空降低。其次,循环水中含有冷却塔填料碎片,碎片随着循环水进入凝汽器入口水室,进而堵塞凝汽器铜管,造成凝汽器真空降低。再次,机组负压区域存在漏泄现象,机组真空同样会降低一定数值。真空每降低1 kPa,机组负荷将会降低,所以真空降低,厂用电率会升高,严重会威胁到机组安全运行。电厂曾存在夏季两台循环水泵和两台射水泵同时运行真空都未能达标的情况,最差的时候机组真空低到接近机组跳闸值,该种运行方式,对厂用电率指标的影响是较大的。正常情况下,夏季机组满负荷、一台循环水泵运行真空应达到机组运行规程规定的数值。

4. 压气机叶片结垢的影响

压气机叶片结垢一方面是由于空气中微小杂质长期积累在压气机叶片上形成积垢,另一方面压气机进口处轴承密封失效,润滑油雾进入压气机通道后也会在压气机叶片上形成积垢。压气机进气系统维护保养不及时,同样会加重压气机叶

片结垢的严重程度和结垢速度,压气机叶片上的积垢厚度达到0.03~0.13 mm,压气机的效率就会降低2%左右,燃气轮机的出力和效率都会下降,相同条件下,发电量降低,厂用电率升高,结垢严重的情况下能够威胁到机组安全运行。电厂存在进气系统反吹不能长期投入,运行中进气滤网脱落和松动等现象。

降低厂用电率可采取的措施

1. 机组负荷率直接受天然气供气量的影响

油田天然气夏季产气较多,消耗较少,冬季产气较少,消耗较多(民用采暖用气)。故造成电厂夏季供气充足,冬季较少的特点,这种供气方式受制于油田生产实际,很难人为施加影响,只能时刻关注天然气公司生产运行情况,做到与供气方及时沟通,抓住可能为电厂多供气的一切机会,尽一切可能保证机组高负荷运行。负荷率直接影响发电量、气耗和能耗等指标,必须列为电厂的关键性指标进行统计分析。

2. 运行方式。

一是加强运行方式管理,高度关注机组运行方式是否正常,一旦发生异常运行方式(备用设备投入运行),及时进行原因分析,采取有效纠正措施,以减少厂用电量消耗。二是严格执行运行规程,机组停运后汽轮机排汽温度低于50℃立即停止循环水泵运行,汽缸温度低于90℃停止盘车和交流润滑油泵运行,燃机轮间温度65℃以下及时停止燃机盘车和交流润滑油泵,及时停止88VL等需要手动停止的辅助运行设备;循环水泵和冷却塔风机根据循环水温度和凝汽器真空确定运行台数,计算好冷却塔风机、冷却水温度、流量和凝汽器真空的效率分析,在运行规程内明确规定冷却塔风机投停条件(冷却水温度),以确保机组能够安全经济运行。

3. 关于凝汽器真空

首先,可以通过技术改造,凝汽器加装超声波除垢装置,能够保证凝汽器铜管在运行周期内的清洁度,确保不会因为铜管结垢造成凝汽器真空降低较多。其次,循环水系统加装旋转滤网,能够有效清除循环水中夹杂的杂物,确保凝汽器入口水室压力在正常范围。凝汽器铜管堵塞严重的情况下,可以考虑更换凝汽器铜管或者进行清洗。再次,冬季停机检修期间凝汽器负压系统进行注水查漏,检验机组负压系统的严密性,确保

(下转第25页)

过时的传统设备的使用量。另外,节能变压器和水泵风机等设备的选择也需要严格按照相关标准执行,降低其空载损耗、负载损耗等。

智能化控制系统技术

随着目前智能化控制系统技术的成熟和大规模应用,在建筑电气设计中应用智能化控制系统已变得可行。该系统在对日常照明和应急照明的设计时,应用智能化控制系统能最大程度地保证系统稳定性,将日常照明和应急照明设计得更加完善;在进行避雷设计时,可借助智能化控制系统做好信息传输的安全防雷工作,合理配置避雷器,确保建筑电流安全性和系统稳定性;在建筑消防系统的设计中,应将智能化控制系统与其紧密结合,重点设计检测功能和预警功能,应用先进的检测技术和预警技术,比如安装高灵敏度的感应器、红外检测设备或者摄像设备,提高对安全隐患的检测和预防能力。

将智能化控制系统普及到建筑电气设计中,不仅会降低建筑总能耗,还能提高建筑整体安全性,对出现的问题能够做到及时发现、及时处理,降低故障和事故率的发生。

光导管照明技术

光导管照明技术就是一套采集自然光、经管道传输到室内进行照明的系统。该系统主要包括采光装置、导光装置和漫射装置三部分。这种照明系统在白天,甚至是阴天、黄昏时,仍能保证室内能够获得足够的光线和照明,而不需要使用

任何电力设施。这项技术在20世纪80年代就已经发明于美国,经过几年发展后,在90年代已经开始应用于普通民用建筑,并因良好的使用效果而得到大范围推广应用。目前该技术在国内也得到越来越多的应用,主要应用于大型室内体育场、写字楼、住宅和商场等公共建筑,或者是白天需要电力照明的地下室、地下车库等地方。

从短期投资和安装角度来看,光导管照明技术会增加一定的投资,在安装过程中也会增加一定的施工量,但从长远角度来看,还是具有较强的可行性。毕竟该项技术属于比较成熟的技术,并且具有清洁性好、安全性高、使用年限长和可再生等诸多优点,所以值得在建筑电气设计中进行大力的推广和应用。

其他节能技术或措施

建筑公共照明在总体电力消耗中占据了一大部分,比如说消防系统、监控系统、应急照明系统和公共区域空调系统等,如何降低这部分电力消耗也是一个很关键的问题。除了应用以上几项技术来降低电力消耗以外,合理设计公共区域电力消耗设备的布局 and 数量,在保证使用不受影响的前提下,尽可能地减少这些设备也是可行的技术手段。比如一些商场大屏幕广告牌的使用,全天24 h闪烁肯定会造成不必要的电力损耗。

除了节能技术的使用外,在日常使用过程中,经营者和使用者应该养成良好的节能习惯,争取将电力损耗降低到最少,为国家和社会的可持续发展作出贡献。[EA](#)

(上接第23页)

机组凝汽器真空达到规程规定的数值。

4. 关于压气机叶片结垢

首先,按照规定的时间间隔对进气滤网进行检查,看其密封连接是否完好,是否有意外的损坏,进气反吹系统应连续投入运行,系统的内向爆破门密封垫片应定期进行检查,发现漏气等异常情况及时进行修理。其次,定期检查油雾分离系统运行情况,电动机运行良好,平衡式止回阀自动调整灵活好用,油雾分离器负

压和油雾分离滤网压差在规程规定范围内。再次,做好燃机负荷效率分析,当燃机出力下降2%时,及时清洗压气机。

结束语

燃机电厂需要通过控制厂内的运行设备来完成对用电率的控制。而燃机电厂根据先进的改造技术实现了厂内设备的改造,从一定程度上完成了控制厂内用电率的目标。[EA](#)