

# 热电厂厂用电率探讨与研究

荣胜重

中铝山东有限公司 山东 淄博 255051

**摘要:** 中铝山东有限公司热电厂受到设备系统、运行方式、机组负荷、技术管理等因素影响,厂用电率持续偏高,直接影响全厂标煤耗和经济效益。本文从热电厂设备管理、运行操作、技术革新等方面进行详细分析,找出厂用电率偏高的原因和改善点,并制定下一步措施并实施,以达到节能降耗目的。

**关键词:** 厂用电率; 原因分析; 供电标煤耗; 负荷率

引言: 针对中铝山东有限公司热电厂厂用电率持续偏高的问题, 本文结合该厂实际运行情况, 从设备系统配置、运行方式安排、机组负荷变化及技术管理水平等多个方面展开系统分析。深入剖析厂用电率偏高的具体成因, 识别主要改善点。在此基础上, 提出针对性的改进措施并组织现场实施, 力求在保障机组安全稳定运行的前提下, 有效降低厂用电率, 减少标煤消耗, 提升能源利用效率与经济运行水平。通过理论与实践相结合, 为同类热电企业开展节能降耗工作提供参考。

## 1 热电厂概况

### 1.1 热电厂基本情况介绍

热电厂共有四台机组: 一台35MW抽凝机组, 一台45MW抽凝机组, 两台50MW背压机组, 装机容量180MW。电气系统有两条110KV并网线接入国家电网, 发电机出口电压10.5KV, 经升压至35KV经馈出线对外供电, 同时为氧化铝生产提供工业用蒸汽。

### 1.2 主体设备主要参数

表1 汽机主要参数

项目	6#、7#炉机	4#炉机	5#炉机
型号	B50-8.83/0.981	C35-8.83/0.981	C45-8.83/0.981
	HX400/9.8-II 1	HG-220/9.8-PM14	YG-240/9.8-M1

### 1.3 辅机设备情况介绍

热电厂主要辅机转机包括风机、制粉、高压给水、循环水系统等6.3kv大容量电机以及凝结水泵、射水泵、各类油泵等0.4kv等级辅机。辅机电耗占全厂厂用电量的70%左右, 所以, 如何降低主要辅机的用电负荷是重点。

## 2 厂用电率偏高问题的提出和意义

### 2.1 衡量厂用电率的各指标优劣分析

综合厂用电率等于热电厂对外供电量与发电量的百分比。它是衡量热电厂厂用电量消耗大小的主要指标。对于热电厂, 可以分解为供热厂用电率和发电厂用电率两个细化指标。另外, 产汽电耗也是衡量热电厂厂用电

量消耗水平的重要指标。

综合厂用电率对于发电厂来说, 可以精确地衡量生产过程中厂用电量的消耗水平。但是对于热电厂来说, 受供汽量的影响, 供电量波动较大, 厂用电量消耗正常的情况下, 综合厂用电率指标波动较大<sup>[1]</sup>。真正衡量热电厂厂用电率的高低, 应结合发电厂用电率、供热厂用电率、产汽电耗三个细化指标进行综合分析。

### 2.2 热电厂厂用电率居高不下, 与同行业差距较大

表2 厂用电率统计

项目	1月	2月	3月	4月	5月	6月
厂用电率	18.55	19.53	18.05	17.17	16.84	16.35

表3 同行业热电厂发电、供热厂用电对比表

名称	供热厂用电率 (%)	发电厂用电率 (%)
山东	3.5	8.19
中州	2.87	4.82
广西	3.09	4.05
遵义	3.29	4.12

从上表可以看出, 厂用电率全年保持在17%左右, 而同行业热电厂的先进指标在13-15%之间, 发电、供热厂用电率距离中州、广西、遵义等热电厂的也有较大的差距。

## 3 厂用电率偏高的原因分析

3.1 大容量变压器空载或轻载运行, 系统电压波动较大

### 3.1.1 变压器轻载或空载损耗较大

表4 部分变压器负荷统计

名称	#0厂变	#1厂变	#2厂变	#3厂变
容量 (kVa)	1000	1000	1000	1000
实际负荷 (kW)	450	356	486	524

由于变压器设计选型预留空间裕度较大和炉机改造等原因, 部分63.kv和380v的厂用变压器维持空载或轻载运行, 空载损耗较大, 造成电量的浪费。

### 3.1.2 电压偏低且波动较大

当供电系统电压过低或波动较大时,会产生异步电动机电磁转矩明显减少,定子和转子电流增大,电动机过热,电热设备输出热能降低,直接影响到厂用电率的升高。对全厂400v供电系统进行普查,发现多段母线电压低于380v,且电压波动较大。

### 3.2 大容量的辅机设备负荷率偏低

为保证一定的备用容量,避免因辅机故障或正常检修而影响机组运行的稳定和安全,一般都是采用冗余设计。从安全的角度考虑在运行方式上多采用热备用,所以造成较多的大容量的设备负荷率偏低。大容量设备除给水泵外负荷率基本保持在60%左右,空载负荷比例较大。因此主机和辅机的运行方式都有一定程度的优化空间。

### 3.3 锅炉氧量较高,空气过剩系数高

锅炉出口氧量应保持在2-3%左右,氧量升高,空气过剩系数高带来以下危害:

- 导致壁温过高,增大了减温水,经济性降低。
- 排烟温度提高,锅炉热损失增加。
- 氧量过大,烟气流速增大,机械不完全燃烧损失增加,使烟气侧左右分布更加不均匀。
- 增加S化物、NOX气体的生成。
- 造成引、送风机挡板开大,风机电流增大,氧量每增加1%,风机电量增加5%,增加风机负荷150kw。

部分锅炉出口氧量波动较大,特别是5#炉出口氧量达到12%左右。如解决氧量偏大的问题,在风机节电方面有较大的改善空间。

### 3.4 供配电系统稳定性差,多次造成炉机停运事故

自1989年建厂,通过不断的改造和扩容达到目前的规模,存在供配电系统接线复杂、设计不合理等问题,多次出现电气事故影响机组的安全运行,粗略计算,热电厂机组一次启动消耗电量6-8万kWh,将影响当月厂用电率升高0.3%。

### 3.5 管理不到位,运行方式不科学

输煤皮带空载运行时间长、磨煤机出力不足、运行方式调整不合理、未及时调整循环水泵台数、设备故障率较高等,也是厂用电率升高的主要原因之一。

## 4 降低热电厂厂用电率的对策和改进方案

对全厂厂用电率偏高的问题进行细致的分析,制定整改措施,进行升级改造;与先进的电力行业对标,引进成熟可靠的先进技术和管理模式<sup>[2]</sup>。降低厂用电率至15%。

### 4.1 减少变压器空载或轻载运行,抑制系统电压波动

#### 4.1.1 系统优化,减少变压器运行台数

结合厂用电平衡管理,选择输煤、环保、公用、检修等厂用变压器,优化配置,停止空载或轻载厂用变

器。2#主变长期低负荷运行,将负荷分配到1#主变上,2#主变转为冷备用,变压器空载损耗0.2-0.4%,年节电量15万kWh。

#### 4.1.2 提高6.3kv及380v系统电压,抑制电压波动

##### 4.1.2.1 提高6.3kv及380v系统电压

利用检修时间,对输出电压较低的变压器进行调压,保证输出电压在400v左右。对线路电压监视,及时调整油载调压和发电机无功,保证母线和线路电压在380-400v。

##### 4.1.2.2 降低变压器损耗、抑制电压波动

针对系统电压波动、三相电流不平衡、谐波污染等问题,采用电磁平衡技术可同时解决这三个难题,采用“电磁滤波、电磁移相、电磁调压”技术,自动跟踪、动态调整三相电流和电压,输出三相平衡电压、抑制高次谐波、减少启动电流、改善电力品质、减少线损铜损。

### 4.2 提高大容量的辅机设备负荷率

4.2.1 通过试验绘制主要风机效率曲线,明确风机的高效区间

结合等级检修前效率试验或专门安排风机效率试验,通过试验确定风机在整套系统中的实际高效运行区,通过运行调整使风机运行在高效区域。

#### 4.2.2 节能泵的广泛使用

节能泵在热电厂的应用进展缓慢,但节能空间非常巨大。例如4#、5#机循环水泵。将5#机一台循环水泵改造,节电率20.6%以上,年节电828000 kWh,继续对其他循环水泵进行改进,将会取得更大的节电效果。

#### 4.2.3 采用永磁调速技术,降低低负荷率设备用电量

永磁调速技术是通过铜导体和永磁体之间的气隙实现由电动机到负载的转矩传输。工作原理是一端稀有金属氧化物钕铁钕永磁体和另一端感应磁场相互作用产生转矩,通过调节永磁体和导体之间的气隙就可以控制传递的转矩,从而实现负载速度调节。5#炉二次风机入口风门挡板开度在60%左右,具有较大的节能空间;经测算,5#炉二次风机进行永磁调速改造后,风机挡板全部开启,通过调整转速进行风量调整,节能率将达到20%以上,单台风机每月节电量8万kWh。

### 4.3 降低锅炉氧量

#### 4.3.1 建立氧量曲线和相应考核机制,降低风机负荷

通过性能试验确定锅炉不同负荷的氧量曲线,建立氧量曲线分析及考核机制。保持4台锅炉氧量保持在2-3%之间,既能保证正常燃烧所需氧量,又能确保风机运行在高效区运行。

#### 4.3.2 安装锅炉燃烧控制系统,减少氧量波动

锅炉燃烧控制系统为适应蒸汽负荷的变化,为了保证完全燃烧,调整锅炉引送风风量、燃煤量,控制氧量在2-3%左右,使过剩空气系数满足要求,进而降低风机负荷。

#### 4.4 增强供电系统的安全性

4.4.1 编制各种情况下的事故预案,应对突发出现的各种事故

事故预案是提前针对某种异常或事故发生时处理的预案,能迅速处理事故,有效防止事故扩大。特别是对并网线跳闸、4主变、5#主变保护动作跳闸等情况编织事故处理的措施,做到真正故障时能快速反应、快速处理、有的放矢,防止事故扩大,避免机组负荷降低或重启造成电量的浪费。

#### 4.4.2 发电系统安装无线测温系统

在发电机、母线、开关等重要设备安装无线测温系统,通风散热设施改造。在开关柜上方安装轴流风机,下方安装变横流冷却风机,在开关柜内隔离刀闸上安装无线测温装置,实时监控,确保发电系统安全稳定运行。

#### 4.4.3 增加双电源自动快切装置,提高供电的可靠性

快速切换装置具有快速完成工作电源和备用电源切换的功能。装置可以完成不同原因启动的切换,包括:事故切换、非正常工况切换及手动切换。对4#机组、5#机组6.3kV系统设置备用电源自动快切装置,提高了系统的稳定性。

#### 4.5 发挥管理效益,优化运行方式

##### 4.5.1 燃料系统的优化运行

燃料系统的优化运行主要考虑:做好原煤仓料位监测,优化输煤程控方式,计算制定合理的皮带启停程控程序,严格控制输煤皮带空载运行时间,保证输煤皮带尽可能大负荷连续运行。

##### 4.5.2 启停机时的优化运行措施

每次启停机前应编制详细的启停机方案,优化各岗位各专业间的配合,尽量减少启停机时间;合理安排各辅助系统和设备的投运和停运时间,应编制机组启停曲线和设备启动停运时间表并设置监测点。

##### 4.5.3 根据生产实际情况,减少设备运行台数

根据季节、负荷率等情况,精确调整闭式冷却水泵、真空泵、循环泵、输煤皮带机、浆液循环泵、冷水泵等辅机运行台数,降低辅机单耗指标。

4.5.4 调整磨煤机出口压差、出入口温度,保证磨煤机出力

在保证防爆要求下,尽量提高磨煤机出、入口温度。注意监督冷风门的严密性,并设法在检修中保证冷热风门关闭严密。运行中尽可能保证每台磨入口风门在较大的开度,减少风门节流损失,多采用一次风压母管压力调节的方式,可以有效降低一次风机电耗。

4.5.5 根据季节变化、真空度,及时控制循环水泵台数

目前循环水运行方式可分3种根据真空度进行调整:夏季运行方式(环境温度很高的时候单机双泵运行)冬季运行方式(单机单泵运行)和随机运行方式(根据机组负荷变化以及气温变化对备用循环水泵进行启停)。

#### 4.6 热电厂压缩机系统节电空间也不可小视

空气压缩机作为工业制造行业的主要动力能源,其消耗往往被人们所忽视。据统计,在空气压缩机的寿命周期成本中,电耗成本约占65%。如何选择空压机节能技术稳定供气压力、提高空压机群运行效率,将变得极为重要<sup>[3]</sup>。

●接入空压站节能管控系统。实时匹配空压机群组合进行精准供气,使效率高空压机工作在高效率区,降低空压机整体耗电。

●根据控制器设定的流量调节的设定值,进行精准控制,稳定压力波动小于0.1bar。

通过对空气压缩机的运行情况进行分析比较,采取有效的节能措施,可降低压缩机总负荷的20%以上。

#### 结语

纵观整个降低厂用电率工作的全局,必须注重两点:一是节约厂用电必须以机组安全稳定运行为前提,不能因为片面追求降低厂用电率而影响机组安全;二是节能降耗工作忌讳“眼高手低”,必须坚持抓大放小,以取得更大效益。热电厂虽然在降低厂用电率方面做了许多的工作,但距离先进行业仍有较大的差距,应在新技术应用、提高设备负载率和稳定性等方面狠下功夫。

#### 参考文献

- [1] 浅谈热电厂锅炉节能减排[J]. 宋维勤.能源与节能,2018(08)
- [2] 火力发电厂厂用电率的影响因素和控制措施. 肖旭.光源与照明,2023(09)
- [3] 火电厂厂用电系统节能降耗技术的应用与效果评估. 赵永平;肖学明;黄治乾;陈永祥;程勇翔.电力设备管理,2025(18)