

节能减排评价方法在火电厂凝结水泵 变频改造中的应用

贺永冰

(武汉大学, 湖北 武汉 430072)

【摘要】随着科技进步, 高电压等级的变频技术改造已成功应用于火力发电厂凝结水泵。本文依照节能减排评价方法, 按照费用效益的原则, 以火电厂凝结水泵变频技改为例, 计算该项目的节能量及节能价值、减排量及减排价值, 并应用财务评价方法分别计算了几个主要的静态指标和动态指标, 为节能减排项目的价值量计算提供了一套可行的评价方法。

【关键词】节能减排; 火电厂; 变频改造; 评价方法

【中图分类号】TK264.1+2

【文献标识码】B

【文章编号】1674-4586(2010)07-0027-03

0 概述

能源危机和环境污染已经成为制约我国经济社会可持续发展的重要因素, 我国政府已清楚意识到能源与环保的重要性, 并已制定了建设资源节约环境友好型社会的大政方针, 并提出了在“十一五”期末, 万元国内生产总值(按2005年价格计算)能耗比“十五”期末降低20%左右^[1]。同时, 国家还制定了到“十一五”期末污染物排放减少10%的强制性指标。我国电力生产耗用煤炭占全国产量的40%左右, 污染物排放占全国的30%以上。因此, 火力发电厂面临着艰巨的节能减排任务^[2]。

目前, 整个火力发电厂能耗相对较高并且产生的温室气体及有害气体对大气的污染较为严重。随着国家日益紧迫的节能减排政策的实施及发电企业商业化运营的内在要求, 通过降低火电厂厂用电率以节能减排并降低发电成本是火电厂技术经济的一个重要环节。

在火力发电厂的各类辅机设备中, 风机、水泵类设备占了绝大部分, 泵与风机也是最主要的耗电设备, 其耗电量约占厂用电的65~70%。这些设备普遍存在大马拉小车的现象, 长期连续运行并处于低负荷及变负荷运行状态, 运行工况点偏离高效点, 运行效率低, 大量能源在终端利用中被浪费掉。尤其是大功率的泵与风机的经济运行, 直接关系到厂用电率的高低, 而厂用电率的高低是影响供电煤耗和发电成本的主要因素之一。因此, 对电厂泵与风机进行节能研

究有着重要意义^[3]。对电厂高压辅机设备进行变速调节运行是当前推进企业节能降耗减少污染物排放的重要技术手段, 也是实现经济增长方式转变的必然要求。本文以火电厂凝结水泵变频改造为例, 说明节能减排评价方法的应用。

1 凝泵变频改造在600 MWe超临界机组上的实施

1.1 设备现场参数

某发电厂600 kW超临界机组凝泵匹配电机6 kV/2000 kW, 电机、凝泵参数如表1所示。

表1 电机、凝泵参数表

凝泵型号	NLT500-570X4S
流量/(m ³ /h)	1660
扬程/m	327
转速/(r/min)	1490
电机型号	YLK5630-4
电机功率/kW	2000
电压/kV	6
电流/A	218.5
电机转速/(r/min)	1493

1.2 各负荷下工频单位耗电量

计算公式为:

$$P_d = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos\varphi$$

式中,

P_d ——电动机功率;

η_d ——电动机效率;

U ——电动机输入电压;

I ——电动机实际运行电流;

$\cos\varphi$ ——功率因子。

根据现场提供的实际工况下 $\cos\varphi$ 值, 将电机实际工频下运行的电流代入上式, 得出电机工频状态下的功率 P_d 。负荷与工频耗电如表 2 所示。

表 2 负荷与工频耗电

负荷/MW	电流/A	单位时间工频耗电/kW
600	175	1509
500	155	1336
399	152	1311
300	140	1207

1.3 设备厂商设计节电率

表 3 工频耗电与变频耗电对照表

负荷/MW	单位时间工频耗电/MW	单位时间变频耗电/kW	节电率/%
600	1509	1418	6
500	1336	1002	25
399	1311	839	36
300	1207	663	45

工频耗电与变频耗电对照表如表 3 所示。以上分析为直接节能效益。除此之外, 变频器对机泵实现真正软启动, 使高压开关、电机、机泵、阀门、管网等诸多设备的启动冲击和机械摩擦、震动大大减少, 延长了机组的使用寿命, 节省了这些设备的维护费用。变频器所配置的阀门联动、参数自动记录、流量闭环自动调节等功能提高了系统的自动化水平。

2 凝结水泵变频改造后节能减排评价

随着能源资源紧张、能源价格上涨, 温室气体及污染物排放的持续增加, 对节能项目的价值有了新的认识, 节能项目技术方案的优劣不仅仅取决于技术效率, 还取决于经济效益和环保效益。

2.1 节能项目节能减排评价的特点

节能项目节能减排评价以费用效益原则为基础。节能作为一种经济行为, 需要以各种资源 (包括机器设备、厂房、基础设施、原材料、能源等物质要素和劳动力) 的投入作为前提, 达到获得节约能源、减少温室气体及污染物排放和经济效益回报的目的。因此, 节能项目节能减排评价方法是费用效益法。

2.2 节能项目节能减排评价指标

2.2.1 静态评价指标

(1) 投资回收期 T

项目投资回收期指项目的净收益回收项目投资所需要的时间, 一般以年为单位。项目投资回收期宜从项目建设开始年算起。

$$T = P / A$$

式中,

P ——投资额;

A ——年收益额。

对节能技改项目, A 为每年项目带来的节能和减排收入以及可能的出售余能、管理增效、产品增产等收入减去投产后年维修费用。

投资回收期是分析项目盈利能力的指标之一, 投资回收期短, 表明项目投资回收快, 抗风险能力强。

(2) 万元投资节能效益 W (投资利润率或节能收益率)

$$W = A / P = 1 / T$$

投资利润率一般是指项目达到设计生产能力后的一个正常年份的年利润总额与项目总投资的比率。对生产期内各年的利润总额变化幅度较大的项目, 用年平均利润总额与总投资的比率。对于节能项目, 用万元投资节能效益来表示投资利润率。

(3) 万元投资节能能力 (投资节能率)

投资节能率表示单位投资可形成多少节能量, 与单位节能能力的投资成倒数关系。这是表明单位投资节能效果的指标。

2.2.2 动态评价指标

对于单项投资在人民币 10 万元及以上的节能项目投资的经济评价, 一般采用净现值法 (NPV)^[5]。NPV 是按照基准收益率 i_c , 将项目计算期内各年的净现金流量折算到建设初期的现值之和。

$$NPV = \sum_{i=1}^n \frac{(C_i - C_0)_t}{(1 + i_c)^t}$$

式中,

NPV ——净现值, 万元;

C_i ——现金流入量, 万元;

C_0 ——现金流出量, 万元;

$(C_i - C_0)_t$ ——第 t 年的净现金流量, 万元;

n ——计算期 (项目寿命期), 年;

i_c ——基准收益率又叫标准投资效果系数。

针对节能项目特点, 对传统 NPV 进行改进, 在现金流入量中, 考虑由项目带来的节能和减排收入, 以及出售余能、管理增效、产品增产等收入。

下面以该厂单台凝结水泵变频改造后对节能减排情况进行试算。

单台机组凝结水泵变频器技改总投资为 116 万元 (包括设备费、安装费、调试费用等), 项目寿命期 15 年。相对于运行寿命期, 其维护费用可忽略不计。

该厂 2×600 MWe 超临界火电机组年均负荷率约为 70%, 则取 399 MWe 时变频单位电耗为 839 kW,

按年运行 5000 h 计算，则年节电量为：

$$(1311-839) \times 5000 = 2360000 \text{ kWh}$$

该电厂 600 MWe 超临界机组设计发电标煤耗为 0.284 kg/kWh，则换算成年节约标煤为：

$$2360000 \times 0.284 = 670.24 \text{ t}$$

按照地区发展与改革委员会批复的标杆电价 0.3942 元 / kWh，则年节能量收益：

$$2360000 \times 0.3942 = 93.03 \text{ 万元}$$

火力发电大气污染物 SO_2 、 NO_x 、烟尘排放系数分别为 8.03、6.90、3.35（单位：g/kWh），节省 1 kWh 相当于减排 287 g 碳（含 CO_2 1052.33 g）^[6]。当地环保部门对污染物排放的收费标准是：0.95 kg SO_2 收费 0.6 元；0.95 kg NO_x 收费 0.6 元；2.18 kg 烟尘收费 0.6 元。折算成 1 公斤排污费分别是：0.6316 元、0.6316 元、0.2752 元。主要气体减排量及其价值如表 4 所示。

表 4 主要气体减排量及其价值

种类	数量/t	价值/元
SO_2	$2360000\text{kwh} \times 8.03 = 18.95$	$18.95 \times 103 \times 0.6316 = 11968.82$
NO_x	$2360000 \text{ kwh} \times 6.90 = 16.28$	$16.28 \times 103 \times 0.6316 = 10282.45$
烟尘	$2360000 \text{ kwh} \times 3.35 = 7.91$	$7.91 \times 103 \times 0.2752 = 2176.83$
CO_2	$2360000\text{kwh} \times 1052.33 = 2483.50$	0
合计		24428.10

依据 2.2 所列各项评价指标，结合本项目投资额、电价及各种污染物排放收费标准，将本项目节能减排的收益计算汇总在表 5。

表 5 评价指标

指标	数量	单位
万元投资年节能量	5.78	t
万元投资年减排量		
SO_2	163.36	kg
CO_2	21409.48	kg
万元投资年节能效益	0.82	万元
投资回收期	1.22	年
财务净现值	610	万元

3 结论

- (1) 高电压变频技术已非常成熟，应用于火力发电厂的节能改造之中节能效果显著。
- (2) 节能减排评价指标和方法为节能项目可行性研究的前期预测或既有节能项目的后评估审核提供方法和依据。
- (3) 对相对简单的节能项目技术经济评价可仅考虑财务评价方法，评价指标分静态评价指标和动态评价指标，万元投资的节能量、万元投资的减排量、万元投资的节能效益、投资回收期、财务净现值等指标是主要评价指标，其他指标可根据项目需要选用。
- (4) 在计算项目减排量时，首先要明确界定项目范围，然后计算项目节约的各种能源实物量和折标准煤的总量，然后查找相关的污染物和 CO_2 的排放系数，再计算出具体排放物的减排量，节能项目的主要减排物包括： SO_2 、 NO_x 、烟尘和 CO_2 等，污染物一般选取主要的前 3 种排放物。

[参 考 文 献]

[1] 国务院关于加强节能工作的决定[R]. 国发[2006]28号 2006.08

[2] 王汝武. 电厂节能减排技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2008.

[3] 中国电力企业联合会科技服务中心. 节能与控制[M]. 北京: 中国电力出版社, 2008.

[4] 徐桂兰. 利用变频调速技术节能降耗[J]. 水利水电机械, 2004, (6).

[5] 李青, 张兴营, 刘学冰. 火力发电厂节能评价与能源审计手册[M]. 北京: 中国电力出版社, 2008.

[6] 国家气候变化对策协调小组办公室, 国家发展和改革委员会能源所. 中国温室气体清单研究[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2007.

(下转第49页)

时, 当观测距离选取合适时镜子仰角太大, 观测困难, 所以建议在经纬仪选用时配带拐镜, 以便于检验员准确观测。

总之, 随着火力发电厂机组容量的不断增大, 锅炉钢结构施工的特点是杆件多、重量大、工期短, 施工过程中只有理清工序、明确标准、科学测量、抓住重点、攻克难点, 才能确保锅炉钢结构施工真正实现

一次做对、不浪费, 一次成优、不做贵的质量目标。

[参 考 文 献]

- [1] 《火电施工质量检验及评定标准》(锅炉机组篇)[M]. 中国电力出版社, 2010.
- [2] DL/75047-95, 电力建设施工及验收技术规范[S].
- [3] GB50205-2001, 钢结构工程施工质量验收规范[S].

Several Important Links of Erection Quality Control of Boiler Steel Structure in Thermal Power Plant

ZHANG Qian

(Tianjin Electric Power Construction Company, Taijin 300041, China)

Abstract: Along with the increase of the unit capacity, the span and the weight of the boiler steel structure are increased accordingly, and the structure becomes more complex. According to the construction experience of the boiler steel structure of the unit No.1 in Tianjin Beijiing Power Plant, several important links of the quality control of boiler steel structure construction of million kilowatt units were expounded.

Key words: ultra-supercritical; million kilowatt unit; steel structure; quality control

(上接第29页)

Application of Valuation Method of Energy-saving and Emission Reduction in the Variable Frequency Reformation of Condensate Pumps

HE Yong-bing

(Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract: Along with the technique progress, the variable frequency technical reformation with high voltage was applied in the condensate pump in the thermal power plant successfully. According to the energy-saving and emission reducing evaluation method, following the cost-benefit principle, taking the condensate pump variable frequency reformation of the thermal power plant as example, the saved energy and its value, the reduced emission and its value were calculated. By using the method of financial evaluation, the main static indicators and dynamic indicators were calculated respectively, providing a feasible evaluation method for the value calculation of the energy-saving and emission reducing projects.

Key words: energy-saving and emission reducing; thermal power plant; variable frequency reformation; evaluation method