

探讨如何改造天然气处理厂丙烷制冷系统节能方面

张帆 耿琳 杜健 (长庆油田分公司第二采气厂神木天然气处理厂, 陕西 榆林 719000)

摘要: 基于某一天然气处理厂, 结合系统的工作状况, 即所需能耗相对大、能耗不高, 为更好增加工作效率、减少能耗, 保证处理量不会发生改变, 并且不对设备性能造成影响, 通过选择 HYSYS 软件, 进一步来模拟核算制冷量, 获得了相应的制冷功率, 在减小转速的基础上, 增加电机负载率, 从而达到节能优化的目的。

关键词: 丙烷制冷系统; 运行参数; 制冷量; 压缩机; 制冷模拟

0 引言

在脱水脱烃方面, 该处理厂引入丙烷循环制冷工艺, 设置每天天然气处理量达到 $6 \times 10^6 \text{ m}^3$, 对于制冷温度, 将其控制于 $-18^\circ\text{C} \sim -12^\circ\text{C}$ 的范围, 对于该系统滑阀开度而言, 长时间为低状态运转, 占据了整年的大部分时长。压缩机负荷极大不够, 属于该系统的核心, 电机功率于 45~60% 工作, 空载能耗相对高, 整年该系统用电量约高达 $3.66 \times 10^6 \text{ kWh}$, 应当强化节能优化, 以达到减少能耗、提升作业效率的目的。

1 工艺简介

制冷单元包含着较多的构成成分, 例如压缩机以及蒸发器等, 常常就是针对工艺装置区, 向其供应冷量, 减小天然气温度, 可以将天然气冷却到较低的温度, 从而达到脱油脱水的目标。下述为循环过程: 通过压缩机的作用, 将丙烷蒸汽进行压缩, 然后进到油分离器里面, 在对润滑油进行分离之后, 进到冷凝器里面, 通过风冷冷却, 进一步形成丙烷液体, 随后流到吸虹吸贮罐, 接下来流向系统贮罐 (此时压力达到 1.3MPa, 温度达到 23°C), 液体朝着蒸发器底部的方向流动, 在节流之后, 压力短时间内减小, 温度减小到 -35°C 上下。对于丙烷以及天然气, 在通过换热处理后, 形成相应的蒸汽, 通过压缩机进行压缩, 重复循环^[1]。

2 运行情况与能耗

2.1 运行现状

在合理改变滑阀位置的基础上, 可以对能量进行调整, 通过滑阀实际开度, 能够充分体现通过量。具体生产过程中, 滑阀开度介于 10~40% 之间, 因为负荷不大, 所以未利用经济器。电机功率达到 900kW, 作业功率处于 400~520kW 的范围, 电机作业功率介于 45~60% 之间, 有着相对大的空载负荷^[2]。图 1 所示, 为系统运转状况图。与效率值进行比较, 滑阀开度值相对大。因为电机转动速度偏大, 而所需丙烷不变, 导致滑阀开度长时间较低, 系统工作效率相当不理想。

2.2 能耗

该系统是一种高耗能设备, 长时间将电量当作关键的消耗源。与处理厂电耗进行比较, 系统大概能够占到其 62%, 显而易见, 耗电量是非常大的。若实施科学合理的方式, 来对系统开展节能优化, 会获得相当理想的效益, 同时存在相对大的推广价值。

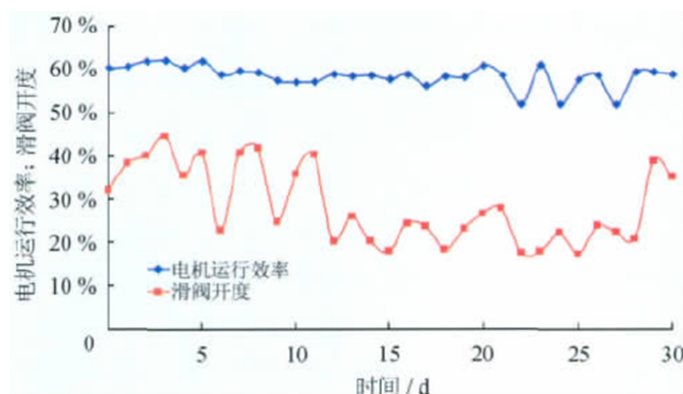


图 1 系统运转情况图

3 节能改造可行性

3.1 节能原理

用式子 (1) 来表示电动机功率, 即:

$$\eta = P/P_0 \quad (1)$$

其中 P 代表输出功率, 单位是千瓦; P_0 表示有效功率, $P_0 = \sqrt{3} UI \cos \varphi$, 其中 U 代表线电压; I 表示线电流; $\cos \varphi$ 代表功率因数。

在功率一定的基础上, 要增加电机负载率, 需要提高额定功率, 也就是输入功率, 很大程度上减少输入功率, 极大增加负荷, 让系统更为节能。对于输入功率来说, 其和转速的三次方有着正相关的关系, 在减小转速的同时, 合理增加负载, 这样有助于获取更为理想的节能效果。丙烷压缩机负载差不多介于 10~40% 之间, 要确保电机更好运转, 运行负荷应当大于 75%。

3.2 制冷量核算

选择 HYSYS 软件, 进一步来对制冷功率进行模拟计算。①选择 4.6MPa 压力, 流量大小为 $6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{d}$, 制冷温降是 6°C , 而就出口处天然气, 其温度是 -18°C , 通过有效的模拟计算, 能够获取 800kW 的制冷量; ②选择 4.6MPa 压力, 流量大小为 $7 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{d}$, 制冷温降是 6°C , 而就出口处天然气, 其温度是 -18°C , 通过有效的模拟计算, 能够获取 932kW 的制冷量^[3]; ③选择 4.6MPa 压力, 流量大小为 $7 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{d}$, 制冷温降是 7°C , 而就出口处天然气, 其温度是 -18°C , 通过有效的模拟计算, 能够获取 1091kW 的制冷量。结合生产状况, 气流量是 $7 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{d}$, 最大温度达到 15°C , 制冷温降是 7°C , 并且在分离温度是 -18°C , 通过有效的模拟计算, 能够获取 1091kW 的制冷量, 在节能方案确定方面, 将此当作关

键的依据。

3.3 可行性分析

结合上述分析,转动速度降低,由于马达转速发生变化,这个时候滑阀位置将变大,对于阻力以及动力,会促使两者更加协调,所以减小转速,有助于增加负载率节能。按照制冷量要求,选取满足以下条件的电机,即:额定功率是500kW、转动速度达到1485转/min,通过专门的软件,进一步来开展参数计算。

借助专门软件计算,就丙烷蒸发温度而言,通常介于 -22°C ~ -20°C 之间,制冷温度是 -18°C ,额定制冷量约达到 $1.18\times 10^3\text{kW}$,能够符合系统制冷量要求。结合所计算的制冷量要求,即1091kW,选择满足以下条件的电机,也就是额定功率500kW、转动速度达到1485转/min。针对电机转矩,无论是优化前还是改造后,都可以符合负载的转矩要求。

4 改造效果评价

4.1 改造后机组工作状况

节能优化之后,对相关指标进行考核,针对工艺运行参数,判断能不能符合设计要求,对于压缩机以及电机,确定两者能否匹配,工作效率有没有提升。

4.1.1 工艺运行情况

在节能优化之后,工艺运行情况见表1。改造之后,出口温度介于 -14°C ~ -12°C 之间,露点值处于 -14°C ~ -10°C 的范围,是符合工艺运行要求的。

表1 系统运行参数表

日期	气量(万 m^3/d)	功率(kW)	滑阀开度	蒸发器温度($^{\circ}\text{C}$)
2019-12-02	587.240	634	64.3%	17
2019-12-06	646.898	331	36.8%	15
2019-12-11	679.631	363	67.6%	17
2019-12-16	675.381	361	52.7%	15
2019-12-20	645.291	337	58.8%	14
2019-12-23	638.351	361	53.3%	16
2019-12-26	628.494	337	47.2%	18
2019-12-28	630.071	337	49.8%	15
2019-12-31	625.971	337	42.7%	13

4.1.2 机组运转效率

节能优化之后,机组工作状况见图2。结合图中所含信息可知,在节能改造之后,很大程度上降低了运行功率。在某年的一月份至二月份之间,电机工作效率处

于65%~80%的范围,而对于滑阀开度,其介于45%~65%之间,这两种数值是彼此匹配的。与改造之前进行比较,系统变得更加协调,有效增加了整体的运转效率。

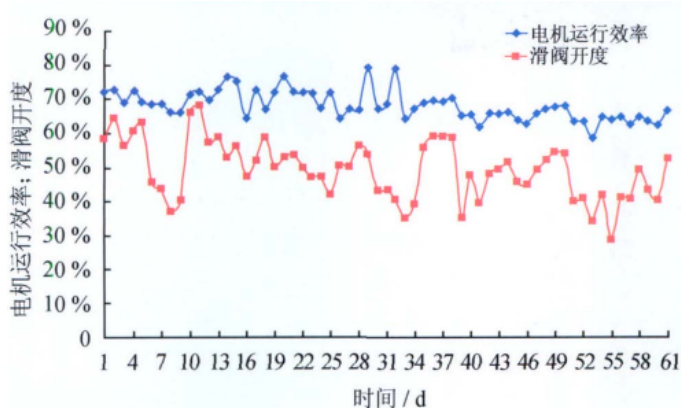


图2 机组工作情况

4.2 经济效益评价

4.2.1 运行数据比较

优化之后的电机,和往年耗电状况开展比较。就2019年第一季度、第二季度运行数据而言,一共大概消耗了 $2.06\times 10^6\text{kWh}$,气耗电量约达到18.9kWh。就2020年第一季度、第二季度运行数据而言,一共大概消耗了 $8.6\times 10^5\text{kWh}$,气耗电量约达到8.52kWh。与上一年进行比较,气耗电量约减少了10.4kWh。一二季度大概节省1000000kWh的电量,约能节省75.8万元的费用。

4.2.2 经济效率预测

结合数据模拟分析可知:在对电机进行替换处理之后,负载率增加至0.8~0.95,有效降低了电机损失,极大提高了电机的效率。滑阀开度增加至70%~95%,很大程度上提升了压缩机运行效率。2020年一二季度,系统耗电量约达到 $8.6\times 10^5\text{kWh}$,在处理天然气量方面,约有 $1\times 10^9\text{m}^3$,全年以 $1.9\times 10^9\text{m}^3$ 计算,结合运行数据来开展效益预测,大概能够节省145万元的费用。

5 结论与建议

在节能改造之后,COP值显著提高,就压缩机作业效率而言,平均增加35%~40%,参数运行符合实际的要求,系统工作变得更为协调,极大提高效率;基于稳定的负荷状态,因为转速变低,使得噪声得到了极大的降低,作业环境得到了有效的优化;借助模拟核算,在效率未超过68%时,制冷量难以符合要求,需要换上新的换热器;当处于夏季运行时,为保证电机可以正常工作,若冷却效果不理想,需要第一时间清洗冷凝器,将污垢去除到位,有效强化冷却效果。

参考文献:

- [1] 何康,陈小龙,刘璟.丙烷制冷系统运行参数优化及简单的节能改造[J].当代化工研究,2020(04):87-88.
- [2] 方晓庆,庄学武.丙烷制冷系统节能技术应用及效果分析[J].石油石化节能,2019,4(08):12-14.
- [3] 王勇.丙烷制冷系统优化运行及节能改造研究[D].大庆:大庆石油学院,2018.