

无电自控天然气真空相变炉在川东气田的应用

付蓉¹ 文明¹ 张丽娜²

1. 中国石油西南油气田公司川东开发公司 2. 中国石油西南油气田公司地面建设部

付蓉等. 无电自控天然气真空相变炉在川东气田的应用. 天然气工业, 2009, 29(6): 102-103.

摘 要 常压天然气水套加热炉是气田上常用的加热炉, 但存在传热效率较低、能耗较高等问题。为此, 介绍了一种新型的天然气真空相变炉的工作原理、技术特点, 经在川东气田现场应用证明, 其具备安全、节能、耐用、无电自控等优点, 具有良好的技术性能和经济效益, 在气田开发中具有广泛的推广应用前景。

关键词 水套加热炉 无电 自控 天然气真空相变炉 加热设备 应用

DOI: 10.3787/j.issn.1000-0976.2009.06.030

从天然气井出来的湿天然气, 在节流降压过程中容易造成冰堵, 一般采用加热提高温度再进行降压的工艺来达到防止冰堵的目的。

长期以来, 常压天然气水套加热炉以其制造简单、价格便宜、热效率较高, 一直在天然气加热炉市场占主导地位, 但其设计有局限性, 存在烟火管传热面积严重不足、敞口式水箱热散失较大、锅筒使用一段时间后会结垢等缺陷, 导致传热效率低下; 同时, 因其燃烧器采用简单的火嘴, 火焰大小固定, 不能根据来液量的变化调整火焰大小, 造成天然气出口温度不稳定, 浪费了宝贵的热能资源。

随着油气集输工艺对节能降耗和安全生产要求的日益严格, 迫切需要发展和完善现场加热设备。中国石油西南油气田公司川东开发公司在卧 118-1 井站集输工程中试用了一种新型的加热设备——无电自控天然气真空相变炉, 其具有能耗更低、传热效率更强、安全性更高等优点。

1 工作原理

燃烧器将天然气充分燃烧, 通过辐射, 将热量传递给锅壳内的中间介质——水, 水加热汽化产生蒸汽, 与低于其饱和温度的盘管壁面相接触时, 就会释放汽化潜热凝结成液滴而依附在壁面上, 液滴聚结后再回到锅筒内的液相中。如此循环往复, 气、液两相交替转换, 从而完成能量的转移和转换。其换热的主要特点是液体温度基本保持不变, 并在相对较小的温差下完成较高强度的放热和吸热。工作原理如图 1 所示。

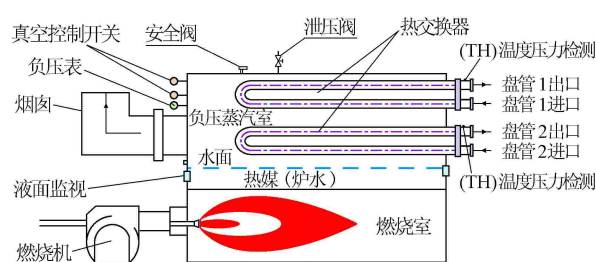


图 1 真空相变炉原理示意图

2 技术特点

2.1 安全

1) 微负压运行, 锅筒运行压力为 $-0.03 \sim -0.01$ MPa, 根据国务院《特种设备监察管理规定》的有关要求, 真空相变炉属于常压锅炉系列, 目前不列入监察管理范围, 不需要到国家锅检所办理任何手续。

2) 全自动监控。锅筒在全密闭状态下运行, 根据锅筒内热媒(炉水)温度控制燃烧状态, 锅筒内温度基本恒定, 压力也基本恒定。全自动控制柜能全程监控锅炉状态, 一旦锅筒内出现超温超压情况, 无电自控系统将立即截断紧急截断阀熄火保护, 确保锅筒的安全。

3) 直通式泄压阀能确保锅筒安全。在自动控制确保锅筒安全的情况下, 为了万无一失, 在锅筒上配用了专利产品——直通式泄压阀(专利号 ZL200420054211.5)。其原理是当锅筒内压力达到设计排泄压力时, 瞬间打开阀盖, 让锅筒直通大气,

作者简介: 付蓉, 1975 年生, 工程师, 学士; 主要从事油气田地面建设工作。地址: (400021) 重庆市江北区大庆村川东开发公司。电话: (023) 67313069, 13883688276。E-mail: rose_fr91@sina.com

通过大口径排泄管进行排泄。在打开瞬间过程中,巧妙运用力矩原理,让开启压力从设定的排泄压力值迅速降低至排泄设定压力值的 $1/10^{[1-2]}$,也就是说在安全阀瞬间开启的过程中,阀盖所需开启压力是逐渐变小的,不至于产生瞬间高压。事故处理完毕后,锅筒内压力下降到设定值时,阀盖自动覆盖并密封。

2.2 节能

1)锅筒内是真空无空气状态,利用蒸汽与盘管进行冷凝换热释放大量汽化潜热,无空气减少了蒸汽与盘管之间的空气热阻。无空气热阻和释放大量汽化潜热这2个有利因素大大提高了换热效果^[3]。

2)烟管部分设置了扰流片,增加烟气扰流,强化烟气传热效果^[4]。

3)锅筒内水在全密闭状态下相变循环,无蒸汽外溢,热量损失小。据检测,1台800 kW的真空相变炉热效率达到了90%,而一般的传统水套炉热效率仅70%。

2.3 耐用

1)盘管在无氧无垢的蒸汽室内换热,无氧腐蚀,管外壁无结垢现象,能有效延长使用寿命。

2)锅筒在全密闭状态下运行,不需要补水,如果加入软化水,淹没在水中的火筒也无结垢现象,减少了因结垢而出现的应力腐蚀,从而延长了使用寿命。

2.4 无电自控

控制系统采用引进的美国克默瑞公司高品质气动阀和机械控制组件,可在没有电源的环境中稳定工作,故障率低,自动实现熄火保护、热负荷的调节功能。自控原理:自力式温度调节阀使锅筒温度与主火焰形成闭环控制,根据温度器探测到锅筒内的温度,与设定温度进行比较,通过调节阀调节燃气流量,从而控制火焰大小,达到控制锅筒内温度恒定的目的^[5]。

3 现场应用情况及效果

2007年8月27日,西南油气田公司川东开发公司卧118-1井进行投产作业,选择无电自控天然气真空相变炉作为加热设备,现场试验情况如下:8月26日加净化水至水套炉液位计全刻度的3/4处,反复冲洗液位计后,确认液位计指示准确;将温度设置于75℃,严格按“先点火,后开气”的程序,将棉纱点燃后送到火头上,缓开天然气阀门点火;调节气阀、风门,使燃烧充分,火焰稳定;按照新安装水套炉烘炉要求进行烘炉,待水温达到要求后,于8月27日12:00开井生产。Pc(套压)为54.8 MPa,Pt(油压)为58 MPa,Qg(流量)为 $32 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,生产试

验过程中,无电自控天然气真空相变炉工况稳定,锅筒内温度恒定,试验过程中无须补充水。

截至2008年2月27日,共生产183 d,累积产气 $5\,504 \times 10^4 \text{ m}^3$,自耗气 $12.689\,7 \times 10^4 \text{ m}^3$,处理负荷为设计处理量的100.1%,与同类型传统天然气水套加热炉比较,其经济参数对比如表1所示:

表1 天然气真空相变炉和传统天然气水套加热炉经济参数对比表

名称	真空相变炉	水套炉
型号	ZX400-Q/60-Q	HJ400-Q/60-Q
本体造价(万元)	29.6	28
热效率(%)	90	70
燃料消耗量(m^3/h)	32.1	58.1
年消耗天然气(m^3) ¹⁾	253 700	460 152
天然气单价(元/ m^3)	0.926	0.926
年燃气费用(元)	254 232	426 100

注:1)按年运行330 d计算。

现场应用表明:无电自控天然气真空相变炉与相同功率的传统天然气水套加热炉比较,具有十分明显的节能效果,其节能率高达49%,年节约燃料费用 17.2×10^4 元,操作简便,锅筒内温度恒定,运行中无须补充水,可有效降低操作工人的劳动强度。

4 结论

综上所述,天然气真空相变炉传热效率高,内部不易结垢,微负压运行,火焰随锅筒内温度无电自动调节,是一种技术先进、生产效率高、安全可靠的油气田保温加热设备。这一技术的应用可大大降低气田生产能耗、减轻操作工人劳动强度、安全可靠,具有明显的社会效益和经济效益,在气田开发中具有广阔的推广应用前景。

参 考 文 献

[1] 李之光,蒋智翔.锅炉受压元件强度标准分析[M].北京:技术标准出版社,1980.
 [2] 俞伯炎,吴照云.石油工业节能技术[M].北京:石油工业出版社,2000.
 [3] 安幕华,朱新立,马华伟.提高水套炉热效率的方法[J].节能,2008,27(6).
 [4] 李清方,张国忠,张建,等.油田水套炉的结构优化[J].中国石油大学学报:自然科学版,2007(3).
 [5] 唐建峰,李玉星,薛吉明,等.水套炉的参数优化及自耗气降低技术研究[J].中国石油大学学报:自然科学版,2007(10).

(修改回稿时间 2009-04-20 编辑 何明)