

真空相变加热炉在大港南部油田的应用

刘碧峰¹ 刘博洋² 1 大港油田采油三厂 2 西南石油大学

摘要: 真空相变加热炉在大港南部油田的应用中存在许多问题,如结垢严重,压差大,正压运行,效率低,维护成本高,维修困难等,针对这些问题提出了相应的改进建议。为了发挥相变加热炉安全性好、效率高的特点,解决其在使用过程中存在的问题,应采用承压相变加热炉。适当提高壳程的允许运行压力,可提高到0.4 MPa左右,承压能力的提高可使蒸汽温度提高,从而满足更高生产温度的需求。在换热器设计上改进,减少盘管管程,适当加大管径,从而减轻由于结垢带来的负面影响。适当加厚管壁,同时采取相应的防腐、防垢措施,以延长炉管使用寿命。对于2 000 kW以上大功率真空炉,采用外置分体式结构盘管适应性更好些。优化参数设计,确定热负荷时以实际运行参数为基准,避免追求大裕量,确保较高的负荷率;确定压降值时,参考集输设计手册推荐的0.1~0.25 MPa,避免片面追求低压损,保持合理流速,降低垢、机杂的沉积速率。

关键词: 真空相变加热炉; 换热器; 盘管; 腐蚀结垢; 问题分析

doi:10.3969/j.issn.1006-6896.2015.6.027

1 应用背景

大港南部油田共有联合站9座,转接站9座,担负着 130×10^4 t/a原油集输及处理任务。由于南部油田原油物性具有高凝、高黏特点,因此,集输与处理过程的加热环节尤为重要。南部油田共有600 kW以上加热炉61台,用于原油外输、脱水、稳定、伴热掺水加热。启运加热炉43台,燃气量 $1 860 \times 10^4$ m³/a,因天然气量不足,需补充燃油量约2 600 t/d。

由于早期的管式炉大部分运行10年以上,盘管结焦烧损概率高,经常出现盘管穿孔现象,安全隐患大。另外,因结垢导致部分加热炉管压损大,运行耗能高,热效率低(加热炉平均热效率79.8%)。为此,从2005年开始,陆续将部分年久失修的管式加热炉更新为真空相变加热炉。目前,共有相变炉31台,管式炉28台,热媒炉2台。

2 相变炉结构、原理及技术特点

真空相变加热炉主体结构包括火筒、烟管、炉体(蒸汽发生器)、换热盘管、烟囱及燃烧器等部分。换热盘管分为内置的一体式和外置的分体式。

燃烧器将燃料充分燃烧,热量通过加热炉火筒及烟管传递给炉体内(蒸汽发生器)的中间介质(水),水受热沸腾汽化,逐步充满炉体的汽相空间。水蒸气与换热盘管接触,加热盘管内的生产介质。水蒸气失去热量后,冷凝成液体回流到炉体

内,再次在炉体内被加热蒸发。被加热介质源源不断地带走热量,冷凝成液体的水又吸收燃料燃烧热量而汽化,如此循环往复,通过相变方式完成传热。

相变炉的技术特点:

(1) 相变加热炉利用热管相变传热原理,具有较高的导热性。

(2) 以水和水蒸气作为传热介质,水在封闭的炉壳内受热蒸发、冷凝,热传导系数稳定。

(3) 在负压下工作,运行安全可靠。

(4) 相同功率下,真空炉比传统管式加热炉节约钢材,炉体小。

3 问题分析

大港南部油田自2005年开始试用真空相变加热炉至今已历时10年,试用台数超过30台,然而大部分真空相变加热炉没有体现出高效的优点,而且还带来了许多管理问题。

3.1 结垢严重

由于南部油田矿化度高(约23 000~31 000 L/mg),造成换热器盘管结垢,使介质流动受阻,管损增大。另外,为提高换热效果及减少换热器的体积,真空相变加热炉换热器盘管采用多管程、小管径,在生产过程中容易结垢造成压损增大。据统计,南部油田90%真空相变炉存在压差过大问题,换热器进出口压差达到0.4~0.6 MPa。先后进行化学清洗23台次,更换盘管17台次,化学清洗效果仅能维



持10~30天,更换盘管的效果短则数月,长则半年,之后又恢复到先前状态。因换热器盘管结垢、压损大、换热效率低,严重影响了系统的正常运行。

3.2 正压运行

真空相变加热炉在微负压状态下具有高效、安全的性能,在投产初期基本能正常运行。但使用一段时间后,因换热器结垢、机杂沉积等原因,使换热效果变差,被加热介质温度达不到要求;同时,水蒸气热量不能被带走,冷凝效果变差,造成加热炉正压运行,甚至超过安全压力,安全阀经常打开,失去了高效、安全性能。例如:自一联2#掺水加热炉,额定功率2 500 kW,盘管内径DN50 mm。该加热炉于2007年6月30日投产运行,运行3个月后工作压力升到0.1 MPa以上,造成安全阀经常打开排汽,需定期补加清水。2009年6月进行洗炉,但运行一段时间后又开始正压运行。目前,该加热炉只能停止运行。

3.3 负载能力低

由于大部分真空相变炉采用水作为中间换热介质,且在微负压状态下运行,此时换热盘管周围蒸汽最高温度低于100℃。当工作介质需要得到较高温度时(大于80℃),真空相变炉因两种换热介质间温差较小难以使工作介质提高到理想的温度,加热炉负载能力受限。例如:当枣一联合站2#掺水相变加热炉出口温度要求85℃时,采用管式加热炉能够轻松达到此温度,而真空相变炉无法实现。

3.4 盘管及烟管腐蚀

真空相变炉虽然不直接加热换热器盘管,但仍然没有从根本上解决换热器盘管内部腐蚀结垢问题。在介质本身腐蚀严重的情况下,加上结垢影响,盘管内腐蚀漏失现象仍很普遍。例如:枣一联合站2#掺水相变加热炉,额定功率3 000 kW。该炉于2007年11月6日投产运行,2010年6月25日发现盘管腐蚀渗漏,盘管内壁底部垢下腐蚀严重,而盘管外表及内壁其它部位基本无腐蚀现象,分析原因为该站掺水中含Cl⁻成分。2010年8月对换热器进行了更换;2011年10月盘管结垢严重,进行清洗;2012年7月因换热盘管腐蚀漏失更换换热器;2015年1月换热盘管腐蚀漏失更新换热器。

同样的问题,在烟管及烟囱也频繁出现。一方面是由于真空加热炉负载能力低,为提高负载能力,往往采取“大马拉小车”的办法解决。另一方面,由于油田燃气使用的是未经处理的伴生气,烟气中含硫等腐蚀成分,加上排烟温度过低造成烟气

凝结,从而造成管内腐蚀。

3.5 可维修性差

真空相变加热炉的盘管或火筒、烟管等一旦发生腐蚀漏失,现场维修很困难,需将换热器返厂解体。如果是内置式盘管结构,则需把整个加热炉返厂解体,工作量近于制造一台新加热炉。另外,火筒积灰清除以及真空负压值的调节和维持都非常困难,很难保持高效状态运行。

4 结论

(1) 通过多年的矿场应用效果来看,真空相变加热炉在加热介质矿化度高、机杂多、腐蚀结垢严重的油田适应性较差,尤其是对出口温度要求较高的掺水系统加热,难以满足生产需要。为此,真空相变加热炉质量需要提高。

(2) 在换热器设计上改进,减少盘管管程,适当加大管径,从而减轻由于结垢带来的负面影响。

(3) 为了发挥相变加热炉安全性好、效率高的特点,解决其在使用过程中存在的问题,应采用承压相变加热炉,其主要结构、原理、技术特点与真空相变加热炉相同。

(4) 适当提高壳程的允许运行压力,可提高到0.4 MPa左右,承压能力的提高可使蒸汽温度提高,从而满足更高生产温度的需求。

(5) 适当加厚管壁,同时采取相应的防腐、防垢措施,以延长炉管使用寿命。

(6) 从维修的简便性看,内置式盘管结构更换比较困难,而外置分体式结构盘管更换相对简便。因此对于2 000 kW以上大功率真空炉,采用外置分体式结构盘管适应性更好些。

(7) 优化参数设计,确定热负荷时以实际运行参数为基准,避免追求大裕量,确保较高的负荷率;确定压降值时,参考集输设计手册推荐的0.1~0.25 MPa,避免片面追求低压损,保持合理流速,降低垢、机杂的沉积速率。

[第一作者简介]刘碧峰:高级工程师,1988年毕业于中国石油大学(华东)采油工程专业,现主要从事油田地面工艺技术管理。

(022) 25944894、lbf_123456@163.com

(栏目主持 樊韶华)

