

大港油田联合站原油处理装置改造及热平衡校核

郝颜杰^{1*}, 李萌², 李知韦², 任瑾云¹, 陈红兵¹

(1. 中国石油管道局工程有限公司天津分公司, 天津 300457;
2. 中国石油管道公司(管道销售公司), 河北 廊坊 065000)

摘要:大港油田联合站“两相分离器+沉降罐+热化学处理器”三段脱水工艺优化为“三相分离器+沉降罐”二段脱水工艺, 重新建立了原油脱水装置和原油稳定装置热平衡, 同时对已建的换热设备进行了校核。

关键词:脱水工艺; 热平衡; 换热器校核

中图分类号: TE644

文献标志码: A

文章编号: 0253-4320(2017)06-0209-03

DOI: 10.16606/j.cnki.issn.0253-4320.2017.06.050

Retrofit and thermal balance checking of crude oil treatment plant in Dagang Oilfield

HAO Yan-jie^{1*}, LI Meng², LI Zhi-wei², REN Jin-yun¹, CHEN Hong-bing¹

(1. Tianjin Design Institute, China Petroleum Pipeline Engineering Co., Ltd., Tianjin 300457, China;
2. China Petroleum Pipeline Engineering Co., Ltd., Langfang 065000, China)

Abstract: The dehydration process of Crude Oil Treatment Plant in Dagang Oilfield is optimized from existed “two-phase separator+settling tank+thermal chemical processor” to “three-phase separator+settling tank”. The thermal balances for the crude oil dehydration unit and crude oil stabilizing unit are re-established and the built heat exchangers are checked.

Key words: dehydration process; thermal balance; heat exchanger checking

大港油田联合站设置原油脱水装置和原油稳定装置。原油脱水采用“两相分离器+沉降罐+热化学处理器”三段脱水工艺。原油稳定采用分馏工艺。

进站阀组来气液(温度 30~42℃、压力 0.5 MPa)进入两相分离器,分离出的天然气脱水后外输,分离出的含水原油先进入脱水换热器 A 换热,然后进入加热炉加热至 46℃,最后进入原油沉降罐。原油沉降罐脱出的低含水原油(含水率 2%~5%,压力 0.09 MPa)经过脱水泵增压,脱水换热器 B 换热后进入热化学脱水器。

热化学脱水器脱水后原油含水率 0.3%,经过计量、过滤后依次进入气液换热器换热、原油换热器换热、原油加热器加热至 160℃、0.22 MPa 进入原油稳定塔进行稳定处理。原油稳定塔塔底的原油经过原油换热器换热、脱水换热器 A 换热后进入好油罐。原油稳定塔塔顶的气体经过气液换热器换热后处理外输。

1 工艺流程优化

大港油田联合站工艺流程现状见图 1。

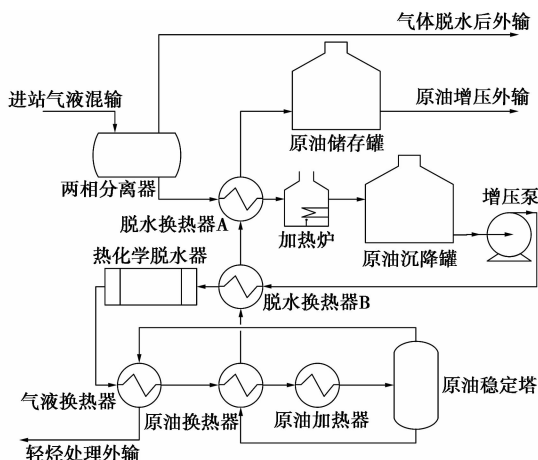


图 1 大港油田联合站流程示意图(现状)

目前,原油处理装置存在问题如下:①脱水工艺处理流程长;②运行能耗高。

大港油田联合站进站来液含水约 90%,均进入加热炉加热,能耗过大。因此,拟将脱水工艺优化为“三相分离器+沉降罐”二段脱水工艺,优化后工艺流程见图 2。

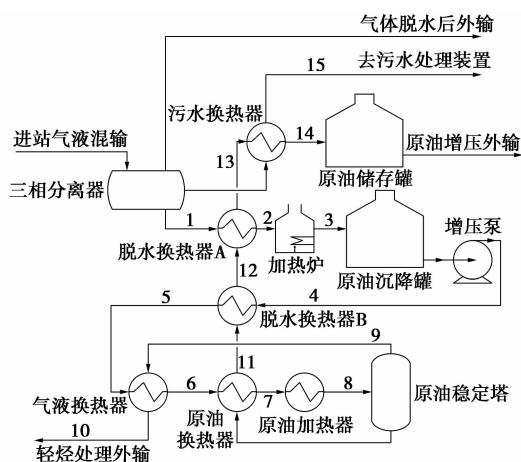


图 2 大港油田联合站流程示意图(优化后)

新流程要投运,须至少满足以下 2 点。

(1)脱水指标达标^[1]。此点涉及脱水剂的段数(一段加药剂还是二段加药剂等)、脱水剂的种类、脱水条件(温度、压力、加药剂剂量)选择等。

(2)全厂热量平衡。含水原油进站即切除大部分水,经脱水换热器 A、加热炉加热后进入下游原油稳定装置。导致进入原油稳定装置的液量、温度均发生重大变化。此点涉及大港油田联合站内原油脱水装置和原油稳定装置热平衡的重新建立、换热器的校核、塔及泵设备的校核、加热炉校核及运行方式的选择。

本文中仅对热平衡的重新建立和换热设备(包括换热器和加热炉)进行论证。

工艺流程优化后进行 HYSYS 模拟,各物流温度计算结果见表 1。

表 1 流程优化后各物流温度 /℃

物流序号	温度	物流序号	温度	物流序号	温度
1	35.0	6	85.9	11	120.0
2	51.0	7	116.0	12	97.0
3	55.0	8	160.0	13	75.0
4	55.0	9	160.0	14	63.0
5	76.4	10	120.0	15	39.0

由表 1 可以看出,“两相分离器+沉降罐+热化学处理器”三段脱水工艺优化为“三相分离器+沉降罐”两段脱水工艺,各物流的温度参数均发生变化。原油最终进入储罐的温度为 63℃(改造前原油最终进入原油储罐的温度为 55℃),对应饱和蒸汽压为 60 kPa<70 kPa,满足要求(根据《油气技术设计规范》(GB 50350—2005),稳定原油在最高储存温度

下的饱和蒸汽压的设计值不宜高于当地大气压的 0.7 倍)。

2 已建换热器的校核

原油处理装置热平衡发生变化后,各个换热器(6 个换热器均为管壳式换热器)的进出口参数均发生变化,需进行能力校核。已建换热器的校核^[2]详见表 2。

表 2 已建换热器的校核表

物流序号	脱水换 热器 A	脱水换 热器 B	气液换 热器	原油换 热器	原油加 热器	污水换 热器
冷流体进口温度/℃	35	55	76.4	85.9	116	35
冷流体出口温度/℃	51.0	76.4	85.9	116	160	39
热流体进口温度/℃	97	120	160	160	290	75
热流体出口温度/℃	75	97	120	120	250	63
平均温差/℃	42.9	42.8	57.5	38.8	132.0	31.8
热负荷/kW	448.9	488.9	225.6	900	1395.8	239.2
冷端温差/℃	40	42	43.6	34.1	134	28
热端温差/℃	45.97	43.6	74.1	44	130	36
换热面积/m ²	150	150	120	515	125	160
传热系数/ (W·m ⁻² ·℃ ⁻¹)	69.7	76.2	32.7	45.0	84.6	47.0

由表 2 可以看出,已建的换热器总传热系数均小于 100 W/(m²·℃),根据工程经验,目前常规换热器换热系数均大于此值,因此 6 台换热器均能利旧。

3 已建加热炉的校核

加热炉的校核应包括如下 4 个方面。

(1)热负荷

按照工程经验,管式加热炉允许最低运行负荷为额定负荷的 30%,为维持平稳运行,实际运行负荷宜在最低额定负荷 50%以上。

(2)压降

加热炉压降过大,导致井口压力过高。压降的校核需要明确加热炉盘管的数量、尺寸,盘旋次数(90°或 180°弯头的数量),以便计算直管摩擦和局部摩擦。

(3)流量及流速

加热炉管中原油流速过小时,炉管干烧,容易造成穿孔;加热炉管中原油流速过大时,停留时间过

短,原油出口温度达不到要求。加热炉管流速最小不宜低于 1.5 m/s,一般控制在 3.0~4.0 m/s。

(4) 出口温度

加热炉出口温度主要与加热的媒介有关。如果水套加热炉(加热介质为水)出口最高温度一般 80~90℃,管式加热炉(加热介质为导热油)出口温度可达到 200~300℃。

目前,大港油田联合站备用的加热炉参数如表 3。

表 3 大港油田联合站已建加热炉参数

序号	型号	额定热负荷/kW	数量
1	JM-FTX4000-H/2.5-Q	4000	2
2	JM-XJL1600-H/2.5-Q	1600	1
3	JM-ZKX600-H/2.5-Q	600	2

3.1 热负荷校核

大港油田联合站进站液量为 9 100~12 000 m³/d,进站温度为 30~42℃,加热炉出口温度设定值为 55℃,对不同工况下需要的加热炉负荷进行计算,见表 4。

表 4 加热炉热负荷校核

序号	进站来液流量/ (m ³ ·d ⁻¹)	进站来液 温度/℃	所需热负荷/ kW
1	12000	30	1118
2	12000	35	932
3	12000	42	670
4	9100	30	891
5	9100	35	750
6	9100	42	551.2

由表 4 可以看出,所需加热炉负荷为 670~1 118 kW,已建的 1 台 1 600 kW 加热炉可以满足热负荷要求。

3.2 压降校核

根据大港油田联合站已建的 1 600 kW 加热炉参数(型号为 JM-XJL1600-H/2.5-Q,换热管管径 $\Phi 76$ mm \times 4 mm,长度为 212 m,90°弯头和 180°弯头共计 39 个)和原油物性(黏度 0.05 Pa·s)计算压降^[3]为 0.07 MPa<0.1 MPa(加热炉允许压降),因此,压降校核满足要求。

3.3 流速校核

经计算,原油在加热盘管中的流速为 3.0 m/s>1.5 m,流速满足要求。

3.4 出口温度

已建加热炉加热介质为导热油,本工程要求加热炉出口温度为 55℃,完全可以满足要求。

综上所述,经过加热负荷、压降、流速、出口温度 4 个核心参数的校核,已建的 1 台 1 600 kW 加热炉完全可以满足要求。

4 能耗分析

根据《油田地面工程设计节能技术规范》(SY/T 6420—2008),本工程改造前后综合能耗分析见表 5 和表 6。

表 5 改造前综合能耗表

项目	年消耗量	能耗换算值	能耗/(10 ⁴ MJ·a ⁻¹)
天然气	298.04 \times 10 ⁴ m ³ /a	33.43 MJ/m ³	9963.48
电力	139.15 \times 10 ⁴ kWh/a	12.60 MJ/kWh	1753.29
综合能耗			11716.77 \times 10 ⁴ MJ/a
单位综合能耗			225.61 MJ/t

表 6 改造后综合能耗表

项目	年消耗量	能耗换算值	能耗/(10 ⁴ MJ·a ⁻¹)
天然气	80.01 \times 10 ⁴ m ³ /a	33.43 MJ/m ³	2674.73
电力	145.28 \times 10 ⁴ kWh/a	12.60 MJ/kWh	1830.53
综合能耗			4505.26 \times 10 ⁴ MJ/a
单位综合能耗			86.75 MJ/t

由表 5 和表 6 可以看出,大港油田联合站单位综合能耗由 225.61 MJ/t 降为 86.75 MJ/t,能耗大大降低。

5 结语

大港油田联合站原油脱水工艺由“两相分离器+沉降罐+热化学处理器”三段脱水工艺优化为“三相分离器+沉降罐”二段脱水工艺极大降低了能耗;脱水工艺优化后,重新建立的热平衡各个参数合理,已建的设备均能利旧使用,具有较好的经济效益。

参考文献

- [1] 葛万生.原油热化学脱水工艺技术试验[J].油气田地面工程, 2012,(5):37-38.
- [2] 隋建华,郑召梅.管壳式换热器传热性能的检测与校核计算[J].石油工业技术监督,2005,(8):12-14.
- [3] 曹萍.带钢辐射管加热炉数学模型及热力校核计算探讨[J].工业炉,2013,(4):40-42.■