

辽河油田开发后期稠油脱水工艺的改进

马强¹ 孟晗²

摘要: 随着稠油开采进入中后期, 辽河油田脱水工艺主要存在加热能耗需求大、工艺系统抗干扰能力差、老化油产生量大处理困难、加热系统热效率低、成本高等诸多问题。针对上述问题, 开展了稠油常温破乳脱水工艺、燃气相变加热炉替代燃煤锅炉、研发老化油处理工艺等技术改进。现场实施工艺改进后, 油田加热能耗降低了65%; 加热成本由5.09元/吨降至2.51元/吨; 污水系统老化油日产生量由120 m³下降到60 m³, 污水含油量由2 451 mg/L降至290 mg/L; 脱水后老化油含水由50%降至3%~5%。

关键词: 辽河油田; 稠油; 脱水工艺; 老化油处理

Doi:10.3969/j.issn.1006-6896.2016.2.017

Research and Application of Heavy Oil Dehydration Technology in Liaohe Oil-field

Ma Qiang, Meng Han

Abstract: With the development of heavy oil recovery in middle and later stage, the dehydration process mainly exists problems such as high heating energy consumption demand, poor anti-disturbance ability of process system, large amount of aging oil treated difficultly, inefficient and high cost in heating system. Aiming at this problem, indoor test and field simulation technology research has carried out oil at ambient temperature demulsification and dehydration process, the phase-change gas-fired furnace alternative coal-fired boiler and the aging oil treatment process. The test results showed that heating energy consumption, the aging oil production in sewage system, the oil content in the waste water and the water content in the aging oil are all reduced dramatically.

Key words: Liaohe oilfield; heavy oil; dehydration process; aging oil treatment

1 存在的问题

辽河油田以生产稠油、超稠油为主, 油品具有胶质沥青质含量大、黏度高等特点。稠油脱水采用常规的掺加定比稀油、二次加药、二段加热的热化学沉降工艺, 加热系统为燃煤锅炉与换热器的组合方式^[1]。

随着油田开采进入中后期, 处理液量含水逐年上升, 用于脱水系统的加热能耗也同幅度显著增加, 从而造成了加热系统超负荷运行^[1]。

辽河油田脱水系统主要存在的问题: ①加热系统严重超负荷运行, 无法保证原油脱水温度, 致使整个工艺系统抗干扰能力差, 外输净化油含水经常超标; ②没有成熟的老化油处理工艺, 老化油产生量大并严重挤占好油罐, 造成二段静沉能力及脱水

沉降时间不足; ③燃煤锅炉能耗大、维护费高、环境污染严重等^[2]。针对上述存在的问题, 开展了稠油常温破乳脱水工艺、燃气相变加热炉替代燃煤锅炉、研发老化油处理工艺等技术改进。

2 稠油脱水工艺的改进

2.1 稠油常温破乳脱水新工艺

稠油脱水的二段热化学工艺的最大缺点是加热能耗过大。造成加热能耗超标的原因是由于脱水工艺首先对处理液直接进行加热提温, 其中含大量的游离水, 浪费了65%的加热能耗, 而且处理液含水逐年上升, 因此造成了加热系统的超负荷运行^[3]。为解决此问题, 在充分利用原有工艺设施的基础上, 将静沉罐改造为具有动沉功能的常温预脱水罐, 同时保留原有罐内的浮桶出油装置(图1),

¹中国石化辽河油田分公司质量节能管理部 ²大庆油田有限责任公司第四采油厂第四油矿

这样处理液在不加热情况下，进入常温预脱水罐进行油、水分离后，可脱离出约60%的游离水，从而大幅度地降低脱水系统的加热负荷，使加热能耗明显下降。

稠油常温破乳脱水工艺优点表现在：进站稠油在一段预脱水罐内常温条件下进行油、水分离，分离出占处理液量三分之二的污水，使加热负荷量减少了65%；改二段为三段脱水工艺，整个脱水系统抗干扰能力提高，加药量、加热燃料量明显降低，脱水质量及稳定性显著提高。

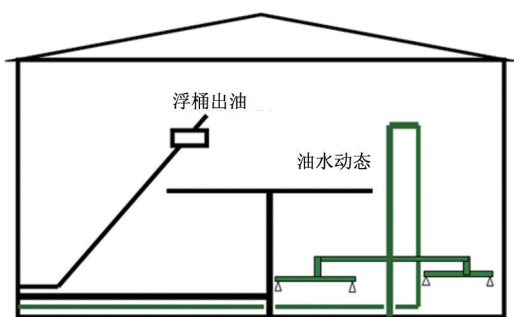


图1 静沉罐改造后功能结构示意图

2.2 燃气相变加热炉替代燃煤锅炉

由于稠油常温破乳脱水工艺使得下段加热负荷减少，整体加热负荷显著下降；因此，经论证后采用更加清洁环保、低碳节能、安全自控系统先进、热效率高的燃气相变加热炉以替代原工艺设施老化、热效率低、燃料和设施维护费用高的燃煤锅炉，同时拆除原有导热油换热器。改造完成后，加热成本由5.09元/吨下降至2.51元/吨^[4]。

2.3 研发老化油处理工艺

脱水系统产生老化油液量135 m³/d，其中污水系统产生120 m³/d，原油系统产生15 m³/d。由于原系统没有老化油处理工艺，老化油只能回收集中到好油罐单独储存，最高时达到23 000 m³库存量。针对回收到的老化油只是采用将少量的老化油掺入到外输净化油中和定期就地拉运外销两种简单方法进行处理。

采用上述方法处理老化油对脱水系统的影响：外输油含水时常超标；净化油储存能力下降；原油商品率下降；管理难度大^[5]。

2.3.1 污水系统老化油处理工艺

在污水系统污水调节罐内，加入反相破乳剂替代原工艺使用的净水剂，使污水调节罐内产生的污油不含有净水剂等高分子聚合物残留物，因此其罐内产生的老化油乳化难度和稳定性显著降低，可直接回收进入原油脱水系统。经过一年多的试运行，形成了一套稳定的操作方法，有效地控制和减少了

老化油的产生量，达到了老化油产生量消减的目的，从而使污水系统老化油日产生量由120 m³下降到60 m³，同时使去污水处理站的污水含油量由2 451 mg/L降至290 mg/L。

2.3.2 原油系统老化油处理工艺

原油系统和污水深度处理后产生的老化油，由于含各类净水剂多、库存时间长、乳化严重，仅靠常规热化学破乳方法难以进行处理。经过多次室内试验，确定了高温破乳+离心机分离的新工艺处理方式，分离出的污水进污水处理系统；分离出的泥渣集中处理；脱水后老化油含水率由50%降至3%~5%。

高温破乳+离心机分离的老化油处理原理：老化油在高效破乳剂的作用下使油水界面膜破坏后进入离心机，利用老化油中的油、水、渣相互间的比重差，在离心力场作用下实现渣、水、油三相分离；同时调节油水挡板的位置可以调控出油、出水的比例^[5]。

整个进料和分离过程均是连续、封闭、自动地完成，达到了老化油处理工艺的技术要求，处理后的老化油可与外输油品混合后直接输送，实现老化油的最大商品率。

3 工艺技术创新点

3.1 稠油常温破乳脱水工艺国内首创

常温破乳脱水工艺最大特点就是在首段稠油没有经过加热的前提下，直接在罐内进行常温动态破乳，这样就使后段需加热的液量减小了三分之二，加热能耗降低了65%，同时由于增加了动态时间，也给下一步的脱水过程降低了工艺要求，实现了整个脱水工艺的运行稳定。

3.2 各段温度及加药量可根据生产随时调整

采用新工艺后，各段加热温度和含水率都有很大程度下降，从而使燃气炉加热调节能力供给大于需求，因此各段加热温度可任意调整。由于新工艺增加了一次动态沉降的过程，使原油动态沉降时间增加了16~20 h，同时各段加热温度又可随时保证，因此原油破乳剂的使用量明显下降，可调空间增大。

3.3 反相破乳剂的使用形成了老化油减量处理工艺

由于增加了反相破乳处理工艺，各项水质指标达到了工艺要求，污水含油量由2 451 mg/L降到290 mg/L，污水机杂含量由9 129 mg/L降到2 350 mg/L。经过反相破乳处理后的污水，只需经污水深度处理气浮处理一次后，就可满足作业区掺药用水和无效

注水对水质的相关要求。同时,由于进入到污水调节罐的污水经过反相破乳处理,处理后回收的老化油含水和机杂等指标都明显下降,日均直接回收进脱水系统的回收老化油量达到 60 m^3 ,老化油得到了有效控制和消减。

4 效益分析与评价

4.1 常温破乳脱水和燃气相变加热炉

由于采用常温破乳脱水工艺以及燃气相变加热炉的使用,使辽河油田稠油脱水系统无论在燃料费、药剂费、动力费、维修费等经济效益方面,还是在减少温室气体排放的社会效益方面都有显著提高。

4.2 老化油处理

离心机累计处理老化油 $38\ 953\text{ m}^3$,增加原油外销量达到 $18\ 855\text{ m}^3$ (老化油密度 0.94 t/m^3 ,外输原油单价 $3\ 800$ 元,老化油外销单价 $2\ 000$ 元,老化油处理费用 142 元/m^3),增加销售金额 $3\ 190.3$ 万元;脱水系统直接回收老化油达到 $26\ 408\text{ m}^3$,即减少老化油处理费用 375 万元;离心机处理支出费用为 553.13 万元;老化油工艺设施投资费用为 200 万元;药剂费用为 694.38 万元;增加经济效益 $1\ 742.79$ 万元。

4.3 社会效益

实施老化油处理新工艺后,解决了以往储油罐无法按时清理维护的问题,确保了集输系统生产设

施的安全运行。而使用燃气相变加热炉后,仅二氧化碳排放量每年就可下降为原来的 $1/150$ (原来每年大约排放 $11.32 \times 10^4\text{ t}$),烟尘排放趋近于零。

参考文献

- [1] 马强,杨先克,张传友,等.稠油化学预脱水技术的研究与应用[J].承德石油高等专科学校学报,2008,10(2):1-3.
- [2] 武斌安.稠油开采后期油气集输节能改造[J].石油和化工节能,2013(4):36-38.
- [3] 靳军.原油集输处理热能分析及能耗控制[J].石油和化工节能,2013(2):22-23.
- [4] 马强,娄银环.相变加热式水蒸气导入技术在矿场油气集输系统的应用[J].节能,2013,32(5):55-57.
- [5] 高峰.自动加药流程改造在小一集的应用[J].中国化工贸易,2014(6):160.

作者简介

马强:高级工程师,2003年毕业于东北石油大学石油工程专业,获工学学士学位,2012年毕业于东北石油大学石油与天然气工程专业,获工程硕士学位,从事节能管理工作,0427-7829250, starmq@163.com,辽宁省盘锦市兴隆台区惠宾街91号辽河油田质量节能管理部节能技术科,124010。

收稿日期 2015-10-12

(栏目编辑 张秀丽)

(上接第46页)

参考文献

- [1] 席长丰,马德胜,李秀峦.双水平井超稠油SAGD循环预热启动优化研究[J].西南石油大学学报:自然科学版,2010,32(4):103-108.
- [2] ANDERSON M T, DAVID K. SAGD startup: leaving the heat in the reservoir [C]. SPE157918, 2012: 1-9.
- [3] 霍进,桑林翔,杨果,等.蒸汽辅助重力泄油循环预热阶段优化控制技术[J].新疆石油地质,2013,34(4):455-457.
- [4] 尹晓君,唐晓东,李晶晶,等.风城稠油采出液脱水集输一体化技术研究[J].石油化工应用,2014,3(3):92-95.
- [5] 刘东明.风城油田超稠油SAGD采出液高温密闭脱水技术[J].东北石油大学学报,2014,38(3):87-93.
- [6] 刘东明,刘俊德,马良.风城超稠油污水处理效果的影响因素与对策[J].油气田环境保护,2013,24(4):28-31.
- [7] MEDINA M. SAGD: R&D for unlocking unconventional heavy-oil resources[J]. The Way Ahead, 2010, 6(2):

6-9.

- [8] 郭二鹏,刘尚奇,王晓春,等.直井与水平井组合的蒸汽辅助重力泄油产量预测[J].断块油气田,2008,15(3):71-74.
- [9] 武毅,张丽萍,李晓漫,等.超稠油SAGD开发蒸汽腔形成及扩展规律研究[J].特种油气藏,2007,14(6):40-43.
- [10] 曹雪琴,钱国砥,娄颖.Zeta电位与分散染料的分散稳定性[J].印染助剂,1998,15(6):9-13.

作者简介

霍进:教授级高级工程师,1990年毕业于西南石油大学地质工程专业,2005年毕业于该校油气田开发专业,获博士学位,从事油气田开发研究工作,0990-6880528, hj_zy@petrochina.com.cn,新疆克拉玛依市迎宾路36号中国石油新疆油田分公司,834000。

收稿日期 2015-08-05

(栏目编辑 张秀丽)