

凝析油储罐高温底水现象探讨

刘建辉,张仁义

(中国石油化工股份有限公司西北油田分公司 雅克拉采气厂,新疆 库车 842017)

摘要:大涝坝集气处理站出现一起凝析油储罐温度异常升高现象。结合现场情况和储罐结构,着重分析现象背后的原因,深入认识储罐高温底水现象,并给出完善储罐设计和运行管理的建议。

关键词:凝析油储罐;导热油伴热;高温底水;措施;大涝坝集气处理站

中图分类号:TQ 028.2

文献标识码:A

Discussion on high-temperature bottom water in condensate oil tank

Liu Jianhui, Zhang Renyi

(Yakela Gas Production Plant, SINOPEC Northwest Oilfield Company, Kuqa, Xinjiang 842017, China)

Abstract: In the Dalaoba gas collection station, temperature rises abnormally in some condensate oil tanks. The reasons are discussed according to field condition and tank structure. The phenomenon of high-temperature bottom water in condensate oil tank is analyzed. Some advices for tank design and management are proposed.

Key words: condensate oil tank; heat along with heat transfer oil; high-temperature bottom water; countermeasure; Dalaoba gas collection station

大涝坝集气处理站位于天山南,隶属于西北油田分公司雅克拉采气厂,负责处理大涝坝凝析气田凝析气,设计处理量 $25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,2005 年建成投产。采气树油气混合物进站后,进行油气分离,气相经过分子筛干燥、脱汞塔脱汞,进行膨胀机制冷,经分馏单元回收液化气、轻烃。液相经过换热、三相分离器分离,油相进入凝析油稳定单元,拔出轻烃组分,得到合格的凝析油,进入凝析油储罐储存、泵加压外输(图1)。由于凝析油稳定塔受高矿化度介质环境的影响,塔底操作温度偏低,造成成品凝析油进罐的温度只有 $50 \text{ }^\circ\text{C}$ 左右。

凝析油储罐共2座,容积均为 $1\ 000 \text{ m}^3$,1#罐为内浮顶罐,2#罐为拱顶罐。罐底设计有导热油盘管加热器。导热油来自站内热媒炉,来油温度 $260 \text{ }^\circ\text{C}$,通过手动调节储罐底部导热油进出口阀门,调节加温速度,储罐加温至 $55 \sim 65 \text{ }^\circ\text{C}$,以满足外输要求和脱水要求。一般情况下,采用1个储罐边生产边外输,另一个储罐备用,并用于回收污水单元污油。污水单元污油共有2种来源:一为站内三相分离器水相带油,油量较少;一为边缘井单井流程生产凝析油,且油量大、温度低、含水高,油包水现象严重。

1 1#凝析油储罐温度异常升高现象

1.1 事件经过

2012年5月11日,1#凝析油储罐(表1)处于备用状态,液位为 5.4 m ,大约 550 m^3 液体。在其加温过程中,储罐温度在 20 min 内由 $50 \text{ }^\circ\text{C}$ 急剧升高至 $85 \text{ }^\circ\text{C}$,升温速度近 $120 \text{ }^\circ\text{C}/\text{h}$,明显超过了正常的升温速度 $10 \text{ }^\circ\text{C}/\text{h}$ 。当时储罐处于静止备用状态,现场检查导热油伴热阀门处于正常开度,并立即将其全部关闭,而此后储罐温度竟然又持续上升至 $90 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

1.2 处理过程

鉴于储罐温度升温速度异常,温度超高,情况危险,技术人员和现场人员结合迅速进入应急状态。首先,确认导热油系统有无串漏现象。热媒系

表1 1#凝析油内浮顶储罐参数

Table 1 Parameter of condensate oil tank no. 1# with internal float top

项目	参数	项目	参数
规格	$\phi 1\ 150 \times 1\ 065$	材质	20#钢
设计温度/ $^\circ\text{C}$	80	容积/ m^3	1 000
操作温度/ $^\circ\text{C}$	$50 \sim 65$	设计压力	微正压
操作液位/ m	≤ 9		

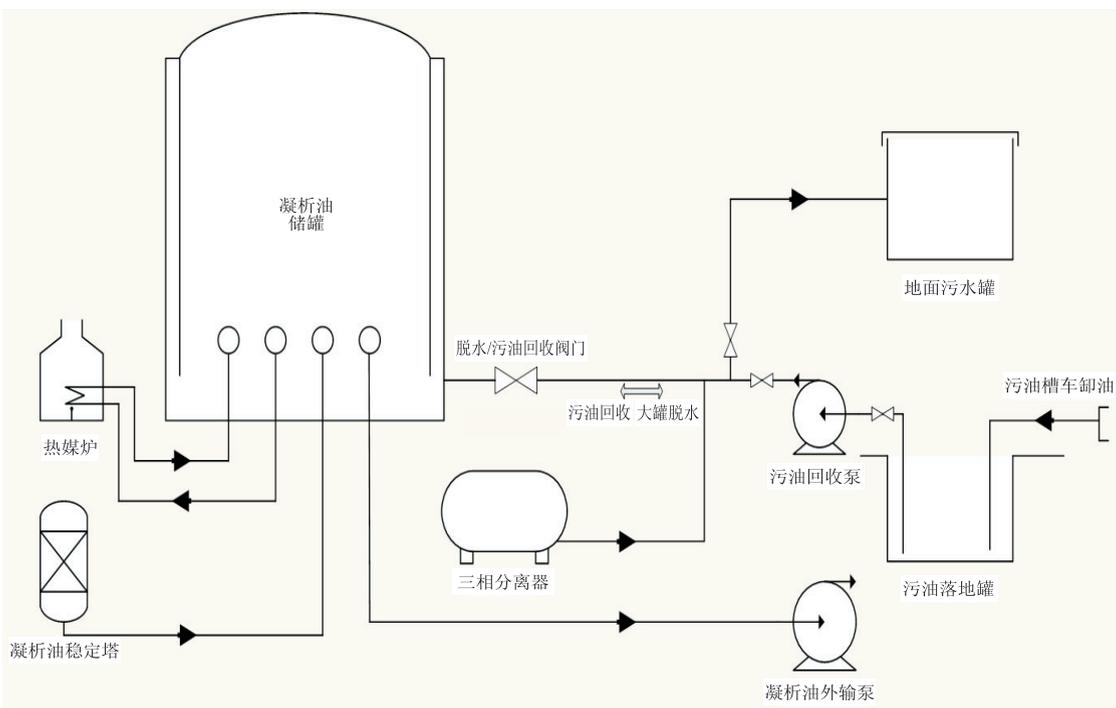


图1 凝析油储罐管道关系流程

Fig. 1 Relationship among pipelines of condensate oil tank

统膨胀罐液位、系统压力、温度均无异常变化,排除了系统串漏的可能。其次,检查核实温度检测是否准确。通过远传温变、现场双金属温度计,以及红外线测温枪测温对比,确认储罐温度监测点的温度显示无误。但用测温枪检测储罐中上部温度只有 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右。通过和现场操作人员沟通,发现1#储罐正在通过污油回收流程回收污水,但污油温度正常,不存在温度超高现象。

由于此类现象第一次出现,没有成熟的经验,无法第一时间找到事件的原因。但初步判断污油回收操作可能是事件发生的诱因,立即停止回收污油。鉴于储罐底部温度超高,立即进行底部脱水操作,将其排至污水单元。随着底部液体的排查,温度监测点的温度逐渐降至 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下,储罐的紧急状态解除。

2 储罐温度异常升高原因分析

为了找到储罐快速升温的原因,笔者事后和现场操作人员结合,进一步了解该储罐前后生产状态,深入分析储罐结构,并结合事件处理过程存在的疑点,尝试解析异常现象背后的原因。

2.1 高温热源使静止储罐出现高温底水成为可能

储罐底部伴热热源来自集气处理站内高温热媒系统。高温热媒系统主要作用是为分馏塔底部重沸器、干燥单元分子筛再生提供热能,同时可以

表2 热媒系统运行参数

Table 2 Operation parameter of heat medium system

项目	参数	项目	参数
进炉温度/ $^{\circ}\text{C}$	230 ~ 240	进炉压力/ MPa	0.6
出炉温度/ $^{\circ}\text{C}$	280	出炉压力/ MPa	0.2
到用户温度/ $^{\circ}\text{C}$	260 ~ 270	到用户压力/ MPa	0.17
用户出口温度/ $^{\circ}\text{C}$	90 ~ 230	回炉压力/ MPa	0.07

给凝析油储罐提供伴热(表2)。导热油出热媒炉温度为 $280\text{ }^{\circ}\text{C}$,到各个用户的温度为 $260\text{ }^{\circ}\text{C}$ ~ $270\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。凝析油储罐在静止沉降过程中不断在底部聚集,经过高温导热油加热易形成高温底水。1#凝析油储罐底部没有设计监控水位的温度计,水位的具体位置无法判断。

2.2 储罐温度检测点设计缺陷不易检测温度整体变化

凝析油储罐温度检测设计有一块温度变送器,温度信号传送至中央控制室,便于远程监控;一块双金属温度计,便于现场观察,温度变送器和双金属温度计处于同一高度,距离罐底 80 cm 。导热油进出管线距离罐底 40 cm ,在罐底加热、热量上传的过程中,罐底和罐中上部的温度变化将失去监控,既无法检测具体的温度值,也无法检测升温速度(图2)。

2.3 储罐静止易形成较大的温度梯度

储罐静止期间逐渐形成油水分层,最底部为水层,上部为油层,中间为短距离的油水过渡层。当

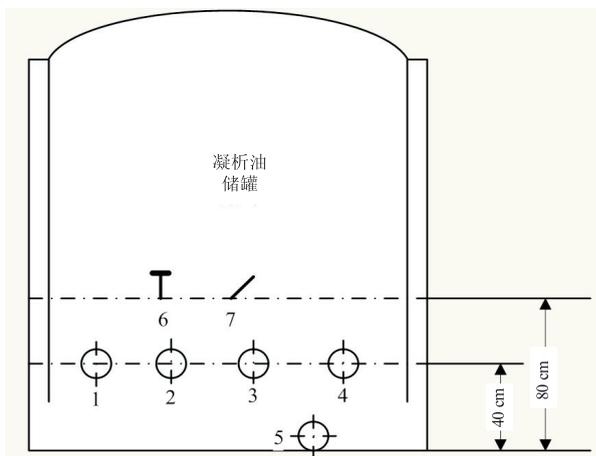


图 2 1#凝析油储罐管道与测温仪表位置关系

1. 导热油进口管线; 2. 导热油出口管线; 3. 凝析油进料管线;
4. 凝析油储罐管线; 5. 储罐脱水/污油回收阀门;
6. 储罐温度变送器; 7. 储罐双金属温度计

Fig. 2 Relationship between thermometer location and pipelines of condensate oil tank no. 1#

底部连续加热时,水相在没有大量气化之前,和油相之间的热传递以热传导形式为主,热对流形式不明显,造成传热速度下降,热量在底部大量聚集,形成较大的温度梯度^[1]。同时水的比热容为 $4\ 186\ \text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$,凝析油比热容为 $(1.8\sim 2.5)\times 10^3\ \text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$,两者的巨大差异,容易使水吸收更多的热量,加剧底部热量集中^[2]。通过测温枪核实 1#凝析油储罐温度时发现,底部温度高达 $90\ ^\circ\text{C}$,而 $4.5\ \text{m}$ 处温度只有 $52\ ^\circ\text{C}$,平均温度梯度高达 $10\ ^\circ\text{C}/\text{m}$ 。

2.4 1#凝析油储罐特殊的状态变化促发了温度异常变化

1#凝析油储罐静止沉降前连续从污水单元回收了 $120\ \text{m}^3$ 污油,均为边缘井产凝析油,温度为 $10\ ^\circ\text{C}$ 左右,含水率 $40\%\sim 60\%$ 。之后进入静止沉降,并缓慢加热,为脱水做准备。2012 年 5 月 11 日当天,由于污油池罐容紧张,现场操作人员临时决定回收污油至 1#储罐,而之前 1#储罐已经静止沉降了 $10\ \text{h}$ 。正是在污油回收的过程中储罐温度(监测点位置)出现了急剧上升。从后来的脱水情况看,储罐水位高度在 $70\ \text{cm}$ 左右。罐底部回收污油时,低温油相和高温水相混合、扰动,同时伴随着油水界面抬高,

造成底部水层的热量大量释放、上传^[3],同时储罐底部高温液段抬升过程中越过温度检测点($80\ \text{cm}$ 处),造成检测点处的温度急剧上升,而且在应经停止导热油加热的情况下,温度依然上升了 $5\ ^\circ\text{C}$ 。

3 储罐高温底水的危害

1#凝析油储罐发生异常升温现象,高温底水是罪魁祸首,必须充分认识其危害。

如果凝析油储罐水液面低于温度检测点位置,底水温度将失去检测,底水温度超过 $100\ ^\circ\text{C}$ 时储罐有发生沸溢的危险。据相关文献显示当油水界面的温度达到 $110\sim 130\ ^\circ\text{C}$ 时即发生沸溢^[4]。

如果凝析油储罐水液位低于且接近温度监测点,在存在高温底水的情况下回收污油或进料生产,将造成高温底水液位上升,热量释放、上传,造成温度检测点附件温度急剧升高;严重时将造成储罐整体温度快速升高,油气蒸发量增加。

高温底水的存在将加大储罐管壁应力疲劳破坏,以及罐底和管壁的腐蚀,危害储罐安全。

高温底水的存在不可避免地造成热量浪费,不利于节能工作的开展。

4 结论和建议

1) 1#凝析油储罐温度异常升高为特殊条件下高温底水引起的温度异常变化。

2) 应加强凝析油储罐运行管理,优化污油回收、大罐脱水、储罐加热操作,避免大量高温底水的出现。

3) 加强对储罐底水液位和温度的监控,在设计上可以考虑增设底部水位液位计和温度检测仪表。

4) 储罐底部加热采用低温热源更利于安全操作。

参考文献:

- [1] 李明义. 油气田工程技术文集[M]. 北京:石油工业出版社,2001.
- [2] 冯叔初. 油气集输与矿藏加工[M]. 东营:中国石油大学出版社,2006.
- [3] 宫敬. 油气集输与储运系统[M]. 北京:中国化工出版社,2000.
- [4] 王光然. 油气集输[M]. 北京:石油工业出版社,2006.

(编辑 叶德燎)