

地热工程设计在施工中不容忽视的几个细节

鄢盛华¹, 朱照霞²

1. 石油大学, 北京 102249

2. 中国石油天然气管道工程有限公司, 河北廊坊 065000

摘要 通过参加地热设计施工投产全过程, 对于施工投产遇到的一些问题, 如维温热回水管线进站增设连通阀、确定管道试验压力值注意不同温度时许用应力值的影响、地热水沉降除油罐与常用沉降脱水罐的区别、双层高架管网选用套筒补偿器注意事项等, 都是常规地热集输设计中不经常遇到的问题, 但又是不可忽视的细节, 可对工程的顺利施工和投产产生直接影响, 在此提出和分析, 可为今后同类工程设计借鉴参考。

关键词 地热维温; 施工细节; 投产影响

中图分类号 TU5

文献标识码 A

文章编号 1674-6708 (2012) 74-0133-02

1 工程概况

留北潜山地热综合利用项目的地热集输系统和维温集输系统建成的主要工程内容有: 综合换热站 1 座、地热集输站 1 座。扩建的维温换热站 4 座: 路 3 站、留一联、路 27 站、路 15 站。

1.1 主要设计参数

地热水管输送最高温度: 110℃;
地热水集输系统设计压力: 1.6MPa;
新建地热水单井: 12 口;
地热水单井产量: 600m³/d。
维温水管输送最高温度: 80℃;
维温水集输系统设计压力: 1.6MPa;
维温水管线总输量: 6 000m³/d。

1.2 主要工程内容

1.2.1 综合换热站主要工艺设施见下表 1

序号	名称规格	单位	数量
1	气液分离器 0.8MPa ϕ 3000 × 12000	台	1
2	立式拱顶沉降除油罐 3000m ³	座	2
3	回水罐 ϕ 3000 × 12000	台	1
4	离心式热水泵 $q_v=250\text{m}^3/\text{h}$ $h=90\text{m}$ $P=110\text{kW}$	台	2
5	离心式收油泵 $q_v=25\text{m}^3/\text{h}$ $h=50\text{m}$ $P=11\text{kW}$	台	2
6	离心式喂水泵 $q_v=230\text{m}^3/\text{h}$ $h=30\text{m}$ $P=37\text{kW}$	台	2
7	立式波纹管换热器及阀组 $F=190\text{m}^2/\text{台}$	套	4
8	维温热回水去留 1 联、路 3 站、路 27 站、路 15 站计量阀组	套	1
9	地热水伴生气分离装置	套	2
10	双层高架管网	m	900

表 1 综合换热站主要工艺设施表

1.2.2 地热水集输系统

地热水集输干线 $D273 \times 7-1.9\text{km}$;
单井管线 $D159 \times 5-2.5\text{km}$, $D114 \times 4-3.5\text{km}$;
地热水计量阀组间 (8 头) 1 座, 计量阀组间 (4 头) 1 座。

1.2.3 维温水集输系统

1) 新建维温热回水管线 $D219 \times 6-9.0\text{km}$,
 $D159 \times 5-21\text{km}$,
 $D133 \times 4-0.8\text{km}$ 。
2) 扩建了 4 个维温站
留 1 联站内热回水阀组改扩建;
路 3 站内新建维温热回水阀组分配间 1 座, 路 3 站内维温

热回水阀组改扩建;

路 27 站内维温热回水阀组改扩建;

路 15 站内维温热回水阀组改扩建。

2 设计施工中须认真注意的几个主要细节

2.1 在扩建的各站维温工艺流程上增设连通流程

去各维温站的热回水集输管线施工铺设完毕后, 进入管线试压和预热阶段, 热水温度值是达不到设计设定值的, 不能进入已建伴热生产系统, 需循环运行逐步使温度达标, 为保证站内生产正常运行不受影响的同时站外维温热水可以逐渐循环升温的要求, 应在维温热回水管进站处增设连通流程, 使得不达标的水通过回水管线回到留北换热站, 直至温度升到设计温度 (80℃) 后, 再关闭连通阀, 放达标的水进入已建伴热生产系统。

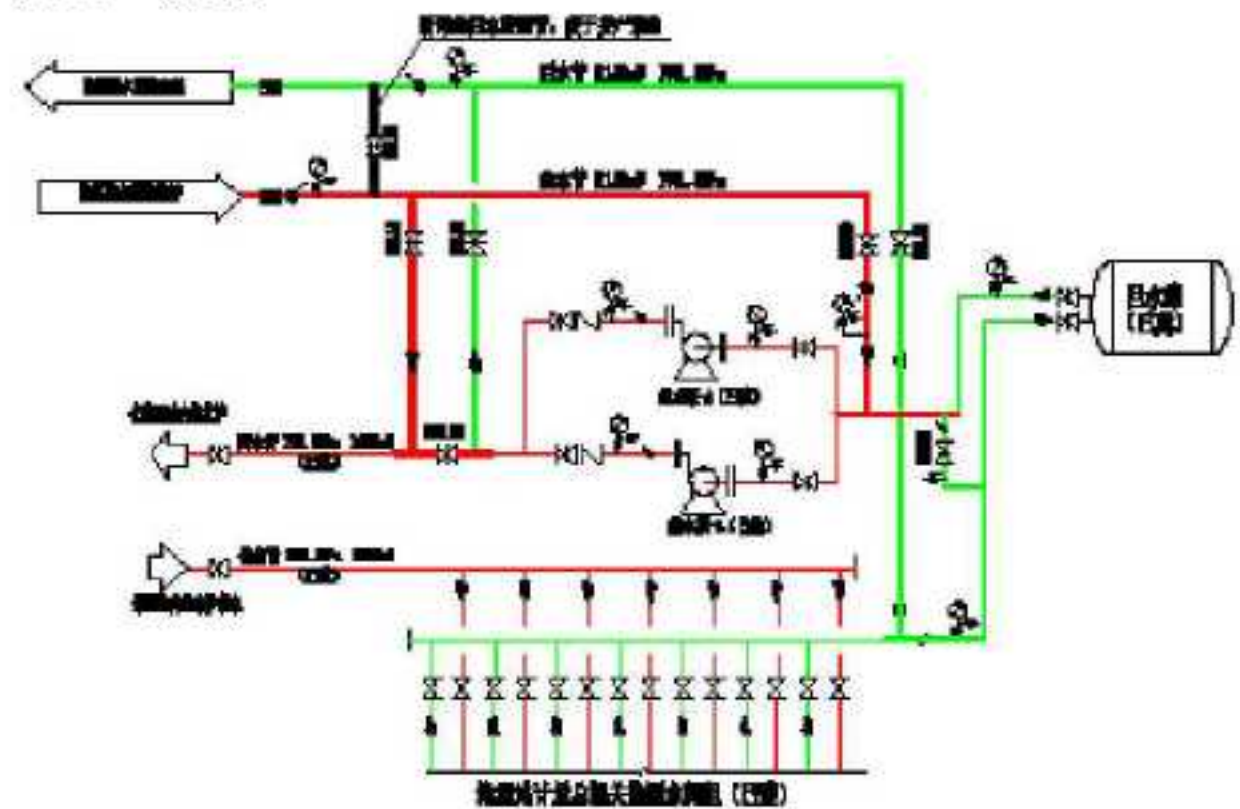


图 1 维温热回水集输管线设计图

2.2 确定管道试验压力值时注意不同温度时钢管的许用应力值的影响

确定管道试验压力常规做法是执行规范标准《GB50235-97 工业金属管道工程施工及验收规范》中的第 7.5.3.5 条, 我们通常的概念是选择试验压力为 1.5 倍的设计压力即可。但本项目的地热水单井温度高, 极端温度可达 123℃, 应执行规范中的第 7.5.3.7 条, 这一条款要求设计者注意管道设计温度高于试验温度时, 要考虑对所选管材的设计温度对试验应力值的影响, 试验压力计算公式如下:

$$P_s = 1.5P[\sigma]_t / [\sigma]$$

式中: P_s —— 试验压力 (表压) (MPa);

P —— 设计压力 (表压) (MPa);

$[\sigma]_t$ —— 试压温度下管材的许用应力 (MPa);

$[\sigma]$ ——设计温度下管材的许用应力 (MPa)。

经查 GB150《钢制压力容器》规范,其中表 2“钢管许用应力”可知,常用的 20、20G 和 16Mn 等钢管其 200℃以上的许用应力值比 150℃以下的许用应力值要低(见表 2 摘抄),因此试验压力值不是简单的 1.5 倍设计压力关系。由此提醒我们在做高温蒸汽管道或导热油管道设计时一定要注意高温时许用应力值的变化。

钢号	钢管标准	壁厚 mm	在下列温度℃下的许用应力 MPa					
			≤ 20	100	150	200	250	300
10	GB8163	≤ 10	112	112	108	101	92	83
20	GB8163	≤ 10	130	130	130	123	110	101
20G	GB6479	≤ 16	137	137	132	123	110	101
20G	GB6479	17~40	137	132	126	116	104	95
16Mn	GB6479	≤ 16	163	163	163	159	147	135
16Mn	GB6479	17~40	163	163	163	153	111	129

表 2 钢管许用应力表(摘抄)

本项目管子为 20 号无缝钢管(执行 GB8163),设计压力为 1.6MPa,管壁厚 ≤ 10mm,管道试压期间温度按 30℃计,经查表 2 许用应力为 130MPa,最高设计温度为 123℃,查表取 150℃下许用应力为 130MPa,带入第 7.5.3.7 条公式计算,确定试验压力为 2.4MPa。

2.3 地热水沉降除油罐的与常用沉降脱水罐的区别

地热水沉降除油罐与油田常用的沉降脱水罐都是用来进行原油沉降脱水的,但由于水中含油量的差异(地热水中原油含量仅为 2%),本项目的地热水沉降除油罐根据自己的特殊要求,在设计要求和内部结构进行了调整。具体内容如下。

2.3.1 罐外壁不设保温层

因为地热水热量被利用后需重新回注到地下,回注之前可利用余温经过沉降罐把其中的原油回收,地热水进罐温度 70℃左右,因水中含油率很低,沉降停留时间一般需 8 小时以上,被收油后的地热水去回注,温度要求不大于 40℃,因此罐外壁要求不设保温层,以利于罐内散热和温度下降。不保温的沉降罐经一个冬天的运行,效果很好。

2.3.2 罐内分配管结构可简化

本项目所选用的沉降罐为 3 000m³ 立式拱顶沉降罐,罐的直径为 18.9m,直壁高度是 11.09m,有效利用高度值是 9.3m,因地热水含油率很低仅为 2%,地热水量 250m³/h 中可收原油为 5m³/h,经水质沉降试验报告得知,温度 60℃热沉降时间 7 小时,油中含水率为 12%。每天可回收含水油约 40m³,罐内的油层厚度不足 0.5m,因此油田常用的沉降脱水罐油水分配管结构显得过于复杂,需要进行简化,经计算收油管高度确定为

7.6m,既可保证稳定收油还确保不会抽空,配管结构简化为一根进罐,经投产后的实践证明效果很好。目前每天可回收原油 30t~40t。

2.3.3 沉降罐顶不设避雷针

根据 GB50183《石油天然气工程设计防火规范》的 9.2.3 条的第 2 条,立式拱顶罐顶板厚度大于等于 4mm,不应装设避雷针,但是应设有防雷接地设施,本项目的罐顶板厚度为 6mm,所以不需安装避雷针。

2.3.4 沉降罐溢流管的设置

一般原油立式拱顶沉降脱水罐为了防止冒罐事故,都有设置高低液位报警或电动执行机构控制阀,根据油田要求,本项目是以节约工程投资为设计原则,自动化设施能省就省,也不允许设置污水排放池,根据业主要求设计一套国产高低液位仪加远传信号报警。但通过投产发现国产设备的使用效果不太可靠,显示信号有误,使得操作工经常要爬到罐顶去检尺,建议今后再做类似工程设计,只要有允许污水排放条件的,应在罐内设置一套溢流管就更安全了。

2.4 套筒补偿器选用时的要点

本工程维温热水管线温度在 80℃~90℃,地热水管线温度在 110℃~120℃,施工季节一般在早春,气温在 0℃上下,管线热力变形和热补偿要求显得更为重要。本项目的管线敷设主要有两种形式:1) 地面双层高架管网;2) 野外埋地敷设。

对于埋地敷设管线的热变形,设计中通过热补偿计算,原则上尽量利用自然地形的拐弯和管子弹性变形抵消不了的地段,在适当位置设计 II 形式的走向,以补偿管线的热变形。

对于双层高架管网上的管线,由于位置受限不宜选用矩形补偿器型补偿,根据热流方向和适宜的位置选用了套筒式补偿器,油田工程首次使用这种补偿器,经投产实践证明运行正常,值得推广。以下是本项目在选用时总结出的注意要点:

1) 地面管架上必须选用焊接式的套筒补偿器,绝不能用法兰连接方式的。因为地面管架的高度在施工中难免有误差,致使管法兰的密封面无法紧密结合,导致运行中产生泄漏。焊接式的就不会发生这样问题,同时它内部设置的弹簧密封结构还可自动纠偏;

2) 套筒补偿器的安装位置应靠近管架 1m~2m 为宜,以防垂直力矩过大,造成垂直位移过大,有可能超过补偿器内弹簧的可调节范围;

3) 在加有套筒补偿器的两端管架应设置管挡,以限制热变形时管线的径向位移量过大,以防管子从管架上滑落下来;

4) 用于油田地热水的套筒补偿器一定要选用加有耐油防腐内衬的,以保证使用寿命。

(上接第 137 页)

采用 2 根麻花钻杆连接到扩孔器前端,修正局部曲线,保证曲率;第二级扩孔至第五级扩孔时,扩孔器前端连接扶正器,防止扩孔时偏心,扶正器尺寸要小于前一级扩孔器;每一级扩孔完成后,进行大排量泥浆洗孔,降低孔内泥浆的岩屑含量。

2.10 管线回拖

管线回拖采用漂管方式,开挖长 400m,深 1m,上口宽 2m,下口宽 1.5m 发送沟,发送沟充水 2/3,将管线置于发送沟内,使管线充分漂浮,减小管线回拖的阻力。回拖管线与钻具的连接方式为钻杆、麻花钻杆、600mm 岩石扩孔器、250t 万向节、“U”型环。回拖时,加大泥浆排量,控制回拖速度、保证回拖连续。

2.11 地貌恢复

工程完工后,恢复河道地貌并经河道主管部门验收合格。

3 结论

定向钻对比传统方法具有安全、可靠等优势。定向钻穿越大伙房水库输水(二期)工程 Φ6m 供水管线,是一次长距离条件下的成功穿越,充分体现了非开挖技术快速、安全、环保的特点,对今后承担类似工程积累了宝贵经验。

参考文献

- [1] 油气输送管道穿越工程设计规范 GB 50423-2007.
- [2] 油气输送管道穿越工程施工规范 GB 50424-2007.