

哈一联天然气处理站工艺流程研究与优化

宁长春 (新疆塔里木油田计划规划处)

庚秀梅 (大庆油田工程有限公司)

摘要 从天然气中回收轻烃的制冷工艺通常采用吸附法、油吸收法和冷凝法。天然气脱水的方法主要有加防冻剂脱水法、溶剂吸收法和固体吸附剂吸附法。针对哈得4和哈一联油田伴生气的气量、组成,合理选择了新疆塔里木油田哈一联天然气处理站的天然气处理装置的工艺。该工艺采用的是天然气压缩、分子筛脱水及单一丙烷冷剂制冷法工艺,并尽量利用已到货装置设备,节省投资。

关键词 天然气 脱水工艺 制冷工艺 脱烃 压缩

1. 概况

哈得4油田位于新疆维吾尔自治区阿克苏地区沙雅县境内,塔里木河南岸,哈得逊乡西南约20km处,东距轮南-塔中沙漠公路约50km,交通运输条件便利。油田所在地大部分为多垄沙地,有少部分的波状沙地及小草丘地,地势呈不均匀状态,最高点海拔为960m,最低点海拔为945m。该地区常年干旱少雨,年降雨量不足20mm。

2002年7月已设计一套 $5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 的天然气处理装置,操作弹性为60%~140%。部分设备到货但未安装,本设计尽量利用已到货装置设备,节省投资。

本次设计的天然气处理装置设计规模: $6.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,操作弹性范围60%~160%。处理哈一联合站及哈得4联合站原油脱水装置分离出的伴生气(湿气),脱出的混合轻烃与原油混合后输送至轮一联原油稳定及轻烃回收联合装置进行处理。伴生气经脱水、脱烃处理后达到管输要求的少部分干气作为联合站内的燃料气,其余部分外输进入塔轮管道。

2. 工艺过程的研究

本装置对伴生气进行脱水、脱烃,回收轻烃,处理后的干气除自耗外,外输至塔轮管道。下面对各种脱水、脱烃等工艺进行论述、比较,选择适合

该装置的处理方法,做到经济合理、安全可靠,尽量简化工艺流程,采用成熟、稳妥、可靠的工艺技术路线,以节省工程投资,方便操作和管理。

2.1 制冷工艺及选择

(1) 制冷工艺。从天然气中回收轻烃的制冷工艺通常采用吸附法、油吸收法和冷凝法。吸附法能耗高、收率低,间歇操作。传统的油吸收法也是能耗高、收率低,目前已基本不采用。国内外近20年来已建成的轻烃回收装置,大多采用冷凝法分离工艺。冷凝分离按制冷工艺分类主要有冷剂制冷、节流阀膨胀制冷和膨胀机制冷等。

冷剂制冷适用于以控制输气露点为主并同时回收部分凝液的装置;原料气较富,气源和外输气之间没有足够的压差可供利用,或为回收凝液必须适当增压,所增压力和外输压力之间没有压差可供利用,采用冷剂制冷可经济地达到要求的收率。

最简单的冷剂制冷工艺是采用单一冷剂的制冷工艺,常用冷剂为氨和丙烷。氨制冷是80年代国内浅冷装置采用较多的冷剂制冷方法,但氨一般只能提供 -28°C 冷级的冷量,且氨遇水对设备有一定的腐蚀,加上氨的刺激性气味及对人体的危害,近年来这种工艺在国内新建的轻烃回收装置已很少采用。国内80年代末期开始采用丙烷制冷工艺,现已得到广泛应用。丙烷制冷可达到 -37°C 的制冷温度,一般适合于以控制外输气露点为主的场合。国内中小型丙烷压缩制冷机组的制造技术是比较成熟的,已形成完整的标准系列,但丙烷制冷大型压缩机组基本上是个空白,只设计和制造过小型的国产丙烷制冷轻烃回收装置。

压力很高的气层气(一般为10MPa或更高),特别是气源压力会随开采过程递减时,应首先考虑采用节流阀膨胀制冷。节流后的压力应能满足外输压力的要求,不再另设增压压缩机。另外,当气源压力较高,或气量较小不适合用膨胀机时,可采用节流阀膨胀制冷。

当节流阀膨胀制冷达不到要求的收率时,可采用膨胀机制冷。膨胀机制冷工艺适合以下场合:①

原料气压力及气量比较稳定的工况;②原料气压力高于外输压力,有足够的压差可供利用;③气体较贫及收率的要求较高;④膨胀后的气体不需要增压或仅部分气体需要增压。

(2) 制冷工艺的选择。本装置从哈得4联合站来的天然气压力为0.2MPa,压力较低、组分较富。利用已购压缩机增压后压力仅能满足外输气的压力,没有压力差可供利用。采用节流阀膨胀制冷和膨胀机制冷均不适合,单一丙烷制冷剂制冷法工艺比较适宜,丙烷制冷可达到 -35°C 的制冷温度,可以满足外输气烃露点及回收丙烷的要求,而且工艺简单,操作稳定,能够满足较大操作弹性。已设计的气体处理装置工艺采用的就是单一丙烷制冷剂制冷法工艺,因此,本装置采用制冷剂制冷工艺,经论证已购丙烷制冷机组更换蒸发器便可以利用。

2.2 天然气脱水工艺及其选择

(1) 天然气脱水工艺。天然气脱水的方法主要有加防冻剂脱水法、溶剂吸收法和固体吸附剂吸附法。

加防冻剂脱水法是和轻烃回收过程相结合,在天然气达到水化物形成温度之前加入防冻剂,水和烃同时被分离脱出。常采用的冷冻剂为甲醇和乙二醇,甲醇适于处理气量较小,含水量较低的井场节流设备和管线,由于甲醇具有中等程度的毒性,对人身安全和环境不利,目前已较少采用。加乙二醇防冻剂法中乙二醇可再生循环利用,适用于原料气中酸性气含量低的轻烃回收装置——浅冷装置。但是,该工艺的最大缺点是当原料气中二氧化碳分压大于0.021MPa时(湿气)设备需采用腐蚀控制,或采用抗腐蚀材料;同时,由于乙二醇粘度较大,特别在有凝析油存在时,操作温度过低给乙二醇溶液与凝析油分离带来困难,增加了在凝析油中的溶解损失和携带损失(一般为 $0.12\sim 0.72\text{L}/\text{m}^3$ 凝析油)。

溶剂吸收法主要用于使天然气露点达到管输的要求,脱水剂主要为甘醇。现在国内外普遍使用三甘醇,由于二甘醇再生温度的限制,其贫液浓度一般为95%左右,露点降仅为 $25\sim 30^{\circ}\text{C}$,而三甘醇的贫液浓度可达98%~99%,露点降通常为 $33\sim 45^{\circ}\text{C}$ 。三甘醇热力学性质稳定,理论分解温度比二甘醇高 40°C ;脱水操作费用也比二甘醇低。

固体吸附法是根据吸附原理,选择某些多孔性固体吸附天然气中的水蒸汽,较常用的吸附剂为分子筛。这类方法适用于深度脱水,脱水后的干气含水量可低于1ppm,露点低于 -70°C 。该法优点是对原料

气的温度、压力和流量变化不敏感,设计和操作简单,占地面积小;缺点是投资和操作费用比三甘醇吸收法高。固体吸附法一般用于天然气深冷轻烃回收装置等需要深度脱水的场合,在国内外深冷分离装置中普遍采用,国内部分浅冷装置也有采用。

(2) 天然气脱水工艺选择。本工程天然气处理站的原料气中二氧化碳含量为2.85%(mol),当原料气压力达到0.8MPa,又有游离水存在时,需考虑设备防腐或采用防腐材料。若采用加注乙二醇防冻剂方法防冻,丙烷制冷机组宜采用防腐材料,但由于原设计采用分子筛脱水工艺,进入丙烷制冷机组的伴生气为干气,已购丙烷制冷机组没有采用防腐材料,所以,本次设计拟利用已购丙烷制冷机组,就不能采用注乙二醇防冻的方法。脱水工艺只能从三甘醇和分子筛脱水这两种方法中选择,由于原料气中轻烃含量较高,采用三甘醇脱水,通过计算,三甘醇的损失可达10%(一般为 $0.12\sim 0.72\text{L}/\text{m}^3$ 凝析油),又由于本装置天然气露点降为 50°C (从 30°C 到 -20°C),三甘醇脱水露点降通常为 $33\sim 45^{\circ}\text{C}$,利用三甘醇脱水无法满足要求。这样,脱水方法选用固体吸附法的分子筛工艺较合理。

2.3 装置脱水位置的优化

本设计伴生气经二级压缩冷却、换热、分离,除去天然气中大部分水分后(伴生气2.1MPa, 30°C),进入分子筛脱水装置脱水,在达到同样脱水深度的情况下,分子筛需脱除水量是放在一级分离器后(伴生气0.8MPa, 40°C)的二分之一,分子筛再生气耗量减少一半,既节省了能源,又减少了干气耗量,更减小了设备的体积,使流程更优。

2.4 分子筛脱水装置的优化

分子筛采用三塔流程,设备经过吸附—再生—冷却—吸附的往复循环工艺,实现水气分离,使天然气质量得以保证。设备吸附—再生—冷却周期均设计为8小时,工艺间的切换由全自动气动阀组控制实现。采用三塔式分子筛脱水器是使塔与塔间在不同工艺时实现8小时自动切换操作,以达到分子筛脱水器全天候无间歇工作,使冷吹后的气体用于再生气,可节约干气的耗量(同两塔流程相比)。

3. 天然气处理装置优化的工艺流程

由哈一联合站和哈得4联合站来的天然气(0.2MPa, $34^{\circ}\text{C}\sim 38^{\circ}\text{C}$)首先经入口分离器分离出游离水,然后进压缩机一级压缩至0.7MPa、

大地对地震信号的吸收衰减规律研究

孔令纲 傅朝奎(大庆石油管理局钻探集团地球物理勘探公司)

摘要 由于大地对地震信号有强烈的吸收衰减作用,地震信号在地下的传播会造成地震记录波形的严重失真,因此在地震资料采集的过程中,要根据地层对地震信号的吸收衰减规律和地震地质条件的特点,采取相应的技术措施来补偿有效信号的能量,以提高地震资料的信噪比和分辨率。本文针对松辽盆地北部大庆长垣以东地区的实际情况,讨论了建立大地对地震信号吸收衰减模型的方法,分析研究了其吸收衰减规律。

关键词 地震信号 地层吸收衰减指数 界限频率

大地相当于一个低通滤波器,对地震信号有吸收衰减作用,尤其是低降速带。松辽盆地是以沙泥岩薄互层为特点的陆相沉积盆地,表层土质松散,差异压实并且胶结效果差。虽然第四系沉积一般在几米至几十米,最厚也不过 200m,但对地震信号的吸收衰减却十分严重。因此,开展大地对信号的吸收衰减规律研究,对提高地震采集资料的信噪比和分辨率大有益处。本文是针对松辽盆地北部大庆长垣以东地区开展的大地对地震信号衰减规律分析研究。

120℃,经级间冷却器冷却至 50℃,再进入贫富换热器,与低温分离器顶部气相和混合烃稳定塔塔顶气的混合气换热至 40℃后,进入一级分离器,分离出游离水,进入压缩机二级压缩至 2.1MPa、130℃,经后冷却器冷却到至 50℃,再经低温换热器,与低温分离器气相换热后温度达到 30℃后进入二级分离器(V-2103)分离。分离出的轻烃作为混合烃稳定塔的中部进料,分离出的天然气经分子筛脱水装置脱水,水露点达到 -30℃,进入丙烷制冷机组,冷却到 -25℃后,进入低温分离器;分离出的轻烃同时作为混合烃稳定塔的塔顶进料,低温分离器气相进入低温换热器与压缩机后冷器出口气换热,温度升至

1. 建立大地吸收衰减模型的方法与原理

根据表层调查资料、VSP 资料和钻井资料,将地层按纵波的层速度或反射时间分成若干小层,每层的厚度 H 可从资料中查出,假设各小层间的介质是均匀介质,那么下面各参数就可由经验公式求出:

(1) 求取各层的反射波双程旅行时间 ΔT_0 。

$$\Delta T_0 = 2H/V_p \quad (1)$$

式中, V_p 是反射纵波的速度,单位为 m/s, H 单位为 m。

(2) 求取地层吸收衰减系数 β 。

$$\beta = 7.759V_p^{-2.2} \times 10^6 \quad (2)$$

(3) 求取累计地层吸收衰减指数 K 。

$$K = -\sum \Delta T_0 \times \beta \quad (3)$$

(4) 求取累计地层吸收衰减量 D 。

用累计地层吸收衰减指数 K 乘以不同的频率 f ,就可求出相应的累计地层吸收衰减量 D ,其单位为 dB。

$$D = K \times f \quad (4)$$

(5) 建立大庆长垣以东地区大地对地震信号的吸收衰减规律曲线模型。表 1 是综合上述方法得出的地层吸收衰减规律统计表,再根据此表可建立大庆长垣以东地区地层对地震信号的吸收衰减规律曲线模型,如图 1 所示。

20℃与混合烃稳定塔顶气共同去贫富换热器。

来自低温分离器和二级分离器的两部分轻烃进入混合烃稳定塔进行稳定,混合烃稳定塔塔顶气相与换热后的低温分离器气相混合,再进入贫富气换热器换热,换热后的气体一部分进联合站作为燃料气,另一部分(35℃, 1.85MPa)再经干气-轻烃换热器与塔底混合烃交换热量后(60℃)外输去轮一联输气首站。塔底液相(19.4MPa, 80℃)经干气-轻烃换热器换热至 60℃,经轻烃外输泵加压至 6.4MPa 掺入外输原油外输。

(栏目主持 杨 军)