

榆林南区低温分离工艺运行分析

王永强 刘占良 张林 高君微

(中国石油长庆油田公司第二采气厂)

王永强等. 榆林南区低温分离工艺运行分析. 天然气工业, 2007, 27(3): 122-124.

摘 要 榆林气田南区从 2001 年建成投产以来, 目前已有 $20 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 的生产规模。榆林南区为产少量凝析油的低渗透气藏, 其开发难度较大。为了高效合理地进行开发生产, 在总结榆林气田南区低温分离工艺技术和实际应用效果的基础上, 结合气田采用的高压集气、集中注醇、多井加热、节流制冷等配套工艺技术, 研究了榆林南区低温分离工艺的运行特征、运行效果, 并进行了评价, 为下步优化该区低温分离工艺提供了可靠的依据。

主题词 榆林气田 低温分离 配套 工艺 技术

一、低温分离工艺流程

榆林气田的气质属低碳硫比低含凝析油天然气, 因含一定凝析油, 采用三甘醇脱水的常温工艺不能有效脱除这部分轻烃, 使烃露点达不到外输要求, 因此榆林南区采用低温脱油、脱水工艺。其低温分离工艺流程特点为: 多井高压集气、集中注醇、多井

加热、间歇计量、节流膨胀制冷、低温三级高效分离(分离器、预过滤器、气液聚结器)等, 工艺流程如图 1。节流压力为 $4.2 \sim 6.4 \text{ MPa}$; 在天然气交接点的压力和温度条件下, 天然气的水露点应比最低环境温度低 $5 \text{ }^\circ\text{C}$; 而在相同条件下, 烃露点只有低于或等于工作条件下的最低环境温度时, 天然气中才不存在液态烃。

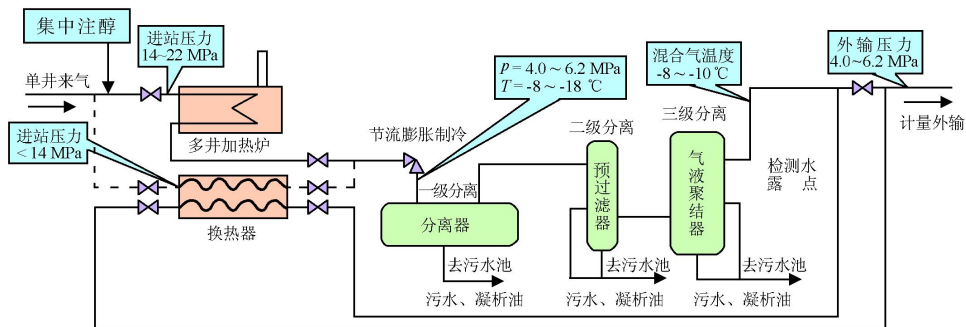


图 1 榆林南区低温分离工艺流程图

根据榆林气田气质特征, 结合外输气的行业标准, 确定低温集气站运行温度为 $-13 \sim -18 \text{ }^\circ\text{C}$ 。

低温工艺运行 4 年多来, 表现出脱烃流程简单、现场操作方便、设备检修维护容易等优点, 但也存在如预过滤器、气液聚集器易出现水合物堵塞, 外输气气质水露点很不稳定(大于 $-5 \text{ }^\circ\text{C}$), 单井节流后温度因八井式加热炉的应用很难调节等问题。

重力式气液分离器能将气液混合物中的液体大

部分分离出来; 并使油气自然分离; 能使直径 $100 \mu\text{m}$ 以上的液滴靠重力沉降, 以防止气体带走过多的液滴; 能够捕捉二次分离后气体中更小的液滴。

现场分离器处理气量都比较大, 运行过程中出现由于气井瞬间携液量增大、或注醇量发生变化而形成水合物, 这些都是气流速度成倍增大而使分离失效, 所以实际处理量要比理论计算的处理量低。

预过滤器和气液聚集器的滤芯寿命或过滤总流

作者简介: 王永强, 1980 年生; 2003 年毕业于原西南石油学院资源勘查专业; 现任第二采气厂作业区经理。地址: (719000) 陕西省榆林市西沙开发区长庆油田第二采气厂。电话: (029) 86574820, 13359120887。E-mail: wyqiang_cq@pet-rochina.com.cn

量与比速间按负指数关系变化,即比速增大,滤芯寿命下降。这是因为当待处理气体体积流量一定时,总过滤面积增大,流体比速下降,单位过滤面积待处理气体总量下降,且滤材的表面积及滤孔总容积同时增大,故单位面积滤材的使用寿命按指数关系增大,最大可达面积比的平方。因而建议增加预过滤器与气液聚结器的处理余量,增大过滤面积,缩短损坏时间,达到降低过滤成本的目的。

二、低温工艺现场运行评价

低温工艺运行过程中易出现外输气水露点质量不稳定,分离过滤设备运行中出现水合物堵塞,集气站在进行清管作业时有凝析水等一系列问题,在一定程度上影响了气田的安全生产和平稳供气。

通过调节单井产量、改变单井进站后工艺流程等方法,控制低温分离温度在 $-8\sim-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间,注醇量保持不变,测取外输气水露点为 $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。但由于单井节流后温度难于控制,导致低温分离温度难以达到 $-8\sim-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的要求,这是影响设备正常运行和外输气水露点质量的重要因素。

在榆林南区试验过程中,保持分离温度、注醇量等运行参数不变,改变分离、过滤设备的实际处理量,平稳运行后测取外输气水露点为 $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。此间,预过滤器已不能正常排液,判断为水合物堵塞。加大预过滤器注醇量,从以往的 300 L/d 增到 550 L/d ,等预过滤器运行正常后测取水露点为 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

保持分离温度等运行参数,分离、过滤设备实际处理量不变,更换预过滤器滤芯,平稳运行后测取外输气水露点为 $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。更换滤芯时,发现预过滤器滤芯吹扁、吹弯、吹破现象相当严重,清管作业中有少许丝状物出现,说明由于注醇量不足出现水合物堵塞,引起滤芯局部过气面速过大而导致滤芯损害。

分离温度调整后水露点明显降低,说明分离温度是影响分离的重要因素。减小预过滤器、气液聚结器的实际处理能力,外输气水露点没有多大变化,但水合物堵塞已相当严重,说明注醇量不足是影响分离效果的重要因素。

在预过滤器注醇后测取的水露点比其他阶段试验结果明显偏高,主要原因是在预过滤器大量注醇时,大量的水分被带入下游聚结分离器中,导致聚结分离器负荷增大,分离效率降低。

二级重力分离器的有效处理能力、预过滤器是否注醇都是影响水露点的重要因素。

当分离温度、压力、注醇量不变,处理气量上升

时,外输气水露点没有明显变化,且水露点都能控制在 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下,符合国家二类气质标准,说明注醇量在保证分离器正常排液的最大处理量下,水露点合格。如果分离器的处理量增多,注醇量再大也会因液滴沉降时间不够而使分离失效,出现排液量降低、水露点升高的结果。

预过滤器停止注醇后,在同一温度和压力范围下水露点质量有明显降低,原因在于预过滤器注醇期间,日注醇量远大于预过滤器与气液聚结器的日排液量。这无疑增加了预过滤器的处理负荷,降低了分离效果,预过滤器大量注醇使部分游离水直接注入下游,所以外输气水露点会受到极大影响。

当分离温度控制在 $-13\sim-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间时,在正常外输压力下水露点在 $-5\sim-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间,各集气站水露点平均为 $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

榆林南区低温工艺中,二级重力分离器的分离效果直接影响了三级精细过滤分离的效果。结合预过滤器、气液聚结器的理论研究,说明三级精细过滤设备对其进口气质的水露点有一定要求,它们不能代替重力沉降分离阶段的工作来分离液滴粒径大于 $10\text{ }\mu\text{m}$ 的液滴,这是预过滤器水合物堵塞的根本原因。

根据取样时间对应的注醇量分析,注醇量为 $50\text{ L}/10^4\text{ m}^3$ 左右,预过滤器、气液聚结器排液极小,可能出现水合物堵塞导致烃露点不合格。

结合分离器理论研究结果,当处理气量增加时,气井瞬间携液量、注醇量等稍有变化,都会使分离器的有效长度减小,满足不了液滴沉降的时间要求。建议增加分离器的有效长度(增加处理余量),加强其抗风险能力。

当流体组成较接近,流体样品的相态特征较为接近,表现为临界温度、临界压力差别不大,临界凝析压力和临界凝析温度差别也不大。

经过三级分离之后,在同一温度下露点压力仍有降低,说明聚结分离仍有效果。

由于国内还没有现成的烃露点测试设备,所以分别对榆林南区分离器进出口的气样进行了组分分析化验,并利用烃露点计算绘制了相应的相图,分析工艺设备脱烃效果。在实验室对榆林南区脱烃效果进行分析,由二个低温站进站混和气质组分与外输气质组分的对比可以看出, $\text{C}_5\sim\text{C}_{10}$ 的重烃含量在经过气液三级分离之后均有不同程度的降低。根据以上气质组分绘制进口气和外输气的相图进行分析。

根据相图模拟,产品气临界凝析压力为 7 MPa ,临界凝析温度为 $-10\sim-12\text{ }^{\circ}\text{C}$,凝析压力、临界凝

析温度均比原料气临界凝析压力、临界凝析温度有明显降低。从现场操作条件所处位置看,取样条件位于相包络线之间,分离前气质中存在大量的过饱和液烃,经三级分离后,液烃处于饱和状态,在4.0~4.5 MPa时烃露点在-10~-12℃之间。

综上所述,榆林南区低温分离工艺流程脱水脱烃效果明显,符合国家二类气质标准,2006年各输气支线和干线的清管过程中,大部分管线没有液烃和水,只有少量管线出现微量的油和水。

三、低温分离温度控制

榆林南区低温分离工艺属于浅冷分离类型,要求各单井节流后温度保持在-8~-18℃,混合气温度控制在-15℃左右。但由于各井产能的不同,造成进同一加热炉的气井节流后温度差异过大,在保证高产井节流后温度的同时并不能保证低产井节流后温度也能达到要求。这在一定程度上影响了低温分离工艺分离的效果。同时,为了尽可能保证混合气温度达到要求,高产井节流后温度过低,达到了常温钢材的温度极限。长期如此,对集气站的安全平稳运行构成很大的隐患。根据低温工艺特征,建议采取以下措施。①通过下井下节流器,降低进站压力,减小站内节流压差,实现站内不加热直接节流制冷;②采用进站分流办法,使各井气流一部分进加热炉加热,另一部分直接去节流,使该井气流在节流前混合,保证节流后温度满足低温分离温度要求。

从气井井下节流试验情况来看,井下节流技术的应用可以实现站内不加热直接节流的效果,而且解决气井携液能力差和井堵等问题。以后将加大井下节流器在气田的广泛使用。

采用进站分流可改善目前存在的配产较小、气井节流后温度过高的问题,使该类气井节流后温度达到低温分离所要求的温度范围。同时,可以适当提高加热炉温度,使高产井节流后温度相应提高,保持在常温钢材适用的温度范围内,减小了安全隐患,延长了管线的使用寿命。

四、低温分离工艺的优化

(1)根据每年检修时发现预过滤器和气液聚结器的滤芯变形破损的情况,建议在预过滤器的进口增加气流挡板,以便缓冲气流速度;聚结器滤芯支管

的上部加一铺雾网,有效分隔气水两相,避免液体被带入下游管线。

(2)建议不断提高气田自动化程度,以提高抗风险能力,保证集气站的安全平稳运行。

(3)建议改造低产能气井的流程,配置合理产量的气嘴控制产气量,使部分间歇井正常连续生产。

(4)由于产液量较多的分离器排污管线的电动球阀易损坏,建议将电动球阀改造为输水阀。

(5)榆9站的隔膜泵试验运行效果明显好于宁波泵,无甲醇渗漏,注醇上量效果良好。建议在产建和扩建中推广运用。

五、认识与结论

(1)通过低温工艺运行参数的调整,榆林南区集中净化装置运行效果都比较好,水露点可以达到-10℃以下,烃露点可达到-10~-11℃(4.11 MPa),完全符合国家二类气质标准(GB17820—1999),但甲醇注入量较大,运行成本较高。

(2)甲醇注入量不足,严重影响分离器的正常运行,低温分离工艺注醇量在冬季必须在 $100\text{ L}/10^4\text{ m}^3$ 左右,最高达 $120\text{ L}/10^4\text{ m}^3$ 左右。

(3)预过滤器注醇影响外输气水露点质量,须停止预过滤器注醇。

(4)聚结分离设备滤芯的过滤精度高,要求其进口气质液滴含量小、流速慢,所以现场使用寿命短,易造成滤芯损坏,影响分离效果。建议增大精细过滤设备的含气面积,提高处理效果。

(5)低温分离温度是影响分离效果的关键因素,单井温度必须控制在-8~-18℃之间。

参 考 文 献

- [1] 林存瑛.天然气矿场集输[M].北京:石油工业出版社,2001.
- [2] 李允,等.天然气地面工程[M].北京:石油工业出版社,2001.
- [3] 刘子兵,等.低温分离工艺在榆林气田天然气集输中的应用[J].天然气工业,2003(4).
- [4] 李莲明,等.小压差大温降工艺在榆林气田的应用[J].天然气工业,2006(6).
- [5] 李士伦.天然气工程[M].北京:石油工业出版社,2000.

(修改回稿日期 2007-01-29 编辑 赵勤)