

段塞流捕集器选型及设计思路

宁 铜¹ 许 言¹ 赵建彬² 王志超¹

1. 中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司, 四川 成都 610041;

2. 中国石油塔里木油田公司, 新疆 库尔勒 841000

摘 要: 为了避免油气田长距离集输和清管作业产生较大段塞流对管道末端的接收、处理装置造成影响, 通常在集输管道末端设置段塞流捕集器, 处理清管段塞溢流和稳定液相流量。段塞流捕集器既可以起到油气分离作用, 又能起到稳定去下游处理设施的液相流量, 同时具有一定储存液量的作用, 但设计选型中常常出现分离效率不合格、设备选型不经济, 以及液位控制无法满足操作要求等问题。鉴于此, 在设计段塞流捕集器时, 需从技术指标、施工难度和经济投资等方面综合考虑段塞流捕集器的选型和设计。

关键词: 段塞流捕集器; 选型; 设计

DOI: 10.3969/j.issn.1006-5539.2013.04.004

0 前言

现阶段国内外大规模的陆地和海上油气田开发越来越多, 油气田内部集输通常采用混输工艺, 能简化集输工艺和节省投资, 但较长的输送距离往往造成集输管道凝析液量较大, 而清管作业无疑让集输管道段塞量大幅度增加, 因此, 为了解决管道段塞流对处理厂装置的影响, 集输管道末端往往考虑设置段塞流捕集器处理管道凝析液和清管造成的段塞流^[1]。

1 段塞流捕集器常见型式

国内外油气田集输工艺中, 常见的段塞流捕集器一般可分为容器式和多管式(指式)段塞流捕集器, 这两种型式的捕集器在结构形式上区别较大, 但在实际使用中各有优点^[2]。

1.1 容器式段塞流捕集器

容器式段塞流捕集器通常型式有: 卧式和立式。容器式段塞流捕集器中卧式更为常见, 由单罐或多罐、缓冲板、捕雾器和防涡器组成, 典型的卧式段塞流捕集器见图 1。

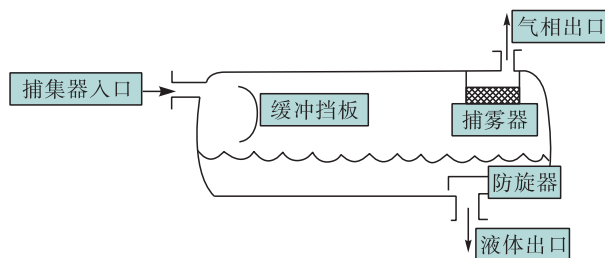


图 1 卧式段塞流捕集器

1.2 多管式段塞流捕集器

多管式段塞流捕集器一般由分流器、段塞分离段、段塞收集段和段塞储液段、立管和沉液管以及平衡管束等组成, 多管式捕集器的各个管段在坡度和长度上有所不同, 在特定情况下还会设置没有坡度的积液管段, 用于液液分层和储液。典型的多管式(指式)段塞流捕集器结构型式见图 2。

2 段塞流捕集器选型

国际上通常推荐段塞量在 100 m³ 以下选用容器式段塞流捕集器, 而对于较大段塞量情况, 多选用管式段塞流捕集器, 实际工程中通常从工作性能、设备

收稿日期: 2013-02-08

基金项目: 伊朗南帕斯 SP11 项目(S2009-32D)

作者简介: 宁 铜(1988-)男, 湖北仙桃人, 助理工程师, 学士, 主要从事天然气储运设计与研究工作。

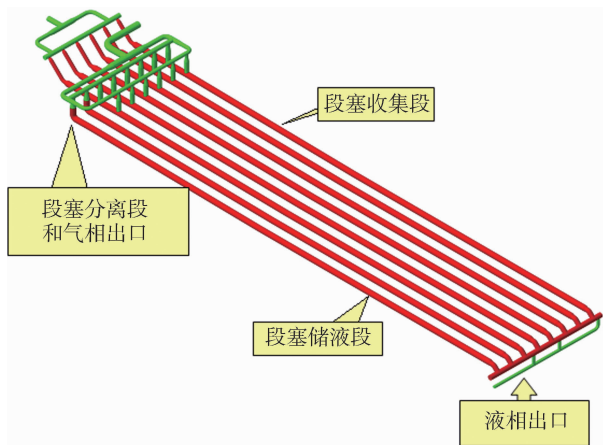


图 2 多管式（指式）段塞流捕集器

投资、运输与安装、技术风险等方面进行综合考虑^[3]。

2.1 工作性能

容器式段塞流捕集器特点：气液分离效率较高；一般用于处理小段塞量。多管式段塞流捕集器特点：气液分离效率较低；能处理数千方的段塞量。

就两种类型捕集器工作性能而言，容器式段塞流捕集器分离气液的效果较好，而多管式段塞流捕集器处理段塞量更大。

2.2 设备投资

在处理相同段塞量情况下（小段塞量），容器式段塞流捕集器投资较高，占地面积较小，多管式段塞流捕集器相对便宜，占地面积较大，综合而言容器式投资较大。

2.3 运输及安装

在处理相同段塞量情况下（小段塞量），容器式段塞流捕集器运费较高，而当现场道路交通较差时，多管式段塞流捕集器可现场焊接施工的优特点更为突出。

容器式段塞流捕集器可在工厂预制撬装，现场安装所需时间较短，而多管式段塞流捕集器现场焊接、安装工作量较大，所以在处理相同段塞量情况下（小段塞量），容器式段塞流捕集器节省工程耗时。

2.4 技术风险

就两种类型段塞流捕集器而言，技术均较为成熟，低风险，属长周期采购设备。

综上所述，两种类型段塞流捕集器技术都较为成熟，在处理陆上气液混输管线产生的小段塞量情况下，优先选用容器式段塞流捕集器，而对于接收海上气液混输管线或陆上管线较长、地形起伏变化复杂的情况，多管式段塞流捕集器处理段塞量大的优特点更为明显。

3 段塞流捕集器设计思路

对于段塞量捕集器的设计通常步骤：对实际工况进行分析，确定最大段塞量；确定段塞流捕集器位置；做出初步选型；初步确定设备尺寸及液位控制。

工程实例：现有一条从海上平台来的 DN 800，长约 130 km 混输管线，陆上设有集气装置和凝析油稳定装置及相关配套设施，集气装置对来气进行气液分离，分离出的天然气经计量后外输，凝析油经稳定、计量后外输。海底管线设计压力为 14 MPa，最大输气量为 $2\,800 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

3.1 工况分析

根据已有资料，对不同工况进行建模分析，如不同季节造成的产量和油气水含量变化，清管和停输再启动等工况对下游集气、处理装置的影响，而长距离混输造成清管段塞量和停输再启动对下游设备造成危害最为严重。

3.2 段塞流捕集器位置

段塞流捕集器应置于集气装置清管旁通主管线入口，对来气进行初步分离，要求去下游天然气携带液量小，去凝析油稳定装置流量稳定。

3.3 初步选型

由于清管作业产生的段塞量较大，站场靠近海岸远离城市和居民区，征地较为容易，且对油气分离效率要求不高，优先选用多管式（指式）段塞流捕集器。

3.3.1 清管工况

上游最大输气量为 $2\,800 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ，海上平台外输压力约为 11 MPa·a，到下游装置压力为 7 MPa·a 左右，清管操作产生的段塞量为 $2\,260 \text{ m}^3$ 。

3.3.2 停输再启动

事故工况造成停输，海上平台和陆上集气装置关闭海管进出口阀门，海底管道经过一段后达到压力平衡，海管上下游阀门关断后压力变化曲线见图 3~4，而经过一段时间后，管道沿线压力都将稳定为 9 MPa·a。

段塞流捕集器应与海底管道组成一个系统，起到

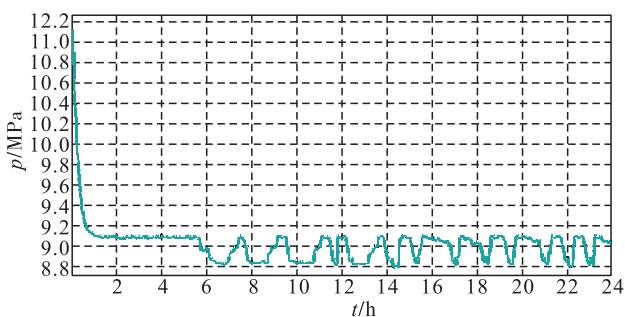


图 3 海管入口压力变化曲线

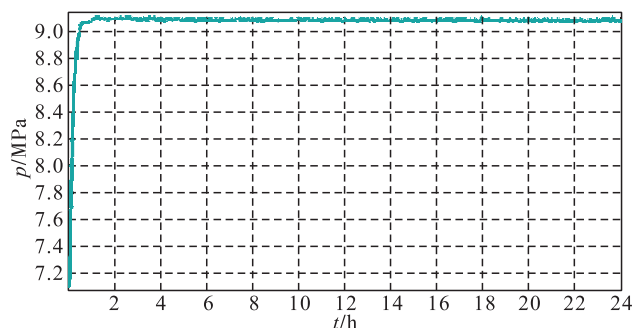


图4 海管出口压力变化曲线

泄压稳定流量作用,直到压力和流量满足下游装置的处理能力后停止泄压放空,因此段塞流捕集器应符合^[4]:段塞流捕集器与海底管道设计压力一致;满足海管泄压要求,在段塞流捕集器气相出口设置放空;满足液相储存和调节流量要求。

3.4 设备尺寸

根据操作工况初步确定段塞流捕集器尺寸见表1。

表1 段塞流捕集器尺寸

设计处理段塞量 / m ³	2 600
设计系数	1.15
设计压力 / MPa	14
设计温度 / °C	0~60
多管直径	DN 1 200
段塞分离段	
长度 / m	15
坡度 / (°)	3
段塞收集段	
长度 / m	25
坡度 / (°)	3
段塞储液段	
长度 / m	360
坡度 / (°)	1

3.5 流量及液位控制

多相流管道将气液输送至处理厂集气装置后,气液流态和流量都不稳定,段塞流捕集器起到稳定流态和流量作用。当完成清管作业后,捕集器内充满了液体,为了防止液滴二次夹带,可在气相出口设置捕雾器或在下流设置二次分离设施。

根据处理厂设施功能不同,段塞流捕集器可设置成气液分离和油气水分离(特别针对注入防冻剂混输管线)。液相流量和液位控制需要根据处理厂装置处理量和清管周期来考虑,如果清管周期较为频繁(比如1次/周),段塞流捕集器液位要在下次段塞到来前

处在正常液位(24 h内恢复到正常操作液位)^[5]。当段塞流捕集器液位处在正常液位时,可考虑根据流量大小控制阀门开度,而当段塞到来造成高液位时,需根据液位调节控制阀开度,确保设备安全运转。对于加入防冻剂,需要经行 MEG 回收,特别是冬季防冻剂注入量较大和油气田后期水量较大工况,除了考虑液位和流量控制外,还要考虑油、水的界面控制。

4 结论

a) 当段塞量过大,设备布置受限时,可以考虑2台或多台段塞量捕集器并列使用。

b) 多管式(指式)段塞流捕集器尽量根据地形坡度安装,减少钢结构使用。

c) 分离段和收集段坡度不宜过大,坡度过大容易形成“液封”。

d) 段塞流捕集器平衡管束不宜过多,设置过多平衡管束会增加液滴夹带。

e) 段塞流捕集器设计及制造应遵循 ASME B31.8 的相关要求。

f) 多管式(指式)段塞流捕集器应与管道系统为同一泄放系统。

g) 需从设备性能、经济性以及项目进度等方面综合考虑,设计满足各种操作工况、自动控制以及安全运行要求。

参考文献:

- [1] 王春瑶,朱丽静.天然气凝析液混输管道段塞流的控制措施[J].天然气工业,2008,28(11):106-107.
Wang Chunyao,Zhu Lijing.Measures of Controlling Plug Flow in the Pipeline Transporting Natural Gas and Condensate Fluids [J]. Natural Gas Industry,2008,28(11):106-107.
- [2] 杨勇,杜通林,李晓东,等.新型高效旋流段塞流捕集器优化设计[J].天然气与石油,2011,14(5):9-10.
Yang Yong,Du Tonglin,Li Xiaodong,et al. Optimization Design of New High Efficiency Hydrocyclone Slug Flow Trap [J]. Natural Gas and Oil,2011,14(5):9-10.
- [3] 余洋,黄静,陈杰.天然气站场放空系统有关标准的解读及应用[J].天然气与石油,2011,14(5):11-14.
Yu Yang,Huang Jing,Chen Jie. Interpretation and Application of Standards Relative to Flare Systems in Natural Gas Stations [J]. Natural Gas and Oil,2011,14(5):11-14.
- [4] Moises A V C,Nicolas F,Repsol YPF. Selection Slug Catcher Type[J]. SPE, April 2007(107293):1-5.
- [5] DEP 31.40.10.12-Gen January 2010,Design of Multiple-Pipe Slug Catcher[S].