

关于段塞流及间歇流工况下计量装置的优化

赵 虎¹ 张艺捷²

1. 新疆石油工程设计有限公司, 新疆 克拉玛依 834000;

2. 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

摘 要: 为了提高单井计量装置在段塞流及间歇井间歇出液工况下计量数据的准确性,有必要对目前计量站计量装置进行优化。在计量装置的出液管线上加装质量流量计,同时在装置内部气线出口加装机械式浮球阀,当大液量进入计量装置,浮球阀在高液位时关闭出气线,防止气线进液同时给装置升压,质量流量计对大液量及较小液量的单井来液均可实现连续计量。所以,加装机械式浮球阀及质量流量计对提高严苛工况下计量数据的准确性、实现油田精细化及数据化管理有重要作用。

关键词: 段塞流; 间歇流; 流量计量; 优化

DOI:10.3969/j.issn.1006-5539.2016.05.015

0 前言

油田集油区井口采出液的气液计量,对油田生产系统的准确可靠运行、数字化管理及节能降耗等均有重要作用^[1-3]。国内各大油田根据开采方式及开发阶段的不同,选取了不同的计量方式,并通过不断改进和创新,研发了适合本油田的计量装置,取得一定的成果,其中分离计量仍占多数。为了获得高含水油井的含油量,胜利油田在部分区块进行三相分离计量,但计量成本较高,装置工艺安装比较复杂^[4-10]。新疆油田沙漠区块地形起伏较大,集输过程中极易出现段塞流,同时部分开发较早的老区块,产液量低,间歇井井口间歇出液时间长,造成计量数据失准的大难题^[11-15]。目前新疆油田计量站建设基本实现橇装化,计量方式普遍采用容积式计量。结合该工况及目前计量站计量装置对单井产液量低或产气量大的油井计量不准确的问题,在发挥目前计量装置特点的基础上对计量装置进行优化改进,以满足油田安全生产的计量需求。

1 计量装置的问题及缺陷

分体计量装置及双容积计量装置是新疆油田在稀

油区块普遍采用的计量装置。其工作原理基本一致:需计量的单井来液进入计量装置,液体在装置内连续积累,液位随时间连续上升,控制系统根据液位变化量及相应的时间变化量进行单井产液量计量;伴生气采用流量计(旋进漩涡流量计)计量。

这种计量方式实际为间歇计量,由于液相计量是根据相应的时间变化量内对应的液位累积计量,属于液量在一定时间内的平均值,由此推断较长时间下单口油井的产液量。该计量方式下流量与时间的曲线关系被平均,无法反应瞬时流量,也无法统计井口的流量曲线变化趋势。

因此,对于沙漠地形起伏造成的段塞流,计量装置出现有气无液或液量波动剧烈的情况,液位累积计量误差较大,计量装置内液位失控;同时间歇井长间歇出液,目前的计量方式依靠一定时间内的液位累积,会使计量数据失准。

2 计量装置优化设计

为解决段塞流及间歇流出液对计量数据的影响,多年来计量方式及计量装置在不断改进。大庆油田密度法装置以刮板流量计计量液量,但液面控制不稳定,计

收稿日期:2016-03-06

作者简介:赵 虎(1986-),男,山东泰安人,助理工程师,硕士,主要从事油田地面工程研究与设计工作。

量精度不高^[16-19]。计量泵装置在计量装置液相出口安装计量泵,但该方式算法复杂,误差较大,同时设备维修对计量也会造成影响^[20-22]。本着经济实用、安全可靠的原则,优化设计主要包括液相计量及分离装置内部结构优化两部分。

2.1 计量装置相关工艺参数确定

针对新疆油田稀油区块目前产液量及产气量情况,综合考虑沙漠地形、油品性质等影响因素对不同工况的要求,该计量装置相关的工艺参数范围如下:

- 1) 设计压力 2.5 MPa、工作压力 0.4 ~ 2.0 MPa;
- 2) 设计最高温度 130 ℃;
- 3) 单井液量测量范围 0 ~ 120 m³ /d;
- 4) 单井气量测量范围 4.5 ~ 60 m³ /d;

2.2 工艺流程优化设计

根据上述参数,在发挥目前计量装置优点的基础上,对其流程进一步优化改进,以应对不同工况,特别是应对单井段塞流及间歇出液情况下对单井气液的计量。其优化后的流程见图 1。

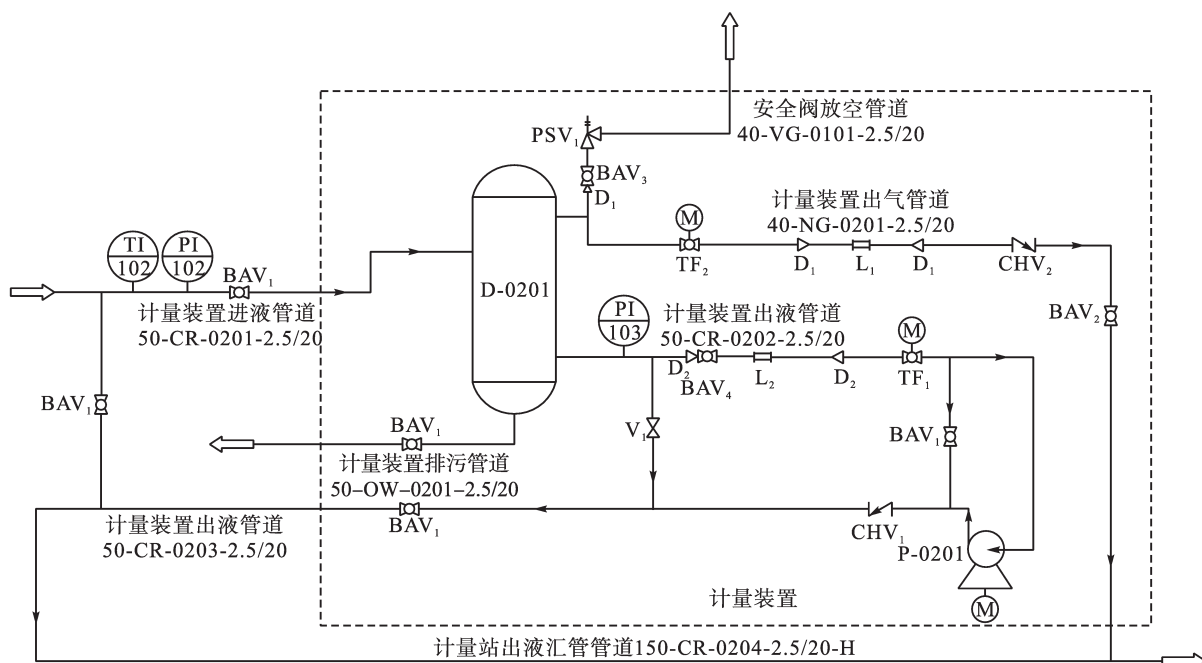


图 1 优化后计量装置流程示意图

装置主要工艺流程:单井来气液进入立式气液分离器,经过分离后的伴生气通过旋进漩涡流量计计量后接入出气管线,经过分离后的液通过质量流量计计量后由单流阀进入集输汇管管线。管道离心泵只在分离器内压力较低、装置内液体无法自压排出的情况下启动。

2.3 液相计量仪表

在出液管线加装质量流量计,改变目前依靠液位累积对井口进行计量操作的现状,但装置并未抛弃这种传统的计量方式,而是将一定时间内进行液位累积的方式作为一种辅助计量,并通过管道离心泵与自控系统配合实现。质量流量计是科氏质量流量计,流体介质流经传感器振动管所产生的科氏力效应与流体质量流量成比例关系,通过解算得出流经振管的质量流量。同时通过介质频率不同,也可对流体密度进行解算。

段塞流及间歇流出液均可通过调整计量时间的方式,用质量流量计进行连续计量。在低气油比的情况下,也可切换至累积式计量。

2.4 计量分离器内部结构优化

计量装置气相采用旋进漩涡流量计,液相采用质量流量计,这两种流量计对测量介质的要求较高。为满足相关规范对单井油气水日产量计量流量计的精确度不应低于 2.0 级的要求,需对计量分离器内部结构进一步优化设计。

1) 在立式分离器进液口安装长 600 mm、DN 100 进液管,管道内壁设旋流凹槽,同时加装斜板网格,对油气提前进行旋流碰撞分离,提高装置内气液分离效率,增加分离效果。

2) 为了满足气体和液体的沉降要求,分离器主体设计需保证一定的直径和长度,根据前文所提供的相关计量参数,计量分离器规格设计为 D 400 × 1 800 mm,可将 100 μm 以上油滴有效分离出来。

3) 为了加强分离器的分离效果,进一步满足气相流量计及液相质量流量计计量介质的要求,在分离器液相区安装斜板网格,同时在分离器顶部加装波纹板除雾器,可去除伴生气中直径 3 ~ 5 μm 的雾滴。

4)在分离器内加装机械式浮球阀,控制气相出口,当装置内液量突然增大,浮球阀会在液位到达一定高度时关闭,切断伴生气出气管线,稳压并保证外部电动阀的调节时间,防止气线窜液。当单井来液量较大时($\geq 3 \text{ m}^3/\text{d}$),分离后的液相通过质量流量计进行连续计量,若遇到液量不稳定的情况,可通过出液管线后端弹簧式止回阀(前后压差 0.05 MPa)的开闭进行控制;当单井来液量特别小时($< 3 \text{ m}^3/\text{d}$),通过预计量,自控系统发出指令,管道离心泵启泵排液,至最低液位后,系统切换为容积式计量。

通过上述对计量分离器内部结构的优化,可以保证分离器气相出口液体雾沫含量低于 1% ,同时将粒度 $25 \mu\text{m}$ 雾沫滤除。在浮球阀、离心泵及自控系统的控制下可以满足分离器液相出口含气泡量低于 3% 的要求,保证正常状态计量时计量介质为纯液相。

3 优化后计量装置的现场试验

对计量装置进行优化设计后在新疆油田七区稀油区块进行了现场试验,试验装置对7807站内的8口采油井进行了计量数据采集,对其中BJ 1123井2015年的数据进行分析,单井出液计量结果见图2,单井气量计量结果见图3:

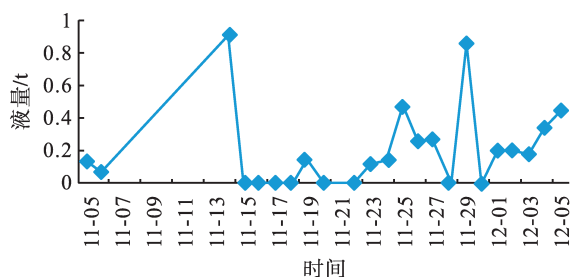


图2 BJ 1123井单井出液计量数据图

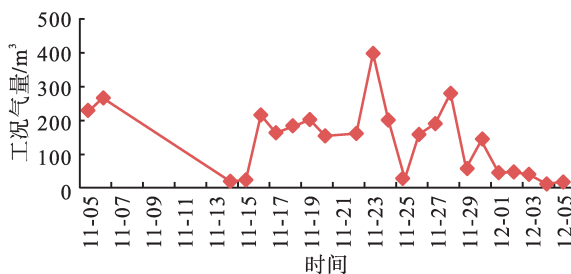


图3 BJ 1123井单井气量计量数据图

由井口产液量及产气量数据图可以看出,BJ 1123井在一个月的计量周期内,井口产油量及产气量均波动较大,一次连续计量时间中,产液量最大值 0.909 t ,最小值 0 t ,产气量最大值 403.4 m^3 ,最小值 12.7 m^3 。以上数据可以看出装置可以很好地完成气量波动较大以及无液量产生情况下的单井计量工作。同时对产液量较小的

井口也可完成连续计量工作。

4 结论

对新疆油田目前所使用计量装置进行优化设计,通过在出液管线加装质量流量计,在分离器内部加装机械式浮球阀,较好地解决了段塞流及间歇井长时间间歇出液无法准确计量的问题。同时实现了在不同工况下连续计量,并在液量波动剧烈的情况下有较好适应性,对油田精细化及数字化管理起到积极作用。

参考文献:

- [1] 王忠民. 温差式单井计量装置的应用[J]. 油气储运, 2010, 29(10): 764-765.
Wang Zhongmin. The Application of Thermal Single Well Metering Device [J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2010, 29(10): 764-765.
- [2] 顾克江, 任福妹. 低产油井新型计量装置技术研究[J]. 石油工业技术监督, 2001, 17(9): 33-36.
Gu Kejiang, Ren Fumei. The New Metering Device Technology Research of Stripper Well [J]. Technology Supervision in Petroleum Industry, 2001, 17(9): 33-36.
- [3] 郭长会. 一种新型油井计量装置[J]. 油气田地面工程, 1995, 18(1): 45-48.
Guo Changhui. A New Type of Oil Well Metering Device [J]. Oil-Gasfield Surface Engineering, 1995, 18(1): 45-48.
- [4] 高建中, 张建安, 皮运松, 等. 多管旋流分离器多相流计量装置设计[J]. 石油矿场机械, 2014, 43(1): 42-45.
Gao Jianzhong, Zhang Jianan, Pi Yunsong, et al. Design of the Multiphase Flow Metering Device Based on Multiphase Cyclone Separators [J]. Oil Field Equipment, 2014, 43(1): 42-45.
- [5] 于刚, 邹晓燕, 麻建军, 等. 高气液比油井三相自动计量装置的研制与应用[J]. 油气储运, 2014, 33(1): 104-107.
Yu Gang, Zou Xiaoyan, Ma Jianjun, et al. Development and Application of Three Phase Automatic Metering Device for High Gas-Liquid Ratio Wells [J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2014, 33(1): 104-107.
- [6] 宋艾玲, 梁光川. 压差式孔板流量计计量不准确度分析[J]. 钻采工艺, 2006, 29(2): 114-115.
Song Ailing, Liang Guangchuan. Differential Pressure Orifice Flowmeter Metering Accuracy Analysis [J]. Drilling & Production Technology, 2006, 29(2): 114-115.
- [7] 李秋莲, 张健, 张岳峰, 等. 大庆油田油井计量站计量现状分析与对策[J]. 油气田地面工程, 2011, 30(9): 56-57.
Li Qiulian, Zhang Jian, Zhang Yuefeng et al. Oil Well Metering Station Measuring Current Situation Analysis and Counter-

- measures in Daqing Oil Field [J]. Oil-Gasfield Surface Engineering, 2011, 30 (9): 56-57.
- [8] 王 勇, 王 东. 国外多相流输送与计量技术发展水平[J]. 天然气与石油, 1996, 14(4): 54-60.
- Wang Yong, Wang Dong. Foreign Multiphase Flow Transportation and Measurement Technology Development Level [J]. Natural Gas and Oil, 1996, 14 (4): 54-60.
- [9] 张兵强, 高有兵, 蒲 鹤. 孔板流量计计量精度数值模拟研究[J]. 天然气与石油, 2014, 32(4): 70-74.
- Zhang Bingqiang, Gao Youbing, Pu He. Orifice Flowmeter Measurement Accuracy of the Numerical Simulation Research [J]. 2014, 32 (4): 70-74.
- [10] 杨 巍. 单井计量技术的现状及发展[J]. 油气田地面工程, 2009, 9(28): 49-50.
- Yang Wei. The Present Situation and Development of Oil Well Metering Technology [J]. Oil-Gasfield Surface Engineering, 2009, 9 (28): 49-50.
- [11] 赖德贵, 李红刚. 单井气液两相计量装置的研发[J]. 石油与化工设备, 2011, 14(14): 30-32.
- Lai Degui, Li Honggang. Single Well Spirit Liquid Two Calculate Research of Device Mutually [J]. Petro & Chemical Equipment, 2011, 14 (14): 30-32.
- [12] 张兴华, 王俊奇, 高志光, 等. 计量油井产量的功图法技术[J]. 河南石油, 2005, 19(5): 38-40.
- Zhang Xinghua, Wang Junqi, Gao Zhiguang, et al. Measuring the Indicator Diagrams Technique of Oil Well Production [J]. Henan Petroleum, 2005, 19 (5): 38-40.
- [13] 熊光德. 新型天然气超声波流量计量技术[J]. 天然气与石油, 2002, 20(2): 57-61.
- Xiong Guangde. New Type of Natural Gas Ultrasonic Flow Measurement Technology [J]. Natural Gas and Oil, 2002, 20 (2): 57-61.
- [14] 孟庆萍. 油井产量计量方式及其探讨[J]. 石油化工自动化, 2008, 44(2): 62-64.
- Meng Qingping. Oil Well Production Measurement Methods and Discussion [J]. Automation in Petro Chemical Industry, 2008, 44 (2): 62-64.
- [15] 翁 雷, 杨光道. 油井产量计量新技术发展情况综合分析[J]. 天然气与石油, 2013, 31(2): 84-87.
- Weng Lei, Yang Guangdao. Analysis on Development Situation of New Metering Technologies for Oil Well Output [J]. Natural Gas and Oil, 2013, 31 (2): 84-87.
- [16] 郭长会. 油井计量技术现状及其发展趋势[J]. 石油规划设计, 2001, 12(3): 41-42.
- Guo Changhui. Present Situation and Development Trend of Oil Well Metering Technology [J]. Petroleum Planning & Engineering, 2001, 12 (3): 41-42.
- [17] 檀朝东, 邵定波, 关成尧. 油井在线监控计量分析系统技术研究及应用[J]. 计量测试与检定, 2008, 18(5): 1-4.
- Tan Chaodong, Shao Dingbo, Guan Chengyao. Study and Application of Remote Monitoring Analysis and Online Measurement System for Oil Well [J]. Metrology Test Technology & Verification, 2008, 18 (5): 1-4.
- [18] 段多寿. 油品计量误差原因分析[J]. 油气储运, 1999, 18(11): 45-46.
- Duan Duoshou. Analysis of the Error Causes for Oil Metering [J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 1999, 18 (11): 45-46.
- [19] 汤先梅. 原油计量中的影响因素探讨[J]. 江汉石油职工大学学报, 2008, 21(4): 52-53.
- Tang Xianmei. Discussion on Factor Influencing Crude Oil Measurement [J]. Journal of Jiangnan Petroleum University of Staff and Workers, 2008, 21 (4): 52-53.
- [20] 范 敏, 王 杰, 包 杰. 质量流量计在油田油井计量中的应用[J]. 西南石油学院学报, 2005, 27(4): 69-71.
- Fan Min, Wang Jie, Bao Jie. Application of Mass Flowmeter on Oil Field Well Metering [J]. Journal of Southwest Petroleum Institute, 2005, 27 (4): 69-71.
- [21] 张义萍. 油田生产中的自动化计量技术[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2013, 9(5): 128-129.
- Zhang Yiping. Automatic Measurement Technology in Oil Field Production [J]. China Petroleum and Chemical Standard and Quality, 2013, 9 (5): 128-129.
- [22] 龚 安, 唐永红, 康忠健. 油田计量站无线计量系统的实现[J]. 计量技术, 2006, 5(4): 52-53.
- Gong An, Tang Yonghong, Kang Zhongjian. The Realization of the Oilfield Metering Station Wireless Measurement System [J]. Measurement Technique, 2006, 5 (4): 52-53.