

单井油气计量系统设计

孔祥敏, 时强, 李鹏, 胡友刚

(中国石化西北油田分公司, 乌鲁木齐 830011)

摘要:单井油气计量系统主要由并联的大、小量程流量计和 PLC 控制器组成。实际计量过程中, 根据流量大小, PLC 按照量程要求设计的控制程序, 自动切换为单独用小量程流量计、大量程流量计或组合用多台流量计, 有效扩大流量计量的范围(量程比), 满足油田计量分离器宽量程单井油、气产量准确计量要求, 为了解油气井储层变化情况、分析油气井生产动态、指导油田开发方案的制定提供准确、可靠的生产数据。该方法主要用于油气田开发过程中多井集中计量系统, 以及其他宽量程流量计量工程。

关键词:并联流量计; PLC; 计量系统; 单井

中图分类号: TE33⁺1.1

文献标识码: A

Design of hydrocarbon metering system for single well

Kong Xiangmin, Shi Qiang, Li Peng, Hu Yougang

(SINOPEC Northwest Company, Urumqi, Xinjiang 830011, China)

Abstract: The hydrocarbon metering system for a single well was mainly composed of parallel large and small range flowmeters and PLC controller. In the actual measurement process, PLC controller controlled program according to design requirement and flow size. Hydrocarbon metering system could automatically switch to small range, wide range or the combination of both, which effectively expanded the scope of flow measurement (range ratio) and met the need in the accurately calculation of oil and gas. This system provided accurate and reliable production data about reservoir change, well production condition and hydrocarbon exploration scheme. The method was mainly used in oil and gas field development in the process of multi well concentrated metering system, and other wide range flow measurement engineering.

Key words: parallel flow meter; PLC; measurement system; single well

1 油田单井油气计量现状

油气田开发过程中, 单井油气产量对了解油气井储层变化情况、分析油气井生产动态、指导油田开发方案的制定至关重要。目前, 国内外油田开发地面工程基本属于二级布站的集输工艺方式。按油气储层区块设置中间计转站/计量间, 汇集油气储层区块内多口油气井产液进行单井油气计量和简单的初步处理, 然后集输至采油联合站处理成符合管输或销售的成品原油或天然气^[1-4]。由于油气井产液基本属于油、水、气三相状态, 而目前多相流计量比较困难, 所以, 塔河油田计转站/计量间配备计量分离器, 多口井共用一套计量装置。采用人工选井或自动选井、间隔 4~6 h 轮回方式, 分别对区内 10~30 口油气井来液进行气、液分离, 然后利用单相气体流量计(旋进漩涡流量计或涡街流量计、孔板流量计等) F_{G1} 、液体流量计(刮板流量计、质量流

量计等) F_{L1} 对单井气、液分别计量(图 1)。

根据单井计量时间内的产量计算该井的日产气、液量, 交替对所有进站气井的产量进行计量, 以达到准确计量的目的。这种多井轮回集中计量方式, 1 套计量分离器的气、液流量计量仪表要对多口油气井气、液计量。由于各井产量差异较大, 即使是同一口井, 开发前期和中、后期差异也较大, 因此井口油、气计量的流量范围较宽, 而一般工程应用的流量计量仪表的量程比(最大计量流量: 最小计量流量)基本为 10:1, 达不到宽量程计量较准确的要求, 误差一般在 20% 以上, 给油田的科学、有效开发带来一定的影响。

2 单井油气计量系统

2.1 计量系统结构

为了适应油田计量分离器对多口油气井井口来液进行气、液分离后流量变化范围较大的准确计量,

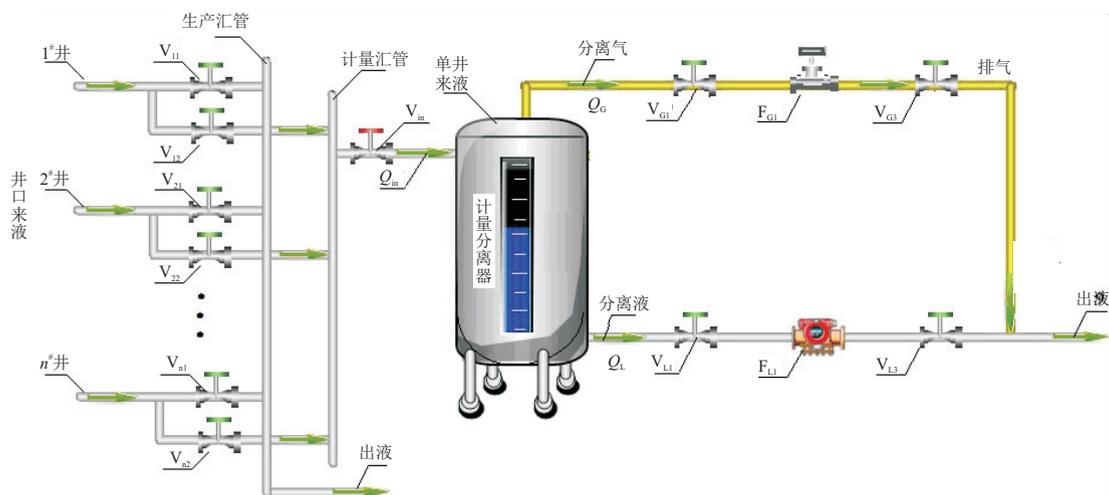


图 1 油田计量分离器示意

F_{G1} -气体流量计; V_{G1} 、 V_{G3} -气体流量计支路控制阀; F_{L1} -液体流量计; V_{L1} 、 V_{L3} -液体流量计支路控制阀

Fig.1 Schematic diagram of oil metering separator

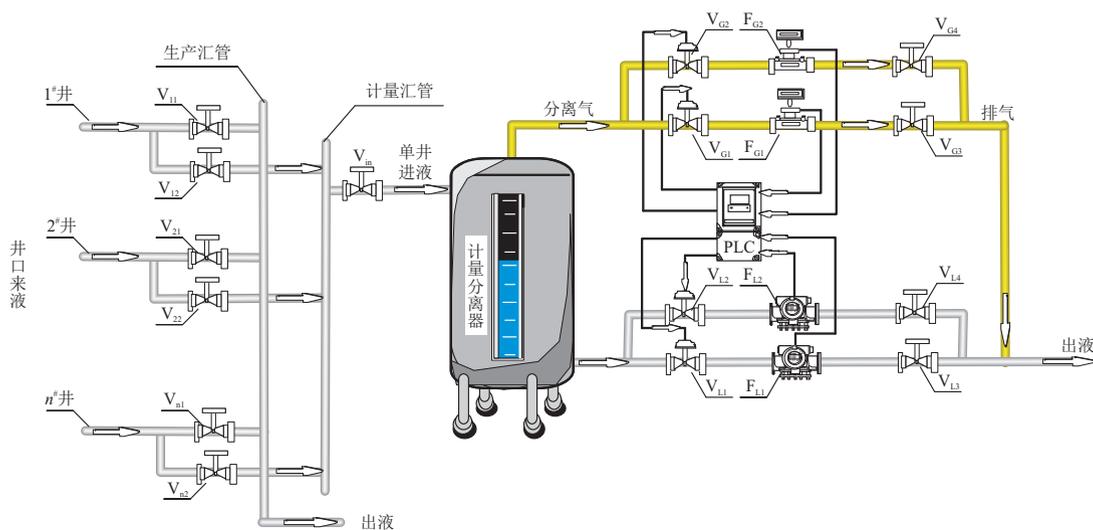


图 2 单井油气计量系统示意

F_{G1} -大量程气体流量计, 计量范围 $Q_{G1min} \sim Q_{G1max}$, 量程比 $Q_{G1max} : Q_{G1min} = 10 : 1$;
 F_{G2} -小量程气体流量计, 计量范围 $Q_{G2min} \sim Q_{G2max}$, 量程比 $Q_{G2max} : Q_{G2min} = 10 : 1$, 且 $Q_{G2max} = Q_{G1min}$;
 F_{L1} -大量程液体流量计, 计量范围 $Q_{L1min} \sim Q_{L1max}$, 量程比 $Q_{L1max} : Q_{L1min} = 10 : 1$;
 F_{L2} -小量程液体流量计, 计量范围 $Q_{L2min} \sim Q_{L2max}$, 量程比 $Q_{L2max} : Q_{L2min} = 10 : 1$, 且 $Q_{L2max} = Q_{L1min}$;

Fig.2 Schematic diagram of hydrocarbon metering system for single well

在现有油气计量分离器基础上,设计一套并联的大、小量程流量计和 PLC 控制器系统^[1],便可实现宽量程单井油、气产量较准确的计量(图 2)。

单井油气计量系统的结构特点:大量程流量计 F_{G1} (或 F_{L1})与小量程流量计 F_{G2} (或 F_{L2})并联安装,其量程组合为小量程流量计的最大流量计量等于大量程流量计的最小流量计量,即 $Q_{G2max} = Q_{G1min}$ (或 $Q_{L2max} = Q_{L1min}$),实现流量计量程变换的无缝衔接;按照并联流量计的量程配置和流量计量的量程要求,设计 PLC 流量计量程转换控制程序。实际计量过程中,根据流量大小,PLC 按照量程要

求设计的控制程序,自动切换为单独用小量程流量计、大量程流量计或组合用多台流量计,有效扩大流量计量的范围,满足油气田计量分离器宽量程单井油、气产量的准确计量要求。如用大、小量程不同的 2 台量程比为 10 : 1 的流量计并联,便可轻易获得量程比为 100 : 1 的流量计量范围,足够现场应用。若 3 台量程比为 10 : 1 的流量计并联,可获得量程比为 1 000 : 1 的流量计量范围。

2.2 单井油气计量控制方法

单井计量时,将被计量井来液自动(或手动)切换至计量分离器进行气、液分离后,对该井的气、

液计量。实际计量过程中,利用 PLC 控制程序自动切换流量计满足流量计量的量程要求。

单井气体计量初始状态,开 V_{G1} 、关 V_{G2} ,采用大量程气体流量计 F_{G1} 计量;当测得的气体流量 $Q_{G1} < Q_{G1min}$ 时,关 V_{G1} ,开 V_{G2} ,切换到小量程气体流量计 F_{G2} 计量;当 $Q_{G2} \geq Q_{G2max}$ 时,开 V_{G1} ,关 V_{G2} ,再次切换到大量程气体流量计 F_{G1} 计量;当 $Q_{G1} \geq Q_{G1max}$ 时,还可同时开启 V_{G1} 和 V_{G2} ,大量程气体流量计 F_{G1} 和小量程气体流量计 F_{G2} 同时计量。

同理,单井液体计量初始状态,开 V_{L1} ,关 V_{L2} ,采用大量程液体流量计 F_{L1} 计量;当测得的液体流量 $Q_{L1} < Q_{L1min}$ 时,关 V_{L1} ,开 V_{L2} ,切换到小量程液体流量计 F_{L2} 计量;当 $Q_{L2} \geq Q_{L2max}$ 时,开 V_{L1} ,关 V_{L2} ,再切换到大量程液体流量计 F_{L1} 计量。

利用 PLC 强大的信号处理与控制功能,还可实现各单井流量数据的采集、处理、存储、发送以及井口来液的自动切换等,提高油田生产的自动化水平。

3 结论

(1) 油气井采出气、液量是油田开发的基础数据。油田多井轮回集中计量方法已经在油气田应

用多年,该方法计量较为准确、形式灵活、生产成本较低,目前仍是一种经济合理的计量方式。但这种间歇计量要求油气井产量平稳、无较大波动,否则会带来较大的计量误差。

(2) 宽量程单井油气计量系统只需在现有计量分离器上稍作改进。并联大、小量程流量计和增加 PLC 控制器,便可满足油气田计量分离器单井流量变化范围较大的流量计量,为油田科学、合理开发提供较准确、可靠的生产数据,提高油气井的采收率和油田的经济效益。

(3) 该方法还可以应用于其他宽量程流量计量工程,如城市燃气、自来水输配的流量计量。

参考文献:

- [1] 欧阳学峰.单井气液自动计量技术[J].油气田地面工程,2012,31(11):81-82.
- [2] 李自喜.长庆气田单井计量方法研究[J].中国计量,2013(9):106-109.
- [3] 任忠艳.单井计量技术的现状及发展[J].化学工程与装备,2012(3):123-124.
- [4] 姬蕊,冯宇,张巧生,等.单井计量技术在长庆油田的应用[J].石油规划设计,2014,25(2):41-43.

(编辑 黄娟)

(上接第 63 页)

具有明显的沟通显示,油井的能力得到较大程度的恢复,目前生产仍较稳定,日均产油 35 t,累增油达到 1.1×10^4 t。2013 年累计实施大规模酸化 22 井次,有效 21 井次,有效率 95%,累增油 $2.192 6 \times 10^4$ t,平均单井增油 997 t,效果较好。

3 结论

(1) 裂缝闭合现象在塔河油田托甫台区块生产中真实存在,通过计算裂缝临界闭合流体压力约为 37~42 MPa。

(2) 影响托甫台区块裂缝闭合的主要因素包括油藏埋深、裂缝倾角、裂缝走向与最大主应力间夹角。

(3) 保压开采对于延缓裂缝闭合具有一定的效果,酸化可重新刻蚀裂缝增加裂缝导流能力,对于裂缝闭合治理有一定效果。

参考文献:

- [1] 易斌,崔文彬,鲁新便,等.塔河油田碳酸盐岩缝洞型储集体

- 动态连通性分析[J].新疆石油地质,2011,32(5):469-472.
- [2] 龚福华,刘小平.塔里木盆地轮古西地区断裂对奥陶系古岩溶的控制作用[J].中国岩溶,2003,22(4):313-317.
- [3] 修乃岭,熊伟,高树生,等.缝洞型碳酸盐岩油藏水动力学模拟研究[J].特种油气藏,2007,14(5):49-51.
- [4] 彭守涛,何治亮,丁勇,等.塔河油田托甫台地区奥陶系一间房组碳酸盐岩储层特征及主控因素[J].石油实验地质,2010,32(2):108-114.
- [5] 杨新明.江苏闵桥地区火山岩油藏裂缝闭合条件研究[J].特种油气藏,2003,10(1):76-77.
- [6] 景岷雪,袁小铃.碳酸盐岩岩心应力敏感性实验研究[J].天然气工业,2002,22(5):114-117.
- [7] 李宁,张清秀.裂缝型碳酸盐岩应力敏感性评价室内实验研究方法研究[J].天然气工业,2000,20(5):30-33.
- [8] 刘向君,刘战君,李允,等.裂缝闭合规律研究及其对油气田开发的影响[J].天然气工业,2004,24(7):39-41.
- [9] 刘向君,梁利喜,成竹,等.裂缝闭合临界流体压力对油气田开发的影响[J].天然气工业,2005,25(10):89-90.
- [10] 李传亮.裂缝性油藏的应力敏感性及其产能特征[J].新疆石油地质,2008,29(1):72-75.

(编辑 叶德燎)