

井口多功能套管气回收装置的研制与应用

付文耀¹, 欧阳诗昆¹, 毛振兴¹, 张居林¹, 李锡尧¹, 李亚洲¹, 马向明²

¹长庆油田分公司第十二采油厂, 甘肃 合水

²西安百惠油气技术服务有限公司, 陕西 西安

Email: 174984550@qq.com

收稿日期: 2021年1月20日; 录用日期: 2021年4月1日; 发布日期: 2021年4月8日

摘 要

针对常规定压放气阀冬季冻堵, 回压较高流程井组, 低压套管气无法有效回收等问题, 利用负压及热交换原理, 创新设计了一种井口多功能套管气回收装置, 解决回压高于套压井组套气无法回收, 冬季低温冻堵的现象, 提高了井口套气回收量及井口密闭集输水平。利用抽油机下行过程中压力降低的现象, 在套管气回收装置前端设计地面管线流体防倒流装置, 阻断了地面管线回压与套管气回收装置之间的压力传导, 套管气回收装置套气入口端形成负压区, 降低了套气回收的压力门槛, 有利于套管气的回收, 解决高回压井套气回收问题。同时将套管气回收装置活动元件设计在液流中间, 最大限度地保证套管气回收装置活动元件与采出液进行热交换, 提高了井口多功能套管气回收装置运行温度, 解决了冬季低温冻堵的现象。

关键词

井口, 多功能, 套管气, 回收装置

Development and Application of Multi-Function Casing Gas Recovery Device at Wellhead

Wenyao Fu¹, Shikun Oyang¹, Zhenxing Mao¹, Julin Zhang¹, Xiyao Li¹, Yazhou Li¹, Xiangming Ma²

¹No. 12 Oil Production Plant of Changqing Oilfield Branch Company, Heshui Gansu

²Xi'an BAIHUI OIL & Gas Technology Service Limited Company, Xi'an Shaanxi

Email: 174984550@qq.com

Received: Jan. 20th, 2021; accepted: Apr. 1st, 2021; published: Apr. 8th, 2021

文章引用: 付文耀, 欧阳诗昆, 毛振兴, 张居林, 李锡尧, 李亚洲, 马向明. 井口多功能套管气回收装置的研制与应用[J]. 机械工程与技术, 2021, 10(2): 138-144. DOI: 10.12677/met.2021.102016

Abstract

In view of the problems, for example, freezing and blocking of conventional constant pressure vent valve in winter, well group with high back pressure, and low pressure casing gas cannot be effectively recovered, a multifunctional wellhead casing gas recovery device is innovatively designed based on the principle of negative pressure and heat exchange, which solves the problem that the casing gas cannot be recovered when the back pressure is higher than the casing killing group, and the phenomenon of low temperature freezing in winter is solved, and the recovery amount of wellhead casing gas and the level of wellhead closed gathering and transportation are improved. Based on the phenomenon of pressure drop in the process of pumping unit descending, the anti backflow device of surface pipeline fluid is designed in front of casing gas recovery device, which blocks the pressure conduction between the surface pipeline back pressure and the casing gas recovery device. The negative pressure zone is formed at the casing gas inlet end of the casing gas recovery device, which reduces the pressure threshold of casing gas recovery, which is conducive to the recovery of casing gas and solves the problem of casing gas in high back pressure wells recycling issues. At the same time, the movable element of the casing gas recovery device is designed in the middle of the liquid flow to ensure the heat exchange between the movable element of the casing gas recovery device and the produced liquid to the maximum extent, which improves the operating temperature of the multifunctional casing gas recovery device at the wellhead, and solves the phenomenon of freezing and blocking at low temperature in winter.

Keywords

Wellhead, Multi-Function, Casing Gas, Recovery Device

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在油田生产过程中,原油沿着井筒从井下上升至地面时,由于压力、温度降低,原油中溶解气将脱离出来形成所谓的套管伴生气,油田通过套管气回收装置将这部分资料回收利用,降低了环境污染,增加油田效益。目前油田主要采用的是定压放气阀套管气回收装置,其工作原理是当套管气压力大于油井回压时,定压放气阀才能打开,套管气进入地面集输管线,当套管气压力小于回压时,定压放气阀关闭,套管气无法进入地面集输管线。而且合水油田在冬季时,由于地面温度较夏季低 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$,地面集输管线上原油由于温度降低粘度增大,集输阻力增大,导致井口回压平均上升 0.3 MPa 左右,最终导致定压放气阀套管气回收装置定压放气阀的打开压力上升 0.3 MPa 左右,套管气回收气量下降,日均影响集气量约 $1.5 \times 10^4/\text{d}$ 。

目前常规定压放气阀套管气回收装置[1]冬季冻堵,回压较高流程井组,低压套管气无法有效回收。针对常规定压放气阀套管气回收装置在冬季由于回压上升,套压不足的情况下,套气无法有效回收的问题,统计分析合水油田井口套气回收装置应用需求及现状,利用抽油机下行过程中压力降低的现象,在套管气回收装置前端设计地面管线流体防倒流装置,阻断了地面管线回压与套管气回收装置之间的压力传导,套管气回收装置套气入口端形成负压区,降低了套气回收的压力门槛,有利于套管气的回收,解

决高回压井套气回收问题。同时将套管气回收装置活动元件设计在液流中间，最大限度地保证套管气回收装置活动元件与采出液进行热交换，提高了井口多功能套管气回收装置运行温度，解决了冬季低温冻堵的现象。通过上述技术集成创新设计了一种基于负压及热交换原理的井口多功能套管气回收装置，解决回压高于套压井组套气无法回收，冬季低温冻堵的现象，提高了井口套气回收量及井口密闭集输水平。

2. 工艺原理

利用抽油机下行过程中井口回压压力降低的现象，在套管气回收装置[2]前端设计地面管线流体防倒流装置，阻断了地面管线回压与套管气回收装置之间的压力传导，套管气回收装置套气入口端形成负压区，降低了套气回收的压力门槛。将套管气回收装置活动元件设计在液流中间，最大限度地保证套管气回收装置活动元件与采出液进行热交换，提高了井口多功能套管气回收装置运行温度，解决了冬季低温冻堵的现象。工艺流程为当抽油机下行时井口压力降低，套管气通过插入式直读放气阀进入油管内，当抽油机上行时井口压力升高，放气阀关闭，井口单流阀打开，套管气随着井液就会进入地面流程管线[3][4]。如此往复工作，套管气就会源源不断的进入地面油管之中(见图1)。

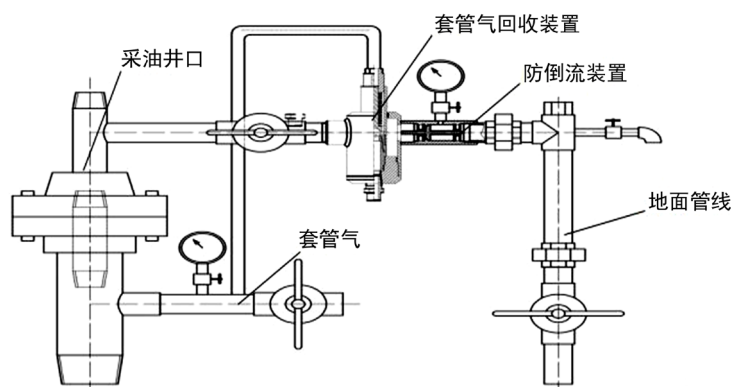


Figure 1. Flow chart of wellhead multifunctional casing gas recovery device
图 1. 井口多功能套管气回收装置流程图

抽油机抽下冲程运行时，套管气回收装置前端设计地面管线流体防倒流装置阻断了地面管线回压与套管气回收装置之间的压力传导，套管气回收装置套气入口端形成负压区，定压放气阀在套管气压力与井口压力的压差下打开，套管气进入地面集输管线；抽油机抽上冲程运行时，定压放气阀关闭，套管气经过地面管线流体防倒流装置进入地面集输管线输送至集气站点。



Figure 2. The wellhead pressure decreases during down stroke operation of pumping unit
图 2. 抽油机下冲程运行井口压力降低



Figure 3. The wellhead pressure increases during the upper stroke of pumping unit
图 3. 抽油机上冲程运行井口压力升高

油机下冲程运行时防倒流装置阻断井组回压(见图 1), 井口压力下降(见图 2), 当低于插入式直读定压阀设定压力时, 定压阀打开, 套气通过流量计计量后进入油井井口(单量阀与井筒油管之间流程), 直至两端压力稳定, 定压阀自动关闭, 套气停止进入井口流程。抽油机上冲程运行时井口压力上升(见图 3), 定压放气阀处于关闭状态, 井口防倒流装置打开, 套气随油液进入单井出油管线流程, 输入至下游站点。进行油气分离、收集、外输。

2.1. 结构特点

井口多功能套气回收装置主要由插入式直读定压放气阀、热交换管体、单流阀三大部分组成。

插入式直读定压放气阀(见图 4): 主要由阀体、调压螺母、阀球、阀座、二级弹簧、调压螺母、刻度套、阀芯、调压杆、调压弹簧、密封件组成。采用两级减压, 内藏包裹式调压阀, 上接头为可调长度的伸缩接头。二级阀防止油管倒流, 定压放气阀内置定压机构, 用上端调压螺母控制定压机构的开启压力。

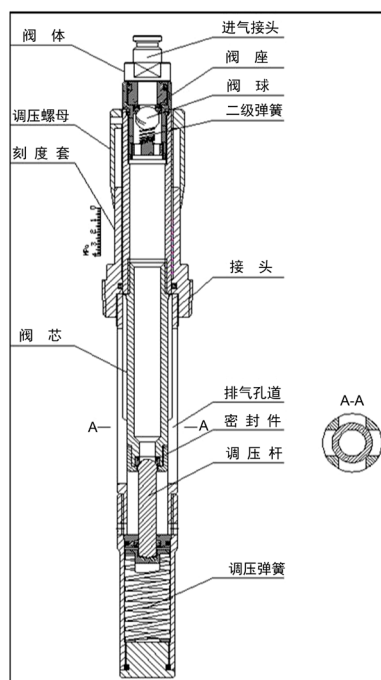


Figure 4. Plug in direct reading constant pressure vent valve
图 4. 插入式直读定压放气阀

热交换管体(见图 5): 主要包括与插入式定压放气阀连接部分、防倒流装置连接部分及底部排空防盗取样接头三部分组分。实现井口原油对定压阀的保温及单量阀的固定安装及装置定期排空维护。

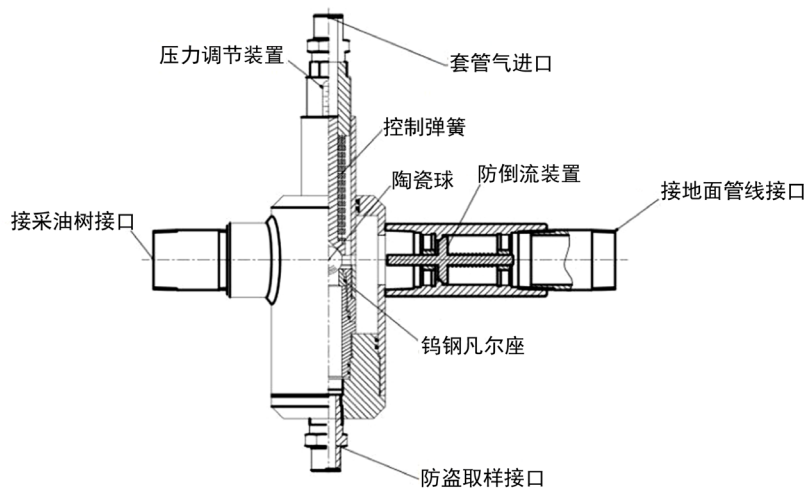


Figure 5. Heat exchange tube body
图 5. 装置热交换管体

防倒流装置(见图 6): 主要由密封部分、导向部分、弹簧 3 部分组成, 确保流体单向流动, 防止流体倒流。

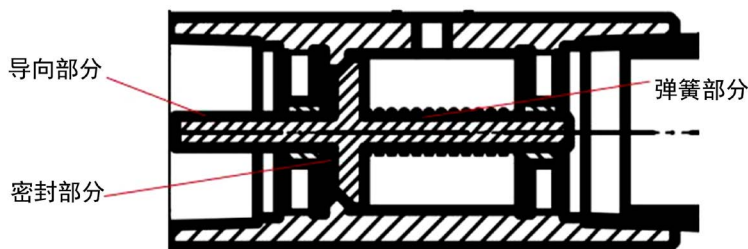


Figure 6. Anti backflow device
图 6. 防倒流装置

2.2. 工艺特点

在套管气回收装置前端设计地面管线流体防倒流装置, 阻断了地面管线回压与套管气回收装置之间的压力传导, 套管气回收装置套气入口端形成负压区, 降低了套气回收的压力门槛, 有利于套管气的回收, 解决高回压井套气回收问题。

将井口多功能套管气回收装置活动元件设计在液流中间, 最大限度地保证井口多功能套管气回收装置活动元件与采出液进行热交换, 提高了井口多功能套管气回收装置运行温度, 避免冬季低温冻堵而影响套气回收利用。

3. 现场应用

目前该装置现场安装试用 20 口井, 累计回收套气 $1.6 \times 10^4 \text{ m}^3$, 降低了井组回压 0.2~0.6 MPa。井口多功能套管气回收装置在套气回收工艺流程中阻断了井组的回压, 随井口压力降低而自力控制套气回收压力, 稳定油井的动液面, 保持地层出液阻力相对不发生变化, 避免了抽油泵气锁, 从而在不影响油井

产量的前提下,降低了套管气回收的压力门槛;运行过程中井下采出高温液体与套管气回收装置的热交换作用,提高了井口多功能套管气回收装置运行温度,避免冬季低温冻堵提高了油井伴生气的收集效率。

固平 30-21 井 2013 年 11 月投产,初期日产液 11.02 m³,日产油 9.65 t,含水 12.47%;2020 年 11 月 10 日油压 0.8 MPa、套压 0.7 MPa,常规套管气回收装置由于油压大于套压无法打开进气阀,安装井口多功能套管气回收装置(见图 7)以来累计回收套气 1075 m³(见表 1)。



Figure 7. Field application of Guping 30-21 well
图 7. 固平 30-21 井装置现场应用

Table 1. Application effect table of Guping 30-21 well

表 1. 固平 30-21 井装置应用效果表

序号	时间	安装 数量	油压 (MPa)	套气压 (MPa)	套气回收量(Nm ³)
1	2020/11/10	1	0.8	0.7	56
2	2020/11/11	1	0.8	0.7	52
3	2020/11/12	1	0.8	0.7	58
4	2020/11/13	1	0.8	0.7	57
5	2020/11/14	1	0.8	0.7	52
6	2020/11/15	1	0.8	0.7	52
7	2020/11/16	1	0.8	0.7	53
8	2020/11/17	1	0.8	0.7	54
9	2020/11/18	1	0.8	0.7	54
10	2020/11/19	1	0.8	0.7	51
11	2020/11/20	1	0.8	0.75	45
12	2020/11/21	1	0.8	0.75	42
13	2020/11/22	1	0.8	0.75	48
14	2020/11/23	1	0.8	0.75	46

Continued

15	2020/11/24	1	0.8	0.75	49
16	2020/11/25	1	0.8	0.75	42
17	2020/11/26	1	0.8	0.75	43
18	2020/11/27	1	0.9	0.8	38
19	2020/11/28	1	0.9	0.8	37
20	2020/11/29	1	0.9	0.8	39
21	2020/11/30	1	0.9	0.8	36
22	2020/12/1	1	0.9	0.8	35
23	2020/12/2	1	0.9	0.8	36
合计					1075

4. 效益评价

对上述单口井运行效果评价, 累积连续运行 23 d, 新增回收伴生气 1075 m³, 日均回收 46 m³/d。按目前全厂伴生气生产回收水平, 10,000 m³ 井口伴生气原料气生产轻烃 4 t, 干气 7000 m³ 测算。全面应用推广后预计新增轻烃产品 0.37 t/d, 干气 640 m³/d, 按轻烃产品销售价格 2300 元/吨, 干气加工 LNG 销售价格 2900 元/吨, 日均增加产值 2130 元。同时减少伴生气等温室气体直接排放的环保风险。

5. 结论

- 1) 将插入式定压放气阀、井口防倒流装置进新一体化设计, 方便制造加工及现场安装。
- 2) 利用抽油机下行过程中压力降低的现象, 在采油井口防倒流装置前端加装插入式直读定压放气阀, 降低了套气回收的压力门槛, 有利于套管气的回收, 解决高回压井套气回收问题。
- 3) 将井口多功能套管气回收装置活动元件设计在液流中间, 最大限度地保证井口多功能套管气回收装置活动元件与采出液进行热交换, 提高了井口多功能套管气回收装置运行温度。
- 4) 解决回压高于套压井组套管气回收问题, 进一步提高井口集气量, 提高轻烃产量。

参考文献

- [1] 郑景珊, 张军, 付国庆, 等. 抽油机井自控式套管气回收装置[J]. 石油钻采工艺, 2015, 37(5): 126-127.
- [2] 王天刚. 简易新型井下套管气回收装置[J]. 油气田地面工程, 2008, 27(10): 73.
- [3] 许冬进, 马丽, 程俊. 油田伴生气回收装置现状和分析[J]. 石油科技论坛, 2010, 15(4): 29-33.
- [4] 苏欣, 王胜雷, 张琳. 油田伴生气利用对策及现状[J]. 天然气与石油, 2008, 26(2): 33-37.