

桥式偏心密封段的研制

李玲莉 张道勇

(贵州航天控制技术有限公司, 贵州 550009)



摘要: 针对桥式偏心分层注水管柱在进行分层压力测试时, 现有密封段操作繁琐、技术难以掌握, 且在压差大的情况下存在密封段不易起出来的问题, 研制了一种以免调节皮碗作为密封件的桥式偏心密封段。该密封段设计了一种平衡机构, 它使得密封段在进行密封时起到更优的密封效果; 皮碗不需要测量调节, 降低了操作难度; 此外, 设计了单向阀, 上提密封段时, 它可以使密封的内外压力达到平衡, 从而可以很容易地起出测试密封段, 并解决了压差大的情况下密封段不易起出来的问题。

关键词: 分层注水; 密封段; 单向阀; 免调皮碗

Development of Bridge Type Eccentric Sealing Section

Li Lingli Zhang Daoyong

(Guizhou Aerospace Control Technology Limited Company, Guizhou 550009)

Abstract: During the stratified pressure test for the bridge type eccentric layered water injection string, complicated operation of the existing sealing section is difficult to master, and the sealing section is hard to pull out in case of large pressure difference. A bridge type eccentric sealing section is developed with a non-adjustable leather bowl as seal. The sealing design of a balance mechanism can seal more easily, and the leather bowl does not require the measurement adjustment, which reduces operation difficulty. In addition, the design of the one-way valve can make inner and outer pressure of the sealing reach equilibrium while lifting the sealing section, thus it is very easy to pull out test sealing section, and also solves the problem of large pressure difference.

Key words: layered water injection; sealing section; one-way valve; non-adjustable leather bowl

1 引言

针对分层注水工艺的特点和现有密封段可靠性不高, 皮碗容易损坏致使测试密封段不容易起出, 造成掉井卡井事故的缺点, 设计可靠的桥式偏心密封段装置, 该密封段设计了一种平衡机构, 它可以使密封段更容易实现密封, 配套双通道压力计进行测试。本设计与传统老式密封段比较, 主要优点有: 一是该密封段设计有平衡机构, 传压体和调节杆上设计有进液孔, 在外力的作用下将密封段定位于配水器工作筒的内壁上, 皮碗涨开, 密封段上下两端的液体通过进液

孔进入, 使皮碗进一步扩涨, 直至将偏心配水器的中心通道完全密封。二是该密封段设计有单向阀, 测试完成后密封段上提时, 可以迅速使地层与井筒的压力达到平衡, 从而使密封段更容易被起出。

2 桥式偏心密封段的设计

2.1 应用环境

井下封隔器的密封状态直接决定着分层注水的质量, 严重影响油田注水开发效果。该密封段用于桥式偏心配水器封隔器验封, 通过检测桥式偏心配水器

作者简介: 李玲莉 (1983-), 硕士, 机械设计制造及其自动化专业; 研究方向: 石油仪器研发。

收稿日期: 2012-04-09

上方和本注水地层的压力值及其变化情况,分析判断封隔器的密封情况。从而为分析该井分层注水状况提供了可靠依据。

2.2 桥式偏心密封段的结构

桥式偏心密封段的结构如图 1 所示,由单向阀组

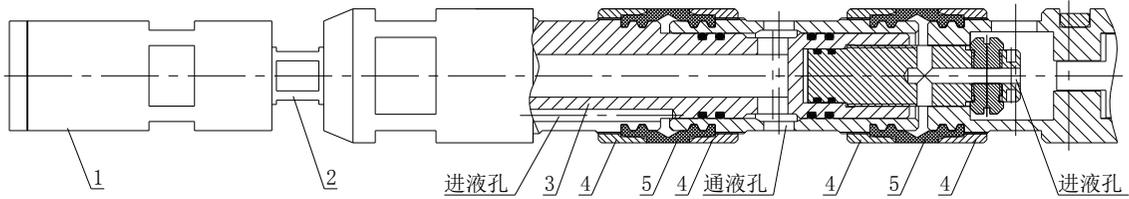


图 1 桥式偏心密封段结构示意图

1—转接头 2—单向阀芯 3—传压体 4—皮碗套 5—皮碗

2.3 工作原理^[1]

测试时将密封段与一支双通道压力计相连,用钢丝将密封段下放到相应的油井层位工作筒后,上提仪器至配水器 3~5m,打开密封段定位爪,下放钢丝将仪器坐入配水器内,在重力和冲击力共同作用下皮碗涨开,注入液体时,密封段上下两端的液体通过进液孔进入,使皮碗进一步扩涨,直至将偏心配水器的 $\Phi 46\text{mm}$ 中心通道完全密封,验封过程开始;通过井口阀门做“关—开/关—开”压力波动,每一动作稳定 3~5min,采用双通道压力计测试地层压力、全井压力变化情况;测试完毕后,上提仪器,首先用钢丝拉动单向阀迅速使地层压力与全井的压力达到平衡,从而更容易起出仪器;依次完成其它各层段的测试。数据回放后,根据地层压力、全井压力变化曲线判别各层的密封效果。

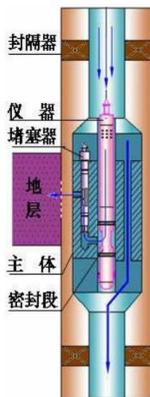


图 2 工作原理

2.4 密封结构的设计^[2]

件、密封组件和底座筒组件等组成。单向阀组件由转接头、单向阀芯、弹簧和 O 形密封圈等零组件组成;密封组件由传压体、皮碗套、皮碗和 O 形密封圈等零组件组成;底座筒组件由底座筒、定位爪、凸轮和导向头等零组件组成。

由于桥式偏心配水器的内孔都是 $\Phi 46\text{mm}$,因此直接选用皮碗过盈密封是不合适的。这必然导致仪器在过配水器时遇阻,影响投捞性能和皮碗的寿命。

合理的密封结构是:在正常情况和通过配水器时,皮碗保持原来的尺寸和形状,不会遇阻;到达需要验封的层位时,上提仪器,碰撞开关打开,支架弹开,然后将仪器缓慢下放,在重力和冲击力共同作用下皮碗涨开,支架坐在配水器的定位台阶上,钢丝放松,密封段上下两端的液体通过进液孔进入的液体使皮碗进一步扩涨,直至将偏心配水器的 $\Phi 46\text{mm}$ 中心通道完全密封,验封过程开始。

原皮碗与免调节皮碗的不同之处是:原皮碗(如图 3a 所示)靠安装螺塞挤压皮碗,再在左端垫垫圈用游标卡尺测量,保证皮碗涨开尺寸。现在只要拧紧免调皮碗(如图 3b 所示)的皮碗套,皮碗在传压体、坐封套和皮碗套的共同作用下,皮碗就能涨开到所需的尺寸。

2.5 平衡机构的结构^[3]

平衡机构由单向阀芯、传压体、坐封套、阀口和调节杆等零部件组件,传压体和调节杆上设计有进液孔,整个密封段装配在一起(如图 1 所示),才能发挥进液孔的作用。工作过程:仪器下到工作层位时,定位爪在外力的作用下打开,使仪器定位于配水器工作筒的内壁上,在重力和冲击力共同作用下皮碗涨开,注入液体时,密封段上下两端的液体通过进液孔进入的液体使皮碗进一步扩涨,直至将偏心配水器的 $\Phi 46\text{mm}$ 中心通道完全密封。

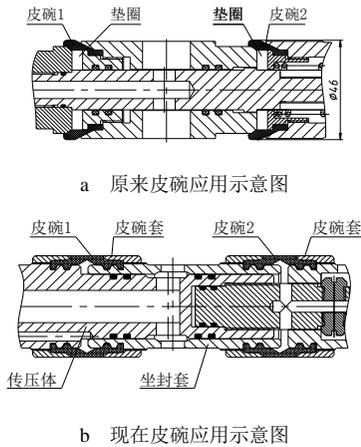


图3 皮碗应用对比示意图

2.6 单向阀的结构

单向阀组件由转接头、单向阀芯、弹簧、连接头、阀口和O形密封圈等零部件组成；单向阀阀口采用锥

面和锐边配合密封，锥面材料为0Cr17Ni4Cu4Nb，调质处理；锐边材料选用1Cr18Ni9Ti。表面光度和精度要求相对较高，能可靠保证密封性能，根据试验耐压差至少在30MPa以上。

测压结束后，在上提密封段时，全部拉力首先作用在单向阀芯上。打开单向阀，上层水流与注水地层水流迅速贯通，压力基本平衡，此时拉动单向阀的力远比硬拉动整个密封段的力小得多，密封段更容易地从配水器中拔出。桥式偏心密封段验封完成后，提出密封段时受力状态如下：单向阀受的力为 $F_1 = \Delta P S_1$ (ΔP 为 $P_{上}$ 与 $P_{地}$ 的差值, S_1 为单向阀口面积, $S_1 = \pi d^2/4$)；皮碗受的力为 $F_2 = \Delta P S_2$ ，两皮碗的受力方向不同，皮碗1方向向右，皮碗2方向向左；皮碗受摩擦阻力为 F_f ；对于整个密封段受力为 $2F_f$ 。

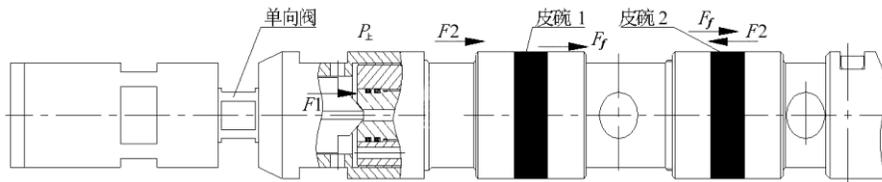


图4 桥式偏心密封段受力简图

在没有单向阀的情况下，将密封段硬拔出的力用下列公式计算：

$$F_{硬} = W + F_M + 2F_f \quad (1)$$

式中： $F_{硬}$ ——钢丝拉力，N； W ——密封段的重力，N； F_M ——密封段上提过程受的阻力，N； F_f ——皮碗受的摩擦力，N。

$$F_f = f \Delta P \pi d b k \quad (2)$$

式中： f ——皮碗摩擦系数，按不同润滑条件，可取 $f \approx 0.05 \sim 0.2$ ； ΔP ——皮碗两侧压力差，MPa； d ——皮碗的直径，m； b ——皮碗的宽度，m； k ——皮碗修正系数，压紧型密封圈 $k \approx 0.2$ 。

在使用单向阀的情况下，钢丝拉力仅为

$$F_{拉} = F_1 + F_D + F_M + W_1 \quad (3)$$

式中： F_1 ——单向阀受的压力，N； F_D ——单向阀弹簧预紧力，N； W_1 ——单向阀上部分仪器的重力，

N；相关参数为：上下层与地层压差 ΔP 为 10MPa，单向阀的阀口直径是 $\Phi 8\text{mm}$ ，皮碗的直径 d 为 $\Phi 46\text{mm}$ ，皮碗的宽度 b 为 10mm， $f \approx 0.2$ ， W 大于 W_1 。代入相关数值得：

$$F_{硬} - F_{拉} \approx 2F_f - F_1 - F_D = 1156.1 - 502.7 - 114.3 = 539.1\text{N}$$

有单向阀时拉动单向阀的力远比硬拉动整个密封段的力小的多，通过计算减小 47% 左右；相比之下，使用单向阀的密封段更容易从配水器中拔出，而且使用单向阀后 ΔP 趋于 0，这样皮碗不受压力，可以提高皮碗的使用寿命。

2.7 验封判断依据

要准确判断封隔器的工况，必须结合水井的实际注水情况、地层吸水率变化等来分析测试曲线，并做好地面记录。

在仪器测得正常曲线的情况下，判断依据如下：

a. 两条压力曲线不重合，有压力波动台阶，验封压力不为零，表明封隔器密封良好，见图 5。

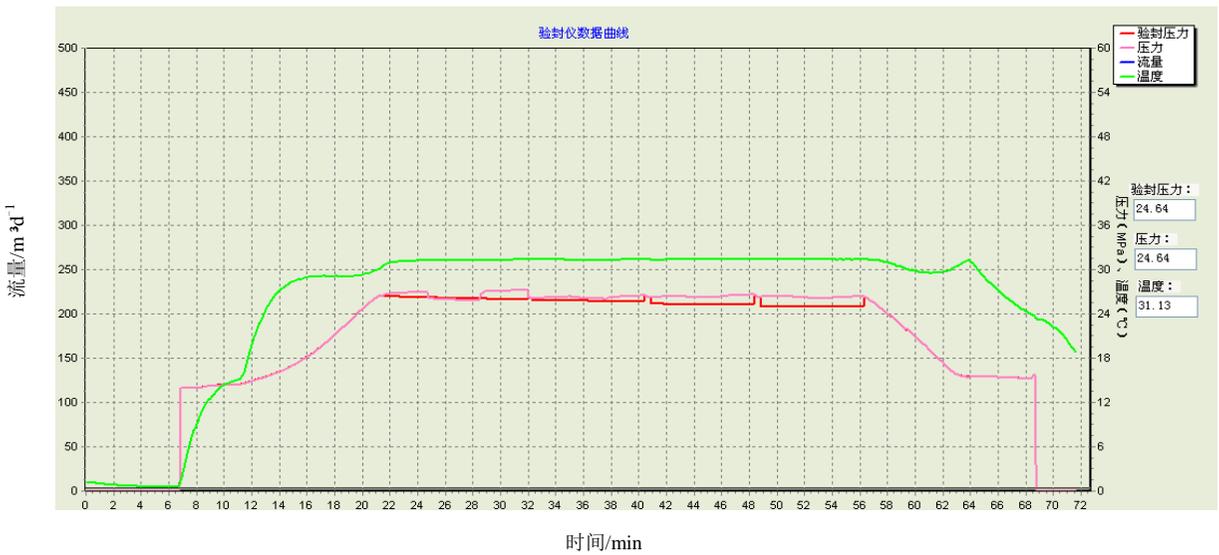


图 5 封隔器状态良好测试曲线示意图

b. 两条压力曲线在座封后完全重合, 表明封隔器 失效, 见图 6。

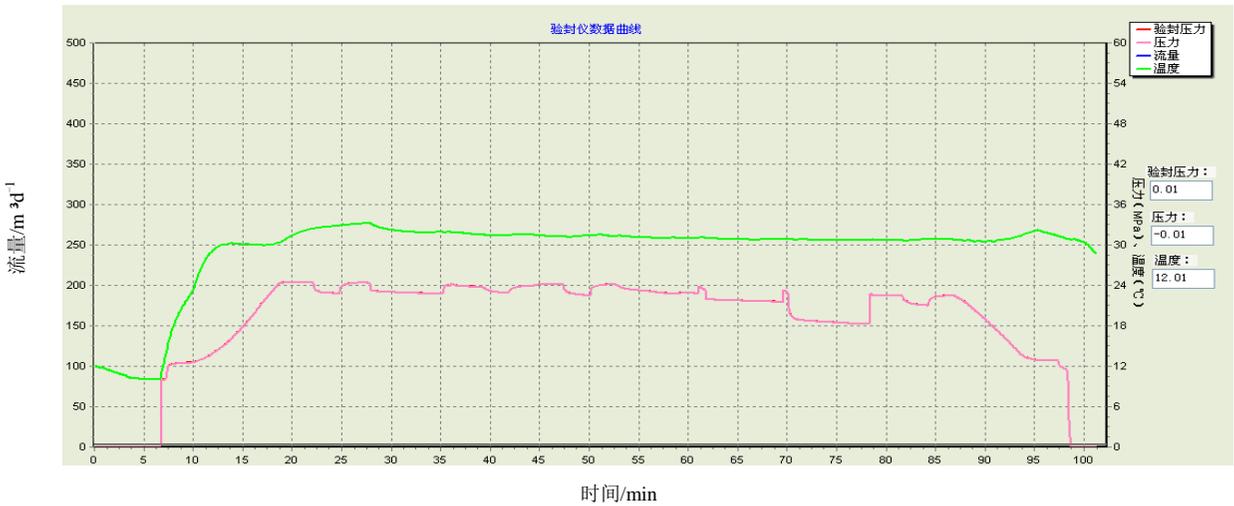


图 6 封隔器状态失效测试曲线示意图

3 结束语

研制了一种以免调节皮碗作为密封件的桥式偏心密封段。该密封段设计了一种平衡机构, 它可以使密封段在密封时更容易; 皮碗不需要测量调节, 降低了操作难度, 通过与配套仪器进行现场使用, 可达验封和分层测力的目的, 且操作更加简单, 安全性更高, 为分析单井分层注水状况提供了可靠依据。解决了长时间测取地层压力恢复曲线后测试密封段不易起出

和皮碗调节繁琐的问题。

参考文献

- 1 雷天觉. 液压工程手册. 北京: 机械工业出版社, 1990
- 2 邓刚, 王琦, 高哲, 等. 桥式偏心分层注水及测试新技术. 油气井测试, 2002, 11(3): 46~48
- 3 王琳. 桥式偏心分层注水及测试管柱平衡密封段的研制. 石油机械, 2006, 34(11): 59~60