

# 稠油井注气掺稀单流阀适应性评价

## Evaluation on adaptability of Dilute

### single-flow Valve for heavy oil well gas injection

魏宏洋 (新疆库尔勒市轮台县轮南邮电所转采油二厂, 新疆 巴音郭楞 841000)

Wei Hongyang (No.2 oil production plant transferred from Lunnan post and telecommunications office, Luntai County, Korla City Xinjiang, Xinjiang Bayinguoleng 841000)

**摘要:** 为满足稠油井注气、掺稀生产需要, 设计使用“掺稀单流阀+MCHR封隔器”结构的注采一体化管柱, 目前已经累计使用85井次, 该一体化管柱避免了注气井井控风险, 满足掺稀生产的需要, 同时预防套管腐蚀。由于该掺稀单流阀结构原理的特点, 生产中也带来了一些异常情况, 现对近三年掺稀单流阀使用适应性进行评价。

**关键词:** 掺稀; 单流阀; 井控; 腐蚀; 压差

**Abstract:** In order to meet the needs of gas injection and dilution production in heavy oil wells, an injection-production integrated string with the structure of “single flow valve + MCHR packer” is designed, to meet the needs of dilute blending production, and at the same time prevent casing corrosion. Because of the structure and principle of the valve, there are some abnormal conditions in production. The applicability of the Valve in recent three years is evaluated.

**Keywords:** Dilute; single flow valve; well control; corrosion; differential pressure

## 1 前言

2016年开始试验注氮气采油工艺, 自从开始注氮气三次采油工艺试验至今, 采油二厂累计实施单井注气600多井次, 受稠油影响必须采用掺稀油开采的方式, 故此设计了配有掺稀单流阀的注采一体化管柱结构组合。共使用“掺稀单流阀+MCHR封隔器”注气管柱85口井, 同时配合抽稠泵和注采一体化井口, 可以实现多轮次注气井在注气和采油两中生产模式下的快速转换。

稠油是一种非常黏稠极易凝固的石油, 在地层高温高压条件下流动性良好, 但在井筒举升过程中随着温度和压力的降低, 在未达到地面时就失去了流动性。稀油对稠油中胶质和沥青质具有溶解作用, 掺入一定比例稀油能使稠油的粘度降低, 增加流动性, 注气井管柱需要下入封隔器和掺稀阀, 即要保护套管, 又要满足压井或满足掺稀油生产。

目前应用的掺稀阀为滑套式, 靠压力和弹簧力控制滑套移动实现打开或关闭, 注气过程管柱出现腐蚀或结垢现象, 经常存在掺稀阀关闭不严, 出现油套串通的问题, 影响正常生产。

## 2 管柱结构及工具参数原理

注采一体化管柱结构由底部的防砂筛管、封隔器、掺稀单流阀、抽油泵组合而成。防砂筛管主要为油气提供注入、产出的通道, 同时在地层出砂的情况下过滤砂

粒, 防止卡泵影响抽稠泵正常生产。封隔器主要为了封隔注入的氮气, 防止氮气上窜至油套环空, 其中伴有的氧气对上部套管造成腐蚀, 以及环空堆积气带来的井控风险。掺稀单流阀的特性是可以实现套管到油管的单向掺稀生产, 阻隔油管向套管的流入, 防止气体上窜和稠油上返。

在注气阶段安装70MPa压力级别的采油树配合井口注气, 注气自喷结束后使用吊车更换35MPa压力级别的采油树配合稠油生产, 可以在不修井的情况下可以实现注气采油两种生产模式的快速转换, 提高生产时效节约修井费用。

注气防垢掺稀阀由两部分组成, 分别为生产筒、单流筒组成。

生产筒: 注入过程, 注入气体(液体)经生产筒流入; 生产过程, 地层产出流体经生产筒流出。

单流筒: 在同一个筒内设计为多个单流球阀, 上部为气液置换腔。注入过程, 单流球阀关闭, 封闭流体流过。此注气防垢掺稀阀上面接油管, 下面接有封隔器, 下到井内设计深度后坐封封隔器, 通过封隔器将油管通道和套管通道隔开。注气(液)时, 气(液)通过注气防垢掺稀阀生产筒注入油层内, 而不能进入油套环空。生产或压井时, 压井液或稀油经注气防垢掺稀阀单流筒流入油管内保证油井安全及正常生产。

### 3 掺稀单流阀解决的问题

稠油井在注气中、注气后开井等环节存在井控风险、增加腐蚀程度、掺稀生产的需求，通过“掺稀单流阀+MCHR 封隔器”注气采油一体化管柱解决上述问题。

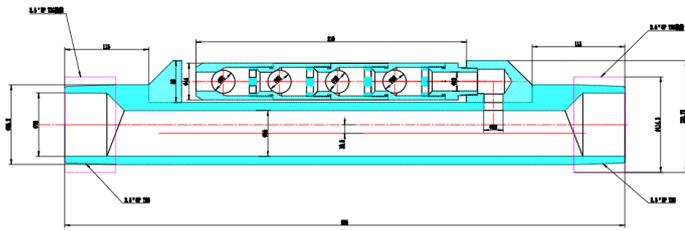


图 1 注气注液掺稀阀结构图

①降低井控风险：通过加深封隔器和单流阀的深度，可以保证环空留有一定高度的液柱，注气期间或生产期间如果 MCHR 封隔器失效，环空的高液柱可以平衡注气带来的底层压力，降低井控风险；

②腐蚀问题：由于注入的氮气、盐水伴有氧气，造成套管腐蚀，通过加深封隔器的深度，一般设计深度在套管脚以上 300m 左右位置，将注入的氮气隔离在封隔器以下，减少氮气与套管的接触，预防套管腐蚀；

③掺稀生产需要：单流阀设计开启需要 1-2MPa 逆向压差，管柱结构设计在封隔器以上 500m 左右，原油粘温拐点以下，满足掺稀生产的需要。

## 4 注气掺稀单流阀存在问题

### 4.1 油套生产压差大

通过统计目前掺稀生产的 54 口注气井，油套压差大于正常密度差的有 22 口井，通过对这些井生产情况分析，掺稀比和前期无明显变化，能够满足集中掺稀生产需求，不影响生产。压差较大的原因认为主要由单流阀长时间使用后内部构件不灵活，导致开启压差大于设计值。

### 4.2 个别井套压异常高，需要泵车掺稀生产

近一年发生套压异常偏高的井有 AD9、TH12231、TH12161、TH12512 井，通过对单井异常情况分析得出两条结论：

#### 4.2.1 地层含水，导致单流阀无法正常开启

以 AD9 井为例，该井 2018 年 9 月下入“掺稀单流阀+MCHR 封隔器”注采一体化管柱，开井后频繁光杆滞后，电流异常，多次处理无法正常生产。通过生产的表现分析，封隔器下深 6050m，掺稀单流阀 6004m，地层含水 65%，套压 6.5MPa，油压在 3-7MPa 之间波动，开井初期可以暂时正产生产，当地层产液进入油管以达到一定高度后，由于含水影响，导致单流阀正向压差大于逆向压差，单流阀无法正常平稳打开，或者掺入的稀油无法沿油管通道混配产出，而是流向地层，导致稠油进入泵筒，目前该井注水生产，但是生产周期短，无法

完全释放地层能量，下步建议释封生产。压力计算：

①单流阀外部压力： $P_{\text{套压}} + \rho_{\text{套}}gh = 59.45\text{MPa}$ ；

②单流阀内部压力： $P_{\text{油压}} + \rho_{\text{油}}gh = 61.8\text{MPa}$ 。

地层含水影响，导致单流阀内部压力大于外部压力，无法正常开启。

### 4.2.2 环空存气，导致掺稀压力异常高

部分注气井在开井后套压逐步上升，呈现出封隔器封隔器失封现象，现场控制泄套压后又能恢复正常。通过单流阀结构特点分析，认为在注气后生产期间地层吐气，单流阀内侧囤积大量气体，掺稀油进入单流阀的过成，阀球处于打开状态，同时内侧的气体会从单流阀溢出，进入环空，所以现场表现为随着掺稀时间延长，套压逐渐升高，无法正常掺稀，通过泄套压，释放环空囤积的气体后可以恢复正常，再次开井前油管进行大排量正注盐水，把油管内囤积的气体推进地层，可以防止此类问题重复发生。

## 5 结论认识

目前带有掺稀单流阀生产的油井有 65 口，发生异常导致无法正常生产的有 4 口井，异常率 6%，属于个别情况，不可否定“掺稀单流阀+MCHR 封隔器”注采一体化管柱在稠油注汽井中应用的优势，针对个别异常情况因该从工具原理、井筒液性多方面分析异常原因。

## 6 解决办法

①提升井下工具防腐等级，井下工具改用耐腐蚀材质，尤其是单流阀内部阀座、阀球，推荐镀镉材质。

②注入流体进行防腐蚀处理，注入水添加缓蚀剂，注气井尽可能采用油管气水混注工艺，减少井液对单流阀通道及滑动密封组件的冲刷及腐蚀；

③制定注气井管柱窜气判定标准，在注气过程中套压升至 8-10MPa 时应停注采取套管放气等方法验证管柱窜气情况，不能等到套压上涨至 20MPa 以上方才采取措施；

④对井下工具单流阀结构性能进行优化改进，提高针对注气井井况、工况适应性。

### 参考文献：

- [1] 郑小敏, 孙雷, 候亚平等. 缝洞型碳酸盐岩油藏水驱油机理物理模拟研究 [J]. 西南石油大学学报: 自然科学版, 2010, 32(2): 89-92.
- [2] 惠健, 刘学利, 汪洋等. 塔河油田缝洞型油藏注气替油机理研究 [J]. 钻采工艺, 2013, 36(2): 55-57.
- [3] 郭平, 苑志旺, 廖广志. 注气驱油技术发展现状与启示 [J]. 天然气工业, 2009, 29(8): 92-96.

### 作者简介：

魏宏洋 (1989-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 从事井下作业技术研究工作。