

# 井底旋流预分离技术

董贤勇

(胜利石油管理局海洋石油开发公司)

**摘要** 由于油井采出液中含水率的增加,引起举升费用和附加处理费用升高,经济效益越来越差。解决该问题的关键是将地层采出液在井底进行分离并返注地层,这就是井底旋流预分离技术。提出了两种设计方案:油管并列式和油管相套式,经初步的分析、计算和试验,两种方案在设计上都是可行的。该技术可以提高油井的经济寿命、提高油井的采收率,具有广阔的应用前景。

**主题词** 油井 高含水期 井底 预处理 旋流分离器 技术

**作者简介** 董贤勇,1971年生。1996年毕业于石油大学油气田开发工程专业,获硕士学位,现在生产管理科工作。

随着油田开发的深入,含水率不断增加,引起开采及处理费用升高,采油速度下降,经济效益越来越差。造成这种现象的原因是采出液中含水率太高,处理费用过于庞大。另一方面,因为产水量的升高需封堵个别生产层,甚至因含水率过高而过早的废弃一些油井,致使地层中还剩余大量的原始地质储量不能被开采出来,造成能源浪费。解决该问题的关键是将地层采出水在井底进行分离并返注地层,这就是井底旋流预分离技术。

井底旋流预分离技术的基本思路是:只要同一井眼内有合适的地层可回注产出水,就不必将产出水泵至地面处理。其目的是使油井的产出水大部分在井底分离并回注到目的层,从而减少举升、地面处理和回注费用,延长油井的经济寿命,提高油田的经济效益。

## 一、技术设计及模拟试验研究

井底旋流预分离技术需要如下设备:双液流泵及配用电动机、水力旋流器、出油管、出水管。双液流泵是使用1台驱动电动机来带动1台高扬程油泵和1台低扬程水泵的组合式泵,其作用是一方面对分离后低含水原油增压,使其提升到井口;另一方面对分离出的低含油污水增压,使其回注到目的层位。在应用中,采用双液流泵与水力旋流器相联结的方式来实现油水在井下的分离,出油管的一端与水力旋流器溢流口相连,另一端与双液流泵的油泵吸入口相连,油泵出口与油管相通;井底双液流泵的水泵吸入口与水力旋流器的平缓尾段相连,其出口与出水管相通,按出水管和出油管的排列方式不同,井下设备的设计可分为两种方案:油管并列式和油管相套式(见图1)。

### 1. 技术设计

(1) 油管并列式。油管并列式是在套管中并列下入两根油管,一根作出油管,一根作出水管,该设计方案适用于回注的目的水层在开采油层下部的油井。优点是排出水口在油水界面以

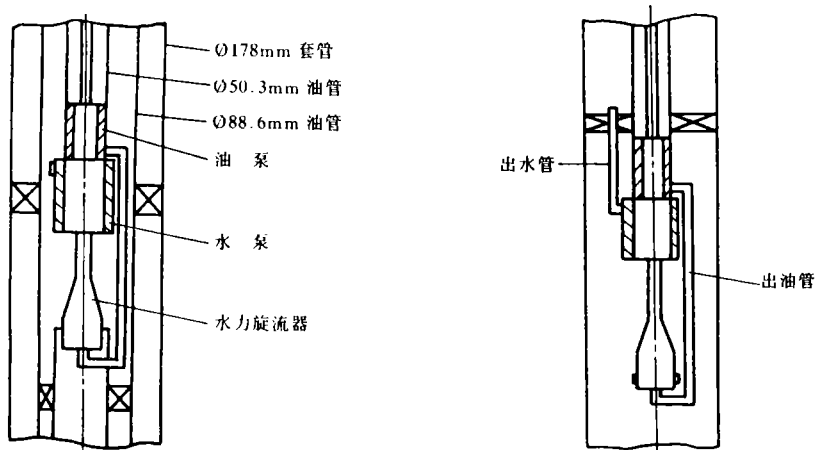


图1 井底旋流预分离井下设备管柱

下,可产生一个压力差,有助于减缓甚至避免锥进。这种方法最适合于高渗透和具有明显单一油水界面的油藏。

(2) 油管相套式。油管相套式是在套管中下入环空油管,在环空油管中下入生产油管,生产油管作为出油管,两油管环空作为分离水的通道,在目的层必要部位增设封隔器,并射穿外面两层管,就可实现目的层污水回注。该方案的适应性比油管并列式强,技术上更易实现。

2. 室内试验 模拟胜利CB11B 2井的采出液条件,进行了实验室模拟试验。该井日产液60.3t,日产油13.9t,含水67.0%,油气比48,井底温度87℃,模拟试验装置如图2所示。

该试验的主要设备有:双液流泵、水力旋流器、搅拌器、电热炉、井筒配套设备、电气控制柜等。

将油水按一定的比例混合,加入试验池中充分搅拌,加温到87℃,按一定的油气比向井底释放天然气,以达到井底物理条件。启动双液流泵,油水混合进入水力旋流器进行分离,分离后的油流自油管上返,水流自油套环空上返,分离后的油和水经取样分析后均返回试验池,经加热、搅拌后重新进入下一个循环,流量变化靠调节阀门1和2来实现,油管出口和油套环空设有取样孔,可取样化验分析。

试验结果认为使用双液流泵与水力旋流器相组合的井底旋流分离设备经过进一步改进和完善是完全可行的。

## 二、井底旋流分离技术的优越性及应

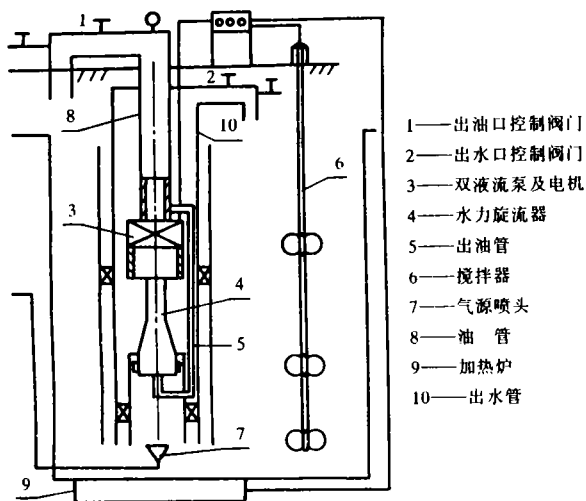


图2 模拟试验装置

## 用前景

与任何新技术的应用一样,井下油水分离装置的应用将影响到许多学科和领域,在油井生产中,其优越性主要表现在以下几个方面。

1. 能使现有井的经济寿命延长几年,使油井的管理费用降低,从而可在不大量增加附加费用的情况下,提高油井采收率。

2. 应用该技术生产时仅需将小体积的油流举升到地面,而把产出水直接回注到地层。能经济地生产到地层采出液含水率比较高的程度,显著地节约开采费用。

3. 地面设备的设计和使用受产水量增加的影响很大。随着水油比的增加,地面设施如输油泵、管线和计量设备以及油水分离或矿场罐储能力均可能会随产液量的增加而扩大建设规模,增加投资,此外,含水增加也会导致管线和设备的腐蚀加剧、加速,从而增加防腐及维修费用。使用井下分离设备后则可较大程度地避免上述问题的发生。

4. 产至地面的采出水管理费用高,而且会引起产量损失,油井转注也会造成一定的产量损失。另外,根据油藏的注入特征,为取得足够大的注入能力和控制整个油田注入水的分布,需要布置大范围的水处理管网。这样就要增加固定资本费用和附加开采费用及管理费用。

5. 大量地层水产至地面会引起环境污染,使用井下旋流分离器后将会减少因污染而造成的经济损失。

6. 使用井下油水分离设备既降低了开采成本,又提高了采收率,特别适用于高含水油井。

### 三、下一步需重点突破的问题

为使油水井底旋流分离这一新技术得以实现,有以下几项重点工作需要突破:一是需研制井底双液流泵,双液流泵可以是电潜泵、螺杆泵等有杆泵或无杆泵,目前尚未有使用该设备的纪录,一旦得到双液流泵,便可根据具体井况进行设计,以便采用单一驱动设备就可保持相对泵送液量的稳定并便于地面控制,从而实现更好的系统控制;二是对于油管并列式方案,需研制专门的过双油管的过电缆封隔器;三是需研制专门的井下油水旋流分离器,虽然其分离原理、基本结构与普通水力旋流器没有什么区别,但由于井筒空间的限制,生产井段的套管直径尺寸小,还有许多井安装了衬管,因此在尺寸结构上需要进一步研制符合这种条件的井下油水分离器。

目前,国内大部分油田都已处于高含水期,降低采出液含水率,实现稳油控水已成为提高原油采收率,提高经济效益的重要措施。因此,研制和开发井底旋流油水分离设备,提高油田的最终采收率,对已进入高含水期的老油田,将具有特别重要的现实意义。

### 参 考 文 献

- 1 董贤勇.旋流油水分离技术的理论与试验研究.1996年石油大学硕士论文

(收稿日期 1997-12-23)

[编辑 郑秀娟]