

# 用增压技术开采低压油田的石油储量

M. M. Sarshar

翻译：徐虹（南阳油田勘探开发研究院）

校对：王忠（南阳油田勘探开发研究院）

**摘要：**CALTEC 已开发出一套利用高压井能量来提高低压井产量的油井混合开采（WELLCOM）系统，该系统不仅能提高低压井的产量与采收率，而且有助于低压流体的输送。这种廉价又简便的系统在低油价下对边际油田的开采具有十分重要的意义。本文介绍了该系统的工作原理及其目前的现场应用情况。

**关键词：**油井混合开采 系统结构 工作原理 技术性能

## 一、前言

储集层的破碎或不同油层中石油采出程度的差异通常都会造成油井或气井具有不同的井口流动压力。对大多数油田来说，这些油井都是先经总管，再通过管线把油气输送到处理厂。由于高压（HP）井或输送管线所施加的回压，低压（LP）井的产量常常会受到抑制。为了最大程度地削弱对 LP 井产量的这种抑制作用，HP 井通常都要装上节流器，通过节流器把其高能量消耗掉。

BHR 集团公司油气部（CALTEC）的工程师们已开发出一套利用 HP 井能量来提高 LP 井产量的系统，该系统被称为“WELLCOM”，它是“油井混合开采”系统的简称。这套专利系统，对科学、工程和技术进步做出了突出贡献，促进了能源调动、保护和利用的发展，荣获 1998 年英国皇家协会 ESSO 能源奖。

## 二、工作原理

WELLCOM 系统的中部是 1 台射流泵或喷射器。HP 流体穿过喷嘴时，其部分势能（压力）就转化为动能（速度），结果就大大降低了喷嘴下游流体的压力。在该点引入 LP 流体就不会暴露给 HP 井或管线所产生的回压。HP 与 LP 流体混合物穿过混合管与喷雾器时就会出现动量与能量之间的转换（见图 1）。

混合流体在射流泵出口处的压力将处于 HP 与 LP 的中间，因此，该系统具有下列两大优势：

1、它能使 LP 井在较低井口压力下作业，从而提高产量和采收率；

2、射流泵出口处压力的提高有助于把 LP 流体快速输送到处理厂。

射流泵并非新发明。从技术上讲，其用途和性能可追溯到 19 世纪 50 年代。CALTEC 对该系统性能和设计进行了重大改进。这套专利系统可解决油气工业中常见的多相流（气相与液相）问题。

其它行业所用的射流泵大多数只能处理高压和吸入流动的气体、蒸汽或液体。如果气相和液相同时进入射流泵，则作为该泵主要部件的喷嘴将不能有效发挥作用。WELLCOM 系统通过引进一简单的分离器作为该系统的一部分而克服了这一问题。该系统由三个简单部件组成：小型串联分离器、射流泵和混合器。

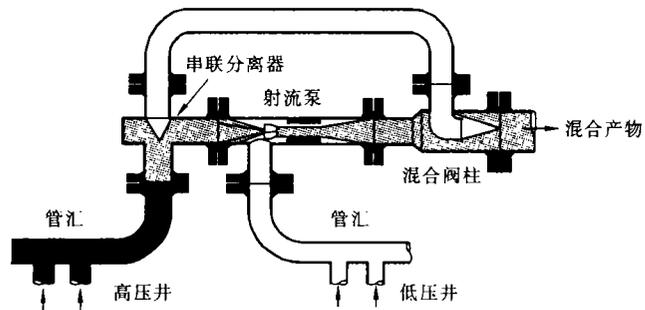


图1 WELLCOM 系统的三个主要部件

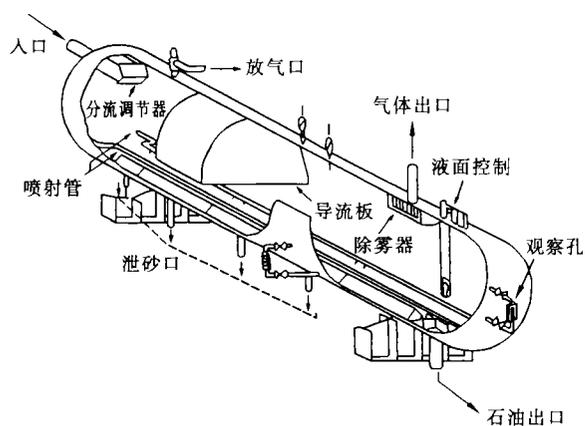


图2 小型分离器的内部结构表明该仪器是如何分离气体、砂和石油的

由 CALTEC 开发的这种小型神奇分离器可以从 HP 多相混合流体中分离出气体，而只让液相石油和/或水作为流体穿过喷嘴（见图 1）。用一个混合匙形片把分离出来的绕过射流泵的气体与从射流泵出来的流体混合在一起。所有部件都很简单，也无需有源控

（下转第 22 页）

## 九、结论

降解胍胶聚合物的最有效方法是胍胶专一性键合酶 (GLS 酶) 的应用。和惯用的氧化破胶剂或酶破胶剂会产生有害的有机残余物相比, GLS 酶降解聚合物的过程产生的主要是无害的简单糖元。

GLS 酶作为破胶剂的实验室评价证实了其在 pH 值范围为 3 ~ 11,

温度范围为 60 °F ~ 300 °F 时优良的性能。已经观察到压裂液流变性和粘度降低速率的控制可能是通过控制 GLS 酶的浓度来实现的, 此结果还包括保留破裂渗透率独立于 GLS 酶破胶剂的浓度, 很高的保留破裂渗透率在 GLS 酶交联胍胶或 CMPHG 压裂液的应用中可以观察到。

关于产量的历史实例数据表

明, GLS 酶破胶剂可以成功地混入高温压裂液中, 且不会损害支撑剂的运移能力, 和用常规破胶剂处理的邻井相比有很好的产量, 而且用混合了 GLS 酶破胶剂的压裂液处理的井, 其增产比很高。

资料来源于美国《SPE 28513》

(收稿日期 1998-01-20)

(上接第 16 页)

制。这套系统简单可靠, 其灵活性和相对低的成本使之非常适用于水下、海上、深水或井下作业中。目前, 井下系统正是世界上可申请专利的研究对象。

由 CALTEC 开发的小型分离器 WELLSEP 和 I-SEP, 在提高该系统轻便性和吸引力方面发挥了重要作用。这些设备 (见图 2) 的大小和占地面积只是常规重力分离器的一小部分, 就同等功率来说一般只是常规分离器的 1/50。

这些设备在油气工业上也有其他用途, 例如, 气-液相和固相 (砂) 分离功能。

## 三、目前现场应用情况

在北海 Phillips 石油公司海上气体构造上, 首次把早期型号的 WELLCOM 气体系统应用在以平台为基础的射流泵上。1985 年在 Hewett 平台上安装了两套系统, 安装后接通在一起的油井最终产量提高了 25% 和 41%。对这一原理进一步研究后又开发了一种新型号, 并提供给 Agip 在意大利的 Spilamberto 油田。该设备非常成功, 使 1 口 LP 井死而复生。这口 LP 井没有足够大的压力把采出的石油提供到输出总管里, 而且处于“水淹”中。系统安装后该井的气体产量为 21000 m<sup>3</sup>/d。到 1998 年, Agip 公司已在 7 个陆上和海上油田安装了射流泵。Agip 也成功地把这项技术推广应用到米兰 Villa Fortuna 等油田上。

最近的实践表明, 这套系统在环境保护方面也有一定的作用。北海的新 Britannia 开发区 (由 Conoco 和 Chevron 联合开发) 引进一套系统。该系统是用来混合从附近 Chevron 作业的 Alba 开发区输送来的过量 LP 气体和 Britannia 的 HP 气体。这些气体将作为 Britannia 的燃料来源, 否则就会被烧掉。显然, 燃烧气体的减少将十分有益于环保, 同时也为作业者提供

了额外的收入。

在不存在高压流体的地方, 可以应用 WELLCOM 系统的另一变型专利产品——WELLCOM Boost。该系统通过应用工业上标准的增压泵可提高被分离 LP 液相 (石油和水) 的压力。应用特殊设计的射流泵可提高分离气体的压力。这就消除了对低成本笨重压缩机的需求。

在相对较深的水中, 通过在平台上提供一种高压液体 (HP 石油或水) 可提高产量。在这种情况下, 射流泵将是该系统唯一能提高压力和产量的水下部件。

## 四、优势

对边际油田来说, WELLCOM 系统在油气工业上应用的一些主要优势为:

- 1、提高压力井的产量和采收率;
- 2、防止或减少 LP 气体的燃烧;
- 3、取消或延迟使用压缩机;
- 4、减少对分离 LP 管线的需求;
- 5、因压力状况的改善而提高了管线的输送能力。

## 五、目前的工作

目前, 正在为东南亚顾客建造石油和气体这两套系统。CALTEC 最近已从欧盟和英国基础设施及能源项目管理局 (以前的 OSO) 处得到进一步开发 WELLCOM 系统和 I-SEP 分离器的资金保证。当前, 在低油价严重影响着许多项目经济开发可行性时, 诸如 WELLCOM 这样廉价又简便的系统可以通过提高经济边际油田的产量和采收率而变得非常重要。

资料来源于美国《Petroleum Engineer International》1999 年 1 月

(收稿日期 1999-02-10)