



# 化学剂吞吐与油井堵水的结合技术

中国石油大学 (华东)

山东石大油田技术服务股份有限公司



一、化学剂吞吐技术与油井堵水技术

二、化学剂吞吐与油井堵水的结合技术

三、矿场试验案例

结束语



## 化学剂吞吐技术

定义：将有洗油效率的化学剂（吞吐剂）注入油井，然后排出，从而提高了油井的产油量。

要求：吞吐剂与油层油之间的界面产生低界面张力（ $10^{-1} \sim 10^{-2} \text{mN m}^{-1}$ ）或超低界面张力（达到 $10^{-3} \text{mN m}^{-1}$ 或更低），在吞吐剂吐出时，能有效地将油洗出。

缺点：吞吐效率低。吞吐剂首先大量进入高渗透层，而高渗透层含油饱和度低，所以化学剂吞吐技术增产的油量不多。在排出阶段（吐的阶段），高渗透层阻力低，使吞吐剂迅速从油层排出，而未充分起到它的洗油作用。



## 油井堵水技术

定义：将堵剂注入油井，利用堵剂优先进入出水层（高渗透层）的规律达到选择性堵水，降低油井产液中含水率的目的。

缺点：只能通过提高波及系数提高油井的油产量，而不能通过提高水的洗油率提高油井的油产量。



一、化学剂吞吐技术与油井堵水技术

二、化学剂吞吐与油井堵水的结合技术

三、矿场试验案例

结束语



## 特点：

充分发挥化学剂吞吐技术和油井堵水技术的优点，并克服各自的缺点，体现出技术间的协同效应，达到提高油井的油产量和减小产液中含水率的目的。

## 做法：

首先将吞吐剂注入油井，它优先进入油层中的高渗透层，接着将堵剂注入油井，它也优先进入油层中的高渗透层，将吞吐剂封存在高透层中，所以当驱油的水（注入水、边水等）沿高渗透层逼近油井时，它在堵剂前带着封存的吞吐剂转入含油饱和度高的中、低渗透层，将油驱出。



# 吞吐剂技术

- 1、吞吐剂配方的筛选
- 2、吞吐剂注入量的确定



# 吞吐剂配方的筛选

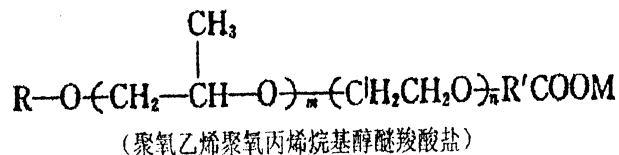
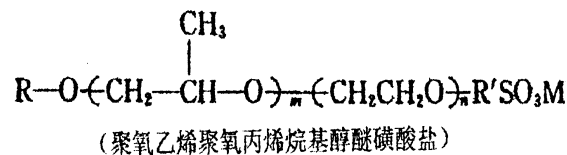
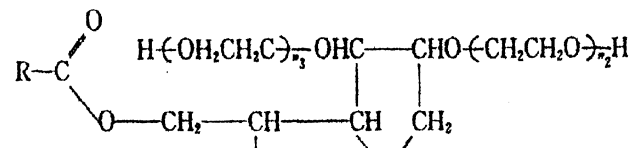
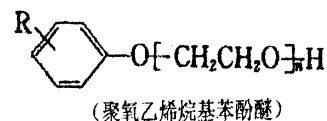
由主剂和助剂构成。

阴离子表面活性剂

主剂

非离子表面活性剂

非离子-阴离子表面活性剂



(石油磺酸盐)

R(Ar)-COOM

(石油羧酸盐)





另一类表面活性剂、醇或醇醚

助剂



盐（如氯化钠）

碱（如氢氧化钠、碳酸钠等）

筛选方法：

在直角坐标系中将主剂与助剂的质量分数均匀布点，测出每个配方点与实施井的油的界面张力，标于图上，再画出界面张力等值图，由该等值图决定吞吐剂的配方。



## 吞吐剂注入量的确定

$$V_s = \pi(R_1^2 - R_2^2)h\phi$$

$V_s$ ——1m厚度高渗透层吞吐剂用量 (  $\text{m}^3 \text{m}^{-1}$  ) ;

$R_1$ ——在高渗透层中吞吐剂最远到达的半径 (  $\text{m}$  ) ;

$R_2$ ——在高渗透层中油井堵剂最远到达的半径 (  $\text{m}$  ) ;

$h$ ——高渗透层厚度 (  $\text{m}$  ) ;

$\phi$ ——高渗透层孔隙度。



# 油井堵剂技术

- 1、油井堵剂的组合
- 2、油井堵剂的用量确定



## 油井堵剂的组合

根据油井地带的压力分布对油井堵剂进行组合。低强度的油井堵剂设置在油井的远井地带，高强度的油井堵剂设置在油井的近井地带。低强度堵剂与高强度堵剂的体积比为60：40。



## 油井堵剂示例

低强度堵剂	高强度堵剂
0.3% HPAM + 0.16% $\text{Na}_2\text{SO}_3$ + 0.09% $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	0.6% HPAM + 0.16% $\text{Na}_2\text{SO}_3$ + 0.09% $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
8% 钙土 + 8% 水泥	12% 钙土 + 12% 水泥
10% 水玻璃 - 8% 氯化钙	15% 水玻璃 - 12% 氯化钙



## 油井堵剂的用量确定

$$V_B = \pi(R_2^2 - R_3^2)h\phi$$

$V_B$ ——1 m厚度高渗透层堵剂用量 (  $\text{m}^3 \text{m}^{-1}$  ) ;

$R_3$ ——在高渗透层中过顶替液到达的半径 ( m ) 。



## 工作液的注入技术

- 1、工作液的注入顺序
- 2、将工作液过顶替入地层



## 工作液的注入顺序

工作液（包括吞吐剂和油井堵剂）的注入顺序是先注吞吐剂后注油井堵剂。

注入的吞吐剂首先进入高渗透层，随后注入的油井堵剂也首先进入高渗透层。这个注入顺序的目的是使油井堵剂将吞吐剂封存在地层，而不被驱油的水沿高透层将它低效排出。封存在地层的吞吐剂可被驱油的水沿高渗透层逼近油井并转移至中、低渗透层时将它带走，沿含油饱和度高的中、低渗透层排出，洗下其中的油，从而使油井的油产量提高，产液中的含水降低。





## 工作液的过顶替

用粘度比工作液高的聚丙烯酰胺溶液作过顶替液。它在过顶替时将前面的工作液平稳地推进入地层，使所有工作液不设置在压降最大的近井地带。这样做的目的，一方面使工作液不被排出；另一方面可保证油井的产液量，为油井增产创造条件。

过顶替液用量可用下式计算：

$$V_D = \pi R_3^2 h \phi$$

$V_D$ ——1 m厚度高渗透层过顶替液的用量（ $\text{m}^3 \text{m}^{-1}$ ）。



- 一、化学剂吞吐技术与油井堵水技术
  - 二、化学剂吞吐与油井堵水的结合技术
  - 三、矿场试验案例
- 结束语

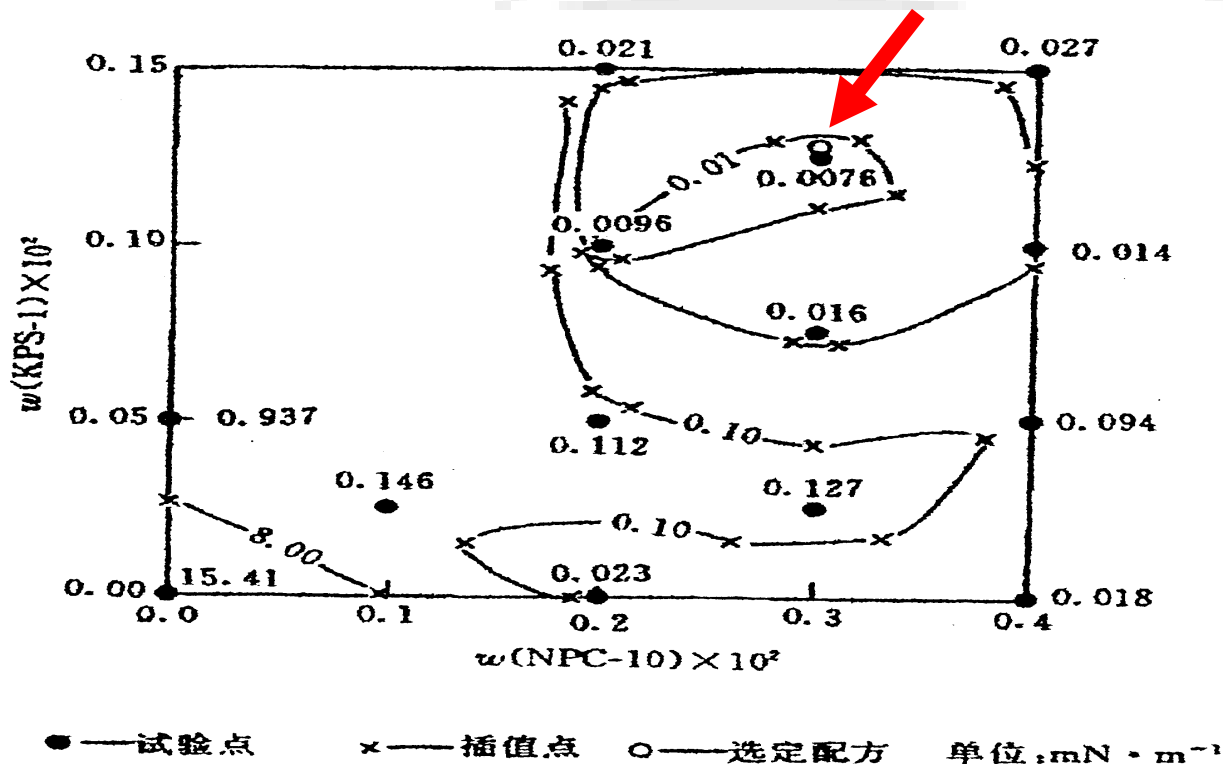


- 濮城油田沙一下油藏 1-310井
- 濮城油田沙一下油藏 1-42井



化学吞吐剂 { 配方：0.30% NPC-10+0.13% KPS-1  
实用配方：0.60% NPC-10 + 0.26% KPS-1

用量：294 m<sup>3</sup>；R<sub>1</sub>取为16m，R<sub>2</sub>为10m，φ取0.30，h取2m。





油井堵水剂

配方：低度固化体系：8%钙土+8%水泥；

高度固化体系：12%钙土+12%水泥。

用量：67.8 m<sup>3</sup>

$R_2$ 取为10m， $R_3$ 取为8m， $\phi$ 取0.30， $h$ 取2m。

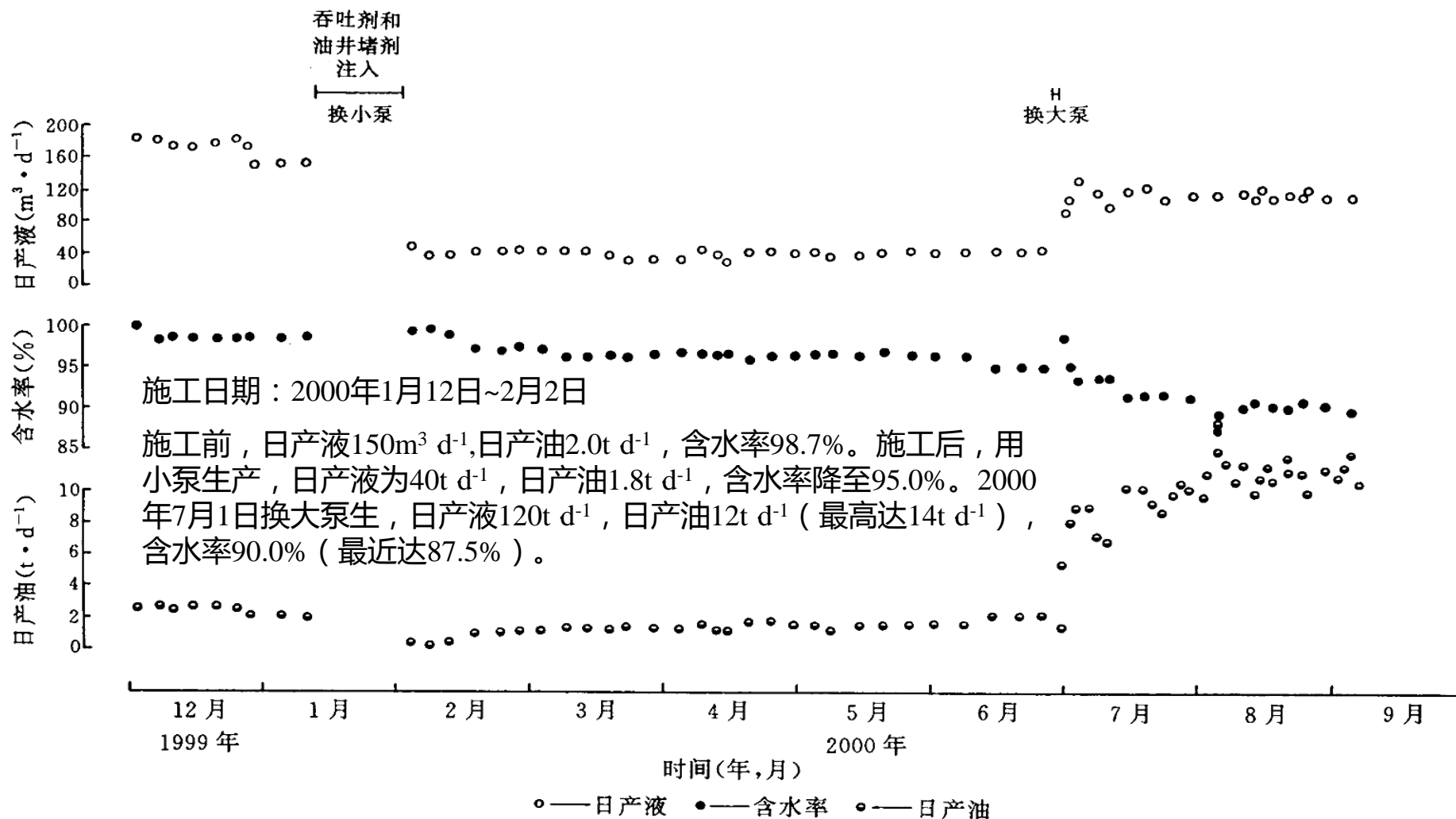
低度固化体系与高度固化体系各占50%。

过顶替液

配方：0.60%HPAM

用量：120.6m<sup>3</sup>

$R_3$ 取为8m， $\phi$ 取0.30， $h$ 取2m。



1-310井实施新技术前后的采油曲线



配方同1-310井：

0.30% NPC-10 + 0.13% KPS-1

实用配方同1-310井：

0.60% NPC-10 + 0.26% KPS-1

用量：640 m<sup>3</sup>

$R_1$ 取为16m， $R_2$ 为10m， $\phi$ 取0.30，

$h$ 取4.35m。

化学吞吐剂



油井堵水剂

配方同1-310井：

低度固化体系：8%钙土+8%水泥

高度固化体系：12%钙土+12%水泥

用量：148 m<sup>3</sup>

$R_2$ 取为10m， $R_3$ 取为8m， $\phi$ 取0.30， $h$ 取4.35m。

低度固化体系与高度固化体系各占50%。

过顶替液

配方同1-310井：0.60%HPAM

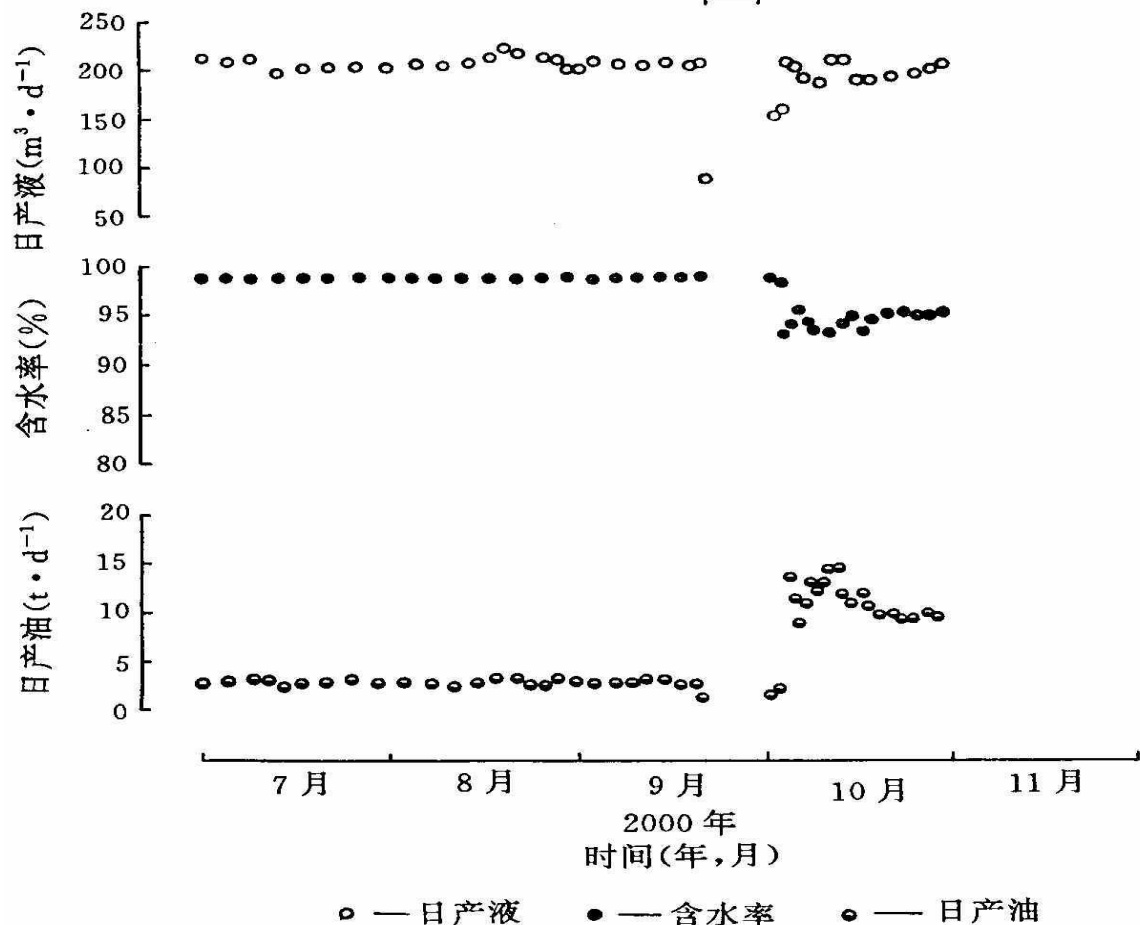
用量：262 m<sup>3</sup>

$R_3$ 取为8m， $\phi$ 取0.30， $h$ 取4.35m。





吞吐剂和油井堵剂  
注入  
└─┘



施工日期：2000年9月20日~28日

施工前，该井日产液  $200 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ ，日产油  $2.7 \text{ t} \cdot \text{d}^{-1}$ ，含水率  $98.6\%$ 。施工后，该井日产液为  $190 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ ，日产油  $10 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ ，(最高达  $14.5 \text{ t} \cdot \text{d}^{-1}$ )，含水率为  $95.3\%$  (最低达  $93\%$ )。

1-42井实施新技术前后的采油曲线



- 一、化学剂吞吐技术与油井堵水技术
- 二、化学剂吞吐与油井堵水的结合技术
- 三、矿场试验案例

结束语



1、化学剂吞吐和油井堵水的结合技术是由吞吐剂技术、油井堵剂技术和工作液注入技术组成。该结合技术充分发挥了化学剂吞吐技术和油井堵水技术的优点并克服各自的缺点，体现出技术间的协同效应。

2、吞吐剂的配方由它与油之间的界面张力决定，所选配方与油之间的界面张力达到超低值。

3、油井堵剂均是组合堵剂。在组合堵剂中，高强度的堵剂用于近井地带，低强度的堵剂用于远井地带。



- 4、全部工作液用稠化水过顶替入地层，其主要目的是保证油井有高产液量，从而可能有高产油量。
- 5、各种工作液用量以高渗透层厚度为准计算。高渗透层厚度占地层厚度的百分数可由油井产液剖面或统计平均值估计。
- 6、化学剂吞吐与油井堵水的结合技术在濮城油田沙一下油藏油井的试验效果，证实了该结合技术的可行性。



- 石大油服公司创立于2002年，是教育部批准改制的，有“石油科技人才的摇篮”之称的中国石油大学校办产业，是沟通学校先进理论研究与油田推广应用的桥梁。
- 公司的宗旨以油田化学工程技术为基础，结合油藏工程技术和采油工程技术，提高油田的产量。
- 公司的主要研发方向是水驱开发油藏调剖堵水调驱技术的研究、推广及应用，致力于打造国内提高采收率第一品牌。

联系人：马先生 电话：18706663877 QQ：164779079



中國石油大學 (华东)  
CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM



谢谢大家