



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107163926 B

(45)授权公告日 2020.07.07

(21)申请号 201710302303.2

(22)申请日 2017.05.02

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107163926 A

(43)申请公布日 2017.09.15

(73)专利权人 东营市科诺石油技术有限责任公司

地址 257500 山东省东营市垦利县垦利镇
广兴路中段路南

(72)发明人 王立武 时耀亭 王振国 张宏军
何英进 韩艳 刘献宝 谢强
李培东

(74)专利代理机构 北京至臻永信知识产权代理
有限公司 11568

代理人 张磊 张宝香

(51)Int.Cl.

C09K 8/575(2006.01)

E21B 43/02(2006.01)

(56)对比文件

CN 1403532 A,2003.03.19,全文.

CN 1440483 A,2003.09.03,全文.

审查员 王婷

权利要求书1页 说明书8页

(54)发明名称

一种人工井壁的防砂方法及其防砂用料

(57)摘要

本发明公开了一种人工井壁的防砂方法及其防砂用料。该防砂用料包括分别配制的引导液、携砂液和促进液；引导液以重量含量计包括以下组分：氯化钠0.5%~20%，氯化钙0.2%~2%，氯化镁0.1%~1%，烷基酚聚氧乙烯醚0.2%~4%，耐钙、镁离子的阴离子表面活性剂0.3%~8%，二甲基二烯丙基氯化铵-丙烯酰胺-丙烯酸共聚物0.01%~6%；携砂液以重量含量计包括以下组分：二甲基二烯丙基氯化铵-丙烯酰胺共聚物0.01%~5%，氯化铵0.5%~20%；促进液以重量含量计包括以下组分：渗透剂8%~22%，脱羟基催化剂18%~35%。本发明防砂用料进行防砂，可保护地层，携砂能力强、降低摩阻，增加固结强度，防砂后形成的人工井壁渗透率大于 $12\mu\text{m}^2$ 。

1. 一种人工井壁的防砂用料,其特征在于,所述防砂用料为分别配制的引导液、携砂液和促进液;

引导液以重量含量计包括以下组分:氯化钠0.5%~20%,氯化钙0.2%~2%,氯化镁0.1%~1%,烷基酚聚氧乙烯醚0.2%~4%,耐钙、镁离子的阴离子表面活性剂0.3%~8%,二甲基二烯丙基氯化铵-丙烯酰胺-丙烯酸共聚物0.01%~6%,二甲基二烯丙基氯化铵-丙烯酰胺-丙烯酸共聚物分子量为 $1.0 \times 10^6 \sim 8.0 \times 10^6$;

携砂液以重量含量计包括以下组分:二甲基二烯丙基氯化铵-丙烯酰胺共聚物0.01%~5%,氯化铵0.5%~20%;

促进液以重量含量计包括以下组分:渗透剂8%~22%,硼酸三苯酯18%~35%。

2. 根据权利要求1所述的防砂用料,其特征在于:烷基酚聚氧乙烯醚为壬基酚聚氧乙烯醚、二壬基酚聚氧乙烯醚、辛基酚聚氧乙烯醚;耐钙、镁离子的阴离子表面活性剂为N-油酰基-N-甲基牛磺酸钠。

3. 根据权利要求1或2所述的防砂用料,其特征在于:渗透剂为阳离子氟碳表面活性剂。

4. 根据权利要求3所述的防砂用料,其特征在于:所述阳离子氟碳表面活性剂为3-三聚环氧六氟丙烷酰胺基丙基(2-亚硫酸)乙基二甲基铵、3-三聚环氧六氟丙烷酰胺基丙基甜菜碱、8-3-9氟碳-碳氢柔桥混链双季铵、6-3-9氟碳柔桥混链双季铵、全氟辛基磺酰胺季铵盐、含硫醚键氟烷基季铵盐、含氟烷基磺酸酯季铵盐中的一种或几种。

5. 根据权利要求1或2所述的防砂用料,其特征在于:引导液、携砂液和促进液的所用溶剂均为海水。

6. 一种人工井壁的防砂方法,其采用如权利要求1-5中任意一项所述的防砂用料,还包括如下步骤:

(1) 下入防砂管柱,然后通过防砂管柱泵入引导液,对全井筒及地层进行冲洗,引导液的排量为 $1.0 \sim 4.0 \text{m}^3/\text{min}$;

(2) 在携砂液中加入树脂涂覆砂并混合均匀,然后通过防砂管柱泵入携砂液,往地层亏空地帯填充树脂涂覆砂;

(3) 在促进液中加入树脂涂覆砂并混合均匀,再通过防砂管柱泵入促进液,使地层亏空充填饱和,促进液的排量为 $1.0 \sim 0.8 \text{m}^3/\text{min}$;

(4) 上提防砂管柱,用清水或海水反循环洗井;

(5) 起防砂管柱,关井10~24h,促使充填的树脂涂覆砂在水的作用下产生初始胶结;

(6) 再下入防砂管柱,冲砂至井底,在冲砂冲不动后进行钻塞;

(7) 上提防砂管柱至油层底界以下,正循环加热,完成树脂涂覆砂的固化,从而形成人工井壁。

7. 根据权利要求6所述的防砂方法,其特征在于:在步骤(2)中,加入的树脂涂覆砂占携砂液的3wt%~40wt%。

8. 根据权利要求6所述的防砂方法,其特征在于:在步骤(3)中,加入的树脂涂覆砂占促进液的18wt%~55wt%。

9. 根据权利要求6所述的防砂方法,其特征在于:树脂涂覆砂的粒径为0.3~0.6mm。

10. 根据权利要求6所述的防砂方法,其特征在于:正循环加热时,井口的温度为90~100℃,井底的温度为60~80℃。

一种人工井壁的防砂方法及其防砂用料

技术领域

[0001] 本发明涉及一种人工井壁的防砂方法及其防砂用料。

背景技术

[0002] 在油气田开采过程中,地层出砂是经常要面临的问题,尤其是疏松油气层的开采过程中混采油气井或混注的水井,出砂是不可避免的。油井出砂会造成生产设备磨蚀、损坏,降低油井产量,提高生产成本等问题;严重时还会造成地层坍塌、盖层下陷以及套管变形、错段等问题,使油井报废。

[0003] 目前,国内外油气井防砂方法主要有机械防砂和化学防砂两种。机械防砂主要是在生产井段挂接如割缝衬管、绕丝筛管、双层或多层筛管、砾石充填、各种防砂器等,利用冲砂管柱、防砂器阻挡住地层砂,防止地层砂进入生产井筒。然而机械防砂是对储层内部已形成的出砂、出水高渗透率大孔道进行封堵,无法解决水窜、汽窜、含水上升等复杂问题;未对储层内部松散的砂粒进行固结,易导致防砂管冲蚀,降低防砂有效期。

[0004] 化学防砂是向地层挤入一定量的化学剂充填于地层孔隙中,以达到充填和固结地层,提高地层强度防止油气井出砂的目的。化学法防砂缺点:注入剂存在胶结不均匀、老化现象,致使防砂有效期短;严重伤害储层并降低渗透率,防砂后油气井产量下降。

发明内容

[0005] 针对现有技术的不足,本发明提供了一种人工井壁的防砂方法及其防砂用料。本发明防砂用料进行防砂,可保护地层,携砂能力强、降低摩阻,增加固结强度,防砂后形成的人工井壁渗透率大于 $12\mu\text{m}^2$ 。

[0006] 本发明提供了一种人工井壁的防砂用料,包括分别配制的引导液、携砂液和促进液;

[0007] 引导液以重量含量计包括以下组分:氯化钠0.5%~20%,氯化钙0.2%~2%,氯化镁0.1%~1%,烷基酚聚氧乙烯醚0.2%~4%,耐钙、镁离子的阴离子表面活性剂0.3%~8%,二甲基二烯丙基氯化铵-丙烯酰胺-丙烯酸共聚物0.01%~6%,优选二甲基二烯丙基氯化铵-丙烯酰胺-丙烯酸共聚物分子量为 $1.0\times 10^6\sim 8.0\times 10^6$;

[0008] 携砂液以重量含量计包括以下组分:二甲基二烯丙基氯化铵-丙烯酰胺共聚物0.01%~5%,氯化铵0.5%~20%;

[0009] 促进液以重量含量计包括以下组分:渗透剂8%~22%,脱羟基催化剂18%~35%。

[0010] 所述的烷基酚聚氧乙烯醚为壬基酚聚氧乙烯醚、二壬基酚聚氧乙烯醚、辛基基酚聚氧乙烯醚;耐钙、镁离子的阴离子表面活性剂为N-油酰基-N-甲基牛磺酸钠。

[0011] 所述的渗透剂为阳离子氟碳表面活性剂,优选为3-三聚环氧六氟丙烷酰胺基丙基(2-亚硫酸)乙基二甲基铵、3-三聚环氧六氟丙烷酰胺基丙基甜菜碱、8-3-9氟碳-碳氢柔桥混链双季铵、6-3-9氟碳柔桥混链双季铵、全氟辛基磺酰胺季铵盐、含硫醚键氟烷基季铵盐、含氟烷基磺酸酯季铵盐中的一种或几种;脱羟基催化剂为硼酸三苯酯。

[0012] 所述的引导液、携砂液和促进液的所用溶剂均为海水。

[0013] 本发明还提供了一种人工井壁的防砂方法,其包括如上述的防砂用料,还包括如下步骤:

[0014] (1) 下入防砂管柱,然后通过防砂管柱泵入引导液,对全井筒及地层进行冲洗,优选地,引导液的排量为 $1.0\sim 4.0\text{m}^3/\text{h}$;

[0015] (2) 在携砂液中加入树脂涂覆砂并混合均匀,然后通过防砂管柱泵入携砂液,往地层亏空地帯填充树脂涂覆砂;

[0016] (3) 在促进液中加入树脂涂覆砂并混合均匀,再通过防砂管柱泵入促进液,使地层亏空充填饱和,优选地,促进液的排量为 $1.0\sim 0.8\text{m}^3/\text{h}$;

[0017] (4) 上提防砂管柱,用清水或海水反循环洗井;

[0018] (5) 起防砂管柱,关井 $10\sim 24\text{h}$,促使充填的树脂涂覆砂在水的作用下产生初始胶结;

[0019] (6) 再下入防砂管柱,冲砂至井底,优选地,在冲砂冲不动后进行钻塞;

[0020] (7) 上提防砂管柱至油层底界以下,正循环加热,完成树脂涂覆砂的固化,从而形成人工井壁。

[0021] 在步骤(2)中,加入的树脂涂覆砂占携砂液的 $3\text{wt}\%\sim 40\text{wt}\%$ 。

[0022] 在步骤(2)中,通过防砂管柱泵入携砂液的具体步骤包括:第一阶段,携砂液的排量为 $1.8\sim 3.6\text{m}^3/\text{h}$,时间为 $2\sim 3\text{h}$,加入的树脂涂覆砂占携砂液的 $3\text{wt}\%\sim 12\text{wt}\%$;第二阶段,携砂液的排量为 $1.8\sim 2.6\text{m}^3/\text{h}$,时间为 $2\sim 3\text{h}$,加入的树脂涂覆砂占携砂液的 $12\text{wt}\%\sim 18\text{wt}\%$;第三阶段,携砂液的排量为 $1.2\sim 0.8\text{m}^3/\text{h}$,时间为 $1\sim 1.5$,加入的树脂涂覆砂占携砂液的 $18\text{wt}\%\sim 40\text{wt}\%$ 。

[0023] 在步骤(3)中,加入的树脂涂覆砂占携砂液的 $18\text{wt}\%\sim 55\text{wt}\%$ 。

[0024] 在步骤(3)中,所述的树脂涂覆砂的粒径为 $0.3\sim 0.6\text{mm}$ 。

[0025] 在步骤(7)中,正循环加热时,井口的温度为 $90\sim 100^\circ\text{C}$,井底的温度为 $60\sim 80^\circ\text{C}$ 。

[0026] 与现有技术相比,本发明的具有如下优点:

[0027] (1) 本发明的引导液采用烷基酚聚氧乙烯醚、耐钙、镁离子的阴离子表面活性剂和二甲基二烯丙基氯化铵-丙烯酰胺-丙烯酸共聚物合使用,使得引导液具有很好的耐盐性,特别具有耐钙、镁离子能力和耐聚阳离子能力,而且还具有优良的降低油水界面张力的能力,这种配合体系随着盐度的升高油水界面张力进一步降低,可以在不同矿化度下用于洗油和润湿,同时还把井筒周围的自由砂冲至液流带动的地方,对地层不造成过度破坏,并解除钻井液、修井液侵入造成的污染,这是保证后续防砂、增产的关键因素。

[0028] 携砂液主要是阻止离子交换,降低胶结物的吸水膨胀,还具有抑制自由砂和脱落下来的胶结物微粒运移的特性,地层中的自由砂和脱落下来的胶结物就很难被油水介质携带出来。

[0029] 根据树脂砂的特性制备了促进液,不但提高六次甲基四胺的分解速度和树脂的软化速度,提高了树脂砂体的固化速度,而且还提高了脱羟基的速度,还提高了树脂砂的软化成度,从而有利于提高人工井壁的渗透率。

[0030] (2) 采用本发明防砂用料进行防砂,可保护地层,携砂能力强、降低摩阻,增加固结强度,防砂后形成的人工井壁渗透率大于 $12\mu\text{m}^2$,为油层储层原始渗透率的二十多倍,完全

可以满足增产的要求,形成完善的增产和井筒内不留工具防砂工艺,提高防砂效果,井筒处理方便,不会因防砂失效造成大修。

[0031] (3)采用本发明防砂用料进行防砂,后期开采方便,没有安全隐患,采油井可转换为注水井没有卡封风险,注水井亦可转换为采油井。

具体实施方式

[0032] 下面通过实施例进一步描述本发明的技术特点,但这些实施例不能限制本发明,其中wt%为质量分数。

[0033] 本发明实施例的渗透率的测定方法如下:

[0034] 1、制作试样:将长度15cm×内径2.5cm人工岩心模具刷洗干净,拧上底盖备用。配制携砂液,按5:5用过滤海水稀释为1000mL。称取树脂涂敷砂20.00g±5,加入携砂液,使样品充分浸泡,搅拌均匀。将搅拌均匀的树脂涂敷砂装入人工岩心模具中,墩实拧紧上部顶丝,充分压实。将树脂涂敷砂人工岩心模具放入70℃恒温水浴箱中72小时后,拧下底盖,旋转顶丝,取出岩心进行测试。

[0035] 2、渗透率的测定:将制作好的试样放入岩心夹持器中,接通氮气,调整围压在0.14MPa~0.35MPa,使试样被夹持器的胶套包紧。用2%氯化钾水溶液通过试样,在出液口至少收集200mL液体。调整恒液面漏斗的液面与出液口的高差,出液口的流速为10mL/min~20mL/min,测量通过试样的流量,测量三次,每次收集20mL~40mL液体,记录好各项数据。

[0036] 渗透率按式(1)和式(2)计算,结果保留三位有效数字。

[0037] $K=(Q \times \mu \times L) / (A \times P) \dots\dots\dots (1)$

[0038] $P=(d \times G \times h) / (1.0133 \times 10^6) \dots\dots\dots (2)$

[0039] 式(1)(2)中:

[0040] K—渗透率, μm^2 ;

[0041] Q—通过试样的流量, mL/s;

[0042] μ —2%氯化钾水溶液的粘度, $\text{mPa} \cdot \text{s}$;

[0043] A—试样截面积, cm^2 ;

[0044] P—压差, 10^{-1}MPa ;

[0045] L—试样长度, cm;

[0046] d—2%的氯化钾水溶液密度, g/cm^3 ;

[0047] G—重力加速度, $980\text{cm}/\text{s}^2$;

[0048] h—液面与出液口高度差, cm。

[0049] 取三次测量结果的算术平均值,作为该试样的渗透率值。

[0050] 实施例1

[0051] 刘官庄油田庄浅12K井

[0052] (一)情况说明:构造位置为黄骅坳陷羊二庄鼻状构造带庄浅2井北断鼻,,开钻日期为2014-09-27,完钻日期为2014-10-06,完井日期为2014-10-11。完钻井深为1655m,人工井底为1650m。

[0053] (二)存在问题

[0054] 该井自喷一年,后转抽一个月出砂,而且洗井漏失严重,表明该井油层存在亏空。

[0055] (三)防砂工序

[0056] 用料的配制

[0057] 引导液以重量含量计包括以下组分:氯化钠2.5%,氯化钙1%,氯化镁0.5%,二壬基酚聚氧乙烯醚质量浓度为0.2%、N-油酰基-N-甲基牛磺酸钠质量浓度为0.3%、二甲基二烯丙基氯化铵-丙烯酰胺共聚物质量浓度为0.5%,余量为水。

[0058] 携砂液以重量含量计包括以下组分:二甲基二烯丙基氯化铵-丙烯酰胺共聚物3%,氯化铵20%,余量为水;

[0059] 促进液以重量含量计包括以下组分:全氟辛基磺酰胺季铵盐8%,硼酸三苯酯15%,余量为水。

[0060] 防砂工序的具体步骤

[0061] (1) 下入防砂管柱,然后通过防砂管柱泵入引导液,对全井筒及地层进行冲洗;

[0062] (2) 然后通过防砂管柱泵入携砂液,往地层亏空地帯填充树脂涂覆砂;通过防砂管柱通入携砂液的具体步骤包括:第一阶段、第二阶段和第三阶段;

[0063] (3) 再通过防砂管柱泵入促进液,使地层亏空充填饱和;

[0064] 其中,引导液、携砂液和促进液的具体注入数据见表1

[0065] 表1

[0066]

序号	施工内容	防砂材料名称规格	施工套力,MPa	液量,m ³	排量,m ³ /min	加砂,m ³	砂量,wt%	注入方式
1	引导液开套正替	-	-	5.0	1.3-1.5	-	-	正替
2	引导液出口返液柱关套正挤	-	<25	55.0	1.5-1.8	-	-	正挤
3	携砂液挤压填砂	0.3~0.6mm树脂砂	<25	60.0	1.8-1.6	2.5	3-5	正挤
4	携砂液挤压填砂	0.3~0.6mm树脂砂	<25	50.0	1.6-1.5	3.0	5-7	正挤
5	携砂液挤压填砂	0.3~0.6mm树脂砂	<25	40.0	1.5-1.3	3.5	7-10	正挤
6	促进液挤压填砂	0.3~0.6mm树脂砂	<25	40.0	1.3-0.8	6.0	10-25	正挤

[0067] (4) 上提防砂管柱,用清水或海水反循环洗井,确保1650m以上无砂后,再反循环洗井1.5周结束。

[0068] (5) 起防砂管柱,关井10~24h,促使充填的树脂涂覆砂在水的作用下产生初始胶结;

[0069] (6) 再下入防砂管柱,冲砂至井底,优选地,在冲砂冲不动后进行钻塞;

[0070] (7) 上提防砂管柱至油层底界以下,用热洗车正循环使井内油层位置温度达到80~90℃(热洗车出口温度≥100℃时大约需要7~9小时),再继续加热2~3小时然后把循环罐内的热水正挤入地层9~12 m³,完成树脂涂覆砂的固化,从而形成人工井壁。

[0071] (8) 按要求下泵,下泵后直接生产。

[0072] 防砂后形成的人工井壁的渗透率大于12μm²;产出液达到或超过原产液量含砂≤

3‰;有效期1~3年。

[0073] 表2 防砂基本数据

[0074]	井号	防砂井段,m	层厚度/层数/跨度, m/层/m	平均孔隙 度,%	渗透率, μ m^2	平均泥质含 量,%
	庄浅 12K	1610.39- 1616.09	40.1 m	23.08	20.294	13.65

[0075] 表3 井号为庄浅12K的油井在防砂处理前后对比

[0076]	井号	防砂前日 产液,t	防砂后日 产液,t	防砂前日 产油, m^3	防砂后日 产油, m^3	防砂前含 水,wt%	防砂后含 水,wt%	防砂至今 生产,天
	庄浅 12	23.26	30.25	15.65	18.23	32.72	16.55	500

[0077] 实施例2

[0078] 华北油田赵108断块赵41-23X井

[0079] (一)情况说明:构造位置为赵108断块,完钻井深为1878m,原始人工井底为1866m。

[0080] (二)存在问题

[0081] 该井存在出砂严重,而且洗井漏失,表明该井油层存在亏空。

[0082] (三)防砂工序

[0083] 用料的配制

[0084] 引导液以重量含量计包括以下组分:氯化钠2.5%,氯化钙1%,氯化镁0.5%,聚氧乙
烯二壬基酚质量浓度为0.5%、N-油酰基-N-甲基牛磺酸钠质量浓度为0.6%、二甲基二烯丙基
氯化铵-丙烯酰胺共聚物质量浓度为1.5%,余量为水。

[0085] 携砂液以重量含量计包括以下组分:二甲基二烯丙基氯化铵-丙烯酰胺共聚物5%,
氯化铵15%,余量为水;

[0086] 促进液以重量含量计包括以下组分:3-三聚环氧六氟丙烷酰胺基丙基(2-亚硫酸)
乙基二甲基铵8%,硼酸三苯酯15%,余量为水。

[0087] 防砂工序的具体步骤:

[0088] (1)下入防砂管柱,然后通过防砂管柱泵入引导液,对全井筒及地层进行冲洗;

[0089] (2)然后通过防砂管柱泵入携砂液,往地层亏空地帯填充树脂涂覆砂;通过防砂管
柱通入携砂液的具体步骤包括:第一阶段、第二阶段和第三阶段;

[0090] (3)再通过防砂管柱泵入促进液,使地层亏空充填饱和;

[0091] 其中,引导液、携砂液和促进液的具体注入数据见表4

[0092] 表4

[0093]	序号	施工内容	防砂材料名称 规格	施工套 力,MPa	液量, m^3	排量, m^3/min	加砂, m^3	砂量, wt%	注入 方式
	1	开套正替 (前置液)	-	-	5.0	1.3-1.5	-	-	正替
	2	关套正挤 (前置液)	-	<25	55.0	1.5-1.8	-	-	正挤

3	挤压填砂 (携砂液)	0.3~0.6mm树脂砂	<25	60.0	1.8-1.5	2.0	3-5	正挤
4	挤压填砂 (携砂液)	0.3~0.6mm树脂砂	<25	50.0	1.5-1.3	3.5	5-8	正挤
5	挤压填砂 (携砂液)	0.3~0.6mm树脂砂	<25	50.0	1.3-1.0	4.5	8-12	正挤
6	用促进剂挤压填砂	0.3~0.6mm树脂砂	<25	40.0	1.0-0.8	6.0	12-25	正挤

[0094] (4) 上提防砂管柱,用清水或海水反循环洗井,确保1650m以上无砂后,再反循环洗井1.5周结束。

[0095] (5) 起防砂管柱,关井10~24h,促使充填的树脂涂覆砂在水的作用下产生初始胶结;

[0096] (6) 再下入防砂管柱,冲砂至井底,优选地,在冲砂冲不动后进行钻塞;

[0097] (7) 上提防砂管柱至油层底界以下,用热洗车正循环使井内油层位置温度达到80~90度(热洗车出口温度 $\geq 100^{\circ}\text{C}$ 时大约需要7~9小时),再继续加热2~3小时然后把循环罐内的热水正挤入地层9~12 m³,完成树脂涂覆砂的固化,从而形成人工井壁。

[0098] (8) 按要求下泵,下泵后直接生产。

[0099] 防砂后形成的人工井壁的渗透率大于12 μm^2 ;产出液达到或超过原产液量含砂 $\leq 3\%$;有效期1~3年。

[0100] 表5防砂基本数据

井号	防砂井段,m	层厚度,m	平均孔隙度,%	渗透率, μm^2	平均泥质含量,wt%
赵41-23X	1760-1800.6	26.4	13.7	54.7	—

[0102] 表6 油井在防砂处理前后对比

井号	防砂前日 产液,t	防砂后日 产液,t	防砂前日 产油,m ³	防砂后日 产油,m ³	防砂前含 水,wt%	防砂后含 水,wt%	防砂至今 生产,天
赵41-23X	17.38	20.22	1.51	3.86	91.31	80.9	605

[0104] 实施例3

[0105] 中海油JX1-1油田A44h井

[0106] (一)情况说明:

[0107] A44h井为水平井,生产沙二段II油组、沙三段I油组,5-1/2"桥式复合筛管完井,筛管段内有效油层厚度127.6m,完钻井深为 1941m。

[0108] (二)存在问题

[0109] 筛管破损。该井完井时采用5 1/2"外桥式优质筛管防砂,本次检泵作业取出的砂样经过化验,主要是粒径为214 μm 的地层砂,因此判断该井防砂筛管已破损。

[0110] (三)防砂工序

[0111] 引导液以重量含量计包括以下组分:氯化钠0.5%,氯化钙1%,氯化镁0.5%,二壬基酚聚氧乙烯醚质量浓度为3.5%、N-油酰基-N-甲基牛磺酸钠质量浓度为7.5%、二甲基二烯丙基氯化铵-丙烯酰胺共聚物质量浓度为5.5%,余量为水。

[0112] 携砂液以重量含量计包括以下组分：二甲基二烯丙基氯化铵-丙烯酰胺共聚物15%，氯化铵5%，余量为水；

[0113] 促进液以重量含量计包括以下组分：全氟辛基磺酰胺季铵盐15%，硼酸三苯酯35%，余量为水。

[0114] 防砂工序的具体步骤：

[0115] (1) 下入防砂管柱，然后通过防砂管柱泵入引导液，对全井筒及地层进行冲洗；

[0116] (2) 然后通过防砂管柱泵入携砂液，往地层亏空地帯填充树脂涂覆砂；通过防砂管柱通入携砂液的具体步骤包括：第一阶段、第二阶段和第三阶段；

[0117] (3) 再通过防砂管柱泵入促进液，使地层亏空充填饱和；

[0118] 其中，引导液、携砂液和促进液的具体注入数据见表7

[0119] 表7

[0120]

序号	施工内容	防砂材料名称规格	施工套力MPa	液量, m ³	排量, m ³ /min	加砂, m ³	砂量, wt%	注入方式
1	开套正替(前置液)	-	<16.07	30.0	2.0	-	-	正替
2	关套正挤(前置液)	-	<16.07	60.0	2.0	-	-	正挤
3	挤压填砂(携砂液)	0.3~0.6mm树脂砂	<14.2	100.0	>1.26	3.0	3-5	正挤
4	挤压填砂(携砂液)	0.3~0.6mm树脂砂	<14.49	100.0	>1.32	5.0	5-9	正挤
5	挤压填砂(携砂液)	0.3~0.6mm树脂砂	<15.3	100.0	>1.34	11.0	9-15	正挤
6	用促进剂挤压填砂	0.3~0.6mm树脂砂	<24.09	60.0	>2.02	11.0	15-25	正挤

[0121] (4) 上提防砂管柱，用清水或海水反循环洗井，确保1941m以上无砂后，再反循环洗井1.5周结束。

[0122] (5) 起防砂管柱，关井10~24h，促使充填的树脂涂覆砂在水的作用下产生初始胶结；

[0123] (6) 再下入防砂管柱，冲砂至井底，优选地，在冲砂冲不动后进行钻塞；

[0124] (7) 上提防砂管柱至油层底界以下，用热洗车正循环使井内油层位置温度达到80~90度(热洗车出口温度 $\geq 100^{\circ}\text{C}$ 时大约需要7~9小时)，再继续加热2~3小时然后把循环罐内的热水正挤入地层9~12 m³，完成树脂涂覆砂的固化，从而形成人工井壁。

[0125] (8) 按要求下泵，下泵后直接生产。

[0126] 防砂后形成的人工井壁的渗透率大于12 μm^2 ；产出液达到或超过原产液量含砂 $\leq 3\%$ ；有效期1~3年。

[0127] 表8 防砂基本数据

[0128]

井号	防砂井段, m	层厚度, m	平均孔隙度, %	渗透率, μm^2	平均泥质含量, wt%
A44h	1791.76-1903.89	112.13	30.27	65.325	—

[0129] 表9 油井在防砂处理前后对比

井号	防砂前日 产液,t	防砂后日 产液,t	防砂前日 产油,m ³	防砂后日 产油,m ³	防砂前含 水,wt%	防砂后含 水,wt%	防砂至今 生产,天
A4 4h	23.04	38.12	13.09	27.87	43.2	26.9	156

[0131] 需要说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其进行限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的技术人员应当理解:在不偏离权利要求及其等同形式限定的精神和范围下可对以上实施例在形式和细节上作出各种变化。