



中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 5339—2000

人工井壁防砂推荐作法

Recommended practice for
sand control technology of artificial borehole wall

2000-03-10 发布

2000-10-01 实施

国家石油和化学工业局 发 布

目 次

前言 IV

1 范围 1

2 引用标准 1

3 防砂施工前的准备工作 1

4 人工井壁防砂的工艺参数设计 2

5 井眼准备 3

6 防砂施工程序 4

7 质量控制 5

8 防砂施工总结 5

9 健康、安全、环保要求 5

附录 A（提示的附录） 防砂井设计委托书格式 6

附录 B（提示的附录） 人工井壁防砂工艺设计书格式 7

附录 C（提示的附录） 人工井壁防砂施工设计书格式 11

附录 D（提示的附录） 推荐的几种选择填充砂粒度的方法 16

附录 E（提示的附录） 人工井壁防砂推荐作法防砂施工总结格式 18

前 言

本标准是对 SY/T 5339—88 的修订。修订后的本标准保留了原标准中目前仍适用的内容，将目前普遍使用的几种主要人工井壁防砂工艺纳入其中，并对部分施工程序、设计参数等进行修订，使本标准更具普遍性和实用性。

此次修订了以下几项内容：Ⅰ) 标准的名称改为《人工井壁防砂推荐作法》；Ⅱ) 扩大了适用范围；Ⅲ) 删除了“术语”一章；Ⅳ) 调整了施工参数；Ⅴ) 添加了“健康、安全、环保要求”；Ⅵ) 附录增加了“防砂设计委托书格式”、“人工井壁防砂工艺设计书格式”。

本标准从生效之日起，同时替代 SY/T 5339—88。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D、附录 E 都是提示的附录。

本标准由中国石油天然气集团公司提出。

本标准由采油采气专业标准化委员会归口。

本标准起草单位：大港油田集团钻采工艺研究院。

本标准主要起草人 曾钦国 马建民 槐春生

本标准 1989 年 2 月首次发布，此次是第一次修订。

人工井壁防砂推荐作法

代替 SY/T 5339—88

Recommended practice for
sand control technology of artificial borehole wall

1 范围

本标准规定了人工井壁¹⁾防砂工艺的设计参数、防砂井井下作业准备、防砂施工程序和质量要求。

本标准适用于各类常规油井、水井防砂（注蒸汽热采井防砂可参照执行）。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

SY/T 5110—2000 套管刮削器

SY 5183—2000 油井防砂效果评价方法

SY/T 5335—88 炮眼冲洗器

SY/T 5341—88 田菁压裂液

SY/T 5587.5—93 油水井常规修井作业 油水井探砂面、冲砂作业规程

SY/T 5587.16—93 油水井常规修井作业 通井、刮削套管作业规程

SY/T 6362—1998 石油天然气井下作业健康、安全与环境管理体系指南

3 防砂施工前的准备工作

3.1 收集资料

防砂施工前工艺设计单位在接到甲方防砂设计委托书〔见附录 A（提示的附录）〕和地质设计后收集资料，应特别注意目前套管的完好程度。

3.2 编写防砂工艺、施工设计书

工艺设计单位应根据甲方的委托要求和所提供的地质资料，编写防砂工艺设计书，格式见附录 B（提示的附录）。施工单位按工艺设计要求编写施工设计书，格式见附录 C（提示的附录）。各设计书按技术责任制审核批准后方可施工。

3.3 选择地层预处理液、压井液、冲砂液、炮眼冲洗液

3.3.1 根据地层砂样分析化验的结果和防砂井的具体情况，确定酸化解堵方案，要求考虑防乳化、防止新生沉淀物等化学处理。

3.3.2 根据施工井的油层和流体物性资料确定所用压井液的类型。要求压井液清洁，对油层伤害小。要求进行相对密度、固相含量、滤失量及粘度四个主要参数的设计。

3.3.3 冲砂液、炮眼冲洗液用对油层伤害小、携砂性能好的液体。

1) 人工井壁是指将有特定物理、化学性能的可固结颗粒物质由携砂液携带经过炮眼挤进套管外附近地层，固化后形成有一定强度和渗透性、能阻拦地层砂的井壁。

3.4 水基携砂液

根据各种人工井壁固结的特殊要求,选择携砂液的配方。要求携砂液清洁,对油层伤害小。要做好固相含量、滤失量和粘度等参数的设计。使用的增稠剂的技术指标参见 SY 5341。

3.5 防砂作业使用的井下工具

- a) 通井规:其外径应比套管内径小 6~8mm,长度大于 1m;
- b) 套管刮削器应符合 SY/T 5110 的规定;
- c) 炮眼冲洗器应符合 SY/T 5335 的规定;
- d) 水力压差式防砂封隔器;
- e) 钻塞钻具。

3.6 地面设备

- a) 配液容器;
- b) 专用施工车组:包括水泥车、混砂车、管汇车等;
- c) 高压管汇。

4 人工井壁防砂的工艺参数设计

4.1 人工井壁防砂材料的选择

4.1.1 填充砂粒度

4.1.1.1 地层砂粒度分析

收集防砂层位具有代表性的砂样进行筛析,画出地层砂粒度累积质量分布曲线,标出累积质量 50% 点的对应粒度 d_{50} (称为地层砂粒度中值)。地层砂均匀系数 C 用式 (1) 计算:

$$C = \frac{d_{40}}{d_{90}} \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中: d_{40} ——地层砂粒度累积质量分布曲线上标出累积质量 40% 点的对应粒度, mm;

d_{90} ——地层砂粒度累积质量分布曲线上标出累积质量 90% 点的对应粒度, mm。

4.1.1.2 填充砂粒度的选择

对 C 值介于 3~5 的均匀地层砂,填充砂的粒度中值应等于 4~8 倍地层砂粒度中值;如果地层砂的 C 值大于 5,则选用的填充砂粒度应更小一些。推荐的几种填充砂粒度选择方法见附录 D (提示的附录)。

4.1.1.3 多层段施工中填充砂粒度的选择

多层段井的施工中,以地层砂粒度中值最小值为依据,按 4.1.1.2 所述来选择填充砂。

4.1.2 填充砂圆度、球度的选择

填充砂的圆度和球度要求不低于 0.6。

4.1.3 胶结强度及渗透率的要求

所选择的人工井壁防砂材料的性能要达到各自产品行业标准或企业标准的性能指标要求。要求所选材料的固化温度、人工岩心的胶结强度和渗透率能满足防砂后油、水井正常生产的需要。

4.2 用量的选择

4.2.1 施工准备砂量设计

若对地层出砂后亏空体积无法测试时,推荐:设计填砂量根据防砂层位历次作业冲出的累计砂量减去累计填入砂量,并考虑原油含砂的多少及粒度加以估算。

施工设计准备砂量的计算公式:

$$V_s = V_k + V_d + V_f \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中: V_s ——设计用砂量, m^3 ;

V_k ——地层亏空填砂量, m^3 ;

V_d ——堆积于井筒中的砂量, m^3 ;

V_f ——设计附加量, 一般为地层亏空填砂量的 20%, m^3 。

4.2.2 施工用液体配制的设计

为了保持作业时所用液体性能一致, 推荐: 前置液、携砂液、顶替液为同一种液体。

4.2.2.1 前置液用量根据设计排量、油层吸收情况而定, 一般不少于 $10m^3$ 。

4.2.2.2 水基携砂液用量按式 (3) 计算:

$$V_x = \frac{V_s}{R_b} \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中: V_x ——携砂液用量, m^3 ;

V_s ——设计用砂量, m^3 ;

R_b ——设计的最小携砂比。

4.2.2.3 顶替液用量一般为管柱和地面管汇容积的 1.0~1.3 倍。考虑到使用配液容器时有残余量, 需根据设计的总液量附加 8~ $10m^3$ 。

4.3 施工参数的选择

4.3.1 施工泵压

根据不同的工艺方法及地层特点由工艺设计人员确定施工泵压。

4.3.2 施工排量

施工排量一般为 600~1000L/min。如果防砂层厚度大于 10m, 排量还可相应增加。

4.3.3 携砂比

设计体积分数在 10%~30% 之间, 一般为 15%~20%。

5 井眼准备

5.1 压井及起出生产管柱

压井时, 压井液柱所造成的井底压力应是目前地层压力的 1.05~1.10 倍。压井后, 起生产管柱。

5.2 油管、套管验漏

为了避免防砂施工过程中砂浆上返而砂埋管柱, 施工前要对油管和套管验漏。

5.3 探砂面及冲砂

探砂面及冲砂按 SY/T 5587.5 执行。

5.4 通井、刮削套管

通井、刮削套管按 SY/T 5587.16 执行。

5.5 冲洗炮眼

炮眼冲洗器下至油层底界以下 4m 处, 正循环观察管路是否畅通, 投球试压 6MPa, 证实皮碗密封后上提至油层底界, 进行冲洗作业。炮眼冲洗参数见表 1。

表 1 炮眼冲洗参数

冲洗方式	每次冲洗井段长度 m	冲洗排量 L/min	冲洗时间 min
自下而上正循环	0.3~0.5	300~500	2~5

冲至油层顶界时再上提 5m, 试压 6MPa, 再次检查皮碗密封情况。憋开缓冲器, 将井眼洗净, 替入性能符合设计要求的压井液。然后, 将炮眼冲洗器缓慢起出并仔细检查皮碗。

5.6 核实砂面

用防砂管柱核实砂面, 若不符合设计要求, 仍需冲砂至合格。

5.7 完成防砂施工管柱

全井防砂, 油管尾部下至油层顶界以上 5~20m (对于 7in 套管推荐 5~10m, 对于 5 1/2in 套管推荐为 10~20m); 分段防砂, 按设计要求下入带封隔器的防砂管柱。

6 防砂施工程序

6.1 布置施工现场及连接管汇

按施工设计要求备罐, 配液, 摆好施工车辆, 连接施工进、出口管汇的反洗管线。

6.2 设备试运转及管线试压

地面设备试运转, 保证工作正常, 闸门、管线应畅通。试压值为设计施工工作压力的 1.5 倍, 以不刺不漏为合格。

6.1 挤前置液

6.3.1 试挤

开套管闸门, 向油管内注入携砂液, 灌满井筒后关套管闸门, 试挤。在排量达不到设计要求时, 需考虑增注措施。

6.3.2 正挤

试挤排量达到设计要求后, 按设计要求挤入前置液。

6.4 填砂施工

6.4.1 挤完前置液后, 即将填充砂按照设计携砂比加入混砂车与携砂液混合, 均匀地泵入地层。

6.4.2 填砂施工过程中, 每 3min 记录 1 次携砂液排量、施工泵压、携砂比等参数。

6.4.3 填砂施工过程中, 应保证设计排量及携砂比均匀, 并随时观察压力变化, 填砂压力未超过设计最高压力时严禁停泵。

6.5 顶替

6.5.1 挤完砂后, 连续挤顶替液, 其量为施工管柱及地面管汇容积的 1.0~1.3 倍。

6.5.2 需要留塞的井, 在填砂施工后期要提高砂比, 降低排量、直到憋泵为止。作业要连续, 计量要准确。

6.6 反洗

6.6.1 在挤入或顶替过程中, 泵压达到设计的最高压力时立即停泵, 进行反洗。

6.6.2 反洗开始时用小排量顶通, 油管返出液体正常后再逐渐加大反洗排量, 同时控制油管出口, 使出口排量小于顶替排量。

6.6.3 反洗必须彻底, 直至目测反洗出口无砂为止, 反洗液用量至少为施工管柱容积 2 倍以上。

6.6.4 被反洗出来的固结砂应收集计量, 以便计算实际的填入砂量。

6.6.5 若反洗不通, 应及时上提活动管柱并及时处理堵塞, 直至畅通, 严禁正洗、正憋。

6.6.6 施工中要做好原始数据记录工作。

6.7 投产准备

6.7.1 反洗后, 上提 3~5 根管柱, 关套管闸门, 装油压表, 观察压力变化, 候凝。

6.7.2 候凝 48~72h 后开井探砂面。

6.7.3 下钻具进行钻塞, 按钻塞的操作规程进行。钻塞过程中随时观察出口返出物, 记录数量。

6.7.4 按修井任务书的要求下生产管柱, 投产。投产后前 2 周应连续生产, 保证排出井内脏物。

7 质量控制

7.1 为确保防砂施工质量达到设计要求，每道工序应进行质量验收。

7.2 每道工序验收后，应认真填写质量验收卡。

7.3 防砂作业结束后，应对防砂施工及防砂效果进行技术和效果评价，单井、区块和整个油田的人工井壁防砂效果按 SY 5183 的规定进行评价。

8 防砂施工总结

施工单位应及时编写防砂施工总结，按技术责任制审核后存档，总结格式见附录 E（提示的附录）。

9 健康、安全、环保要求

健康、安全、环保的要求按 SY/T 6362 执行。

附 录 A
(提示的附录)
防砂井设计委托书格式

_____井防砂设计委托书

现将_____井设计(方案)委托你单位。请贵单位收到委托书及地质设计后,在_____天内将所完成设计(方案)送交给_____方。

委托要求:

委托审核人签字:

委托单位盖章:

接收单位意见:

委托人 签字		委托日期		联系电话	
接收人 签字		接收日期		联系电话	

附 录 B
(提示的附录)
人工井壁防砂工艺设计书格式

B1 设计书的幅面

印制设计书采用 A4 规格纸张的幅面。

B2 设计书的封面

设计书的封面格式见图 B1。

油田 井
人工井壁防砂工艺设计

设计单位:
设计人:

年 月 日

油田(石油管理局) 公司

图 B1 设计书的封面格式

B3 扉页

扉页的设计格式见图 B2。

审核意见：		
签字：	年 月 日	
审批意见：		
签字：	年 月 日	
甲方审批意见：		
签字：	年 月 日	
施工部门反馈意见：		
签字：	年 月 日	

图 B2 扉页的设计格式

B4 设计书格式

一、工艺技术优化选择

二、施工参数选择及步骤

表 B1 施工配液

用料名称	用 量 m ³	配 制 过 程

表 B2 施工步骤及参数

内 容	泵压 MPa	排量 L/min	填砂量 m ³	携砂比 %	总液量 m ³	
连接地面管线试压						
清洗防膨液						
携砂液						
携砂液						
携砂液						
携砂液						
顶替液						

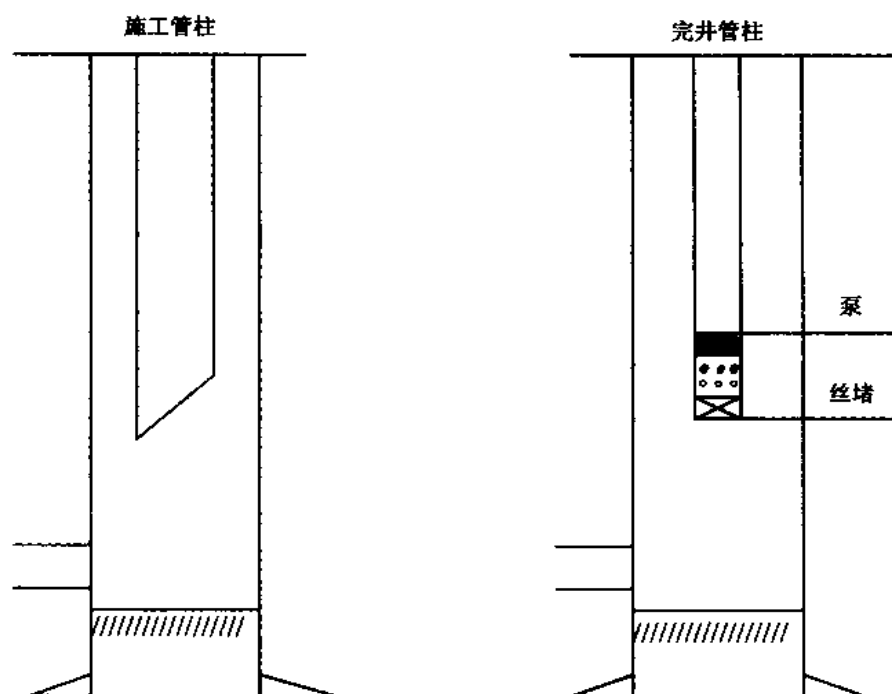
三、施工原材料

表 B3 施工原材料表

名 称	用 量	质量指标要求

四、工艺技术及生产管理要求

五、管柱结构示意图



六、资金总投入

七、效果预测

八、安全与环保措施

附 录 C
(提示的附录)
人工井壁防砂施工设计书格式

C1 设计书的幅面

印制设计书采用 A4 规格纸张的幅面。

C2 设计书的封面

设计书的封面格式见图 C1。

____油田____井
人工井壁防砂施工设计书

设计单位:
设计人:

年 月 日

____油田(石油管理局)____公司

图 C1 设计书的封面格式

C3 扉页

扉页的设计格式见图 C2。

审核意见：		
签字：	年	月 日
审批意见：		
签字：	年	月 日
甲方审批意见：		
签字：	年	月 日
施工部门反馈意见：		
签字：	年	月 日

图 C2 扉页的设计格式

C4 设计书的内容格式

一、油井基本数据

完钻井深, m		试油日期	年 月 日
目前人工井底, m		采油日期	年 月 日
套管下深, m		套管外径, mm	
水泥返高, m		套管壁厚, mm	
油补距, m		累计采油量, t	
套补距, m		累计产水量, m ³	
固井质量		油层温度, ℃	

二、射孔数据

层 位	层 号	射孔井段 m	厚度 m	孔密 孔/m	枪型	孔径 mm	孔数	备 注

三、油层数据

层位	井段 m	渗透率 μm^2	孔隙度 %	油层温度 ℃	油层目前 静压 MPa	油层破裂梯度 MPa/m	油层砂粒 中值 mm

四、油井生产数据

时间	生产 数据	工作制度					日产量			含砂 %	油压 MPa	套压 MPa	动液面 m	静液面 m
		泵深 m	冲程 m	冲次 次/分	泵径 mm	油嘴 mm	油 t/d	水 m ³ /d	气 m ³ /d					

五、井眼准备

1. 套管检查

通井规外形尺寸, $d \times l$ mm × mm	通井深度 m	刮管器外形尺寸, $d \times l$ mm × mm	刮管深度 m	刮管速度 m/min

2. 施工管柱

压 井 液			设计砂面深度 m	施工管柱完成深度 m
名称	相对密度	用量 m^3		

六、施工用液准备

名称	用量 m^3	相对 密度	粘度 $mPa \cdot s$	配 制 用 料					
前置液									
携砂液									
反洗液									

七、施工设备

名 称	规格及型号	数量 台	备 注

八、施工用料

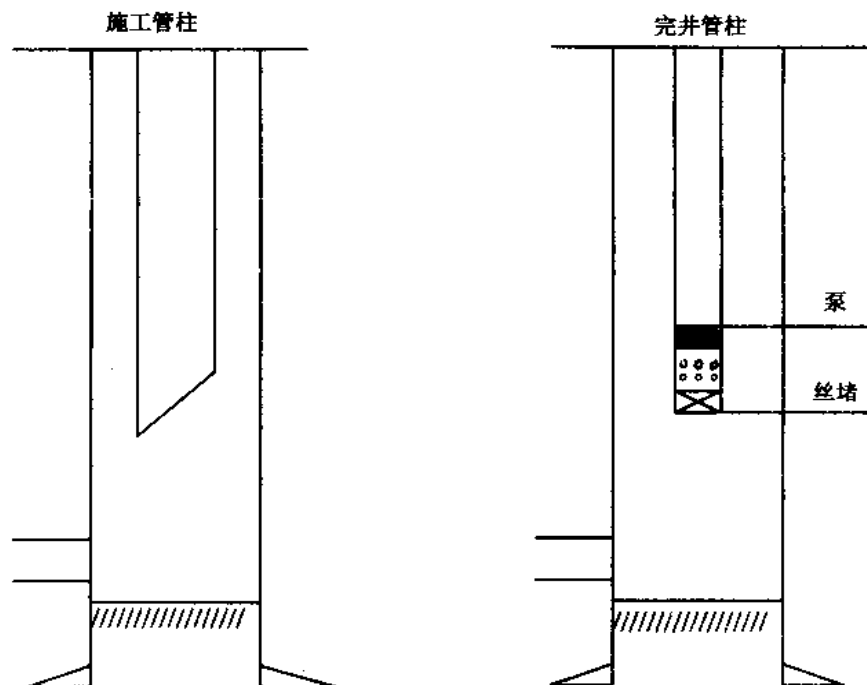
名 称	规 格	数 量 m^3	备 注

九、注液参数设计

序号	程序 内容	挤入液 体名称	注液 排量 L/min	注液 用量 m ³	加砂量 m ³	携砂比 %	时 间 min

十、施工技术要求

十一、管柱结构示意图



附 录 D

(提示的附录)

推荐的几种选择填充砂粒度的方法

D1 填充砂粒度的选择

填充砂粒度的选择目前有 3 种方法：一种是累积质量分布曲线法，另一种是对数概率曲线法，近年来又出现了激光粒度分析法。第一种方法应用最广泛，也是一种可靠的方法，但是通过曲线本身不容易判断曲线的代表性问题。对数概率曲线法能从曲线本身看出取样和筛析所造成的误差。激光粒度分析法是一种新的方法，该方法更加准确直观。现介绍较常见的前两种方法。

D2 选择填充砂粒度的方法

D2.1 累积质量分布曲线法

根据累积质量分布曲线选择填充砂尺寸的方法见表 D1。

表 D1 根据累积质量分布曲线选择填充砂尺寸的方法

序号	选择填充砂尺寸的方法	选择填充砂尺寸的准则	备 注
1	Coberly 和 Wagner 法	$D_{\max} \leq 10d_{10}$	(1) $D_{\max}$ 为最大填充砂直径。 (2) $D_{\min}$ 为最小填充砂直径。 (3) D_{10} , D_{40} , D_{50} , D_{70} , D_{85} , D_{90} 分别为填充砂粒度累积质量分布曲线上标出累计质量 10%, 40%, 50%, 70%, 85%, 90% 点的对应粒度。 (4) d_{10} , d_{15} , d_{40} , d_{50} , d_{70} , d_{85} , d_{90} 分别为地层砂粒度累积质量分布曲线上标出累计质量 10%, 15%, 40%, 50%, 70%, 85%, 90% 点的对应粒度。 (5) D_{85}^C , D_{15}^F 分别为填充砂的中粗组分和细组分。 (6) 流速 = $\frac{\text{产量}}{1/2 \text{ 开孔面积}}$
2	Gumpertz 法	$D_{\max} \leq 11d_{10}$	
3	Hill 法	$D_{\max} \leq 8d_{10}$	
4	Tausch 和 Corley 法	$D_{\min} = 4d_{10}$, $D_{\max} = 6d_{10}$	
5	Smith 法	$D_{50} = 5d_{50}$	
6	Maly 和 Krueger 法	$D_{\min} = 6d_{10}$	
7	Ahrens 法	1. 当 $C < 2$ 时, $10d_{50} > D_{50} > 5d_{50}$; 2. 当 $C > 2$ 时, $58d_{50} \geq D_{50} \geq 12d_{50}$, $40d_{85} \geq D_{85} \geq 12d_{85}$	
8	Karpoff 法	1. 当 $C < 3$ 时, $10d_{50} > D_{\min} > 5d_{50}$; 2. 当 $C > 3$ 时, $8d_{50} > D_{\min} > 4d_{50}$	
9	Stein 法	当 $C < 3$ 时, $D_{85} \leq 4d_{15}$, $D_{85}^C \leq 4D_{15}^F$	
10	Depriester 法	$D_{50} \leq 8d_{50}$, $D_{90} \leq 12d_{90}$, $D_{10} \geq 3d_{90}$	
11	Schwartz 法	1. 当 $C < 5$, 流速 $\leq 0.015\text{m/s}$ 时, $D_{10} = 6d_{10}$; 2. 当 $10 \geq C > 5$, 流速 > 0.015 时, $D_{40} = 6d_{40}$; 3. 当 $C > 10$, 流速 $> 0.03\text{m/s}$ 时, $D_{70} = 6d_{70}$	
12	Saucier 法	$D_{50} = (5 \sim 6)d_{50}$	

D2.2 对数概率曲线法

此法是将地层砂的筛析结果绘制在双对数坐标系上,然后根据 $D_{50} = (5 \sim 6) d_{50}$ 准则来确定填充砂尺寸。

附 录 E

(提示的附录)

人工井壁防砂推荐作法防砂施工总结格式

E1 防砂施工总结的幅面

防砂施工总结的幅面尺寸, mm: 260×187。

E2 防砂施工总结的封面格式

防砂施工总结的封面格式见图 E1。

人工井壁防砂施工总结

油田名称:

井号 (井型):

设计:

审核:

批准:

_____油田 (石油管理局) _____公司
年 月 日

图 E1 防砂施工总结的封面格式

E3 防砂施工总结的内容格式**一、油井基本数据**

完钻井深, m		试油日期	年 月 日
目前人工井底, m		采油日期	年 月 日
套管下深, m		套管外径, mm	
水泥返高, m		套管壁厚, mm	
套补距, m		累计采油量, t	
油补距, m		累计产水量, m ³	
固井质量		油层温度, ℃	

二、油井生产情况简述

时间	生产层号	工作制度					日产量			含砂 %	油压 MPa	套压 MPa	动液面 m	静液面 m
		泵深 m	冲程 m	冲次 次/分	泵径 mm	油嘴 mm	油 t/d	水 m ³ /d	气 m ³ /d					
施工层号														

三、施工目的**四、修井简况**

修井程序	时 间	工作内容	主要数据

五、施工用液及施工用料

施工用液名称	用量 m ³	相对密度 %	粘度 mPa·s	配 制 用 料						
施工用料名称		规 格		数 量 t			备 注			

六、防砂施工油井管柱结构示意图

