

海洋油气田 采油工艺技术

董法昌 编著

石油大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

海洋油气田采油工艺技术/董法昌编著. —东营:石油大学出版社, 2003. 3
ISBN 7-5636-1746-9

I. 海… II. 董… III. 海上石油开采—技术
IV. TE53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 011433 号

书 名:海洋油气田采油工艺技术

作者名:董法昌 编著

责任编辑:陆丽凤(电话 0546-8391282)

封面设计:傅荣治

出版者:石油大学出版社(山东 东营, 邮编 257061)

网 址: <http://sunctr.hdpu.edu.cn/~upcpress>

电子信箱: upcpress@mail.hdpu.edu.cn

印刷者: 山东沂南印刷总厂

发 行 者: 石油大学出版社(电话 0546-8392563)

开 本: 787×1092 1/16 印张:11.125 字数:285 千字

版 次: 2003 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

印 数: 0—1050 册

定 价: 35.00 元

前 言

本书是在总结具有海洋特征的采油工作经验、吸取了国内外先进的采油工艺技术的基础上编写的,旨在更好地为海上油气田服务。

前三章,文中较为系统地介绍了油气井完井过程中采油方式的选择(海上常用机采方式:电泵、螺杆泵的工艺管柱、常用工具);射孔方式的确定、射孔参数的选择、射孔工具及作业程序;油气井出砂预测方法、防砂方法及选择。第四章,重点介绍了油气层保护技术,对完井液的评价、分类、选择与施工均做了较为详细的阐述。

董法昌

2003.1

目 录	
第一章 采油工艺	(1)
第一节 采油方式选择	(1)
一、采油方式选择原则.....	(1)
二、人工举升方式选择.....	(1)
第二节 自喷井完井工艺	(4)
一、单管合采完井管柱.....	(4)
二、单管分/合采完井管柱.....	(5)
三、双管分采完井管柱.....	(5)
四、防砂井自喷生产完井管柱.....	(7)
第三节 电潜泵完井管柱	(7)
一、海上油井电潜泵生产完井管柱的基本结构.....	(7)
二、海上油井电潜泵生产完井管柱的类型.....	(10)
三、电潜泵完井管柱工艺设计.....	(12)
四、电潜泵完井施工注意事项.....	(12)
五、定向井潜油电泵机组采油技术.....	(13)
第四节 螺杆泵完井管柱	(16)
一、常用螺杆泵完井管柱.....	(17)
二、螺杆泵对井下工具的要求.....	(20)
三、地面驱动螺杆泵采油及其配套技术.....	(23)
四、变频技术在螺杆泵井生产中的应用.....	(27)
第二章 射孔工艺技术	(30)
第一节 射孔方式和射孔工艺选择	(30)
一、射孔方式.....	(30)
二、射孔工艺选择.....	(33)
第二节 射孔参数选择	(36)
一、射孔弹药的分类和性能指标.....	(36)
二、射孔弹的结构.....	(38)
三、射孔枪的类型.....	(39)
四、孔径.....	(42)
五、孔密和相位.....	(43)
六、射孔穿透深度.....	(44)
七、完井工艺对孔径、孔密和孔深的要求.....	(44)
八、不同油气藏类型对射孔参数的选择.....	(45)
九、射孔参数优化设计.....	(49)
第三节 油管输送射孔和井下工具	(53)
一、射孔工艺和管柱结构.....	(53)

二、射孔的井下工具	(54)
三、点火类型	(61)
四、定向射孔的辅助工具	(67)
第四节 过油管射孔	(69)
一、射孔枪的类型与选择	(69)
二、射孔枪的组合和校深仪器	(70)
三、操作安全原则	(71)
第五节 射孔校深方法	(72)
一、电缆射孔校深方法	(72)
二、油管输送射孔校深的条件和方法	(72)
三、过油管射孔校深方法	(74)
第六节 射孔作业的安全和作业程序	(75)
一、火工器材的性能	(75)
二、哑炮的处理	(76)
三、油管输送射孔作业程序	(77)
四、过油管射孔作业程序	(78)
五、电缆射孔作业程序	(79)
第三章 防砂工艺技术	(80)
第一节 出砂预测	(80)
一、出砂机理及影响因素	(80)
二、出砂预测方法和系统	(80)
第二节 防砂方法及选择	(85)
一、防砂方法分类	(85)
二、防砂方法概述	(87)
三、防砂方法的选择	(93)
第三节 管内砾石充填防砂工艺	(95)
一、管内砾石充填防砂设计	(95)
二、管内砾石充填防砂工艺	(112)
三、多层砾石充填	(128)
第四节 裸眼井防砂工艺	(136)
一、裸眼井滤砂管防砂	(136)
二、裸眼井砾石充填防砂工艺	(137)
第五节 气井防砂	(140)
第六节 防砂设备	(140)
第四章 油气层保护工艺	(145)
第一节 储层保护对完井液的要求	(145)
一、储层损害的主要原因	(145)
二、储层损害室内评价方法	(145)
三、完井液的功能	(147)
四、防止储层损害的措施	(148)

第二节 完井液体系	(149)
一、完井液分类	(149)
二、水基完井液	(149)
三、气基完井液	(160)
四、油基完井液	(160)
第三节 完井液的选择与施工	(160)
一、完井液的选择	(160)
二、清洁盐水完井液现场施工要求	(161)
三、盐水完井液的配制步骤	(162)
四、水基完井液添加剂	(162)
五、完井液堵漏技术	(163)
第四节 完井液的过滤技术	(165)
一、无固相完井液的过滤要求	(165)
二、过滤器的选用	(167)
参考文献	(170)

第一章 采油工艺

第一节 采油方式选择

采油方式一般分为自喷和人工举升两大类。每种采油方式都有其自身的优缺点和适应范围,选用时应视油藏、油井和地面(平台)的具体条件来确定。

一、采油方式选择原则

1. 尽可能发挥地层的产能

在油田开发初期,油井都具有一定的自喷能力,油层物性较好的油藏具有较长的自喷期。因此,对于高产能的油井,要优化自喷设计参数,充分发挥地层的产能,延长自喷期。

2. 搞好接替,适时转化采油方式

在开采过程中,随着采出程度、综合含水的上升和地层能量的下降,必须不失时机地转换采油方式,用人工举升方式加以接替,选择技术上安全可靠、适应性强、成熟配套的人工举升方式,实施一次性管柱投产,以减少作业工作量,提高整体开发效益。

3. 人工举升方式的确定要考虑综合因素

海上油田人工举升方式不仅受到油藏条件、油井条件、地面(平台)条件的制约,而且还要受效益要求和管理要求的制约。具体要求为:① 适应海上平台丛式井组各种井况的要求;② 设备占地面积小、重量轻;③ 单井产量满足地质配产要求;④ 适应地层性质要求,免修期长,维护费用低;⑤ 操作管理简单,易实现自动化管理;⑥ 技术上安全可靠,操作方便、投资少;⑦ 满足环境保护要求。

二、人工举升方式选择

1. 人工举升方式对井况的适应性

目前国内外海上油田采用的人工举升方式主要有电潜泵、气举、水力喷射泵、螺杆泵等举升方式,各种举升方式具有不同的适应性,见表 1-1。

2. 海洋油田人工举升方式的选择分析

(1) 有杆泵

有杆泵是陆上油田使用最广泛的一种采油方式,但在海上油田大斜度井中使用,存在抽油杆与井壁摩擦造成抽油杆严重磨损的问题。同时,由于地面设备大而笨重,受平台井口条件和平台高度的限制,不能满足海洋油田平台的生产条件。在美国东威明顿油田和委内瑞拉马拉开波油田虽有部分使用,但也仅用于大面积人工岛和水泥固定式单井平台上。

(2) 水力喷射泵

水力喷射泵井下机构简单,无运动件,工作参数易调,适应性强,日常维护方便。但泵效较低,地面设备庞大,平台水处理工作量大。地面(平台)高压管汇工作时会引起平台振动,对平台及人身都存在不安全因素,不易自动控制。这对海上采油平台来说,大量应用是不现实的。

表 1-1 各种人工举升方式对油井工况的适应性

问 题	有杆泵	水力喷射泵	气 举	电 潜 泵	螺 杆 泵
出 砂	一般	好	很好	差	好
结 蜡	差	好	差	好	很好
高气油比	一般	一般	很好	一般	很好
大 排 量	一般	好	好	很好	一般
腐 蚀	好	好	一般	一般	好
产能变化	好	好	一般	差	好
结 垢	好	一般	一般	差	好
密 井 深	一般	很好	好	一般	一般
适 应 性	一般	很	好	差	好
油 稠	一般	好	一般	一般	很好
资金投入	一般	小	大	大	很小
问 题	有杆泵	水力喷射泵	气举	电潜泵	螺杆泵
维护工作量	大	小	小	大	一般
安全程度	差	好	差	好	一般

(3) 气举

气举采油井口设备简单,井下无运动件,适应性强,作为一种经济、方便、易于管理的采油方式,在国外海上采油中被广泛使用。但气举采油首先必须具有充足的气源。同时,随着油井后期含水的上升,气源供应能力将进一步降低。若用氮气补充,则投资庞大。

另外,气举地面设备较多,包括高压压缩机系统、配气系统、回收气处理系统等,占地面积大,安全要求高,维护工作量大、管理难度大。在油井高含水期和斜井中气举,天然气举升效率低,滑脱损失严重,还有可能形成油气乳化的水化物。

(4) 电潜泵

电潜泵的主要特点是排量大、地面设备简单,占地面积小(地面设备占地不足 1.5 m^2),重量轻(不足 1.5 t),便于集中控制和自动化管理。高含水期,石油电潜泵的提液效果更为显著。因此,电潜泵比较适合海上平台丛式井组采油,是目前国内海上油田使用最广泛的一种人工举升方式。

当电潜泵的举升扬程小于 2000 m 时,其井下泵机组的总长度不超过 25 m ,在 177.8 mm (7 in)套管井中,泵机组对套管井身的要求是狗腿度小于 $3.6^\circ/30 \text{ m}$ (泵外径 114 mm),电潜泵对油井含砂量比较敏感,但油井防砂后,产出液含砂量若控制在 0.1% 以下,油井免修期可达 $1.5 \sim 2$ 年。

将电潜泵用于较高产能井的提液,可稳定生产,获得较高的产油量。

(5) 螺杆泵

地面驱动螺杆泵同深井泵一样,属于有杆抽油系统,只是驱动方式和运动方式不同。在大斜度定向井中,同样存在抽油杆与井壁之间的摩擦问题,泵挂深度受到限制。但由于螺杆泵机组具有体积小、结构简单、重量轻、安装方便、占地面积小、易于管理、节能高效等特点,并特别适宜于稠油井、出砂井的原油举升,在陆上油田应用较多。对边际稠油油田,同样具有较好的适应性。为改善其工况,延长检泵周期,除其他配套措施外,应把泵挂深度控制在井斜小于 25°

的范围内。

3. 举升成本分析

自喷采油是最简单、经济的举升方式。对于人工举升,有关文献提供了三种抽油系统的投资及举升成本曲线,如图 1-1、图 1-2 所示。

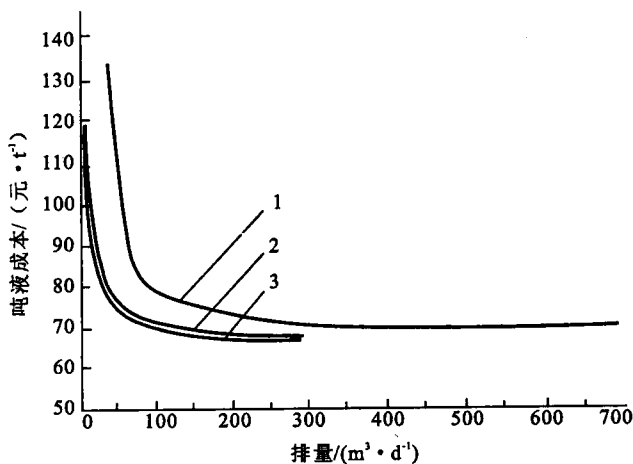
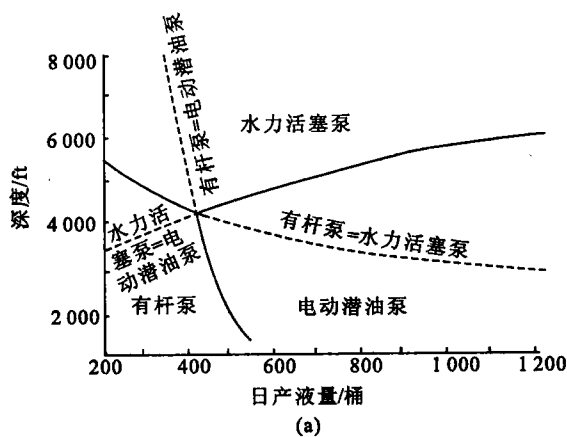
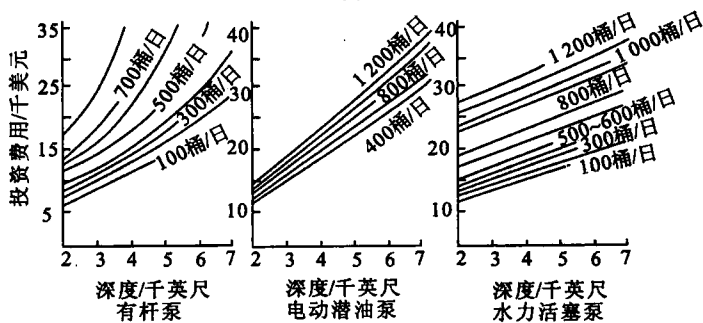


图 1-1 三种采油方式经济性对比



(a)



(b)

图 1-2 三种人工举升方式经济对比

a—最佳投资费用范围分析图(最低投资区域);b—投资费用与泵下入深度

第二节 自喷井完井工艺

本节将重点介绍单管合采完井管柱、单管分采/合采完井管柱和双管完井管柱。

一、单管合采完井管柱

单管合采完井生产管柱结构如图 1-3 所示。

1. 管柱特点

- 1) 结构简单、施工容易、投资费用低;
- 2) 适用于多层系统中,进行多层合采(在各层压力系统和流体物性比较一致的情况下,各层同时射孔生产);
- 3) 既适用于前期自喷生产,又可用于后期的射流泵生产,所以特别适用于没有修井能力的平台条件;
- 4) 封隔器和井下安全阀构成安全防溢油的功能,确保油井安全。

2. 管柱上各井下工具名称及功能

1) 安全阀液压控制管线:其出口连接到井口采油树,由地面液压系统控制井下安全阀的开关;

2) 流动短节;

3) 地面控制井下安全阀:特殊事故情况下可自动井下关井,防止溢油事故;

4) 偏心工作筒:可以作为安装循环阀或单流阀的工作筒;

5) 滑套:完井施工完成后,从油管挤柴油替出完井液进行诱喷和修井时循环压井液等作用,也可用于后期射流泵生产;

6) 定位接头:施工作业时探测自井口至永久封隔器顶部的深度,配管柱长度时,如果将其下至比该深度浅(即下在永久封隔器顶部一定距离),为防止生产时温度升高,油管伸长对封隔器或井口的破坏,一般宜采用悬挂式定位接头;

7) 永久封隔器:封隔油、套管环形空间,起环空安全阀的作用和防止套管腐蚀作用(封隔液一般都加入防腐剂和杀菌剂);

8) 密封总成:密封油管与环空的流通;

9) 封隔器密封加长筒(或可磨铣加长度):与密封总成形成密封,它们的长短视井底温度、压力及生产后期的生产方式等因素决定;

10) 工作筒:如果封隔器采用液压坐封方式可作为坐入堵塞器坐封封隔器用,否则一般可以不接此工具;

11) 带孔管:地层生产流体通道;

12) NO-GO 工作筒:悬挂生产测试仪表及防止钢丝工具串掉落井底;

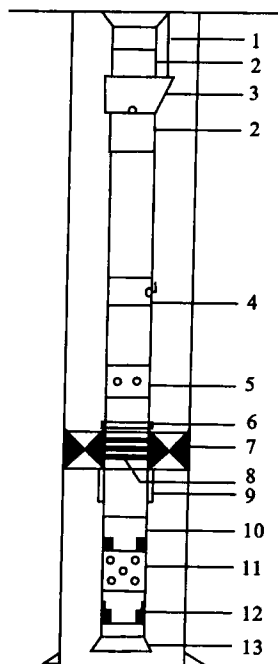


图 1-3 单管合采完井生产管柱

- 1—液压控制管线;2—流动短节;3—井下安全阀;4—偏心工作筒;5—滑套;6—定位接头;7—永久封隔器;8—密封总成;9—密封加长筒;10—工作筒;11—带孔管;12—NO-GO 工作筒;13—导向管鞋

13) 导向管鞋: 便于通过的生产测井仪、连续油管、钢丝作业等工具回收进入油管。

3. 设计要点

1) 封隔器可选用永久封隔器, 其可回收液压可靠, 经久耐用, 耐高温、耐压较高, 费用较低, 但后期磨铣麻烦。

2) 管柱中是否接入偏心工作筒及其深度, 应根据油藏及平台条件考虑, 如果有了偏心工作筒, 而且偏心工作筒上部带有射流泵的过滤接头, 可以省去滑套。

3) 管柱下入深度必须高于顶部油层顶界, 底部必须使用带喇叭口的导向管鞋, 便于后期生产测井和连续油管作业、补孔作业, 整个管柱的通径也必须考虑这些作业年。

4) 滑套应尽可能地靠近封隔器顶部(使用液压封隔器时), 有利于投产诱喷和修井循环等作业, 也可在修井循环时冲洗掉封隔器顶部可能的沉淀物, 这样容易解封。

5) 安全阀上、下端是否连接流动短节, 视油井的产量大小及管柱可能的使用时间长短而定, 一般来说, 如果产量较高(如在 $300 \sim 500 \text{ m}^3/\text{d}$ 以上), 而估计管柱使用的时间又较长(如在 3~5 年以上), 则应该接入流动短节。

6) 管柱是否连接“化学剂注入阀”及其下入深度, 视油井的原油物性而定, 如果原油析蜡点高、结垢严重或稠油, 则要考虑下入“化学剂注入阀”; 否则可以不要。

7) 如果密封总成或单管液压封隔器要通过大斜度井的 177.8 mm (7 in) 导管, 最好是加装扶正器, 使它们易于通过尾管挂而不被磨损。后面介绍的完井生产管柱, 如果有类似情况也应考虑。

二、单管分/合采完井管柱

单管分/合采生产完井管柱结构如图 1-4 所示。管柱中未标注的工具名称与图 1-3 的相同。

1. 管柱特点

1) 适合于两层系油藏进行单独分采、不控制合采或控制合采, 通过钢丝作业加以实施。

2) 既适合前期自喷生产, 也可用于后期的射流泵生产。

3) 其他特点与图 1-3 相同。

2. 设计要点

1) 如果油井有三层可以(或必须)独立生产的层系, 可以增加一个封隔器再行分层。

2) 如果两个(或三个)封隔器都采用液压坐封式, 应选用“选择性坐封”的封隔器, 由底到顶逐个坐封和验封; 底部封隔器也可采用永久封隔器。

3) 如果油气产量较高, 生产年限预计较长, 正对着射孔层位的油管应采用厚壁油管。

三、双管分采完井管柱

双管分采生产管柱结构如图 1-5 所示。管柱工具符号代表的意义与图 1-3、图 1-4 相同。

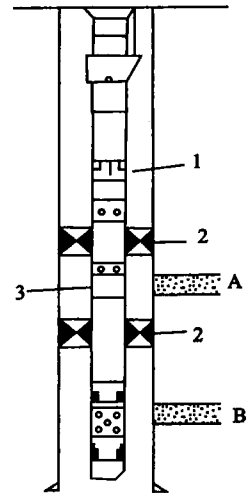


图 1-4 单管分/合采生产完井管柱
1—伸缩节; 2—单管液压坐封封隔器;
3—加厚管

1. 管柱使用范围及特点

1) 该管柱特别适合于压力系统、原油物性、地层参数等差异很大的两层系需分采的油藏。

2) 前期两管各自生产,后期可以进行射流泵生产(即长管第二个滑套上安装射流泵,动力液由套管进入),也可以 A、B 层互相带动合采生产,即在 A 层压力高,气油比高,而在 B 层压力低不能自喷时,将长管两封隔器之间的滑套打开,关闭短管井口,单独生产长管,由 B 层带动 A 层生产;如果地层情况相反,可关闭长管井口,打开长管两封隔器之间滑套,单独生产短管,由 A 层带动 B 层生产。

3) 该管柱结构仅适应生产套管等于或大于 244.5 mm(9 5/8 in)。

2. 设计要点

如果底部有两个层系,又都有足够的产能,原油物性、压力系统等差异大,也可以增加一级封隔器,用长管进行分采/合采和双管分采。此时底部封隔器一般采用永久封隔器,长管管鞋采用圆头形式,易于插入底部封隔器,如图 1-6 所示。

1) 短管上的伸缩节主要是施工过程中作为调节长、短管在井口的高低,保持在 1.5 m 左右,便于施工。可采用 BAKER“M”型伸缩节或其他类似伸缩节。但如果是高压油井最好不用,因它可能是密封性差的薄弱点。

2) 油管尺寸根据产能决定,既可采用单一尺寸,也可采用组合式管柱,组合式一般可采用短管制 73 mm(2 7/8 in)、长管制 114 mm(4 1/2 in) + 89 mm(3 1/2 in) + 73 mm(2 7/8 in) 组合,或短管道 89 mm、长管道 89 mm + 73 mm 的组合。长管钢级要考虑解封双管封隔顺时有足够的抗拉强度。

3) 短管如果采用 73 mm(2 7/8 in) 油管,一般采用 58.7 mm(2 1/4 in) 井下安全阀、57.2 mm(2 1/4 in)“F”形工作筒、57.2 mm(2 1/4 in)“R”形 NO-GO 工作筒或 47.6 mm(1 7/8 in)NO-GO 工作筒为宜。

4) 如果油气产量较高,生产年限又可能较长,长管正对着射开油层部位的油管应使用厚壁油管,防止冲蚀磨损。

3. 施工要点

双油管完井施工相对比较复杂,难度较大,施工过程如果稍有忽略某个环节,就有可能导致整个作业的失败,因此特提出以下几点注意事项:

1) 下管柱前,对管柱的长度设计,特别是封隔器的下入深度都必须实际丈量,对配管的长度认真校核,确保无误。

2) 油管下井时必须严格通径并清洗去杂质(特别是对于旧油管)。

3) 井下工具下井前必须进行试压和功能试验。

4) 双管封隔器以上的油管,如果短管是采用插入锚定式,长短油管接箍上、下端外径都应

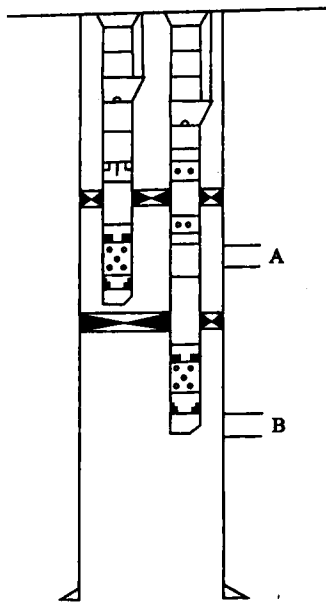


图 1-5 双管分采生产完井管柱(两个封隔器)

倒 $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 的导向角, 以免起、下油管彼此碰擦。

5) 双管连接井下安全阀以后施工要特别细心, 避免损坏液压控制管线; 液压控制管线在接箍位置需加保护器, 在油管中部需捆扎紧。

6) 如果是三个封隔器管柱, 如图 1-6 所示, 需先将密封总成插入永久封隔器并进行环空加压验封, 证实管柱到位, 确定油管悬挂器的下入位置。

7) 先对长管加压坐封单管液压封隔器并环空加压验封后, 再从短管加压坐封双管封隔器并环空加压验封。

封隔器由下往上依次坐封, 坐封压力由下向上依次升高。

四、防砂井自喷生产完井管柱

此处是指已完成套管内(或裸眼)砾石充填防砂作业, 具有自喷生产能力的油井。砾石充填防砂可分单层防砂和多层防砂分别进行, 对于两层以上的防砂井, 在防砂作业时已经用封隔器将各生产层分隔开, 所以只需在各封隔器的密封筒内下入密封总成和滑套及其他配套工具, 即可进行分层生产或合层生产。如图 1-7 为某油井单层防砂自喷生产管柱; 图 1-8 为三层防砂自喷分采/合采生产管柱。

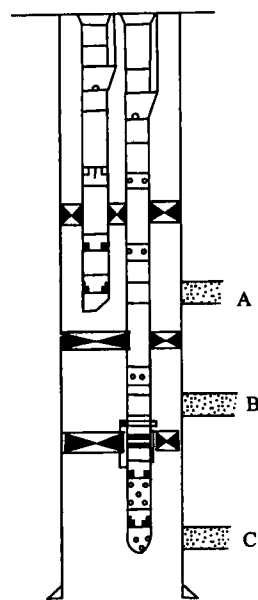


图 1-6 双管分采生产完井管柱(三个封隔器)

第三节 电潜泵完井管柱

由于电潜泵采油具有排量较大、井口压力较高、地面设备简单、占地面积小等优点, 因而是海上油田人工举升的主要方式。本节主要叙述海上油田电潜泵生产完井管柱的基本结构、管柱的类型、使用范围及配套的主要井下工具。

一、海上油田电潜泵生产完井管柱的基本结构

电潜泵采油系统主要由井下电泵机组、电缆、生产管柱和地面设备四大部分组成。

地面设备基本部分是接线盒、控制屏和变压器三部分, 但海上油田往往在同一生产平台上配备一台或多台变频器, 以适应生产过程中、特别是后期油井产量变化和测试油井流入特性的需要。

典型的海上油田电潜泵完井管柱的基本结构如图 1-9 所示, 现将主要工具说明如下:

1. 扶正器

扶正器主要是使电潜泵机组居于套管正中, 特别是在斜井中使用, 直井可以不用。在下“Y”形接头时, 还有助于管柱尾部双管的下入。

2. PSI(或 PHD)或毛细管测压装置

地面直读井下电子压力、温度传感器或毛细管测压装置, 可在一个油田中选择不同构造部

位的井中下入,不必每口井都下入。

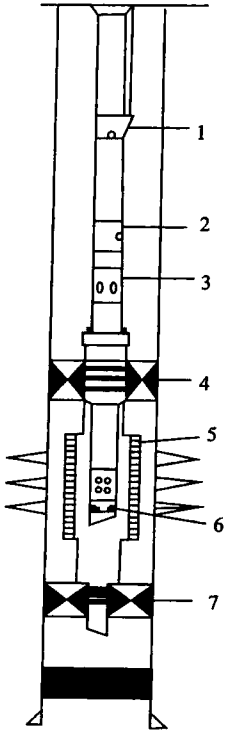


图 1-7 单层防砂自喷生产管柱
1—井下安全阀;2—偏心工作筒;3—滑套;
4—防砂封隔器(SC-11型);5—防砂筛管;
6—NO-GO工作筒;7—沉砂封隔器

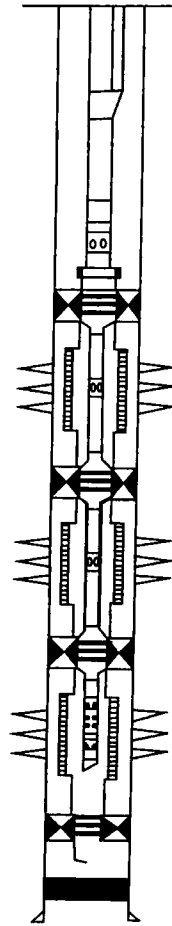


图 1-8 三层防砂自喷生产管柱

(1) PHD 井底测试装置

PHD 井底测试装置由井下和地面两部分组成。井下部分由电感线圈、滤波电感电容、变压器和温度继电器等组成,安装在潜油电机的尾部;地面部分主要是由显示器组成。

检测回路是一个普通的直流电路,交流电路全波整流后得到直流电,供给 PHD 直流电路。电源、仪表线圈和感应线圈等元件通过电机电缆与井下部分连接起来,组成回路。可以对井下压力进行连续检测,并具有电机温度超限保护和电机、电缆绝缘损坏报警功能。

(2) PSI 测试装置

PSI 是和电泵机组配套使用的测试装置,它可以连续测量井底的压力,由地面数字显示二次仪表和接在电机尾部的一次仪表两部分组成。

通过地面读数装置送出一个直流信号,经过井下电缆、电机传输到井下仪表系统构成回路。

井下传感器(检测电阻)与压力呈线性关系,井下压力的变化引起检测电阻的变化,产生一

个电压信号,通过回路送到地面仪表进行换算并显示所要检测的压力值。

(3) 毛细管测压装置

该装置主要由传压筒、毛细管、压缩气发生装置、气体补偿和控制工具、压力显示及记录装置等构成。

该装置是通过压力的传递来实现井底压力测量的。压缩气发生装置产生高压气体,通过毛细管传到位于电泵机组下面的传压筒,当压缩气体的压力不再升高时,表明井底压力与注入气体压力平衡,此时,注入气体的压力经气体密度校正即为井底压力。当井底压力变化时,通过补偿装置及时进行补偿,始终保持压力平衡。这样随时都可以记录或读出井底的压力。

PSI 和 PDH 测试装置的优点是装置简单、施工方便;缺点是投资费用高、寿命较短。毛细管测压装置经久耐用,比较可靠。

3. 电泵机组

潜油电泵机组(由上至下)一般包括:电机、保护器、吸入接头、油气分离器、多级离心泵。电缆给电机提供动力。如果潜油电泵下入深度的流动压力高于地层饱和压力,吸入口为单相流体,可以不下油气分离器。

如果泵挂深度低于生产油层顶界,则要求加装液体导流罩,以利用电机散热保护电机,如图 1-10 所示。

4. 放气阀

放气阀是一个常闭阀,当控制管线加压达开启压力后,弹簧压缩活塞使阀的内外孔相通,封隔器在环空内上、下连通达放气目的。在应急状态时,泄掉控制管线压力,阀自动关闭以确保油井安全。

5. 单流阀

单流阀一般连接在泵以上 2~3 根油管上,气油比特高的可多于 3 根油管。单流阀的主要作用有以下几点:

- 1) 防止停泵后管柱内液体回流引起电机反转。
- 2) 泵重新启动时,管柱内充满液体,容易启动。
- 3) 在含游离气的井内,保证泵和单流阀之间有足够的空间使泵中的气体跑掉,使泵充满液体,泵能有效地重新启动。
- 4) 可作为坐封液压封隔器时的承压堵头。

6. “Y”形接头及侧管

“Y”形接头的结构如图 1-11 所示,上出口连接生产管柱,右出口连接单流阀、电泵机组,左出口连接测试侧管。

测试侧管的上工作筒在完井施工时一般都带单向(向上打开)的堵塞器,对泵举升的液体和油管加压坐封电泵封隔器时起堵塞作用,不会造成泵出液回流循环;而经电泵抽汲以后,如

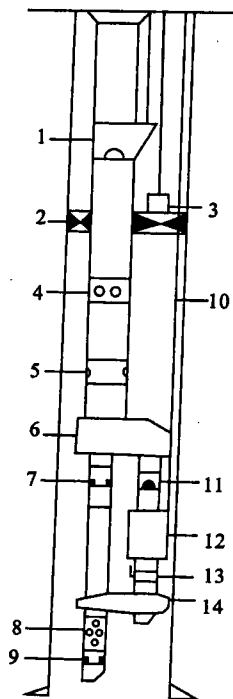


图 1-9 电潜泵完井管柱的基本结构
1—井下安全阀;2—电潜泵封隔器(带放气阀及电缆穿越密封);3—放气阀;4—滑套;5—工作筒;6—“Y”形接头;7—Y形接头工作筒;8—带孔管;9—NO-GO工作筒;10—电缆;11—单流阀;12—电泵机组;13—压力、温度传感器;14—双管扶正器

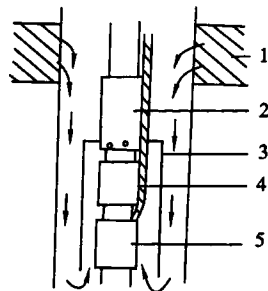


图 1-10 液体导流罩示意图
1—油层;2—泵;3—电机导流罩;4—保护器;5—电机

果油井具有自喷能力,可直接自喷生产。NO-GO 工作筒位于带孔管以下,用作测温、测压仪表挂座,需测试时,钢丝作业捞出上工作筒堵塞器,下入测试仪表丢手,坐挂在 NO-GO 工作筒内后再投入堵塞器,开泵生产时则可测试流动压力,停泵时则可测地层静止压力或恢复压力。一般来说,要使 NO-GO 工作筒尽量靠近生产油层,以便测试到准确的地层压力;而对自喷井则更有利于生产。

对于多层合采而又可能要进行生产测井、过油管射孔、连续油管等作业的油井,侧管一般要选用 73 mm(2 $\frac{3}{8}$ in)无接箍油管及配套的工作筒,以使其内径能通过生产测井仪器和连续油管等,侧管的下入深度不能超过生产层顶界。对于无须进行此类作业的油井,侧管可选用 60.3 mm(2 $\frac{3}{8}$ in)油管。同一油田,并非所有油井都要下入“Y”形接头,除非是初期都具有自喷能力的油井,否则可在不同构造部位或岩性差异的位置选取有代表性的几口油井下入该工具,以便节约完井费用。

7. 测试阀

测试阀目前各油公司都有各自的产品以适应各自油田特点和配套工具系列的需要,图 1-12、图 1-13 为通常使用的两种结构形式,其基本工作原理是:在正常生产时滑阀(或内套)都处于关闭状态,即其旁通孔与外筒的旁通孔错位,需要测试时下入测试仪表和其他辅助工具,使滑阀(或内套)移位,内外套的旁通孔连通。I 型测试阀是一种不可投捞的测试阀,II 型为可投捞的测试阀。但由于测试阀下入深度与生产层中部深度之间的流体密度仅是个估算的近似值,所以推算的流动压力和地层压力误差较大。

8. 滑套、封隔器和安全阀

海上平台生产安全措施要求严格,一般都要求下封隔器和井下安全阀,以确保在特殊的情况下油井的油气不外溢和保护油层的需要。

滑套在管柱中的主要作用是起管柱时作为循环压井旁通阀,如果下入测试阀的油井,测试阀一般也可作为旁通阀使用,可不下入滑套。

二、海上油井电潜泵生产完井管柱的类型

以下所述的各类生产管柱,其电潜泵生产管柱部分都以图 1-9 的结构为基础。

1. 简单的单采或合采生产管柱

电潜泵完井管柱的基本结构,如图 1-9 所示,如果生产层是单油层则称单采,如果是多油层则称为合采。

2. 可调单采或合采电潜泵生产管柱

如图 1-14a、1-14b 所示,通过钢丝作业对滑套进行开、关或在工作筒内投捞堵塞器,可进行封上采下、封下采上或封上下采中间等的分采或合采生产。

封隔器可采用选择性液压坐封封隔器或电缆坐封永久封隔器,主要根据油井条件决定。如果使用液压封隔器,层间距离又比较长,层之间应加入伸缩节。

电泵管柱可带“Y”形接头(图 1-14a),图 1-14a 的好处是随时可以调整生产层位和进行生

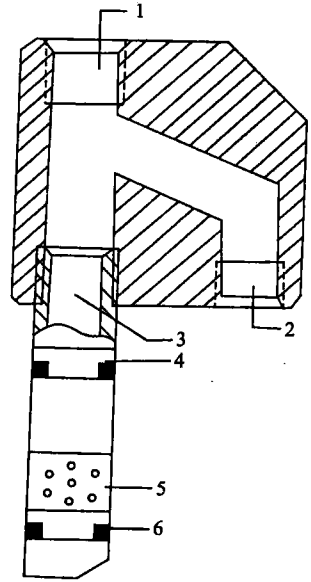


图 1-11 “Y”形接头
1—上出口;2—右出口;
3—左出口;4—工作筒;
5—带孔管;6—NO-GO 工作筒

产测试,而图 1-14b 必须起出电泵生产管柱后才能进行生产层位的调整。丢手接头的上端应选用大口径或带喇叭口(目前没有现成产品),以方便“Y”形接头侧管的插入。

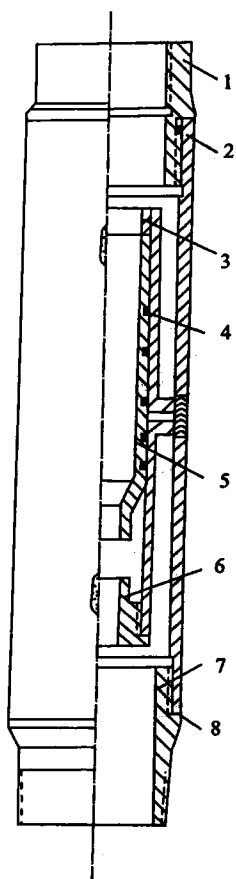


图 1-12 I 型测试阀工作筒结构图
1—上接头;2—工作筒外筒;3—限位螺母;
4—密封圈;5—滑阀;6—限位座;
7—下接头;8—“O”形密封圈

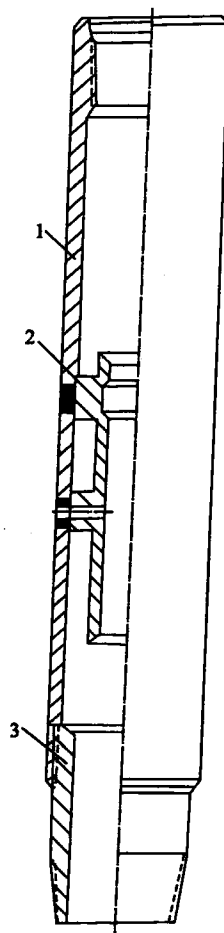


图 1-13 II 型测试阀工作筒结构图
1—外套;2—内套;3—下接头

3. 丢手不压井合采生产管柱

丢手不压井作业电潜泵合采管柱,如图 1-15 所示,封隔器可采用底部带蝶阀的永久封隔器。电泵管柱下井前,先将丢手下入预定深度,坐封封隔器。