



石油高等院校特色教材

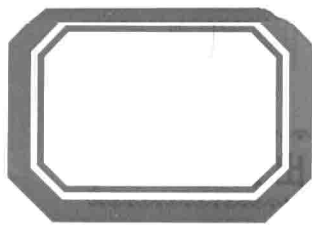
修井工程

韩国庆 檀朝东 主编

王木乐 主审



石油工业出版社
Petroleum Industry Press



版基金资助项目

石油高等院校特色教材

修 井 工 程

韩国庆 檀朝东 主编
王木乐 主审

石油工业出版社

内 容 提 要

本书主要介绍油气井修井过程中的基本工艺、设备工具、技术措施以及施工程序等方面的知识,基本包括了现场的各项修井工艺技术,同时也注意吸收当前修井工程技术的新成果。各章配有便于自学和有利于掌握基本知识的复习思考题。

本书体系完整,深度适宜,可作为石油院校修井工程课程的教科书,对于从事油井开采的作业工程技术人员也有较实际的参考与指导作用。

图书在版编目 (CIP) 数据

修井工程/韩国庆,檀朝东主编
北京:石油工业出版社,2013.8
(石油高等院校特色教材)
ISBN 978-7-5021-9651-6

I. 修…

II. ①韩…②檀…

III. 修井-高等学校-教材

IV. TE358

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 144325 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址: <http://pip.cnpc.com.cn>

编辑部: (010) 64523612 发行部: (010) 64523620

经 销: 全国新华书店

印 刷: 北京中石油彩色印刷有限责任公司

2013 年 8 月第 1 版 2013 年 8 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本: 1/16 印张: 11.75

字数: 296 千字

定价: 24.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

前 言

随着油田开发时间的不断延长,油水井在自喷、抽油或注水注气过程中随时会发生故障,造成油井的减产或停产。此时,只有通过修井作业来排除故障,更换井下设备,调整油井参数,才能恢复油井的正常生产。

修井包括井下作业和油水井大修。井下作业是为维持和改善油、气、水井正常生产能力所采取的各种井下技术措施的统称,而大修是利用一定的工具,采用一定的措施处理油水井事故,恢复油水井正常生产的作业过程。修井作业工艺的发展是伴随着油田开发时间的延长、采油工艺的发展而发展的。修井工艺原本为采油工艺的一部分,由于工艺的需要,修井作业有时要改变井身结构,如钻、磨、固等工序,又吸取了部分钻井工艺技术与参数,实际上,修井工艺技术在钻井工艺和采油工艺的基础上,已经发展为一门独立的工艺技术。

本教材在参考相关文献、结合大量修井作业的实践经验的基础上,全面、详细地阐述了石油生产、作业、增产措施等的管柱、工艺、工序、地面设备和井下工具等相关原理与操作方法。通过本教材的学习,可使石油类专业的学生逐步了解修井的基本理论、工艺方法,增加对生产现场的感性认识,为以后从事专业工作和科学研究打下良好的基础。

本教材的章节编写是按照石油院校修井工程课程教学大纲要求以及修井工艺技术发展顺序与施工步骤要求,对设备工具、工艺技术与施工要求进行归类、分析。本教材的编写吸取了许多专家的意见和中肯的建议,在此一并表示感谢!

本教材由中国石油大学(北京)石油工程系的部分教师集体编写而成,作为校内讲义已经使用5届,其中,第二、四、五、九章由韩国庆编写,第一、三、六章由檀朝东编写,第七、八章由汪益宁编写。韩国庆、檀朝东任主编并就最后定稿进行了统一修改,全书完稿后由王木乐高级工程师进行了全面审查。在编写过程中马淑勤、周颖娴、张明、王辉、陈增辉等研究生在文字整理、图片绘制等方面付出了辛勤劳动,在此表示感谢。

本教材的编写力求实用、规范、完整,但由于编者水平和客观条件所限,定有不妥之处,恳请读者批评指正。

编者

2013年5月

目 录

第一章 井的基础知识	1
第一节 井身结构	1
第二节 井口装置	2
第三节 完井方式	4
第四节 封隔器和井下管柱	13
复习思考题	30
第二章 修井设备与修井工具	31
第一节 修井设备	31
第二节 修井工具	38
复习思考题	52
第三章 常规井下作业	53
第一节 作业前的准备	53
第二节 作业工序	56
第三节 修井作业安全要求	62
复习思考题	66
第四章 常规修井作业	67
第一节 清蜡	67
第二节 油井检泵	69
第三节 注水井作业	75
复习思考题	80
第五章 井下事故处理	81
第一节 概述	81
第二节 打捞	85
第三节 解卡	89
复习思考题	93
第六章 封堵作业	94
第一节 找水与堵水	94
第二节 找窜与封窜	101
第三节 水泥浆堵漏	106
复习思考题	107
第七章 套管修复与侧钻	108
第一节 套管损坏的原因及判断	108
第二节 套管整形	115
第三节 套管补贴	117
第四节 套管更换	121

第五节 套管侧钻.....	123
第六节 侧钻水平井.....	133
复习思考题.....	135
第八章 特殊情况下的修井作业.....	136
第一节 高温高压气井修井工艺技术.....	136
第二节 高含硫气井修井工艺与防护技术.....	141
第三节 超深井打捞工艺.....	145
第四节 水平井修井作业.....	147
第五节 特殊规格井修井工艺技术.....	156
复习思考题.....	164
第九章 修井工艺新进展.....	165
第一节 膨胀管技术.....	165
第二节 连续油管技术.....	172
复习思考题.....	178
参考文献.....	179

第一章 井的基础知识

第一节 井身结构

油田的开采是由“井”来实现的，而“井”则是由钻井来完成的。钻完井方式因油层岩性不同而不同，井身结构也不尽相同。修井作业正是针对不同井身结构而实施的综合修复措施。因此，了解井身结构，对修井工艺的実施和修复效果的不断提高有着重要意义。

所谓井身结构，是指在已钻成的裸眼井内下入直径不同、长短不等的几层套管，然后注入水泥浆封固环形空间，最终形成轴心线重合的一组套管与水泥环的组合，如图 1-1 所示。

一口井的井身结构包括以下几方面的内容：全井下入套管的层次，各层套管的直径及下入深度，各次开钻相应钻头直径和井深，各次固井水泥返高和各层套管鞋处地层的层次等。合理的井身结构应该是既能够满足钻井和采油工艺的要求，又要符合节约钢材、水泥，降低钻井成本的原则。

一、套管层次与下入深度

众所周知，地表层一般多为松软易塌的地层，为了防止井口的坍塌下陷并满足装井口防喷器的需要，每口井通常都要下表层套管，管外还必须用水泥封固。下入深度一般由几十米到几百米，这是由地表松软层和需要封固的浅水、气层深度决定的。

在生产井内，为了防止油、气、水层的互相窜通、相互干扰，或者是油、气中途流失，必须下入油层套管，固水泥，将油、气、水层封固隔开，以保证油井的正常生产。下入深度是根据生产层位的深度和完井方法确定的，有的下到生产层的顶部，有的则下过生产层以下几十米。管外水泥返高一般要高于应封隔的油、气、水层 50 ~ 100m。

介于表层套管和油层套管之间是否还要下技术套管，要看地层的情况复杂与否以及钻井工人克服复杂情况钻进的技术水平。一般情况下应尽量采取调整钻井液性能的办法应对复杂地层的钻进，而不下或少下技术套管。近年来，随着人们对地质情况的深入了解和钻井技术水平的提高，井身结构中套管层次正在逐步减少。

钻井实践证明，井下复杂情况主要和油层压力有关。如果在一口井内，上、下岩层的孔隙和压力差别都很大，难以用同一密度的压井液加以平衡，则必须下技术套管将高、低压地层隔开，否则会引起井喷、井漏、井壁坍塌、卡钻等事故出现，给钻井工作造成很大困难，甚至中途把井报废。因此，决不能单纯地为了节省钢材和水泥而盲目地精简技术套管。技术套管的下入深度以封住应该封的层段为原则。

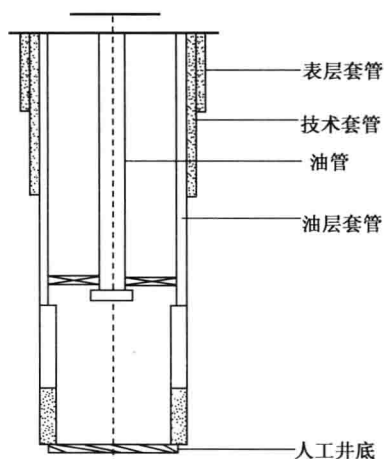


图 1-1 井身结构示意图

二、套管、井眼（钻头）直径

套管层次和各层套管的下入深度确定之后，便可以根据开采要求和套管系列确定各层套管及其下入井段所需井眼（钻头）的直径大小。在确定各层套管和井眼直径时，首先应根据油井生产和井下作业等的要求，确定油层套管直径，然后确定使油层套管能够顺利下入的井眼（钻头）直径。依此类推地从下而上逐次确定各层套管及其下入井段的井眼（钻头）直径。

套管直径按系列和规范不同有大有小，各油田用的油层套管也不完全一致，对于同一口井，下的套管也不止一层。为了保证套管的顺利下入，要求井眼和套管要有一定的直径差。因管子直径越大，刚度越大，下井就越困难，所以使用的套管直径越大，套管和井眼的直径差也应该越大些。

第二节 井口装置

地面井口装置是非常重要的采油设备。井口装置的重要作用是控制井的油、气流，完成测试、试油以及投产后的油、气正常生产。完井井口装置主要由套管头、套管短节、四通、油管挂、采油树等部件组成（图 1-2）。

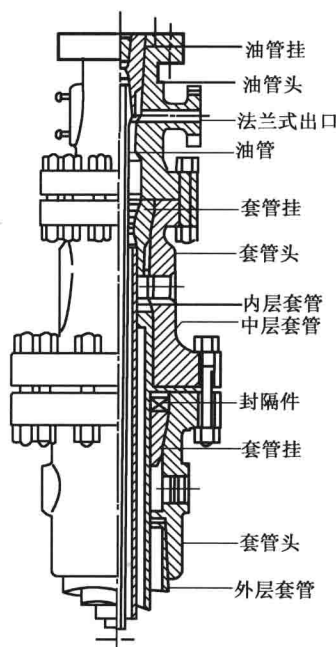


图 1-2 井口装置装配图

一、套管短节与套管头

套管头安装在表层套管柱的上端，用来悬挂表层套管以外的各层套管和密封套管环形空间的井口装置部件。图 1-3 为套管头结构示意图。

套管短节位于套管头的底部，其规格与完井套管一致，连接形式有螺纹式和焊接式两种。套管头上部为法兰盘。套管头的主要作用是下与完井套管连接，上与地面四通、采油树连接，是重要的过渡部件。

二、四通与油管挂

四通是井口装置中的重要组成部件，上接采油树，下连套管头，采油、试油等工艺管柱连挂坐在四通内的油管挂上，修井等作业时四通又与作业井口连接。四通常与油管挂合装，一般通称油管头。图 1-4 为四通与油管挂结构示意图。

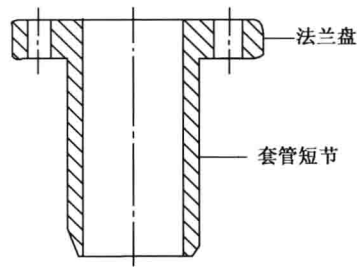


图 1-3 套管头结构示意图

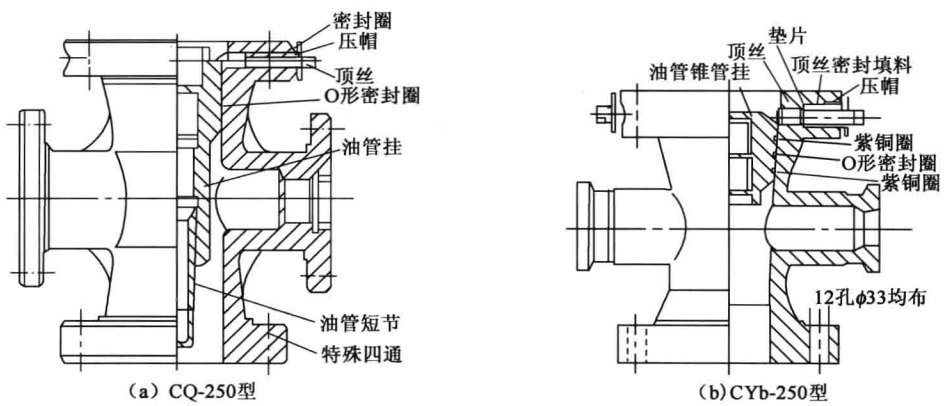


图 1-4 四通与油管挂结构示意图

三、采油（气）树

采油（气）树是由套管阀门、总阀门、生产阀门、清蜡阀门、油嘴套、三通以及四通等组成的。采油（气）树安装在油管头上面，用以控制油气流动，进行安全、有计划的生产，并完成测试、压井、清蜡等工作。常用的采油树结构和外观如图 1-5 与图 1-6 所示。

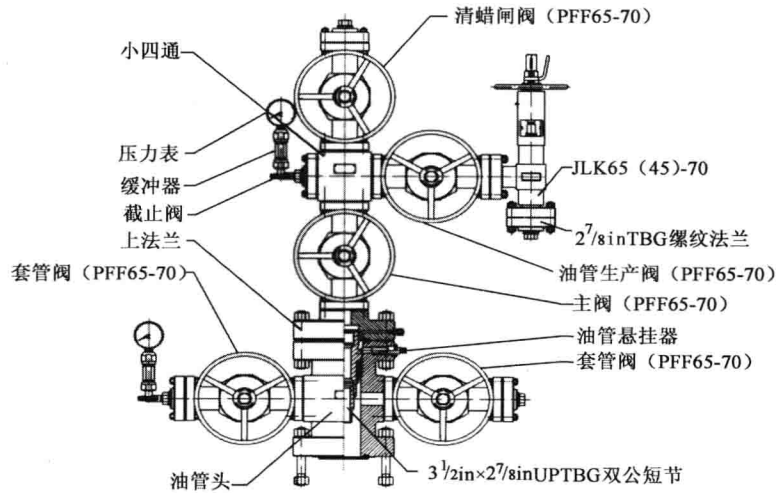


图 1-5 KQ65-70 简易采气井井口装置示意图

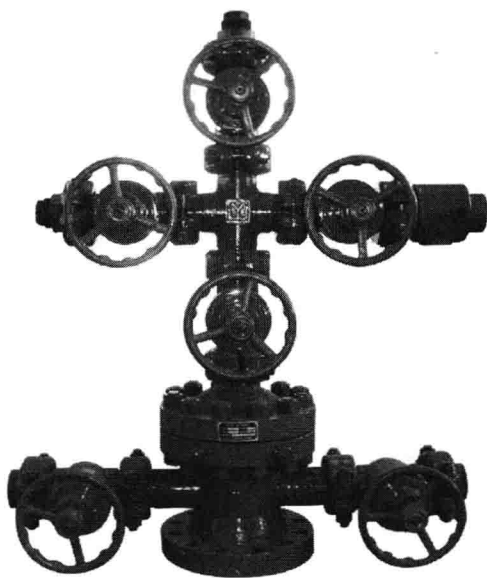


图 1-6 采油井井口装置外观图

第三节 完 井 方 式

完井通常是针对油气层与井眼间的连通状况及其结构特点而言的。在实际的钻井完井工作中，在不同的油田、不同的区块针对不同的油气层、不同类型的井所采取的完井方法是不同的。但是不论采用哪种完井方法，从采油的观点来看，都需要满足以下几个方面的要求：

- (1) 能有效地连通油气层与井眼，油气流入井的阻力要小。
- (2) 能有效地封隔油、气、水层，防止相互窜扰，对同井开采不同性质的多油、气层能满足分层开采和分层管理的要求。
- (3) 能控制油气层井壁坍塌和出砂的影响，保证油气井长期稳定生产。
- (4) 能满足以后增产措施、修井以及改进采油工艺的要求。
- (5) 采用的完井方法要工艺简单，完井速度快、质量好、成本低。

目前国内外最常见的完井方式有套管或尾管射孔完井、割缝衬管完井、裸眼完井、裸眼或套管砾石充填完井等。由于现有的各种完井方式都有其各自的适用条件和局限性，现将各种完井方式分述如下。

一、射孔完井方式

射孔完井是国内外最为广泛和最常使用的一种完井方式，包括套管射孔完井和尾管射孔完井。

1. 套管射孔完井

套管射孔完井是指钻穿油层直至设计井深，然后下生产套管至油层底部“口袋”，注水泥固井，最后射孔，射孔弹射穿生产套管、水泥环并穿透油层某一深度，建立起油流通道的完井方式，如图 1-7 所示。

套管射孔完井既可选择性地射开不同压力、不同物性的油层，以避免层间干扰，又可避免夹层水、底水和气顶或避开夹层的坍塌，具备实施分层注、采和选择性压裂或酸化等分层作业的条件。砂岩或碳酸盐岩油层均可使用此方式完井。

2. 尾管射孔完井

尾管射孔完井是指钻头钻至油层顶界，下技术套管注水泥固井，然后用小一级的钻头钻穿油层至设计井深，用钻具将尾管送下并悬挂和密封在技术套管尾部（尾管和技术套管的重合段一般不小于 50m），再对尾管注水泥固井，射孔完井，如图 1-8 所示。

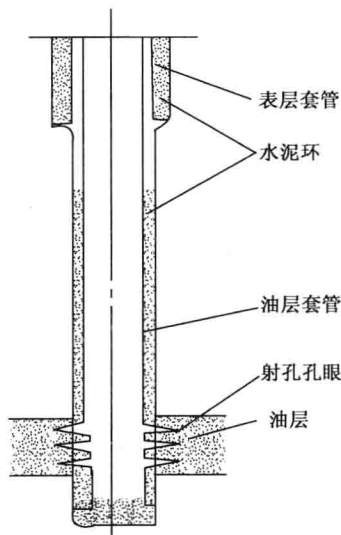


图 1-7 套管射孔完井示意图

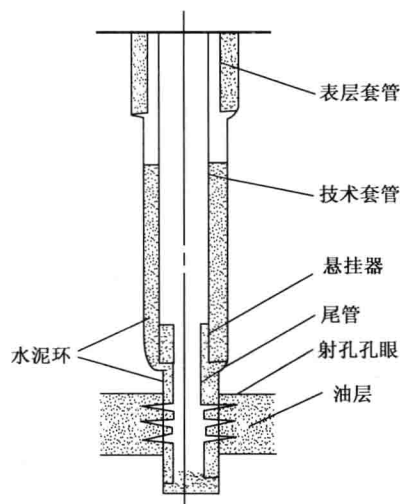


图 1-8 尾管射孔完井示意图

对于尾管射孔完井，由于在钻开油层以前上述地层已被技术套管封固，因此可以采用与油层相配伍的钻井液以平衡压力、欠平衡压力或负压钻井的方法钻开油层，有利于保护油层。此外，这种完井方式可以减少套管质量和油井水泥的用量，从而降低完井成本，目前较深的油气井大多采用此方法完井。而高压、超高压气井不宜采用此方法，但可先采用尾管完井，然后用尾管同等尺寸的套管回接至井口，以免井下封隔器或悬挂器密封失灵时技术套管承受过高内压力而挤毁。砂岩或碳酸盐岩油层均可使用此方式完井。

二、裸眼完井方式

裸眼完井方式有两种完井工序：

一是裸眼先期完井，即钻头钻至油层顶界附近后，下技术套管注水泥固井；水泥浆上返至预定的设计高度后，再从技术套管中下入直径小一级的钻头，钻穿水泥塞，钻开油层至设计井深完井，如图 1-9 所示。二是裸眼后期完井，即钻头钻完所有油层，然后下技术套管至油层顶部注水泥固井完井（图 1-10）。此方式完井大都在固井前在油层部位垫砂，或油层顶部下入水泥承托器，以防固井注水泥时水泥浆下沉伤害油层。这种完井方式只在必要的情况下采用。

裸眼完井的主要特点是油层完全裸露，因而油层具有最大的渗流面积，完善程度高，产能高，一般都在碳酸盐岩油气层中使用。碳酸盐岩岩性坚硬不易坍塌，即使裸眼也能正常生产，其不足之处是难以控制气顶、底水及分层段进行各种措施。而对于砂岩油气层，因砂岩

胶结物除碳酸盐岩外还有泥质或原油胶结，砂岩中大多有泥岩隔夹层，在生产过程中，油层或隔夹层往往易坍塌堵塞井筒而影响正常生产，因而不宜采用裸眼完井。

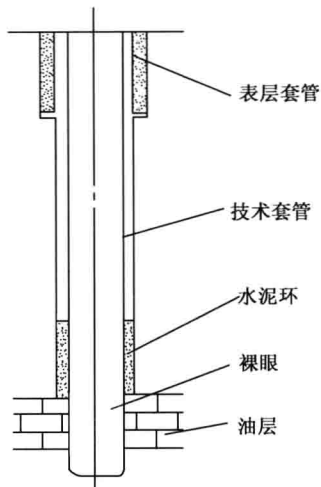


图 1-9 裸眼先期完井示意图

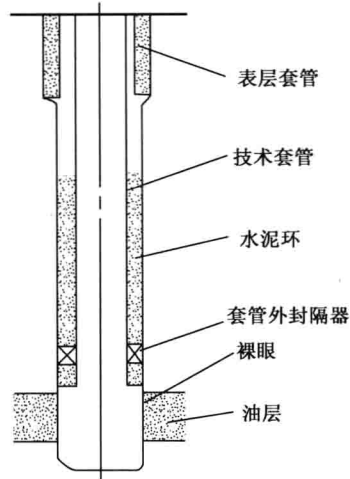


图 1-10 裸眼后期完井示意图

三、割缝衬管完井方式

割缝衬管完井方式也有两种完井工序。一是用同一尺寸钻头钻穿油层后，套管柱下端连接衬管下入油层部位，通过套管外封隔器和注水泥接头固井封隔油层顶界以上的环形空间，如图 1-11 所示。另外一种是在钻头钻至油层顶部后，先下技术套管注水泥固井，再从技术套管中下入直径小一级的钻头钻穿油层至设计井深，然后在技术套管尾部悬挂并密封割缝衬管完井（图 1-12）。

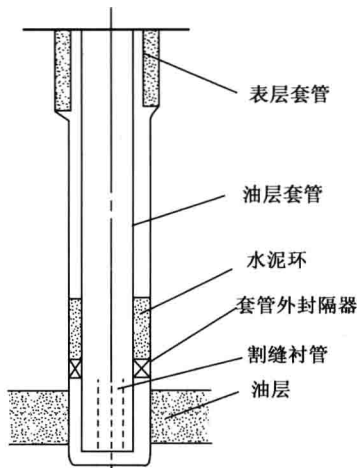


图 1-11 割缝衬管完井示意图一

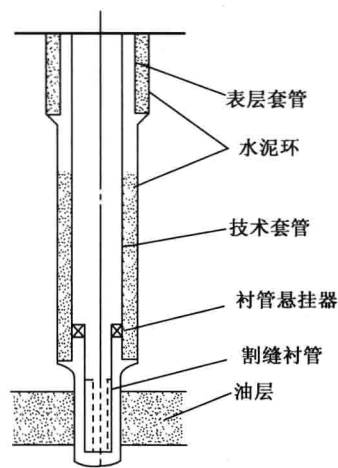


图 1-12 割缝衬管完井示意图二

割缝衬管完井主要用于出砂不严重油层或防止岩屑落入裸眼井筒中。割缝衬管的防砂机理是允许一定大小的能被原油携带至地面的细小砂粒通过，而把较大的砂粒桥堵在衬管外面，大砂粒在衬管外形成砂桥，达到防砂的目的。图 1-13 为衬管外自然分选形成砂桥示意图。

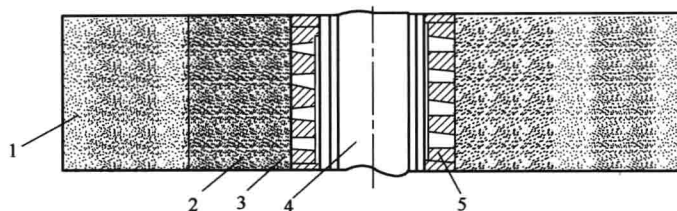


图 1-13 衬管外自然分选形成砂桥示意图

1—油层；2—砂桥；3—缝眼；4—井筒；5—衬管

割缝衬管完井方式是当前主要的完井方式之一，在砂岩或碳酸盐岩油层均可使用。它既起到裸眼完井的作用，又起到防止裸眼井壁坍塌堵塞井筒的作用，同时在一定程度上也起到防砂的作用。由于这种完井方式的工艺简单，操作方便，成本低，因而在一些出砂不严重的中粗砂粒油层中经常使用，特别在水平井中使用较普遍。

割缝衬管的尺寸可根据技术套管的尺寸与裸眼井段的钻头直径确定，见表 1-1。

表 1-1 割缝衬管完井时套管、钻头和衬管匹配表

技术套管		裸眼井段钻头		割缝衬管	
公称尺寸 in	套管外径 mm	公称尺寸 in	钻头外径 mm	公称尺寸 in	衬管外径 mm
7	177.8	6	152.4	5 ~ 5½	127.0 ~ 139.7
8⅝	219.1	7½	190.5	5½ ~ 6⅝	139.7 ~ 168.3
9⅝	244.5	8½	215.9	6⅝ ~ 7⅝	168.3 ~ 193.7
10¾	273.1	9⅝	244.5	7⅝ ~ 8⅝	193.7 ~ 219.1

四、砾石充填完井方式

对于胶结疏松出砂严重的地层，一般应采用砾石充填完井方式。它是先将金属绕丝筛管下入井内油层部位，然后用充填液将在地面上预先选好的砾石泵送至绕丝筛管与井眼或绕丝筛管与套管之间的环形空间内，构成一个砾石充填层，以阻挡油层砂流入井筒，达到保护井壁、防砂入井之目的。砾石充填完井一般都使用不锈钢绕丝筛管而不用割缝衬管，其原因是筛管流通能力大大高于衬管。

为了适应不同油层特性的需要，裸眼完井和射孔完井都可以充填砾石，分别称为裸眼砾石充填完井和套管砾石充填完井。

1. 裸眼砾石充填完井方式

在地质条件允许使用裸眼而又需要防砂时，就应该采用裸眼砾石充填完井方式。其工序是钻头钻达油层顶界以上约 3m 后，下技术套管注水泥固井，再用直径小一级的钻头钻穿水泥塞，钻开油层至设计井深，然后更换扩张式钻头将油层部位的井径扩大到技术套管外径的 1.5 ~ 2 倍，以确保充填砾石时有较大的环形空间，增加防砂层的厚度，提高防砂效果。一般砾石层的厚度不小于 50mm。扩眼工序完成后，便可进行砾石充填工序，如图 1-14 所示。

2. 套管砾石充填完井方式

套管砾石充填完井工序是：钻头钻穿油层至设计井深后，下油层套管于油层底部“口

袋”，注水泥固井，然后对油层部位射孔。要求采用高孔密（20～30 孔/m，对于直径大于 7in 套管，可射 40 孔/m）、大孔径（20～25mm）射孔，以增大充填流通面积。有时还把套管外的油层砂冲掉，以便于向孔眼外的周围油层填入砾石，避免砾石和地层砂混合而增大渗流阻力。由于高密度充填（高黏充填液）紧实，充填效率高，防砂效果好，有效期长，故大多采用高密度充填。但近期发现高黏充填液对油层有伤害，有的已改用中黏或低黏充填液。套管砾石充填完井如图 1-15 所示。

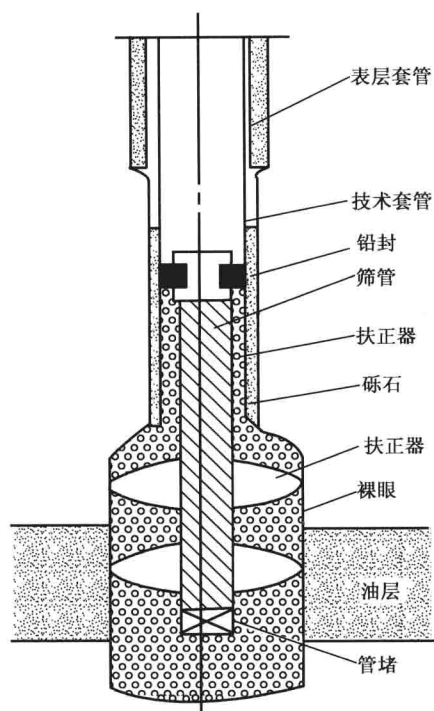


图 1-14 裸眼砾石充填完井示意图

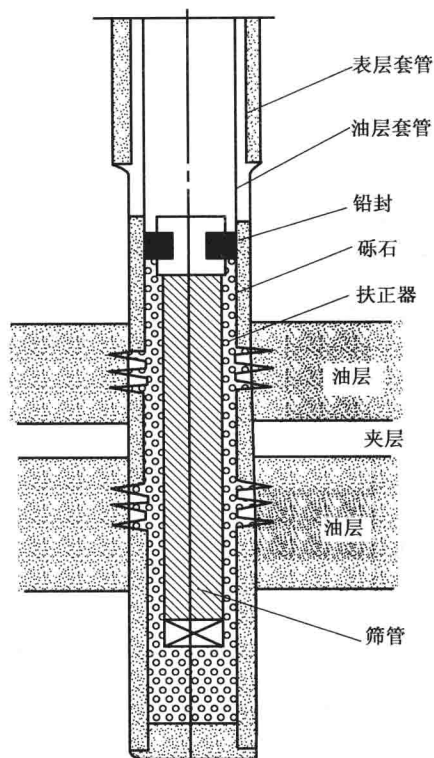


图 1-15 套管砾石充填完井示意图

虽然有裸眼砾石充填和套管砾石充填之分，但二者的防砂机理是完全相同的。充填在井底的砾石层起着滤砂器的作用，它只允许流体通过而不允许地层砂粒通过。其防砂的关键是必须选择与出砂粒径匹配的绕丝筛管及与油层岩石颗粒组成相匹配的砾石尺寸。选择原则是既要能阻挡油层出砂，又要使砾石充填层具有较好的渗透性能。因此，绕丝筛管、砾石尺寸、砾石质量、充填液性能及充填施工质量是砾石充填完井防砂成功的技术关键。

五、水平井完井方式

目前常见的水平井完井方式有裸眼完井、割缝衬管完井、射孔完井、带管外封隔器（ECP）的割缝衬管完井和砾石预充填完井 5 类。

1. 裸眼完井方式

裸眼完井方式是一种最简单的水平井完井方式，即技术套管下至预计的水平段顶部，注水泥固井，然后换直径小一级钻头钻水平井段至设计长度完井，如图 1-16 所示。

裸眼完井主要用于碳酸盐岩等坚硬不坍塌地层，特别是一些垂直裂缝地层，砂岩油层不

宜采用此方式。

2. 割缝衬管完井方式

割缝衬管完井方式的完井工序是将割缝衬管悬挂在技术套管尾端，依靠悬挂封隔器封隔管外的环形空间。割缝衬管要加扶正器，以保证衬管在水平井眼中居中，这是当前普遍采用的方式，砂岩或碳酸盐岩油层均可使用。图 1-17 为割缝衬管完井示意图。

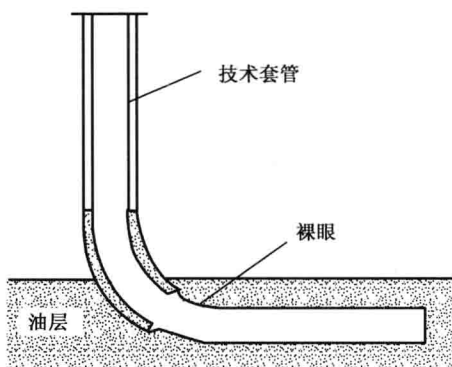


图 1-16 裸眼水平井完井示意图

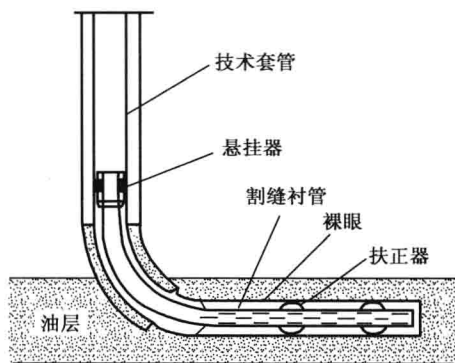


图 1-17 割缝衬管完井示意图

3. 射孔完井方式

射孔完井方式的完井工序是技术套管下过直井段注水泥固井后，在水平井段内下入完井尾管，注水泥固井，要求完井尾管和技术套管重合 100m 左右。最后在水平井段射孔，水平井一般采用相位 $120^\circ \sim 180^\circ$ 射孔，以避免地层砂从孔眼落入套管水平段内堵塞井筒。图 1-18 为水平井射孔完井示意图。

这种完井方式可将水平段分隔成若干段，并对各层段进行射孔，各层段之间应留有不射孔的盲管段，以便下封隔器对分段采取措施及测试，可在稀油和稠油层中使用，是一种非常实用的方法。

4. 带管外封隔器 (ECP) 完井方式

带管外封隔器 (ECP) 完井方式是在裸眼中依靠管外封隔器实施层段的分隔，可以按层段进行作业和生产控制，这对于注水开发的油田尤为重要。管外封隔器的完井方式可以分为两种形式，即套管外封隔器与割缝衬管或滑套完井，分别如图 1-19 与图 1-20 所示。

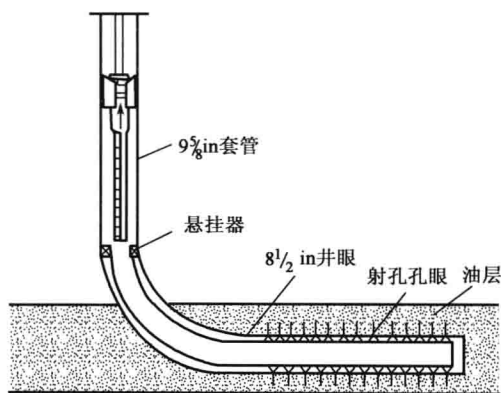


图 1-18 水平井射孔完井示意图

5. 砾石预充填完井方式

国内外的实践表明，在水平井段内，不论是进行裸眼井下砾石充填或是套管内井下砾石充填，其工艺都较复杂，尤其是裸眼井下砾石充填，在砾石完全充填到位之前，井眼有可能已经坍塌；或裸眼井下砾石充填时，扶正器有可能被埋置在疏松地层中，因而很难保证长筛管居中；裸眼或套管内井下砾石充填时，充填液的滤失量大，不仅会造成油层伤害，而且易

造成脱砂堵塞井筒。目前国外在裸眼井钻完，或套管固井射孔完成后，采取暂堵剂将油层暂堵住，渗透率为零，可防止充填液的滤失，为水平长井段砾石充填创造了施工条件，现已在现场推广使用，充填长度已达到 1000m 左右。水平井的防砂完井因砾石充填工艺较复杂仍多采用预充填砾石筛管、金属纤维筛管或割缝衬管等方法。

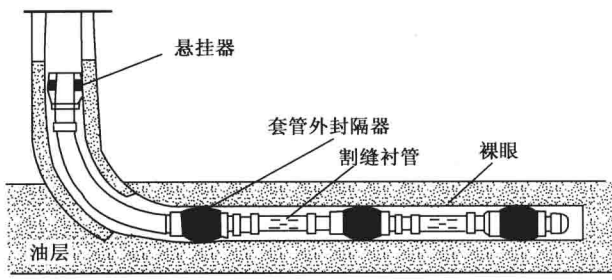


图 1-19 裸眼井套管外封隔器及割缝衬管完井示意图

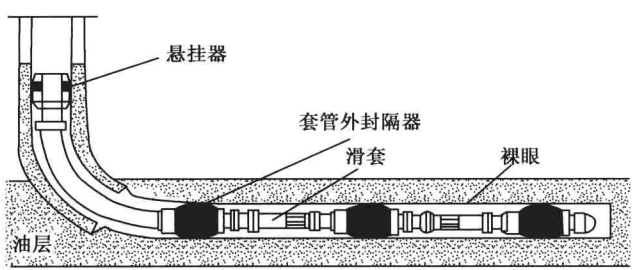


图 1-20 裸眼井套管外封隔器及滑套完井示意图

裸眼水平井预充填砾石绕丝筛管完井，其筛管结构与性能同垂直井，但使用时应加扶正器，以便使筛管在水平段居中，如图 1-21 所示。套管射孔水平井预充填砾石绕丝筛管完井如图 1-22 所示。

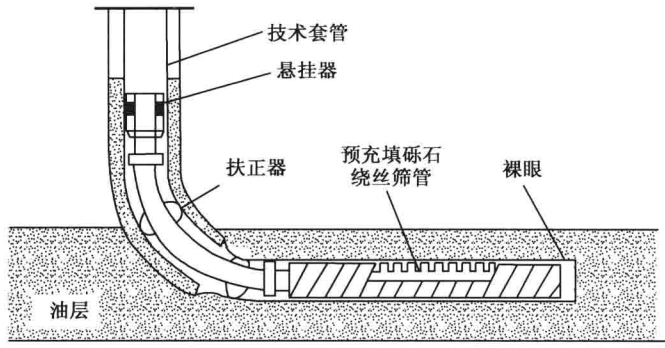


图 1-21 水平井裸眼预充填砾石筛管完井示意图

六、多分支井完井方式

分支井起源于侧钻井，开始打侧钻井的目的是利用原井上部井筒用新的生产井底生产，而原来的井底不生产。后来人们开始期望侧钻井和原来的井底都可以生产，并且开始钻多个侧钻井筒，这就是现代意义上的多分支井。

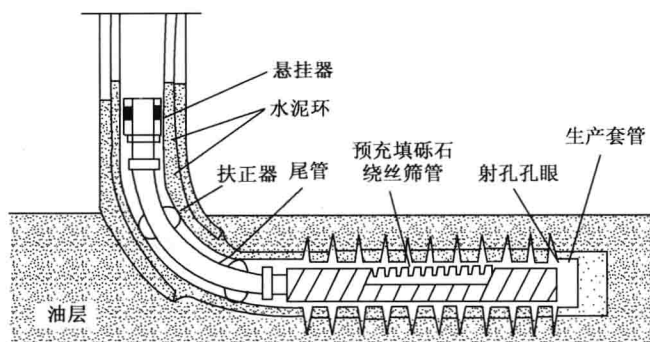


图 1-22 水平井套管内预充填砾石筛管完井示意图

1997 年春，在苏格兰举行的 TAML (TAML——Technology Advancement of Multilaterals) 论坛上，专家和学者根据多分支井的复杂性和功能性，从完井角度将分支井分为 6 大类，即 TAML 分级。会议之前世界上约有 95% 的分支井采用 I 级或 II 级结构，而在 1998 年后，约 50% 的分支井采用 III 级或 IV 级结构。

1. 等级 I

等级 I 的分支井其主井眼和分支井井眼都是裸眼，如图 1-23 所示，侧向穿越长度和产量控制是受限的；完井作业不对各产层分隔，也不能对层间压差进行任何处理。

该等级分支井的主要特点是：低成本，低风险，泄油能力强，适用于稳定地层，但重返主井眼和分支井井眼能力受限制。

2. 等级 II

等级 II 的分支井其主井眼下套管并注水泥，分支井裸眼或只下筛管而不注水泥，如图 1-23 所示。主井筒与分支井连接处保持裸眼，或者在可能的情况下在分支井段使用“脱离式”筛管，即只把筛管（衬管）下入分支井段而不与主井筒套管进行机械连接，也不注水泥。与等级 I 完井相比，等级 II 完井可提高主井筒的畅通性并改善分支井段的重返潜力；等级 II 完井通常需要使用磨铣工具在套管内开窗，也可使用预先磨铣窗口的套管短节。

等级 II 的分支井的主要特点是：具备主井眼作业功能，而进入分支井只具备可能性；连接处无机械支撑，要求地层对分支井井眼具有支撑的能力。

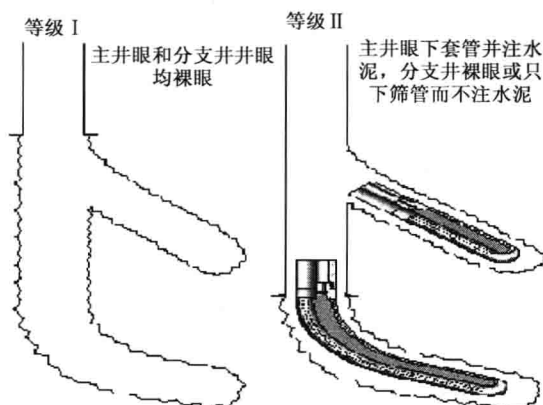


图 1-23 等级 I、等级 II 分支井完井示意图