



修 井

上 册

石油工业出版社

油田工人自学丛书

修 井

上 册

冯传贤 吴志义 等编

BK30111

石油工业出版社

B 592822

内 容 提 要

本书较系统地讲述了国内油田井下作业与修井工艺技术理论、设备工具、技术措施、施工程序和安全操作等方面的知识,同时介绍了国外的修井先进工艺技术装备和修井工具等情况。

本书是在一九七四年版《油矿修井工人读本》的基础上修订而成的。删去了原第十三章侧钻内容,增添了修井设备、修井工具和工程测井等新章节内容。

全书共十五章,分上、下两册。上册包括井的基本知识、修井设备、修井工具、工程测井、油水井维修、封隔器和井下注采分层管柱等内容,下册包括油水井封串、封堵水层、油层水力压裂、水力喷砂技术、油层酸处理、试油工艺、井下事故处理、套管修理等内容。

本书适合井下作业和修井工人阅读,也可供采油工人和现场技术人员参考。

油田工人自学丛书

修 井

上 册

冯传贤 吴志义 等编

石油工业出版社出版

(北京安定门外安华里二区一号楼)

北京丰盛印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米32开本 11¹/₂印张 255千字 印1—5,500

1988年10月北京第1版 1988年10月北京第1次印刷

书号: 15037·2919 定价: 1.95元

ISBN 7-5021-0070-9/TE·70

522540

出版说明

油田工人自学丛书是为各油田青年工人熟悉和掌握本职专业技能的普及性技术读物。为了适应各种工人不同的学习重点，该丛书将根据油田专业分工情况分册出版。丛书共包括：采油（上、中、下）三册，修井（上、下）二册，抽油井示功图的测试和分析，试井，油层压裂，油气井酸化，原油脱水，天然气（伴生气）加工，原油矿场集输，输油管道阴极保护，热采等分册。

这套丛书一部分是我社以前出版的各种工人读本修订而成；一部分是新组织编写的。今后还将根据需要陆续组织编写油田有关专业其它技术读物，以满足广大油田工人更广泛的学习要求。

前 言

油、气井在长期生产过程中，由于各种原因会发生各种故障，导致油、气井停产、减产。为了解除油、气井的故障，恢复生产能力，并对油层进行改造，提高油、气井的生产能力，从而在开发油田中保持较长期的稳产高产，以取得更大的经济效益，就必须对油、气井进行经常的，反复的维护修理。我们把对油、气井解除故障、恢复生产、实施措施、提高生产能力的工作称之为修井。

修井的主要内容为：清除油管和抽油杆结蜡与检泵；注水井的洗井、试注和清砂；分层采油、分层注水；水力喷砂、水力压裂、油层酸处理等增产增注措施；各种防砂措施；堵水、封串；检修套管；打捞井下落物；解除卡钻；起下衬管、砾石滤器及其它专用井下工具等工作。

修井工作是开发好地下资源，获得大量的油、气产量的重要手段。它能使停产井恢复正常生产，从而使工作井的数量得到保证，这是完成和超额完成采油生产计划的决定性条件之一。

修井工作是保证油田开发中合理开发地下油气，实施开发方案必不可少的措施。是开发油层、认识油层、改造油层的重要手段。在整个油田开采中，特别是在油田开发的后期，越来越显出它的重要作用，受到国内外石油工作者的高度重视。

为了适应修井工艺技术的飞速发展和油田现场实际的需

要，根据一九八三年六月石油工业部在四川召开的石油工业工人技术培训教学计划和教学大纲审定会精神和该会议制定的油矿修井工人技术培训教学大纲，我们对一九七四年出版的《油矿修井工人读本》进行了全面修订。

本书初版是由玉门石油管理局冯传贤、窦信超、冀志云、马世峰等编写。此次由冯传贤（第四、五、十章）、吴志义（第二、三、七、十一、十三、十四、十五章）、窦信超（第一、六章）、鄢怀智（第八、九章）、冀志云（第十二章）等进行修订。在修订过程中，玉门石油技校和大庆井下作业公司等单位，以及王福洲、童志秀、栗名仁、张逢炎、王少武、魏光、杨山、常国介、李岩等给予了大力支持。全书由大庆石油管理局王德民审定。

由于编者水平有限，难免有错误和不足之处，诚恳期望广大读者给予批评指正。

一九八五年四月

目 录

第一章 井的基本知识	(1)
第一节 井的概念	(1)
第二节 井身结构与井口装置	(2)
一、井身结构	(2)
二、井口装置	(4)
第三节 井底完成方法	(18)
一、裸眼完成	(18)
二、衬管完成	(18)
三、贯眼完成	(20)
四、射孔完成	(20)
第四节 井的质量	(25)
一、井斜问题	(26)
二、泥浆问题	(27)
三、固井质量问题	(27)
四、射孔质量问题	(28)
第五节 回采	(30)
一、回采的原因	(30)
二、回采的方法	(30)
第二章 修井设备	(33)
第一节 修井动力设备	(33)
一、通井机	(34)
二、XJ-30G型拖车式修井机	(35)
三、XJ-50G型车装机械传动修井机	(36)
四、SXJ50-1 型车装液压修井机	(43)

五、库柏LTO-350 型修井机.....	(47)
第二节 修井井架	(55)
一、井架的种类	(56)
二、井场的准备工作	(60)
三、井架的起放	(64)
四、使用井架的注意事项	(73)
第三节 吊升旋转设备	(74)
一、天车	(74)
二、游动滑车	(77)
三、地滑车	(78)
四、大钩	(80)
五、钢丝绳	(80)
六、转盘 (旋转部分)	(91)
七、螺杆钻具	(92)
第四节 修井冲洗设备	(99)
一、泵	(99)
二、水泥车和压裂车	(100)
三、水龙头	(100)
四、水龙带	(106)
第三章 修井工具	(107)
第一节 井口工具	(107)
一、吊卡	(107)
二、卡盘	(110)
三、油管钳	(112)
四、油杆钳	(119)
第二节 地面工具	(120)
一、管钳	(120)
二、链钳	(121)
三、板手	(121)
第三节 不压井不放喷作业工具	(123)

一、机械式不压井不放喷作业设备	(123)
二、液压式不压井不放喷起下装置	(142)
第四节 大修井下工具	(145)
一、系列大修井下工具分类	(146)
二、引进系列大修井下工具介绍	(147)
第四章 工程测井	(163)
第一节 磁性测井	(163)
一、磁性定位器测井	(163)
二、磁测井仪检查套管质量和壁厚	(169)
第二节 放射性同位素测井	(173)
一、同位素找串	(174)
二、检查水力压裂效果	(176)
三、挤同位素液工序和注意事项	(177)
第三节 声波测井	(178)
一、声幅测井油水井管外串通	(178)
二、声波全波列测井测油水井管外串通	(180)
三、声波井下电视测井	(183)
四、噪声测井	(184)
第四节 井温法测井	(189)
一、井温仪的工作原理	(189)
二、井温测井的应用	(189)
第五节 流体电阻法测井	(192)
第六节 73型找水仪测试水层	(193)
一、73型找水仪的结构和工作原理	(193)
二、现场测量	(196)
三、资料解释及判断出水层	(197)
第五章 油、水井维修	(200)
第一节 压井与降压	(200)
一、压井	(200)
二、喷水降压	(209)

第二节 清蜡和检泵	(210)
一、油井结蜡原因	(211)
二、油井清蜡	(211)
三、检泵	(214)
第三节 注水井试注	(223)
一、投注前的排液	(223)
二、注水井的洗井	(224)
三、注水井的试注	(224)
第四节 清砂与防砂	(226)
一、油层出砂的原因	(227)
二、清砂	(228)
三、防砂	(237)
第六章 封隔器	(252)
第一节 支撑式封隔器	(254)
一、Y111型系列封隔器	(255)
二、Y111型系列可洗井封隔器	(257)
第二节 卡瓦式封隔器	(264)
一、Y211型系列封隔器大港	(264)
二、Y211型系列采气封隔器	(267)
三、Y211型系列封隔器	(268)
四、Y211-114型丢手防砂封隔器	(270)
五、Y411-114型填砂丢手封隔器	(273)
六、支撑式和卡瓦式封隔器坐封高度的确定	(277)
第三节 皮碗式封隔器	(285)
Y341-146型封隔器	(285)
第四节 水力扩张式封隔器	(286)
一、K344-113型注水封隔器(大港)	(286)
二、K344-112型防砂封隔器	(287)
三、K344型系列滑套封隔器	(289)
第五节 水力自封式封隔器	(293)

Z341-110型封隔器	(293)
第六节 水力密闭式封隔器	(295)
K341-115型封隔器	(295)
第七节 水力压缩式封隔器	(297)
一、Y341-114型封隔器(江汉)	(297)
二、Y344型系列封隔器	(301)
三、Y341-114型封隔器(大庆)	(302)
四、Y344-114型压裂封隔器	(305)
五、Y341-115型封隔器(玉门)	(306)
六、Y344型系列封隔器(玉门)	(307)
第七章 井下注、采分层管柱	(311)
第一节 自喷井分层采油管柱	(311)
一、同心配产器分采管柱	(311)
二、偏心配产器分采管柱	(316)
第二节 抽油井分层采油管柱	(324)
一、深井泵任采一层管柱	(324)
二、任意堵一层后用深井泵采油	(329)
第三节 井下分层配水管柱	(331)
一、固定式分层注水管柱	(332)
二、空心活动式配水管柱	(336)
三、偏心配水管柱	(339)
第四节 分层注采管柱的组配与施工	(357)
一、分层注采管柱的组配	(357)
二、分层配水管柱的施工步骤	(358)
附表 本书非许用单位和法定计量单位换算表	(363)

第一章 井的基本知识

第一节 井的概念

石油埋藏在地下几十米至几千米深的油层中。把地下的石油开采到地面上来，需要一个通道，这个通道就是井。利用机械设备或人力将地层钻成孔眼，这种工作叫钻井。

在一口井中，井的最上部叫井口，井的最下部叫井底，井眼周围的侧壁叫井壁，井眼的直径叫井径，井口到井底的距离叫井深，整个井眼叫井身，全部井身的某一段叫井段。如图1-1所示。

一口井从开钻到油井投产一般要完成以下几件工作：

1. 钻穿地层 石油钻井用来破碎岩石的工具是钻头。它是用钻杆带动旋转，并由钻杆施加压力来破碎岩石的。被破碎了的岩石叫岩屑。岩屑通过泥浆循环而被带至地面。随着岩石的不断被破碎，岩屑的不断带出，井深就不断增加。

2. 加固井壁 在钻井过程中会遇到有如高压油、气、水层，易坍塌层等复杂情况以及在钻井完井时，需要加固井壁（简称固井）。加固井壁就是采取向井内入下套管（一

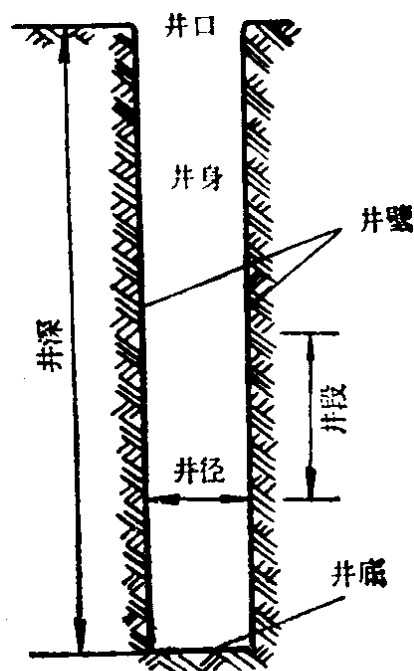


图 1-1 井的示意图

种优质钢管)，并在套管与井壁之间注入水泥。其目的是封固复杂层段保证以后钻井工作和最终构成畅通、坚固的油流通道。

3. 油井完成 油井完成是钻井工程中最后的一个重要环节，其内容主要包括钻开生产层，按设计完井方法完井，安装井口和井底装置。

4. 诱导油流 油井完成以后，在套管中把油管下到油层位置，装好井口装置，用降低液柱压力提高油层与液柱压差的原理，诱导油气流出称为诱导油流。

在油气田上常见的是生产井。生产井又分采油井（生产石油的井）；采气井（生产天然气的井）；注水井、注气井（为了保持地层压力而用来向地层注水、注气的井）。现场一般称为油、水井。

第二节 井身结构与井口装置

一、井身结构

井身结构指的是下入井中套管的层数、各层套管的尺寸和下入深度，以及各层套管外水泥的上返高度等（见图1-2）。每口井的井身结构都是在施工前根据钻井目的、钻井深度、地质情况、钻井技术水平和采油、采气的技术要求等设计的。

根据入井目的不同，套管可分为如下三种。

导管 防止井口地表土层坍塌，引导钻头钻进，使钻井一开始就建立起泥浆循环，上返的泥浆流入泥浆池等目的而下入的管子。下导管的坑大多数是用人工挖的。导管的深度一般取决于地下第一层较坚硬岩层所在的位置，通常下入深

度是2~40米。导管下部要用混凝土稳固地固定于坚硬的岩层上。

表层套管 其作用是封隔地表部分易塌、易漏的疏松岩层和水层；安装第二次开钻的井口装置，控制井喷，并支承技术套管与油层套管的部分重量。其下入深度是根据地表部分松软易塌、易漏层和水层的深度而定。一般情况，表层套管的下入深度为30~100米，也有下到几百米深的，表层套管外的水泥通常都上返到地面。

高压油气井钻井时，如果上部岩层疏松破碎，为了防止高压油气沿着疏松岩层的缝隙窜出地面，需要将表层套管适当地下深一些，并使套管鞋位于渗透性低、比较坚硬的地层处。

技术套管 用于封隔钻井泥浆难于控制的复杂地层，如无法堵塞的严重漏失层、非目的层的油气层、压力相差悬殊要求泥浆性能相互矛盾的油气水层等。技术套管的层次是由复杂层的多少和井队技术水平决定的。技术套管外的水泥返高，一般都返至封隔的复杂地层顶部100米以上。对于高压气层，为了防止天然气窜漏，水泥要返至井口。

油层套管 井内下入的最后一层套管叫油层套管。生产

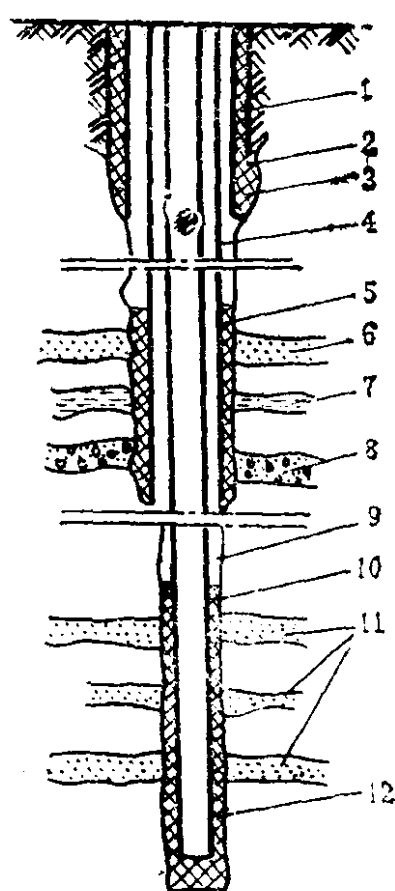


图 1-2 井身结构示意图

- 1—导管；2—表层套管；
- 3—表层套管水泥环；4—技术套管；5—技术套管水泥环；6—高压气层；
- 7—高压水层；8—易塌地层；9—井眼；10—油层套管；11—主油层（目的层）；12—油层套管水泥环

层的油气由井底沿这层套管及套管内的油管流至地面。油层套管必须能保证长期生产，满足合理开采油气和增产措施的要求。油层套管的下入深度是根据目的层的深度和不同完井方法决定的。管外水泥也要返至封隔的油气层顶部100米以上。对于高压气井或有易坍塌地层的井，管外水泥通常要返至地面，用以加固套管，增强丝扣密封性，提高套管抗内压能力。对钻达目的层后有可能还需要加深的井，设计井身结构时应留有余地，以备必要时还可再下一层套管。

各油田采用的油层套管较普遍的有7英寸、6⁵/₈英寸、5¹/₂英寸、5英寸、4¹/₂英寸多种。

二、井口装置

为了引导和控制油气混合物的流动方向和流量的大小，

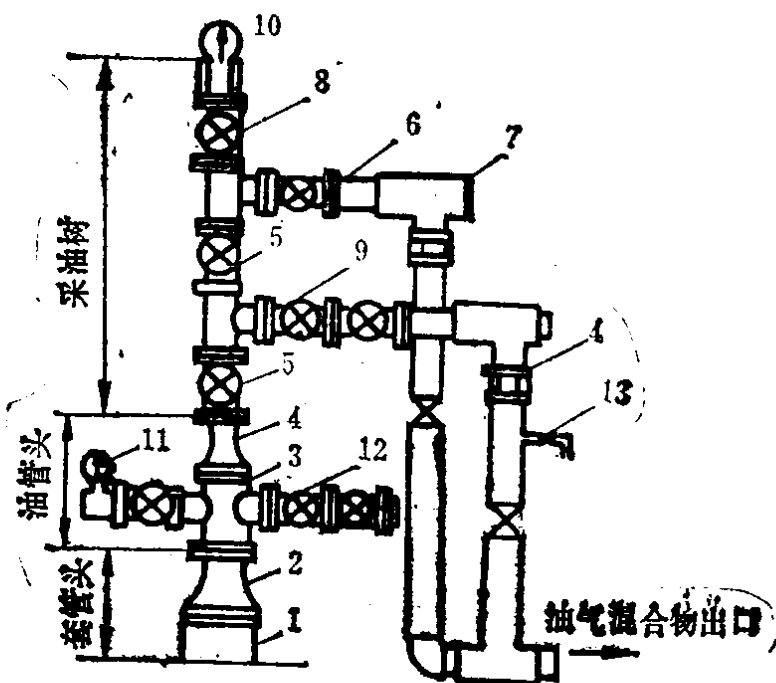


图 1-3 自喷井井口装置

1—套管短节；2—套管头；3—套管四通；4—油管挂；5—总闸门；6—短节；7—油嘴套；8—清蜡闸门；9—生产闸门；10—油压表；11—套压表；12—套管闸门；13—放空闸门

在井口必须安装井口装置。井口装置的作用是悬挂油管和密封油套管环形空间,控制和调节油井产量,保证各种井下作业(诱导油流、洗井、打捞、酸化、压裂等)的施工,并且便于录取井口压力资料、测压和清蜡等日常生产管理和测试工作。

自喷井的井口装置(如图1-3所示)与抽油井的井口装置(如图1-4所示)大同小异,由于抽油井井口压力低,所以装置就大为简化了。

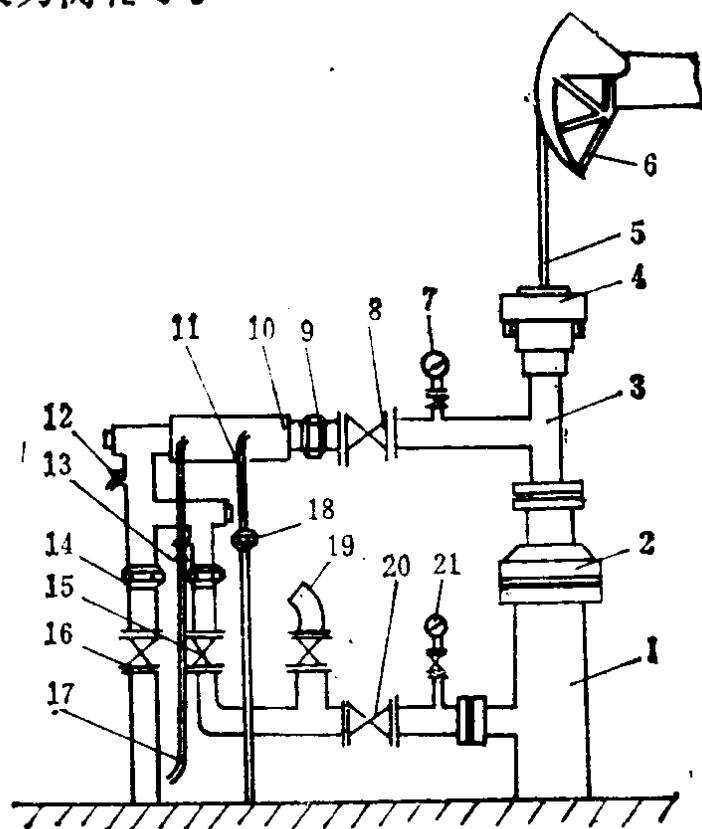


图 1-4 抽油井井口装置示意图

1—套管; 2—法兰盘; 3—三通; 4—盘根盒; 5—光杆; 6—驴头; 7—油压表; 8—生产闸门; 9、13、14、18—油壬; 10—油嘴套; 11—蒸气管线(进口); 12—取样闸门; 15—连通闸门; 16—回压闸门; 17—蒸气管线(出口); 19—试井闸门; 20—套管闸门; 21—套压表

井口装置通常由套管头、油管头和采油树三大部分组成。

油井完成时，由于下入井内最后一根套管的接箍往往难于控制在设计的位置，所以固井后安装井口之前都要在最末一根套管上端加接一段能使井口设备安装高度合适的套管短节，套管短节的上端装上半扇套管法兰，以便使套管头坐于其上。

1. 套管头

用以密封各层套管环形空间、承受部分套管柱重量以及安装套管四通、油管头（采油时）或井口防喷器（钻井时）。

对于水泥未返至地面的油气井，固井后往往要装上套管头，以密封多层套管间的环形空间，悬挂其它层套管柱并承受部分重量。

套管头按与套管连接的方式可分为法兰式套管头和丝扣式套管头两大类。法兰式套管头（如图1-5所示）的外层套管法兰与套管头下法兰连接，内层套管与套管头内丝扣连接。

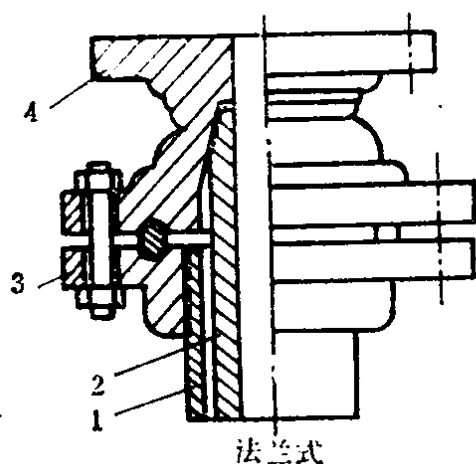


图 1-5 法兰式套管头

1—外层套管；2—内层套管；
3—法兰盘；4—套管头

丝扣式套管头（如图1-6所示）的下端系用丝扣直接与前一层套管短节的外丝扣连接，而下一层套管是通过卡瓦卡住后，坐在套管头的卡瓦座内的。卡瓦的上面有用钢垫圈压紧的耐油密封圈来密封其环形空间。上法兰可与同尺寸的井口装置连接。

在低压井上为了简化井口装置，目前多使用环形铁板将

两层套管连接起来，如图1-7A所示。

环形铁板，如图1-7B所示。