

石油高职教育“工学结合”教材

SHIYOU GAOZHI JIAOYU GONGXUE JIEHE JIAOCAI

修井作业

马继振 主编



石油工业出版社
Petroleum Industry Press

石油高职教育“工学结合”教材

修井作业

马继振 主编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书主要介绍了修井作业的内容及组织方法,井下作业设备、工具,修井环保措施,井下作业施工准备,常规作业工序,油井检泵作业,油井封堵作业,套管修复,井下事故的预防与处理,套管内开窗侧钻等。着重从基本理论知识、作业施工工序、操作方法和注意事项、案例等方面阐明了修井作业的知识点和应掌握的基本专业技能。本教材编排特色是任务明确、条理清楚、层次有序,具有很强的针对性、实用性与可操作性。

本书可作为石油高职院校钻井技术专业学生教材,也可供油田从事钻井、修井工程的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

修井作业/马继振主编.

北京:石油工业出版社,2012.6

(石油高职教育“工学结合”教材)

ISBN 978-7-5021-9039-2

I. 修…

II. 马…

III. 修井作业-高等职业教育-教材

IV. TE358

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 079309 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)64240656 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

2012 年 6 月第 1 版 2012 年 6 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:11.25

字数:270 千字

定价:22.00 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

修井工艺技术的发展是从生产实际出发,逐步形成和发展起来的。修井作业是油田开采工艺的重要组成部分;是确保油、气井生产长寿命,稳定产量,提高油气采收率的一项主要技术作业。随着世界石油、气田开发与工艺技术的进步,修井作业也逐步地发展和完善。为了使石油高职学生更好地学习和掌握常规修井工艺技术,具备基本的修井作业技能,我们按照创示范专业、工学结合的要求,编写了颇具特色的《修井作业》教材。

《修井作业》是一本面向石油钻井专业“工学结合”的课程教材,也是一本较全面介绍修井作业的专业参考书。这本“工学结合”的教材,参考了近几年国内修井方面有关的资料、书籍,注重理论联系实际,贴近油田现场,本着以就业为导向、任务驱动、项目化教学、培养石油钻井类高职学生专业实践技能的教学理念,精心组织教学内容,突出修井作业顺序和层次,重点强调大修作业工作内容,细化作业任务,教学做兼顾。其目的就是为了加强石油钻井类高职学生专业实践技能和可持续发展的能力培养,提高专业教学质量,使石油钻井类高职学生在专业就业方面有更大的优势。该课程教材从2008年开始编写,经实践教学应用、修改,已达到高职教学的基本要求。

该课程教材授课参考学时为60学时。教材按8个学习情境、27个项目、13个学习任务进行编排。涉及的主要内容有:修井作业有关术语;修井内容及组织方法;井下作业设备、工具;修井环保措施;井下作业施工准备;常规作业工序;油井检泵作业;油井封堵作业;套管修复;井下事故的预防与处理;套管内开窗侧钻。着重从基本理论知识、作业施工工序、操作方法和注意事项、案例等方面阐明修井作业的知识点和应掌握的基本专业技能。本教材编排特色是任务明确、条理清楚、层次有序、突显实用,具有很强的针对性、实用性与可操作性。学习情境下分项目,项目下分任务,每个项目或任务有具体学习目标、学习材料和思考题,并很好地与校内外实训项目有机地结合。在践行科学发展观、强化素质教育、大力推进高职教学改革与创新教材建设、提高高职教学质量方面,本教材有一定的示范引领作用。本教材也可用于油气钻井、修井现场员工专业培训及专业自学用书。

本教材编写任务来源于新疆克拉玛依职业技术学院“国家示范性高等职业院校建设方案”中项目三“钻井技术专业及相关专业群建设方案”。编写分工为:学习情境一、学习情境六至学习情境八由新疆克拉玛依职业技术学院马继振编写;学习情境二、学习情境三由新疆克拉玛依职业技术学院林强编写;学习情境四、学习情境五由中国石油新疆技师学院马蕙编写。本书由马继振任主编,并负责全书统稿。

由于教材涉及面广,油田现场工艺技术发展快,“工学结合”的深度有限,编者的专业信息资源和专业认知水平有限,书中难免存在不足之处,敬请使用者和专家批评指正。在该教材的编写过程中,得到了新疆克拉玛依职业技术学院石油工程系领导、同仁、新疆油田公司有关专家的大力帮助、指导,在此表示真诚的谢意!

编 者

2012年1月

目 录

学习情境一 修井作业概述	(1)
项目一 修井作业有关术语	(1)
项目二 修井内容及组织方法	(2)
项目三 井下作业设备、工具	(5)
项目四 修井环保措施	(13)
学习情境二 井下作业施工准备	(20)
项目一 井下作业设计	(20)
项目二 井场调查及搬迁	(24)
项目三 安装井口控制装置和安全检查	(30)
学习情境三 常规作业工序	(34)
项目一 起下管柱	(34)
项目二 组配管柱	(38)
项目三 压井和替喷	(40)
项目四 探砂面、冲砂	(48)
项目五 洗井、通井、刮蜡、刮削	(51)
项目六 气举和液氮排液气举	(53)
学习情境四 油井检泵作业	(56)
项目一 抽油泵井检泵作业	(56)
项目二 螺杆泵井检泵作业	(63)
项目三 潜油电泵井检泵作业	(70)
学习情境五 油井封堵作业	(76)
项目一 油水井查窜与封窜作业	(76)
项目二 油水井找漏与堵漏作业	(85)
项目三 油井堵水作业	(89)
学习情境六 套管修复	(99)
项目一 套管损坏	(99)
项目二 套管变形的修复	(106)
项目三 套管加固作业	(112)
学习情境七 井下事故的预防与处理	(129)
项目一 卡钻的预防与处理	(129)
项目二 井下落物打捞作业	(141)
项目三 油气井工程报废作业	(151)

学习情境八 套管内开窗侧钻	(159)
项目一 套管内开窗侧钻概述	(159)
项目二 开窗侧钻工艺技术	(162)
参考文献	(173)

学习情境一 修井作业概述

学习目标

- (1) 掌握修井作业有关术语;
- (2) 掌握修井的目的、基本原则、工作方针、工作内容、送修程序及施工组织;
- (3) 了解修井主要设备、辅助工具内容;掌握封隔器的结构及应用、分类及型号表示、常用封隔器工作原理等;
- (4) 了解修井环保措施。

学习材料

项目一 修井作业有关术语

(1) 井:以勘探开发石油和天然气为目的,利用机械设备和工具、工艺技术,从地面向下钻出的具有一定深度的圆柱状孔眼。

(2) 井身结构:包括井中套管的层数及各层套管的直径,下入深度和管外的水泥浆返高,以及相应各井段钻进所用钻头直径。

(3) 生产井:以采油采气为目的而钻的井。

(4) 注入井:以向油气藏注水或注气等,提高油气采收率为目的而钻的井。

(5) 直井:井眼轴线大体沿铅垂方向,其井斜角、井底水平位移和全角变化率均在限定范围内的井。

(6) 探井:指以了解地层的时代、岩性、厚度、生储盖的组合和区域地质构造,地质剖面局部构造为目的;或在确定的有利圈闭上和已发现油气的圈闭上,以发现油气藏、进一步探明含油气边界和储量以及了解油气层结构为目的所钻的各种井,包括地层探井、预探井、详探井和地质浅井。

(7) 定向井:按照探井或生产井的目的和要求,沿着特定的方向和轨迹所钻达预定目的层位的井。按井深剖面可包括垂直段、增斜段和稳斜段等线段组成的井。

(8) 水平井:先钻一直井段或斜井段,在目的层中井斜角达到或接近 90° ,并且有一定水平长度的井。

(9) 开发井:指为开发油气田所钻的各种采油采气井、注水注气井,或在已开发油气田内,为保持一定的产量并研究开发过程中地下情况的变化所钻的调整井、补充井、扩边井和检查资料井等。

(10) 完井:从钻开生产层时起到把井移交采油部门或投产前所进行的工作通称为完井。包括电测、通井划眼、下油层套管及注水泥固井、试油等一系列工序。

(11) 完井方法:指油气井井筒与油气层的连通方式,以及为实现特定连通方式所采用的井底结构形式和有关的技术措施。

(12)裸眼完井:目的层部位不下套管与筛管的完井方法。

(13)射孔完井:钻开油气层后,将油气层套管下至井底,并在油气层套管与井壁间注入水泥浆,且有一定的返高,当水泥浆凝固后,对油气层射孔,使油气层和井筒连通的完井方法。

(14)筛管完井:钻穿油气层后,把带筛管的套管下入到油气层部位,然后注水泥封隔油气层顶界以上的环形空间的完井方法。

(15)砾石充填完井:下扩孔钻头钻穿油气层,在对应油气层的部位下入筛管,并在筛管与井眼的环形空间充填砾石,最后封隔筛管以上环形空间的完井方法。

(16)表层套管:为防止井眼上部地表疏松层的垮塌和上部地层水的浸入以及安装井口防喷器装置而下的套管。

(17)中间套管:为保证钻井顺利钻达目的层并有利于中途测试,对目的层上部的易塌地层及复杂地层进行封隔而下入的套管。

(18)生产套管:为保证正常生产和井下作业而下入井眼内的最里层套管。

(19)人工井底:井底水泥塞顶面至地面井口转盘面位置的深度。

(20)水泥返高:固井时从管外上返的水泥浆凝固形成水泥环后的顶界面位置至井底的深度。

(21)井下作业: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。

(22)大修: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。

(23)油补距:转盘上平面到套管四通上法兰面之间的距离。

(24)套补距:转盘上平面到套管短节法兰上平面之间的距离。

项目二 修井内容及组织方法

一、修井的目的、基本原则和工作方针

在石油与天然气勘探开发的各项施工中,修井作业是一个重要环节。油气井在自喷、抽油或注水注气过程中,随时会发生故障,造成油井减产甚至停产。例如:油气井下部砂堵、井筒内严重结蜡、结盐、油层堵塞、渗透率降低、油气水层互相窜通、生产油层枯竭等油井本身的故障;油管断裂、油管连接脱扣、套管挤扁、断裂和渗漏等油井结构损坏;抽油杆弯曲、断裂或脱扣、抽油泵工作不正常等井下采油设备故障。出现故障后,必须通过井下作业来排除故障,更换井下设备,调整油井参数,使油井恢复正常的生产。

修井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,所以说修井工艺技术是采油工艺技术的一部分。由于油气井生产工艺的需要,修井有时要改变原井身结构,例如钻、磨、固等工序,同时又吸取了部分钻井工艺技术及参数。实际上,从发展的观点来看,修井工艺技术将会在钻井工艺和采油工艺的基础上,发展为一门独立的工艺技术。

修井的目的是解除井下事故、维护井身和改善油井出油条件(注水井注水条件),从而恢复单井出油(注水)能力,提高油井利用率,保持油井稳产,最终提高油田的采收率,使油田开发获得最大经济效益。

在修井作业中,严格执行技术标准及操作规程,只能解除井下事故,不能增加井下事故;只能保护和改善油气层,不能破坏和伤害油气层;只能保护井身,不能损坏井身。这是修井作业设计、施工及检验的基本依据,也是修井工作的最基本原则。

修井的工作方针是依靠科技、保证质量、安全第一、突出成效。无论是从井下工艺的发展,还是适应市场竞争的需求,科学技术始终是后盾和基础,这充分体现了“科学技术是第一生产力”的精神。质量是企业生存的基础,科学的管理是质量的保证。过硬的质量、信誉良好的产品才是顾客的需要。国家安全生产的方针是“安全第一、预防为主”。随着生产力的不断发展,安全生产、文明施工直接关系到企业的形象。在市场经济中,企业的生存和发展必须符合经济规律,修井作业行业也不例外,因此必须体现一定的经济效益。修井工作最终要实现油水生产井有效、公司有效、员工得利,这就是所谓的“突出成效”。

二、修井的工作内容

1. 油水井出现故障的原因

油气生产井出现故障的原因很多,归纳总结可分为潜在因素和后天因素两类。潜在因素有地质和钻井两种原因;后天因素有油气生产井工作制度及作业不当。由于地层构造、内部胶结、孔隙中流体等因素可以造成油井出砂、出水、结蜡、结钙、套管变形,甚至穿孔、错断等后果;由于钻井井身结构的设计不合理、固井质量不合格、完井套管质量差等因素,会造成套管破漏、断裂,导致不同层位之间相互窜通等后果。由于油气生产井工作制度不合理,造成采油强度或注水强度过大,引起压力激动;注采结构不合理,造成油井出水、出砂、套管变形损坏、卡钻等后果;作业不当是由于设计方案有误,入井流体与地层配伍性差、腐蚀性强,各类作业时违反技术标准或操作规程,造成掉、落、卡或对井身的伤害。无论何种状况下的井下故障,都将影响油井产量,严重时可能造成停产,还可能影响其他油井生产。

2. 修井的工作内容

大修与小修同属于井下作业,但从工作内容上既有联系,又有区别,这里仅从工作内容上给予区别。

小修工作内容为冲砂、清蜡、检泵、换结构、简单打捞(限下2次工具以内)、注水泥等。

大修工作内容为井下故障诊断、复杂打捞(下打捞工具3次以上)、查窜封窜、找漏堵漏、找水堵水、防砂、回采、修套管、过引鞋加深钻井、套管内侧钻、挤封油水层、油水井报废等工作。

3. 打捞分类

1) 简单打捞

凡掉入井内的管类、封隔器和绳类等,没有卡钻遇阻等复杂情况,一般作业队的设备及技术力量能够解除的故障,并且不需要采用转盘倒扣、套铣、磨铣等打捞作业均属于简单打捞。例如,在采油、注入、修井过程中掉入井内的铅锤、刮蜡片、压力计、钢丝和钢丝绳等,或在修井过程中没有按操作规程作业,造成修井工具、管类、绳类掉入井中,或钻具、管柱和封隔器被卡断落在井内,用简单提拉、震击解卡可以解除的均属于简单打捞。

2) 复杂打捞

凡掉入井内的管类、封隔器和绳类等,一般作业队的设备及技术力量无法处理,必须采用倒扣、套铣、钻磨及爆炸等措施处理才能恢复正常生产的作业。

4. 修井作业

修井作业的主要内容可归纳为以下三个方面：

- (1) 起下作业,如对发生故障或损坏的油管、抽油杆、抽油泵等井下设备和工具提出、修理更换、再下入井内,以及抽吸、捞砂、机械清蜡等作业;
- (2) 井内的循环作业,如冲砂、热洗、循环钻井液及挤水泥等作业;
- (3) 旋转作业,如钻砂堵、钻水泥塞、扩孔、重钻、侧钻及修补套管等。

三、油水井送修程序及施工组织

1. 送修程序

油水井的送修程序有两种,一种是定向送修,一种是招标送修。

1) 定向送修

根据所需修井的技术要求,送修方认为只有某承修方可以完成,一般采用此种方式。此送修程序为:

- (1) 油田公司作出油气生产井修井送修书;
- (2) 送修书送给某承修公司;
- (3) 双方技术人员对送修书提出的要求交换意见;
- (4) 承修公司作出修井地质设计和工程设计;
- (5) 双方现场井口交接(送修方交,承修方接)并在井口交接书上签字。

2) 招标送修

招标送修是指送修方对一口井或一批井,在查清每口井井内情况,目的和要求明确,为了提高修井质量,缩短施工时间,降低不必要的作业费用,对有能力的承修公司进行招标的一种形式。此送修程序为:

- (1) 油田公司发出招标公告;
- (2) 承修公司按公告要求获取招标文件;
- (3) 承修公司按招标文件要求做出标书;
- (4) 按要求参加招标会;
- (5) 中标后签订合同;
- (6) 按合同履行各自职责。

2. 施工组织

接井后,整个施工组织以修井队为主,力争独立完成。首先做出地质、工程设计,由主管部门审批后对全队人员进行技术交底;然后按设计要求,勘查路线,平整井场,准备材料,组织搬迁、安装,建立通信渠道,按设计及技术标准组织好每道工序的施工;最终按合同要求交井。

在此过程中,修井队应每天由队长组织召开生产会,对当天工作进行小结,互通信息,共同研究下步措施。作业劳动组织及工序衔接要安排好,重大问题及时向管理部门反映并提出本队意见,井况有变时及时与油田公司联系。每班应建立严格的交接班制度,交接班前后应由班长组织全班人员召开班会,班前会的主要内容应包括:当班安全工作、当班主要工作、技术要求,工作分工及相互配合,时间不宜超过 30min;下班时召开班后会,对当班工作进行小结。

此外,各管理部门应及时掌握和了解各井施工情况,全力支持修井队工作,帮助修井队解决困难。

项目三 井下作业设备、工具

井下作业设备是用来对井下管柱或井身进行维修或更换而提供动力的一套综合机组。它包括动力机、传动设备、绞车、井架、天车、游动滑车、大钩、水龙头、转盘、泥浆泵和其它辅助设备。

一、修井机

修井机或通井机是修井和井下作业施工中最基本、最主要的动力来源,按其运行结构分为履带式 and 轮胎式两种形式。履带式修井机一般不配带井架,其动力越野性好,适用于低洼泥泞地带施工。轮胎式修井机一般配带自背式井架,行走速度快,施工效率高,适合快速搬迁的需要,但在低洼泥泞地带及雨季、翻浆季节行走和进入井场相对受到限制。

各油田使用的轮胎式修井机型号较多,目前现场使用较多的有 XJ350 型、XJ250 型等。XJ250 型修井机示意图如图 1-1 所示。

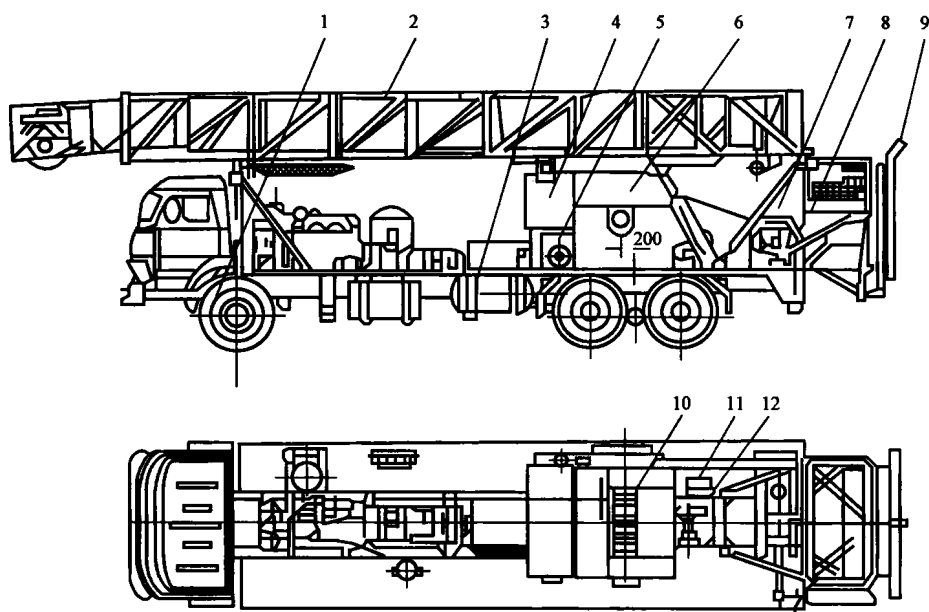


图 1-1 XJ250 型修井机示意图

- 1—自走车底盘;2—井架及游动系统;3—刹车冷却装置水箱;4—液路系统油箱;
5—绞车传动装置;6—绞车架及护罩总成;7—转盘传动装置;8—司钻操作台;
9—井口操作台;10—滚筒及刹车系统;11—死绳固定器及指重表;12—液压绞车

履带式修井机一般通称通井机,其实是一种履带式自走型拖拉机经改装添加滚筒而成。常用的修井机型号有兰州通用机械厂制造的红旗 100 型,鞍山红旗拖拉机制造厂制造的 AT-10 型,青海拖拉机制造厂制造的 XT-12、XT-15 型等型号。AT-10 型修井机外形图如图 1-2 所示。

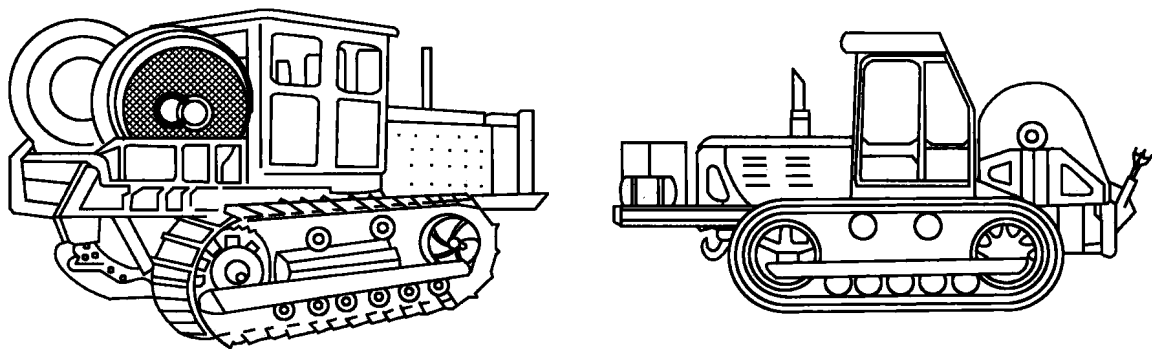


图 1-2 AT-10 型修井机外形图

二、修井主要设备、工具

1. 井架

井架是支撑吊升系统的构件,常用的井架可分为固定式井架和车载式井架两种。在常规作业和油气井增产增注措施作业施工中,经常使用固定式井架;在油气井大修作业施工中,经常使用车载式井架。

2. 天车和游动滑车

天车和游动滑车是吊升系统的两个部件,通过钢丝绳的反复上下穿绕把它们连成一个定、动滑轮组合。最后一道钢丝绳绕过天车轮后,绳头放下缠绕在绞车滚筒上,从天车轮另一端下来的钢丝绳则把它固定在井架下的死绳固定器上。天车、游动滑车、钢丝绳三个部件把绞车、井架以及钻、管柱联系起来,以实现起下作业。

3. 大钩

大钩是修井机游动系统的主要设备之一。它的作用是悬挂水龙头并通过吊环、吊卡悬挂钻柱、套管柱、油管柱,并完成修井作业及其他辅助施工。

游车大钩为游动滑车与大钩组成的一体的整体结构型式,其游车为单轴式,大钩为三钩式。

4. 水龙头

水龙头是修井机旋转系统的一个部件。它上部悬挂在大钩上,下部通过方钻杆与钻柱相连接,在循环修井工作液的同时悬挂钻柱,并保证钻柱旋转。

1) 水龙头的作用

- (1) 有足够的承载能力悬挂钻杆柱;
- (2) 能保证在有悬挂钻杆柱的情况下正常旋转;
- (3) 要具有高压密封循环修井工作液通道的功能。

2) 水龙头的形式

从承载能力区分,水龙头有轻型和重型两种形式;从有无动力区分,水龙头可分为无动力水龙头及动力水龙头。目前在修井施工中普遍使用的是无动力水龙头。

5. 转盘

转盘是修井施工中驱动钻具旋转的动力来源。修井时用修井机发动机为主动力,带动转盘转动,转盘则驱动钻具转动,用来进行钻、磨、铣、套等作业,完成钻水泥塞、侧钻、磨铣鱼顶及

倒扣、套铣、切割管柱等施工。

大修中常用的转盘按结构形式可分为船形底座转盘和法兰底座转盘两种形式。

6. 泥浆泵

在大修和井下作业施工过程中,泥浆泵主要用于循环修井工作液,完成冲洗井底、鱼顶等作业施工。一般有条件的井场可配备电驱动泥浆泵,在无电源情况下,配备柴油机驱动的泥浆泵。

1) 泥浆泵的形式

与修井机配套的泥浆泵主要有双缸双作用泵和三缸单作用泵两种形式。双缸双作用泵有两个缸,每个缸中的活塞在一侧吸入的同时,另一侧则排出,活塞往复一次,吸入、排出各两次。三缸单作用泵有三个缸、三个活塞,活塞仅一面给流体施加压力,活塞往复一次,泵做一次吸入和排出。

2) 泥浆泵的分类

按液缸的布置方式分类,往复泵有卧式、立式之分;按活塞式样分类,有活塞泵、柱塞泵之分。对修井泵来说大都为卧式活塞泵。

7. 辅助工具

1) 钢丝绳

在井下作业施工中,一般常用 $\phi 19\text{mm}$ ($\frac{3}{4}\text{in}$)和 $\phi 22\text{mm}$ ($\frac{7}{8}\text{in}$)钢丝绳作滚筒与游动滑车之间的连接大绳,使修井机滚筒、井架天车、游动滑车及大钩连接成为统一的吊升系统,将滚筒的转动动力转变为游动系统的提升力,完成井下作业施工的各种工艺管柱的起下和悬吊井口设备等作业。

钢丝绳的另外用途是用于井架绷绳,固定稳定井架,使井架能承载井下作业管柱负荷。钢丝绳在井下作业施工中还用于牵引拖拉起吊设备时的承力、承重绳套。

2) 吊环

吊环是起下井下管柱时连接大钩与吊卡用的专用提升用具。吊环成对使用,上端分别挂在大钩两侧的耳环上,下端分别套入吊卡两侧的耳孔中,用来悬挂吊卡。

(1)吊环的结构:按结构不同,吊环分单臂吊环和双臂吊环两种形式。单臂吊环是采用20SiMnMoV等高强度合金钢锻造而成,具有强度高、重量轻、耐磨等特点,因而适用于深井作业。双臂吊环则是用一般合金钢锻造、焊接而成,所以只适用于一般修井作业。单臂吊环在双吊卡起下井下管柱过程中,因重量轻而消耗体力少,但套入吊卡耳孔中较困难。双臂吊环重量较大,但套入吊卡耳孔比较方便。

(2)吊环使用要求:吊环应配套使用;不得在单吊环情况下使用;经常检测吊环直径、长度变化情况,成对的吊环直径长度不相同,不得继续使用;应保持吊环清洁,不得用重物击打吊环。

3) 吊卡

吊卡是用来卡住并起吊油管、钻杆、套管等的专用工具。在起下管柱时,用双吊环将吊卡悬吊在游车大钩上,吊卡再将油管、钻杆、套管等卡住,便可进行起下作业。修井施工中常用的吊卡一般有侧开活门式和月牙式两种吊卡。

(1)侧开活门式吊卡重量较重,适用于对钻杆、套管和油管卡持,使用较广泛,能与双臂吊环配合起下钻杆、油管;

(2)月牙式吊卡(闭锁环式吊卡)只适用于小尺寸、中等载荷的油管。

三、封隔器

随着采油气工艺技术的发展,人们对油气层的认识不断深化。由于油层是非均质性的,各油气层的产量、压力和吸水能力往往差异很大,因而给油气田开采带来了不少困难。如何合理开发多油气层油气田、提高采收率、确保长期稳产高产,是一个很重要的问题。对油气层采取分层注水、分层采油、分层改造、分层测试、分层管理、分层研究,是确保油田高产稳产、提高采收率的重要手段。分隔油层是用分层管柱及其工具实现的。

封隔器是套管里封隔油层的重要工具。它的主要元件是胶皮筒,通过水力或机械的作用,使胶皮筒膨胀密封油管 and 套管环形空间,把上、下油层分隔开,达到某种施工目的,这是封隔器的主要作用。

1. 封隔器的结构及应用

封隔器的花样繁多但基本结构相差无几,主要包括密封、锚定、坐封、解封、扶正、锁紧六大部分。

1) 封隔器的结构

(1) 密封部分。

密封部分是在外力(机械力或液压力)的作用下发生动作,最终密封环形间隙,防止流体通过的机械。它是封隔器的关键部分,主要由弹性密封元件、安装密封元件的钢碗和隔环(挡圈),以及各种防止密封元件“肩部突出”的“防突”部件构成。其中,密封元件是至关重要的核心部件,通常制作成圆筒状,所以也俗称胶筒。近年来为了实现油管与封隔器之间的内密封,密封元件才制成各种形状(如V形)的密封填料。

(2) 锚定部分。

锚定部分也称“支撑部分”,其作用是将封隔器支撑在套管壁上,防止封隔器由于纵向移动而影响密封性能,或引起封隔器过早解封,主要包括水力锚和卡瓦等。

水力锚使用比较广泛。它通常由许多卡瓦牙或锯齿形锚爪(分布在活塞端部的圆柱面上)构成的。它既可与封隔器设计成一体,与卡瓦配合使用,也可以单独接在封隔器上。

卡瓦也是一种常用的起锚定作用的机构。在封隔器下入深度较浅或承压能力低时,用单向卡瓦。有时,为了使胶筒受力均匀,在胶筒两端使用两个整体卡瓦。

为了防止封隔器的纵向移动,特别在深井和高压作业中,往往采用正、反多级卡瓦,附加上水力锚,即使是支撑井底的支柱式封隔器,由于怕压坏尾管,也往往如此。

(3) 扶正部分。

扶正部分主要起扶正密封元件的作用(尤其在井身质量不好的井中),同时也起初卡作用,便于封隔器坐封。这种作用,通常由一些扶正弹簧和状如灯笼的扶正器承担。在转动管柱坐封封隔器时,扶正弹簧片对套管壁有足够的摩擦力,防止封隔器壳体随管柱转动。扶正器一般由扶正弹簧罩、弹簧座和弹簧组成,其作用靠外端呈圆柱面的扶正块来实现。

(4) 坐封部分。

坐封部分是使封隔器坐于目的层段后保持密封状态(即工作状态)的机构。通常包括坐封活塞,中心管(或有轨迹换向槽的轨迹管),上、下接头,滑环套等。

坐封部分动作时,起两个作用:推动锥体,使卡瓦张开(对于带卡瓦的封隔器来说),并贴在套管壁上;压缩弹性密封元件,使之胀大而密封。

(5) 锁紧部分。

锁紧部分是封隔器一旦密封后,使之固定于坐封状态(使密封元件密封后保持不变)的机构。锁紧部分通常由外中心管、销钉、各种内锁紧机构(如锥环、锁环、锁扣或锁扣指以及棘轮机构)构成。

(6) 解封部分。

解封部分是使油管与套管环形间隙连通,进而导致卡瓦收回、胶筒恢复原状,以利于起封的机构。对于丢手封隔器,则需另行配备专用的坐封和解封工具。解封部分通常由平衡活塞、平衡阀(循环阀)、循环孔(连通孔)、液缸或解封套、解封锁钉构成。

当然,由于封隔器使用的目的和工艺要求的不同,各种类型的封隔器并不一定各大部分样样都有。但密封部分、坐封部分、解封部分都是必不可少的。

2) 封隔器的应用

封隔器的使用是非常广泛的,几乎遍及勘探和开发的各个生产过程。之所以应用封隔器,除了可满足生产中的各种工艺要求外,也有经济上和操作上的考虑,因为借助封隔器进行井下作业,比之其他井下工具更为合算、更为方便。封隔器一旦在井下有效工作,就可以达到下列的目的:

(1) 隔绝井液和压力,以保护套管免受影响,从而改善套管工作条件;

(2) 封隔产层或施工目的层,防止层间流体和压力互相干扰,以适应各种分层技术措施的需要,或便于进行堵漏、封窜等修井作业;

(3) 保存并充分利用地层能量(包括溶解气能量),以提高油气井生产效率,延长其工作时间;

(4) 使井的控制仅限于地面油管,以确保安全和最大限度地控制地层;

(5) 便于采用机械采油方式,如为气举和水力活塞泵抽油提供必要的生产通道,或将套管分隔为吸入和排出两部分,以利于无管泵进行抽油;

(6) 用在气井中(尾管下至射孔段以下),可以缓和气井液面过早上升;

通常,封隔器不能用于下列场合:杆式泵抽油井;电潜泵抽油井;靠环形空间生产的低硫高产油气井(因为油管要用作压井管线或用来下测压、测井仪表);油管套管同出的低硫干气井。

2. 封隔器的选用依据

封隔器选用得当,就会确保甚至提高井下工作效果。因此,必须对预定的井下作业的目的进行分析。一般来说,应当结合油气井现在和将来的情况,并在预计到要可能进行其他作业的情况下,选择既尽可能达到多项使用的目的,总成本又最低的封隔器类型,这是选用封隔器最基本的依据。总结起来,可考虑以下因素:

(1) 封隔器的结构性能:封隔器的结构性能是决定使用效果和成本的关键因素,应当优先予以考虑;对封隔器性能的基本要求是下得去、封得严、能耐久;具体说来,包括坐封或解封动作是否简单,耐压、耐温、抗腐蚀的程度和连续密封的时间及最为适合何种作业。在结构设计上,要求具有可取性或者打捞性以及过油管作业的能力;

(2) 封隔器的价格和成本;

(3) 井下流体的性质和种类:当井中含有 CO_2 、 H_2S 时,选用封隔器必须考虑到加工封隔器的材质;

(4) 地面设备和井下工具的相互关系。

此外,套管尺寸、完井层数、井的类型和工作方式、井身质量、管柱配合、井下压力和温度条

件以及预计的修井次数等,都应予以考虑。

3. 封隔器的技术要求

封隔器是为了油田某种技术措施的需要,由钢体、胶皮封隔件部分与控制部分构成的井下分层封隔的专用工具。

(1)凡是准备下井的封隔器,必须按其技术要求规定进行地面组装试压,检验合格后方可下井;

(2)封隔器下井前,对所要下入的井段必须进行通井,以保证封隔器顺利地起下,避免发生井下卡钻事故。同时,还要求进行洗井;

(3)封隔器坐封位置应避开套管接箍,以免损坏封隔器密封胶皮筒,并保证封隔器密封良好。同时,要求套管外无窜槽;

(4)起下作业时,操作要平稳;在遇阻、打捞、坐封与解封时不能猛提、猛放;

(5)在起下封隔器管柱遇阻或遇卡,以及坐封支撑式和卡瓦式封隔器时,施工井口必须安装指重表或拉力计;

(6)为了有效地使用封隔器和充分地发挥封隔器的技术效能,合理地完成各项工艺技术措施,在设计时,应尽量做到标准化、系列化和通用化。

4. 封隔器的分类与编号

依据原石油工业部标准 SY 5105—86《油气田封隔器分类及型号编制方法》,按封隔器分类代号、封隔器支撑代号、封隔器坐封、解封方式代号及封隔器钢体的最大外径五个参数依次排列,进行型号编制(表 1-1 至表 1-4)。

表 1-1 分类代号表示方法

分类	自封式	压缩式	楔入式	扩张式
代号	Z	Y	X	K

注:根据封隔器的封隔件类型分类。

表 1-2 支撑方式代号表示方法

支撑方式	尾管	单向卡瓦	无支撑	双向卡瓦	锚瓦
代号	1	2	3	4	5

表 1-3 坐封方式代号表示方法

坐封方式	提放管柱	转管柱	自封	液压	下工具
代号	1	2	3	4	5

表 1-4 解封方式代号表示方法

解封方式	提放管柱	转管柱	钻铤	液压	下工具
代号	1	2	3	4	5

例如 Y111 型系列封隔器,表示该封隔器封隔件工作原量为压缩式,靠尾管支撑方式支撑坐封,靠提放管柱解封。

例如 Y211-114 型封隔器,表示该封隔器封隔件工作原理为压缩式,单向卡瓦支撑,提放管柱坐封,提放管柱解封,钢体最大外径为 114mm。又如 K341-140 型裸眼封隔器表示封隔

器的封隔件工作原理为扩张式、无支撑、靠液压密封、提放管柱解封,钢体最大外径为 140mm,适用于裸眼井的封隔器。

5. 常用封隔器简介

1) 分层配产封隔器

(1) Y341 系列封隔器的用途。

该系列封隔器主要用于分层采油、分层注水、分层堵水、气举找水、油井热油循环清蜡和机械采油井的分层采油。

(2) Y341 系列封隔器的结构。

该系列封隔器主要由上接头、调节环、挡环、胶筒、隔环、中心管、“O”形胶圈、活塞、剪钉、卡块、悬挂体、活塞套、卡簧、保护环、键、下接头等组成。

(3) Y341 系列封隔器的工作原理。

当管柱下至预定深度需要坐封时,用高压泵从油管打入高压液体加液压。高压液经中心管的孔眼作用在活塞上,当压力达到一定数值后便剪断剪钉,活塞套与活塞上行压缩胶筒,使其外径变大密封住油管和套管环形空间。当放掉井内高压液时,大卡簧将活塞卡住,使胶筒一直保持坐封工作状态。

使用这种封隔器安全、可靠,上起管柱时遇阻也不会压缩胶筒而卡在井内,这是因为小卡簧刚好卡在中心管下端小槽之中的缘故。解封时只需上提管柱,与管柱相连接的上接头、调节环、中心管和键向上运动,其余部件由于胶筒与套管的摩擦力作用保持不动,又由于进行坐封时活塞已上行使卡块失去外支撑,结果卡块被挤出胶筒,胶筒便回收解封。

(4) Y341 系列封隔器的使用技术要求。

该系列封隔器必须使用活动油管头和支撑卡瓦将封隔器上、下固定住。

2) 分层注水封隔器

目前油田注水用封隔器结构类型较多,比较常用的有水力扩张式封隔器(主要用于浅井)与水力压缩式封隔器(主要用于深井注水)。

(1) K344 系列封隔器。

① 用途。

该系列封隔器主要用于分层注水、分层酸化、分层查窜与封窜等。

② 工作原理。

坐封与工作时,从油管中心通道注入高压液,高压液体在井下管柱底部被堵后,强迫使其经过滤网罩、下接头的孔眼和中心管的水槽充满胶筒的内腔,当继续注液时,压力升高,使胶筒胀大,以封隔住油套管环形空间,进入坐封工作状态。解封时,放掉油管内的液压,靠胶筒本身的弹力将其收回而解封。

③ 使用技术要求。

为保证该封隔器密封可靠,必须与定压阀门(节流器)配套使用,即保证该封隔器坐封的压差。

(2) Y344-114(6)(752-6)型可洗井封隔器。

① 用途。

Y344-114(6)(752-6)型封隔器是一种可洗井封隔器,用于单级下入注水井作为套管保护封隔器,与 Y341-114 II (752-4 I) 型可洗井封隔器组合下入井内作为分层配注封隔器使用。