

钻井工程事故 预防与处理

刘子春 张召平 石凤歧 等编著



中国石化出版社

钻井工程事故预防与处理

刘子春 张召平 石凤歧
任俊 吴修国 李立龙 编著

中国石化出版社

前 言

对于钻井生产而言,钻井事故是难以避免的,有时钻井事故复杂时效甚至占总钻井总时间的15%,其原因是多方面的,但工作中存在许多认识不足及操作上存在一些问题重要原因之一,坚持“安全第一,预防为主”的安全工作方针,全面贯彻执行钻井事故预防规定,减少事故时效是我们的方向。

迄今,市场上尚未见到任何内容上系统讲解事故预防方法及事故处理提示的参考书。而现场工作人员虽有经验,但缺少全面和系统的了解,恰恰需要这种无任何偏见的参考资料作为决策之前的提示,尽可能选择较为正确、合理的行动方案,避免井下事故复杂的发生。本文收集了近十多年行之有效的方法和措施,目睹了领导决策、措施制定,倾听了他们的意见,学习他们的经验,充分体现了千百名现场施工人员的工作成果。详细介绍了钻井中的各个环节及注意事项,并根据实践经验提出有关建议。

本书因时间仓促,错误之处在所难免,望各位专家及同仁批评指正。

作 者

2000年5月1日

目 录

第一章 概述	(1)
第二章 事故预防的日常工作	(4)
第一节 钻井全过程事故预防	(4)
第二节 井队人员一天的基本工作程序	(9)
第三章 钻井复杂情况的诊断和预测	(11)
第四章 卡钻事故的预防与处理	(19)
第一节 压差卡钻事故的预防	(19)
第二节 压差卡钻事故的处理	(26)
第三节 其它类型卡钻事故的预防	(30)
第四节 套铣倒扣工艺	(34)
第五节 常用震击解卡工具简介	(42)
第六节 卡钻事故实例分析	(64)
第五章 钻具和落物事故的预防与处理	(74)
第一节 钻具事故的预防	(74)
第二节 落物事故的预防	(80)
第三节 钻具事故常用处理工具	(83)
第四节 常用落物打捞工具	(102)
第五节 钻具事故实例分析	(109)
第六章 井漏的预防与处理	(112)
第一节 井漏的预防	(112)
第二节 井漏的处理	(123)
第七章 井塌的预防与处理	(137)
第八章 盐膏层钻井事故预防与处理	(149)
第九章 测井阻卡预防与处理	(161)
第十章 复杂情况下的操作	(167)
第十一章 事故预防的有关规定	(174)
第十二章 钻井常用数据	(186)

第一章 概述

“钻井事故预防”一词是指从地质设计、定井位、钻井设计、钻进到完井的全过程中,为防止一切可能发生的事故而采取的一系列措施。

事故预防是一种常规和常用的重复性技术,同时又是一种低成本投入,获得高收益的有效手段,因此,我们应该从各个方面入手,谨慎行事,针对不同情况,作出正确的判断和推理,强化事故预防工作,确保钻井生产的正常运行。

钻井是时刻与陌生的地层作斗争,它并非是一门十分严谨的科学,许多时候一口井可通过几种方案完成,不过,若将各种因素进行综合考虑,则可能只有一种是最佳方法,这就需要我们具有丰富的知识,灵活的头脑,果断的决策,简便可行的措施,渐渐深入的工作方法。

安全是最大的节约,事故和复杂是最大的浪费,最大限度地减少事故复杂时效是我们进行事故预防的最主要目的。钻井工程事故的发生,并不是一种客观存在,是可以避免的,可以说,客观的不安全因素和主观的不安全行为相互交织到一起,便有可能发生钻井工程事故。因此,强化事故预防需从两方面着手,一是最大限度地克服客观的不安全因素,引导它们向好的方面转化,二是强化操作者自身的素质,最大限度地减少不安全行为。

在钻井过程中,井下事故时常发生,特别是一代一代传下来对事故发生习以为常的态度,导致大家形成了事故是不可避免的这一非正常的错误的习惯心理,淡化了人们进行事故预防的积极性,总的说来,钻井工程事故的发生的原因主要有以下几点:

(1) 技术及思想观念落伍,导致工作被动,事故复杂时效高,根据不完全统计,责任事故占钻井事故总时效的 85% 以上;

(2) 地层压力与预测压力相差甚远,产层压裂、注水井高压增

注等增产措施,导致同一系统内多套压力系统并存;

(3)地层变化,人员没有思想准备,错误的进入复杂井段;

(4)定向井、水平井难度增加,井眼轨迹复杂;

(5)设备突然发生故障;

(6)钻井液性能不能满足井下情况时,调整方案不当或调整不及时;

(7)队伍管理存在问题,职工主人翁责任意识不强;

多年的实际工作经验告诉我们,搞好事故预防工作应具备以下几点:

(1)加强队伍建设,提高管理水平。

(2)提高现场操作者的技术素质和业务水平,尤其是现场指挥者的素质。

(3)关心生产,强化主人翁责任心,杜绝违章操作。

(4)学习钻井工艺,了解钻井工艺中的每个重要环节。

(5)掌握有关技术规定及操作规程,严格执行现场制定的各项措施。

(6)遇到问题冷静,处理问题细心,及时汇报及时分析,切忌不讲科学,不动脑筋,不负责任的瞎干。

(7)建立健全事故预防体系,全方位预防事故和复杂的发生,组织自查、自改、每天分析井下情况,并有预见性的分析井下发展状态。

(8)全体保持长期的事故预防意识,与事故复杂作不懈的斗争,特别是在顺利一段时间后,更要引起注意。

经过多年的对比分析,每一次事故的发生都有它产生的因素,只要我们认真执行“自查、分析、发现、预防”八字方针,就可以化险为夷。

自查:个人和集体对整个工艺、施工措施、工序、关键点实施情况进行对比检查。

分析:对查出的问题进行逐条的推理分析。

发现:在分析过程中,发现工序中的弱点,特别是工艺参数及

措施的执行程度。

预防:对发现并肯定了的问题,制定整改措施并进行实质性预防。

第二章 事故预防的日常工作

第一节 钻井全过程事故预防

井队是一个没有固定厂房、野外流动、多工种联合体,只要有一个工种马虎,都可能导致不可挽回的损失。所以要从每个环节,每个工序做起。

一、优选井位

通常一个井位制定是根据油藏构造和地质要求所决定的,对于钻井工程来说我们就要根据地质要求,在既满足井下,又有利于减少井下复杂,减少投资的原则下,根据邻井的自然造斜规律和地面条件,遵循地面服从地下原则,选好地面井点。

(1)认真做好邻井资料和地下动态调查分析,优选设计方案,避开地上、地下障碍。

(2)利用自然造斜规律,确定井位移动最佳方案。

(3)认真分析地质设计,避开断层、漏层等复杂井段,定向井变成斜直井,五段制变为三段制,直井变成斜直井和定向井来完成。

二、工程设计

钻井设计是钻井施工中必须遵循的原则,是组织钻井生产和技术协作的基础,是搞好单井预算和决算的唯一依据,钻井设计的科学性、先进性关系到一口井作业的成败和效益,它包括 16 个方面的内容:地面井位选择、钻机选择和井身结构确定、钻头尺寸类型选择、钻具组合设计、钻井参数设计、泥浆设计、固井设计、井控装备及工艺要求、固控设备要求、地层孔隙压力监测、地层漏失试验要求、防止油气层损害要求、环境保护要求、安全生产措施、钻井施工进度计划、成本预算。

三、搬家

搬家是一项综合性工作,多工种、多单位联合作业,所以在搬家前,应召集全队职工开会,交待有关事项,具体包括:(1)新老井

场人员分工;(2)新老井场吊车分配;(3)设备搭配装车安排;(4)道路井场介绍;(5)生活安排;(6)使用的工具及注意事项;(7)设备摆放要求;(8)架设通讯设备。

四、安装

百年大计,质量第一,每打一口井,并不是一两天就能完成,特别是在环境差,设备精度差的情况下更需要依靠设备的安装质量来保证全井的正常施工。在安装过程中,技术员要制定穿大绳方案,井场布置,设备校正,固定各种仪表,安排并检查各种设备的安装情况,做好文字记录,及时汇报、分派第二天的工作。

五、一开

当设备全部就位后,应进行设备试运转、冲鼠洞,同时复检各设备的安装尺寸、固定情况、校正仪表,同时召集全队进行技术交底。

一开时,方钻杆旋转破开表层;钻头和钻具结构按工程设计执行,泥浆性能按泥浆设计执行;钻进中避免井下落物和定点循环等,重点预防流砂卡钻、沉砂卡钻。干部值班巡视井场,对安装中的不足应及时记录在案,便于二开前整改,同时安排人清洗表套、丈量 and 校正表套尺寸,根据表层套管实际长度合理确定一开井深。

六、下套管固井工作

一开完后,起钻先盖好井口,更换井口工具,技术员复查井深,计算套管下入深度和联入,口袋应在 0.5 米之内。下套管时,注意套管鞋的安装质量及套管顺序。下完顶通循环,检查水源、设备情况等为固井做准备,固井时注意替量,检查水泥浆返出高度,切记套管鞋处不准替空。

七、井口安装

井口安装要求与井口对正,且固定稳,钻井时不晃动,卸联顶节时检查第一根表套是否退扣;计算井口放喷管线出口高度,如果此时发现高度不合适可提前调节升高短节长度做为补救措施,避免封井器安装完后才发现井口内放喷管线接不出去。最后按标准试压。

八、二开

二开首先是变换钻具结构,接头一定要下对,由于井口工具较多,防止掉落物;不用的工具应清洁,涂上润滑油标上规格,摆放整齐。二开探水泥面,技术员应在场,钻水泥塞各种技术参数要求按设计执行,二开后,重点在日常的监督管理上,主要有以下几个方面。

(1)设备保养及卫生,减少停钻时间。

(2)随时掌握钻头在井下工作的情况。

(3)泵压变化,转盘负荷,钻具上提下放摩阻。

(4)按成本曲线及操作经验确定更换钻头时间。

(5)事故多发生在钻头使用后期、起下钻操作、地层突然变化井段,技术员和值班干部要经常到钻台、泥浆罐上观察,起钻前期、下钻后期,重点交代。

(6)每天参看工程设计,又要考虑到地层深度与设计有无出入,地层可能提前或推后、缺失、新增等,要密切注意并制定相应措施,不能盲目的只考虑深度,而不考虑地层。

(7)由于井队岗位经常变换,要加强正确操作的培训工作。

(8)经常检查液面报警器,调整高度以便及时发现井漏和井涌。

(9)定期检查重点设备,定期进行防喷演习。

(10)及时掌握井身质量,调整钻井参数,钻具组合。

(11)工具到井验收,特殊工具描绘草图。

九、邻井调查

二开后,井队值班干部要亲自巡视井场 300 米以内的所有注水井情况,及时向上级汇报,组织安排停注和放压。

十、起钻

起钻是一个复杂的过程,都不愿多起钻,但又是不可避免的,为了减少起钻和起钻带来的复杂。主要措施有:(1)采用高质量的钻头;(2)优质泥浆;(3)优化钻具组合;(4)合理的钻进参数;(5)在钻进时间长、进尺多的情况下,避免起钻困难采取中途短起下钻。

起钻前应把好关,在下列情况下不准起钻。(1)泥浆性能不正常不起钻。(2)井底没有循环干净不起钻。(3)人员不到位不起钻。(4)泥浆比重过低不起钻。(5)没装好测斜卡片不起钻。起钻过程中,操作人员、值班干部,技术员除了按操作规程、执行防卡措施要求外,还要大脑始终跟踪钻头所到的位置,根据各种现象分析井下情况,及时提醒井下有可能发生的复杂情况,采取有效措施。

十一、下钻

起钻完后,严格检查钻头尺寸、高度、型号、厂家、喷嘴、钻头内流道、焊缝及磨损情况等。更换钻头及时下钻至套管鞋处检修、保养设备,发现地面不正常不准下钻,下钻中途应严格执行操作规程和防卡措施,如遇阻应及时上提,接方钻杆小排量开泵顶通水眼,然后建立循环;在上部地层尽量少循环和不循环,如中途需顶水眼,只需顶一下就行,下部地层可循环,技术员应严格把关,以免造成不必要的复杂情况,下钻到底,技术员应在场,提前一单根,接方钻杆单凡尔开泵,正常后正常排量循环、钻进。

十二、复杂情况的显示

钻井工程是一项隐蔽性、连续性、风险性较大的工程,是事故发生率高的工程,技术员应随时掌握情况,做到防微杜渐,把复杂的事故消灭在萌芽之中,减少损失,居安思危是我们的基本思维方法。

在各种事故发生前,总有一个不引起人们注意的显示,因为人们注意到了,也就没有发生,所以技术员应分析各种可能发生的情况,时时分析事态的严重性,来提醒大家,其中主要有以下几点应引起注意:(1)泥浆性能污染变坏,及时处理或更换部分泥浆,加强活动钻具,停止钻进;(2)泥浆性能不适应井下情况且性能不稳定;(3)设备运转不正常,需进行检修;(4)钻进速度快(油气层、水层、盐层等);(5)管理放松时,节假日、凌晨等;(6)震动筛返出大量上部砂子;(7)接单根困难;(8)特殊作业;(9)地层变化,设计上没有;(10)复杂井段没有引起注意;(11)注水井没有及时停注;(12)钻具偏磨;(13)钻具摩阻过大;(14)井身质量差;(15)排量小;(16)地层

漏失没有引起注意;(17)起钻没有灌泥浆;(18)井内垮塌;(19)井内泥浆增稠;(20)特殊作业工具倒换;(21)吊测;(22)泥浆性能达不到设计要求等等。

十三、打开复杂井段及油层

在打开复杂井段及油层前,井队要求有关科室验收,井队干部应对复杂井段有所了解,根据设计和本井情况制定相应的具体防范措施,提醒井队人员引起注意,检查泥浆体系、泥浆性能、泥浆比重、钻具组合、钻头、钻井参数、邻井停注水井情况、地面设备、井控装备、人员素质等是否符合设计要求,再确定是否钻开。

十四、完钻及电测

完钻对于一口井来说,只是完成了一半,技术员应及时与泥浆人员制定出完井泥浆方案,并稳定泥浆性能,与地质人员配合确定完钻井深,及时汇报给有关单位,做好完井电测准备工作,同时安排好下入套管的丈量、编号、清洗,通内径,查看型号、钢级、厂家,按套管设计的下入顺序进行排列,其次对设备进行一次全面保养,检查大绳及指重表、传感器等,收回所有测量仪器。

电测时,随电测解释人员一道,随时掌握电测情况,便于工作,同时检查套管、固井工程准备情况。

电测时,要搞好井控工作,克服人们的放松思想,再加上井内无钻具,所以要加强坐岗。

十五、套管丈量,下套管作业、固井

电测完后,要及时通井,等待电测通知,这时,技术员应再次检查套管数量、长度、编号、钢级、厂家、套管尺寸、扣型、扶正器个数及下入顺序安排等,按完井协作会的安排,进行技术交底,在地面监督组装好引鞋、旋流短接、阻流环、准备好固井用水、前置液、顶替胶液等。下套管时,技术员主要负责入井顺序,泥浆返出情况,下入动态,最后复查套管根数,联入高度,并做好记录,及时汇报,做好固井工作。固井时,技术员与现场固井工程师一道搞好固井工作,固井施工完后,技术员应安排好放压工作,同时安排好井口安装、试压等。对于有三开、四开的井,具体工序同二开基本相同,

在此不再阐述。

十六、甩钻具拆设备待迁

固井后,技术员及时汇报,取得联系,安排井场工作,按联系好的方案执行,拆设备、甩钻具,技术员要亲自监督套管试压、拆井口、甩封井器、拆指重表,安排有关人员拆卸设备后,自己编写井史、整理班报表,写出完井总结,三天内资料全部上交。

第二节 井队人员一天的基本工作程序

1. 技术员、值班干部

(1)巡视井场一周,检查注水井情况。

(2)参照工作运行情况,阅览工程设计。

(3)汇报工作状态,下步计划。

(4)更换记录卡片,下达一天的工作任务。

(5)中途检查在岗情况、任务完成情况、钻具摆放、设备运转、泥浆性能、泥浆量及记录,并对关键点进行认真检查和记录,工具到井验收(型号、数量、厂家、尺寸、时间、钢级等)。

(6)晚上开会进行一天工作分析。

(7)整理工程报表,写出工作日志。

2. 司钻、副司钻

司钻的操作水平,直接关系到当班的人身、设备、井下三条命。因此,司钻必须具备良好的操作水平和熟练生产技术能力。

(1)交接班巡回检查,同时根据队长和技术员布置的工作内容,开好班前会,做好人员分工。

(2)检查各类报表、了解井下情况、泥浆性能、地层情况、钻具组合、井控设备、钻井参数和泥浆量等。

(3)检查大绳、传感器、指重表、刹车装置、防碰天车等。

(4)各类设备运转是否正常,特别是井控设备。

(5)接班后精力充沛,精力集中,及时与各工种取得联系,分析井下情况,做好预控。

(6)严格按操作规程办事,不做违章的事,并及时提醒其他人

员不要违章操作和指导其进行操作。

(7)及时汇报和及时下达命令。

3.井架工、钻工

(1)上班巡回检查。

(2)了解井下情况,查看工程班报表、泥浆报表、地质报表。

(3)认真听取工作安排及注意事项。

(4)清理钻台工具,暂时不需要的工具放好。

(5)检查泥浆液面,及时调整报警器高度、并做好记录。

(6)按操作规程操作接单根、起下钻,帮助司钻查看悬重、泵压等负荷指示情况。

(7)对违章操作者及时提醒。

(8)起下钻操作及时提醒司钻游车上提高度。

4.泥浆工

(1)检查各类报表、药品计量、仪器。

(2)了解地层、井下动态、泥浆性能。

(3)参看设计进行泥浆体系及性能预控。

(4)泥浆性能达不到标准,应及时汇报,便于停钻处理泥浆。

(5)每一次调整泥浆体系,处理泥浆性能,加重都要及时汇报。

(6)对泥浆性能不能满足地层要求时及时分析。

(7)每一次处理泥浆前及时与坐岗人员取得联系并记录。

第三章 钻井复杂情况的诊断和预测

钻井工程施工是一项以地下岩层为对象,隐蔽性很强的工程。千变万化的井下情况都要通过地面仪器、仪表和现象来了解,及时发现和辨别这些显示,并进行综合分析、判断,采取相应的处理措施,可避免钻井复杂情况的进一步恶化或造成事故,对提高钻井施工的经济效益和社会效益具有重大意义。

对井下情况的分析判断。除井下仪器检测外,目前,主要依靠地面仪器、仪表显示和地面观察等进行综合分析判断。

目前常用的钻井仪表有:指重表、泵压表、转盘扭矩表、泥浆泵冲数表、转盘转速表、钻速或钻时记录仪以及测斜仪等。它们都从某个侧面反映井下情况,这些仪表对钻井施工极为重要,它们的显示或读数失真,会造成井下情况的假象显示,给钻井施工带来极大危险。

一、指重表显示

钻具悬重、钻压、钻具上下活动时受力状况、钻具和钻头在井下的工作条件和工作状况等均须通过指重表读数的变化反映出来,它是操作人员判断钻头和钻具在井下工作情况及井眼形状的主要依据。

1. 指重表系统的使用要求

指重表系统一般采用液压传感指重表,其基本组成主要由死绳固定器,重力指示仪和记录仪三部分组成,在使用时要做到以下几点:

- (1)死绳固定器(传感器)安装、固定牢固。
- (2)指重表系统各组件连接可靠,无泄漏,液路畅通。
- (3)指重表读数必须根据悬挂重量调整准确。
- (4)指重表系统内油量适中,传感器间隙在 8 ~ 14mm 之间。
- (5)传压器用 45 号变压器油,且应干净,无沉淀物。
- (6)寒冷季节传压液必须具有防冻性能。

(7)自动记录仪的记录纸应及时更换,记录曲线与悬重变化相一致。

(8)每次下钻前,检查、调整指重表读数。下钻到底,根据钻具理论重量,校核、检查指重表读数。

2.指重表显示异常的原因

(1)上提钻具读数变小的原因:

- a.传压管路等组件泄露或堵塞。
- b.如排除地面原因,则可能是钻具断落。

(2)上提钻具读数变大的原因。

- a.钻头泥包
- b.井眼轨迹变化,上提摩阻增大。
- c.泥浆性能不好,泥饼松厚,润滑性不好,上提摩阻大。
- d.井眼缩径,钻头上行遇卡。
- e.井眼内形成键槽,上提遇卡。
- f.井下落物将钻具卡在某处。
- g.泥浆携砂能力差,有沉砂迹象。
- h.存在压差,钻具静止后,有压差卡钻的前兆。

(3)下放钻具读数变小的原因。

- a.井眼缩径。
- b.前只钻头外径磨损等形成了小井眼。
- c.井眼轨迹及泥浆性能的作用,使井壁摩阻增大。
- d.“糖葫芦”井眼,存在砂桥。
- e.井底有沉砂放不到底。
- f.定向井改变钻具组合结构在特别井段遇阻。
- g.由于泥浆质量不好,在下钻过程中,泥饼随钻头一起下行,当泥饼堆积到一定程度时,造成下钻遇阻。
- h.井眼轨迹的变化。

二、泵压表显示

目前,钻井现场广泛使用的泵压表有 YIN 系列耐震压力表, KZY-150 型抗震压力表及 DY-1 电子压力表等。一般要求,仪

表的使用范围为其测量范围上限的 $1/2 \sim 2/3$, 仪表内所充介质为甲基硅油, 使用时不要随意加其它油类, 否则影响测量精度。

1. 泵压降低的原因

(1) 地面原因:

- a. 泵上水不好或进口不通畅。
- b. 高压管线刺漏。
- c. 低压管线未关闭。
- d. 泵转速降低。
- e. 泵缸泄漏或停泵。

(2) 井下原因:

- a. 钻头掉水眼或钻具刺漏。
- b. 井下油气水侵发生溢流。
- c. 井漏。
- d. 钻具断落。
- e. 泥浆密度、粘切变化或循环不均。
- f. 因井下情况或处理剂质量不好在泥浆产生过多气泡。

2. 泵压升高的原因

- a. 钻头泥包。
- b. 钻具或钻头水眼堵塞, 甚至憋泵。
- c. 取心钻进时堵心。
- d. 钻速快, 钻屑反至扶正器部分的窄小环空。
- e. 井塌。
- f. 泥浆受盐水, 盐膏盐污染等因素造成泥浆性能变化。
- g. 大量钻屑返到小井径部分拥塞。

三、扭矩表显示

目前常用转盘扭矩仪主要有液压-机械式扭矩仪或链轮张力式扭矩仪、电子传感式扭矩仪、顶丝式转盘扭矩仪。

链轮张力式转盘扭矩仪通过测量转盘驱动链条张力来求得钻具上的扭矩。它由传感器、液压管线和指示仪表等组成, 传感器安装在转盘驱动链条紧边的下面, 传感器的橡胶惰轮托在链条紧边,