

分层注采井下作业

大庆油田第一采油指挥部编

石油化学工业出版社

分层注采井下作业

大庆油田第一采油指挥部编

石油化学工业出版社

内 容 提 要

本书主要介绍了油田分层注水、分层采油井下作业所用的主要设备和井下工具的构造、工作原理、操作方法和技术规范；分层注水、分层采油作业施工的工艺技术措施；井下落物的打捞等内容。

全书共分四章，分别叙述了注水井分层配注，油井分层配产和抽油井检泵，各种井下落物的打捞，对于作业施工的常用设备和工具、用具也作了一般性的介绍。

本书适合油田采油作业工人和技术人员阅读。

分层注采井下作业

大庆油田第一采油指挥部编

*

石油化学工业出版社出版

(北京和平里七区十六号楼)

石油化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 印张 $5 \frac{1}{2}$ 字数 119 千字 印数 1—31,400

1977年3月北京第1版 1977年3月北京第1次印刷

书号15063·油110 定价0.39元

限国内发行

出版说明

大庆油田在伟大领袖和导师毛主席的亲切关怀下，在全国人民的支援下，已经开发建设十五年了。十五年来，大庆工人阶级坚持党的基本路线，深入学习马克思主义、列宁主义、毛泽东思想，狠抓两个阶级、两条道路、两条路线的斗争，发扬独立自主，自力更生，艰苦奋斗，勤俭建国的革命精神，贯彻执行“**鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义**”的总路线，以《实践论》、《矛盾论》为指导，打破洋框框，走自己的工业发展道路，取得了油田十五年持续高产稳产的胜利。

遵照毛主席关于“**人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进**”的教导，大庆油田在党委统一领导下，在总结石油会战十五年生产实践经验的基础上，成立了“大庆油田石油科技书籍编委会”，组织以工人为主体，有领导干部、技术人员参加的“三结合”编写小组，陆续编写有关钻井、采油等方面的工人技术读物，以满足广大石油工人，特别是新工人学习生产技术的需要，并进一步巩固和加强工人阶级在大庆科技战线上的领导地位。

这些工人读物，将陆续由我社出版。但是，由于我们水平所限，一定会有不少缺点和错误，恳切期望读者批评指正，以便再版时进一步修改、充实和完善。

一九七六年十一月

目 录

第一章 注水井分层配注	1
第一节 分层配注概况	1
一、注水井为什么要分层配注	1
二、怎样实现分层配注	2
三、如何搞好分层配注	3
第二节 油井转注	3
一、概 述	3
二、施工步骤	7
三、洗 井	12
四、注 水	16
五、测指示曲线	19
六、注表面活性剂增注	20
第三节 试 配	21
一、试配前的井下调查工艺	21
二、配水嘴的选择	28
三、分层配注管柱结构	32
四、分层配注施工要求	35
五、洗 井	38
六、注 水	39
第四节 调整与重配	40
一、注水井为什么要调整、重配	40
二、调整、重配井配水嘴的选择	41
三、施工步骤	44

II

四、空心配水管柱组装和作业要求	46
五、偏心配水管柱施工要求	47
第五节 分层配注井下工具	48
一、水力压差式封隔器	48
二、配水器	50
三、其它井下工具	57
第六节 洗井水质化验	66
一、含杂质的测定	66
二、含铁的测定	67
第二章 油井分层配产及抽油井检泵	70
第一节 分层配产概况	70
一、油井为什么要分层配产	70
二、分层配产工艺过程的划分	71
第二节 压井作业	72
一、压井作业的许可条件	73
二、压井液的选择	73
三、泥浆主要性能及调配	74
四、压井的方法	76
五、对压井作业的要求	77
六、影响压井成败的因素	78
七、压井作业施工步骤	79
第三节 不压井作业	91
第四节 偏心配产作业	94
一、偏心配产施工步骤与要求	94
二、投捞、测试操作要求	98
第五节 分层配产井下工具	100
一、油井封隔器	100
二、配产器	105
三、其它工具	111

第六节 抽油井检泵	113
一、检泵的目的	113
二、检泵施工步骤	113
三、检、下泵注意事项	115
第三章 打 捞	117
第一节 打捞的一般步骤	117
一、井下调查	117
二、制定措施	117
三、准备工作	118
四、打捞起下操作	118
五、打捞注意事项	120
第二节 常用的打捞工具及其使用	120
一、打捞管类落物常用的工具	120
二、打捞杆类落物常用的工具	126
三、打捞绳类落物常用的工具	126
四、打捞小件落物常用的工具	127
第四章 井下作业常用设备、工具	130
第一节 起重动力设备	130
一、红旗100型履带式通井机	130
二、XJ-30 G型拖车式修井机	135
三、黄河30型修井机主要技术数据	138
四、太脱拉修井机主要技术数据	139
第二节 常用设备、工具	140
一、提升部分	140
二、循环部分	143
三、常用油管、套管、采油树及其它	145
四、常用工具	151
五、常用钢丝绳	153
六、常用计量工具及仪表	155

IV

第三节 不压井作业设备和工具157

一 井口控制部分159

二、加压设备164

三、油管密封及打捞工具166

附 录

一、常用材料比重表163

二、施工常用池、罐容积计算公式169

第一章 注水井分层配注

第一节 分层配注概况

一、注水井为什么要分层配注

多油层的油田，各油层的物理性能是不相同的。大庆油田就是一个非均质、多油层的大油田。早在六十年代，油田开发初期就采用了“早期注水，保持压力”的开发方针。在油田开发过程中，大庆广大工人、干部和技术人员，以毛主席的《实践论》和《矛盾论》为指导，大胆实践，勇于创新，不断地总结开发经验，创出了一条分层开采的新路，并在生产实践中总结出一整套比较完善的分层注采工艺，来保证这一开采方式的实现。

注水井分层配注，油井分层配产，就是为了解决油田开发初期笼统全井注水和笼统全井采油所暴露出来的各油层之间注采不均衡的矛盾。由于各油层的渗透性不相同，如果采用笼统全井注水，虽然保持了地层压力，但是，注入水却在高渗透层中跑的快，造成“单层突进”，而在低渗透层中却走的很慢，迟迟见不到注水效果。这样注入的水在各油层中就发挥不了应有的作用，甚至在油井中高渗透层过早见水，含水不断上升，并且直接影响着中低渗透层的出油能力。

分层配注就是把注入地层的水，针对各油层不同的渗透性能，采用不同的压力注水。对渗透性好、吸水能力强的

层，适当控制注水。对渗透性差、吸水能力低的层，则加强注水。尽量地把水有效地注入地层，使注入水在高、中、低渗透层中都能发挥应有的作用，从而使层间矛盾得到调整，地层能量得到合理的补充，限制了油井含水上升速度。所以，注水井实行分层配注，是实现油田长期高产、稳产和提高油田无水采收率和最终采收率的有效措施。

二、怎样实现分层配注

注水井要进行分层配注，必须有一套手段，首先要解决分隔油层的井下工具——封隔器，同时还要有一套能按需要量注水的井下配水工具——配水器。早在油田开发初期，在广大工人、干部和技术人员的共同努力下，已试制成功了适用于大庆油田的水力式封隔器和各种配水器，为开发好大油田，实现早期分层定量注水，提供了进攻性的武器。

目前在油田上广泛使用的注水封隔器有475-8和476-2型水力式封隔器，分别用来封隔不同内径的套管。配水器有两种类型，一种是固定式的，一种是活动式的。所谓固定式的就是把配水嘴子装在配水器上，要调换水嘴必须进行起下管柱作业。常用的固定式配水器有745-4型和745-5型两种。活动式配水器只是把工作筒用油管连接下入井内，装配水嘴子的活动芯子则可任意投捞。所以，只要是封隔器不失效和注水层段不改变时，调换水嘴子就不需要动管柱作业，用录井钢丝下带打捞器，捞出活动芯子，换上所需要的配水嘴子，投入井内即可。完成这一工作只要少量的人力和比较小型的绞车设备就可以了。目前在油田上使用比较多的活动配水器主要有空心配水器和偏心配水器。

虽然使用活动配水器比固定式配水器要优越，但是使用

活动式配水器时，下井油管必须用涂料防腐油管，在防腐油管还不能完全满足的情况下，固定式配水器仍然被广泛使用。有了封隔油层的注水封隔器和能够进行分层定量注水的配水器，再加上一些其它井下工具，就可以进行分层配注。

三、如何搞好分层配注

搞好分层配注的关键在于，能够准确地掌握油田地下不同层段所需要的水量，并且能够准确地选择出保证完成这些注水量所需要的合适水嘴。分层配注虽然在注水井上进行的，但是，其目的还是为了多拿出地下原油，分层配注直接影响油井的生产。

要想搞好分层配注，首先要把注水井的层段划分清楚，然后根据注水井和油井相连通层渗透率的变化情况，合理地确定层段性质。一般注水层段性质的划分可分为加强层、接替层和限制层三种。按照各层段的不同性质，可确定各层段的注水强度，注水强度就是每米厚度的油层每天配注的水量（方/米·日）。这样，每个层段的配注水量就可以用层段的厚度和注水强度计算出来。结合其它地质资料和单井的具体情况，选择出各层段合理的配水嘴子，下入井内，以达到对各个注水层段定量注水的目的。

第二节 油井转注

一、概 述

（一）油井转注前为什么要排液

1. 在井底附近形成低压区

按照油田开发方案布井网的要求，无论是在行列井网上

或是在面积井网上，都已经定出了哪些井是生产井，哪些井是注水井，注水井按照转注先后时间的不同，又分为一注井和二注井。不管这些注水井在什么时间转注，在转注之前，都有一个排液生产降压过程，此时生产压差比正常生产的油井要大，目的是为了尽快地在注水井排附近形成低压区，或是在面积井网周围形成压降漏斗，这样在转注时更易于把水注入地层。

2. 喷出脏物、减少注水阻力

排液的另一个目的是通过放大压差采油，喷出井底附近在钻井过程中漏入地层的脏物，增大井壁附近的渗滤面积，减小转注时地层对注入水的阻力，使注入水顺利地注入地层。

3. 拿出更多的地下原油

大庆油田是采用了早期内部切割注水的开发方针，注水井都是打在纯油区内部的，每口注水井都控制着与油井相同的含油面积，这些贮藏在注水井周围的大量地下原油，就利用注水井的井筒把它拿出地面。虽然通过排液采出的原油没有油井那样多，但是，这个数量也是很可观的，况且采出这些原油对今后的注水又有那么多的好处，所以油井转注前必须排液。

(二) 油井转注的要求

1. 注入水要干净

注入地层的水，是通过注水泵站把水源来的地下水经过升压后，泵入注水干线，然后分别流经注水井的井口、井筒、井底和油层渗滤面进入地层。首先必须要求注入水、水所流经的管线、贮水罐、井筒、井底和油层渗滤面都保持干净无污，这就可防止注水井在转注初期脏物对地层孔隙的堵

塞。

2. 操作闸门要平稳

在洗井、注水的过程中，开关闸门一定要平稳缓慢，洗井时控制进出口排量或提高排量时，不能猛关或猛开闸门。洗井合格转注时，要提前作好一切准备工作，一旦改注后就不能随便停注，更不许放溢，严防注入水在地层形成倒流，把井底附近的死油、结蜡和其它脏物带出，堵塞渗滤面，这样会严重影响试注效果。

3. 严防漏失脏物、脏水污染地层

有些排液井的井口设备和井下管柱结构都不符合注水要求，因此，往往要进行压井作业来改装井口和更换管柱。在压井作业过程中，既要保证井不喷，又要防止压井液漏入地层造成对油层的污染。同样，在洗井的过程中也要严防脏水漏入地层。

4. 转注要有足够的注水压力

油井转注前，尽管经过一段较长时间的放大压差采油，但是，在井底附近所形成的压力降总是有限的，因为在排液过程中既要保持油井有足够的生产能力，又要保证不破坏地层和防止地层原油脱气。所以在改注时必须有足够的注水压力，尽可能使所有的油层都能把水注进去。同时，高压注水也有可能把在钻井、压井和洗井的过程中，漏入井壁附近地层中的脏物，一下推到远离井壁的地层里去，增大渗滤面的吸水能力。

（三）油井转注的条件

1. 排液达到要求

对注水井的排液，究竟排多长时间，采出多少原油才算达到要求呢，这要根据油田地下能量损耗的情况和对注水的

需要，在不同的开发区块，对不同的井有不同的要求，如一注井比二注井转注的要早，另外在开采的过程中，根据邻近生产井对注水的需要情况，也可以提前或推迟转注时间。总之，排液的主要目的是为了更好地把水注进去，根据以往油井转注的情况，在一般情况下，经过排液后在该井中测得的静压值应接近静水柱压力，这样就比较容易把水注进去了。

2. 井身结构完好

在正常注水的情况下，注水井的井筒所承受的压力，始终比油井在生产过程中承受的压力要大。因此，要保证注水工作的顺利进行，就必须有完好的井身结构，不能把套管漏失、井壁坍塌或是管外串槽严重的井匆忙转注，否则，对以后进行分层配注会造成许多困难。

3. 井口装置合乎注水要求

注水井的井口装置耐压程度要比油井高，在转注的施工过程中，换上能够承受高压的采油树，同时，井口装置还要符合改注后经常进行的不放喷作业和分层配注后进行反洗井的要求。

4. 注水系统完善

在油井转注之前，必须提前做好完善注水系统的工作。注水管线要提早铺好，保证畅通无阻。计量仪表的安装、井口的防冻保温工作都要及时跟上，否则就会出现下入试注管柱后，既不能很快转注，又不能继续生产的被动局面。这一问题在我们现场施工中必须引起注意。

（四）影响试注成败的主要因素

油井初期注水的成败，可以从两方面来认识，一方面取决于地层客观条件的好坏，二是人为的因素。

对于厚度大、渗透性好的地层，是比较容易把水注进去

的。但是，对于厚度小、渗透性又差的地层，要把水注进去的困难就比较大。当然，对这些吸水能力不好的地层，经过分层改造和增注措施后，也是可以把水注进去的。

人为因素主要是在钻井和转注的施工过程中，压井液的渗漏对地层会造成一定的堵塞，洗井和改注时操作不平稳、泵压不足、水质不纯等人为因素都会影响试注的成功。因此，我们要尽量减少人为因素对注水造成的不利影响。

二、施工步骤

（一）压井

对一些需要转注的油井，有的井口装置和井下管柱结构不符合注水要求，有的井需要进行补孔、测井、冲砂和刮蜡等工艺，因此，需要进行压井作业。在压井施工过程中，对压井液的选择和对其性能的要求，以及对压井这一工序的操作要求都是比较严格的，要尽量减少压井液对油层的污染。

1. 压井液的选择

在压井作业时，油层要受到压井液的浸泡，选择适合的压井液把井压好，使之在起下作业的过程中，既不会发生井喷，又不至于造成漏失堵塞油层，这对转注井来说尤为重要。

要压好井，首先要合理地确定压井液的比重，选择压井液的比重时，必须了解该井的静水柱压力。所谓静水柱压力，就是指从井口到油层中部深度水在静止状态下的水柱压力。因为水的比重是1，每10米水柱等于一个大气压，所以静水柱压力的计算公式是：

$$P_{\text{静}} = \frac{H}{10}$$

式中 $P_{\text{静}}$ ——静水柱压力，大气压；

H ——油层中部深度，米。

如果井筒内的水柱压力与油井的静压值相等时，井就不喷不漏，处于平衡状态。静水柱压力大于静压时，就会出现漏失现象；静水柱压力低于静压时，就有发生井喷的可能。因此，所选出的压井液的比重，既要保证整个施工过程中不会发生井喷，又要防止比重过大对油层造成严重浸害。对转注井来说，一般在测得的静压值上附加10~15%左右的安全系数就可以保证顺利施工，严防为了施工方便随意加大压井液比重，以致造成压井液严重污染地层。

压井液的比重可用下面公式计算：

$$\gamma_{\text{液}} = \frac{10P}{H} (1 + 0.1 \sim 0.15)$$

式中 $\gamma_{\text{液}}$ ——压井液比重；

P ——静压或原始地层压力，大气压；

H ——油层中部深度，米。

根据上式计算出来的压井液比重，我们就可以确定选用什么样的压井液。一般的选法是：

当 $\gamma_{\text{液}}$ 小于 1 时，用混气水压井；

当 $\gamma_{\text{液}}$ 等于 1 时，用清水压井；

当 $\gamma_{\text{液}}$ 大于 1 而小于 1.18 时，用盐水压井；

当 $\gamma_{\text{液}}$ 大于 1.18 时，用泥浆压井；

对需要进行电测的井，不能用盐水压井。

如果选择的压井液是泥浆，要求泥浆粘度为 35~45 秒左右较为合适。

2. 压井方式及操作

在一般情况下，对压井作业的井，都采用正压井的方式。因为正压井时压井液是从油管进入从套管返出，油套管之间的环形截面积大于油管的通道截面积，所以压井液由套管返出时所受的流动阻力就小，这样可以减少压井液漏失对油层的浸害，另外万一油管不通时也不至于造成严重漏失。

要把井压好，在压井过程中各岗位操作一定要配合好。压井前先接好压井进出口管线，并对进口管线进行试压，压力80~100大气压，管线无刺漏。试压合格后先打开套管出口闸门放套管气，开闸门要平稳操作，不要太猛太快，当出口见油时，打开进口总闸门，先替入清水12方，接着泵入压井液进行压井。在泵入清水和压井液时，要求水泥车用大排量，一般用4档车即可。在整个压井过程中，尽量少停泵，倒上水管线时动作要快。进出口要有专人观察上水和返出情况，若出口见泥浆，要及时测量返出泥浆比重。根据泥浆用量和返出口比重上升情况，可改为回收循环管线，进行充分循环，循环出井筒内油气、连续测量出口比重，直至进出口比重基本一致（误差不超过0.02）时停泵关井。稳定半小时，打开进出口闸门，若无溢流，则抬开井口装控制器，做好起油管准备工作。

（二）起油管

为了安全顺利地起出井内油管，防止井喷，在起油管时，始终保持井内液柱压力，每起20根油管就要往井筒里灌一次泥浆。另外还要做好防喷和防止落物的准备工作，准备好开关灵活的2 $\frac{1}{2}$ "胶皮闸门一个，万一发生井喷时抢装在油管上。井口控制装置、全封、半封，必须灵活好用，自封内的胶皮芯子，在起油管时可以拿掉，这样不致把油管壁