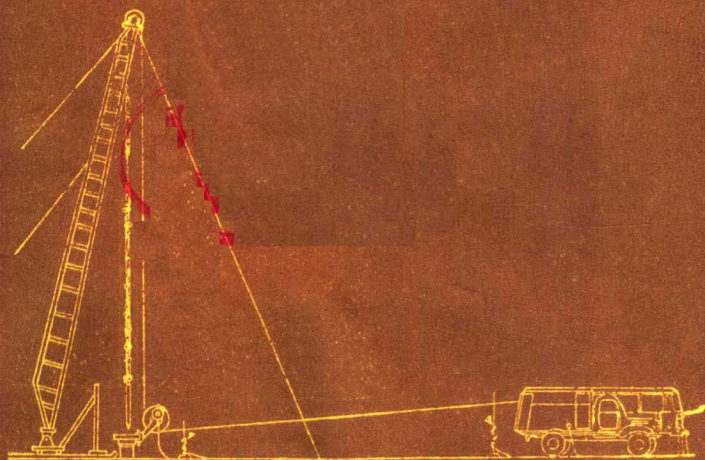


石油勘探与开发普及丛书



油井射孔

大庆油田《油井射孔》编写组



科学出版社

石油勘探与开发普及丛书

油 井 射 孔

大庆油田《油井射孔》编写组

科 学 出 版 社

1 9 7 8

内 容 简 介

“石油勘探与开发普及丛书”是大庆油田革委会主持编写的,是以石油战线上的工人为主要对象的科学技术读物,共计 20 种。

这套丛书力求反映大庆工人阶级在勘探、开发大庆油田过程中,坚决执行“独立自主、自力更生”的方针;坚持“两论”起家,发扬会战传统,认真学习并运用毛主席的光辉哲学思想指导实践;大力宣传辩证唯物论,批判唯心论的先验论和形而上学。

《油井射孔》是本丛书的一种。我国广大石油工人和科技人员,高举“鞍钢宪法”旗帜,坚持“两论”起家的基本功,大力开展技术革新活动,经过反复试验和研究,终于创出了一套油井射孔施工的新仪器、新设备、新工艺和新方法,实现了高速优质的射孔技术,满足了我国石油工业的飞速发展。

本书共分五部分,主要介绍了射孔技术在油田勘探与开发中的作用、意义和要求;聚能射孔弹的结构、原理和性能;射孔的定位方法以及射孔需要的仪器和设备等。

石油勘探与开发普及丛书

油 井 射 孔

大庆油田《油井射孔》编写组

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1978 年 10 月第 一 版 开本: 787×1092 1/32

1978 年 10 月第一次印刷 印张: 1 5/8

印数: 0001—20,230 字数: 20,000

统一书号: 13031·805

本社书号: 1153·13—14

定价: 0.14 元

前 言

在毛主席革命路线指引下，在党的社会主义建设总路线的光辉照耀下，我国石油工业战线广大职工以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，高举“鞍钢宪法”旗帜，发扬了独立自主，自力更生，艰苦奋斗的革命精神，赢得了石油工业的迅速发展。英明领袖华主席提出抓纲治国的战略决策，并要求“大庆还要向更高的目标进军，石油部门要为创建十来个‘大庆油田’而斗争”。极大地鼓舞了石油战线广大职工，石油工业捷报频传，形势越来越好。为满足广大石油工人、干部，尤其是青年工人迫切需要掌握科学技术知识的愿望，我们编写了“石油勘探与开发普及丛书”。

我们力求通过这套丛书反映大庆工人阶级坚持“两论”起家的会战传统，积极运用毛主席的光辉哲学思想指导斗争实践，努力学习无产阶级专政理论，大力宣传辩证唯物主义和历史唯物主义，批判唯心

论的先验论和形而上学。丛书内容着重介绍基础科学知识,文字力求简明扼要,通俗易懂,深入浅出。

丛书是由战斗在生产第一线的工人、干部和技术人员组成的三结合小组进行编写的,并广泛征求了群众的意见。但是,在内容上,主要反映了大庆油田的特点,对于石油勘探开发的全局来说,还有较大的片面性;文字上,由于水平所限,仍然与广大工人的需要有差距。恳切希望读者提出批评意见。

大 庆 油 田

“石油勘探与开发普及丛书”编写领导小组

一九七七年十一月修订

目 录

前 言

一、概述	1
1. 油井为什么要射孔	1
2. 油井射孔的技术要求	5
3. 油井射孔方法及射孔技术的发展	8
二、射孔的特殊炮弹——聚能射孔器	11
1. 聚能射孔弹的结构	12
2. 聚能射孔弹的原理	14
3. 聚能射孔弹的性能	17
4. 聚能射孔弹的制作及施工要求	18
三、射孔的定位方法	19
1. 人工定位射孔法	20
2. 百发百中的神枪手——磁性定位射孔法	23
四、解放油层——诱导油流	30
1. 自喷井的诱喷	30
2. 非自喷井的诱喷	35
五、射孔地面控制仪器和装备	36

1. 跟踪射孔仪	37
2. 电缆	38
3. 电缆绞车	39
4. 特种车辆及辅助设备	40

一、概 述

石油勘探过程中钻的探井、资料井和油田开发过程中钻的大量的油、水井，在钻进及其完钻后，利用各种地质录井方法和地球物理测井方法，取得地层的、地质-地球物理参数以及目的层（油、气层）的位置后，在裸眼井内下入套管，并用水泥将套管与井壁之间的环形空间封固起来。射孔则是在上述工序符合要求后，重新打开目的层的一项技术措施。射孔、测井、固井等，同属于完井作业，是钻井工程的重要组成部分。

1. 油井为什么要射孔

射孔就是根据探井的试油设计，或油田开发方案的要求，用射孔器穿透油气层部位的套管壁及水泥环，构成油气层至套管内腔的连通孔道，使油气从油气层中流出来，达到试油或开采的目的。

用石油工人的话来说，射孔工作是打开地下石油和天然气宝藏的一把钥匙。因此，射孔工作是油田勘探和开发的一项重要技术措施。射孔质量的好坏是关系到及早发现油田和开发油田过程中能否保持长期高产稳产的重要条件之一。

要知道油井为什么要射孔，首先要搞清楚石油勘探和油田开发的各种井是怎么钻成的。石油和天然气是深埋地下几百米到几千米的地层中的流体矿床。要寻找并开采它，就必须钻比较深的井，这种井与一般的水井是不同的。

第一，这种井比普通水井深得多，一般的井深都在一、二千米以上，深的达五、六千米，甚至还有近万米深的。

第二，这种井的井眼比普通水井小得多，一般只有十几厘米到几十厘米。

第三，这种井眼小，深度大的井，必须使用专用的机械设备才能钻成。

在钻井过程中，当钻穿油、气层或达到预期的目的后，为保证取全取准各项地质资料和开采工作正常进行，就必须要对井眼进行加固。这同常见的水井打完后要用砖石砌成井筒或下入水泥

管加固是一个道理。钻好的井若不加固井壁，就会发生井壁坍塌而报废。另外，还由于这种井比较深，钻过了各种各样的地层，可能有油层、气层、水层，情况很复杂，有时各种层反复出现。这些油、气、水层的压力又各不相同。如果不把它们封隔开来，油、气、水层就会互相串通，从高压层流向低压层，这样就会影响探井，无法搞清地下情况，油、气从哪些层出来的也不知道；对于开采的油井就不能维持正常生产。因此，每口井完钻后，及时做好井壁加固工作是十分重要的。

加固井壁的方法，是在已钻好的井眼中，下入一根根互相连接好的无缝钢管，这种钢管俗称套管。在井很深、井壁又容易坍塌的情况下，还需要下入几层套管。如：表层套管、中间套管（或称技术套管）和油层套管等（图1）。套管下完后，要在套管与井壁之间的环形空间里注进水泥进行封固。这项工作^在在钻井工程上叫固井。这样，套管与井壁，经过水泥环状柱体（水泥环）的固结而牢固的结合在一起。套管就成了新的、最终的人工井壁（图2）。

固井完成后，井还不能出油出气，因为在加

固井壁的过程中，同时也把油、气层都封固起来

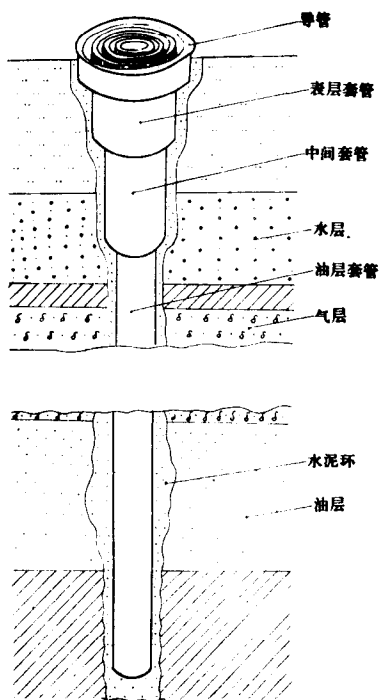


图1 套管层序示意图

了。要使油（气）井投入正常生产，就要进行钻井工作的最后一道工序——射孔作业。

射孔就是重新打开油层，沟通油层与套管内

腔的一项技术措施（图 3）。

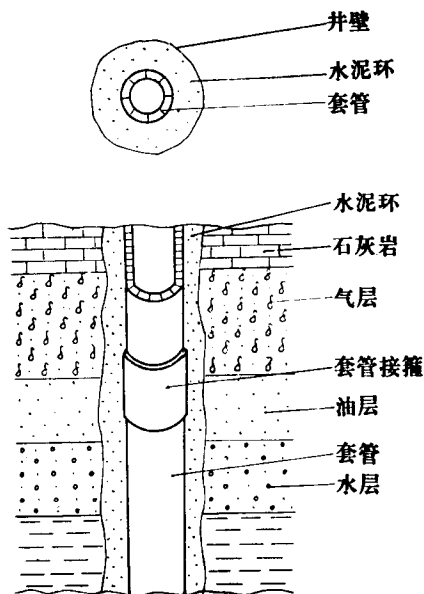


图 2 下套管固井封隔油、气、水层示意图

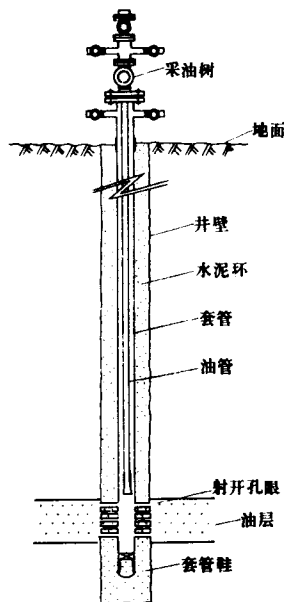


图 3 射孔打开油层示意图

2. 油井射孔的技术要求

为了使石油和天然气从油、气层中最大限度地开采出来，对射孔工作提出了严格的要求。

首先是准确。要求射在哪里就要射开哪里，

不能射错位置。要做到这一点，就必须有一套科学的方法，精确的仪器和完善的工艺技术。根据油田勘探和开发的需要，要求实际射开油层的深度与设计要求的误差，一般不得超过二十厘米。只有这样，一些比较薄的油、气层才不至于被遗漏，厚油、气层才能全部射开。否则，深度误差太大，该射的没有射开，不应射的反而射开了。那就可能造成对油层作出错误评价或严重影响油田开发方案实施的严重后果。例如，误射在出水地层中，油井就会大量出水而干扰油层出油，降低了油井的产油量。

其二，要求射孔时不能震裂套管和水泥环。大庆油田广大工人、技术人员，闯出了一条分层注水、分层采油的油田开发新道路，为大庆油田实现较长期的高产稳产打下了基础，同时也对射孔工作提出了不震裂套管和水泥环的高要求，确保分注分采技术的有效应用。如果射孔时震裂套管或水泥环，那就出现这样的情况：即使在井中下入封隔器把各个油层封隔开，但是，石油或者注入水，仍可以通过被震裂的套管或水泥环的孔道互相串通，使封隔器失去作用（图4），达不

到分层开采的效果，直接影响开发方案的实施。

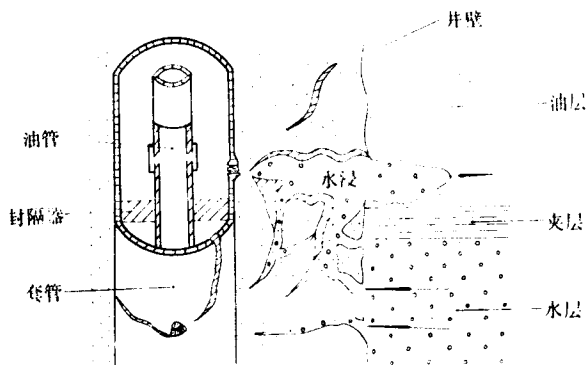


图4 因套管及水泥环震裂造成油、气、水层互相串通示意图

第三，要保证有最高的射孔发射率。要求射多少弹就射多少孔，做到弹无虚发，使油、气层如数射开，保证油井达到较高的产量。大庆油田要求发射率在95%以上。

第四，要求施工速度快，尽量提高施工效率。油井在固井后，直到射孔过程中，井筒里始终是充满着泥浆。为了做到安全施工，避免发生井喷事故，总是使用比重较大的泥浆，泥浆液柱的压力大于油层压力。从第一个油层被射开起，部分泥浆就会侵入到油层里面去，吸附在油层孔道中，堵塞部分孔道。泥浆浸泡油层的时间愈长，堵塞

也会愈严重，对油井投产后的产量影响愈明显。因此，必须通过合理的生产组织，充分做好准备工作，搞好各个环节的衔接，尽量缩短油层浸泡时间，从射开第一个油层开始到全部射孔作业完成，使用的时间愈短愈好。这就要求射孔工作必须贯彻多快好省的原则，在保证质量的前提下，努力提高速度，达到最好的射孔效果。

3. 油井射孔方法及射孔技术的发展

油井射孔方法从射孔器类型来分主要有三种，即：水力喷砂射孔器，子弹式射孔器和聚能射孔器，因此，也构成了水力喷砂射孔，子弹式射孔，聚能射孔等三种射孔方法。

水力喷砂射孔 是在地面以高压泵向油管内注入高压含砂液体，经射孔部位的水力喷砂器，瞬时喷射出高压含砂液流，使之穿透套管和水泥环的一种水力喷砂射孔法。这种方法，工作效率低，设备复杂，易出事故，目前已极少应用。

子弹式射孔 是在射孔部位下入子弹式的射孔炮弹，引爆后，弹头以强大的机械冲击力打

向套管，在套管和水泥环中打出孔来。这和普通步枪子弹撞在墙上打出眼子来的道理是一样的。这种射孔方法，施工效率低，对套管及水泥环的机械破坏力极大，目前已淘汰不用了。

聚能射孔 是在射孔部位下入聚能射孔弹，引爆后，聚能射孔弹在局部方向上，瞬间时间飞散出一股高温（3000—4000℃）、高压（达30万大气压）、高速（达800—1000米/秒）的爆炸产物流冲向套管及水泥环，击穿一个很深的孔。目前，国内外普遍使用这种射孔方法。

解放前，在国民党反动派统治下，我国石油工业极其落后，各种射孔仪器及设备，都要从外国进口。解放后，在伟大领袖毛主席和党中央的亲切关怀下，在独立自主、自力更生的方针指引下，我国石油工业得到了迅速发展。现在，不但全部射孔仪器和设备，我国都能自己制造，而且在射孔方法上也采用先进技术。

大庆油田会战初期，使用的射孔器，包括一个射孔枪，枪内装好射孔弹，依靠电缆把射孔枪送到井下，根据电缆下放长度在要求射孔的油层部位停下来，接通电源起爆，使射孔弹发射。使

用这种射孔器，一次下井最多只能发射二十发射孔弹。如一口五十米厚油层的油井（每米要求射十孔计算），需要起下二十五次射孔枪，才能完成一口井的射孔任务。施工效率低，射孔周期长。枪身重达 50—100 公斤，工人劳动强度大。而且枪身是由镍、铬、钼高级合金钢制成，材料稀缺。因此，速度、工艺和材料都不能满足当时石油大会战高速度发展的形势要求。在伟大的无产阶级文化大革命中，石油战线广大工人和科技人员高举“鞍钢宪法”旗帜，坚持“两论”起家基本功，决心攻克技术难关，改革油井射孔设备和工艺，实现高速优质射孔技术，满足我国石油工业飞速发展的大好形势。以工人、科技人员和领导干部组成的三结合攻关小组，经过反复试验和研究，终于创造出一套油井射孔施工速度快，准确度高的新仪器、新设备和新工艺。自制成功了无枪身新型射孔弹，大大提高了工效，使单井施工周期缩短到原来的六分之一。同时也大量节省了原材料，减轻了工人的劳动强度。新型射孔弹药量小，发射率高，穿透力强，并大大减小了对套管的破坏力。下井电缆的丈量由人工操作发展为并