

石油勘探与开发普及丛书

石油钻井

大庆油田《石油钻井》编写组



科学出版社

3

石油勘探与开发普及丛书

石油钻井

大庆油田《石油钻井》编写组

学 出 版 社

1 9 7 7

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，是以石油战线上广大石油工人为主要对象的科学技术读物，共约 20 余种。

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

《石油钻井》是本丛书的一种。钻井工程是油田开发过程中重要基本建设工程之一，它通过动力设备、机械工具、破碎地下岩石，钻穿油层；加固井壁后，通过射孔技术，形成油层到地面的密封通道，使油流从其中喷出，实现开采石油的目的。

全书共分七部分，主要介绍了石油钻井的概况，目的和意义；钻井方法的发展；钻井工艺过程；油井的完成；钻直井与定向井；钻井设备；钻井取芯等。

石油勘探与开发普及丛书

石 油 钻 井

大庆油田《石油钻井》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

*

1977 年 3 月 第 一 版	开本：287×1092 1/32
1977 年 3 月 第一次印刷	印张：2 7/8
印数：0001—28,000	字数：40,000

统一书号：13031·569

本社书号：833·13—14

定 价： 0.22 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。通过无产阶级文化大革命和批林批孔运动，特别通过无产阶级专政理论的学习，石油战线形势越来越好。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会有差距。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

一九七五年五月

目 录

前言	i
一、概述	1
1. 我国钻井事业的飞速发展	2
2. 寻找和开采石油为什么要钻井	5
二、钻井方法的发展	11
1. 顿钻钻井	12
2. 转盘旋转钻钻井	14
3. 井底动力旋转钻	16
4. 钻井的新方法	18
三、油井的钻探	20
1. 做好钻前准备	20
2. 破碎岩石的工具——钻头	23
3. 钻井的血液——泥浆	29
4. 传递动力的“枢纽”——钻柱	38
5. 掌握合理的钻井参数	44
四、油井的完成	48
1. 固井	49
2. 射孔	59
3. 诱导油流	60

五、钻直井与定向井	62
1. 一定要把井眼钻直	62
2. 为什么有时会把井眼钻斜	64
3. 怎样防止井斜	66
4. 定向钻井	70
六、钻井的设备——钻机	72
1. 旋转系统	73
2. 提升系统	74
3. 循环系统	76
4. 传动系统	77
5. 控制系统	77
6. 海洋钻井平台	78
七、钻井取芯	82
1. 为什么要取芯	82
2. 取芯钻具	83
3. 取芯工艺	84

一、概 述

锦绣河山美如画，祖国盛开石油花。天山脚下井架林立，黑龙江畔油井成网，青藏高原响起了轰鸣的钻机声，辽阔的沿海水域牵出了滚滚的油龙。我们伟大的社会主义祖国到处都蕴藏着丰富的石油资源。

石油，被誉称为“工业的血液”，在国民经济中占有非常重要的地位。无论是凌空而起的雄鹰，还是破浪前进的战舰；不管是公路上疾驰的汽车，还是田野里耕作的“铁牛”；近从肥皂、塑料、纤维、尼龙等生活用品的制造，远至火箭、导弹、人造卫星的发射，哪一样能离开石油呢？石油不光是广泛应用的动力燃料，又是优质的润滑油料，还是有机合成的重要原料。目前，上千种石油化工产品已经应用于国民经济的各个部门，深入到现代生活的一切领域。因此，尽快地开发我国丰富的石油资源，大力发展石油工业，是建设社会主义的现代农业、现代工业、现代国

防和现代科学技术的迫切需要,是发展国民经济,提高人民物质文化生活水平的重要课题。

钻井,是石油工业的一支尖兵,它打开了地下的石油宝库。因此寻找和开采石油必须进行钻井。

油井工程是油田建设的基础工程,钻井速度的快慢,油井质量的好坏,直接影响着整个油田的开发和建设水平。因此,大力发展我国的钻井事业是发展石油工业、建设社会主义的重要任务之一。

1. 我国钻井事业的飞速发展

我国有着几千年的文明历史,也是世界上最早进行钻井采油的国家之一。远在两千多年以前,我国劳动人民就已经掌握了钻井技术来开采地下矿藏。据古书《蜀中广记》记载,在公元 1521 年,在四川嘉州一带钻成了深达一千米的井,并采出了石油。我们以这口井为准,比以“钻井先驱”自居的美国在公元 1859 年所钻的“世界上第一口井”要早 300 多年,也比苏联吹嘘的在公元 1848 年所钻的“世界上第一口油井”也要早得多。

我国钻井虽有悠久的历史,但是由于封建制度

的长期束缚,尤其是近百年来帝国主义的侵略、掠夺和反动派的残酷摧残,严重地限制了生产技术的发展。从 1907 年到 1949 年的 42 年中,旧中国总共钻油井百余口,总进尺只有 7100 米,石油总产量只有 200 万吨,最深的井只有 1400 米。那时候帝国主义一面用“中国贫油论”禁锢人们的思想,一面用一桶桶的“洋油”充斥中国市场。

解放以后,在伟大领袖毛主席和中国共产党的英明领导下,贯彻党的社会主义建设总路线,发扬独立自主,自力更生,艰苦奋斗,勤俭建国的方针,特别是大庆油田会战,我国工人阶级的先进代表“铁人”王进喜同志带领广大钻井工人头顶蓝天,脚踏荒原,战天斗地,艰苦创业,仅用三年时间就拿下了我国第一流的大庆油田。1963 年 12 月 5 日我国政府庄严地向世界宣告:“我国需要的石油,过去绝大部分依靠进口,现在基本自给了。”从此甩掉了石油落后的帽子,迎来了我国石油工业的大好形势。

油流滚滚传捷报,井架摇臂举红旗。1966 年英雄的 1205 钻井队和 1202 钻井队,仅用十一个月零五天的时间,双双创造年进尺十万零三百米。把年钻五万两千多米的苏联“功勋”钻井队远远地甩在后

面，也一举超过了一个井队用几部钻机一年打井九万零三百多米的美国“王牌”钻井队，从而登上了世界钻井水平的高峰。

胸中有燃不完的烈火，脚下有登不完的高峰。经过无产阶级文化大革命的锻炼，我国石油工人更加意气风发，斗志昂扬，在 1971 年，英雄的 1205 钻井队，实现了年钻十二万七千二百多米的记录；1973 年，3252 钻井队突破了年钻十五万米，再次攀登新高峰。

钻井指标，一山更比一山峻；油流滚滚，一浪更比一浪高。1976 年春，四川省石油管理局 7002 钻井队，在伟大领袖毛主席和党中央的亲切关怀下，在毛主席的无产阶级革命路线指引下，用我国自制的人造金刚石钻头，打成了我国第一口六千零十一米超深井，为我国石油钻井事业谱写出新篇章，获得了“勇攀高峰的 7002 钻井队”的光荣称号。

我国石油产量逐年持续大幅度上升，形势一派大好。目前，广大石油钻井工人，以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，深入学习无产阶级专政理论，高举“鞍纲宪法”的光辉旗帜，发扬独立自主、自力更生的会战传统，在毛主席光辉的哲学思想指引下，豪情

满怀，誓为发展我国石油工业多打井，快打井，打好井，为我国的社会主义革命和建设做出更大的贡献。

2. 寻找和开采石油为什么要钻井

为了回答这个问题，我们首先谈一谈石油生成在什么环境中，怎样经过搬家、运移，又储集定居下来而成为油藏。

(1) 石油的生成和储集

关于石油和天然气的生成问题，大多数人认为它是古生物的遗骸在低凹地区浅水地带（浅海、海湾、内陆湖泊等）沉积，随着持续下降的地质构造运动，古生物遗骸便被泥砂等沉积物迅速覆盖起来，上覆盖层的不断加厚，造成了一个有适宜的温度和压力以及缺氧的环境，古生物遗骸便被细菌分解，经历漫长的历史时代，经过复杂的物理化学反应过程，便转变为石油和天然气。

石油刚生成是分散存在的，由于压力、浮力、水动力和毛细管力的作用，分散的油气逐渐向多孔隙或具有裂缝、孔洞的岩层运移，当运移到一个适于保

存石油的环境中，即储油构造，油气聚集定居下来，便形成了油气藏。

那么适于保存油气的储油构造是个什么样子呢？比方说我们居住的房子，是由房盖和墙壁及其所围成的空间组成。储油构造一般也需要有这三个部分。

1) 储集层 它是油气居住的空间。例如砂岩，由于岩石颗粒相互排列搭接之间形成孔隙，油气便能贮藏在这些孔隙之中(图1)。另外，孔洞发育的石灰岩，也是很好的储集层(图2)。

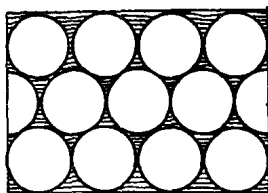


图1 砂岩储油示意图

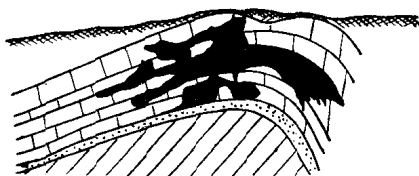


图2 石灰岩储油层示意图

2)盖层 它是储集层上面的不渗透层，能防止油气逐渐上移和流散。这种盖层通常由致密的泥岩、页岩、厚层石膏等组成(图3)。

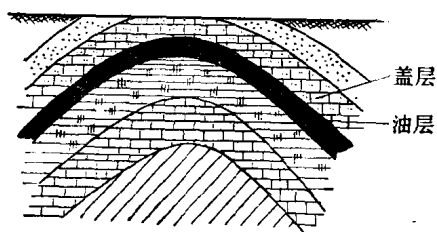


图3 盖层示意图

3)“墙” 储集层的周围要形成封闭条件，即“墙”。它使油气进入储集层后，不能再运移跑掉。

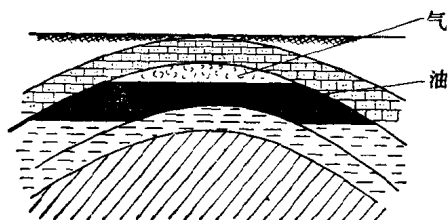


图4 背斜油气藏示意图

图4 是一个背斜油气藏，它是储油构造的一个主要类型。由于地壳的褶皱运动，地层向上拱起弯曲，储集层上面的盖层便象一个倒扣着的铁锅，形成了“墙”，把油气很好地封闭起来。

(2) 寻找石油为什么要钻井

寻找石油,首先要找储油构造,但它深深地埋在地下,看不见,又摸不着,怎样才能找到它呢?我们知道,地下岩石不同,其密度,磁性,电性,弹性等物理性质都不同,利用地球物理勘探的各种方法和仪器,可以对地下岩石的各种物理性质进行测量,便能了解地下岩石的起伏情况,从而判断是否有储油构造的存在。

地下有能够储油的构造,但不一定储有石油。要判断是否储有石油,有没有工业开采价值,最直接的方法是通过钻井打穿储油构造。

在钻井过程中,我们要对钻碎的岩屑进行搜集、分析,即称录井,从而判断是否含有油气。同时我们可以利用钻好的井眼,用地球物理方法在井中进行测井,直接测量被钻穿的各岩石层的不同物理性质(如电性、地震的传播、磁性、放射性等),并绘成曲线。这不仅能判断是否含有油气,还能准确地判断油气埋藏深度、厚度及面积。还有,通过钻井可以利用专用工具,把地下的岩石直接取到地面上来,即叫“取芯”,通过取出岩芯进行分析化验,可以直接测得油

层的岩性(如孔隙度,渗透率,含油饱和度等),就可以计算出油田的储量,确定有无工业开采价值,为制定油田开发方案提供第一性的地质资料。因此,钻井是寻找石油最直接、最重要的手段。

(3) 开采石油为什么要钻井

找到了油田,怎样把石油开采出来呢?我们知道,煤矿和铁矿都是固体矿藏,而且一般埋藏较浅,人们可以用挖掘矿坑的办法进行开采。但是,石油埋藏很深,往往深入地下几百米到几千米,同时石油又具有流动性,不能象煤矿、铁矿那样直接进行挖掘开采。

我们都见过农村的水井,知道地下水是饱含在砂层之中的,当人们打井打穿含水砂层时,水就渗流到井中,供人们使用。

石油的储藏和水类似,开采的方法也很相近。也得通过钻井的方法,把储油层钻穿。在油层压力的驱动下,石油便沿着储集层里互相连通的孔隙流到井里,靠油层压力,石油通过油管自动喷出地面。如果不能自喷,我们可以利用抽油机把石油抽到地面。

一个油田有几十、几百,甚至几千平方公里的面积,为了有效地开采石油,往往要打许多口井,从而构成了星罗棋布的井网。

(4) 油井的种类

星罗棋布的井网,不完全都是采油井,油井的种类是很多的。

在寻找石油过程中,所钻的井主要有浅井、基准井和探井,探井又分预探井和详探井。

1) 浅井 这种井较浅,一般几十米到几百米,是为查明浅部地层及其分布规律,为深井钻探提供可靠资料而钻的井。

2) 基准井 是为获得全部地层剖面资料并兼探石油。一般要全部进行取芯。这种井打得很深,要钻穿全部沉积岩。

3) 预探井 主要是为探明油田面积,油水边界线。为计算油田的可靠工业储量提供资料。

4) 详探井 在已证实有工业开采价值的油田上,为确定油层参数,查明油田地质特征,为油田开发作好准备的井。详探井在油层部位进行全部取芯。