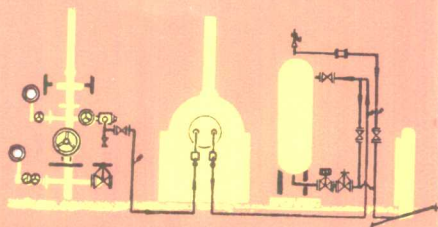


石油勘探与开发普及丛书



自喷油井

大庆油田《自喷油井》编写组



• 2

科学出版社

石油勘探与开发普及丛书

自 喷 油 井

大庆油田《自喷油井》编写组

科 学 出 版 社

1 9 7 6

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，以石油战线上的工人为主要对象的科学技术普及读物，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，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。

《自喷油井》是本丛书的一种。全书共分三部分：主要介绍了油井采油方式、油井的完成和井身结构及自喷油井的井口装置；油井自喷采油原理；及让自喷油井采出更多石油的措施。书中特别介绍了我国广大石油工人和技术人员为多快好省发展石油工业，大搞技术革新和科学实验，解决技术难关，采取有力措施使油井实现较长时间的高产稳产。

石油勘探与开发普及丛书

自 喷 油 井

大庆油田《自喷油井》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

*

1976 年 5 月第 一 版 开本：787×1092 1/32

1976 年 5 月第一次印刷 印张：1 5/8

印数：0001—23,030 字数：21,000

统一书号：13031·457

本社书号：682·13—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。通过无产阶级文化大革命和批林批孔运动，特别是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

一、油井概述	1
1. 油井和采油方式	1
2. 油井的完成和井身结构	4
3. 自喷油井的井口装置与地面附属设备	13
二、油井自喷采油原理	18
1. 油井自喷的动力与阻力	18
2. 石油在油层中的运动	20
3. 石油在井筒中的运动	24
三、让自喷油井采出更多的石油	35
1. 早期内部注水,保持油层压力	37
2. 改造油层,减少井壁附近的渗滤阻力	38
3. 降低油井含水,减轻液柱重力	38
4. 降低石油粘度	40
5. 搞好油井的防蜡与清蜡	41
6. 油井的防砂与清砂	42
7. 加强油井管理	43

一、油 井 概 述

1. 油井和采油方式

油井，是用来从地下开采石油矿藏的矿井。由于石油埋藏在地下几百米到几千米的深处，储存在岩石的孔隙、裂缝和孔洞中，是一种液体矿藏，可以在地下岩石的孔隙、裂缝和孔洞中流动，并且具有较高的压力，因此，油井与开采一般固体矿藏的矿井不同，石油工人不能，也不需要下到油井里去采石油。石油是靠油层压力的作用流到油井里。油井与其它矿井相比，具有深度大、井径较小的特点。

从油层流到井里的石油是用自喷采油和非自喷采油两类方式从井底采到地面的。

如果油层压力比较高，油层压力不仅可以使石油从油层流入油井里，而且流入油井的石油还能喷到地面上来，这一类油井的采油方式叫做自喷采油。自喷采油的油井叫做自喷油井（图1）。如果油层压

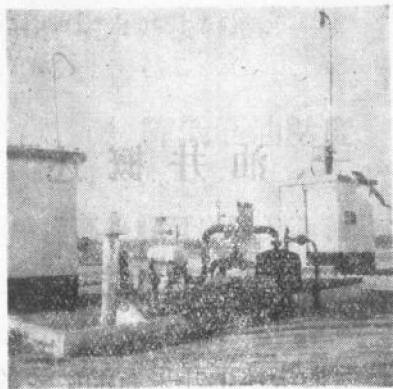


图 1 自喷油井的井场

力比较低,油层压力只能使石油流入油井里,剩余的
压力再不能使流入油井里的石油喷到地面上来,只
有靠外力的作用,把石油从油井里采出来,这一类油
井的采油方式叫做非自喷采油。非自喷采油的油井
叫做非自喷油井。对于这类非自喷油井,人们在长
期的生产斗争实践中,创造出多种开采方法。例如:
在油井里下入抽油泵抽油;从地面向井底通过油管
和套管之间的环形空间,注入压缩气体,靠这种气
体把石油从油管中携带到地面的气举采油(图2);
对于深度较小,油层压力、产量都很低的油井,还可
以直接下入提捞筒,把石油从油井里提捞上来。

显然,由于自喷油井的井下和地面设备简单,开

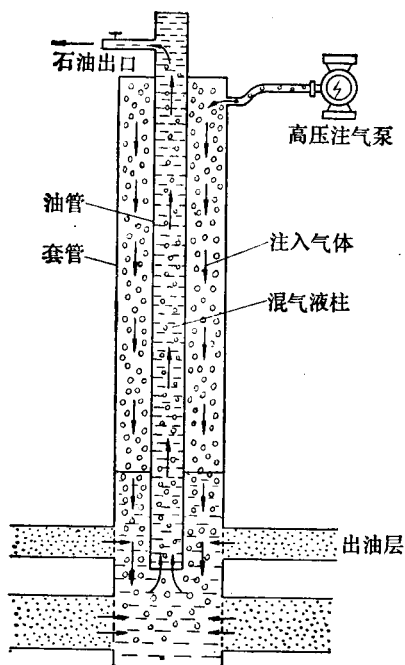


图 2 气举采油示意图

采经济,管理方便,而且一般自喷油井产量也比较高而稳定。所以,用自喷采油方式开采石油,要比非自喷采油方式优越得多。

然而,一口油井的采油方式在整个采油过程中并不是固定不变的。自喷油井生产一段时间以后,如果油层能量得不到补充,油层压力不断下降,将

会渐渐失去自喷能力,使自喷油井变成非自喷油井。有些非自喷油井,经过恢复油层压力,或采取提高油井渗滤能力,改善石油流动条件等工艺措施以后,具备了自喷采油的能力,也可以变为自喷油井。还有一些油井,虽然能够自喷采油,但由于自喷能力较低,或自喷采油量满足不了实际需要,也可以在这类油井中下入大排量的抽油泵,实行边喷边抽的开采办法。边喷边抽采油尽管采油设备复杂,但却可以充分发挥油井的生产潜力,使油井在同样的时间里生产出更多的石油。因此,自喷油井也可以用非自喷采油方式进行生产。

总之,一口油井开采石油究竟采用哪种采油方式,不仅要根据油田的具体地质条件和人们对石油产量的需要来确定,而且还要根据当时当地的采油工艺技术条件来决定,才能达到多快好省地开采石油的目的。

2. 油井的完成和井身结构

油井是用石油钻机从地面钻至油层的深孔,是石油从油层流向地面的人工通道。

石油工业发展初期，人们直接利用这种未经任何加工的井眼采油，那时油井常常因为井壁坍塌而被堵死。于是人们开始寻找加固井壁、防止坍塌的办法。我国古代的劳动人民曾在最易坍塌的表层（井口附近）砌起石头的井壁防塌，后来又在井中下入一节节挖空的树干。近代，随着生产的发展，人们又采用钢管来加固和保护井壁。把这种管子称做套管。

为了使油层中的石油能穿过套管流入井中，人们首先在地面上把下到油层部分的套管钻好孔眼。这种管子叫做衬管。在衬管与油层之间充填砾石。这种采用衬管建成油井的方法叫衬管完成法（图3）。

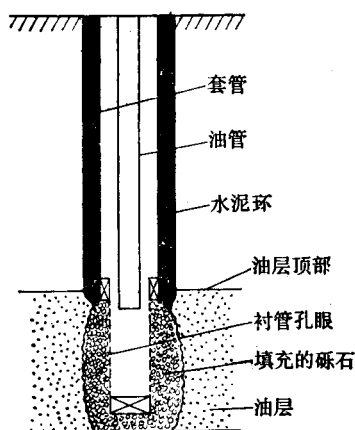


图3 衬管完成井井身结构示意图

它既能使油井不至因井壁坍塌而堵死，又能防止砂子进入井内，而且对油流的阻力又较小。但这种方法工艺复杂，特别是对多油层的油田和含夹层水的油田，这种方法不能解决层间的窜流和干扰。同时，由于只在井中下入套管，在套管外和井壁之间留下一个与油层连通的环形空间也不能阻止油、气沿环形空间窜至地面。

为了解决这个问题，人们又向套管与井壁之间的环形空间挤入水泥进行封固。水泥是用高压泵从套管内打入井底，再由井底从套管外的环形空间内返到油层以上一定的高度，形成一个水泥环，将套管与井壁固住。这项工艺叫做固井。

为了使油层中的石油能通过水泥环和套管流入井筒，就要设法使油层和井筒重新沟通，这项工艺叫做射孔。

射孔，就是把射孔枪下入油井井筒，对准需要开采的油层部位发射射孔炮弹，把套管、水泥环，直至油层，射穿成许多分布均匀的孔眼。由于井筒的直径较小，套管和水泥环又都非常坚硬，所以，就需要用一种特制的射孔装置。目前，我国普遍采用无枪身高聚能喷流射孔器。这种射孔装置在爆炸时可以产

生一种高温高压气体，形成一股高速度而细长的金属喷流，这种金属喷流有足够强的穿透能力，能够射穿套管和水泥环，并射入油层中。由于这种射孔装置的聚能性质很强，当射穿套管和水泥环时，不会在套管和水泥环上震开太大的裂缝，既能保证层间的封隔，又不会影响套管的强度。

上述用射孔砲眼使油层和井筒连通的完井方法就叫做射孔完成法。这种完成方法突出的优点是，对射开的油层可以进行人为的选择，同时能够有效地防止井壁坍塌，对于多油层的油田，或在含油层段中夹有水层、气层的油田，还可以有效地防止水、气窜入油井，因此，现在一般都采用射孔完成法进行完井。

如果油层的岩石坚硬不易发生坍塌，油层厚度较大而单一，并且没有水夹层，那么，可以把套管下到油层顶部，在水泥固井以后，再用直径较小的钻头钻穿油层，使油层全部裸露，直接用钻成的井眼进行采油。这叫裸眼完成法。如石灰岩油层，主要是采用这种方法（图4）。它的优点是，油层具有最大的渗透面积，油流阻力小，完井速度较快等。

油井完成后，还要在套管中下入一种直径较小

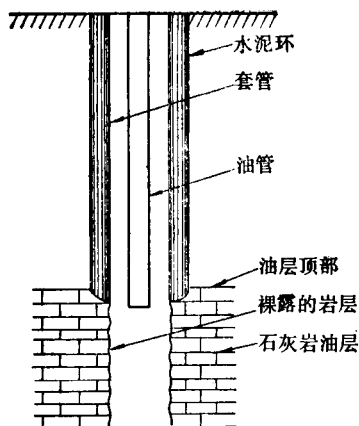


图 4 裸眼完井的井身结构

的无缝钢管，称为油管。油管的下端根据需要可以下到油层顶部，或者下到油层中部及下部。油管的顶端与一组控制阀门相连。

通常把油井自地面以下直到井底这一部分称为井身结构(图 5)。地面以上的部分则叫做井口装置。

套管的作用 一口油井往往要开采石油几十年。从油层和气层中流出来的石油及天然气具有较高的压力和流速。而且在采油过程中，还要经过多次井下作业和采取各种增产措施，在进行这些施工作业时，井筒要经受高压、强酸等作用。所以，一口油井如果没有一个高强度的井筒，就不能保证油井长期

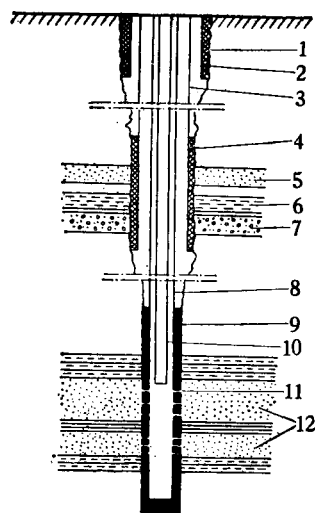


图 5 井身结构示意图

1. 表层套管 2. 表层固井水泥环 3. 技术套管
4. 技术套管固井水泥环 5. 高压气压 6. 高压
水层 7. 易塌地层 8. 油层套管 9. 水泥环
10. 油管 11. 射孔孔眼 12. 出油层

采油。在井眼内下入套管就是为了解决这个问题。

通常把从地面下到井底,并封固油层的套管,称为油层套管。这种油层套管对于每一口油井,一般是不可少的。有的油井因为地表部分容易坍塌,为了防止井口在钻进中坍塌就在地表部分下入一段表层套管。有的油田因在油层上部有高压气层、高压水层或

易塌地层,在钻进过程中,还需在井内下入技术套管。

油管的作用 油井的井身结构还包括井内所下入的油管。油管在油井生产中起着重要的作用。

用油管进行采油,可以加快油流速度,有利于油井自喷生产,同时能增强油流携带泥砂的能力,防止砂子沉入井底。

油井下入油管以后,油管与油、套管之间的环形空间就形成了一个循迴通道。在井口,由生产闸门和套管闸门分别控制着油管出口和环形空间的出口,用这条循迴通道可以进行气举,诱导油流,洗井循环作业,热油循环清蜡和用水或泥浆进行压井等等。

当进行井下作业时,如果把循环液用高压泵从油管内打入,由环形空间返出地面,就叫做正循环(图6)。与此相反,如果把循环液从环形空间内打入,从油管内返出地面,叫做反循环(图7)。这两种循环方法,常常根据实际需要而选用。

前面讲到,一口油井要进行采油几十年,需要用坚固材料建筑一个高强度的井筒。由于油井内下入油管,油层中流入井内的石油,要通过油管流出地面,因此,油管除了上述作用之外,还可以大大延长井筒的使用寿命。

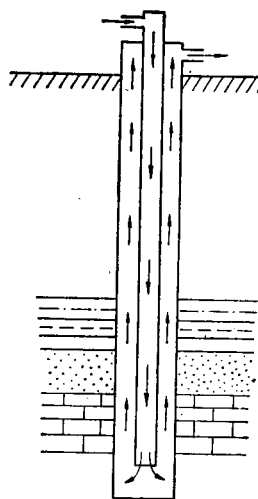


图 6 油井正循环
流程示意图

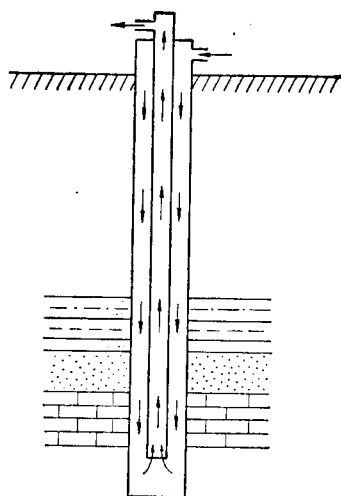


图 7 油井反循环
流程示意图

因为油井自喷采油时,管壁经常受到高速油、气流的摩擦;油流中携带的泥砂更会加快对管壁的磨损;油井含水后,含水石油对管壁还有腐蚀作用。如果井内不下油管,直接用套管进行生产,当套管一旦损坏时,更换或修复都很困难。由于油管的起下很方便,如发现有损坏的油管,可以随时进行更换,又不会影响油井正常生产。所以,油井中都要下入油管。

那么油管下入多深最为适宜呢?

油管一般应下到油层中部。但也有的下到油层