

石油的找、采、用

河北省石油学会科普委员会编



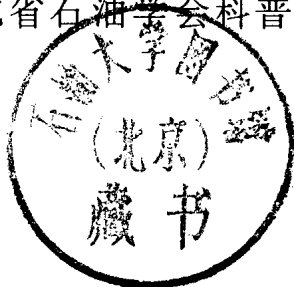
京)

石油工业出版社

登录号	091537
分类号	TE-49
种次号	004

石油的找、采、用

河北省石油学会科普委员会编



52/57/29

石油工业出版社

(京)新登字 082 号

内 容 提 要

这是一册石油知识普及读本,它系统地介绍了石油在地下是怎么生成并形成油田的,人们又是怎么找到石油和采出石油的,以及石油的管道输送和储存,石油的诸多产品和种种用途。其中对各种找油、采油的方法和技术,从一般技术到当代最先进的技术,包括海洋石油勘探与开发技术,都结合我国石油工业的实践作了简明扼要、深入浅出的叙述。同时还对我国的石油史作了一些介绍。本书内容丰富、系统,具有时代感,适于广大石油工人,尤其是青年工人阅读,也适于初、高中学生或石油中等专业学校学生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

石油的找、采、用/河北省石油学会科普委员会编

—北京:石油工业出版社,1995.2

ISBN 7-5021-1422-X

I. 石…

II. 河…

III. 石油工程-科教读物

IV. TE-49

*

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

华北石油研究院制图印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

850×1168 毫米 32 开本 10 $\frac{1}{4}$ 印张 286 千字 印 1—10000

1995 年 2 月北京第 1 版 1995 年 2 月第 1 次印刷

定价: 12.60 元

前 言

本书是在 1993 年上半年完成的,当时以内部资料印发,得到河北省石油学会部分会员和有关部门的鼓励,评价较高。中国石油学会主办的《石油知识》编辑部选登了本书的部分章节,以飨读者。

试刊中也得到读者的反映,认为本书没有关于石油管道运输的叙述是一大缺陷。为此特请河北省石油学会所属石油管道分会的专家撰写了这一部分补充在内,使全书更加充实和完整。

石油工业出版社有关领导对本书的出版十分支持,同意在补充完善后共同出版,正式发行。

愿此书与广大读者见面后,能充分起到普及石油科学技术的作用,为推动石油工业的发展奉献一点微薄之力,也希望听到更多的批评和建议,使今后的科普宣传工作做得更好。

于英太

1994 年 9 月

序

在科学技术加速发展的 90 年代,河北省石油学会科普委员会组织部分会员编写了石油及其化工方面的科普系统读物——《石油的找、采、用》,经过一年多的努力,终于成书与读者见面了。

本书的读者对象首先是石油及其化工行业生产第一线的广大职工,希望他们能够拓宽知识面,更快地提高自身的专业技术水平,在本职岗位上作出更大的贡献;本书也希望能够成为石油系统各中等专业技术学校师生的参考书,以丰富所学专业以外的相关知识,更好地了解石油工业的生产流程和基本概念,有利于培养年轻一代更加热爱石油事业,当好接班人。

尽管参与编写本书的会员都是石油、化工行业的专家、高级工程师,但是他(她)们对于科普读物的撰写很多人都是首次,所以在本书初版的时候,衷心地盼望读者提出宝贵意见。

祝贺本书的出版,也期望有更多更好的科普读物问世,为国家的科技进步、经济繁荣和社会发展贡献力量。

黄 炎

1993 年 3 月

目 录

开头的话.....	(1)
• 从“水桶定理”谈石油.....	(1)
• 现代石油技术与航天技术.....	(2)
• 石油史话.....	(4)
• 新中国石油工业的发展.....	(5)
油田是怎么形成的.....	(8)
一、形成油田的首要条件——油气的生成	(8)
• 什么是石油和天然气.....	(8)
• 石油是由什么东西生成的.....	(9)
• 石油是在什么条件下生成的	(13)
• 石油的伴侣——天然气的生成	(15)
• 怎样追溯油气生成的条件	(16)
二、会搬迁的矿藏——石油和天然气的运移.....	(18)
• 油气的运移	(18)
• 油气运移的动力、方式、通道和时间	(19)
三、石油在地下的流动和储存空间——石油的储集层.....	(20)
四、石油在地下的保护层——油藏的盖层.....	(22)
五、石油在地下的仓库——地质圈闭.....	(23)
六、茫茫大地何处找石油.....	(24)
油田是怎样找到的	(28)
一、定盆地、查凹陷、找圈闭、探油气——寻找油田的主要 过程及步骤.....	(28)
• 确定古湖泊、古海洋的范围.....	(28)
• 查明生油凹陷的位置	(30)

• 寻找地质圈闭	(30)
• 钻探油气田	(31)
二、跋山涉水找油田——开创性的地面地质工作	(33)
三、卫星高瞻远瞩指方向——崭新的遥感地质工作	(37)
• 遥感地质是怎样代替地面地质一些工作的	(38)
• 卫星相片的电子计算机解释方法	(39)
• 卫星相片的地质解释与野外验证	(41)
• 卫星相片在石油勘探中的应用	(43)
四、利用地层物性变化探油田的方法——不断发展的 物探技术	(43)
• 由两个铜球同时着地来谈重力勘探	(44)
• 从飞机偏离航线来谈磁法勘探	(46)
• 利用人工电场探测和研究地质构造的方法	(47)
五、地震波入地千米找圈闭——熠熠生辉的地震 勘探技术	(50)
• 二维地震勘探技术	(50)
• 三维地震勘探技术	(53)
• 三维切片技术	(56)
• 亮点技术	(58)
• 振幅随炮检距变化关系分析技术	(60)
• 垂直地震剖面法	(62)
六、深入虎穴得虎子——严细不苟的钻井地质工作	(64)
• 钻时、泥浆、岩屑录井及其现代化技术	(65)
• 气测井找油气层的方法	(69)
• 钻井取心与井壁取心	(71)
• 地球物理测井找油层的方法	(72)
• 降龙伏虎术——试油与试气	(75)
石油与天然气的钻井技术	(84)
一、值得称道的我国古代钻井技术	(85)

二、盛行全球的旋转钻井方法·····	(89)
三、定向井、丛式井和水平井·····	(92)
• 为什么要钻定向井·····	(93)
• 怎样钻定向井·····	(94)
四、加快钻井速度的技术·····	(96)
五、钻井的“血液”——泥浆·····	(99)
六、揭示地层真面目——取岩心·····	(102)
七、“钢墙铁壁”护井眼——固井·····	(106)
怎样经济有效地开发油田·····	(114)
一、搞清油藏类型,选择开发方式,是有效开发油田的 前提条件·····	(115)
• 多种多样的油气藏·····	(115)
• 各种各样的油田开发方式及方法·····	(119)
二、科学部署井网,合理确定产量,是有效开发油田的 基本因素·····	(122)
• 油井怎样部署才算合理·····	(122)
• 开发井网的排列方式·····	(123)
• 井距的大小·····	(125)
• 合理确定油田的产量·····	(126)
三、预测开发过程,监测油田变化,采取相应对策,是有 效开发油田的关键·····	(132)
• 怎样预测油田在开发过程中的变化·····	(132)
• 开发中应监测油田哪些方面的变化·····	(136)
• 油田在开发过程中的调整措施·····	(139)
四、油井的自喷开采·····	(141)
• 油井自喷原理与自喷井结构·····	(142)
• 怎样管好自喷井·····	(144)
五、形形色色的机械采油·····	(149)
• 管式泵采油方法·····	(150)

• 水力活塞泵采油方法·····	(151)
• 电动潜油泵采油方法·····	(152)
• 气举采油方法·····	(154)
• 其他机械采油方法·····	(155)
六、采油井的管理与维修·····	(157)
七、改造油层,增加油井产量·····	(162)
• 对油层进行压裂——井下油层的开山斧·····	(162)
• 对油层进行酸化——低产油井的克星·····	(166)
八、强化采油,提高油田的最终采收率·····	(168)
油田集输技术和建设·····	(177)
一、原油的集输技术和工程建设·····	(177)
• 油井的地面建设·····	(178)
• 计量站的设置和建设·····	(180)
• 集中处理站(联合站)的工程建 设·····	(182)
• 原油库的建设·····	(186)
二、油田气的收集、处理和加工·····	(188)
• 油田气的收集·····	(188)
• 油田气的处理·····	(190)
• 油田气的加工·····	(191)
三、油田注水和含油污水处理工程的建设·····	(192)
• 油田注水工程的建设·····	(192)
• 含油污水处理技术及装置·····	(194)
四、油田建设中其他工程技术的发展与应用·····	(196)
油气的管道输送与储存·····	(204)
一、国民经济的“地下大动脉”——长距离输油(气)	
管道系统·····	(204)
二、多种多样的长输管道·····	(209)
• 石油运输中最重要的是原油长输管道·····	(209)

• 大有可为的成品油管道·····	(212)
• 别具一格的天然气管道·····	(213)
三、长输管道的建设 ·····	(215)
• 慎重的前期工作——可行性研究·····	(215)
• 工作的关键环节——勘察与设计·····	(215)
• 壮观的施工场面——管道敷设·····	(219)
• 管道的健康卫士——防腐措施·····	(224)
四、长输管道的运行管理 ·····	(228)
• 原油管道输送·····	(228)
• 成品油管道顺序输送·····	(233)
• 密闭输油工艺·····	(236)
• 输油管道的自动控制·····	(241)
• 天然气输送·····	(243)
五、石油储存与储库 ·····	(244)
• 油库与油罐·····	(244)
• 油库的装卸作业·····	(245)
• 油品储存过程中的质量管理·····	(247)
• 安全是油库的生命·····	(250)
六、石油的计量 ·····	(252)
• 人工检测液面高度计量法·····	(252)
• 自动检测液面高度计量法·····	(253)
• 油品的流量计量法·····	(254)
• 油品的收付结算·····	(254)
海洋石油的勘探与开发·····	(260)
一、海洋石油勘探的范围与特点 ·····	(261)
二、海洋地震勘探技术 ·····	(263)
• 导航定位的设备与技术·····	(264)
• 海洋地震的震源技术·····	(267)
• 海洋地震的检波器系统·····	(268)

三、海洋石油钻井	(271)
• 固定式钻井平台	(271)
• 移动式钻井平台	(272)
• 海洋钻井井口装置	(277)
• 浮动平台钻井的特殊钻具及恒张力大钩	(279)
• 海洋钻井的新兴技术	(281)
四、海洋油气田的开发与开采	(282)
• 海洋油气田开发工作的特点	(282)
• 海洋采油的平台与设备	(283)
• 单点系泊浮式生产系统	(285)
五、我国海洋石油事业的发展与前景	(286)
• 艰难的起步	(286)
• 飞速的发展	(287)
• 远大的前景	(288)
石油的加工产品及其应用	(294)
一、兴旺的石油“大家庭”	(294)
• 石油“大家庭”的成员	(294)
• 石油“大家庭”的第一次“分家”	(296)
• 石油“大家庭”的变更	(299)
二、石油“大家庭”的第一代产品	(300)
• 透明的汽油	(301)
• 淡黄色的煤油	(302)
• 褐色的柴油	(303)
• 多种功能的润滑油	(303)
• 默默无闻的黑色沥青	(305)
• 深受人们赞美的石蜡	(306)
三、石油“大家庭”的第二代产品	(307)
• 人人喜爱的塑料制品	(307)
• 五彩缤纷的合成纤维	(312)

• 工农业与国防工业的重要靠山——合成橡胶·····	(318)
• 农田、果园的营养品——化肥·····	(319)
石油工业的前景展望·····	(323)
一、世界油气资源的前景展望·····	(323)
二、我国油气资源的前景展望·····	(325)
• 西部油气勘探的领域广阔·····	(326)
• 东部油气田稳产的底子较厚·····	(328)
• 海洋石油事业正在兴起·····	(329)
• 复杂地区的油气资源尚待勘探·····	(329)
• 其他领域的油气前景·····	(330)
编后记·····	(332)

开头的 话

从“水桶定理”谈石油

石油在国民经济中的地位和作用是十分重要的,有人誉它为“黑色的金子”、“工业的血液”等等,更有学者从“水桶定理”来阐述发展我国石油工业的重要性。

所谓水桶定理,即由若干块板围成一个沿口不齐的水桶,其容量是受最短的那一块木板决定的。对于非木桶,就由距桶底最近的缺口所决定。

这条定理不需要证明。正如一个人的“精神容量”由这个人最弱的一个精神特征所决定一样,一个国家的发展,是由这个国家最短的限制尺度所决定的。

中国这个“水桶”是够大的,但是其结构极不协调。目前这个水桶上最长的一块“木板”是人口,最短的两块“木板”是能源和交通。能源和交通相比于人口的压力、资金的缺乏、人才的不足、管理的落后、水土资源的破坏、环境的污染等更为紧迫地需要解决。加快发展能源与交通,加大这两块“木板”的长度,是提高“中国水桶”之经济水平的关键。而在发展能源中,石油比电力、煤炭又具更大的迫切性。因为缺乏石油,即使交通再发达,汽车仍不能疾驰,飞机也不能翱翔,轮船虽乘之有风,但也难以破浪。因此,能源与交通相比,能源是关键的关键,而石油又位居能源之首。

石油更是重要的化工原料。石油化工产品已遍及工业、农业、国防,以及人们广泛的生活领域。例如透明而不易破碎的有机玻璃和质轻色艳的种种工业塑料,已是电器、医疗、机械等各行业的必用材料。一辆汽车用 45 公斤塑料即可代替 100 多公斤的钢材。有的塑料还具有不怕酸碱腐蚀等特殊性能,是制造一些化工设备和特别器械的理

想材料。又如人造橡胶,在工农业和国防上的用量也很大,一辆坦克需要 800 公斤,一艘军舰需要 6800 公斤,还有火箭、导弹、宇宙飞行器等等,都需要大量的不同性能的特种橡胶。再如农业上的氮、磷、钾三大肥料,在世界各国的化肥生产中,氮肥总是占据首位的,它也是主要来源于石油。还有人们须臾不离的衣帽鞋袜、盆罐瓶杯、盒袋笔尺,以及诸多的用具和装饰品,也都来源于石油化工。

石油确实是现代化建设中不可缺少的重要能源和原料。如果说,石油是“黑色的金子”、“工业的血液”是从价值和作用的角度来表达石油的重要性的话,那么,从“水桶定理”出发,则把发展我国石油工业的重要性提高到了关系国家前途的高度。因此,人们应该更多地关心石油、了解石油、珍惜石油、支持石油。

现代石油技术与航天技术

现代石油技术能与航天技术相比吗?回答是:不仅可以相比,而且有许多相似之处,甚至石油技术比航天技术有更大的难度。请看下面的比较。

不妨先比较难度吧!

首先在揭示奥秘上,地球较太空更不具直观性。现在人们对太空的了解及认识,可以通过望远镜,尤其是现代化的天文望远镜,能够观测到数亿光年之遙了;而人们对地球的观察与认识,还仅仅限于地壳的一个薄层,尽管现代科学技术已经相当发达,但对地球深部的了解和认识仍是微不足道的。所以外国有一位知名的石油开发专家讲,人们要完全认识非均质油气藏的分布形态及渗流规律,要比当年的阿波罗登月技术还要难,因为后者已经实现了,而对前者的认识,还很难达到完善的程度。

其次在实施现行技术上,石油技术的直接性比航天技术更小,即难度更大。太空的飞船、卫星等发生故障后,或是回收处理,或是由人去太空修理,这已成为现实。而油井发生了事故或遭到了损坏,全靠特殊的技术,只能在地面通过各种信息加以判断,然后在探索中对地

下实施处理或修复。井下事故或受损情况是十分复杂的,而且时有变化,需要针对性的技术和手段,随机应变地来解决问题。这种入地不能,又得解决问题的技术难度,能逊于可以上天去直接操作以解决问题的技术难度吗?

那么,石油技术与航天技术,有哪些相似之处呢?

人们知道,现在的航天技术可以通过火箭运载工具、发射系统、测控系统把各种各样的卫星或飞行器送到人们所预想的高度和轨道,使它们为人类的通讯、广播、科学实验等作出令人满意的服务,从而产生出巨大的经济效益与社会效益。

其实,现代的石油技术也同航天技术一样,是属于高技术的范围。它不仅能够以特定的工具和测量、控制系统向地下发射信号、接收岩层信息来判别油气存在的可能性,而且在一定的深度范围内,可以比较得心应手地钻开地层,改造油层,实施油井的井下作业等,以达到人们预定的效果。以便多找油,多采油,为国家的经济建设服务。

仅以钻井技术为例,现代的钻井技术已非同过去了,既可以打直井,也可以打斜井,甚至可以在地下绕障钻进。这样,有些建筑物下面的石油,就可以用打斜井的方式把它采出来,这同过去只能打直井相比,是很了不起的技术进步。不仅如此,现在还可以在上一井口中的不同方位钻出几个井底,以增大该井的采油范围,提高单井产油量;或者在其附近打成若干口井,而这些井的井眼都能分别按要求延伸到不同方向,要深则深,要浅则浅,达到地下指定的地层,以便各自采出不同油层或不同方位的石油。这种钻井技术,犹如在一个瓶子里插入几根吸液管,而且每根在插入过程中都要做到互不碰撞,其难度是相当大的。还有,在油井发生井喷失控着火,短期又不具备其他有效措施的情况下,可以在一定距离处,朝这口事故井另打一口斜井,把所喷的油气引到新井口上控制采油,而使失火的油井因没有油源而熄火。这种既要迅速钻进,又要不偏不倚地打中原有的井眼,似乎有点玄妙,但已是完全能做到的现实了。为什么能如此得心应手呢?全然依赖于新型的钻井技术和电子计算机的结合。

由此可见,现代的石油技术和航天技术一样,它们都不同于一般的常规技术,而是具有高智能、高难度、高投入、高风险、高效益的特点,对生产具有革命性的推动作用和大幅度提高经济效益的作用。

石油史话

从寻找石油到利用石油,大致要经过四个主要环节,即寻找、开采、输送和加工。这四个环节一般又分别称为“石油勘探”、“油田开发”、“油气储运”和“石油炼制”。下面就按这四个环节来追溯一下石油的发展历史。

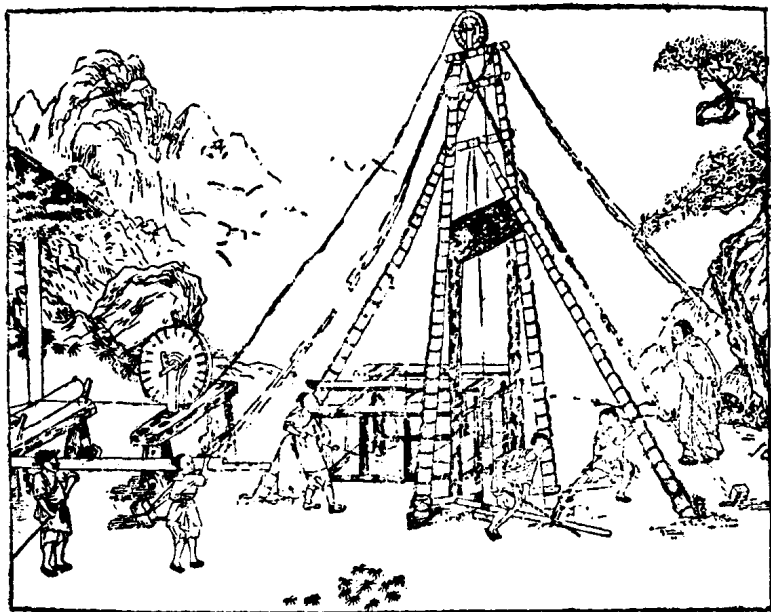
“石油勘探”有许多方法,但地下是否有油,最终要靠钻井来证实。一个国家在钻井技术上的进步程度,往往反映了这个国家石油工业的发展状况。因此,有些国家竞相宣布本国钻了世界上第一口油井,以表示他们在石油工业发展上迈出了最早的一步。例如原苏联人宣布,1848年在里海巴库地区的比比—埃巴特钻了世界上的第一口油井。美国人则宣布1859年在宾夕法尼亚州西北的的泰塔斯威尔钻的一口油井是世界上的第一口油井。究竟谁是钻井的先驱呢?根据专家对史籍的考证,在公元前250年我国四川就出现了钻井采卤制盐的工艺,公元2世纪在四川的临邛(今邛崃县)已出现了天然气井,公元13世纪在陕北的延长、延川等地已钻成一批油井。如果不考虑盐井和气井,只拿油井来比较,我国也比原苏联和美国要早约500多年。难怪英国科学家李约瑟在《中国科学技术史》一书中写道:“今天在勘探油田时用的这种钻深井或凿洞技术肯定是中国人发明的”。

“油气田开发”指的是用钻井的办法证实了油气的分布范围,并且有井可以投入生产而形成一定的生产规模。从这个意义上说,1821年四川富顺县的自流井气田开发是世界上开发最早的天然气田。

“油气集输和储运”技术也随着油气的开发应运而生。早在我国汉代,蜀中人民就采用当地盛产的竹子为原料,去节打通,外用麻布缠绕涂以桐油,连接成“笕”,就是我们现在称之的输气管线。到了19世纪中叶以后,四川地区的这些管线总长达二三百里,在当时的自流

井地区,绵延交织的管线翻越丘陵,穿过沟涧,形成输气网络,使天然气的应用从井的附近延伸到远距离的盐灶,推动了气田的开发,使当时的天然气达到年产7000多万立方米。

至于“石油炼制”,起始的年代还要更早一些,北魏时所著的《水经注》成书年代大约是公元512~518年,书中就介绍了从石油中提炼润滑油的情况。前面提到的英国科学家李约瑟在有关论文中指出:“在公元10世纪,中国就已经有石油而且大量使用。由此可见,在这以前中国人就对石油进行蒸馏加工了”。说明早在公元6世纪我国就萌发了石油炼制工艺。



古代钻井图

新中国石油工业的发展

解放前,我国的石油工业十分薄弱,仅在台湾和大陆西北地区,如陕西延长、新疆独山子、甘肃玉门等地有少数油田。1949年年产原油只有12万吨。到现在已成为年产超过亿吨的产油大国,曾一度被