

浅层天然气的勘探

武汉煤矿设计院工程地质科編

石油工业出版社

陕西天然气管道

（陕西天然气管道工程可行性研究报告）

陕西天然气工程公司

內 容 提 要

本書用淺顯的理論從什麼是天然氣、天然氣的性質和用途，天然氣的形成、運移、聚集談起，談到了怎樣尋找氣苗、怎樣進行鑽探。重點在於敘述怎樣進行淺層天然氣的勘探，從井位的布置、鑽探設備的組成，談到鑽探的步驟，以及見到天然氣後的一些試驗和測量工作、完井方法、儲量的計算，等等。

書中也談到安全操作，在鑽探過程中應怎樣隔離水層、怎樣處理井內淤積的泥沙、怎樣發現和打開氣層。

本書文字通俗，可供具有高小以上文化程度的省（自治區）、市、縣從事勘探工作的人員學習、參考用，也可供石油地質勘探人員參考。

統一書號：T15037·848

淺層天然氣的勘探

武漢煤礦設計院工程地質科編

*

石油工業出版社出版（地址：北京六條坑石油工業部內）

北京市書刊出版業營業許可證出字第083號

石油工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

*

787×1092 1/32 開本 * 印張2 1/2 * 37千字 * 印1—3,000冊

1960年3月北京第1版第1次印刷

定價（10）0.29元

前 言

在我們伟大祖国辽阔广大的土地上，地下深处蕴藏着无穷无尽的丰富资源。这些资源中也包括很宝贵的天然气。

远在1700年以前，我們勤劳聪明的祖先就发现了天然气，并且开始利用它。在旧中国，由于帝国主义的侵略和国内反动政府的统治，天然气工业也同其它工业一样，有着被帝国主义践踏的辛酸历史。解放后，丰富的天然气资源掌握在人民的手中，在共产党和毛主席的正确领导下，勤劳勇敢的中国人民继承着祖先的事业，发挥了百倍的干劲、运用新技术勘探和开采天然气，使祖国的天然气工业大放光芒。

天然气是优良的燃料和珍贵的化工原料。根据埋藏的深度可分深层天然气和浅层天然气。深层天然气一般是和石油伴生在一起的，如四川、甘肃等地的油田中就有很多深层天然气。而在上海、武汉等地发现了第四纪沉积地层中有浅层天然气。

在党的总路线的光辉照耀下，在一整套“两条腿走路”的方针指引下，全国许多地区已开始勘探和综合利用浅层天然气。

根据现有的资料，除富产天然气的四川省外，福建、甘肃、上海、湖北、安徽、云南、贵州、浙江、河北等地区有100多个县都发现了气苗。这说明祖国的天然气资源是很丰富的。

浅层天然气埋藏浅（30—50米）、开采方便、投资少、

設備簡單，很適合人民公社開采和綜合利用。目前，已有很多地區就地取材、因地制宜地利用了淺層天然氣，推動了地方工業的發展。例如上海浦東二里橋利用天然氣製造炭黑，日產0.2噸。上海川沙縣有的人民公社利用天然氣燒磚瓦、開拖拉機、發電、制炭黑，帶動內燃式水泵灌溉，等等。

充分地利用淺層天然氣不但可以促進地方工業的發展，而且還可以解決農業機械化用的燃料問題。因此，有條件的地區可以採取地上（沼氣）和地下（天然氣）結合、土洋結合、專業隊伍和羣眾運動結合、普查和開采相結合的方法進行淺層天然氣勘探、開采。

本書在編寫過程中承石油工業出版社大力支持並提供意見，僅此致謝。在編寫這本書時，儘量使內容淺顯，結合實際說理簡明，通俗易懂，但由於水平所限，無疑是不夠完善的，懇切的希望讀者提出意見和批評，以後再版時修正。

武漢煤礦設計院工程地質科

目 录

前 言

第一节 天然气的用途和成分	1
第二节 天然气的生成	4
一、天然气的成因	4
二、可以生成浅层天然气的地层沉积类型	8
第三节 天然气的运移和聚集	14
一、天然气的运移	14
二、浅层天然气的埋藏状态	16
第四节 怎样寻找天然气	19
一、寻找天然气的重要意义和开采浅层天然气的有利条件	19
二、怎样寻找气苗	20
三、气苗的种类	21
四、怎样寻找储气构造	22
第五节 浅层天然气的鑽探	24
一、井位的布置	24
二、鑽探设备的組成和鑽探的步驟	27
三、鑽探过程中应该注意的几个問題	30
四、見气后的一些試驗工作和量測工作	35
五、安全問題	41
第六节 完井方法	42
第七节 儲量的計算	50
附录 井下天然气利用的地面裝置	53
参考資料	54

第一节 天然气的用途和成分

天然气是一种由各种碳氢化合物组成的气体混合物，无色、无臭，可以燃烧，发淡黄或兰色火焰。最常见的碳氢化合物气体是池塘、沼泽中的沼气，全由甲烷（ CH_4 ）组成；煤矿内也可能遇到大量沼气，里面除了甲烷外，还有二氧化碳、一氧化碳等，叫作矿井气或矿井瓦斯；纯气田气可能主要由甲烷组成，不过喷出量一般要比沼气大而且持久，也叫作地球气；石油气，往往同石油相伴而生，存在于油层的顶部或溶解在石油里面，常常含有较多的重碳氢化合物和其他气体（如氮、氦）。

天然气的用途很大，它可以用来烧水、煮饭、点灯，等等。我们知道，燃料燃烧时会发出大量的热，同样，天然气也能发出大量的热。从表1的数字中，我们可以见到天然气比所有的燃料的燃烧热都高。

表1中所列的是几种最常见的燃料，以及燃烧每1公斤燃料时所发出的热。因为天然气有着巨大的热能，所以在生产和运输业上已用它来作为动力机的燃料。例如利用天然气开动内燃机（开汽车、开拖拉机）、发电、抽水等。也可以用作炼钢和熬盐、煮饭的燃料。它还可作为城市、农村气化提供原料。我们用天然气作为动力燃料时可将热能转换为机械能，再用于发电机就可转为电能。它的转换过程如下：

燃烧	发动机	发电机
天然气——→	热能——→	机械能——→电能。

天然气经过处理净化后，其中的甲烷可以制造1500种以上的化工产品。因为天然气是多种碳氢化合物的混合物，所

表 1

燃 料 名 称	热 值, 大卡①
天 然 气	8000—12000
石 油	10200—10800
焦 煤 气	7800
煤	7000
人 工 沼 气	6000
水 煤 气	3700

①大卡也叫作千卡, 是计算热量的单位。将1克重的水的温度从19.5°C提高到20.5°C (提高1°C) 所需的热量叫1卡路里, 简称卡或小卡, 1000卡叫作1大卡或千卡。

以我們可以用化学的或物理的方法改变它的结构, 这也就为利用天然气制造各种有用物质提供了可能的条件。如甲烷在不完全燃烧和高温分解时, 可以产生炭黑。炭黑是染料、颜料、墨汁和皮鞋油等的原料。炭黑又可以做橡胶填料, 例如上海正泰橡胶厂就是利用由天然气制造成的炭黑作为橡胶填料。天然气还可以作为制造塑料、杀虫剂、有机玻璃、化学肥料、香料, 等等的原料。

此外, 部分天然气中, 可能含有很多稀有气体, 如氦、氩、氙等。氦气可以用于原子能工业。甲烷和氧气按一定比例混合后, 还可以医治气喘病。

综合上面所谈到的情况, 我们可以看出, 天然气的用途是很广泛的 (参看表2), 特别是在化学工业、燃料工业的

应用上。

现在发现的化学元素有102种，所有的物质都是由它们组成的。其中碳(C)元素和氢(H)元素等化合而成的物质达三百多万种，超过了其他元素化合物的总和。

天然气是碳氢化合物的混合物，它的主要成分是甲烷(CH_4)，一般含量达80—90%；乙烷(C_2H_6)较少，只占5—10%。另外，还有丙烷(C_3H_8)、丁烷(C_4H_{10})、和氮(N)、二氧化碳(CO_2)、硫化氢(H_2S)、氦气(He)等杂质。按所含元素来讲，84%是碳，14%是氢，其他是杂质(见图1)。

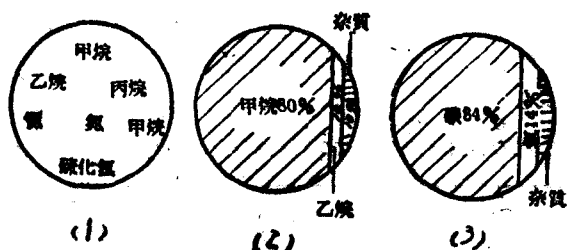


图 1

1—天然气是碳氢化合物的混合物；2—天然气中主要物质的比例；3—天然气中碳氢元素的比例。

据从上海郊区所获得气体的分析结果，甲烷含量达90%以上，乙烷含量还不到1% (见表3)。

通常天然气是一种比空气轻的气体，没有颜色，比重(天然气与同体积空气重量的比)通常是0.6—0.7，热值一般在8000大卡左右。天然气可溶解在水和石油中。它同空气按一定比例混合后遇火会发生爆炸，但也会受一定限制，当天然

气体在空气中的含量没有达到一定的比例或超过这个比例时都不会爆炸。通常发生爆炸的范围是天然气体积是天然气同空气混合气体总体积的5—15%。

上海郊区浅层天然气气体分析资料

表 3

地 点 \ 成 分	甲 烷	乙烷以上	氮+氢	氮	氧	酸性气
宝山、楊行	92.14	0.85	0.16	2.13	0.10	4.62
天宝山、浴室	91.80	0.40	4.30	0.20	0.10	3.20
南汇、下沙	85.58	0.76	0.08	11.08	0.42	2.83
鸿元化工厂	91.83	1.12	0.17	3.57	0.40	2.79
陆家楼	91.69	0.21	0.21	4.42	0.57	2.84
唐家宅	93.20	0.73	0.31	3.02	0.41	2.43
华东化工学院	91.23	0.80	0.20	5.00	0.41	2.56

第二节 天然气的生成

一、天然气的成因

天然气的生成是要经过三种作用，即沉积→菌解→变质。

我们知道，地球的表面高低不平，有高山、有平地、还有河流、池沼。雨水和河水从高处向低处流，积聚在最低的地方汇合成湖泊和海洋。当河流水经过地面的时候，水冲刷着岸边的岩石，把泥沙带向下流。据估计，我国长江每年搬运入海的泥土竟达6000万吨，使上海市平均每年向海中延伸

1米。我們还知道，地球上有很多的动物和植物是生长在浅海的边缘、河流入海处、湖泊和沼泽等地方。当它们死亡后，遗体就随着流水搬运来的泥沙层层地堆积起来，这就是沉积作用。

生物的遗体被泥沙埋葬以后，同空气隔绝，受嫌氧细菌（一种不需要氧气也能生活的细菌）的作用，复杂的有机物就变成了简单的化合物——碳氢化合物。这些东西以气体形态存在的就是天然气，以液体形态存在的就是石油，以固体形态存在的是油母页岩。这个受细菌分解作用的过程就叫作菌解作用。

当沉积物越沉积越厚时，菌解作用也就逐渐减少，这时就产生很大的地层自重压力^①。同时，沉积得越深，所受的地热增温率^②的热力也越大——每距地面1公里地温增加30°C。这种高温高压作用，使前一阶段（细菌作用阶段）分解不完全的生物遗体，全部分解变为天然气和石油。除了细菌、压力、温度的作用外，还有接触剂作用，它可以加速有机物的分解；放射线的作用也可使有机物分解为氢、一氧化碳、二氧化碳和各种碳氢化合物。总地说，有机物经过细菌、温度、压力、接触剂、放射线等一系列的作用而分解变为天然气的过程就叫作变质作用。

①这种压力又叫作静压力，是指下部沉积物所受上部沉积物的挤压力说的，越往深处压力越大，每深10米增加一个大气压。

②地热（地球内部的热）每增高一度所需要深入地下的距离（米数）叫作地热增温级，平均是33米。每深入100米地热增高的度数叫作地温梯度或地热增温率，平均是3°C。

經過變質以後形成的石油和天然氣是呈油滴和氣泡呈散地存在地層中，沒有開採價值，還需要經過運移的過程。現在，

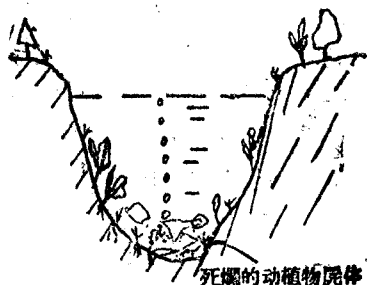


圖2 沼氣形成的環境

我們再從成因上來看天然氣的生成。自然界中可燃氣的生成有三種：一種是動物的屍體、植物的根莖葉等不斷地向水底沉澱，在水密閉的情況下，經過嫌氧細菌的發酵作用分解而成的。這種氣體一般叫作沼氣^①（見圖2）。

一種是當沖積土層堆積起來時地層中埋入大量的動植物有機體，經過長期密閉發酵作用分解而成的氣體。在這種情況下，形成了淺層天然氣（見圖3）。它除了在成因上同沼氣有土封、水封的區別外，甲烷的含量也較沼氣多達90%左右。

另一種是生成時間較久，被埋藏得較深，聚集的數量也比較多，常同石油共生，這就是深層天然氣（見圖4）。

^①沼氣產在池塘、溝渠中，甲烷含量佔60—70%。這對廣大農村來說，是有很大的現實意義的。因為它分布少，又容易收集，應當把它當作天然資源。安徽阜陽全縣沼氣化就是充分利用這種池塘沼氣

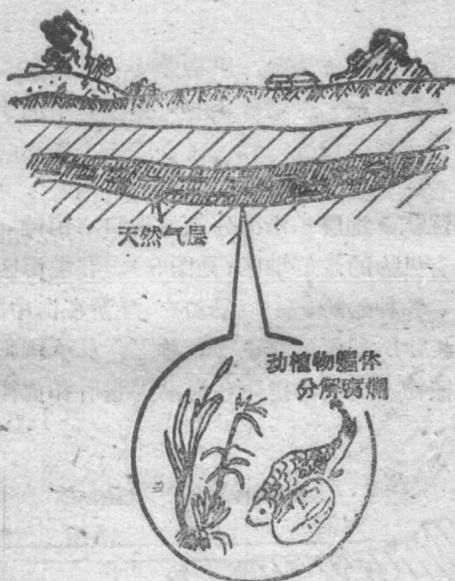


图 3 浅层天然气的生成

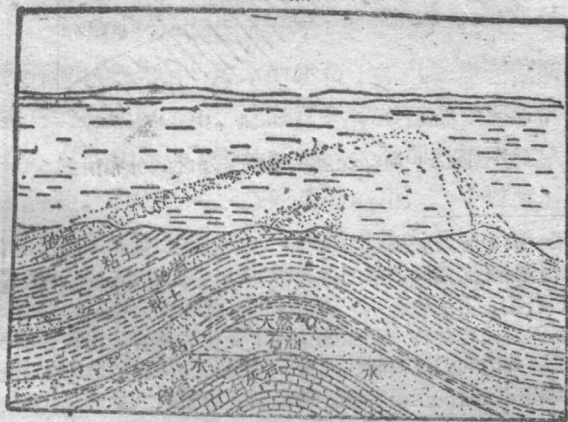


图 4 深层天然气

二、可以生成浅层

天然气的地层沉积类型

1. 海相沉积① 地层 沿海分布的海口、海滩、深海湾等处都是聚集有机物的最好地区(见图5)。在浅海区和陆坡区有大量水草、各种蛤蚧、小节足动物、浮游在海中的动植物,以及其它有机体所组成的有机物。总之,从单细胞以至最高等的动物和植物。它们的遗体在海潮进退后和泥沙重重地被

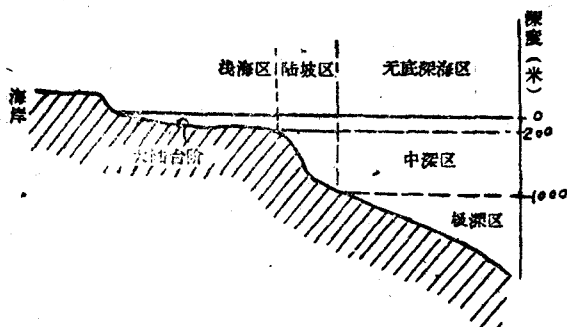


图5 海洋深度和生物繁殖区的分布情形

●相一般可分为海相(同海洋有关的沉积)、陆相(同陆地有关的沉积)和海陆相(海洋同大陆间过渡带)所产生沉积等三种。相主要是指沉积物的岩性、古生物和形成沉积物的沉积环境等特征的綜合。也可以說是沉积岩在各种物理和生物条件下变化的总合。沉积物的形成是决定于沉积环境的。沉积物的成分、組織、结构和所含的化石都可以反映沉积物沉积时的沉积环境。例如石灰岩含有大量珊瑚化石,就可以知道它是海相的。知道了相后也可以找出寻找矿产的規律,例如确定岩相是浅海地区的沉积,就可以确定同它有关的矿产——石油、天然气、磷矿、铁矿等。

堆积起来，經菌解、变質作用，便变成天然气被封闭在致密的粘土下面儲存起来。在地質学上，这种同海洋有关的沉积叫作海相沉积（如图6）。海相沉积地层分布在我国沿海地区，如广东、山东、海南、台湾等地。大陆边缘也分布有較狭窄的海相沉积物。

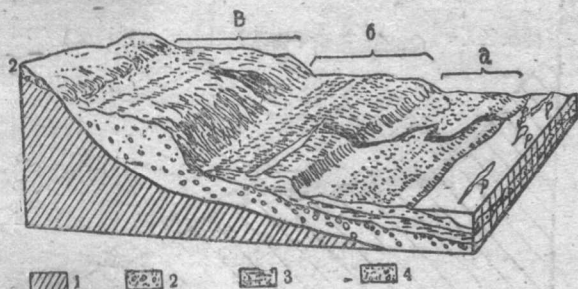


图6 海相沉积地层的分布

1—基岩；2和3—松散岩石；4—砂子和卵石。

a—海滩；b—沿岸砂堤；c—海滨阶地。

2. 河流冲积类型 流水的建造工作就表现在它所携带的碎屑物质发生沉积作用。这种沉积作用在整个河流的长度上进行着，但主要是在下游和河口。因为那里的水流已经或近似停止流动。同时随着水流速度的减小，从上游到河口的沉积物颗粒也在不断减小。在上游沉积着大石块，顺流而下，大多是卵石，然后是砾和砂。而在下游聚积的则是细小的砂和淤泥（见图7）。但是，随着各种局部的、暂时的水流速度的改变，河流的沉积也随着改变。例如宽谷和数条支流会合处，流速都会减低，都有浅滩岛和砂嘴沉积地形（见图8）。这种浅滩沉积地形多在河流的中游和下游产生，例如武汉就有这种浅滩沉积。只要是由河流建造作用形成的沉积

在地質學上屬河流冲积类型。只要有适宜的气候，沿河附近浅滩低地和岸边就会从动植物。因此，浅滩沉积物中除包含有細小的泥沙沉积物外，还有較多的有机物。这些有机物同样会受菌解变质作用，可以产生天然气。

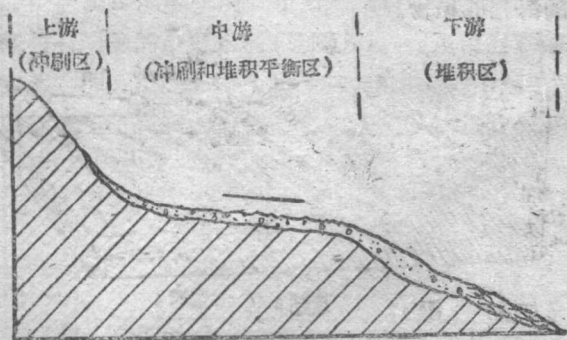


图 7 河流堆积作用縱断面示意图

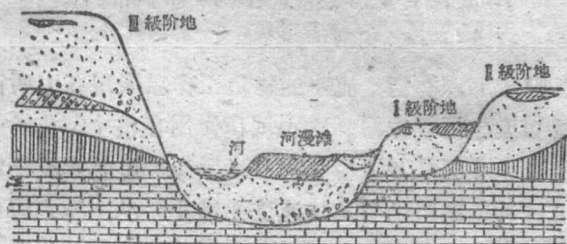


图 8 河漫滩沉积横断面图

还有，河流的河曲作用（見图 9）逐渐使河床改道。改道后留下的古河床，或牛轭湖的蛇曲地段也沉积了不少有机物质，这些有机物同样可以生成天然气。在长江下游很可能有大量浅层天然气存在，可能和古长江有关。武汉北湖地区經勘探証实古长江的一段，並且有天然气存在，对岸沙口也

有天然气。这些都说明河流建造的各个地段有机物大量沉积的地区，都可能有浅层天然气。

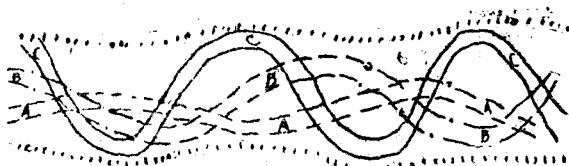


图9 河曲作用示意图

A—原始河床；B和C—河床加宽、河道弯曲顺序。

我国河流冲积类型的沉积地区很多，其中最主要的有松辽平原、淮河平原，以及长江、珠江等大小河流流域内之河谷平原。它们虽属机械堆积产物，但往往也伴随着大量的生物作用。所以中、下游是浅层天然气生成最有希望的地区。

3. 河流—海相沉积（三角洲沉积） 河流在海洋（或）湖的入口处，因流速降低，便呈锥状和扇形地积聚着大量细小冲积物质，逐年累月地积聚便高出水面。这种沉积轮廓的俯视图（见图10）就像“△”的样子，因此把它叫作三角洲沉积。又因它兼顾了河流和海相的双重作用，所以在地质学上又把它叫作河流——海相沉积。三角洲沉积的纵剖面如图11所示。这种沉积具有海相和陆相沉积的某些共同特征，是海洋同大陆之间的过渡带所产生的沉积，属于泻湖相。

在我国如黄河、长江、珠江等大河的入海处都有三角洲的堆积。上海位居长江入海处（长江三角洲），那里已经证实蕴藏着大量的浅层天然气。