

上海浅层天然气的 开采和稳定使用

上海市人民委员会 編
公用事业办公室



上海科学技术出版社

內 容 提 要

天然气是一种可以燃燒的气體，能够代替或節約一部分燃料、原料和动力資源。

本书介紹了上海開采和利用淺層天然气的概況，并着重解决怎樣提高气井成效率、保持气井穩定使用等關鍵性問題。對上海淺層天然气的一般地質特征、利用竹管代替鋼管、怎樣排水和處理流砂以及使用天然气的安全知識等等，都有詳細的敘述。可以提供開采天然气的專業人員和广大羣衆參考。



上海浅层天然气的开采和穩定使用

上海市人民委員會 編
公用事業辦公室

*

上海科学技术出版社出版

(上海南京西路2004号)

上海市书刊出版业营业許可証出093号

上海劳动印制厂印刷 新华书店上海发行所总經售

*

开本787×1092 1/32 印張2 4/32 字数48,000

1959年10月第1版 1959年10月第1次印刷

印数1—1,000

統一書号: 15119 • 1267

定 价: (十二) 0.26 元

前 言

1958年10月，上海人民在中共上海市委的領導下，開展了充分利用天然氣的羣衆性運動。爲此，我們在11月編寫了“天然氣的開採和利用”一書。幾個月來，經過上海的一些工廠、企業、學校、機關、部隊、人民公社和里弄居民等各方面打井取氣的實踐，不但在充分利用地下天然氣資源，支援國家社會主義建設上取得了一定的成就，同時也摸索出和積累了比以前較爲豐富、而且是經過一定時期實際考驗的經驗，爲今後更多更好地開採和利用淺層天然氣打下了良好的基礎。

上海距離原料產地比較遠，許多原材料多靠全國各地支援，因此，今年在煤炭、電力、汽油、化工原料和交通運輸等方面，還會有暫時的困難。爲了克服困難，就必須充分挖掘燃料、原料和動力的潛力，而天然氣正是具有上述用途的寶貴資源。所以在本市進一步動員各個戰綫充分利用地下天然氣資源，就具有很重要的現實意義。

要充分利用天然氣，必須積極地打井取氣。根據上海目前開發天然氣的情況看來，在技術上最突出的關鍵性問題是怎樣提高氣井成效率、保持氣井穩定使用的問題。所以我們又在“天然氣的開採和利用”一書的基礎上，整理了最近幾個月來所積累的一些初步經驗，環繞解決上述關鍵問題，編寫了這本小冊子，以供大家參考。

目 錄

一、天然氣的簡單介紹.....	1
二、上海開採和利用天然氣的概況.....	2
三、關於保持氣井的穩定使用問題.....	4
四、上海淺層天然氣的一般地質特徵.....	6
五、淺層天然氣的鑽井與採氣方法.....	11
六、利用竹管代替鋼管的經驗.....	28
七、怎樣處理流砂.....	38
八、氣井的排水工作.....	44
九、氣井的使用與管理.....	48
十、怎樣注意安全.....	53
十一、附錄:	
1. 氣井壓力與流量的測定.....	55
2. 關於孔板流量計算的幾點說明.....	59
3. 做好地質編錄工作.....	61

一、天然氣的簡單介紹

天然氣是一種可以燃燒的氣體，它是在地球生活歷史的各個時期中、死掉了的生物遺體被河水搬運到低窪的地方聚集起來，愈聚愈多，越埋越厚，並且和泥砂混在一起埋在地下，經受了溫度和壓力的作用以及細菌的分解而生成的。這種氣體，我們稱它為天然氣，然而人們却通常把它叫做“沼氣”。

其實，嚴格說來，天然氣和沼氣是不同的。天然氣含有大量的甲烷（一種碳氫化合物，化學分子式為 CH_4 ），而沼氣雖亦含有甲烷，但二氧化碳卻佔有較大的比例。天然氣所含甲烷佔氣體總量的 90% 左右，所以天然氣的燃燒能力要比沼氣高得多。它的熱值約為 8800 大卡/立方米，超過沼氣熱值的一倍。若把空氣和天然氣混合的比例調節恰當，燃燒溫度可以達到 1600°C 左右。因此它不僅可以用於食堂、澡堂、點燈、取暖等民用方面，而且還可以用它來煉鋼、發電、氣焊、熱處理和開動發動機等。天然氣是甲烷的主要來源，而甲烷却是化學工業的一種基本原料，所以用廉價的天然氣作原料，經過加工可以製成玻璃布、人造絲、人造羊毛、橡膠工業產品（輪胎、膠鞋等）中用的炭黑、以及各種五光十色的塑料產品；還可以製造合成汽油及各種染料和溶劑。除此以外，有些地方的天然氣中還含有很多稀有氣體，尤其是氦氣可以用之於原子能工業，也可以用來填充氣象測定儀器，當它和氧混合後，還可以醫治氣喘病。綜上所述，天然氣真是地下“寶氣”，它的用途比沼氣廣泛得多。我們應該充分利用天然氣來加速我們的社會主義建設。

天然氣比空氣輕，乾淨的天然氣是沒有顏色也沒有氣味的。如果天然氣中含有硫分，嗅起來才有臭皮蛋的感覺。天然氣的主要成分是碳和氫，燃燒時火苗的顏色有黃色的和藍色的；在燃燒不完全的時候，火焰為紅色，這時候就會產生一氧化碳。大家都知道一氧化碳是有毒的，所以在室內使用的時候，就要特別提高警惕，注意安全。

天然氣是儲藏在地下有孔隙的地層中間的，這些儲藏天然氣的地方我們叫它做儲氣層。當儲氣層中的氣體沿着地下的裂縫不斷向地面逸出時，在河溪中就可以看到一陣陣的水泡泛出來，人們叫它“泛水洞”，迷信的人把它當做“仙水”，在沿海一帶又有人管它叫“海眼”和“龍眼”，說它是和大海相通的。天然氣在旱地上出現的時候，往往是莊稼長不好的地方，人們叫它“火燒地”。其次如冬天河中不結冰、水中聚集魚羣以及田地中不積雪等現象，都說明在附近地下很可能有天然氣存在。但是，有些地方由於沒有裂縫，也就不容易發現上述現象，因此還需要我們做好勘探工作來找到它。

二、上海開採和利用 天然氣的概況

1958年10月下旬，上海人民在中共上海市委的領導下，掀起了一個轟轟烈烈的開採和利用淺層天然氣的羣衆性運動。由於各級黨委掛帥，根據土洋結合等兩條腿走路和大搞羣衆運動的方針，深入地發動羣衆，因而在較短的時期內，取

得了一定的收穫。

到 1959 年 2 月底爲止，全市已打井 4000 餘口，較 1958 年 10 月下旬增加了約 20 倍；正常利用的氣井達 1000 口左右；羣衆性的專業隊伍擴大到 7600 多人，並且湧現了數以千計的打井積極分子，和一些具有實際經驗的“土專家”。此外，還初步積累了一些有關的地質資料；摸索出一套提高打井成效率 and 穩定使用氣井的初步經驗。

對於天然氣的利用範圍，也正足以顯示出天然氣有廣闊的前途，因爲它不但在促進生產和改善生活方面有一定的經濟意義，而且，在某些方面具有相當的政治意義和科學價值。現在除了較普遍地用在燒飯、煮菜、點燈，和一部分用於取暖、燒飼料等方面外，在化學工業方面利用天然氣爲原料，已生產出氯化甲烷、黃血鹽和炭黑等產品，正在研究試製的尚有乙炔、甲醛、二硫化碳等。而這些產品又都是可以經過加工製成千種以上包括尖端科學產品的塑料王等化工產品原料。在冶煉工業方面曾經試用天然氣進行坩堝、小平爐“一步煉鋼”，獲得了初步成功。在全民煉鋼運動中，有些單位還利用天然氣作燃料，在反射爐中煉鋼，也取得了一定效果。在郊區機械化、電氣化運動中，天然氣已被利用來作爲貫徹全民辦電的良好資源。據初步統計，全市利用天然氣發電照明，以至帶動機器進行灌溉、脫粒、碾米、磨粉、鼓風、充蓄電、放電影等共計 20 餘處，給郊區農民帶來了生產、生活和文化上的利益。又如上海市監察局、五一人民公社等 10 個單位，用天然氣配上煤焦油製造炭黑；公交公司試用天然氣開動公共汽車；輕工業局所屬上海自行車三廠已成功地使用天然氣代替

乙炔氣，進行風割和焊接，並解決了由此引起的一系列技術問題。其他 20 餘個廠（分屬各局）也解決了將天然氣用於風割的問題。自行車三廠還試用天然氣代替氰化鈉（即毒性劇烈的山萘）進行金屬表面滲碳，已初步成功，對改善工人勞動保護有重要意義。

根據前一階段取得的初步成就，上海人民正在繼續鼓足干劲，努力爭取在天然氣開採和利用方面不斷躍進，讓天然氣發揮更大的作用，以代替或節約一部分燃料、原料和動力資源。1959 年全市計劃開發利用天然氣的數量比 1958 年增長三倍，力爭最高日產量超過 15 萬立方米。如果實現了這一個日產量指標，按其熱值比較，即相當於 30 萬立方米煤氣；或相當於 100 多噸汽油；180 噸烟煤；可發電 38 萬瓩……。如全年利用天然氣，其產值將高達二三千萬元，而投資很低，日常生產成本更是微乎其微，不言而喻是符合多、快、好、省精神的，意義極大。

三、關於保持氣井的 穩定使用問題

1. 提高氣井穩定使用率是上海開發天然氣資源的技術關鍵之一，狠狠地解決這一關鍵問題，對進一步解放思想，清除消極觀念，鼓舞羣衆的積極性；和對進一步鑽研技術，掌握開發淺層天然氣的規律；節約打井取氣的工具、材料、設備、勞動力等，無論是在目前或將來，都有它一定的政治意義、經濟價

值和科學上的意義。

2. 要獲得比較長期的能够穩定使用的氣井，應該具備一系列的條件，如地質條件，井位、井距的條件，鑽井、完井的方法，採氣的方法，檢修和生產管理制度等等。總之，凡是人工開鑿的氣井，都必須根據它的規律，創造出有利於採氣和使用的條件。由於各種原因，創造出來的條件，往往會發生變化，影響開採和正常使用，因此必須重新想辦法來恢復使用，如氣井被水堵、泥堵時，便必須打撈出氣孔道；氣井壓力過低，要作人工輔助或等待自然恢復等。從一般情況看來，如果一口氣井的位置好，鑽井、完井的方法能够適合地質、水文、氣層的情況，採氣方法合理，使用有節制，生產管理上有嚴格的秩序，那末這口氣井一定能够得到比較長期的使用。

3. 在上海，有少數人對利用淺層天然氣是缺乏信心的，認為這是一種沒有前途的“沼氣”，儲量很少，一用就完，特別是當氣井發生阻梗，使產氣減少或停止產氣時，他們不是積極地去尋找原因，去摸出它的規律來掌握它，相反，却進一步堅持原來的錯誤看法，因此使原來可以恢復使用的氣井遭受到遺棄。此外，還有要大不要小（指氣井產氣量），要洋不要土（指材料），要深不要淺（指氣層），要用不要管等等不正確思想，這些思想對淺層天然氣的穩定使用說來，都是有害的。凡是這種思想佔上風的地方，那裏就不會出現長壽高齡的氣井。

綜上所述，要保持較長期地使用淺層天然氣井，必須要有正確的認識，合理的開採方法，嚴格的使用管理。換句話說，要達到長期使用氣井的目的，必須首先要具備正確的思想，並以技術、管理為主要前提。

四、上海淺層天然氣的一般 地質特徵

上海淺層天然氣是指在 12~25 米左右深處埋藏着的、分佈極廣泛的一層天然氣，它是上海的第一層天然氣。

根據初步掌握的地質資料分析，上海淺層天然氣的一般地質特徵如下：

1. 上海淺層沉積物形成的特點，決定了地下岩層性質的變化，尤其是最上層的部分，往往是古溪溝、古河槽的冲刷、侵蝕和再沉積的地段，在這裏形成了更為複雜的交疊層。上層沉積中有時還夾有泥炭層，下層為海相沉積。西郊地下 8 米開始就發現了第四紀的海相動物羣，有介形蟲類及有孔蟲類，並有海胆刺、苔蘚蟲類和我們一般所稱的貝壳層，包括：瓣鰓類、腹足類、斧足類，它們可能為浜海沉積。類似的沉積物尚可見於奉賢一帶海岸。按岩性及其含水性，大致可劃分淺層沉積物為四層結構，由上而下：

(一) 黃色亞粘土層；

(二) 黃灰、青灰、粉砂或砂質粘土層，為地表潛水層；

(三) 灰、灰黑粘土或亞粘土層，夾貝壳層，扁豆體與砂層，有時是粘土與粉砂的薄層狀交疊層，為含氣層；

(四) 灰、灰黑色的粉砂或砂層，為含氣層，具有底水，也是第一層間水層。

黃色亞粘土層厚 1~3 米，也有達 5 米的。地表潛水層一

般爲 8 米，然而也有到 12 米的。潛水面的深度，浦東一帶是 1~2 米，真如附近是 3~5 米，杜家宅（上海縣）深達 8 米，有些個別地區地質鑽孔時未發現地表潛水層。黃色亞粘土層厚 1 米，其下爲 12 米厚的粘土，然後是貝壳層，這是極個別的，但也並不是不存在的。有時第二層結構與第一層結構相互交疊，只是目前還難以得出其橫向變化的情況。上述的四層結構，僅僅是一個綜合性的說明，它代表了大多數的氣井情況。因此在工作中仍要進行更系統更完整的適合於各個地區特點的地質剖面工作，才能對各個地區的天然氣量進行評價，進而選擇適合於該地區的鑽井採氣等方法和措施。

2. 上海淺層沉積物形成的特點也決定了儲氣層的複雜性，主要爲“扁豆體”，並且往往受到水的影響。砂層和貝壳層都是淺層儲氣層的主要對象，在亞粘土層中也得到了天然氣流。由於天然氣的擴散性強，第四紀沉積物膠結性差，地下水及地表水循環活躍，使天然氣在淺層的分佈更爲複雜，按岩性及埋藏條件，將天然氣儲氣層分爲四類。

（一）儲氣層爲砂層扁豆體，其特點如下：

（1）一般有較大的厚度，在 10 米左右，甚至更大。

（2）其上覆層系統若爲粘土與亞粘土，則天然氣浮於砂層的頂部，若爲亞砂土，則天然氣會向上擴展，並且顯得很分散。鑽井過程中愈接近氣層，氣就愈大。

（3）氣層的下部往往具有底水。

（4）氣的聚集與水的流動有關係，因爲水的流動，能使氣獲得補充的來源。在上凸砂層的地方，由於有較高的位置，可以聚集較多的天然氣。

(5) 砂層扁豆體並不全部都能聚集天然氣，因為它是次生的，需要有氣的來源地。

(二) 儲氣層為貝壳層，其特點如下：

(1) 一般厚度不大，幾十厘米到十幾厘米，平均厚度約為 20 厘米，有時貝壳層呈幾個薄層夾於粘土中。

(2) 上覆層系統往往為粘土或亞粘土，下覆層系統有兩種情況，若為粘土層則往往為乾氣層，若與砂拌生則氣層底部有水層。

(3) 貝壳層孔隙中儲有一定限量的氣，但不一定是生氣層。

(4) 氣的聚集若與水有聯系，可以有補充來源，若為乾氣層，由於周圍粘土和亞粘土的滲透性較差，補充來源容易受到影響，則將導致產量日益遞減。

(三) 儲氣層為砂層與粘土層的薄層狀交疊層，其特點如下：

(1) 它的總厚度很大，可以達到幾十米，而每一薄層的砂或粘土厚度却在 1 厘米以下，局部也可以形成較厚的條帶。

(2) 可以是乾氣層，也可以與水共生，而氣却仍舊聚集在砂層中。

(3) 開採時泥堵、砂堵很劇烈。

(4) 由於氣的聚集也屬於次生類型，在不同地段氣量大小不一。

(四) 儲氣層為亞粘土層，其特點如下：

(1) 一般聚集着分散的小股氣流，氣儲藏在滲透性較差的微細孔隙中。

(2) 氣層有兩種情況，若為灰或灰黑色亞粘土，氣量一般不大，若為一層綠色土則氣量較大。

(3) 採氣時，需要經過井底的破壞，以增大地下岩層的孔隙性及滲透性。

由此可以看出，淺層儲氣層的埋藏條件是極其複雜的，依靠目前資料，還不能搞清楚它們之間的相互關係，但可以相信淺層儲氣層是由不同深度不同類型的多層氣層組成的。

3. 上海淺層沉積物形成的特點決定了水文地質條件的性質，岩性的變化決定了岩層含水性的變化，在淺層條件下地表水循環的影響很大，補償的來源及洩水的條件都比較複雜，屬於水交替劇烈的循環帶。同時，根據埋藏狀態又可以分為兩類：

(一) 潛水：位於第一隔水層以上的水層，靜止水位深度為0.5~3米，現狀分佈，幾乎在所有氣井都可見到，與黃浦江、蘇州河的關係很密切，近海地區與長江沿岸，受潮汛的影響更大。

(二) 第一層間水：位於第一隔水層以下（即粘土層）的水層，靜水位深度為8~12米，適於狀分佈。由於它和潛水是不同的層水，彼此間無直接的關係。

我們知道，上海淺層沉積物為鬆散的未膠結的岩層，由於成岩時期的原生水以及成岩後的過濾滲透，土層是含水的，因此潛水與第一層間水之間是通過微細孔隙相聯系的，這對開採過程中在生產管理上控制壓力和流量生產，防止水侵，有着一定的意義。開採時用量過大則井底產生了低壓區，潛水越過粘土微細孔隙，就攜入泥水，產生泥堵現象，堵塞氣層，很多

氣井產生不穩定的原因與這個因素有關。

4. 上海淺層沉積物形成的特點，使氣井的流量懸殊，產生了流量不穩定的現象，現在我們根據上海已測得的一些片斷的流量資料來說明這一問題。

(一) 用氣囊法測：華東石油勘探局的氣井流量是 200 立方米/天；公安局招待所 60 立方米/天(初產量)，12 立方米/天(裝濾管後)；紅旗公社張橋大隊 150 立方米/天；解放公社陸家樓 150 立方米/天；延安西路江蘇路口上水第五營業站 80 立方米/天。

(二) 用擋板法測：襄陽路郵電醫院 236.8 立方米/天；公安局黃浦分局 174.94 立方米/天(排水後)；滄州飯店 65 立方米/天；動力機械學校 82.9 立方米/天；第一醫學院 82.9 立方米/天；盧灣區委 138.6 立方米/天。

根據以上資料可以看出，一般天然氣的流量約在 100~200 立方米/天的範圍內，由於測定時的壓力降都一樣，且係一個短暫時間內的流量，因此這些數據還不能作為經常生產時的參考數據。同時，流量也不是一個定值，它決定於儲氣岩性、氣層的連通性以及供水條件等，在不同的條件下將有一定的變化。

5. 上海淺層天然氣的成分也並不是完全一致的，有兩種截然不同的情況：

(一) 極大多數是以甲烷為主要成分的可燃氣體(平均組份)。

甲烷	90%	氧	1%
其他烷類	0.6~1.2%	氮+氬	0.2%

氮 4~6% 二氧化碳 2~4%

(二) 極少數是以氮爲主要成分的不可燃氣體(以川沙三房鄉爲例)。

甲烷 9.02% 氧 1%

其他烷類 1.06% 氮+氫 0.3%

氮 88.42% 二氧化碳 0.2%

五、淺層天然氣的鑽井與採氣方法

1. 井位與井距

“井位”是指氣井在地面上分佈的位置；“井距”是指氣井間的距離，這是一個很重要的問題。正確地佈置井位、井距是保持氣井穩定使用的前提。同時只有掌握儲氣層性質，並且根據這一個具體的地質條件，採取適當的方式去開採，才能達到採氣多、見效快、使用好、資金省的目的。

一般說來，佈置井位時要考慮下列三個因素：

(一) 接近氣井使用地點。首先應考慮把氣井位置佈置在離使用地點最近的地方。這樣可以節省許多爲輸氣所必需的材料，同時，也便於日常的氣井管理。

(二) 要考慮並且瞭解所佈井位的地下儲氣層性質、分佈狀況、深度以及厚度等。例如氣層性質是砂層、粘土夾砂層、還是貝殼層？是硬地層、還是軟地層？地表水位的深度有無流砂層？是單層氣還是多層氣等等，以便採取相應的鑽井、完井、採氣、管理等一系列有效的技術措施。

(三) 合理的井距。井距問題直接影響到採氣和氣井的穩

定使用，每一口氣井都有它一定的採氣範圍（即採氣的有效半徑），採氣的面積與氣層的性質有關。因此，合理的佈置井位，可以開採出較多的天然氣。

在同一氣層中（特別是在較小氣層中），不宜在很小的範圍內開鑿兩個以上的氣井同時採氣，否則井與井之間會相互影響（即氣井的干擾現象），使這一個採氣地區形成低壓力地區，如有底水，很快便遭致水淹，不能長期穩定的使用。爲了說明它的關係，舉兩例如下：

（1）在軍醫大學的實驗：

井位佈置

- | | |
|-----------|-----------------------|
| ○ 1 | #1 氣井與 #2 氣井相距 10 米； |
| ○ 3 ○ 2 | #2 氣井與 #3 氣井相距 10 米； |
| | #3 氣井與 #1 氣井相距 10 米； |
| ○ 5 | #3 氣井與 #5 氣井相距 500 米； |
| ○ 4 | #2 氣井與 #4 氣井相距 700 米。 |

實驗結果

- 甲、#1 和 #2 氣井同時關閉時，#3 氣井氣量增大，壓力上升；
- 乙、#2 氣井關閉時，#1 氣井氣壓由平常的 10 磅/吋²增大到 15 磅/吋²；
- 丙、#4 和 #5 氣井生產一直未受影響。

（2）在滄洲飯店的實驗：

井位佈置

- | | |
|-----------|------------------------|
| ○ 2 | #1 氣井與 #2 氣井相距 6 米； |
| ○ 1 ○ 3 | #2 氣井與 #3 氣井相距 8 米； |
| | #3 氣井與 #1 氣井相距 10.7 米。 |

實驗結果

- 甲、#3 氣井關閉時，#1 氣井的流動壓力爲 5 磅/吋²；

乙、#3 氣井修復後，流動壓力為 9 磅/吋²，但 #1 氣井的流動壓力已下降為零。

由以上兩例看來，井距過小，氣井相互之間產生影響，對穩定生產不利。井距較大（適當），則彼此間不產生任何影響，可以正常採氣。

也有另外一種情況，雖然井距較小，因為不是打在同一氣層中，採氣時也就互不干擾。所以在打井之前，必須瞭解地層情況。可以試用小的試探鑽（1~ $\frac{3}{4}$ " 的鑽桿）打一個小井眼，以瞭解地質、氣層的情況。由於鑽孔小，所以對氣層影響不大，並且勞動力消耗少，1~2 小時便可鑽一個孔，做起來也比較容易。因此，必須強調有計劃地按一定的方向、一定的距離在地面上進行鑽探，待找到好的氣井位置時再打井，避免盲目亂打，造成人力上的浪費。但是究竟應該按多少間距來試探打井呢？我們認為可以根據使用氣的地點開始試探，並根據空地面積，在間隔 20~30 米處試探，按照試探的結果來決定井距。

由於上海淺層氣藏的地質條件未有定律，不可能規定出一個適當的井距，但是為了提供打井的參考，我們認為一般在同一氣層中，井距不宜小於 30 米，如果發現井與井之間已經產生了干擾現象，則為了保持氣井的穩定生產和使用，使地層中產氣均衡，可以將位在同一氣層中的其他井加以關閉，用停止採氣的辦法來保護氣層。

此外，在市區打天然氣井時，還應該注意下列兩個問題：

（1）注意地下電纜、管道，特別是電纜綫，應該在鑽井前請電業局檢查後才開始打井。