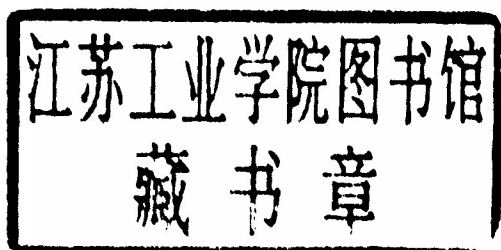


世界气田图集

李国玉 唐养吾等编



石油工业出版社

世界气田图集

李国玉 唐养吾等编

*

石油工业出版社出版

(北京安定门外安华里二区一号楼)

石油地球物理勘探局制图印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092毫米 16开本 22印张 印1—5300

1991年10月 北京第1版 1991年10月 北京第1次印刷

ISBN 7-5021-0507-7/TE·485

定价:25.00元

前 言

中国石油天然气工业的迅速发展,迫切需要总结中国以往 30 多年积累起来的丰富经验,同时,也需要了解世界石油工业一百多年的有益实践。为此,由李国玉倡导并主编、原石油工业部勘探司组织,于 1973 年开始着手编制世界含油气盆地图集,1984 年开始着手编制中国含油气盆地和中国油田、中国气田图集,以及世界油田、世界气田图集。

这些图集分为中国部分和世界部分两个系列,共六册。

总结中国石油地质规律和勘探开发经验的图集由下列三册组成

第一册 中国含油气盆地图集

第二册 中国油田图集(上、下)

第三册 中国气田图集

这三本图集,着重于地质情况的认识和描述,也涉及到经验总结和工作方法,生产动态压缩到最低限度。纯系中国石油工业总结经验之用,内部使用,概不对外。

总结世界石油地质规律和勘探开发经验的图集由下列三册组成

第一册 世界含油气盆地图集

第二册 世界油田图集(上、下)

第三册 世界气田图集

上述六册图集以图文并茂的形式,形象地表现了中国和世界各国主要含油气盆地、主要油田、主要气田的地质构造形态,并用简要的文字对其基本地质特征、勘探开发过程进行了描述,同时,也总结了一些经验教训。从中,我们将向广大读者提供大约 1000 多个典型实例,其中含油气盆地 570 多个,包括中国 200 多个,世界 300 多个;油田约 300 个,包括中国 100 多个,世界约 200 个;气田约 140 多个,包括中国 70 多个,世界 70 多个。

编写这本世界气田图集的主导思想是:

希望它能帮助读者了解一些世界天然气资源的现状、前景及其分布规律,世界主要产气区及其基本地质特征,以便扩大视野。

希望它能帮助读者了解世界上不同类型气田的勘探开发特点和经验教训,达到“洋为中用,推陈出新”的目的。

希望它能帮助读者了解世界天然气勘探开发科学技术的发展概况以及中国天然气工业所面临的世界新技术革命的挑战。

希望它能为读者深入研究气田提供一些基础资料。

如果本图集能在以上几方面起到一些作用,我们将感到非常高兴。由于受资料 and 水平的限制,部分资料未能反映出最新情况,待日后补充。

在编写这本图集的过程中,李国玉和唐养吾负责定题、选材,参加了文字和图件的编制,并对全部图件和文字进行了整理加工。参加图幅编制和文字编写工作的还有以下成员(按姓氏笔划排列):

王雪吾	乐长荣	冈秦麟	刘方槐	吴水珍	吴丽芸	何志朋	李祐佑
陈桂芳	罗大山	林全庄	张子枢	张伯荣	张怡荣	张敏瀚	周国英
钟 华	李春龙	高贵生	黄开敬	曹征远	曾志琼	裴雪林	

图

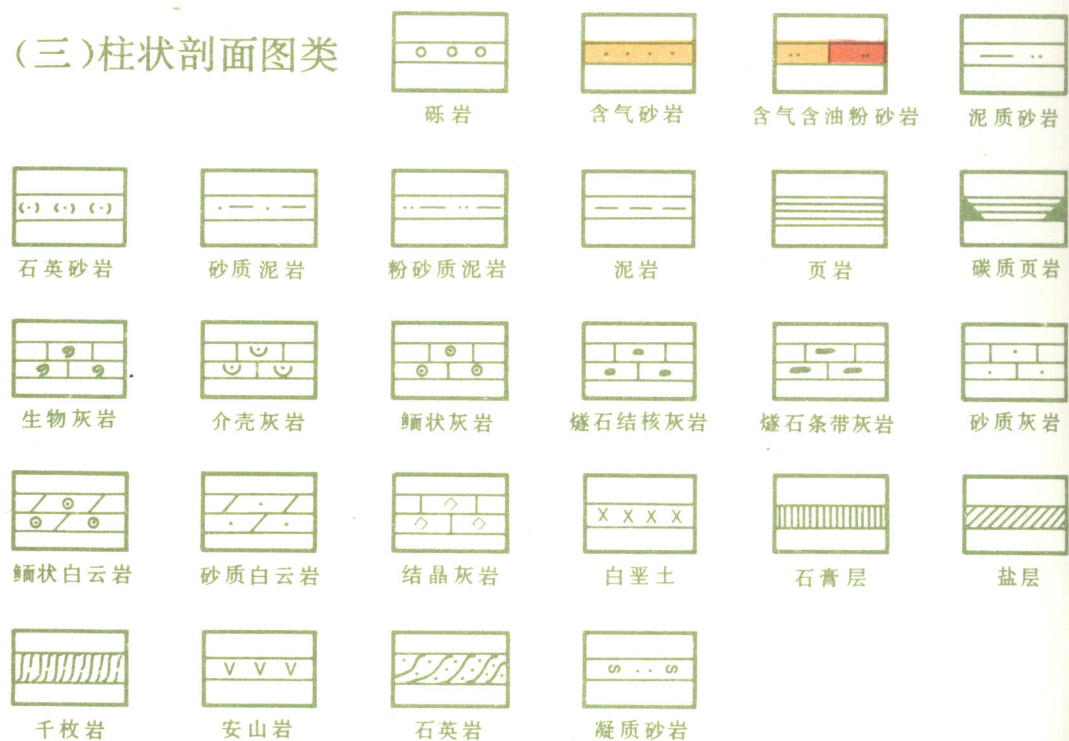
(一) 构造图类



(二) 横剖面图类



(三) 柱状剖面图类



例



向斜



构造等高线



资料不足
构造等高线



剖面位置



正断层



逆断层



发现井



探井



注水井



注气井



其他井
和观察井



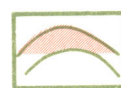
水井



逆断层



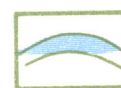
气层



油层



不整合面



水层



碳质粉砂岩



石膏质砂岩



灰质砂岩



白云质砂岩



粉砂岩



石膏质泥岩



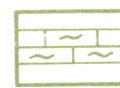
砂质页岩



油页岩



石灰岩



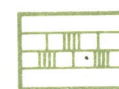
豹皮灰岩



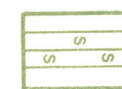
白云质灰岩



泥灰岩



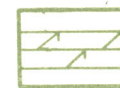
石膏质灰岩



凝灰岩



含气白云岩



灰质白云岩



含泥质白云岩



燧石结核白云岩



含膏盐岩



煤层



花岗岩



基性侵入岩



角砾岩



板岩

目 录

1. 世界主要含气区分布图

第一部分 气田

2. 美国、加拿大主要气田和凝析气田分布图
3. 乌连戈伊气田(苏联)
4. 麦德维热—内金气田(苏联)、比留金气田(苏联)
5. 乌克蒂尔气田(苏联)
6. 北斯塔夫罗波尔—佩拉基阿金气田(苏联)
7. 谢别林卡气田(苏联)
8. 特拉维克气田(美国)
9. 奥卓拉气田(美国)
10. 米尔斯兰契气田(美国)
11. 沃希塔溪气田(美国)
12. 特尔特—贝尤气田(美国)
13. 西南阿瑟湖气田(美国)、鸭湖气田(美国)
14. 瓦腾伯格气田(美国)、贝特尔气田(美国)
15. 莫比尔—大卫气田(美国)、凯蒂气田(美国)
16. 美女河磨坊气田(美国)
17. 威特尼谷—卡特溪气田(美国)
18. 黄溪气田(美国)
19. 布拉迪气田(美国)
20. 红峡谷气田(美国)
21. 贝切尔岛气田(美国)
22. 米德兰气田(美国)
23. 潘汉德—胡果顿气田(美国)
24. 艾尔姆华士气田(加拿大)
25. 卡布南气田(加拿大)
26. 洛考特—巴特气田(加拿大)
27. 海狸河气田(加拿大)
28. 塔鲁气田(加拿大)
29. 巴西尔气田(意大利)
30. 塞格那诺气田(意大利)
31. 莱曼气田(英国)
32. 弗里格气田(英国)
33. 拉克气田(法国)
34. 格罗宁根气田(荷兰)

35. 贝尔基什气田(罗马尼亚)
36. 苏伊气田(巴基斯坦)
37. 蒂塔斯气田(孟加拉)
38. 哈比甘杰气田(孟加拉)
39. 斯赖帕气田(澳大利亚)
40. 北兰金气田(澳大利亚)

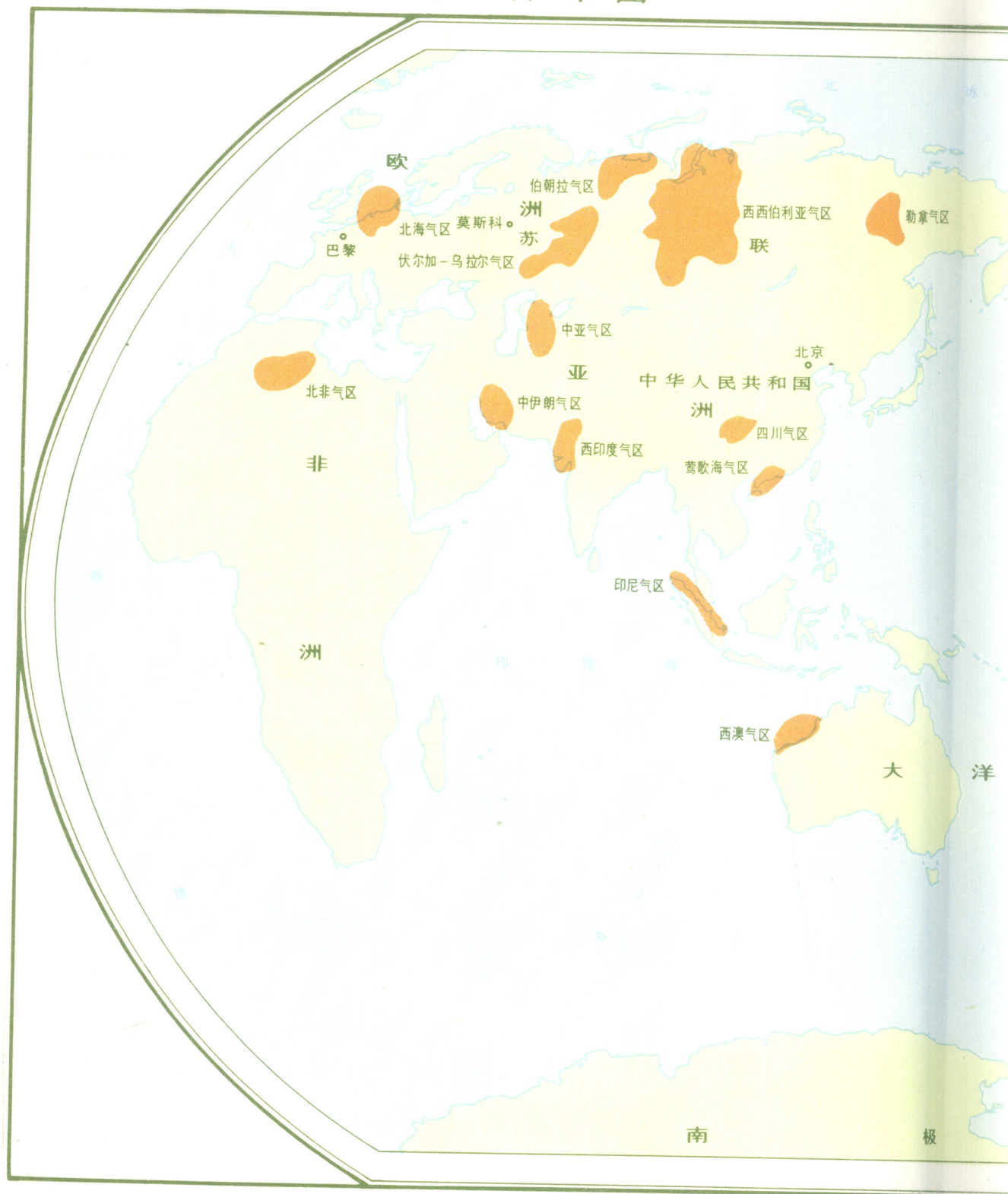
第二部分 凝析气田

41. 苏联主要气田和凝析气田分布图
42. 卡拉达格凝析气田(苏联)
43. 科罗布科夫凝析气田(苏联)
44. 奥伦堡凝析气田(苏联)
45. 列宁格勒凝析气田(苏联)
46. 斯塔罗明斯克凝析气田(苏联)
47. 南布拉迪凝析气田(美国)
48. 东安舒茨牧场凝析气田(美国)
49. 华盛顿凝析气田(美国)
50. 吉利斯—英格利什—贝约凝析气田(美国)
51. 希特库克恩凝析气田(美国)
52. 卡尔卡耐尔凝析气田(美国)
53. 老大洋凝析气田(美国)
54. 黑湖凝析气田(美国)
55. 南凯博布凝析气田(加拿大)、温德福 D—3A 凝析气田(加拿大)
56. 平切尔溪凝析气田(加拿大)
57. 马洛萨凝析气田(意大利)
58. 奇连凝析气田(保加利亚)
59. 哈西鲁迈勒凝析气田(阿尔及利亚)
60. 阿隆凝析气田(印度尼西亚)
61. 莫伊凝析气田(新西兰)、萨贾凝析气田(科威特)

第三部分 水溶性气田

62. 日本水溶性气田分布图
63. 象泻水溶性气田(日本)
64. 中条水溶性气田(日本)
65. 北浦原水溶性气田(日本)
66. 东新泻—松滨水溶性气田(日本)
67. 茂原—栗山川—市原水溶性气田(日本)

世界主要含气区分布图





世界天然气工业的现状与未来

尽管石油和天然气在自然界中是共生的,但由于石油本身所具有的体积小并易储运的特点,所以自世界油气工业发展以来的一百多年中,人们的注意力主要集中在石油工业的发展上。

近几十年来,越来越清楚地看到,天然气资源在增加,产量在提高,天然气在燃料构成中的比重不断上升。根据世界能源发展史研究认为,能源发展可分为六个阶段,即木柴阶段,煤炭阶段,石油阶段,天然气阶段,核能阶段和太阳能阶段。木柴、煤炭、石油这三个阶段已成现实,核能与太阳能阶段将是一二百年以后的事,唯有天然气正处在迅速发展的重要时期。天然气在世界能源构成中的比重一直在不断提高,1970年占20%,1989年占30%,预计2000年将达到40%。有可能随着石油产量增长幅度的下降,天然气产量的增长速度将会逐步加快,天然气在世界能源构成中的比重将达到50~60%,从而世界能源发展进入天然气阶段(见图1)。

一、世界天然气资源及其分布规律

天然气资源可分为常规和非常规两类。常规天然气通常是指游离气、单一相态天然气藏和油中溶解气。非常规天然气资源包括致密低渗透碎屑岩(砂岩和页岩)中的天然气、煤层气、在地层流体压力和深层高压异常压力条件下的水中溶解气、深层气、地下和海洋底部天然气水合物。天然气资源量组成可参见图2。

据R. E. Wyman预测,常规天然气的剩余最终可采资源量约为280万亿立方米,加上非常规天然气的可采资源量,全世界的总资源量为1120万亿立方米,见表1。

表1 估计剩余可采天然气资源量和2000年的产量

天然气资源 来源	剩余可采资源量 (万亿立方米)		2000年产气量 (万亿立方米)	
	美国	世界	美国	世界
1. 常规天然气	33.6	280	0.56	2.52
2. 非常规天然气	193.2	840	0.28	0.84
(1)致密砂岩	14	100.8	0.112	0.28
(2)页岩	11.2	56.8	0.0224	0.084
(3)煤层	2.24	11.2	0.0224	0.056
煤层气化	2.8	11.2	0.0028	0.019
地面煤气化	140	560	0.084	0.28
(4)泥炭气化	14	56	0.0056	0.014
(5)高压水层	5.6	11.2	0.0028	0.0056
(6)常压梯度水层	2.8	28	0.0028	0.0056
(7)石脑油和天然气	0.56	11.2	0.0112	0.028
(8)超深层	a ^①	a	0	0.0056
(9)水合物	a	a	0	0.0056
(10)生物和垃圾	b ^②	b	0.014	0.056
总计	226.8	1120	0.84	3.36

① a表示尽管其潜力可能比上述所有的都大,但因技术原因,不能一起评价。

② b表示潜力几乎是无限大的。

(一)常规天然气资源及其勘探发现规律

常规天然气资源是指目前和2000~2010年以前普查、勘探和开发的有经济价值的天然气资源(见图2)。首先,这些天然气地质储量处于经济技术可能开采的深度,又具备有利可图的开采条件(单井产量、最终石油和天然气采收率)。

许多研究人员对苏联天然气勘探的历史进行研究分析后证明,发现天然气田的过程受总的地质规律的

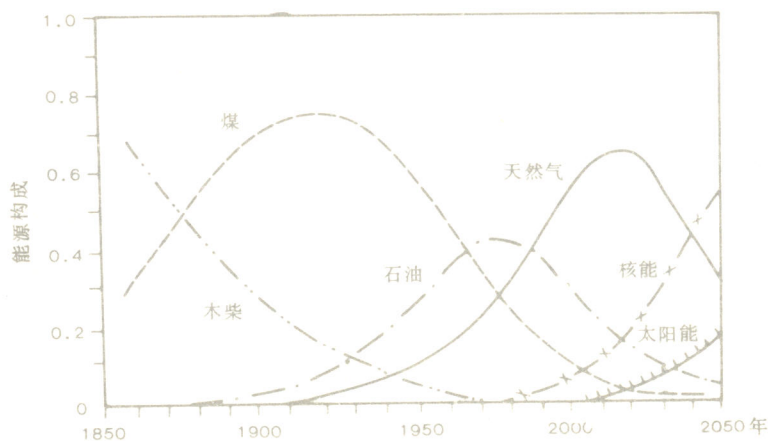


图1 世界能源发展六阶段示意图

在第一、二勘探阶段，探明天然气资源量的30~40%，主要集中在一些大气田中，普查勘探钻井效率很高。

在第三阶段极大地增加钻井工作量，而勘探效率降低，发现气田的数量增加，而其规模减小，在此勘探阶段末期探明的原始资源量可达60~70%。

在第四阶段，也是最终勘探阶段，该阶段要延续数十年，主要是发现一些小型气田，在此阶段初期尚未探明的剩余潜在资源约为20~40%，并且分散在无数单独的气藏中，这一勘探阶段普查勘探工作效率很低，处于合理经济界限附近，需要大量的钻井工作量才能探明剩余的资源量。例如，苏联北高加索地区天然气资源勘探初期，具有勘探效率高的特征，每米探井进尺获天然气储量150万立方米；在勘探后期，当探明原始资源潜量达40%以上时，每米探井进尺效率下降为3.7万立方米。在苏联乌克兰的第聂伯—顿涅兹盆地，在发现大型气田阶段，每米探井勘探率达45万立方米；而当探明天然气原始资源量达到44%时，其效率下降为10.3万立方米。

美国气田的发现过程也基本符合这一规律。在1941年以前，美国发现一些大型气田，在1945~1974年的30年间，美国发现不同规模气田5713个，其中1487个是经济上有开采效益的气田。小型气田（储量为1.8~17亿立方米）有1231个，占总数的82.7%；储量为85亿立方米以上的气田有114个，占总数的7.7%；在这一阶段储量为300亿立方米以上的大型气田仅发现20个。在1974年发现了约4000个气田，其中约90%为储量小于1.7亿立方米的小型气田，在此期间仅发现了一个储量为80~100亿立方米的较大气田。在全部勘探阶段发现的64个大型气田，总储量为6.1万亿立方米，占美国48个州天然气探明储量的27%。到1985年底，美国天然气资源探明程度在50%以上。

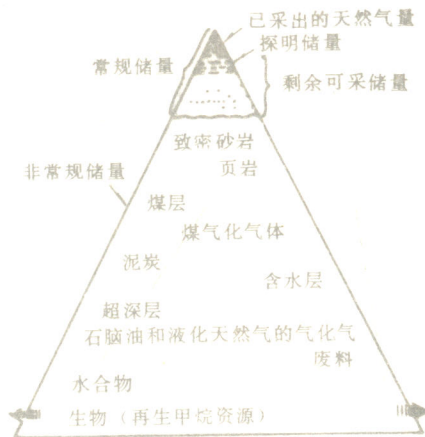


图2 天然气资源量三角图

潜在资源结构有一定的规律性，天然气总潜量分布在大、中、小三种主要类型的气田中。最大型气田的资源潜量占资源总潜量的20~50%，中型气田占30~40%，而小型气田占10~50%。天然气资源量的分布受地壳中天然气聚集基本规律所控制。这种规律表明，盆地地质发育史和大地构造地质结构愈简单，油气生成聚集岩系中砂岩含量愈高，岩性愈均一，其油气资源富集程度就愈高。大部分的总储量和总资源量集中分布

控制。这个规律说明，在油气生成和聚集的岩系中，相继重新发现气田的平均规模逐渐变小。对潜在资源量的探明可以分为四个勘探阶段：

(1)区域性普查阶段，查明地质结构总规律、油气形成条件，在此阶段一般可发现小型气田(藏)；

(2)发现盆地或含油气岩系中最大气田(藏)阶段；

(3)发现不同规模储量气田阶段，主要是发现中型气田阶段；

(4)发现小型气田阶段。

在区域性盖层之下,少数大气田分布在局部性盖层之下。例如,苏联西西伯利亚含油气省的阿尔必—赛诺曼含油气岩系,第聂伯—顿涅兹盆地上石炭—下二迭统含油气岩系,和苏联年轻地台侏罗系含气岩系,其资源富集程度都与盖层的分布有关。

按储量规模,主要大型气田在含油气省或沉积盆地中占有特殊的位置(在油气生成和聚集岩系中为主要的大型气藏)。主要大型气田(藏)的储量受地壳中油气生成、运移和保存条件等地质因素的控制。在地质结构简单的巨型含油气省(盆地)和地层岩系中,主要气田(藏)储量为原始资源潜量的 $1/6 \sim 1/8$,占探明储量的大部分(个别情况下达探明储量的 $30 \sim 50\%$)。在地质结构复杂的沉积盆地和含油气岩系中存在大量的沉积间断,构造断裂发育,绝大部分天然气潜量可能分散在大量的小型原生型和残留型气田(藏)中,而主要大型气田的原始潜在资源量和探明储量仅占资源量的 $1/20 \sim 1/10$ 以下。在含油气区勘探初期,通常是集中勘探天然气预测资源丰度最大地区的最大构造;在最终勘探阶段中,地区或岩系中剩余的预测和远景资源量低,地质结构较为复杂,深部构造幅度和面积小。在实践中发现,对于某一含气区或含气岩系来说,在探明储量和天然气产量之间存在一定规律性的联系。当从地下采出天然气原始潜在资源量的 $15 \sim 20\%$ 以后,含气区或含气岩系中的天然气产量开始下降。在采出约 $30 \sim 40\%$ 的原始资源量时,天然气产量急剧下降。由此可见,正确评价原始潜在资源量具有很大意义。原始潜在资源量的评价可用一种或几种方法进行,评价计算结果的精度与研究程度(单位面积或体积探井进尺(米/公里²或公里³)、单位面积井数(口/100公里²)、构造等)和所选择的不同地质参数有关。原始资源量的评价可能偏高或偏低,现有天然气潜量评价也可能比现实资源量偏低。

目前,在苏联发现约 1000 余个不同储量规模的气田,其中,绝大部分气田属于中小型气田。然而,这部分气田的探明储量不超过总探明储量的 20% ,天然气储量的主要部分(80%)富集在大型气田中,成为苏联 2000 年开采天然气的有利因素。

富集和分散状态的烃类的地温稳定性取决于其围岩的演化史。油气藏类型(按相态及其成分)和开采的可能性在很大程度上与地下现今和古代的温度、埋深条件以及生油气岩系和气藏围岩的演化程度有关,这些条件是相互联系的。埋深在 5000 米以下的沉积岩层的地温和流体压力相应为 $110 \sim 175 \sim 210^\circ\text{C}$ (平均地温梯度为 $2.0 \sim 3.3 \sim 4.0^\circ\text{C}/100$ 米,地面温度为 10°C) 和 $55 \sim 100$ 兆帕以上。生油岩和储集层的变质演化程度的变化范围由中生界的高沉积速率和低地温梯度($\text{MK}_1 - \text{MK}_2$, 镜质体反射率 R_o 为 $0.5 \sim 0.85\%$, 长焰煤和气煤阶段)到中上古生界煤系地层的中等沉积速率、高地温($\text{AK}_2 - \text{AK}_3$, 半无烟煤和无烟煤的高煤阶段, R_o 在 $2.5 \sim 5.0\%$ 以上)。例如,在阿尔卑斯山前拗陷中埋深 $3 \sim 4$ 公里发育亚沥青煤(R_o 小于 0.5%)。

如果有机物质埋深大,处于较高或高演化程度,对天然气的形成十分有利。在深埋、高温演化条件下,处于凝析气生成带(R_o 为 $1.0 \sim 1.5 \sim 1.7\%$)和甲烷气生成带(R_o 为 $1.5 \sim 4.5\%$)的油藏中的液态烃和岩石沥青,也是气态烃的来源。但是,在此条件下,天然气在碎屑岩储集层中运移和保存的条件变差,不利于工业性大型气藏的形成和长期保存。这与埋深 $3 \sim 4 \sim 6$ 公里和变质程度($\text{MK}_3 - \text{MK}_4$, 湿煤和焦煤阶段, R_o 为 $0.85 \sim 1.5\%$)以及砂岩和粉砂岩孔隙性、渗透性急剧变差有关;在陆相和三角洲薄层状煤系、亚煤系地层及复矿物岩层中,岩块和不稳定矿物机械压实和成岩后生作用(碳酸盐岩化——孔隙中充填方解石,石英次生加大,泥质胶结物部分矿物变形等)较为强烈。由于压实作用和次生裂缝作用,碎屑岩盖层的封闭性能变坏。由于断裂带岩石活动的结果,在储集层中发生次生裂缝带,引起含气储集体孔隙性及其连通性能增加,但是,实际上没有产生有效容积。例如,含煤和含油气区陆相成因砂岩孔隙度变化分析表明,在气煤(R_o 为 $0.65 \sim 0.84\%$)发育阶段,孔隙度平均为 $7 \sim 15\%$;在肥煤发育阶段(R_o 为 $0.85 \sim 1.14\%$),孔隙度为 $4 \sim 10\%$;在焦煤和瘦煤发育阶段(R_o 为 $1.15 \sim 1.93\%$),孔隙度为 $3 \sim 7\%$ 等。所有这些都与当前的埋深无关。因此,渗透率下降到数个 10^{-3} 二次方微米(R_o 为 1.0%)到百分之几至千分之几 10^{-3} 二次方微米(R_o 为 2.0%)。在相同条件下,海相成因的砂质粉砂岩储集层的孔隙性、渗透性能有所变好。在深层($4 \sim 7$ 公里)无烟煤变质的条件下(AK_1 , R_o 为 $2.0 \sim 2.5\%$),裂缝孔隙型碳酸盐岩储集层保持良好的孔隙性和渗透性能(在渗透率为 $0.3 \times 10^{-3} \sim 0.5 \times 10^{-3}$ 二次方微米以上时,孔隙度不小于 $6 \sim 7\%$)。按气藏储量和产量,大部分有开采价值的气藏分布在有机质演化程度不超过镜质体反射率为 $1.8 \sim 2.0\%$ 的岩石中,较为重要的气藏发育在镜质体反射率不大于 1% 的岩系中。在极限埋深的热演化和变质条件下,发育一些小型和微型纯气田。在过成熟阶段(R_o 为 4.5%),由于甲烷气热分解,开始演化为酸性气体和惰性气体。由此可见,深层气藏是由储量小和产量低、低渗透性的含气储集层组成。因此,开发深部天然气资源需要解决较为复杂的经济技术问题。

(二)非常规天然气资源

非常规天然气资源量是非常巨大的。目前世界各地已开始从非常规天然气资源中开采天然气,特别是美国对非常规天然气资源进行了全面的评价。非常规天然气的主要来源是:

1. 致密含气砂岩

在世界范围内,几乎每个含油气区都存在着大量的致密砂岩。这些砂岩的孔隙度一般都小于10%。由于孔隙间的喉道太小,严重地阻碍了气体的流动。这种致密砂岩的渗透率小于 0.1×10^{-3} 二次方微米。

在这种条件下,单井的天然气产量太低,不能进行商业开采。为增加井的产量,必须应用大型水力压裂以及高能气体压裂。

美国全国石油委员会预测,美国致密砂岩中总的天然气资源量约为26万亿立方米。在世界其它许多国家也分布有致密含气砂岩。

2. 页岩

在美国东部的阿巴拉契亚盆地,在泥盆纪时期形成了大规模的页岩。美国石油协会认为泥盆系页岩中可能含有56万亿立方米的天然气。

3. 煤层

长期以来,煤被认为是地球上甲烷资源的主要来源。

大多数煤层都含有相当数量的甲烷气,可能储集在与煤层成互层或紧靠煤层的砂岩透镜体内。但是大多数煤层中的天然气都吸附于煤层的构造部位。由于煤层的劈理系统中都存在有水,因此必须排出这些水,才能使天然气解除吸附。当压力降低时,气体也将从煤层表面逸出。气体解除吸附后,通过天然裂缝系统运移。运移速率取决于天然裂缝的密度和渗透率的高低。

一般来说,煤层越深,每单位体积所含的甲烷气也就越多。通常每吨煤含有5.6~16.8立方米的甲烷气。在美国煤层中,估计有11.2~23.8万亿立方米甲烷气。估计世界已知煤层地区有数百万亿立方米甲烷气。

如果煤层不宜开采(因为太深、太陡或太薄),可考虑进行地下气化。

4. 泥炭气化

在中等到大量降雨的环境里,在广大盆地系统中的一些被封闭的沼泽中,沉积着由植物转变而成的泥炭,在很少或未被覆盖的条件下,泥炭被认为是煤形成的最原始的阶段。在北爱尔兰、芬兰和苏联,干泥炭现已用作锅炉燃料等商品能源。用加热和生物这两种方法中的任一种,就可将泥炭转化为甲烷。联合国预测,世界泥炭资源的能量相当于103.6万亿立方米的天然气。泥炭不仅比煤更容易气化,并且还能比褐煤多产出3.5倍的甲烷气。目前已建起了一些试验性的工厂。

5. 高压水域

在美国的得克萨斯州、路易斯安那州和相邻的墨西哥近海地区,已发现在高压热卤水里溶解着大量的天然气。估计这里的天然气总量在24.1~280万亿立方米,估计可采量为7000亿立方米。但这些天然气大部分存在于不利于开发的低渗透性页岩和砂岩中。

6. 常压蓄水层

处于正常压力梯度下的含气水层,被称为常压蓄水层。这种蓄水层比较浅,每立方米水中能溶解1.76~3.5立方米天然气。与高压水层不同,这种系统不能自喷生产,需要用泵把水抽出地面。日本有一口开采常压水层天然气的生产井连续生产了17年,累计生产天然气840万立方米。关于水溶性天然气的开采情况,请参见本图集的第三部分。

7. 天然气水合物

天然气水合物是指由水和束缚气形成的类似冰一样的结晶水合物类型。在常温条件下,水合物能析出相当于其体积100倍的气体,同时它本身也将转变为水态。数量相当大的天然气存在于寒冷地区和海底的水合物中。估计其资源量可能超过98万亿立方米。

8. 超深层天然气

现已证实,在一些盆地中15240米以下的深度也可有沉积岩存在。当温度超过550℃时,仍可存在稳定的甲烷。在达到上述温度之前,石油全部转化为甲烷。因此甲烷是存在于深部古老地层中唯一的碳氢化合物。

9. 生物和垃圾

除地球内部存在的天然气资源外,只要太阳不断地发光,就可能生成甲烷这样潜在的资源。许多类型的

植物都是储存太阳能的有用宝库。人们已经加速从植物中抽提甲烷的研究。例如,大量的咸水海草每天以约0.6米的速度增长,成年时可达60米高度,目前已成为提炼甲烷的资源。一旦海草农场建立起来,可期望该农场能够无限期地维持自身的生存。在一种隔绝空气的大容器中,在其它生物的帮助下,即用生物分解的方法,可将海草转化成甲烷。目前已进行了一些试验,在进行工业化生产前,还有许多难题需要解决。

淡水生物群同样含有丰富的甲烷。这种生物在温带很常见,它常阻塞淡水湖和水沟。试验发现,污水处理厂的废水可促进该生物的生长。它们在生长过程中,又可以促使污水进一步净化。随着淤泥的增多,这些生物也繁茂起来,并通过生物作用产生甲烷。美国用从污水处理厂生产的瓦斯开车。从污水中获得再生气,不仅可以增加能源供应,而且可减少环境污染,改善人类的社会生活。美国洛杉矶市从两处垃圾处理站中分离的再生气,足够12000住户用作燃料。到1990年,美国和加拿大垃圾处理厂生产的瓦斯预计可向200万以上的住户供应燃料。世界上可用来生产瓦斯的生物远景几乎是无穷的。

R. E. Wyman认为,世界上丰富的甲烷资源足以保证,人类在可预见到的未来不会感到能源缺乏。

二、世界天然气产量、主要产气区及超巨型气田

自50年代以来,世界天然气探明储量在不断增加,1950年为8.6万亿立方米,1970年为40万亿立方米,1980年为73万亿立方米,1988年底为111万亿立方米,累计采出天然气约45万亿立方米(参见表2)。

表2 世界天然气产量和储量

年份	产量(亿立方米)	储量(万亿立方米)
1950		8.6
1965	6748	25.04
1970	10376	40.50
1971	11103	47.85
1972	11694	52.93
1973	12303	54.04
1974	12543	58.71
1975	12653	60.62
1976	13176	62.65
1977	13606	63.15
1978	14584	69.35
1979	16186	71.85
1980	16418	73.87
1981	16362	81.51
1982	15698	84.98
1983	15279	89.52
1984	16824	95.38
1985	17586	97.26
1986	17830	101.74
1987	19292	107.4
1988	20087	111.93
1989		112.9
2000(预计)	25000	
2020(预计)	35000	

天然气探明储量这样大幅度地增长,为天然气产量的增长提供了雄厚的物质基础。世界天然气产量在1970年为1万亿立方米,1980年为1.6万亿立方米,1988年为2万亿立方米。

1988年世界上最大的产气国家是苏联,其探明天然气储量为42.4万亿立方米,占全世界总储量的37.8%;而其天然气产量也占世界第一位,达到7695亿立方米,占世界总产量的38.3%。就其潜在储量来看,苏联打算在1995年达到年产1万亿立方米。

世界第二产气大国是美国,其天然气储量为 5.29 万亿立方米,占世界总储量的 4.7%,而其天然气产量却高达 4953 亿立方米,占世界总产量的 24.7%。但储采比只有 10.6:1。美国长年以来保持这样低的储采比和这样高的年产量,是有其特殊情况,不易被一般认识所能解释得通。其石油的储采比情况也与天然气的情况一样。

世界上第三个产天然气大国是加拿大,其天然气储量为 2.69 万亿立方米,占世界总储量的 2.4%,而天然气产量为 1129 亿立方米,占世界天然气总产量的 5.6%,储采比为 17.7:1。

除了上述三个产气大国外,我们从世界其它的主要产气国家中(见表 3),可以看到两种截然不同的情况。

表 3 1988 年世界主要国家天然气产量、储量表

序号	国家	产量(亿立方米)	序号	国家	储量(万亿立方米)
1	苏联	7695	1	苏联	42.4(42.45) ^①
2	美国	4953	2	伊朗	13.9(14.15)
3	加拿大	1129	3	美国	5.29(4.67)
4	荷兰	683	4	卡塔尔	4.43
5	英国	464	5	沙特阿拉伯	4.12(5.13)
6	阿尔及利亚	436	6	阿尔及利亚	2.94(3.23)
7	罗马尼亚	373	7	委内瑞拉	2.89(2.85)
8	墨西哥	370	8	加拿大	2.69(2.67)
9	印度尼西亚	346	9	挪威	2.41(2.32)
10	挪威	284	10	尼日利亚	2.37(2.47)
11	沙特阿拉伯	255	11	印度尼西亚	2.3
12	阿根廷	214	12	墨西哥	2.1(2.08)
13	委内瑞拉	205	13	荷兰	1.76(1.73)
14	意大利	199	14	马来西亚	1.46(1.47)
15	伊朗	190	15	科威特	1.2(1.37)
	全世界总计	20087		全世界总计	111.9(112.9)

①括号里数字为 1989 年储量。

第一种:天然气资源非常丰富,而天然气产量却很低。如伊朗,天然气储量为 13.9 万亿立方米,占世界总储量的 12%,居世界第二,而其年产量只有 190 亿立方米,占世界总储量的 1%都不到。类似这种情况的还有卡塔尔、沙特阿拉伯、科威特等国家。

第二种:天然气资源不多,天然气产量却很高。除美国外,意大利探明天然气储量为 2898 亿立方米,天然气年产量高达 199 亿立方米,储采比为 14.5:1。

由此可见,世界天然气已探明储量和潜在储量的前景很好,天然气产量在大幅度上升,有一批资源丰富的国家是今后发展天然气工业的雄厚的后备地区。

所谓世界主要产气区,实际上是主要产油气区。纯油田和纯气田的界线容易划分,而纯气区和纯油区的界线是难以划分的,往往是油气共生共存,只不过有的地区是油或者是气相对集中一些而已。为了研究和叙述方便,我们把天然气分布相对集中的地区划分出来,在世界五大洲十三个国家选择了 20 个主要气区(见表 4)以及 14 个天然气储量在 1 万亿立方米以上的超巨型气田(见表 5),简述如下。

美洲——主要的世界油气资源富集区。

加拿大:西部的阿尔伯达省是油气富集区,地质构造上为一地槽区,面积 60 万平方公里,主要产层为砂岩和碳酸盐岩,自泥盆系到白垩系,深度 2000~4000 米,发现气田 90 个,探明天然气储量 2.69 万亿立方米,天然气产量 1129 亿立方米。近几年发现的艾尔姆华士大气田,面积达几千平方公里,为低渗透性砂岩储集层,而且是气水倒置,即气在低部位,水在高部位。

美国:长期以来,不仅是世界石油产量最高的国家,而且是天然气产量最高的国家之一。早在 1970 年即产气 4751 亿立方米,1988 年仍保持 4953 亿立方米。美国的气田至少也有几千个,但原始储量达到 1 万亿立

表4 世界20个主要气区简况

洲名	国家	序号	大气区名称	面积 (万平方公里)	地层时代
美洲	加拿大 美国	1	加拿大西部气区	60	泥盆纪—白垩纪
		2	落基山气区	60	石炭纪—白垩纪
		3	西内部气区	72	奥陶纪、二迭纪
		4	宾西法尼亚气区	42	寒武纪—石炭纪
		5	墨西哥湾气区	110	侏罗纪—第三纪
欧洲	墨西哥 委内瑞拉 英国、挪威 苏联	6	墨西哥气区	22	白垩纪、第三纪
		7	加勒比海气区	8.5	白垩纪、第三纪
		8	北海气区	52.5	二迭纪、三迭纪、侏罗纪
		9	伏尔加—乌拉尔气区	69	石炭纪、二迭纪
		10	伯朝拉气区	20	泥盆纪—三迭纪
亚洲	苏联	11	西西伯利亚气区	350	白垩纪
		12	勒拿气区	55	上元古代、寒武纪
		13	中亚气区	52	侏罗纪
		14	中伊朗气区	12	二迭纪
		15	西印度气区	5	第三系
澳洲	中国	16	四川气区	18	震旦纪—白垩纪
		17	莺歌海气区	2.5	第三纪
		18	印尼气区	15	第三纪
		19	西澳气区	30	三迭纪、侏罗纪
		20	北非气区	10	泥盆纪、寒武纪、奥陶纪

岩性	产层深度 (米)	沉积岩厚度 (公里)	发现气田 (个)	1988年探明天然气 储量(万亿立方米)	1988年天然气产量 (亿立方米)
砂岩、碳酸盐岩	2000~4000	6	90	2.69	1129
砂岩、碳酸盐岩	3500~4000	18	10	0.6	146
砂岩、碳酸盐岩、基岩	1000~2300	9	34 ^①	1.0 ^②	705 ^②
砂岩、页岩、碳酸盐岩	400~600	6	500 ^①	0.1 ^②	96 ^②
砂岩、碳酸盐岩	1200~6600	13	4000 ^①	2.1 ^②	3683 ^②
砂岩、碳酸盐岩	2000~4000	7	40 ^①	2.1	370
砂岩、碳酸盐岩、基岩	1500~3000	9	300 ^①	2.89	205
砂岩、碳酸盐岩	2500~3500	6	80	4	1431
碳酸盐岩	1500~3000	6	66	3.5	600
砂岩、碳酸盐岩	2000~3000	3.5	10		200
砂岩	600~3600	8~10	300 ^①	25.4	4300
砂岩、碳酸盐岩	2500~3500	12	14 ^①	1	30
砂岩、碳酸盐岩	2500~3600	7~10	121	5.1	1030
砂岩、碳酸盐岩	2700~2900	8	16	13.3	190
砂岩	1500~2500	6	5	0.64	—
砂岩、碳酸盐岩	1000~5000	12	71	0.26	59
砂岩、碳酸盐岩	3500~3900	10	1	0.1	—
砂岩、碳酸盐岩	3000~3200	9	3	2.3	346
砂岩	670~2700	15	4	0.4	1
砂岩	2000~3000	5	10	2.9	436

①油气田总数。

②1982年数据。