



專家建議

中国天然气发展战略专家咨询论证会

中国石油学会石油地质委员会

北京 一九八九

一九八九年四月

前 言

中国石油学会受中国石油天然气总公司的委托，由中国石油学会石油地质委员会主持召开的全国天然气发展战略专家咨询论证会，于1989年元月四日至七日在北京召开。叶连俊、翁文波等来自中国科学院、石油天然气总公司、地质矿产部和高等院校的五十余名知名专家应邀到会，他们从不同的方面对加速我国天然气工业发表了意见。中国石油天然气总公司王涛、李天相、侯祥麟、阎敦实等领导同志到会听取了专家们的咨询建议。王涛总经理针对发展我国天然气工业满足国民经济建设的需要问题讲了话。

与会专家认为近年来我国的天然气工业已经出现了高速发展的势头，然而这些进展并不足以改变我国天然气工业的落后状态，无法适应国民经济迅速发展的需要。会议期间专家们根据我国含油气盆地成气条件，客观地分析了在不同类型盆地中寻找天然气资源的有利条件和不利因素，提出了对我国富气区的近期和长远勘探的设想；讨论了开创中国天然气工业发展道路的指导性建议和措施。

与会专家认为大型气田形成于特定的地质条件，其中包括生气强度大，储盖组合、储层物性好，构造圈闭大、盖层封闭严等特征。我国的含油气盆地具有形成大型气田的区域地质条件。我国西部山间及山前拗陷型盆地和塔里木、准噶尔盆地，沿海大陆架的东海盆地和莺歌海盆地都是寻找大气田的有利地区；中部复合型盆地如鄂尔多斯、四川、楚雄盆地是寻找大面积多层系、多类型复式含气区的有利地带；松辽和渤海湾盆地是寻找中、小型高产气田的有利地带，如松辽盆地及其周缘侏罗系地堑，渤海湾盆地的渤中拗陷

和辽东湾等。为此专家们建议在不同类型盆地中寻找不同类型的天然气富集区带和大气田，在山前拗陷盆地和复合型盆地下构造层找碳酸盐岩高温裂解气田，如塔里木、四川、鄂尔多斯等盆地。在中生代和上古生代含煤盆地或地堑中找煤型气田，如松辽、准噶尔、沿海大陆架区带。在东部第三系裂谷盆地中寻找陆源有机气，如渤海湾盆地。有些专家建议应确立四川、鄂尔多斯、塔里木、准噶尔、柴达木、松辽和渤海湾等七大盆地为重点找气地区，同时着手在海相碳酸盐岩地层中寻找天然气田。专家们建议，天然气勘探开发不仅要考虑成气的优越地质条件，还要从需要与可能、开发与利用的经济角度来制定发展战略，“七五”、“八五”期间首先要加强四川、渤海湾、松辽和鄂尔多斯盆地的勘探，以实现迅速增加储量和产量的目标。同时要开辟和发现新富气区以作为天然气勘探的后备地区，如塔里木、准噶尔盆地和东海大陆架、莺歌海盆地。

专家们指出，在天然气勘探中应充分认识我国含油气盆地地质条件的复杂性，如中新生代块断活动强烈，断层发育，分割性强，新构造运动较为强烈，对地台型盆地产生过不同程度的改造，此外我国的盆地规模与国外大型地台型内陆盆地相比规模较小。根据目前的认识，我国天然气产层时代偏老，埋深较大，成岩后生作用强烈以及有些盆地生气高峰与圈闭定型期配置关系不好等诸多不利因素。

专家们在认真分析了长期以来我国天然气工业发展缓慢的主客观因素的基础上，专家们认为首先要从指导思想和组织领导上改变过去“重油轻气”的做法，要从速建立起科研、施工的天然气勘探开发的配套技术，并提出了以下四个方面的建议：

1. 天然气勘探的指导方针

(1) 采用大、中、小型气田，高、中、低产气田并重方针，立足于中小型气田，积极寻找大型气田。

(2) 大力加强经济技术条件优越地区的天然气勘探开发工作，同时要积极勘探新的富气区。

(3) 在加强天然气勘探的同时，要提前研制适应我国特点的天然气开采、集输和综合利用的配套工艺技术。

2. 制定切实可行的天然气工业发展规划

制定以科学研究为后盾，包括勘探、开发、开采、集输等四个方面的天然气发展规划，并拟定出分阶段具体部署实施意见、投资比例和勘探开发目标。

3. 加强综合研究协调组织工作

加强天然气勘探综合研究，协调组织全国各方面的天然气研究力量，要逐步形成天然气勘探开发科研体系，做到分工明确，发挥各自的特长。应把全国天然气资源定量评价和勘探方向作为主攻研究方向，同时选择几个相对富气盆地作为重点解剖对象，总结天然气的赋存规律。

4. 完善天然气的勘探开发配套工艺技术

(1) 加强地震勘探工作 首先采用地震结合重、磁、电法的综合地球物理勘探，突破复杂地形和复杂地质条件的构造研究，为整体解剖盆地下构造层地质结构研究，相应地补做一些区域性地震大剖面，加强地震直接检测、气藏工程横向技术和地震地层学的研究。

(2) 提高测井识别气层的精度 要采用中子密度、声波等高精度的数控测井仪器，并附加电测井检验的方法以提高测井找气精度，对浅层和深层气要及时测井，提取复合测井信息，进一步提高

测井找气的分辨率和直观性。

(3) 采用钻井先进工艺技术 为了打好气井，取全取准有关资料，保护气层，在天然气探井、预探井中采用十项技术措施：①对岩心、岩屑、钻时、泥浆、气测和地层压力的综合录井技术；②为了有效保护气层防止污染，采用优质轻泥浆，泥浆液参数按部颁标准执行；③及时测井技术；④及时取心技术；⑤及时钻杆测试技术 (DST)；⑥及时电缆测试技术 (RET)；⑦固井、完井和射孔技术；⑧及时分析化验技术；⑨油气层改造技术；⑩油气综合评价技术。

(4) 试气工艺技术 ①积极采用过油管射孔、封隔器试气、混气排液技术；②应用电缆测试技术搞好中途测试工作；③采用巨型“压裂”技术，改善低渗透气层，提高气井产能。

(5) 推广采用单井集输技术，加速天然气开发进程 建议采用国产和引进的2000米³，日处理5—20万米³和50万米³的天然气液化装置。

(6) 加强天然气的综合利用 ①轻烃回收；②深度加工，提高效益；③直接用天然气代替汽油；④天然气的液化回收工程；⑤天然气中非烃组分的利用等。

为了推动我国天然气工业的发展，我会根据广大会员的要求，现将这次专家咨询论证会上的专家发言，汇编为专家咨询建议文集，供勘探开发的决策部门和广大科技人员参考。

中国石油学会石油地质委员会

一九八九年三月

TC-1
003

目 录

5464/22

1. 中国油气资源大有潜力	叶连俊 (1)
2. 天然气工业的问题	翁文波 (3)
3. 加强天然气地质基础理论研究, 提高天然气勘探的技术水平, 迅速发展我国天然气工业	罗蛰潭 (4)
4. 中国找天然气有广阔的领域	田在艺 (8)
5. 大气田的形成条件和勘探目标区	李德生 (12)
6. 要重视天然气成藏条件的研究	包 茨 (15)
7. 对进一步勘查华北地台区古生界天然气的几点构想	韩景行 (18)
8. 关于发展我国天然气勘探的几点认识和建议	张传淦 (23)
9. 在塔里木盆地寻找大气田的初步看法	陈发景 (26)
10. 我国北方找气之地质条件分析	赵重远 (29)
11. 关于天然气勘探中的地震工作	袁秉衡 (33)
12. 中国北部找气新领域的探讨	郝石生 (36)
13. 关于在我国东部寻找气田问题	张万选 (40)
14. 从气源岩地化特征试论我国大气田的勘探	傅家谟 (44)
15. 天然气发展与塔里木盆地的油气前景	罗斌杰 (46)
16. 渤海湾盆地各种类型天然气的富集规律及其勘探方向	黄汝昌 (49)
17. 世界天然气勘探的新进展与我国加快发展的意见	胡见义 (61)
18. 增加投入, 选准方向, 加强前期勘探工程, 尽快发现大气田	胡朝元 (64)
19. 加强天然气勘探的几个技术问题	吴华元 (68)
20. 在三大领域加速实现天然气勘探的重大突破	郭正吾 (71)
21. 转变重油轻气思想, 切实规划、部署天然气资源的开发工作	黄第藩 (74)
22. 大港油田的天然气及勘探前景	李绍光 (79)
23. 从我国含油(气)盆地的风格看发展天然气工业的地区和领域	孙肇才 (84)
24. 天然气勘探中的若干认识	张义纲 (88)
25. 对加速我国天然气勘探步伐的几点意见	韩耀文 (91)
26. 我国具有找到一批大中型气田的地质条件	王庭斌 (93)
27. 我国天然气地质环境和发展前景	冯福恺 (97)
28. 我国天然气勘探方向和目标	吴震权 (100)
29. 重视在南方海相地层的找气工作	戴世昭 (105)
30. 加速我国陆上天然气勘探的浅见	童晓光 (108)
31. 寻找大中型气田与加速发展天然气	戴金星 (112)
32. 对我国天然气资源估计及建议	戚厚发 (117)

33. 对发展我国天然气工业的几点意见.....石宝琦(120)
34. 加强天然气的勘探, 实行油气协调发展的战略.....杨俊杰(124)
35. 简谈我国天然气的前景.....顾树松(127)
36. 伊舒盆地天然气勘探前景与建议.....丁正言(131)
37. 对陆上天然气勘探的一些想法.....程学儒(135)
38. 加强南方的天然气勘探.....李尚武(139)
39. 辽河断陷深化天然气勘探的潜力分析.....金尚柱(142)
40. 气体地球化学与天然气勘探.....徐永昌(146)
41. 为找气论物探.....孟尔盛(150)
42. 地震找气的特点和建议.....钱绍新(153)
43. 测井找气要在“准”字上下功夫.....谭廷栋(156)
44. 发展我国天然气工业的几点意见.....秦同洛(161)
45. 认真抓好十项技术, 进一步搞好科学打井.....李克向(164)
46. 提高压裂增产技术, 为发展我国天然气生产服务.....朱兆明(168)
47. 在天然气勘探专家论证会的发言.....王季明(171)



简 历

叶连俊 中国科学院学部委员，地学部常务委员、常务副主任；北京地质研究所研究员、学术委员会主任。主要从事沉积学研究，代表性著作有：《陆源汲取成矿论》、《成矿时代的地史意义》、《沉积盆地的分类》、《多因素多阶段成矿论》、《工业磷块岩物理富集成矿说》等。

中国油气资源大有潜力

叶连俊

(中国科学院地质研究所)

中国油气地质的特点是“陆相生油”。已求得的储量大部分来自陆相中新生代盆地。

但是，近些年来的勘探结果，也在不少地区的海相古生代地层中发现了一些工业油气流，譬如天山南北麓山带的某些地段。四川的天然气始终是以海相的二叠纪及三叠纪地层为主的。此外，在东部地区，近几年也有不少高产井是打在中新生代陆相地层基底不整合面之下的古老海相地层之中的。

从开拓油气资源远景的角度，这些事实是值得思考的。

海相油气田主要是形成于海陆相沉积的过渡带上，特别是大陆边缘的陆棚区域。最近几年经常到川、黔、湘、桂，即所谓“上扬子地台”区域去野外考察，去年又到湘、黔边境的某些外陆棚沉积盆地区域做了一些观察，认识到在这种外陆棚区域的沉积层，从震旦系一直到三叠系，各系地层内都含有厚度大、分布广、相当稳定的暗色泥岩建造。这些暗色泥岩建造主要是一些深水的、非补偿性的滞流盆地沉积，主要是由一些含碳质很高的页岩、薄层浊积岩组成；另外也含有一些页状泥晶石灰岩、硅质页岩和石灰岩角砾岩夹层。这种暗色泥岩建造一般都是良好的生油层，而且由于它们的厚度往往较大、分布广、比较稳定，其生油的潜力多半是比较大的。

从大陆边缘向海洋方向，依次出现：内陆棚区的陆源碎屑—碳酸岩建造，外陆棚盆地的碳质暗色泥岩建造，及陆棚斜坡带的复理式建造。在内陆棚与外陆棚过渡地带的礁块灰岩中，粗结构浊积岩夹层中，石灰岩角砾岩夹层中，枢纽带的粗结构沉积层中，以及与枢纽带断层有关的次级衍生构造中，都存在着有利的储集层和储集构造。其中，与枢纽断裂有关的次级衍生构造，往往具有等距出现的特点，这对资源预测及勘探部署都是极为有利的。

与海相暗色泥岩建造有关的油气藏，多半分布在古陆块边缘的“冒地槽”或“边缘

洼陷”地带。其中，在构造不太复杂，区域变质影响不大的地区，都是寻找油气田的有利地段。这类地质区域往往地热梯度较大、埋藏深度较大，因而也有利于“非常规天然气”的产生与富集。

在中生代地层的基底不整合面上，近年来钻到了不少高产井。其中大部分是产在不整合面下盘的古生代碳酸岩“古潜山”中，因而被认为是“新生古储”的。但是这些碳酸岩储层，有的其本身也是生油的，所以“新生古储”的看法应有进一步推敲的必要，是否有“老油”被“新油”混杂的问题值得深入研究。“古潜山油气田”多半出现在前中新生代基底隆起区域的边缘地带。由于前中新生代的风化剥蚀与断裂形成了“潜山”，这些“潜山”部分地被埋伏在中新生代的“沉积中心”之下，因而使具渗透性的古风化岩屑直接与上覆中新生代的生油层紧密相接，形成了最有利的储油条件。然而，假定“古潜山”的组成岩层本身也是生油的，则同样也可形成“古潜山”油藏；而且，顺古隆起构造顶部的风化渗透层，还可以迁移聚集在古隆起的高部位，形成面积更为广大的油气藏。

上面所谈到的，只是一些肤浅的不成熟的看法，不当之处一定很多，请大家指正。

简 历

翁文波 中国科学院学部委员，中国石油天然气总公司石油勘探开发科学研究院总工程师，全国第七届政协委员。

天 然 气 工 业 的 问 题

翁文波

(中国石油天然气总公司石油勘探开发科学研究院)

在1970—1986年间，世界石油探明储量年增加率为1.4%，而天然气探明储量年增加率为5.8%。天然气工业不断发展可以用美国Anadako盆地为例：1955年地图上只有几点小红点标记天然气田，但到1982年，地图上好象倒翻了一瓶红墨水。世界和我国的天然气年产量将一直增加到2000年，我国天然气工业更是朝阳工业，前途无量。

但问题也不少：第一是认识问题，例如天然气和石油有很多不同性质，它们的经济条件和地理分布也不同，天然气运费高，所以我们先要到人多的地方去找气；第二是政策问题，现在天然气价格太低，有人认为能源价格要提高，产品价格要压低，对天然气勘探的投资也要多点，但都不易实现，不过自力更生的办法是有的；第三是技术问题，勘探和开发天然气与石油要求不同，如岩性要求较低，但增产措施要求很高；第四是教育问题，我们培养研究生很注意天然气方面的要求，效果也较好。



简 历

罗贇潭 成都地质学院教授、顾问，中国石油学会理事，四川省石油学会副理事长，四川省能源研究会副理事长，四川省科学技术顾问团顾问，四川碳酸盐岩油气田技术开发研究中心学术委员会主任，国家石油地质与勘探重点学科点学术带头人，博士生导师。

加强天然气地质基础理论研究，提高天然气勘探的技术水平，迅速发展我国天然气工业

罗贇潭

(成都地质学院)

我国是世界上最早发现及利用天然气的国家，但由于我们曾经有过重油轻气的倾向，因此天然气的勘探同开发并未充分发挥其应有潜力。

在当今世界能源结构中，天然气约占20%左右，居能源结构的第三位，仅次于煤炭和石油，我国仅占2.5%，差距颇大。世界上一些主要产油气国家油与气产量之比约为1:1，而我国仅为10:1。这样的比例并不真实代表我国天然气的潜在储量及产量的实际，也就是说，我国天然气的勘探及开发还很不适应我国实际的地质条件。可以认为，我国对天然气的勘探，无论在勘探开发政策、投资规模、工作部署、重视程度及实际工作上都与天然气潜在资源量不相匹配。近年来在煤成气藏的研究及勘探方面已经开展了一定量的工作，这是可喜的，但工作的深度及广度都还不适应我国煤成气的地质条件。

通过对天然气的资源评价及预测，已经初步展示出我国天然气的勘探前景并非悲观，而是颇具发展前景。除了在向负盛名的四川盆地尚有很大储量及产量潜力有待进一步深入研究及勘探外，其他诸如塔里木盆地、准噶尔盆地、鄂尔多斯盆地、华北盆地、东海盆地、北部湾、莺歌海及琼东南盆地等都是具有丰富天然气资源的巨大潜力地区，而沿海一带的浅层气也不能忽视。上述这些地区都急待我们去作更扎实的研究工作及勘探开发工作。

从世界油气资源的勘探开发现状看，石油储量近年来增长缓慢，而且略有下降趋势。天然气的探明储量则在逐年增加，天然气在世界能源结构中的比例也在不断增加。从我国的天然气地质条件看，我国决不应当是例外。因此加强我国天然气地质的基础研究，组织全国力量，提高天然气勘探的技术水平，迅速发展我国天然气工业，势在必

行。

现提出下列肤浅意见及建议：

1. 制定符合我国实际地质条件及世界油气工业发展趋势的天然气勘探开发政策，尽快改变过去曾经出现过的重油轻气倾向，应该真正按照油气并重的方针来对待及安排一切工作。由于过去曾出现过的重油轻气倾向所造成的不良后果，今后应该更加重视天然气地质的基础研究，更加重视天然气的勘探及开发工作。

2. 认真开展天然气地质的基础理论研究及勘探开发工作，尽快跟上世界天然气地质的基础理论研究水平及勘探开发的科学技术水平；应建立国家级的天然气地质基础理论及应用基础研究院、所及部一级的天然气勘探开发主管部门，在油气并重的指导方针下开展一切工作。

3. 积极组织力量，从事常规及非常规天然气藏的研究及勘探开发工作。其中特别要重视非常规天然气藏，包括隐蔽气藏的研究及勘探开发工作。虽然非常规气藏，特别是隐蔽气藏的研究及勘探难度更大，但由于我国的地质条件远比苏联及美国复杂，我们应当有足够的思想及认识准备，要特别重视非常规气藏的研究及勘探，不应急于求成，也不应轻易放弃一个有利地区。

在组织力量方面，除直接负责油气生产的部门外，特别要重视发挥高等院校及科学研究部门的科学技术力量。应该承认，我们过去对高等院校及科研部门的科学研究及技术力量是重视不够的，没有很好地调动他们的积极性，没有发挥他们应有的作用。

4. 在储层地质方面，过去是重视不够的，研究及运用储层地质来指导勘探更显得薄弱。在储层地质方面特别要重视碳酸盐岩气藏、裂缝性气藏及低渗透致密气藏等特殊气藏。

在碳酸盐岩气藏方面，四川盆地过去在储层地质方面，作了大量工作，积累了丰富经验。在广大西南地区碳酸盐岩分布是一大片，应深入研究及开展勘探工作。塔里木盆地碳酸盐岩油气储层有良好的发育，颇具发展前景。鄂尔多斯盆地的碳酸盐岩也具有一定潜力，急待开展更深入的工作。但总的来说，我们对碳酸盐岩气藏的储层地质研究还很不夠，指导勘探也很不力，我们应当深入开展及重视碳酸盐岩气藏的储层地质工作，至少应当不亚于气源岩有机地化的研究工作。只有这样，才会更加有利于这类气藏的勘探及开发。

裂缝性气藏是天然气藏的一个重要组成部分，我们过去，特别是近年来已作了相当细致的工作，取得了一定成效。特别是四川盆地已积累有一定经验，不但在碳酸盐岩气藏中的缝洞型气藏是典型的裂缝性气藏，在砂岩气藏中也不同程度地发育有裂缝，特别是微裂缝。裂缝性气藏历来是世界难题之一，虽然近年来有较大发展，出版了几本有关裂缝性气藏的名著，但不能认为已经完全突破，还远不及孔隙性气藏研究得成熟，认识得深入。我国在这方面的科学技术水平与世界相比，尚存在一定差距，应调动各方面的积极性，组织力量，从事裂缝性气藏的研究及勘探开发工作。在这项工作中要特别注意发挥多学科、跨部门的交叉渗透，加强学科间的横向联系。我们四川碳酸盐岩油气技术开发研究中心，从1984年成立以来，曾经从六个方面立题，从事四川二叠系裂缝性气藏的研究，即从大地构造、区域构造、遥感地质、古岩溶地质、测井地质及气藏动态等立题研究，现已完成第一阶段成果及评审工作。实践证明，这种跨部门、多学科的交叉渗透

研究,对裂缝性气藏的认识与理解又加深了一步。例如,通过遥感地质研究,从线性体的分布得到的裂缝分布规律与其他裂缝分布规律成果有较好的吻合性,并有所发展;古岩溶地质的研究得到了许多新认识,对缝洞型气藏有了进一步理解,有利于今后运用古岩溶地质指导勘探。

低渗透致密气藏,国际上认为是提供天然气后备储量及提高天然气总产量的一个重要源泉。美国对致密气藏早在60年代末及70年代初已相当重视,1973年大型压裂技术过关后,更是快速发展。通过周密的多部门、多学科研究后的成果预测,认为在目前美国的天然气价格及技术开发条件下,将有可采储量约14万亿米³。现在已有663个致密气田在生产,1981年的致密气全国总产量为340亿米³,约占当年全美非伴生气产量的9.4%,占当年全美天然气储量的6.8%。并认为落基山地区及得克萨斯的棉谷盆地是最有远景的地区,而阿帕拉钦地区的潜力也颇为可观,可惜目前这个地区的研究程度还低,不能作出更确切的结论。

加拿大及欧洲近年也很重视低渗透致密气藏的研究及勘探开发,特别是加拿大已达到一定先进技术水平,并找到了低渗透致密深盆地气藏,值得我们借鉴。

我国低渗透致密气藏的分布从已掌握的初步资料看,是颇为广泛的。初步认为,四川盆地、鄂尔多斯盆地、准噶尔盆地、柴达木盆地、松辽盆地、二连盆地、华北盆地、中原及江汉平原以及部分华东地区都有很大潜力,但研究程度极低,应该尽快组织各方面的力量,协同攻关。石油学会已经召开了三次低渗透致密油气藏勘探开发学术讨论会,这是一个良好开端。建议迅速组织力量,加强准备,早日实现在我国举行低渗透致密气藏国际学术讨论会,以推动我们这方面的工作。致密气藏的难度相当大,不仅成岩作用、次生孔隙发育及演化、以及微裂缝分布规律均相当复杂;粘土矿物类型、赋存状态及演化、以及对储渗性能的控制及影响也较复杂;而且由于孔隙结构的非常规性,极易引起气层污染及气层损害,因此这类气藏的保护也需要配套措施。此外,目前应用的地球物理勘探方法及测井技术也还不能完全适应致密气藏的特点。我国致密气藏的基础还处于比较薄弱阶段,但由于资源量潜力相当大,而且在开发技术方面,世界上大型压裂已过关,利用气层本身的微裂缝分布,用氮气中小型压裂压开致密气层,已有不少成功先例,因此,加强低渗透致密气藏储层地质的研究也是刻不容缓的。

还应指出,储层地质的研究与勘探、工程技术关系密切,诸如钻井、完井、完井液的配伍,增产液的配伍与气层保护密切相关。在单井评价中充分运用地球物理测井及气井系统测试技术以及气层改造技术都是研究储层地质及指导勘探必不可少的基本技术方法。因此,在开展储层的地质工作中,上述工程技术方法,也必须全盘考虑,把他们包括进去,并紧密结合起来。

5.非烃气藏,包括CO₂气藏,H₂S气藏,N₂气藏及He含量高的气藏等是经济价值相当高的气藏,应早日提上议事日程,有计划、有针对性地开展研究及勘探开发工作。

根据已掌握资料,我国已经有较好的非烃气藏潜力,如江苏黄桥CO₂气藏,河北赵兰庄H₂S气藏,及威远震旦系He含量高的气藏等,我们在发展天然气工业时,不容忽视非烃气藏的研究及勘探工作。不但非烃气的工业价值高,而且加强这方面的研究及勘探,还能加深对天然气藏的形成、运移及聚集理论的认识,丰富天然气地质的理论基础,并能提供天然气藏的重要勘探线索,有助于含气盆地的远景评价。

有些非烃气,如 CO_2 气及 N_2 气,还能在发展石油工业工程技术措施中发挥独特作用,如 CO_2 (或 N_2) 油气井增产措施, CO_2 (或 N_2) 提高原油采收率方法均是比较成熟的工程技术方法, 而且无论技术及经济方面均已基本过关, 充分发挥 CO_2 (或 N_2) 在油气井增产及提高采收率方面的作用, 必将取得更大的经济效益。因此, 在发展天然气工业的同时, 非烃气藏的研究及勘探开发工作, 应该及早有意识地提上议事日程。

以上意见及建议, 仅供参考, 不足及错误之处, 请多多指正。



简 历

田在艺 1945年毕业于中央大学地质系，在甘、陕、晋、宁、海、大庆、吉林、大港、江汉等地区和油田从事勘探开发工作；曾任江汉石油学校副校长、原石油部石油勘探开发科学研究院副院长，高级工程师；现任中国石油学会及地质学会常务理事，石油学报编委会副主任，长春地质学院兼职教授，ICL IGCP及国家自然科学基金委员会地球科学部委员。

中国找天然气有广阔的领域

田在艺

(中国石油天然气总公司石油勘探开发科学研究院)

我国四十年来石油工业的发展是相当迅速的，自1978年原油产量突破一亿吨大关以来，到1987年年产油1.34亿吨，跃居世界第四位，1988年产1.37亿吨，产量直线递增。石油与天然气是共生能源矿产，素以孪生姊妹号称，天然气按理也应有所发展，而我国1987年天然气产量仅居世界第19位。我国近年来天然气储量增长速度有所加快，“六五”计划期间平均每年增长300亿米³，发展到现在，每年约增长350—450亿米³。南海琼东南盆地崖13-1气田储量约740亿米³。全国已有储量在500亿米³以上的气田1个，100亿米³以上的气田10个，这个发展数字也是较大的。但同国民经济发展的需要相比，天然气工业发展的落后状态还是一个严峻的事实，同世界先进国家相比，美国油气产量比是1.1:1，苏联是0.9:1，我国是10:1，这是能源结构上一个突出的矛盾。究查这一矛盾和落后状态的原因，主要是探明天然气的储量少，气层储量4717亿米³，溶解气储量6209亿米³；大、中型气田（1000亿米³与500亿米³以上）和纯气田的储量更少，这是阻碍我国天然气工业发展的主要矛盾。总之，从目前油气储量、产量的发展情况分析，油气工业的发展是不相适应的。

根据天然气藏形成的条件，一般认为在地壳中的分布比石油要广泛的多。据目前统计，有65个国家从前寒武系到第四系中都发现天然气藏。其形成机理可分为沉积岩中的有机质降解成因气，如菌解气（生物气）、热解气（包括热催化降解气）、热裂解气、煤成气等，还有地球深部的无机反应成因气，如变质岩、岩浆岩、火山岩等高温气体。

在沉积岩中，丰富有机物质的成气温度范围比成油温度要宽广的多。一般认为，有机质要在达到成油门限温度时才能成油，而在成油门限以前的细菌作用阶段就可生气；同时当温度过高，达到过成熟阶段时，石油又会裂解成气，所以有机物质只要在还原环境下，在生物化学、热降解和热裂解作用下，都可以生成天然气。根据天然气的特性，对储气层的物性比储油层的物性要求低得多，所以对致密地层中天然气的勘探和开采都应

加以特别重视。天然气分子小、密度小、粘度小、吸附能力小、在水中浮力大、扩散能力大，所以它的活动性大，有利于远距离的运移；相反，对盖层和保存的条件要求较高，要有致密的泥岩或膏盐层，以及圈闭条件就更为重要。

关于煤成气的研究，据目前世界统计，在发现的大气田中，都是来自煤系地层。苏联已探明的天然气资源，大约有60%以上与煤系地层有关，西欧一些国家探明天然气储量中有90%以上都是来自煤系地层，相反，在广阔的煤系地层中尚未找到大中型的油田。我国聚煤盆地发育，分布面积广泛，聚煤时期多——石炭纪、二叠纪、晚三叠世、中下侏罗世、第三纪。在含煤地区具有多旋回的含煤地层中，煤炭资源丰富，具有形成丰富的煤成气的地质条件。

从客观的天然气资源的地质条件来分析，我国有良好的地质基础，有大力发展天然气工业的先决条件。这里对勘探的指导思想和一些重点地区提出不成熟的看法和意见，供领导和决策部门参考。

首先我们要重视加速天然气的勘探，我们必须认识到天然气的勘探是长期的和艰巨的。对一个天然气区的勘探，从开始到找到气田，探明气的储量，要经过一个长期的反复过程，就是说要找到一个大气田，有它的必然性和偶然性。对一个含气盆地必须整体进行区域勘探，因为沉积盆地是气藏形成的基本地质构造单元，必须按勘探程序办事，减少盲目性，才能得到经济效益；必须进行科学研究，选择有利的沉积盆地，以盆地为整体，研究构造式样及组合模式，研究沉积相及组合模式，研究生气凹陷及其气源岩的生气环境，研究热演化史，研究地壳构造演化及其气藏在时空上的分布规律。必须按天然气储存的特性做好地球物理勘探及测井工作，必须科学钻井、科学试气、采气，尤其对致密砂层、裂缝储层的工程工艺的研究与合理的施工，才能确保气田的发现。

中国含气盆地应优选塔里木、准噶尔、莺歌海、东海、四川、鄂尔多斯、松辽、华北等八个盆地进行重点勘探，预期中国天然气工业将会有长足的发展。

一、准噶尔盆地中部夹持一个古结晶基底的中间地块，其周缘被海西地槽所围限，由于海水侵漫，古老地块上也接受了上古生代的海相沉积，是盆地的深部油源岩。二叠纪时，由于地壳逐渐隆起，形成玛纳斯湖、乌伦古、陆梁南、莫索湾、昌吉五个大型凹陷；由于残留海的存在，上二叠统的下部为海陆交互相沉积，至上部递变为陆相碎屑岩建造，形成各自的生油凹陷，目前已经勘探清楚的有玛纳斯湖凹陷和昌吉凹陷，生油生气是极为丰富的。三叠纪时形成统一的沉积盆地，侏罗—白垩纪时，盆地继续扩大，至第三纪末，盆地收缩。三叠—侏罗系沉积厚、凹陷深、沉积环境为湿润气候、尤以煤系地层颇为发育，是较好的气源岩。从地质构造发育历史分析，若以二叠系为气油源岩对象，则分五个凹陷，按“定凹探边”“定凹探隆”的勘探经验，分别对每一个凹陷进行解剖；若以三叠—侏罗系油气源岩为对象，应注意陆梁—克拉美丽山以南，昌吉凹陷东北一带是寻找气与油的有利地区。

二、塔里木盆地是我国最大的内克拉通拗陷叠加复合盆地。在前震旦纪古老的结晶基底上，沉积了稳定的古生代盖层沉积。下古生代是一个统一的深水相拗陷盆地，经加里东运动，形成平缓的褶皱，主要有中央隆起与塔北隆起两个大型长垣型背斜。上古生代以中央隆起为界，形成东西两个不同深、浅水域的拗陷，以塔北隆起为界，构成满加尔凹陷与库车凹陷；在凹陷中沉积厚，在隆起部位沉积薄或超覆缺失。古生界为海相沉积

环境,有利于生油、生气母质的生成,是塔里木盆地的主要油气源岩,由于地质时代老,埋藏深,热演化程度高,应以产气为主。海西运动后,周边山系隆起,盆地抬升,开始了陆相沉积环境。晚二叠世至第三纪是在挤压背景下发育的山前拗陷型沉积,由于山系隆起,断距幅度大,山前拗陷接受沉积早,沉积速率快,堆积巨厚;早期都是相互隔绝的一些拗陷,晚期拗陷面积逐渐扩大。三叠纪至侏罗纪时期,北自库车凹陷,南至满加尔凹陷为一大型沉积拗陷,是生油、生气的有利地带,由于埋藏较浅,热演化程度低,应以产油为主。山前拗陷型的盆地都是不对称的,或北断南超,或南断北超。盆地断陷下沉,除山系隆起挤压外,还有巨厚沉积物自重引起的物质均衡的断裂下沉。随着挤压作用加强,凹陷中心随地质时代逐渐向盆地中心迁移。自渐新世以后,盆地形成统一的大型拗陷盆地发育阶段。根据地质构造发展演化来分析,若油气源来自下古生界,则含油气面积广泛,从中央隆起至塔北隆起都是有利的勘探范围,尤以塔北隆起为甚。若油气源来自上古生界,则以沉积拗陷及其两个隆起斜坡为勘探对象,在隆起不整合侵蚀的范围内,寻找基岩潜山油气藏。若油气源岩来自上二叠、三叠系、中下侏罗统,则以库车凹陷、塔北隆起、满加尔凹陷为重点,寻找原生油气藏、基岩油气藏和次生油气藏。总之,最优选的地区是塔北隆起,满加尔凹陷和中央隆起。

三、四川盆地属克拉通沉降拗陷,伴随薄层滑脱构造平缓褶皱和小型前渊凹陷。该盆地经数十年的勘探,已取得了很多的成果,气源丰富,探明储量不少,但由于储层物性较差,尚未找到大型的理想气田。

四川盆地从震旦纪至中下三叠世是一个局限海台地相沉积环境,晚三叠世须家河组下部为向西特提斯海台缘沉积体系,属陆棚浅海相到三角洲沉积相,上部为封闭的内陆湖沼河流相沉积体系。岩石中的有机质类型从腐泥型变到腐殖型,烃源岩以成气为主。侏罗—白垩纪为盆地型红色陆相沉积环境,可能形成一部分油田。从目前勘探资料分析,除继续在重庆以北到开县、通江一带,以石炭系、志留系为目的层,在泸州—开江古隆起,以二叠—三叠系为目的层,勘探中小型气藏外,应特别重视:(1)川西北平原的须家河组地层的分布地区,由于盆地西侧的强烈构造变形,促成龙门山逆掩推覆构造带,隐伏在前渊的压扭性断裂裂缝系统、褶皱断裂系统,盆地内的平缓构造与隐伏断裂裂缝系统。气藏形成的模式可能是复合型——构造与岩性圈闭的,可能还有各种类型的次生气藏组合序列;(2)以南地区的长宁—合川一带及乐山—龙女寺古隆起斜坡东南广大地区,为下古生代长期凹陷,是形成大型气田的有利地带。

四、鄂尔多斯是稳定的克拉通型的南北向矩型盆地。以东胜—吴旗古隆起为界,东部和西部地质构造历史发育不同,因而在气藏的形成方面也就各异,西部优于东部。西部自中上元古代至寒武—奥陶纪均为海相碎屑岩、碳酸盐岩建造,属祁连海伸展到华北古陆内部拗拉槽沉积环境,有机物质颇为丰富,是有利的气源岩。至石炭纪时,该区又复沉降,接受祁连海的海侵,形成广泛的海陆交互相含煤建造。其下与奥陶系之间为区域性不整合接触,至晚石炭世太原期,海水逐渐向东扩大超覆,并漫过东胜—吴旗隆起,可能与华北同期海侵相结合,形成统一的陆表。由于古地貌控制,中晚石炭世形成一些凹陷与隆起,这许多凹陷都是生气和形成气藏的有利地带。同时在盆地西部发生强烈的构造变形,甚至发生逆掩推覆构造带,在盆地内部也发生一些平缓的隐伏构造与断裂裂缝系统,这促使些构造因素都会促使形成丰富多采的气藏类型。古隆起以东为华北相对稳定地