

天然气地质研究 新进展

戴金星 傅诚德 关德范 主编

石油工业出版社

天然气地质研究新进展

戴金星 傅诚德 关德范 主编

石油工业出版社

内 容 提 要

本论文集汇总了天然气科技攻关在地质方面所取得的部分新进展。系统总结了 80 年代以来天然气科技攻关在地质研究和勘探方面所取得的成就,集中介绍了“八五”期间鄂尔多斯、四川、塔里木等含气盆地在天然气成因、成藏特征、区带评价等方面的一批研究新成果。

本书可供科研、生产部门的天然气科技人员及有关高等院校师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

天然气地质研究新进展/戴金星主编.
北京:石油工业出版社,1997.9

ISBN 7-5021-2151-X

I. 天…

II. 戴…

III. 石油天然气地质-研究-中国

IV. P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 20098 号

石油工业出版社出版
(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)
北京市宇辰贸易公司激光照排部排版
北京密云华都印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 13 印张 330 千字 印 1—1000
1997 年 9 月北京第 1 版 1997 年 9 月北京第 1 次印刷
ISBN 7-5021-2151-X/TE·1803
定价: 30.00 元

前 言

天然气不仅是重要的化工原料,而且是清洁、优质、高效的能源,因此天然气工业在全球范围内发展很快,在世界能源结构中的比例愈来愈高,从1950年的10.2%上升至1993年的22.9%。当前,正处于天然气取代石油而成为世界首要能源的过渡时期,例如,前苏联自1988年以来天然气的生产量和消费量已超过煤炭和石油,成为第一大能源。预测21世纪将是天然气时代。

我国天然气资源非常丰富。据1994年第二次油气资源评价,天然气总资源量为 $38.04 \times 10^{12} \text{m}^3$,其中陆上为 $29.9 \times 10^{12} \text{m}^3$,主要分布在塔里木、四川、鄂尔多斯、渤海湾、准噶尔、松辽、吐哈和柴达木八大盆地。目前我国天然气探明程度较低,全国已探明的天然气仅占总资源量的6.3%,说明我国天然气工业发展潜力还很大。

自建国以来我国天然气工业发展(以探明储量分析)大致可以分为两大阶段:1949—1982年为天然气缓慢发展阶段,平均年新增储量约 $118 \times 10^8 \text{m}^3$;1982—1995年,通过“六五”、“七五”和“八五”三次国家天然气科技攻关,推动了我国天然气工业的发展,天然气储量上了三个台阶:“六五”期间,天然气平均年新增储量上升为约 $270 \times 10^8 \text{m}^3$;“七五”期间,天然气探明储量较“六五”翻了一番,平均年增储量约 $617 \times 10^8 \text{m}^3$;“八五”期间,我国天然气工业发展又有了一个大的飞跃,出现了天然气勘探有史以来最好势头,天然气探明储量又较“七五”增长了一倍,平均年探明储量约 $1260 \times 10^8 \text{m}^3$ 。由此可见,天然气的科学研究促进了我国天然气工业的飞速发展。特别是“八五”天然气科技攻关,不仅攻克了川东高陡背斜勘探难关、探明了中国第一大气田鄂尔多斯中部气田,而且形成了一套较完整的中国天然气地质学理论。本论文集汇总了天然气科技攻关在地质研究方面所取得的部分新进展,主要内容有:

1. 对“六五”、“七五”和“八五”三次天然气科技攻关在天然气地质研究和勘探方面所取得的成就进行了系统总结,阐明了天然气科学研究对推动天然气工业发展的重大作用。
2. 在全面分析了当前我国天然气勘探开发现状的基础上,预测了天然气工业未来的发展趋势。
3. 集中介绍了一批代表当前研究水平的成果。主要包括对鄂尔多斯、四川、塔里木、渤海湾等含气盆地天然气成因类型、成藏条件、成藏系统及有利区带的研究和评价。
4. 在研究常规天然气的同时,对煤成气、非烃气和稀有气体的成因特征、地球化学标志进行了研究和总结。

希望读者通过本论文集增进对我国天然气研究及天然气工业的认识和了解。不当之处请予以批评指正。

傅诚德

1997.8.4

目 录

天然气科学研究促进了中国天然气工业的起飞	傅诚德 (1)
中国天然气资源潜力与发展前景	关德范 (12)
中国天然气勘探开发现状及发展趋势	孔志平等 (19)
鄂尔多斯盆地中部气田成藏条件及气藏分布规律	郑聪斌等 (24)
鄂尔多斯盆地上古生界沉积体系及天然气富集区带评价	郑承光等 (34)
鄂尔多斯盆地奥陶系风化壳产层天然气来源分析	孙冬敏等 (46)
川东石炭系天然气成藏基础及成藏模式	路中侃 (55)
川中川西地区上三叠统天然气富集条件与分布规律研究	罗启后等 (66)
四川盆地大巴山前缘区天然气成藏条件分析	宋岩等 (78)
塔里木盆地天然气的成藏系统及流体特性	周兴熙 (85)
塔里木盆地天然气碳同位素特征与成因类型研究	刚文哲等 (100)
塔里木盆地天然气稀有气体同位素特征及其时代累积效应分析	李先奇等 (107)
塔里木盆地天然气中 N_2 含量特征及成因分析	李先奇等 (114)
关于块断盆地浅层天然气藏形成和分布的几个问题	王捷等 (123)
论华北地区石炭—二叠纪煤系的二次成烃条件	钟宁宁等 (134)
冀中坳陷北部中—上元古界天然气成藏系统	陈增智等 (145)
二连盆地侏罗系煤系地化特征和煤成气前景	赵林等 (153)
中国大中型气田储盖层基本特征综述	洪峰等 (160)
中国几个主要煤层气试验区地质特征对比	房德权等 (167)
盖层对天然气动态封堵的定量评价	杨家琦等 (172)
论中国东部和大陆架二氧化碳气田 (藏) 及其气的成因类型	戴金星等 (183)

天然气科学研究促进了中国天然气工业的起飞

傅诚德

自 1981 年国民经济建设第六个五年计划开始至今, 国家计委连续在四个五年计划内组织了长达 16 年之久的天然气重点科技攻关。这在我国是史无前例的。我国第一次天然气科技攻关开始于“六五”的“煤成气的开发研究”(编号 65—8)。这项研究开辟了我国煤成气勘探的新领域, 把我国长期以来仅以油型气理论(即一元论)指导天然气勘探, 发展为以二元论即油型气和煤成气理论指导天然气勘探, 把我国油气勘探从避开含煤的盆地和地层, 而有科学依据地开始在含煤的盆地和地层勘探油气, 这不仅是理论的突破, 而且使煤成气探明储量从攻关前仅占全国气层气的 9% 至 1995 年底上升为约 40%。“七五”科技攻关课题为“天然气(含煤成气)资源评价及勘探测试技术研究”(编号 75—54—01), 系统评价了我国天然气资源量, 确立了我国作为世界天然气资源大国的地位, 为我国加速发展天然气工业提供了科学依据。“八五”科技攻关课题为“大中型天然气田形成条件、分布规律和勘探技术研究”(编号 85—102), 该项研究指导天然气勘探获重大突破。“八五”期间是我国探明大中型气田最多、发现天然气储量最大、成为天然气勘探史上取得成效最好的时期。

由于“六五”、“七五”和“八五”三次国家天然气重点科研项目研究水平高, 与生产结合得好, 社会效益突出, 故国家计委决定“九五”继续把“大中型气田的开发研究”(编号 96—110)列入国家重点科研项目。连续 16 年的科技攻关对我国天然气工业的发展起到了重大推动作用, 为我国天然气勘探提供了科学依据和有利地区, 也为我国天然气地质理论的形成及其人才的培养提供了可能和保障。

一、科学研究为天然气勘探提供了科学依据和有利地区

近年来, 我国天然气勘探的重大成就与攻关密切相关, 大规模的科学研究为其提供了科学依据和有利地区, 并造就了一支天然气勘探和研究队伍。

1. 科学研究与长庆气田的发现

在鄂尔多斯盆地, 1907 年就开始了现代化石油勘探, 但至 80 年代以前是以找油为主, 缺乏找气思路, 天然气研究力量十分薄弱。1979 年和 1980 年戴金星通过煤成气研究指出了鄂尔多斯盆地是煤成气有利聚集区, 肯定了找气的良好远景^[1,2]。“七五”期间, 长庆油田组织了以李德渊、裴锡古、王少昌、陈安宁、费安琦、陈安定、傅锁堂、傅金华和张文正等为骨干的天然气攻关队伍, 并于 1985 年 10 月完成了“陕甘宁盆地上古生界煤成气藏形成条件及勘探方向”(65—18—1—2)等一批攻关专题报告, 研究了该盆地煤系地球

化学特征和成烃演化模式,煤成气的运移聚集及其煤成气资源计算和含气远景评价,肯定盆地具有勘探煤成气良好前景,为该盆地开展天然气勘探提供了理论基础,从此开始,使盆地勘探从以油为主,至油气并举乃至以气为主。这时,许多人已开始认识到“自引进煤成气理论以来,科研与勘探相结合,给这一地区油气勘探增加了活力”^①。1985年李德渊和裴锡古等攻关成果,与戴金星、戚厚发和宋岩等“我国煤系的气、油地球化学特征、煤成气藏形成条件及资源评价”(65—18—1—4)攻关报告中同时指出“三边干气区”,即“位于黄土塬以北,其北部有沙漠分布”的“庆延(陕北)缓坡北段定边、安边、靖边至绥德一带”是有利勘探区。“主要目的层埋藏深度为3000~4000m”^②。根据鄂尔多斯盆地具体油气地质特征,1986年戴金星指出“在该盆地的北部和中部,特别是中部古隆起及两翼是古风化壳气藏为主的发育区”,“在奥陶系中勘探上生下储煤成气藏不能轻视”^[3]。这些预测皆为1989年陕参1井及长庆气田的重大发现所证实。

长庆气田有两个地层系统气藏:一是奥陶系古风化壳气藏,为目前主力气藏;二是石炭一二叠系气藏,为目前次要气藏。两者都是公认的煤成气。关于奥陶系主力气藏的气源,那种类型气份额占多少有三种观点:一是关德师和张文正^[4]及张士亚^[5]认为中部气田奥陶系气藏的气源主要为上古生界煤系源岩的产物;二是陈安定^[6]、徐永昌等^[7]和黄第藩等^[8]认为中部气田奥陶系气源主要来自其本身,但黄第藩等也认为中部气田东部确有来自石炭一二叠系煤系的混源气甚至煤成气存在,陈安定认为奥陶系气源占80%~90%;三是以杨俊杰和裴锡古为代表^[9,10],认为中部气田气源“有奥陶系来源、上古生界煤系来源,两者共同提供的混合气三种类型”,“三种成因的样数比为下古生界气:上古生界气:煤合气=5:4:2。”并指出混合来源气和上古生界来源气主要出现在奥陶系顶部。综上所述可知:一种认为奥陶系气藏气源主要来自奥陶系,以油型气为主,但也不否认有煤成气混入,这种观点的依据主要是烷烃气同位素及其差值^[6,8]与氦同位素^[7]。由于存在混源,在计算时所取碳同位素端元值标准缺乏充分依据,以及不结合成藏条件等原因,因此,这种观点可信度大大降低。另一种观点则认为奥陶系主力气藏的气源主要来自或有一半来自上古生界的煤成气,该观点的依据主要除烷烃气的碳同位素及其差值外^[4,5,9],还利用与奥陶系气源伴生的凝析油与煤系凝析油系列分子碳同位素对比^[4]及天然成藏聚集的气势等多因素综合对比,故可信度和准确度较高,也就是长庆气田奥陶系主力气藏的气源主要或一半是煤成气。上述李德渊等“陕甘宁盆地上古生界煤成气藏形成条件及勘探方向”、戴金星等“我国煤系的气、油地球化学特征、煤成气藏形成条件及资源评价”两个“六五”天然气攻关报告,已指出煤成气的气源问题。

“八五”期间,正当集中力量勘探鄂尔多斯盆地奥陶系主力气藏时,郑承光和范正平等开展的“陕甘宁盆地上古生界沉积体系及天然气富集区带评价”(85—102—04—02)攻关研究,在区域评价、区带评价的基础上,指出长庆大气田主力气藏之上的靖边三角洲有37个有利的煤成气勘探目标,预测储量为 $2435 \times 10^8 \text{ m}^3$,为“九五”天然气勘探作了先导,目前已成为连续打出的数口高产气井所证实。

2. 科学研究与川东高陡背斜构造的攻克

四川盆地川东地区线状高陡背斜发育,地面构造与地下构造不吻合(图1),由于高

① 李德渊、裴锡古等,“陕甘宁盆地上古生界煤成气藏形成条件及勘探方向”,1985。

山峻岭地形地质条件复杂,故地震工作十分困难。“七五”中期以前应用常规的地质、地震手段进行勘探屡遭失败,例如1980—1983年首次对大池干井等9个高陡构造进行预探,因地下构造不清,10口井全部失利^[11]。因此“七五”中期之前仅在高陡背斜带中间的低背斜里发现卧龙河大气田。“七五”后期和“八五”天然气科技攻关期间,由于地震在解决高陡背斜地面与地下构造上和主要目的层石炭系分布及厚度上两大技术的突破,在川东发现了7个大中型气田,其中包括我国陆上第二大气田——五百梯气田。

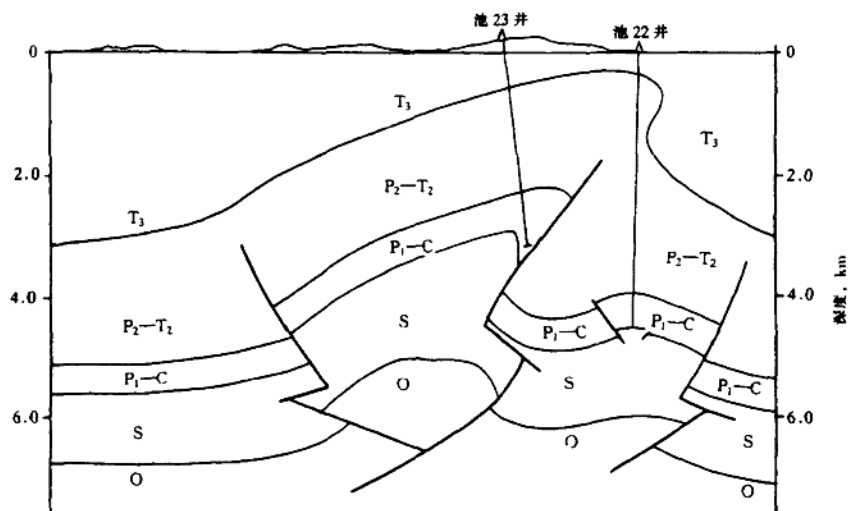


图1 大池干井构造 D413 线地质解释剖面 (据胡光灿等, 1997)

1) 地震地质结合攻克高陡背斜地腹构造形态

“七五”后期和“八五”期间,地震与地质紧密结合,改进地震采集条件,在基础地质构造理论指导下,以研究地质构造垂向变异特征和规律建立构造模式为基础,以研究速度横向变化规律建立层状介质物理模式为核心,以研究并选择适应于该区地质物理模式的叠加偏移方法为关键,以地震剖面精细解释为保证,因而取得了对高陡背斜带地腹构造形态的正确认识,为正确认识圈闭提供了条件^[11]。例如,大池干井构造 D413 地震剖面 1990 年时深层没有反映出高陡背斜特征 (图 2),在王勇等人的努力下“八五”(1992)剖面的资料得到很大改善,较好地反映出高陡背斜特征 (图 3)^[11],有效地指导了天然气的勘探。

2) 利用地震薄层分辨原理搞清石炭系展布面貌

石炭系黄龙组孔隙白云岩是川东天然气的主要储层,由于其厚度薄,搞清其厚度变化与分布是天然气勘探有的放矢的重要科学依据。“七五”后期至“八五”攻关期间,肖姹莉、路中侃等根据地震薄层分辨原理,利用地震振幅和时差信息、多频段合成地震记录标定储层,利用楔状模型正演追踪储量横向厚度变化等横向预测技术^[11],识别了石炭系在全区的厚度变化、尖灭和缺失,大大提高了勘探的效益,尤其为地层—构造圈闭提供了方向,由此发现了五百梯地层—构造型气田。由于“八五”攻关比“七五”更准确地圈定了石炭系分布范围、厚度 (图 4),故“八五”期间天然气勘探更有有的放矢,发现大中型

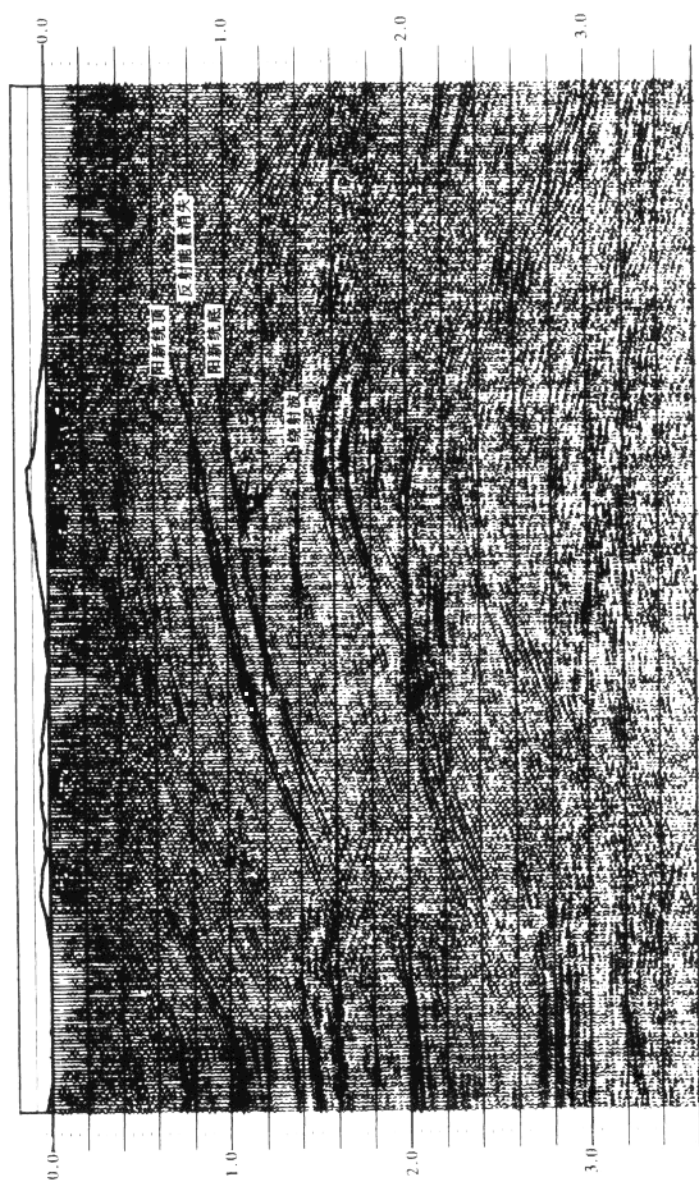


图 2 大池干井构造 D413 线水平叠加剖面 (1990) (据胡光灿等, 1997)

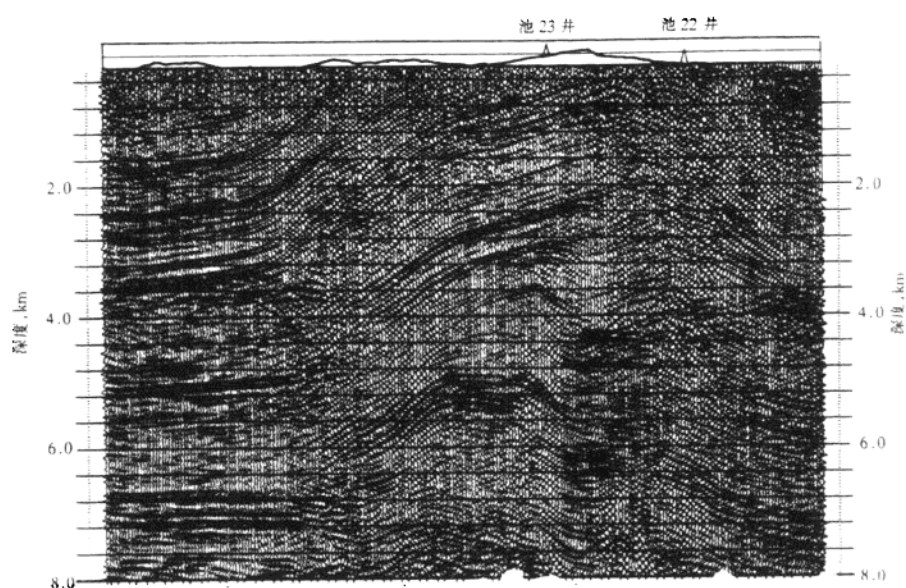


图 3 大地干井构造 D413 线变速深度偏移剖面 (1992)
(地质解释剖面见图 1) (据胡光灿等, 1997)

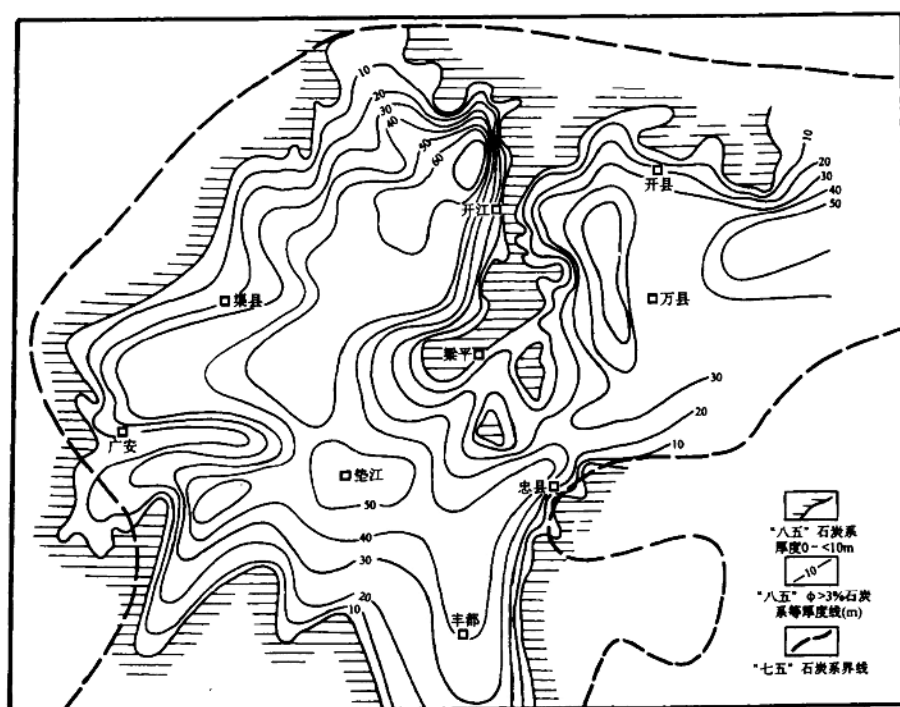


图 4 川东地区“八五”和“七五”石炭系储层对比图

气田4个,“八五”期间川东石炭系探明天然气储量为全国同期探明总储量的六分之一[12]。

3. 科学研究与中亚煤成气聚集域

“六五”煤成气科技攻关之前,侏罗系煤系在我国油气勘探上长期被认为是“不够朋友”的。煤成气科技攻关开始,我国西部盆地,特别是新疆几个大型侏罗系含煤盆地引起戴金星、戚厚发和伍致中等人的重视。在1984年“首届全国天然气(包括煤成气)资源评价座谈会”上,他们对新疆几个大型的含煤盆地中、下侏罗统煤成气远景予以高度评价和肯定[3,13,14]。戴金星指出“从北高加索盆地经卡拉库姆盆地过塔吉克—阿富汗盆地,越费尔干纳盆地进入我国塔里木盆地、准噶尔盆地和吐哈盆地,有一个中、下侏罗统含煤带,与该含煤带相伴随的是与之有关的气田(藏)分布带”。从煤成气理论出发,戴金星根据该含煤带西部的卡拉库姆盆地、塔吉克—阿富汗盆地和费尔干纳盆地都发现了与中、下侏罗统煤系有关的一系列煤成气田,科学地推测处于该含煤带东部的我国塔里木盆地、准噶尔盆地、吐哈盆地、三塘湖盆地和伊犁盆地“煤成气远景最佳”,“发现煤成气田可能性很大”[3](当时几乎未发现一个肯定的煤成气田),以后戴金星将该带发展称为“中亚煤成气聚集域”(图5),并同宋岩、李先奇、伍致中、范光华等人[15-21]指出“轮台气聚集区、准噶尔盆地天山山前气聚集区是煤成气田发育有利区”,且被以后勘探证实,同时科学预测了英吉苏气聚集带等一批有良好前景煤成气有利勘探区(图6),为西北与中、下侏罗统煤系有关的煤成气(烃)的发现提供了理论依据,指出了有利地区。

二、科学研究促进了中国天然气工业的起飞

“六五”之前,我国天然气工业不仅缺乏勘探理论,探明的天然气储量也很少。连续16年的天然气科技攻关大大促进了中国天然气工业发展。

1. 天然气探明储量倍增

一个国家天然气工业发展的水平及其规模,决定于探明天然气储量的丰富程度。我国“六五”天然气科技攻关之前的32年(1949—1980)探明气层气的总储量为 $2617.48 \times 10^8 \text{ m}^3$,而三次科技攻关期间探明总储量为 $11363.74 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。三次攻关期间15年的探明气层气总储量和年平均增储量,分别是攻关前32年的4.3倍和9.3倍。

攻关的经济效益一次比一次好(图7)。由图7可知,不论是攻关期间探明气层气总储量或是年平均发现的储量,从“六五”至“七五”和“八五”均是连续翻番的。

2. 大中型气田发现速度增快及其探明储量增大

一个国家天然气工业发展速度的快慢取决于大中型气田(储量大于 $100 \times 10^8 \text{ m}^3$ 的气田)的多少及其储量大小。例如,前苏联1955年产天然气仅有 $90 \times 10^8 \text{ m}^3$,1980年年产气 $4350 \times 10^8 \text{ m}^3$,只经过了25年年产量就增加了48倍,前苏联这25年内之所以天然气产量飞速增长,其最主要的原因是在此期间内共发现了探明储量 $1000 \times 10^8 \text{ m}^3$ 及其以上的大气田39个,其中包括世界上最大的气田——乌连戈伊气田。我国海上第一大气田崖13—1气田在1996年投产后,使当年全国产气量比上一年提高了15.6%。

“六五”天然气科技攻关之前32年,中国总共只发现了6个大中型气田(图8),探明天然气总储量仅为 $1475.5 \times 10^8 \text{ m}^3$,而“六五”、“七五”和“八五”三次攻关15年期间

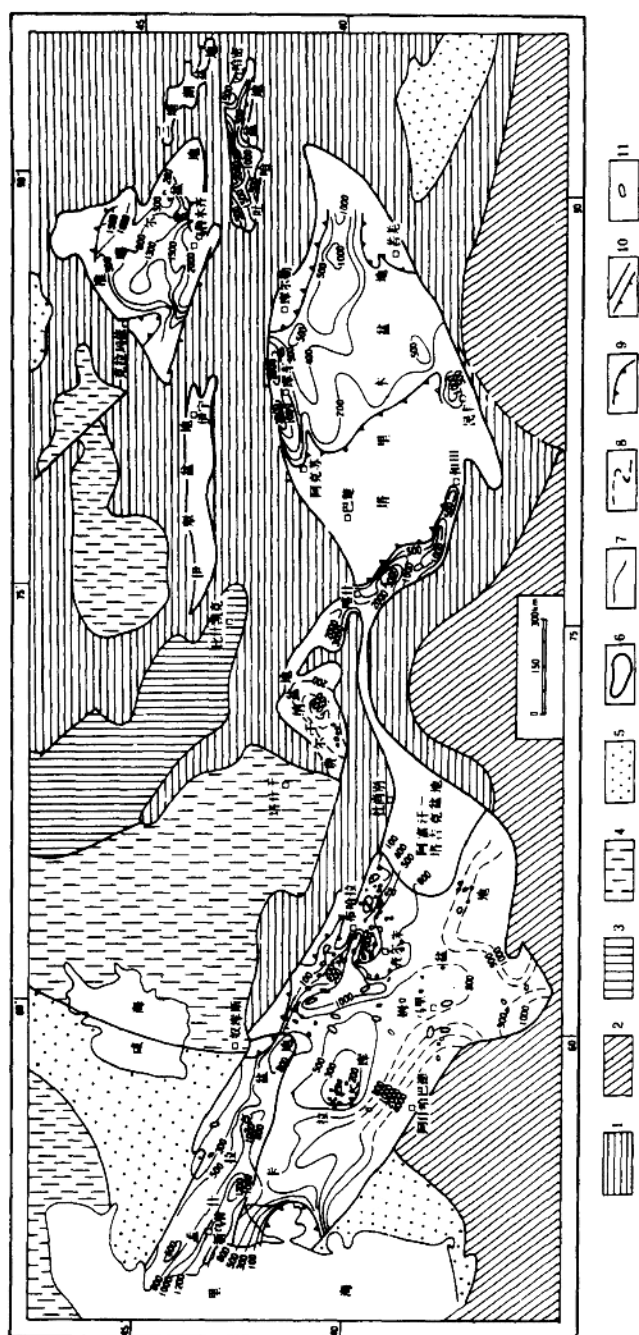


图 5 中亚气聚集域中、下侏罗统等厚图

1—古生代褶皱带; 2—中生代褶皱带; 3—古生代沉积盆地; 4—中生代沉积盆地(无侏罗系); 5—有侏罗系源岩含油气性不明盆地; 6—气聚集盆地; 7—中下侏罗统等厚线, m; 8—中下侏罗统推测等厚线, m; 9—尖灭线; 10—断层; 11—气田 (据戴金星, 1995)

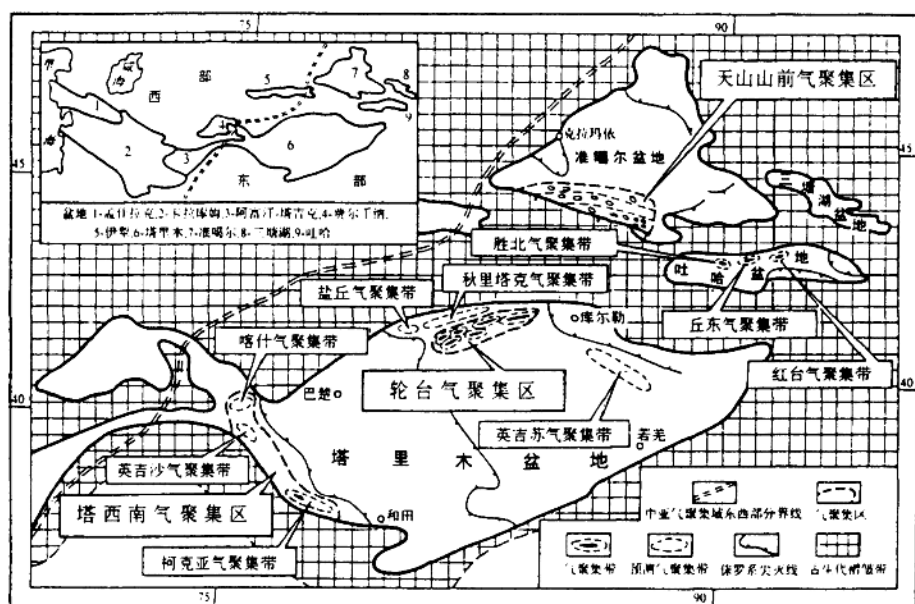


图 6 中亚气聚集域东部的气聚集带和气聚集区 (据戴金星, 1995)

发现大中型气田 27 个, 探明储量共为 $8622.5 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。攻关时期发现大中型气田数及大中型气田探明总储量分别是攻关前的 4.5 倍和 5.8 倍。

攻关后发现大中型气田一次比一次多 (图 7)。由图 7 可知, “六五”、“七五”和“八五”攻关期间发现大中型气田分别是 2 个、10 个和 15 个。同时一次比一次攻关所发现的大中型气田平均每个探明储量越来越多, “六五”、“七五”和“八五”的分别为 $221 \times 10^8 \text{ m}^3$ 、 $248 \times 10^8 \text{ m}^3$ 和 $380 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

3. 探明天然气储量类型合理化

“六五”天然气科技攻关之前, 由于仅用油型气理论指导找气, 避开了在有含气前景良好的含煤的盆地和地层探气, 使全国发现煤成大中型气田和探明煤成气储量极有限 (表 1), 分别是 2 个和 9%^[3]。但从“六五”攻关开始, 由于应用油型气和煤成气“两元论”指导找气, 使我国发现煤成大中型气田数和煤成气在整个天然气储量中日益提高 (表 1), 例如, 1995 年底, 我国发现大中型气田中属于煤成气型的有 18 个, 占大中型气田总数的 55%; 煤成气探明量占全国气层气总储量的 40%。使我国探明气储量结构合理化, 使探明天然气量大幅度提高。

表 1 我国各时期煤成大中型气田和煤成气储量对比

项 目	1978 年底	1991 年底	1995 年底
发现煤成大中型气田个数	2	10	18
煤成大中型气田占大中型气田	33%	50%	55%
煤成气储量占全国气层气储量	9%	36%	40%

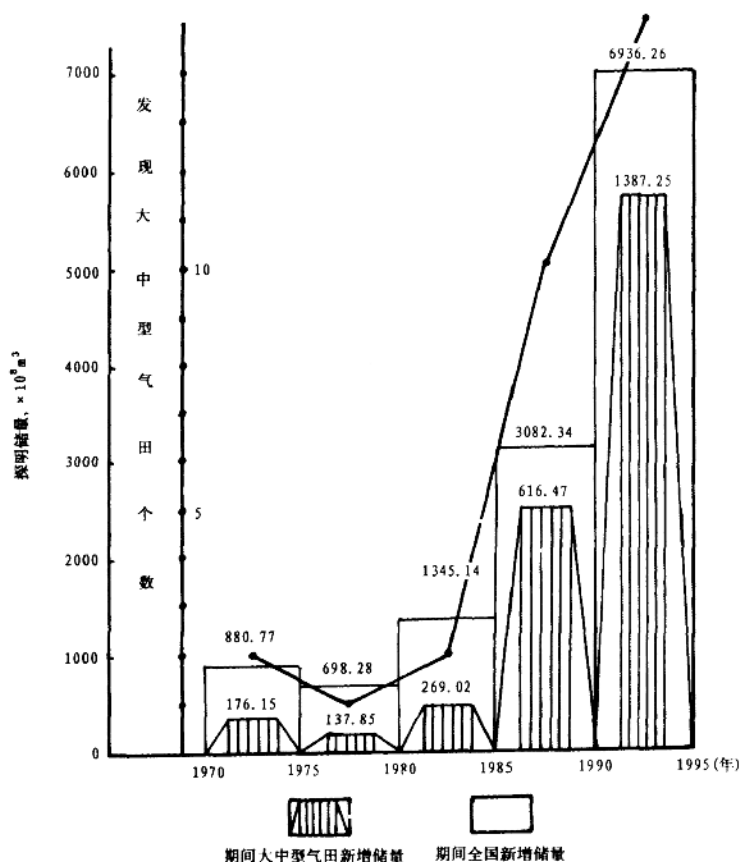


图7 中国各时期探明气层气储量和大中型气田数对比

4. 科学研究推动了天然气学科发展和人才培养

天然气科学研究使我国在天然气地质学和地球化学领域取得了一批理论水平很高的成果。攻关前的47年(1936年—1982年),据对26种与油气地质有关杂志的统计,共发表与天然气地质、地球化学、地球物理及天然气工业有关的论文261篇,年平均发表5.5篇。而从1983年—1992年的十年攻关期间,根据对13种杂志的统计,共发表与天然气地质和地球化学有关的论文441篇,年平均发表44篇^[22]。攻关以前,我国未出版过一本有关天然气地球科学的专著或论文集,而至1996年底,我国至少出版了有关天然气地质和地球化学的专著或论文集不下35部。经过广大科技攻关者的努力,中国天然气地质学科建立起来了,同时发展并完善了煤成气(烃)理论,天然气地球化学、天然气鉴别理论和无机成因气及其成藏^[23]的诸方面研究都达到了国际先进水平。

攻关之前,我国天然气地质学方面研究人员不足百人,同时集中在四川,在研究人员有限、地域有限情况下要迅速发展我国天然气工业难度很大。通过“六五”、“七五”和“八

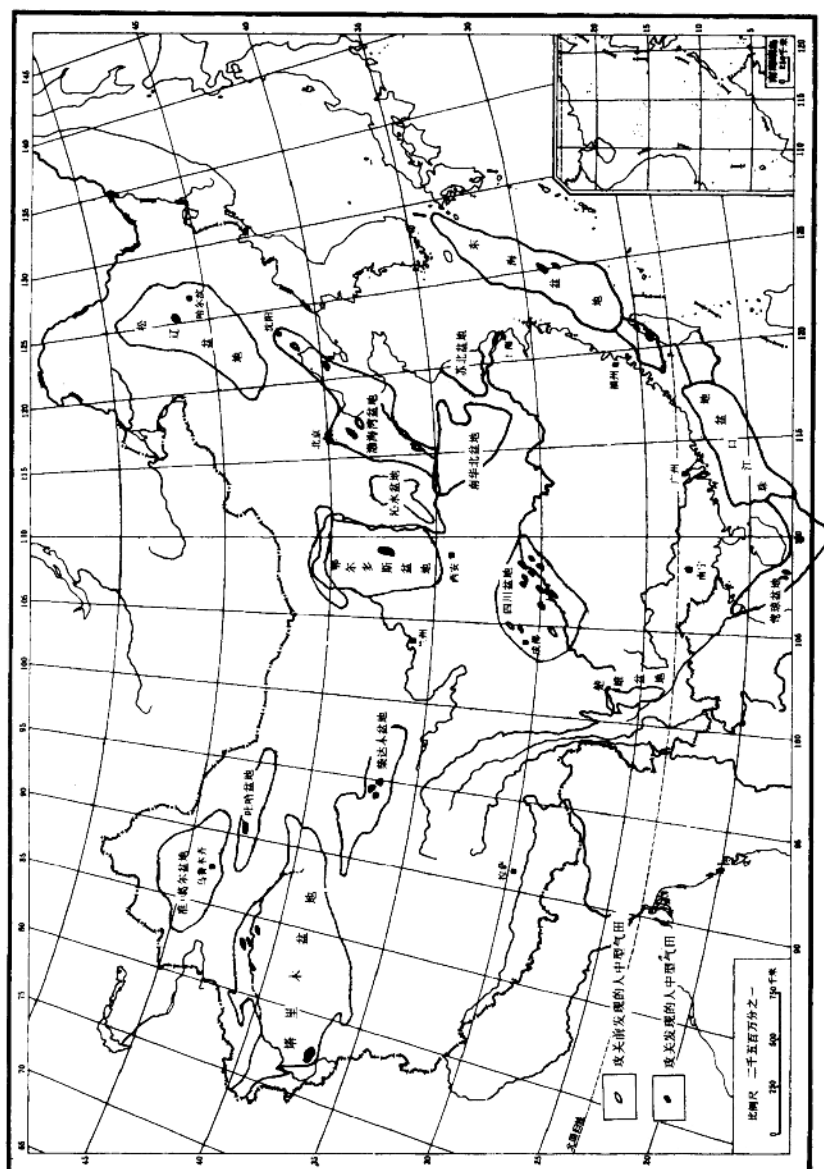


图 8 我国天然气科技攻关前后发现大中型气田对比图

五”天然气攻关，攻关参加人员分别是 800 余人，1400 余人和 3500 余人，形成了一支规模宏大的天然气科技队伍，其中包括通过天然气攻关培养出我国第一批天然气专业的博士和硕士，戴金星因成绩卓著，被遴选为中国科学院院士。

参 考 文 献

- [1] 戴金星. 成煤作用中形成的天然气和石油. 石油勘探与开发, 1979, (3), 1~8
- [2] 戴金星. 我国煤系地层含气性的初步研究, 石油学报, 1980, 1 (4), 27~37
- [3] 戴金星. 我国煤成气藏类型和有利的煤成气远景区. 见: 煤成气勘探. 北京: 石油工业出版社. 1986, 15~31
- [4] 关德师, 张文正, 裴戈. 鄂尔多斯盆地中部气田奥陶系气层的油气源. 石油与天然气地质, 1993, 14 (3), 191~199
- [5] 张士亚. 鄂尔多斯盆地天然气源及勘探方向. 天然气工业, 1994, 14 (3), 1~4
- [6] 陈安定. 陕甘宁盆地中部气田奥陶系天然气的成因及运移. 石油学报, 1994, 15 (2), 1~10
- [7] 徐永昌等. 天然气成因理论及其应用. 北京: 科学出版社. 1994
- [8] 黄第藩, 熊传武, 杨俊杰等. 鄂尔多斯盆地中部大气田的气源判认. 科学通报, 1994, 41 (17), 1588~1592
- [9] 杨俊杰, 裴锡古主编. 中国天然气地质学 (卷四). 北京: 石油工业出版社, 1996, 78~90
- [10] 孙冬敏, 秦胜飞. 鄂尔多斯盆地奥陶系风化壳层天然气源分析. 见: 天然气地质研究新进展. 北京: 石油工业出版社. 1997
- [11] 胡光灿, 谢姚祥主编. 中国四川东部高陡构造石炭系气田. 北京: 石油工业出版社. 1997, 24~26, 135~157
- [12] 戴金星. 国家“八五”天然气科技攻关丰硕成果梗概. 天然气工业, 1996, 16 (5), 1~5
- [13] 田在艺, 戚厚发. 中国主要含煤盆地天然气资源评价. 见: 天然气勘探. 北京: 石油工业出版社. 1986, 137~149
- [14] 伍致中, 王生荣, 卡米力. 新疆中下侏罗统煤成气初探. 见: 天然气勘探. 北京: 石油工业出版社. 1986, 137~149
- [15] 范光华, 李新建. 准噶尔盆地南缘油源探讨. 新疆石油地质, 1985, 6 (4)
- [16] 戴金星. 我国煤成气资源勘探开发和研究的重大意义. 天然气工业, 1993, 13 (2), 7~12
- [17] 宋岩, 戴金星, 孙永祥等. 准噶尔盆地南缘西部天然气地质特征及有利气聚集带预测. 石油勘探与开发, 1993, 20 (1), 48~54
- [18] 戴金星, 李先奇. 中亚煤成气聚集域东部气聚集带特征. 石油勘探与开发, 1995, 22 (5), 1~7
- [19] 宋岩主编. 准噶尔盆地天然气聚集区带地质特征. 北京: 石油工业出版社. 1995
- [20] 伍致中. 准噶尔盆地南缘构造成因、特征及含油气评价. 石油勘探与开发, 1990, 17 (4)
- [21] 李先奇, 秦胜飞, 戴金星. 塔里木盆地英吉苏凹陷煤成气勘探前景分析. 石油勘探与开发, 1996, 23 (3), 6~10
- [22] 傅诚德. 十年天然气科技攻关成效显著. 天然气工业, 增刊, 1994, 1~2
- [23] 戴金星, 宋岩, 戴春森等. 中国东部无机成因气及其气藏形成条件. 北京: 科学出版社. 1995

中国天然气资源潜力与发展前景

关德范

21 世纪的世界能源结构中, 天然气将逐渐取代石油而成为头等重要的能源, 这种发展趋势已是国内外许多经济专家与石油地质专家的共识。中国作为世界最大的发展中国家, 下世纪的经济必将以更快的速度向前发展, 经济的腾飞必须有足够的能源做保证。目前支撑中国经济发展的四大能源分别是煤炭、石油、天然气、核能, 这四大能源中以天然气探明程度和综合利用程度最低, 而作为优质高效的能源其发展潜力又最大。因此深入研究我国天然气资源潜力并在此基础上分析其发展前景就显得十分重要。

一、我国常规天然气资源概况

1994 年, 中国石油天然气总公司与中国海洋石油总公司根据我国当时的勘探程度和研究状况, 预测的我国常规天然气资源量为 $38 \times 10^{12} \text{m}^3$, 虽然没对非常规天然气(如致密砂岩气、煤层甲烷吸附气、水溶气、第四系浅层天然气等)资源进行系统研究预测, 但据专家分析, 这部分天然气的资源总量将超过常规天然气的资源量。因此, 我国是天然气资源十分丰富的大国, 具备加速发展天然气的资源基础。

1. 我国常规天然气资源的分布格局

根据我国区域地质构造特征和天然气勘探程度, 我国天然气分布大体可划分出六大区, 即东部区、中部区、西部区、南方区、西藏区和海城区(图 1)。其中, 中部区、西部区和海城区已形成我国目前天然气勘探和开发的三大基地。

1) 中部区

该区主要指四川盆地和鄂尔多斯盆地。气源岩主要是古生界碳酸盐岩和煤系地层。这两大盆地是目前我国陆上发现气田数量最多、探明储量和产量最大的地区, 其天然气资源量占全国天然气资源总量的 30% 左右。

2) 西部区

主要包括新疆塔里木、准噶尔、吐哈盆地及青海柴达木盆地。气源岩非常丰富齐全, 从震旦系至第四系地层均有发育。近 10 多年天然气勘探进展明显, 其天然气资源量占全国天然气资源总量的 25% 以上。

3) 海城区

包括渤海、黄海、东海及南海等我国广阔海域。气源岩以新生界地层为主, 是近 10 年来我国天然气勘探发展较快的地区, 特别是南海西部的莺琼盆地, 已成为我国海域最大