

广西南丹大厂龙头山泥盆纪生物礁

周棣康 邹志福 刘素英

(地质部第八普查勘探大队)

大厂是我国重要有色金属基地之一。冶金部215地质队在勘探实践中,首先发现该区龙头山一带中泥盆世早期生物礁;查明礁中蕴藏有丰富的锡石、铅、锌金属矿与沥青。1974年以来,我队曾多次前往调查研究。本文依据1979年对礁体地表露头以及八口钻井岩心的观察、300多块岩石薄片和100余件古生物鉴定报告写成。

一 礁体生物及地层划分

生物礁位于大厂镇东龙头山—巴力山间,居大厂背斜轴部,地表仅见礁体顶部,长1.1公里,宽0.5公里,厚120米。已经勘探查明的礁体为一北北西向伸长的环形穹丘,长4.8公里,宽约3公里,面积约11平方公里,高900余米,长与高比约5:1,宽与高比约3:1。

礁中的古生物以造礁的层孔虫与板珊瑚、四射类、刺毛类、四射珊瑚最丰富,喜礁的棘皮类、腕足类也不少,广海浮游的牙形刺、竹节石罕见。板珊瑚以蜂巢珊瑚科的 *Favosites* cf. *longdongshuiensis*, *F. tuimazeensis*, *Pachyfavosites polymorphus*, *P. vilpanensis*, *Yacutiopora elegans*, 通孔珊瑚科的 *Gracilopora vermicularis*, 笛管珊瑚科的 *Syringopora efeiliensis*, 四射类的 *Heliolites tomensis*, *H.* cf. *vulgaris*, *Pachycalanicula schandiensis*, 刺毛类的 *Litophyllum dupliforme*, *L. pinnatum* 为代表;四射珊瑚则以 *Sociophyllum guangziyaoensis*, *Lyriolasma* cf. *subcaespitosum* 为代表。以上珊瑚组合与同属于中泥盆世早期的广西北流组贵塘段—鸭让段、应堂组、贵州罐子窑组、猴儿山组的珊瑚组合完全可以对比。腕足类的 *Zdimir pseudo baschkiricus*, *Megastrophia uralica* 也见于四川龙门山、贵州普安罐子窑、广西北流、德保等地中泥盆世早期地层中。因而,礁体时代应为中泥盆世早期。礁体上为吉维特阶含 *Nowakia otomeri* 的罗富组覆盖,下伏兹利科夫阶含 *Polygnathus perbonus* 的泥质灰岩,即礁体底界大致相当于 *Nowakia cancellata* 带底部,故礁体层位可与南丹型泥盆系的纳标组(塘乡组)对比,属于达勒扬阶—艾菲尔阶。

综合钻井及地表剖面资料,礁体地层划分系统如图1。

二 礁体特征及古地理背景

礁体具有由30—40%以上原地生长的板状—丘状层孔虫、块状板珊瑚、丛柱状四射

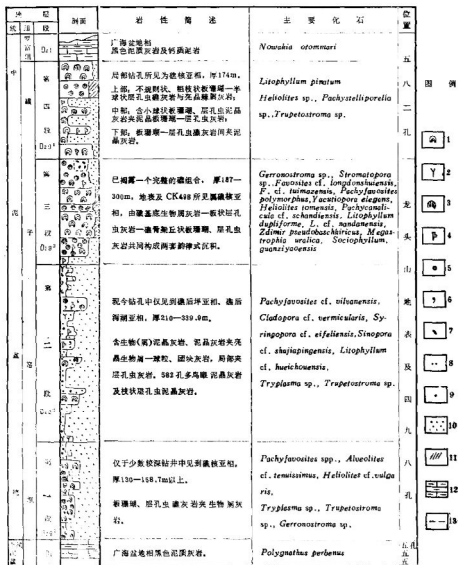


图1 广西南丹大厂龙头山生物礁地层柱状剖面图

1. 丘状、半球状层孔虫 2. 枝状层孔虫 3. 块状板珊瑚 4. 枝状板珊瑚 5. 菊石 6. 生物屑
7. 砂砾层 8. 球粒 9. 团块 10. 泥晶 11. 亮晶 12. 泥质灰岩 13. 泥页岩

①广海盆地含浮游生物黑色泥页岩微相 黑色泥页岩(局部变质为板岩、千枚状板岩),局部夹薄层粉、细砂岩,富含星散状黄铁矿及碳质,水平微细层理发育,缺乏底栖生物,富浮游薄壳竹节石,偶有菊石、薄壳腕足类、三叶虫等,常平行层面无定向密集,反映这一微相形成于海水较深之浪基面以下,安静、海水停滞、还原的环境,这是纳标组(D_{1n})的主要微相。

②广海盆地含浮游生物绿色泥质灰岩微相 以泥质泥晶灰岩、含泥质粉晶灰岩为主,其它特征同前一微相,常与前一微相交互出现,灰质含量较高,可能反映其形成深度浅于微相①或与更近礁体、 $CaCO_3$ 较易达到过饱和有关。

(I) 环礁相可分5个亚相9个微相

1. 礁前亚相(礁翼亚相)

③礁前坪台生物屑灰岩微相 见于大厂背斜近轴部及西翼钻孔中礁子窑组第三段(D_{1g}^3),处于礁体前方向风一侧及翼部,常与盆地相粘土岩、泥质灰岩交叉,主要为生物屑灰岩,生物屑大多为棘屑,粒径0.3—1厘米,少量更粗大;次为由礁核破碎,经短距离搬来的层孔虫、板珊瑚、腕足类碎块,棱角状,分选差,从砾级到粉砂级均可混杂在一块(图版Ⅰ—3)。棘屑及生物碎块常具泥晶套,泥晶化强,生物屑含量可达60—80%,堆积紧密,棘屑每具共轴生长环边。填隙物有亮晶胶结物,也有由泥晶基质充填的。时见填隙物由泥晶至亮晶以薄层或条带状间互变。

④礁前斜坡填积层微相 往往与微相③共存,与礁核亚相过渡、渐变,岩石类型、生物组合相似于微相③,唯所含层孔虫、板珊瑚碎块相对较多,砾径较大。如龙头山地表剖面及498钻孔所见,单层厚10.7—20.2米,含约40%生物碎块,碎块每因曾受沥青浸染而呈黑色斑状,散布于棘屑中,圆度及分选均差,砾径3—20厘米,以层孔虫为主要成分,次为板珊瑚,这些碎块,应系附近造礁生物经风浪冲击或生物钻蚀破碎,杂乱垮落堆积。多由亮晶胶结,表明形成这一微相的水动力较强。(图版Ⅰ—2)

2. 礁核(礁脊)亚相(又分迎风、背风礁核亚相) 是环礁的基础和骨架,目前主要见于大厂背斜轴部,包括地面礁子窑组第三段(D_{1g}^3)、钻孔中礁子窑组第一、三、四段(D_{1g}^1 、 D_{1g}^3 及 D_{1g}^4)。包括三个微相。

⑤礁基底或礁块间砂屑—棘屑灰岩微相 具大量稍经分选的生物屑——棘屑、层孔虫屑、板珊瑚屑以及一定数量的内碎屑(0.1—0.25毫米的砂屑),少量2—20毫米的泥晶灰岩砾屑为特征。颗粒总含量可高达50—80%以上,填隙物以亮晶为主,局部冲洗不净,有较多泥晶残留,含少量(小于10%)板状、半球状层孔虫及枝状板珊瑚,尚具原地生长状态,局部有厚壳腕足类聚集。这一微相往往覆盖于礁后泻湖亚相含层孔虫泥晶灰岩或礁后坪亚相含生物屑灰岩、球粒泥晶灰岩之上,反映水动力条件由弱变强,孕育着一个新的礁生长阶段的开始;向上则过渡为由板状—丘状层孔虫、板珊瑚构成的骨架、障积灰岩,反映环境更为动荡。这一微相也可发育于两套礁骨架、障积灰岩间,可能反映礁生长的停滞,或是代表礁核部位两个大的礁块体间的碎屑堆积。

⑥礁核不规则状、枝状板珊瑚—层孔虫障积灰岩微相 出现于大厂背斜近轴部的582孔。东翼516孔礁子窑组第四段(D_{1g}^4)以及一些深孔中的礁子窑组第一段(D_{1g}^1),

建立在礁后坪生物屑灰岩基础之上。主要为泥晶生物屑灰岩及板珊瑚-层孔虫灰岩,原地生长的不规则状、粗枝状、小球状层孔虫、刺毛类发育,总含量达20—50%,分布不均,局部更低或稍高。原地生物间有板珊瑚、层孔虫碎屑及泥晶基质充填。由造礁生物生态以小球状、不规则状、粗枝状为主及充填物主要为泥晶这两个特点推测,形成于水动力不太强的条件下,可能其发育过程中海水已渐加深,或因处于背风礁边缘所致。

⑦礁核板状、穹丘状板珊瑚-层孔虫骨架灰岩微相 以罐子窑组第三段(D_{3g}^3)发育较好,建筑在微相③之上,龙头山剖面可作代表,自下而上层序为:

下部:板状层孔虫-棘屑灰岩:在大量棘屑中散布有20—50%原地生长的板状、低丘状层孔虫、团块状及粗枝状板珊瑚,少量四射珊瑚与腕足类,亮晶胶结,厚15米。

上部:棘屑-穹丘状层孔虫灰岩:含30—60%原地生长的小型穹丘状、球状、半球状层孔虫,最长径0.5米以上(图版I—2.3),共生有块状及枝状板珊瑚(图版I—4.5)。粗大棘屑填积其间,与层孔虫、板珊瑚含量互为消长。亮晶胶结为主,局部泥晶充填,具带壳状构造,构成强固的礁骨架,厚26米。

这一基本层序在间隔约10米礁基底棘屑灰岩后,在剖面上还有重复出现。

3. 礁坪亚相 主要见大厂背斜轴部及东翼钻井中罐子窑组第二段(D_{3g}^2)、582孔罐子窑组第三段(D_{3g}^3),可分两个微相:

⑧礁后坪生物屑灰岩微相 生物屑含量不均匀,10—60%不等,门类复杂,包括原地生长、精经破碎的藻屑、腹足类、瓣鳃类、枝状层孔虫、小球状层孔虫与板珊瑚碎屑;由礁核垮落搬来的层孔虫和板珊瑚的砾级—砂级碎屑。生物屑含量低时散布于泥晶基质中,可见由亮晶充填的生物遮蔽孔隙;生物屑含量高时则出现由亮晶胶结的薄层或不规则条带,反映礁后坪环境间歇动荡,这一微相多层礁坪亚相上部(图版I—1, I—1)。

⑨礁后坪砂屑-球粒、团块灰岩微相 含约20—60%的砂屑、球粒及团块,多由微晶基质充填其间隙,局部为亮晶胶结,常与泥晶灰岩互层。生物较单调,可见少量双孔层孔虫及由礁核滚落之棘屑,偶见管孔藻,环境安静—间歇动荡,这一微相多层礁坪亚相下部。

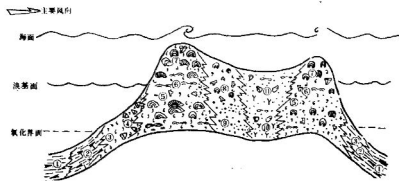
4. 礁后泻湖亚相 主要见于大厂背斜东翼、东南部,如582孔罐子窑组第二、三段可包括两个微相:

⑩礁后泻湖含层孔虫泥晶灰岩微相 以含泥质泥晶灰岩为主,夹层孔虫泥晶灰岩、泥晶层孔虫灰岩。生物局部富集,可达20—50%,但门类单调,细弱枝状的层孔虫,占统治地位(图版I—5),只有少量小球状层孔虫(长径2—4厘米)、枝状板珊瑚(图版I—4)、腹足类、棘屑,偶见具底板构造的小型介形虫以及单体四射珊瑚。生物细枝较完整,水平躺卧,反映环境较安静,局部存在微弱水流。

⑪礁后泻湖鸟眼泥晶灰岩微相 以泥晶灰岩为主,局部具鸟眼构造,或有由亮晶充填的不规则状孔洞。生物较微相⑩更少而单调,有少量钙球、介形虫,每含微量分散黄铁矿,反映环境更安静、局限。

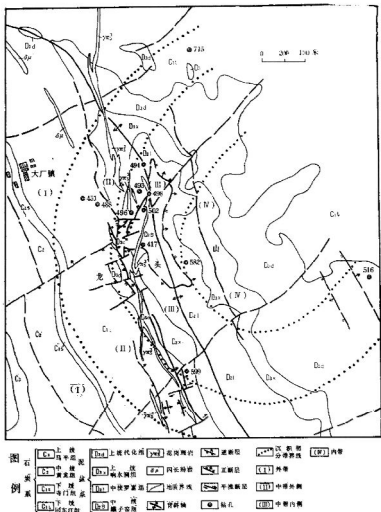
综合以上各种相、亚相、微相的划分及其在剖面、平面上的展布情况,参证岩石类型、生物组合、沉积构造等相标志,可建立龙头山环礁的沉积相模式如图3。

大厂地区这一模式中各种相及亚相的展布大致成向西南突出的弧形半环带状(图4)。



标志	(I) 广西盆地相		(II) 环 带										(III) 广西盆地相	
			1. 礁前亚相		2. 礁体亚相		3. 礁后亚相		4. 礁后西		5. 礁后东			
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
生	穹丘状层孔虫	球状半球状层孔虫												
物	板状层孔虫	棒状层孔虫												
	块状板珊瑚	块状板珊瑚												
	丛柱状复体四射珊瑚	单体四射珊瑚												
	薄壳类	厚壳类												
	小型腕足类	腕足类												
	瓣皮类	瓣皮类												
	介形虫	介形虫												
	三叶虫	三叶虫												
	钙球	钙球												
	头足类	头足类												
	塔节石	塔节石												
	笔管石	笔管石												
岩	黑色页岩	黑色页岩												
	白云岩	白云岩												
石	生物礁灰岩	生物礁灰岩												
	板状生物灰岩	板状生物灰岩												
	砂岩、砾岩	砂岩、砾岩												
	碎屑 (圆块) 灰岩	碎屑 (圆块) 灰岩												
	含层孔虫灰岩	含层孔虫灰岩												
	含层孔虫灰岩	含层孔虫灰岩												
型	水平叠层理	水平叠层理												
	块状层理	块状层理												
	指状构造	指状构造												
	鸟眼构造	鸟眼构造												
	示柱构造	示柱构造												

图3 广西南丹大厂龙头山生物礁沉积模式



中带内侧 包括龙头山脊及东坡罐子窑组露头区, 向南经 599 孔, 向东转延至 516 孔一带, 居大厂背斜核部及东翼, 除罐子窑组第四段因构造、剥蚀因素缺失而情况不明外, 罐子窑组三段, 一段均为礁核亚相, 是龙头山环礁中礁核亚相发育的主要地带, 罐子窑组二段为礁坪亚相。

内带 582 孔以东, 大厂背斜东翼内侧, 除罐子窑组四段有障积型礁核亚相发育外, 以礁坪亚相、礁后泻湖亚相为主。

四 找 矿 意 义

礁体中蕴藏着丰富的金属矿以及大量沥青。

较新鲜的沥青呈黑色固态, 无臭、无味, 硬脆不易燃, 贝壳状断口, 大多为玻璃光泽, 少数呈半金属光泽, 粉末污手, 多作脉状、粒状、浸染状产出, 局部可见表面光滑如圆珠状, 似经熔融。作煤质工业分析: 含水 (W^*) 5.39%, 灰分 (A^*) 11.79%, 挥发分 V^* 3.37%, 固定碳 C^* 84.84%, 发热量 7070 大卡/公斤。434 孔沥青样分析: C 93.58%, H 1.04%, C/H 90.2, H/C 0.13, 在有机溶剂中不溶或微溶, 反射率 $R_{max}^A = 16.4\%$, 变质程度很高, 应属碳沥青。

沥青按其产状可进一步划分为五种类型。

1. 裂隙型 沥青产出受构造裂隙控制, 较大的沥青脉常与平行层面的层间裂隙有关。坑道内可见最宽的脉厚 0.1 米, 长 1 米; 钻井中所见最大钻厚 6.5 米。488 孔罐子窑组第三段真厚 28.6 米的一段生物屑灰岩中, 有多处被沥青脉穿切, 沥青脉中又有方解石及石英细脉切过, 419 孔在处理事故过程中曾随泥浆返出井口数百公斤沥青。

2. 晶洞型 沥青充填于方解石晶洞内, 全填满或仅居晶洞中心, 最大晶洞直径 0.3—0.4 米, 晶洞周围常有沥青细脉与之相通。

3. 胶间型 沥青充填于生物屑间或方解石胶结物的晶粒间。沥青产出较分散, 但分布广泛, 可能形成于成岩早期。

4. 生物型 沥青充填于构成生物骨骼的方解石晶间超微缝隙内, 呈浸染状产出, 局部充填在生物体腔中 (图版 I—2—6, II—3)。此类沥青也形成于成岩期。

5. 缝合线型 沥青赋存于成岩期压溶形成的缝合线中。

以上五类沥青, 1、2 两类主要见于大厂背斜轴部及西翼 (陡翼), 这些部位构造裂隙及溶蚀生成的晶洞较发育; 3、4 两类主要分布于礁前及礁核亚相 (图 5), 与较高能量下形成的粗结构礁灰岩与生物屑灰岩密切相关, 这些岩石原生孔隙发育, 有利于油气早期聚集; 缝合线型沥青量少, 与构造或沉积相关关系不密切。

大量沥青的存在, 说明龙头山环礁中曾经存在一个现已破坏殆尽的礁型油藏, 周围与覆盖礁组合的厚达 1000 米以上的盆地相黑色泥岩、泥质泥晶灰岩, 是良好的生油层与盖层。礁体本身原生的孔隙——包括粒间孔隙、生物体腔孔隙以至生物骨骼内的超微缝隙, 有利于油气的早期运移、聚集, 在以后的复杂变化中, 如燕山运动, 这些油气可能发生再次运移, 往更大、更好的储集空间——构造裂隙、晶洞中聚集、演变, 或经断裂逸散。今日礁体中已无油气存在, 却能提示我们注意盆地相带内其它变动微弱地区有无类似礁体隐伏地下, 并注意其含油气性。

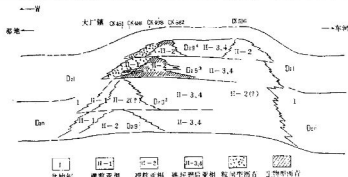


图5 广西南丹大厂沉积相剖面及早期充填面产出部位示意图

从现有资料看，龙头山环礁中，粗结构的礁核、礁前亚相礁灰岩、生物屑灰岩，或微相③—⑦，当其被细结构的盆地相泥页岩、泥质灰岩或礁坪、礁后泻湖亚相泥晶灰岩，即微相①②③④⑤⑥⑦所覆盖时，也可能成为锡石等有色金属矿富集的场所，如大厂背斜轴部礁子各组第一段、第三段顶部。换言之，对油气有利的储盖层组合，也可能在一定条件下，影响金属矿化和富矿体的形成。类似龙头山环礁这样找油无望的礁体在其经历过较强的构造变动和岩浆热液活动的条件下，可能成为找金属矿的对象。

结 语

广西南丹大厂龙头山生物礁，是中泥盆世早期在广海盆地中发育起来的环礁。可划分出礁前、迎风礁核、背风礁核、礁坪、礁后泻湖等亚相和十一个微相。这些亚相及微相在平面上呈向西南突出的半环状分布。

礁体中含大量沥青，说明这是一个已被破坏的礁油藏。对油气有利的储盖组合，在一定条件下也有利于金属矿的聚集。

龙头山环礁与比利时秋南盆地晚泥盆世古弗拉斯期“丘礁组合”(Bioherm complexes)中的“狮形礁”(Lion reef)相似，钱宪和在这类礁中分出a)板状层孔虫和珊瑚相；b)生物边缘相—穗层孔虫相、贝壳状层孔虫相、海百合相；c)泻湖相——包括内碎屑相(含层孔虫、珊瑚、海百合、苔藓虫及某些藻类碎屑)，藻相，骨屑相，泥岩和粒泥灰岩相，窗孔相，藻层纹沉积相和渗流带沉积；d)斜坡沉积。其中，a)、b)可与龙头山环礁的礁前、礁核亚相对比，而c)则与礁坪及礁后泻湖亚相十分相似。

龙头山环礁的背风礁核及其附近的亚相、微相发育情况，因无较深钻井充分揭露，面貌尚不清楚。对礁体的成岩后生变化、礁内油藏的形成及破坏过程、其它隐伏礁体的预测等，均有待继续探索。

研究工作得到冶金部215地质队、贵州石油指挥部104队大力协助，岩石薄片由本队郑复中、王恕一、郑维林同志鉴定，古生物由周希云、翟志强、鲜思远、熊剑飞同志鉴定，谨此致谢。

(收稿日期 1980年10月30日)

参 考 文 献

- [1] 宾·罗·巴瑟斯特, 1977, 碳酸盐沉积物及其成岩作用, 科学出版社。
 [2] G.V. 吉林格等, 1978, 沉积学进展——碳酸盐岩, 石油化学工业出版社。
 [3] Hsien Ho Tsien, 1979, Palaeoecology of algal-bearing facies in the Devonian (Couvinian to Frasnian) reef complexes of Belgium.

ON THE DEVONIAN LONGTOU MOUNTAIN ATOLL, NANDAN, KUANGSI

Zhou Dikang

(The 8th Petroleum Prospecting and Exploration Brigade, Ministry of Geology)

Abstract

Longtou Mountain atoll is developed in a open sea of early Middle Devonian. The explored reef is a dome-like carbonate body striking NNW, 4.8 km long, 3km wide and more than 900m high.

The reef-building organisms are mainly composed of *Stromatopora*, *Tabulata*, *Heliolites*, *Chaetetes* and a few of *Tetracoral*. Some reefphilic organisms such as *Echinodermata*, *Brachiopoda* are also abundant. In reef core and forereef subfacies, the organism contents in situ are usually 30 - 40%, locally above 80%.

The atoll may be divided into forereef subfacies (including forereef flat bioclastic limestone microfacies), reef core subfacies (including reef base or interreef sand-size intraclasts - *Echinodermata* limestone microfacies, irregular and coarse arborescent *Tabulata*-*Stromatopora* lime bafflestone microfacies, tabular and dome-like *Tabulata*-*Stromatopora* lime framestone microfacies), reef flat subfacies (including back-reef flat bioclastic limestone microfacies, sand-size intraclasts - pellet or lump limestone microfacies), back-reef lagoon subfacies (including *Amphipora* micrite microfacies, birds-eye micrite microfacies). Nearly all above mentioned subfacies and microfacies appear to be hemi-circular zones bulging southwestwards.

In the reef body, there are rich in nonferrous metals such as cassiterite, lead, zinc and a large amount of bitumen. The bitumen, produced between the grains of rock and in the organisms, are controlled by the primary porosity and are mainly distributed in forereef and reef core; and yet, the bitumin, produced in structural fractures, vugs and *strololite*, may be related

to the fissures which are formed by the reef diagenetic and epigenetic changes. The presence of large amount of bitumen indicates that there existed an oil pool which has been destroyed now. The writer believes that the open sea black mudstone and argillaceous limestone surrounding and covering the reef were good source rock and cap-rock.

全国煤成气学术讨论会在扬州召开

由中国地质学会石油地质专业委员会、江苏省地质学会和江苏省石油学会联合召开的“全国煤成气学术讨论会”，于1981年5月26日至30日在扬州市瓜州召开。

参加这次会议的有来自地质部、石油部、煤炭部、中国科学院及有关高等院校等四十多个单位的八十多名代表。这次会议是我国专门探讨煤成气的第一次学术盛会，其目的是为我国的能源多样化，在我国开辟能源新领域、新地区、新类型，动员有关部门发挥各自特长，密切地配合，共同为发展我国的能源事业作出新贡献。

代表们在会议期间共发表了二十多篇论文，交流了国内外煤成气的研究成果与动态，并就下列与煤成气有关的学术问题，进行了热烈的讨论：

1.煤成气概念及其在能源资源中的地位；2.煤田类型、煤盆地展布、煤层变质与煤成气；3.煤成气的成因、特征和赋存状态；4.煤成气远景储量的计算方法；5.煤成气与油气的关系；6.煤成气地质条件、地球化学标志；7.煤成气涌出规律与利用；8.华北、鄂尔多斯、沁水、湘中、皖北等地区煤成气预测及勘探方向；9.煤成气的研究途径与方法；10.煤成气的情报工作。

自70年代以来，世界上天然气储、产量迅速增长。已探明储量的油气比约1:1，产量的油气比约为2:1。发现了几个特大型煤成气田。煤成气在天然气中占有很大比重，它在能源结构中已逐步跃居重要地位。

我国有极为丰富的煤炭资源，目前已探明的储量为5400亿吨，远景储量更大。形成煤成气的物质基础是极为雄厚的。按每吨煤生气300立方米、聚集系数为3估算，我国煤成气储量相当可观。一些单位还分别估算了华北、淮北、鄂尔多斯、山西、四川和湖南等地区的煤成气储量，我国发育八套含煤层系，其主要含煤层系（即北方的石炭—二叠系）一般深埋地底，其上有较厚的煤盖层，具备形成煤成气藏的地质条件，在讨论中，许多人指出：目前已探明的煤炭储量，埋深均小于1000米，这些地区一般开启程度高，尽管钻井不少，但极少发现有工业价值的煤成气藏，真正有勘探价值的可能是煤系深埋地底的煤炭远景区。此外不少人提到，国内外天然气勘探的实际资料表明，天然气（主要是 CH_4 ）的渗透扩散能力很强，必须具备良好的封闭条件方能聚集和保存成为工业性大气田，故应注意选择构造完整，区域性盖层良好的地区进行勘探，才能获得较好的成果。今后除研究煤成气形成的地球化学条件外，还应加强研究各含煤盆地的地质发展史、沉积古地理环境、生储盖组合和构造演变历史，为煤成气的普查勘探提供更多的科学依据。

许多代表建议，应迅速组织力量，将国外的有关资料汇集成册，广为交流，并解剖国内一个典型煤成气田，这一定会把我国煤成气的研究工作提高一步。

代表们认为，煤成气的普查勘探应是我国第二轮石油普查工作的一个新方向、新内容，同时建议，有关领导部门应组织协调煤成气的普查勘探、开发利用与科研工作。

（费富女、王开宇、林等忠）