

准噶尔盆地石炭、二叠系油气勘探前景

赵 白

(新疆石油管理局)

准噶尔盆地是一个大型内陆断陷盆地, 沉积岩面积约13万平方公里, 最大厚度为13000米。克拉玛依油田的发现, 说明盆地西北缘有石炭、二叠、三叠及侏罗系等多层系的含油组合。还证实中新生界之下, 有巨厚而完整的二叠系及局部轻微变质的中上石炭统。这些基本上为碎屑岩的上古生界, 可能是盆内最老的也是最好的生油岩系。

一、地层及岩相

中上石炭统在盆地北部及西部边缘以陆相火山碎屑岩为主, 岩性为棕红色砾岩夹灰绿色砂泥岩, 泥岩及砂岩内含有植物碎屑, 还夹有少量的层状喷发岩(导致局部轻微接触变质)。在玛纳斯湖一带厚达3000米。盆地东南部的博格达地区, 当时尚处于地槽阶段; 而克拉美丽褶皱带的南缘地区, 已进入地槽阶段。因而前者为槽相的喷发岩、喷发—沉积岩及碎屑岩, 与下伏地层为连续沉积; 后者为台相的浅海相及海陆交替相沉积, 其下部为杂色砾岩, 夹砂岩、泥岩、灰岩及炭质泥岩, 含有丰富的植物化石; 中部(即前人所谓的“石钱滩建造”或“双井子灰岩”)主要为灰岩、生物灰岩、泥岩及砂岩组成, 含有丰富的腕足类、珊瑚、软体、瓣鳃类及笔石化石; 上部为一套砂砾岩、炭质泥岩、泥岩及灰岩。由于被二叠系超覆, 厚度变化很大, 由200—1500米, 不整合于泥盆系及下石炭统之上。对于起伏不平的基底来说, 中上石炭统起着—部分“填平补齐”作用。在盆地中部, 可能为一临海湖盆或海盆, 岩性变细是可能的(图1)。

二叠纪时盆地的面貌, 基本仍旧, 沉积限于当时地形最低、沉降速度最大的地区。西部与北部控制在红山咀—车排子断裂、克拉玛依—乌鲁木齐断裂与夏

子街—红旗坝断裂, 北邻三个泉隆起(陆梁), 东界奇台高地。沉积岩面积约占目前盆地的三分之二。当时地形起伏较大, 有四个明显的沉积凹陷, 即玛纳斯湖凹陷、中央凹陷、五彩湾凹陷及三台凹陷。它们呈北西—南东向串珠状排列。每个凹陷的封闭面积, 约为10000—20000平方公里。它们可能彼此

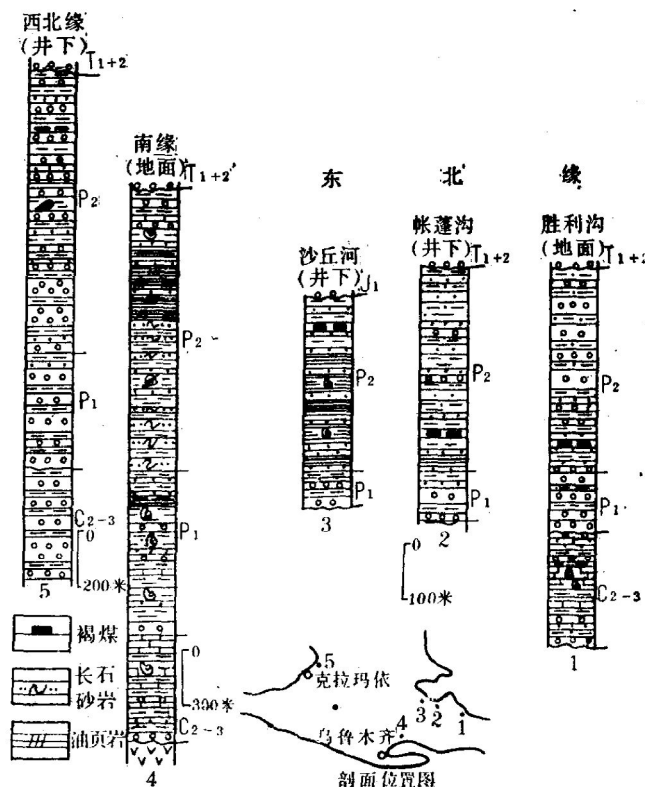


图1 准噶尔盆地石炭—二叠系柱状图

连通,但水底是分割的。每个凹陷内二叠系的最大厚度可达3500—5000米,在岩性上呈一个完整的沉积旋回,即下部粗、中部细与上部略粗三套沉积。下二叠统在盆地北部广大地区为棕红色粗碎屑岩,最大厚度达2000米左右;博格达区(三台凹陷)由于残余海水尚未完全退去,所以与海相中上石炭统为连续沉积,岩性主要为砂砾岩与砂泥岩,夹薄层灰岩及喷发岩,局部微弱变质,含犬齿珊瑚、顶柱珊瑚等,厚2000余米。晚二叠世,全盆地转入统一的陆相沉积,总的岩性为一套富含有机质的暗色泥岩、泥页岩、油页岩及粉砂岩与砂岩,上部出现砾岩夹层,含有丰富的鱼类、瓣鳃类及介形类等化石。从盆地边缘到中部,基本上可分为三个岩相带(图2):

1.粗碎屑岩相带 主要为棕红色与灰绿色洪积—冲积砾岩,其间夹杂一些小面积零星分布的沼泽沉积与滨湖砂泥岩沉积,纵横向岩性变化都较大。该相带可见于盆地西北缘井下(车排子—克拉玛依—乌尔禾—夏子街)与东北缘克拉美丽东部及南部博格达山前地区。

2.砂泥岩相带 出现于碎屑岩相带内侧。主要为一套灰绿色、灰黄色砂岩及灰绿色泥岩,见于克拉美丽中部地区,如帐篷沟井下几乎全为砂泥岩互层。属滨湖—浅湖相沉积,及小河流三角洲沉积。

3.泥页岩相带 为一套灰色、深灰色泥岩、泥页岩与油页岩夹砂岩。见于三台凹陷及五彩湾凹陷边缘,属半深湖—深湖相沉积。例如克拉美丽西部的沙丘河井下,已出现厚层暗色泥页岩,含黄铁矿,有薄石灰质介壳的斧足类化石;南缘出现厚层油页岩及泥岩。根据上述相变趋势,往盆地中部应相变为泥页岩或泥岩为主的沉积。

但是,应当指出,盆地中部存在有局部隆起及大型隆起,如已知的白家海隆起(图1)等。这些二叠纪前就已存在的隆起,可打乱上述泥页岩相带的整体环带格局,在其周围出现滨湖—浅湖相带,形成砂泥岩发育的局部环形区。

根据已有资料分析,上二叠统在上述四个沉积凹陷中的最大厚度,可达3000—4000米(图3)。

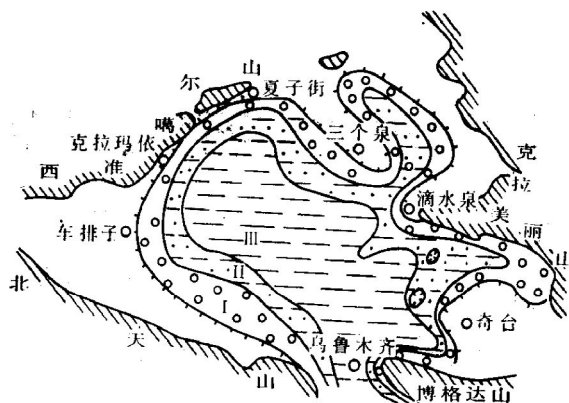


图2 上二叠统岩相带预测图

I 粗碎屑岩相带 II 砂泥岩相带 III 泥页岩相带

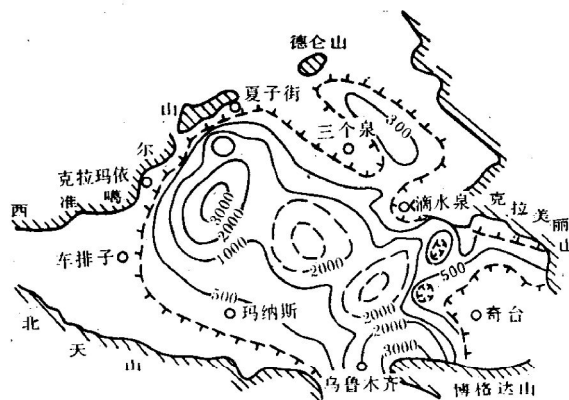


图3 上二叠统厚度图

二、盆地发展和演变

据目前已有的地质与物探资料分析,西准噶尔褶皱带、盆内基底与克拉美丽褶皱带(图4),应同属一个中华力西褶皱系。北天山西段伊林黑比尔根褶皱带,亦完成于华力西中期。这些褶皱带在早石炭世末完成的同时,北东与北西向两组深大断裂相继形成,中部断块下降而形成盆地。盆地的雏型期,基底具有北及西北高、南及东南低的特点。博格达区当时尚处于地槽阶段。

经晚华力西期构造运动后,博格达区完全回返,结束了地槽生命。三台地区三叠系与二叠系大部

分为平行不整合接触,局部为交角不整合,证实三台凹陷的二叠系在这一运动中已开始变形,特别是它的南翼升起较高。在盆地北部的广大地区,因早已进入地台阶段,基本上是以差异性升降运动为主。据物探与钻井资料综合分析,将二叠纪末的大地构造,划分为十二个构造单元(图1)。其中帐(蓬沟)一北(三台)隆起与滴水泉鼻隆属断隆,白家海隆起属断褶,西北斜坡属断阶,大井浅凹陷与乌伦古浅凹陷属断陷,说明基岩断裂及断层活动对表层构造的形成,起着主要的控制作用。这个古构造格局,对石炭、二叠系生成的油气的初次运移和聚集,具有主要的控制作用;同时,亦奠定了地台区沉积岩构造的基本轮廓。

印支期构造运动,继承了华力西末期运动的特点,但在地台区活动强度开始减弱,基岩下降速度开始变缓,幅度亦相对变小,而沉积盆地则进一步扩大。三叠纪特别是早中侏罗世沉积,大部分已逾越了盆地四周的基岩大断裂。在这一构造运动阶段,由于基底断裂缓慢的差异升降活动,使沉积岩沿断裂形成同生构造;在大断裂上盘的三叠系与中下侏罗统露头区,也形成了一系列小幅度具有同生性质的局部构造。在盆地中部覆盖区,在中上石炭统与二叠系构造基础上形成了这个时期的正负性构造,幅度相对较小,表现出继承性构造格局趋向结束的迹象。这一时期,由于基底断裂的活动,促使了石炭、二叠系内部断裂的断距加大,使二叠系的油气沿断裂作垂向和侧向运移。今日三叠系与中下侏罗统在边缘大面积的次生油藏,包括断裂遮挡油藏、断块封闭油藏及超覆不整合封闭油藏等,即主要形成于这一运动。在三叠纪与早中侏罗世,沉降中心已南迁至山前拗陷区的乌鲁木齐到玛纳斯一带。至此,盆地南北在构造上开始了明显的分异:北部向南倾斜坡发展,南部开始进入到深拗陷的发展阶段。

燕山期在地台区,基底已渐趋稳定,基岩断裂已基本停止活动。这个时期的沉积范围、厚度与岩性变化,已再不受断裂影响。虽然沉积范围更进一步扩大,但沉降中心仍在山前拗陷区。本期构造运动特点,主要表现为基底的整体缓慢升降,即前期以下降为主,后期开始上升,并且北部较南部上升的幅度大,所以上侏罗统与白垩系基本上为南倾单斜,与下伏地层为不整合或假整合接触。在山前拗陷区,由于博格达山在这一运动中显著的块断上升,使三叠系及整个中生代沉积,产生了褶皱,把第三系的沉降中心,向西推到了玛纳斯—独山子一带。

在新生代,盆地北部已转为明显的南倾单斜。第三系沉积虽然较以前扩大得多了,但在地台区的最大厚度不超过1500—1700米,南至玛纳斯到独山子一带,厚度可增至5000米。至第三纪末到第四纪初,喜马拉雅运动发生,但该运动对地台区影响较小,除了在北部边缘基岩埋藏浅的地方形成了少数微弱的局部隆起外,在中部的广大地区,仅造成了第三系南倾2—3度。而在山前拗陷区,则表现为强烈的褶皱运动,使第三纪及印支—燕山期形成的隆起,在这一运动中完全褶皱并定型;而受过多次构造运动冲击的二叠系,在这一运动中亦再次遭到了强烈的变形和断层破坏,致使生油层及储油层大部裸露地表。

显然,造成盆地南北构造分异的主要原因,在于地台区与山前拗陷区在后期的构造运动体制不同。前者是以基底差异升降运动为主,并由活跃趋向稳定,形成了中华力西期新地台;后者主要受天山块断式上升的影响,不断向深拗陷发展,最后在喜马拉雅运动波及下,由拗陷区转变为褶皱区。



图4 华力西末期构造分区图

三、含油性展望

关于中上石炭统的生油问题,在1964年前,作者曾认为它是不利于生油的。主要根据其地化指

标比上二叠统低得多,当时既没有很好考虑下石炭统与中上石炭统的区分,又没有注意到台相与槽相的差别,笼统地认为它大部分已变质,故生油希望不大。但随着勘探工作的进展,新资料不断增加,看来否认台相中上石炭统具有生油可能性是不够现实的。应看到盆地西北缘的中上石炭统在凹陷内的厚度较大,达3000余米,并非全是粗碎屑岩,在一些地区的井下,亦见灰绿色砂岩、泥岩及炭质泥岩,含植物化石,有机碳含量高达2.11%。东部的海相沉积,中部以灰绿色生物灰岩与泥岩为主,含有丰富的有机质,是一套适于生油的岩系,厚达400余米,有机碳含量平均为0.55%,最高0.62—1.14% (56个岩样,但均采自边缘露头区)。近年来在乌尔禾地区,本统内发现有多段岩心含油。从构造关系上看,油气不可能来自上二叠统。对克拉玛依油田天然气中的丁烷与戊烷的异构与正构体的对比,把天然气分为三种类型,即异构型、中间型与正构型。它们分别采自中下三叠统、上二叠统及中上石炭统。另外,对直链、异链和环烃结构的有机物进行了热解色谱分析,证实不同结构的有机物的裂解碎片的正、异构骨架有显著的差异,说明三种基本类型天然气的生成,主要是由原始有机质的结构不同所决定的。分析者¹⁾认为:“克拉玛依的油气可能是二次生成的。异构型天然气为第一次生成产物,有较低的成熟度,中间型天然气是原始有机质在较深地层中和较高温度下再次生成的产物,而正构型天然气则可能是更深地层和变质程度较大的局部地区的高成熟度的演化产物”。可见,除上二叠统为生油岩系外,中上石炭统亦有属于生油岩系的可能性。基于上述,虽然因勘探程度低,在盆地中部尚无法确定中上石炭统为海相或陆相,但岩性由边缘向内部变细的趋势是存在的。从生油远景上来说,把它作为上古生界生油岩系之一看待,还是有理由的。

三台凹陷上二叠统的油页岩与暗色泥岩厚千余米。油页岩层面上满布沥青斑点,薄层砂岩夹层内多处见原油显示,沥青砂岩、沥青脉多达数十处。在相邻的五彩湾凹陷边缘,它已过渡为暗色泥页岩,在介形类与瓣鳃类富集的泥岩中,斑点状的沥青残迹,随处可见,所夹砂岩亦多被原油所浸。这些原油与沥青显示,从成因上分析,应属原生显示。说明上二叠统是适宜于生油的岩系。已有的分析数据²⁾如下表:

地 区	生 油 地 化 指 标 (%)			
	C 有机	“A”	K	S ⁻
山 前 坳 陷 区	4.2 (80)	0.48 (10)	0.18 (80)	0.11 (40)
地 台 区		0.33 (5)		
东北缘东部	1.09 (31)		0.13 (30)	0.02—0.19 (15)
东北缘西部	3.6 (15,井下)		0.24 (17,井下)	0.37 (10)
西北部边缘	0.44 (19,井下)		0.07 (19,井下)	0.04 (29)

另外,氨基酸总量在山前坳陷区6个岩样的平均值为784ppm;氮量/有机碳平均为10556。

上述岩样,多数采自上二叠统中部的泥岩、泥页岩及油页岩,很少数采自砂岩。从地化分析指标看,除东北缘东部与西北部边缘各项指标较低外,南缘山前坳陷区及东北缘西部地区的有机碳及氯仿沥青“A”含量均较高;原始有机质中的蛋白质含量丰富。根据K值、S⁻与氯仿沥青“A”中的元素氧含量偏低,地球化学相应属弱还原—还原相。这说明:上二叠统在横向上除边缘粗碎屑岩带不适于生油外,南缘的油页岩、泥岩及东北缘西部的泥页岩、泥岩均应为生油岩层。根据前述横向上的岩相变

1) 蒋勋生, 1979, 克拉玛依油田天然气性质的研究。

2) 地化指标数据均取自1964年张国俊、赵白合编《准噶尔盆地石炭、二叠系生油普查报告》, 1980年范光华、甘章槐合编《准噶尔盆地陆相生油研究的初步认识》及《准噶尔盆地岩石化学基础资料数据表》。括号内为岩样数。地台区氯仿沥青“A”的岩样采自盆地东北缘塔湾沟—沙丘河井下。山前坳陷区与东北缘东部的S⁻, 因分析上有问题, 数值仅供参考。

化分析,可以预测到往盆地内部,上二叠统应属于很好的生油岩系。四个沉积凹陷应为生油凹陷。

上二叠统生油层分布广而厚,上有中生代沉积岩覆盖,生油母质丰富而又保存较好,因而,它是准噶尔盆地的最佳生油岩系。

综上所述,可以认为:

1. 上古生代晚期的深拗陷,出现在北部斜坡区;中新生代的深拗陷,出现在南部山前拗陷区。因而,以上古生界上部油源为主的勘探重点,必须放在斜坡区。特别是二叠系的几个生油凹陷,北翼升起较南翼为高,有利于生油凹陷中生成的油气,向隆起较高的边缘地带运移。以中新生界油源为主的勘探,重点必须放在山前拗陷区及其与斜坡毗连的地带。

2. 广泛的超覆不整合面,边缘发育的继承性断裂带,给油气侧向与垂向运移创造了条件;同时,也为油气聚集提供了场所。这就造成了边缘斜坡带不仅能发现上古生界上部的原生油藏,亦可发现上覆三叠、侏罗系次生油藏,还可发现作为基底的下石炭统裂隙油藏。

基于上述,以中上石炭统与上二叠统油源为对象的勘探有利地带,应当是克拉玛依、乌尔禾、夏子街—三个泉南斜坡、滴水泉、五彩湾、沙丘河及吉木萨尔这一盆地北部弧形斜坡带。其中克拉玛依为已知油田,乌尔禾—夏子街正在进行地震勘探与钻探,并已初获工业性油流。其它地区具体评价如下(图5):

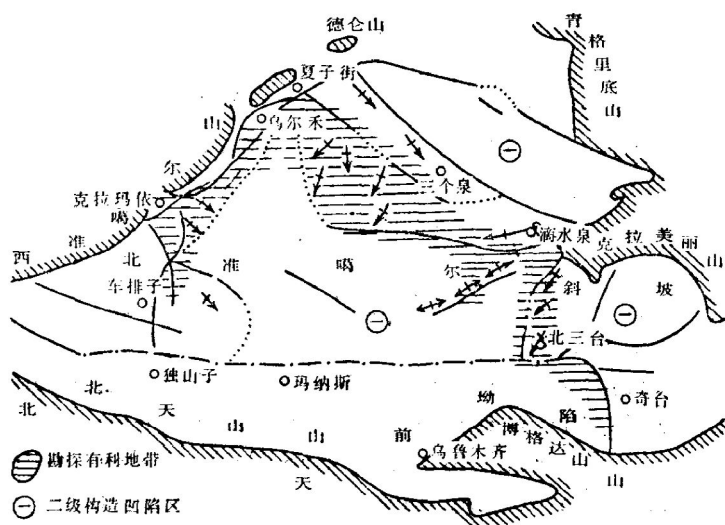


图5 准噶尔盆地北部斜坡区含油有利地带预测图

最有利的油气勘探地带 包括滴水泉鼻隆、五彩湾凹陷上倾斜坡带及与二者紧邻的白家海隆起(其上有三个局部构造)。前二者位于中央凹陷与五彩湾生油凹陷上倾边缘,后者夹于两个生油凹陷中间,属凹中隆。在滴水泉断裂下盘、沙丘河构造上及五彩湾边缘露头区,地面与浅钻中,于二叠系与侏罗系内,均发现有多处含油砂岩,说明这一带是油气运移的主要指向。物探资料初步证实,这里有断裂、局部构造及二叠、三叠系与侏罗系逐层超覆的不整合面。既有形成多种类型油气圈闭的可能,又有多层系含油的希望。根据沙丘河地面与井下的岩性资料,这一带的储油层,无论二叠、三叠系及侏罗系,都将会出现孔渗性好的厚砂、砾岩层,并能形成多层系的含油组合。目的层埋藏深2000—4500米。

较有利的油气勘探地带 即三个泉隆起西北部,通常称小陆梁。北与夏子街毗连,位于玛纳斯湖生油凹陷上倾边缘,为一大型鼻隆,其上有局部构造,又有断裂分割与遮挡,具有封闭条件。邻区夏子街已于三叠、侏罗系初获工业性油流,说明这一带是有油源的。地震初步证实,下倾部分有二叠系,其上被三叠系所超覆。因相变关系,推测储油层可能过渡为孔渗性较好的砂岩层。但二、三叠系目的层埋藏太深,约3500—6000米,同时三叠系厚度转薄。如果仍为孔渗性差的砾岩层,将是一个不利因素。乌尔禾—夏子街探区就是一例,因砾岩胶结致密,储油层孔渗性差,深部油藏还未获得较大的突破。

次有利的油气勘探地带 包括北三台—吉木萨尔地区,即帐—北隆起南部与吉木萨尔凹陷北部。这里虽然靠近五彩湾生油凹陷东部及三台生油凹陷北部,钻井在三叠系内获得了油气显示,但二

叠、三叠系地层较薄, 遭受侵蚀严重, 缺乏好的封闭条件, 获得重质低产油流的可能性较大。

(收稿日期 1981年3月2日)

THE PROSPECTS OF PETROLEUM EXPLORATION OF PERMO-CARBONIFEROUS IN JUNGGAR BASIN

Zhao Bai

(The Petroleum Administration of Xinjiang)

Abstract

Junggar is a huge faulted basin and is covered by sedimentary rocks constituting about 130000km². The Middle and Upper Carboniferous, the Permian, and the complete Meso-Cenozoic sediments are developed on the Variscian folded basement. The Middle and Upper Carboniferous are marine, transitional and continental deposits. The Permian belong to continental deposits. Both of them are multi-depocenter clastic rocks with abundant organic matters. According to the main geochemical indexes of petroleum generation, they should be the main source rocks in this basin. During Meso-Cenozoic, the southern part of the basin developed into deep depression, while the northern part gradually became a southtilting slope. So it is most favorable to the Permo-Carboniferous hydrocarbons to migrate and accumulate toward the northern marginal zone, in which the prospecting for oil would be more effective.

中国油田水地球化学学术讨论会在合肥市举行

中国地质学会石油地质专业委员会主持召开的全国油田水地球化学学术讨论会, 于一九八一年十二月十六日至二十一日在合肥市举行。这方面的专门会议, 在我国还是首次。

参加会议的, 有来自地质部、石油工业部、中国科学院和有关各大专院校的代表七十二人。共提交学术论文四十二篇, 大会宣读三十篇。

会议特邀中国科学院上海冶金研究所著名化学家陈念贻教授、武汉地质学院沈照理副教授、成都地质学院水工系孙世雄副主任、地质部石油地质中心实验室陈丕济副总工程师等莅临指导, 并分别作了学术报告或发言。中国科学院学部委员、地质部水文地质工程地质研究所张宗祜总工程师因故未能到会, 提交了书面发言。

中国科学院学部委员、中国地质学会石油地质专业委员会主任委员关士聪总工程师主持了会议。地质部石油地质综合大队一〇一队作为东道主为会议做了大量工作。

这次会议涉及的内容比较广泛, 包括: 我国有关含油气盆地和油气田的油田水地球化学特征与含油气的关系; 油田水地球化学的浅部(或地表)效应; 古水文地质条件、水动力条件、油田水起源及其在石油普查勘探中的应用; 对油田水分类的讨论; 边缘学科和有关方法在油田水研究中的应用以及深成水在石油矿床形成中的作用等。

这次会议, 检阅了多年来我国油田水地球化学的研究成果, 交流了经验, 进一步增强了各有关专业科技人员的团结和协作, 对于促进今后油田水地球化学研究工作的发展是有重要意义的。

会议坚持“双百”方针, 充分发扬民主, 学术讨论气氛活跃。代表们反映, 收获较大。

(张金来)