

广东省非烃气体的分布与产状

曾 观 运

(地质矿产部第十二石油普查勘探大队)

广东省已发现非烃气体(CO_2 、 N_2 、 H_2S 、 He 、 Ar 、 Rn 等)异常60余处,可分地表气苗、地下气层、水溶性气苗、水溶性气层4种。异常带在分布上与断裂带密切相关,9个异常带可归纳为NE—NNE向、NW向、EW向3组。异常的形成可能与中生代地球去气作用有关。

广东地质情况复杂,构造变动强烈,岩浆活动次数多、面积广,混合岩化与变质作用显著。这些地质特征与中生代强烈的地壳运动密切相关。中生代,地处欧亚板块东南边缘的广东,深受太平洋板块俯冲与印支板块相向推挤及南海微型板块扩张的影响。在此地壳变动过程中,作为地球演变的一种作用——去气作用,必然随之加强,形成各种气体矿产资源。

一、非烃气体分布

广东境内已知非烃气体有 CO_2 、 N_2 、 H_2S 、 F_2 、 He 、 Ar 和 Rn 等¹⁾。如图1所示,非烃气体异常带的分布与断裂带密切相关,可归纳为3组,即NE向与NNE向异常带(1—5)带,NW向异常带(6—8带)及EW向异常带(9带)。

1带(惠来—饶平异常带)

该带已发现3处与泉水有关的气体异常。一处位于汕头市西北部, CO_2 占气体总体积的90%。其余两处异常分别位于惠来县东北部及澄海县东部, N_2 含量均高于95%。气体出露于惠来—饶平断裂带上。断裂带西南段广泛出露燕山期花岗岩;断裂带中段及北段为第四系覆盖,但仍有与断裂平行分布的零星岩体露出。在气体异常点附近见有橄榄玄武岩及辉绿岩等岩脉穿插,断裂带上有四处高、中温泉。

2带(莲花山异常带)

该带由东西两条壳层深断裂夹持。在10—30 km宽的断裂带上,有17处以上气体异常,其中6处为碳酸气(CO_2 含量为30—50%),11处为氮气(N_2 含量均高于95%)。断裂东带的异常以氮气异常为主。断裂西带除见到碳酸气异常外,还有十余处与 CO_2 有关而且成带分布的重碳酸钠、钙型温泉(一部分温泉有 H_2S 味)。异常带地质情况复杂,主要出露上侏罗统火山岩和燕山期花岗岩。在断裂带两侧,动力变质破碎带发育,狭窄的白垩—第三纪盆地顺沿断裂展布,不同方向断裂纵横交错。凡是位于多组断裂交

本文1986年1月27日收到。

1) 缺海域资料,本文未讨论。

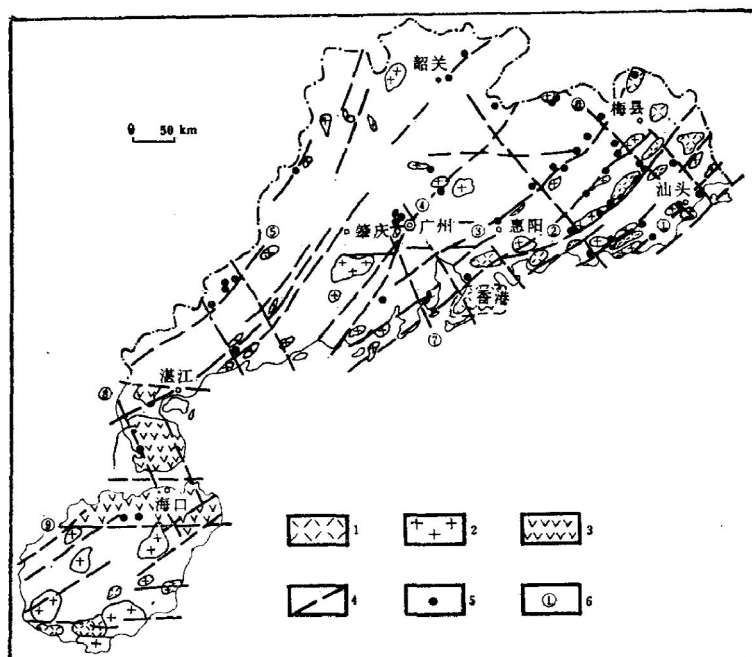


图1 广东省非烃气体分布图（缺海域资料）

1—燕山三期酸性喷出岩，2—燕山四、五期侵入岩，3—喜山期玄武岩，4—断裂，5—非烃气体主要分布点，6—异常带编号，①惠来-饶平异常带，②莲花山异常带，③河源异常带，④恩平-新丰异常带，⑤廉江-封开异常带，⑥兴宁-汕头异常带，⑦三水-中山异常带，⑧雷西异常带，⑨王五-文教异常带

汇处附近的异常，往往成群出现。

3 带（河源异常带）

沿河源断裂带已发现16处气体异常。断裂带北段有很多碳酸气异常点，且在热泉中见到硫化氢异常。中、南段则以氮气异常为主，见有多处氢气异常。碳酸气产出形式有气苗（如兴宁县甘村及平远县鹧鸪窿气苗），也有沿不整合面、风化壳、破碎带分布的地下水溶性气层（如平远县差干地区气异常），更多的是随泉水涌出的水溶性气苗。它们的 CO_2 含量均高于90%。氮气异常均以含气泉水形式产出， N_2 的含量多数在95%以上。氢气异常的氢气浓度也在50马赫以上。异常带的地质情况是：窄小的白垩—第三纪盆地呈念珠状排列；断裂带两侧有花岗岩及火山岩分布；出露地层为震旦系及古生界，因受断层和岩体影响，已变得支离破碎。气体异常点多数出露于盆地边缘，或岩体与沉积地层的接触带上。

4 带（恩平-新丰异常带）

在恩平-新丰断裂带上，资料可靠的异常仅两处（从化氮气异常和广州低浓度碳酸气异常），但有多处重碳酸钠钙型泉水出露。此外，在断裂带西侧有佛冈碳酸气异常和翁源碳酸气异常，其 CO_2 含量分别为97%和90%。该带的北段出露古生代地层，中段有大片花岗岩，南段见到中侏罗统。断裂带上有第三纪盆地分布，除三水盆地（断裂通过盆地）外，其余为狭窄的“袖珍”盆地。气体异常点位于燕山期花岗岩裂隙中。

5 带（廉江-封开异常带）

该带位于广东西部边缘，已知有5处异常点，分布于化州县那务、宝圩地区和封开

县温矿。气体随泉水涌出,以碳酸气为主,伴有硫化氢。异常带上广泛出露震旦系和下古生界,但气体异常见于仅几十平方公里的白垩—第三系及小规模花岗岩体分布区。含气泉水位于新老地层之间的断裂接触带或岩体与老地层之间的断裂接触带上。

6带(兴宁-汕头异常带)

该带与上述1、2、3带相交,在交汇地段气体异常点明显增多,如处于2、6带交接部位的丰顺地区有6—7处异常,且往往见到多个异常点成片出现。异常数量除已统计于1、2、3带者外,尚有3处异常分布于兴宁县坭陂、叶南地区,其中两处为碳酸气(CO_2 含量95%左右),另一处为混合气(CO_2 含量11.2%, N_2 含量87%,尚有少量 H_2S)。气体异常处于受NW向的兴宁-汕头断裂控制的白垩纪盆地边缘,出露点附近有花岗岩和火山岩分布。

7带(三水-中山异常带)

该带由NW向的西江断裂与珠江断裂所夹持,带内异常除交接于3带并已统计者外,主要是分布于三水盆地的碳酸气异常,已于6口探井和1口民井中发现二氧化碳气层或水溶性气层, CO_2 含量高于80%(有的气层高达99.55%),另有含量不等的氮气。产气层位有C、P、T、E。三水盆地为一白垩—第三纪盆地,断层发育,NE、NNE与NW向断裂系统把盆地切割成若干大小不等的菱形块体,火山活动强烈,古隆起与潜山分布于盆地边缘或次级沉积凹陷间,沉积复杂多变,剖面上有多次不整合与沉积间断。

8带(雷西异常带)

该带位于雷州半岛西部。从卫星照片看,自琼北的海口市至雷州半岛的江洪附近有一NW向断裂存在,沿断裂有第四纪死火山口分布,地表为大片玄武岩覆盖。在徐闻县位于断裂带附近的一口探井中,见一层成分不明的可疑气层。根据该井的气测、电测及井温资料,比照三水盆地二氧化碳气井的相应资料,推测为 CO_2 异常。异常出现于白垩系下部,距盆地下古生界基底不整合面较近。由于这一地区工作程度尚低,是否能构成非烃气体异常带,有待今后工作证实。

9带(王五-文教异常带)

在琼北横贯东西的王五-文教断裂带北侧,于降落盘的澄迈地区两口探井中发现水溶性非烃气异常。一口井为碳酸气异常,在长达103m井段中有5处异常, CO_2 含量高于90%。另一口井为氮气异常。异常层位均为下第三系流沙港组。王五-文教断裂为一控制第三纪沉积的雷琼盆地南部边界断裂,断裂带上地层变薄尖灭现象明显,盆地一侧有多条与主断层平行的次级断层,形成断阶构造带。已发现异常的两口井即在此构造带上。

非烃气分布除上述9带外,还有粤北韶关、南雄地区2处水溶性碳酸气异常(异常点出露于断裂带上)。从区域地质特征分析,这一断裂可能为吴川-四会断裂向北延伸部分。此外,据说在海南岛南部的一些东西向断裂带上,含气泉点也多处出现。

二、产状与控制因素

由前述9带60处异常可知,广东境内非烃气体主要分布于粤中恩平-新丰断裂以东地区(图2)。资料表明,异常带上所见非烃气体,无论是地表露出的还是地下赋存

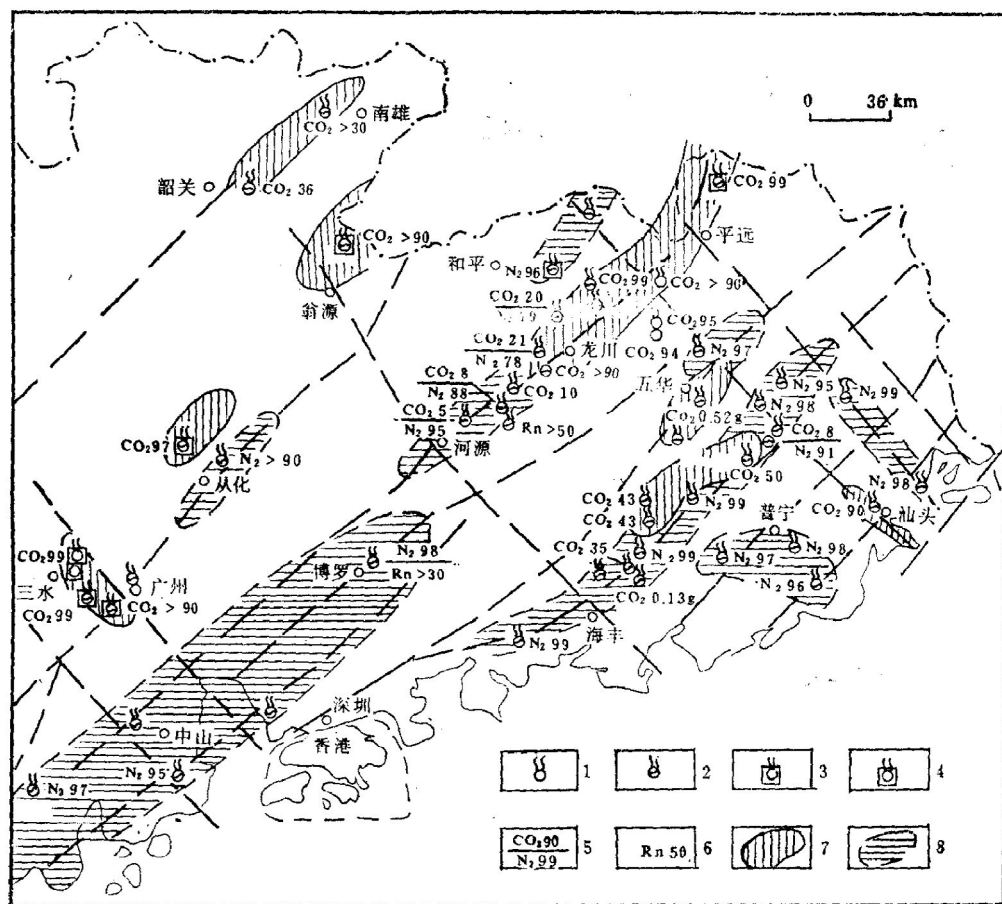


图2 广东省中、东部非烃气体分布图

1—气苗, 2—水溶性气苗, 3—气井, 4—水溶性气井, 5—CO₂及N₂含量(%), 6—气气含量(马赫),
7—CO₂分布区, 8—N₂分布区

的, 其产出状态都有单一气态和气液(水)态两种。

(一) 地表气苗、地下气层

目前发现非烃气体以气苗、地下气层形式产出者仅有兴宁县甘村、平远县鹧鸪窿、三水盆地、丰顺地区及雷琼5处。

兴宁县甘村气苗为二氧化碳气苗, 位于小溪边, 能发出微弱音响, 丰水时有气泡涌冒, 气流量 7.8 m³/d, 气体成分较纯。气苗见于大冶灰岩裂隙中, 在长达数百米地段内, 除气苗外, 还有多处含CO₂泉水溢出。该地区地质情况较为复杂, NW、NE、NNE及EW向断层发育, 规模较大的NW向断裂导致西盘大片出露的震旦系变质岩与东盘出露的二叠系、三叠系和侏罗系相接。侏罗系除下统为碎屑岩外, 中、上统为大套火山岩系。从地质特征分析, 气体来源可能与火山活动有关, 而气苗的分布受较晚成生的NW、EW向断裂控制。

平远县鹧鸪窿气苗见于河源断裂带北段的平远县鹧鸪窿一带(图3)。气苗连续出露长2 km以上, 向北延伸至福建省境内。气苗成群分布, 总点数30个以上, 以随泉水溢出的水溶性气苗居多, 最大气流量为13.83 L/s。CO₂含量变化范围在100%至79.6%

之间。次要气体为氮气。有微量放射性气体氡。气苗明显地受北北东向断裂控制,断裂西侧为燕山四期花岗岩,东侧为上侏罗统火山岩及上白垩统碎屑岩,两者以NW向断层相接。另外,沿断裂带有闪长岩分布,硅化作用甚为强烈。

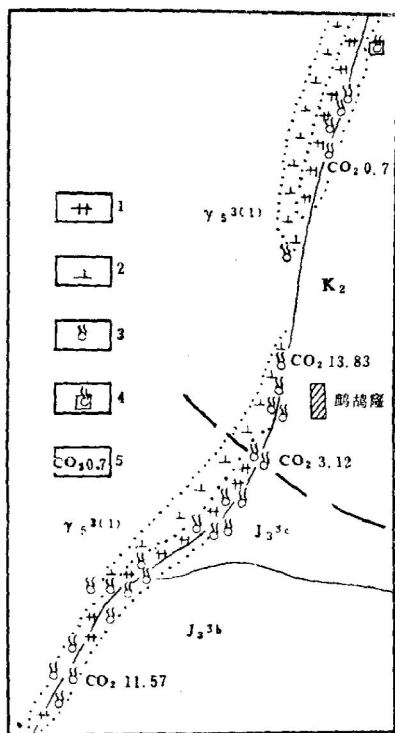


图3 平远鸢鹑窠气苗

1—硅化带, 2—闪长岩, 3—气苗, 4—喷水喷气孔, 5—CO₂气流量(Ls⁻¹)

在三水盆地内已于4口探井1口民井中发现高浓度二氧化碳气层(不包括两口水溶性气层),其产出状态有3种:(1)碳酸盐岩孔隙气层,位于南海县沙头圩,气体产于盆地基底不整合面附近的下第三系埭心组灰岩裂缝、溶孔溶洞中,初喷日产量约 $500 \times 10^4 \text{ m}^3$,气体中CO₂占99.55%,微量组分有烃类、N₂、He、H₂S等。产气地区有两个明显的特点,其一是处于长期隆起的高构造部位,缺失白垩纪及古新世早期地层,因此有凸起潜山性质,具备不整合面导输、赋存气体的有利条件。其二是位于多组断裂构造中,NW向断裂对该地区构造格局起着控制作用,二氧化碳气的分布与之有关,推测西南侧出露的玄武岩亦受NW向断裂控制。(2)砂(砾)岩孔隙气层,见于三水县高岗和南海县罗村。高岗的气层产出层位为下第三系埭心组三段,气井日产量 $4.74 \times 10^4 \text{ m}^3$,CO₂占83.99%,烃类占14.92%,尚有N₂、H₂S、He等。该气井位于宝月油气田东南侧,从钻井资料看,非烃气体可能沿NW向断层呈狭窄长条分布。产气井以南2 km有玄武岩出露。(3)火山岩裂隙气层,位于南海县坑田,气层产于早第三纪流纹岩裂隙带中。气井无稳定产量,日产量平均约 1000 m^3 。CO₂占99.45%,烃类占0.347%,N₂占0.32%,H₂占0.0113%,He占0.011%。气井处于火山岩刺穿背斜高部位,在900m以下的1140m井段中见32层流纹岩和粗面岩,总厚达520m。物探资料证实产气井周围覆盖层下有火山岩,与西、南部地面火山岩连成一片,构成一个火山发育中心。气体直接与火山活动有关。

(二) 水溶性气苗、水溶性气层

非烃气体溶解于水中,溢出地表则成为水溶性气苗,封存于地下则成为水溶性气层。这种形式出现的异常遍布于各异常带,占异常总数的90%。以第3带(河源异常带)为例,介绍如下。

第3带有16处异常,除已叙述的两处气苗外,还有一处水溶性气层和13处水溶性气苗。不同地段有不同性质的气体异常集中出露,形成北部龙川—平远二氧化碳气异常区,中部河源混合气异常区和南部中山氮气异常区。

龙川—平远二氧化碳气异常区:(1)平远差干水溶性气层异常:位于平远县差干地区(图4),核工业部华南局二九二队在进行普查勘探时发现,地下水层中溶解的大量CO₂给勘探工作带来诸多麻烦。经查明,在上侏罗统三个含水层中均含CO₂,抽水(喷水)时最大气水比可达11.8,气流量达13.5 L/s,气体中95%以上为CO₂,其次是N₂和O₂。

还有微量 CH_4 、 Ar 、 He 、 Rn 等气体。在地质剖面上,水溶性气层分布于 J_3 火山岩与 K_2 地层间的不整合面、 J_3 下部喷发旋回的绿色火山碎屑岩顶部风化壳及流纹岩与集块岩之间的层间破碎带上。异常区地质情况并不十分复杂,处于晚白垩世与晚侏罗世叠加盆地的东南侧,地层倾向北西,倾角 $8-13^\circ$,断裂构造主要有 NNE 和 NW 两组,在南侧的 NW 向断裂带中有较密集的辉绿岩株、岩脉和强烈的硅化作用。异常区东南有古火山口存在。据地面与井下资料,推测气体主要受 NNE 向断裂控制,而 NW 向断裂对气体再分布有明显影响。

(2) 龙川水溶性气苗:在河源断裂带的龙川县地段内有 6 处水溶性气苗,从产出状态看,多数沿各时代地层 (AnD 、 Pz 、 Mz) 或岩体 (γ) 与白垩—第三纪盆地的

断裂接触带分布,也见有出露于花岗岩裂隙者。这一地段气苗素以黎咀水溶性气苗著称,它是一处优质碳酸泉,以闻名遐迩的龙川矿泉水供应市场。该水溶性气苗沿断裂沟谷有 4 个出露点,在断裂带上分布有长约 3 km、宽 30—50 m 硅质岩带,含气泉水即在岩带的北西一侧流出。水流地表后, CO_2 逸出,大量碳酸钙沉淀成钙华。气体中 CO_2 高达 99.1%。异常范围内自东向西、从北而南有 CO_2 含量递减、 N_2 、 H_2S 及氦气含量渐增之势。

河源混合气异常区:该区 5 处水溶性气苗位于河源县东北部地区和县城西南,即位于断裂带西侧和东侧,花岗岩与 K_2 地层及 T_3 、 J_1 地层与 K_2 地层的接触带上或其附近的岩石裂隙中。接触带上见有硅化现象,一些出露点附近见到火山岩。异常区的水溶性气苗点有三、五个成片者,也有单个出现者。气体组分较为复杂多变,成单一高浓度气体异常出现者少见,一般由 N_2 (78—94.55%) 和 CO_2 (5—20.7%) 组成, H_2S 、 Rn 和 F_2 普遍存在,氦气含量明显地较其他地区高 (多处 Rn 含量高于 50 马赫,实际上已构成氦气异常)。

中山氦气异常区:由于该区地处珠江三角洲,第四系发育,水网密布,故气苗不易发现。目前已知位于河源断裂带中山地段的有两处。在邻近另一断裂上的 3 处异常,因性质相同,暂统归为中山异常区。该区所见均为水溶性气苗,出露于第四系冲积层中,各处异常往往有 2—3 个喷出孔。气体中 N_2 均高于 95%,个别样品高达 99.5%,次要组分为 CO_2 。由于第四系覆盖,气体异常的详细控制因素不明。

三、某些规律探讨

广东省非烃类气体露头甚多,分布广泛,可能与地球去气作用(地球深部气体物质

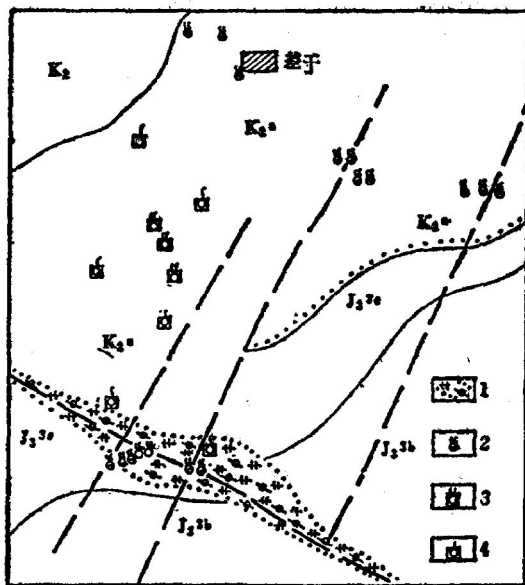


图4 平远差干 CO_2 分布图

1—硅化及辉绿岩株、岩脉穿插带, 2—水溶性气苗,
3—喷水喷气孔, 4—逸气孔

在发生地壳变动时向上排放的过程)有关。广东在中新生代发生过强烈的断裂变动、大规模岩浆活动和地震,全省绝大多数非烃气体异常可能都是这一时期的产物。由于地壳变动强弱有阶段性变化,地球去气作用相应地也可划分为若干阶段。据各异常带分布特点和地质特征,可划出中一晚侏罗世阶段、早白垩世阶段、始新世阶段和上新—更新世阶段。其中第一、第三阶段最为重要,大多数异常与这两个阶段有关。中晚侏罗世和始新世时期,广东中部及东部地区的断裂变动与火山活动较其他地区尤为强烈,如河源断裂、莲花山断裂及南澳断裂都是纵贯粤、闽、浙三省的深断裂带,大片火山岩亦分布于此区,所以气体异常主要分布于河源断裂以东地区。

目前已知非烃气体有 CO_2 、 N_2 、 H_2S 及 He 、 Ar 、 Rn 等。河源断裂以西地区的异常基本上为二氧化碳异常,也有 He 、 Ar ; 河源断裂以东地区,主要是氮气异常,常有 Rn 气伴生(也可形成氦气异常)。

大多数异常的气体伴随泉水涌出。冷泉或低温泉为碳酸气异常(在同一地区内, CO_2 含量与泉温成反比); 中、高温泉多为氮气、氦气异常,普遍含 H_2S 。

非烃气体自地壳深部沿高渗透深断裂通道上涌,虽然大部分排出地表,显然还有一部分在上涌运移过程中于适当部位被封存起来了。在分析了三水、仁居、兴宁、翁源及雷琼盆地的非烃气体分布后,发现构造枢纽带、隆起、潜山、火山构造翼部、不整合面都是对气体聚集十分有利的构造部位。

异常地段有一个特异地质现象,即在非烃气体气苗附近或气层顶底部的岩石中有明显的硅化作用,特别是高含 CO_2 的异常附近几乎都见到这一现象,如龙川黎咀、平远鹧鸪窿、差干、普宁下营、南海县沙头圩等地气苗(气层)附近都见到硅质岩或硅化现象。其成因有交代、重结晶等多种说法,眼下难于定论。

本文利用了广东省地质矿产局区测队、水文队及广东省地震局、地质矿产部第十二石油普查勘探大队等单位资料,在此一并致谢。

参 考 文 献

- [1] 翁世功等, 1983, 中国东南部侏罗—白垩纪板块构造活动与相关的岩浆活动, 地质学报, 第57卷, 第2期。
- [2] 戴金星, 1982, 我国天然气藏的分布特征, 石油与天然气地质, 第3卷, 第3期。
- [3] 阎俊峰、阳建华, 1981, 我赴加拿大、美国进行酸性天然气田考察, 地质论评, 第2期。

DISTRIBUTION AND OCCURRENCE OF NON-HYDROCARBON GASES IN GUANGDONG PROVINCE

Zeng Guanyun

(No.12 Petroleum Prospecting Party, Ministry of Geology and Mineral Resources)

Abstract

More than 60 anomalous places of non-hydrocarbon gas, including CO_2 ,

N_2 , H_2S , Ar, Rn etc, are discovered in Guangdong Province. The distribution of anomaly zones of non-hydrocarbon gas closely related to fracture zones. 9 anomaly zones can be divided into 3 groups: NE-NNE anomaly zones; NW anomaly zones; EW anomaly zones. The gas anomalies can be divided into surface gas seepages, underground gas beds, water-soluble gas shows and water-soluble gas beds. The formation of the anomalies may be related to degassing of the globe during the Meso-Cenozoic, especially in the Middle and Late Jurassic and the Eocene.

第十二届国际沉积学大会在澳大利亚堪培拉召开

第十二届国际沉积学大会于1986年8月24日至30日在澳大利亚首都堪培拉市举行,这次大会由国际沉积学家协会、澳大利亚地质学会、新西兰地质学会共同组织,并得到澳大利亚国家矿产资源的赞助。

会议为期七天,其中大会一天,分组专题报告会和讨论会六天。会前、会后还分别在澳大利亚、新西兰和巴布亚新几内亚境内的25条路线上进行5至10天的地质考察。952名代表来自40多个国家和地区。我国地质矿产部、石油工业部、中国科学院、高教委员会均派代表出席了会议,受到大会和各方面的重视和欢迎。

大会共收到791篇论文摘要,会上宣读了近200篇。其中主要报告30篇,一般展讲论文百余篇。专题报告会分六个大组:(1)海洋环境、作用与产物;(2)大陆环境、作用与产物;(3)地球历史、构造、气候及灾变;(4)沉积学与矿物;(5)沉积学与沉积、层控矿产;(6)沉积学的新概念、新技术。它们反映了当前国际沉积学着重研究和探讨的内容。会议还就当前沉积学领域许多众所关注的议题,如全球沉积地质学、沉积盆地分析、沉积学与板块构造、沉积学与地球化学、沉积学与地球物理、成岩后生作用与油气、环境沉积学、现代海洋与湖泊沉积、陆架和陆坡沉积作用、沉积动力学、沉积物中的矿产资源和能源、地质历史中的沉积灾变事件等,展开了既广泛又深入的讨论。

在地质考察中,各国沉积学同行在现场就现代海岸碳酸盐沉积作用与环境、现代湖泊沉积作用与环境、著名澳大利亚大堡礁、现代海岸与湖泊成矿作用、古生代碳酸盐岩沉积相、中生代重力流作用与环境等问题进行了友好、热烈的讨论。这对提高各国沉积学研究的实践和理论水平,具有一定意义。

国际沉积学家协会理事长H.G.Reading,在开幕式上发表了“沉积学回顾与展望”的演说。著名沉积学家H.E.Clifton在大会上作了“全球沉积地质学”的学术报告,提出沉积学的研究已进入了全球性的观点,受到与会者的重视。中国沉积学工作者在分组专题报告会和展览会上,宣读了展览了论文20余篇,题材广泛,从盆地分析、沉积环境、沉积矿产、现代湖泊沉积、成岩作用和沉积记录中的灾变事件等方面,显示了中国沉积学的研究现状。

大会选举了国际沉积学家协会第十二届理事会,西德著名沉积学家Dr. Hans. Füchtbauer被选为新理事长。大会确定,第十三届国际沉积学大会将于1990年在英国伦敦召开。

(丘东洲)