

六十年代以来,世界油气勘探取得了一系列新成就,突破了不了石油地质上的传统概念,开辟了许多新的找油气领域,展示了各式各样的油气藏类型,这一切说明地球有着极为丰富的油气资源,找油找气的前景乐观。了解世界油气勘探的动向,从中得到启示,对我国石油和天然气普查勘探的发展有着重要的意义。

一、石油地质理论的发展

中国石油工业的发展,北欧天然气区的开辟,以及近年来深层油气勘探的展开,突破了不少石油地质上的传统概念,使石油地质理论有了新的发展。

我国目前所采石油基本上都产自陆相地层,中国油气普查勘探的实践,证实陆相地层中可以形成大型油田和大型油气区。陆相生油理论的建立和我国陆相地层中大量油气田的发现,为世界在陆相沉积中找油找气奠定了理论与实践的基础。

六十年代初,查明了荷兰格罗宁根大气田(储量达2.2万亿立方米),气源岩是石炭纪煤系地层。尔后,西德在毗邻格罗宁根的北部盆地中相继发现了一批成因完全相同的气田。六十年代后期,英国也在北海南部发现了同样类型的一批气田;与此同时,苏联、澳大利亚也发现了与煤系地层有关的气田。从此,历来被作为一种与煤矿相伴生的“瓦斯”的煤系地层气一跃成为具有巨大储量的独立的天然气资源,引起了各国的重视。近年来,澳大利亚、西德和我国比较系统地研究了煤系地层的成烃机理和形成过程,不仅提出煤系地层气的地质地球化学特征及其演化模式,还相继提出了煤系地层不仅能生成天然气,而且也能生成石油,并在一定的地

质条件下,可以形成有价值的油田。澳大利亚的一些油田就是属于这种成因。

随着深层和浅层年青地层中大量油气的发现,以及低成熟区和过成熟区中找到了油气田的事实,打破了七十年代被确认的“石油窗”的上、下门限值。美国、苏联都相继开发了一批深达5000米以上的油田,我国也在5000多米的深层中找到了工业油流,这些成果改变了5000米以下只能找气的笼统概念。1977年美国发现米尔斯—兰奇气田,气层深达8083米;西德在热变质程度很高(镜质体反射率达2.5%~3%)的地层中找到了气田;我国西南地区也在过成熟的地层中发现了大量天然气。因此,所谓天然气的“死亡”界线,尚有进一步研究的必要。

近年来,世界上发现了一批成熟度低的油田和气田。这些油气田位于“石油窗”上限值之上。如我国青海柴达木盆地第四纪地层中发现的气田,成熟度很低,属生物成因气,东部油区中还发现了低成熟度的原油。苏联等国家也有这类油气田发现。勘探的新发现和烃类地球化学的发展,研究者提出了干酪根不一定是唯一的生油气母质的论点;除热降解作用外,也还有使有机质成烃的其他作用。七十年代中对油气勘探作出重要贡献的干酪根热解成油说,也正在取得新的发展。

七十年代后期以来,超深钻探技术、板块构造学说和近代天文学的发展,使无机生油学说兴起。通过日本岛弧上一些天然气成因的分析,提出了与太平洋板块俯冲入地幔使岩石重熔再生分解出碳氢而合成甲烷的看法,而一些大型裂谷带上的湖水和海水中往往富含甲烷的现象,支持了这种观点。陨石

卞喏化合物和金刚石中甲烷包裹体的发现,都为地壳深部含气提供了线索。瑞典康奈尔大学的托马斯教授认为,地球与许多天体一样,在形成的初期就有着大量的烃类气体,他认为中东地区的石油不是由有机物质形成的,而是来自地壳深处。根据他的观点,在瑞典的一个花岗岩体上打了七口探井,发现了天然气。苏联在波罗的地盾的科拉半岛上有一口超深井,在12000米处对钻遇的气体进行分析,含有 CH_4 及其它碳氢化合物,认为来自地壳深部。我国西南地区一些高氨含量的天然气,从其地球化学特征和产状分析,有人认为达可能来自地球深部。

二、油气普查勘探的新领域

石油和天然气的普查勘探,历来是以寻找背斜构造形成的油气田为主,但从六十年代以来,随着地震技术和钻探技术的发展,以及油气普查勘探工作的不断深入,油气勘探的新领域不断涌现。

七十年代以来,三角洲沉积体系和重力流沉积理论的日趋完善,以及数字地震技术与地震地层学的发展,把地层岩性油气藏的勘探推向一个新的发展阶段。隐蔽油气藏成为一些勘探程度高的盆地和地区的主要勘探对象。美国发现了大量的隐蔽油气藏;我国渤海湾油区的各盆地中也已发现大量地层岩性油气藏。

深层找油找气已为各主要生油国所重视,许多老油田的深部又发现新油田,一些勘探程度很高的盆地,又在深部发现新的产出层。美国在1981~1984年四年中就打了3461口深度大于4500米的深井,其中生产井1787口。美国的最深探井达9583米,最深生产井达8097米;苏联已在22个地区部署了7000~15000米的超深井,其中11口井综合勘探地下资源。西欧各国也都已开展深部找油找气,奥地利1977年钻了一口7544米的超深井,发生了井喷,产气1132万立方米。中东产油国家也都注意深部找油,并发现了深部

油气层。

逆掩断层带被认为是地层多期遭受剥蚀,断层发育,构造活动剧烈,因而油藏多遭破坏,是找油不利地区。但自从1975年美国在洛基山逆掩断层带中发现了第一个油田后,这种看法发生了变化,到1981年,美国在这个带上已相继发现了19个油田,认为这个南北长约110公里,宽约30公里的构造带,至少有20亿吨石油储量,2.8亿立方米天然气储量。更重要的是对这种被历来认为十分复杂的地质构造的油气聚集条件提出了新认识,认为这种带的上覆岩体断裂发育,构造复杂,但在冲掩岩体之下,可能有比较完整的大型构造圈闭。只要有生油层一起被逆掩到深部或逆掩断层带与生油盆地(凹陷)相连,就有可能形成油气田,整个带可能形成一个大的油气聚集区。于是,象美国东部的阿帕拉契亚、加拿大阿尔伯达肖的洛基山、东欧的外喀尔巴阡山、西德南部磨拉石盆地南缘的阿尔卑斯山等大型逆掩断层带,都成为大有希望的勘探新区,并相继开展了工作,有的已经发现了油气田。

深盆致密层中的天然气,是近年引起重视的一个勘探领域。加拿大阿尔伯达盆地埃尔姆沃斯气田的发现,引起了各国的重视。该气田位于盆地的最深部位,气层覆盖了盆地中背斜、向斜、鞍部等各个部位,整个深凹陷是一个统一的大气田,其储量达2万多亿立方米,气层致密,孔隙度7~12%,渗透率 $<10^{-3}\mu\text{m}^2$,它是一种水在构造高部位而气在低部位的反向水封式气藏(其成因机理有不同的解释)。

非沉积岩中的油气也成为近年找油的对象。以往,油气普查勘探中火山岩一般总认为是一种不利的地质条件,火成岩、变质岩也均认为与油气关系不大。但日本却在中新统深层绿色凝灰岩中发现了油气藏,而且油藏产层厚、产能高、储量也相当大,有的含气高度可达800米,并认为中新世火山活动

是弧后盆地的特点,而这类盆地往往具备生油条件,因而全部环太平洋区的这种火山岩将是油气勘探的新目标。美国在圣胡安凹陷的第三纪火山岩中也找到了同样的油藏。我国浙闽白垩纪火山岩系中有丰富的油苗,渤海湾油区发现的基岩油气藏,其储层有花岗岩、变质岩、火山岩等各种非沉积岩,产量与储量都很大;在第三系地层中分布的一些火山岩也有的储油。所以,在一定地质条件下,非沉积岩也可以成为良好的储集层,当具备圈闭条件和丰富油源时,可以形成高产大油田。

三、发掘烃类矿产的新品种

随着油气普查勘探的发展,特别是一些油气开发历史长、国内勘探程度已经很高、或缺乏油气资源的国家,近年来越来越多地展开对非常规烃类矿床的研究与开发,提出许多新的勘探对象。

煤气(Coal Gas),作为煤层的伴生气,具有很大的潜力。目前美国、苏联、西欧各国都已大量开采煤气。我国煤系地层气资源丰富,近年来已发现40多个煤成气藏。

重质稠油,一般指比重大于0.934、粘度大于60~100帕·秒的原油,七十年代末期,世界年采量约7000万吨,随着热采技术的提高和发展,以及重质稠油加工技术的发展,重质稠油已成为当今世界一个重要的开发对象。我国稠油资源十分丰富,靠蒸汽吞吐的开采技术,已在辽河,胜利、克拉玛依等油田进行开采。

沥青砂在全世界的资源量极大,有人估计世界沥青砂中获得的合成油可达2700亿吨。此外,天然沥青砂、油页岩等也仍在开采利用。我国的沥青砂、天然沥青、油页岩的资源很丰富,川西北、滇东、黔东南、浙西、西北等地区都有大型矿体发现。

近年来,水溶气已引起许多国家的关注。它是溶解于高压水层中的天然气、每方水中的溶气量从数立方米至数十立方米,有

的高达数百立方米。据苏联研究机构估算,全苏含油气盆地地下水溶气资源达400万亿立方米。美国的墨西哥湾盆地和得克萨斯、路易斯安娜州之间的异常高压高温带地层中,水溶气资源量估计达8.5万亿立方米。日本千叶县的南关东水溶气田,1970年年产量达5.85亿立方米。近年来,在北极圈冻土带和深海现代沉积中,还发现了一种“固态”的水合气,也引起了人们的注意。

四、油气普查勘探的新地区

世界油气勘探的一般规律,总是先从经济条件较好、地面施工比较容易的地区进行工作。但近年来、由于对油气资源的迫切需求,同时也由于科学技术的发展,一些过去难于开展工作的地区也已展开大规模的普查勘探了。

大陆架找油从七十年代后期以来发展很快,已遍及全世界各个浅海区。北海盆地已经全面开发,泰国、菲律宾、印尼等国浅海地区都有新的发现。印度东、西陆架的近海,也找到了油气田。加拿大东部大陆架、巴西浅海、阿根廷西海岸、英国的大西洋东部陆架,也都相继找到油气田。地中海西海岸陆架、苏联的几个内海也都展开勘探,发现了一批油气田。海上油气勘探开始走向深海区,有的已在水深150~300米的海域进行开采。

极地找油找气近年来有很大发展,如美国阿拉斯加州的普鲁德霍湾油田位于北极圈内,是美国目前最大的油田,原始地质储量达31亿吨,天然气储量1300亿立方米。苏联的西西伯利亚大油气区,三分之一的面积位对北极圈内,处于永久冻土带,施工条件极为困难,目前已发现30多个气田,其中有8个气田储量超过一万亿立方米。近年来,西德已先后对南极地区的德尔海和罗斯湾进行了地震普查,开始对南极大陆架的油气资源进行研究和预测。

沙漠区的找油工作也在不断扩大。沙特

北极斯匹次卑尔根地质概况

吴瑞棠

斯匹次卑尔根群岛位于北极腹地,它由许多大大小小的岛屿组成。其中以斯匹次卑尔根岛最大,面积达38,000km²,位于北纬76°30'至80°48'之间,大部分面积被永久冰雪覆盖。该岛冬季严寒,没有白天。但夏季没有黑夜,一天24小时太阳高挂在天空,而且还比较暖和,最温暖时温度可达冰点以上,是探险考察的最好季节。每年这个时候,世界各国不同专业的考察队都来到这里。笔者参加剑桥大学北极科考队,在该岛作过考察。

一、地质发育特征

该岛地层发育较全,几乎所有地质时代的地层均有出露。虽由于冰雪覆盖及多次构造破坏,露头也有限,但在陡坡峭壁处,因没有冰雪和植被浮土掩盖,各种地质现象十分清晰。

地层分布受构造控制非常明显,前寒武系及下古生界主要分布在岛的东、西两侧,泥盆系老红砂岩限于中部地区,石炭二迭系及中生界出露于南部(图1)。

前寒武系及下古生界是一套巨厚的地槽型堆积,称赫克拉霍岩系(Hecla Hock sequence)或前泥盆系。根据变质程度、含火山岩多寡及岩性特征,可分出上、中、下三

个超群,每个超群包括若干个群,各个群已划分出组或段。上部岩系变质较浅,所含的微古植物及叠层石已作过研究,根据其中的冰碛层、火山岩及化石,可与北极—北大西洋其它地区进行对比。下部岩系因变质变形较强烈,地层对比较为困难。下部超群为石英岩、片麻状长石岩、角闪岩、板岩及白云岩,以富含中性及基性火山岩和火山碎屑岩为特征,厚达7,000米,层位相当于下元古界。中部超群主要为浅变质的复理石、板岩、白云岩及石英岩、夹少量火山岩及凝灰岩,厚约5,800米,相当于中元古界及部分上元古界。上部超群包括上元古界及下古生界,基本未变质,厚约2,000米;上元古界部分,主要由砂岩、粉砂岩及白云岩等组成,夹冰碛层;下古生界部分为灰岩、白云岩及石英砂岩、含少量三叶虫和笔石等,化石资料表明只有下寒武纪及中下奥陶统,仅局部地区有可疑的志留系砂砾岩。由于本区是一个自前寒武纪发展起来的加里东地槽,前寒武纪末期没有发生褶皱运动,因此寒武系底界是整合接触。

前寒武系厚达15,000米,越靠下部变质越深。由于后期经历过多次强烈挤压、变形及变质作用,明显的角度不整合标志难于确

阿拉伯的沙漠区又发现新的油田。我国已对塔里木盆地的塔克拉玛干大沙漠进行了全面地震普查,并开展钻探,已获得重要的发现。

此外,象尼日利亚等国的一些沼泽、海滩、森林区的油气勘探也都在不断发展。

综合上述可见,世界油气勘探的前景,并非如某些人所认为的要走下坡路了,只是部分勘探程度高的地区和国家,工作难度越

来越大。但许多地区和国家,油气勘探的程度还很低,从全世界范围来看,油气勘探的潜力还是很大的。在我国更是如此,即使是目前勘探程度相对较高的东部地区,也还处在油气勘探的兴旺时期。

参考文献(略)

(石油工业部科技司)