

碳酸盐沉积和生物礁——国外研究现状^①

奚瑾秋

刘宝瑞

(地矿部地质情报研究所) (成都地质矿产研究所)

生物礁与矿产的关系

金属矿产的普查——铝土矿、锰矿、多金属矿

铝土矿 与礁有关的铝土矿矿床, 主要分布于地槽区内, 例如, 苏联北乌拉尔铝土矿区的矿床, 牙买加岛和海地岛的矿床等。

铝土矿层已知产于堤礁, 或产于海进岩系的底部。它们分布在地形的低洼地, 或者与礁面的原生起伏有关, 或者与喀斯特作用有关。如果铝土矿充填了小而宽的凹地, 则形成较薄的层状矿体。当深部的喀斯特裂隙、管、囊、塌陷地等被充填时, 形成深部的喀斯特矿层, 这些矿层具有很大厚度、不大的面积, 一般具有较高的质量。在矿层下面是喀斯特化地形的情况下, 于矿层的底面常常有石灰质的角砾, 其胶结物是铝土矿的物质。矿层的底面通常是不平坦的, 而顶面一般比较平坦。铝土矿被清晰层状的碳酸盐沉积层覆盖, 有时被大陆含煤沉积层覆盖。

铝土矿选择性地产于礁及与礁有成因关系的相中, 其原因有不同的解释。

苏联学者认定的铝土矿的间接标志如下: (1) 在礁生长时期, 有大陆间断, 不整合面发生喀斯特化; (2) 在块状礁岩上有海进的层状石灰岩超覆。在海进岩系底部有与铝土矿有关的或在岩相上与铝土矿近似的典型岩石存在, 可以比较肯定地说明含有铝土矿: (a) 锰质和铁质的鲕绿泥石和鳞绿泥石的矿石和矿物及层状磷块岩等的存在; (b) 具有豆状构造和似碧玉构造的岩石的存在; (c) 红色石质粘土岩的夹层、长英岩的夹层, 含有游离氧化铝的高岭石夹层等的存在; (r) 石灰岩不溶残余物中有勃姆石、硬水铝石和刚玉; (n) 发现铝土矿角砾。

在地质填图时, 必须特别注意块状礁灰岩被层状石灰岩更替, 查明这里潜在的间断, 要仔细研究不整合面并填图。当发现了铝土矿或者有含铝土矿的标志时, 必须查明它们的地层归属, 并且在所研究的整个区域内, 尽可能地追索该层, 因为, 在一个间断面上, 常常有数个铝土矿矿层。由于在野外鉴定铝土矿的亚种有困难, 所以对于所有可疑的岩石, 必

须采集大量的标本和样品。

为了查明埋藏地形的特点,采用重力勘探、电法勘探,主要是垂向电测深法,偶而用地震勘探。由于某些类型的铝土矿具有磁性,所以在寻找它们、以及圈定和搞清它们与周围碳酸盐岩的界线时采用磁法勘探。但应该注意到,这种方法的深度比较小。由于铝土矿含钾和铀低,含钍高,同时钍又明显的与 Al_2O_3 相关,所以铝土矿中 Th/K 比值较之围岩中高 1—2 倍。

锰矿 与火山-沉积岩层的礁有关的锰矿床,苏联已知的有 Зеравшанский 山脉 (Тахта-Карага)、库兹涅茨克阿拉套 (Усчпское) 等处。Усчпское 矿床研究得最好。该矿床分布于库兹涅茨克阿拉套山脉的中部,属于下寒武统 Усчпская 组,该组由块状古杯-藻类灰岩组成,有些地段呈斑点白云石化。与它共生的是板状的具有硅质的和硅质-石灰质夹层,以及碳酸盐角砾透镜体的黄铁矿化灰岩。主要的矿化与这些沉积物质有关。在露头宽达 350m 和勘探深度 600m 的条件下,用山地坑道追索锰矿层 4.6km。薄层的隐粒绿泥石-碳酸盐岩是主要类型的矿石。微粒的碳酸盐物质 (70—85%) 主要是菱锰矿,它的成分复杂,其中 Ca、Mg、Fe 的含量不定。此外有石英、细分散的碳质、铁的硫化物。锰方解石矿石 (Mn10—20%) 和锰质灰岩 (Mn5—10%) 根据外表标志,实际上不能与无矿灰岩区别开 (Mn<5%)。因此,矿床长时间以来没有被发现。在个别地段有氧化矿石 (硬锰矿、偏锰酸矿、软锰矿、针铁矿,含水针铁矿) 产于深部的矿囊中,或者是厚度达 120m 的致密矿体。这些矿石含锰达 26.9%。

锰的来源与火山作用有关,因为含锰的灰岩沿走向被喷出岩代替。因此礁间和礁前沉积层相,对于锰是有前景的,它们在侧向上与同时期的火山建造组合共生。由于很多碳酸盐锰矿石外表上难与一般的碳酸盐岩区分开,所以在地质调查时应特别注意研究这些相的沉积物。金属矿的碳酸盐,通常稍稍重些,进行野外定性分析时,对锰显示正反应。对于定量的鉴定,必须采集专门分析锰的样品。

当发现锰矿石时,应该做以下工作: (1) 对剖面做详细的岩石-地层划分,确定矿体层位; (2) 查明矿体相的归属,大致恢复成矿时期的古地理环境; (3) 对总的地质构造、个别的褶皱和断裂破坏仔细填图; (4) 研究矿体形状、厚度、大小、底板构造、矿物成分、均一性程度和变化特点、氧化作用和区域变化作用等。

普查和圈定矿体采用垂向电测深电法勘探、磁法勘探,有时还采用重力勘探。运用地球物理方法的良好效果与许多因素有关。例如在 Усчпский 矿床电法勘探非常有效,因为,矿体的电阻 (几百或者几十欧姆米) 比周围的碳酸盐岩 (大于一千欧姆米) 低得多。在磁场中,当浅色的石灰岩围岩的 ΔZ 值为负 25—30nT 时,用正异常 $\Delta Z = 100 \div 150nT$ 划分矿体。

多金属矿 在世界上很多地区已知有产于礁和周围岩层中的层状多金属矿床: 北加拿大的 Пайи-Нойнт、赞比亚、摩洛哥和北西班牙等地的许多矿床。在苏联,在西后贝加尔的 Еравнийское 矿田内查明有这类矿床。这个地区的矿石非常丰富多彩: 黄铁矿的, 铅-锌的, 菱铁矿磁铁矿的, 硫化物磁铁矿的, 锌-黄铁矿的, 重晶石-多金属的, 赤铁矿的, 黄铁矿-菱铁矿的, 硫化物-赤铁矿的。据 И. Л. Васильев 的意见, 矿质是由海底的气-水热液供给, 它的沉积是与沉积物在具有滞流水和负的氧化-还原电位值的浅盆地中的沉积堆积同时发生的。礁建隆是堤礁, 决定了矿石沉积带的侧向分布。角砾状黄铁矿矿石是重要类型, 这

种矿石,一部分是“在浅水海盆中,当礁建隆的破碎产物与火山灰(Тефровый)物质和弱石化的硫化物沉积物机械混合时产生的,或者是由于含矿溶液与礁灰岩相互作用,在海底交代作用过程中形成的”。

一般说来,相似类型的其它矿床也有礁侧暗色沉积层中的层状类型矿体和沿着礁边缘分布的角砾状矿体。在富含有机质的洼地沉积层中,常常发现铜、铅、锌、钒、镍、钴、钼、铀、硒、银等含量的增高。

苏联学者建议,在对生物建隆发育区进行大比例尺填图时,必须对阐明可能有多金属矿化的问题做专门的研究工作。对于礁坡、礁内泻湖的沉积层、盆地滞流水地段的礁间和礁前的暗色薄层沉积层,都必须进行研究。鉴于在很多情况下,确定了矿化的叠加交代性质,就必须特别注意岩石的次生改造地段——白云石化、重晶石化、石英化带。除了普通的目测普查工作外,必须采用最简单的定性反应方法来测定铜、铅、锌和其它伴生元素,还需要采用地球化学、水化学和生物化学方法。在硫化物矿床的找矿和勘探的地球物理方法中,最有效的是电法勘探,其次是磁法和重力勘探。

非金属矿产的普查

磷块岩 现已知,大量的磷块岩矿床与礁有关。在太平洋和印度洋的现代礁中,开采了很多储量虽然较小,但是质量高的矿床。这里磷的富集与鸟粪堆积有关。

具有另一种成因的层状磷块岩有很大意义。在苏联,层状磷块岩发现于前乌拉尔边缘拗陷的下二叠统礁中、北哈萨克斯坦的奥陶系中、小卡拉套的里非系中和吉尔吉斯山脉的寒武系中和其它地区。

一般说来,虽然也发现礁上的磷酸盐矿化现象不与喷出岩(前乌拉尔边缘拗陷)组合在一起,但是磷块岩却贮存于与火山-沉积建造有关的礁中,其中广泛发育硅质岩石、碧玉、基性成份的火山岩。磷酸盐岩层见于火山-沉积杂岩的不同岩石中。但是主要的磷酸盐堆积恰恰与礁组合有关。层状和透镜状的磷块岩矿体常产出于礁坡上,并且沿着个别的沟槽,它们几乎可上升到最顶部。在礁后带和礁间海峡及低地中也发现了磷块岩矿体。礁组合内的磷块岩的岩相位置,在很大程度上决定了磷块岩的类型。在礁前斜坡上,一般发育裙角砾岩透镜体,是由石灰岩、白云岩或者偶尔是磷酸盐岩石的碎屑构成的,其胶结物是细粒的磷酸盐-碳酸盐物质。在礁坡的较深部位和在流体动力学状况稳定的洼地中,形成磷块岩的透镜体和层。

在普查磷块岩时,应该研究礁坡、礁间和礁后洼地。应该注意,很多层状的磷块岩,实际上与周围的碳酸盐岩和硅质岩石并无不同,因此,在野外工作中必须采用对磷的定性反应,而在最有远景的带中,还需采集化学分析样品。

当发现有磷酸盐矿化现象时,应该进行详细研究。必须查明磷酸盐夹层的地层位置、夹层的岩相和构造情况、它的形状、规模、厚度、成分以及它们的变化。

由于磷块岩铀含量较高,所以可以采用放射性测量。在进行航空放射性测量时,在覆盖地段围岩的伽马辐射强度为 $10.32-15.48 \times 10^{-4} \mu\text{C}/(\text{kg} \cdot \text{h})$,而露头地段,可达 $18.06-23.22 \times 10^{-4} \mu\text{C}/(\text{kg} \cdot \text{h})$ 。 P_2O_5 含量为 20—28% 的磷块岩,可含铀 0.003—0.01%,这种情况决定了辐射强度约为 $77.40-258 \times 10^{-4} \mu\text{C}/(\text{kg} \cdot \text{h})$ 。地面伽马测量,也取得相似的资料。在覆土厚度达 15m 时,确定了异常。步行伽马测量和金属量测量按 $250 \times 50\text{m}$ 的网同时进行,这是最有效的先进的方法。含磷块岩的岩石,用 0.3% 等浓度线和 $25.8 \times 10^{-4} \mu\text{C}/(\text{kg}$

·h)伽马场等值线来圈定。射气测量,测出矿层上的放射性值,在4—10cm背景值上为30—50cm。伽马测井,也能够划分出钻孔中的磷块岩层。

为了确定喀斯特溶洞和喀斯特磷块岩矿层的总面积,建议采用对称电测剖面法,而为了查明它们的分布深度,建议进行垂向电测深电法勘探。浅部地震勘探,可能有益。

其它固体矿产 礁建筑物是石灰岩和白云岩的重要来源。碳酸盐岩的用途是极其多样的:化学工业、冶金工业、建筑业等等。石灰岩和白云岩,以天然状态应用:板面、块石、不规则形状的建筑用石和小碎石,也可进行加工。礁灰岩的纯度高,使其在化学工业、玻璃工业和食品工业等部门进行专门生产很有价值。礁组合中的大理岩状灰岩,常常具有良好的装饰性,可以用它做贵重的铺面材料。

石灰岩矿床地质测量的比例尺常常大于1:50000,就是对岩石—形态带—礁核、礁坡、泻湖等以及礁向周围沉积层的过渡带进行填图。因为,这些相中的每一个相,都有其组成岩石的一定的特征。必须把白云岩化带、硫化带和磷酸盐化带划分并圈定出来。

在干燥气候下,当水的交替困难时,在覆盖礁的岩层中形成蒸发盐类的岩层——石膏、硬石膏、岩盐和钾盐,偶尔,还有硼矿化。而在湿润气候下,当水的交替困难时,发生淡化现象,在充填层的上部层中发育泥炭田,并形成煤田,例如,Камский盆地石炭统的某些煤田。

地下水 往往因喀斯特作用而增大礁体的高孔隙度,在其中常常蕴藏着大量的地下水。通过碳酸盐岩渗透的水,质量高,可用于供水。

礁油气藏的勘探

不认识礁油气藏的存在是常有的事,不但在地震解释和测井分析中,而且地质鉴定中也会出现视而不见。美国阿肯色 Walker Creek 油田 Smackover 组的礁很长时间没有被认识,测井分析,甚至岩芯鉴定和井场岩屑观察都不认识礁的存在。1968年被认为该建造是正断层上倾闭合构造圈闭;1976年则认为是地层圈闭或地层成岩圈闭;1980年 Brock 的研究还未报道礁的存在。后来,地震地层剖面研究指出存在礁层,岩芯分析证明有8m礁格架和碎屑,测井研究表明礁层厚达12m,长16km,宽8km。乍看起来,许多交代的珊瑚可被误认为不规则的球粒,只有严密地鉴定,珊瑚的微结构才变得明显。

1981年在澳大利亚 Canning 盆地上泥盆统礁体上钻井,是获得该盆地第一口原油涌流到地面的井。早在四十年代,地质学家就认识到该区泥盆纪礁的存在,但是,根据地震解释钻井一直几乎不成功。

实践证明:地震资料的地质解释效果既与资料的质量有关,又在很大程度上与勘探目的层的地震地质模式近似实际情况的程度有关。

苏联滨里海盆地北部边缘礁带,在地震勘探上长期没有得到正确的解释,错误的地震认识“削去”了区域时间剖面的“突出部分”,致使分布具有最大含油气特点的下二叠统堡礁的古山脊——非常狭窄的(0.8—1.5km)地带,从含油气远景中消失了,成为延迟萨拉托夫区油气聚集带勘探的主要原因之一。直到1979年,在远萨拉托夫伏尔加河中下游左岸一带,连一个工业油气聚集带也未找到。

在生物礁发育的地区,正确地圈定该区圈闭的地震地质综合标准是在该区成功地进行

勘探最重要的因素之一。为此,要综合利用各种信息,深入研究探区的构造和岩相关系。

不存在通用的地震反射标志

地震勘探是礁油气藏的主要勘探方法,对于礁的地震反射标志存在不同的看法,一方面大量的文章重复描述礁岩隆的地震反射特征;另一方面又有文章否定存在通用的地震反射标志。

最近一则关于礁岩隆的地震反射特征的描述见 J. M. Fontaine 等 5 人 (1987) 的文章:丘形堡礁沉积呈边缘上超反射,上伏反射披覆于礁,下伏反射呈上拉或下拉效应,也可发生双曲绕射。内陆棚体系的斑礁 (patch reef) 呈丘形反射,上伏反射披覆形,有速度异常和假象。然而,这是十年前 Bubb 和 Hatlelid (1977) 就已提出的标准。

更多的实例说明,在地质结构和地震地质条件方面没有相同的生物礁带,不会存在用地震勘探寻找礁体油气圈闭的通用方法。

在苏联西乌兹别克斯坦登基兹库尔长垣范围内,反映上侏罗统礁体斜坡中、下部盐层尖灭的“地震楔”,可作为油气礁体圈闭主要独立的地质地震勘探标志。而在滨里海盆地北部边缘,沿非常陡的礁体斜坡延伸的狭窄地带内发育的下二叠统含油气隆起 H_1 波的时间“延迟”与盐下边缘凸起在波场中显示的特征构成综合标志。即在地震时间剖面中观察到的反射波会合(伏尔加格勒含盐层段尖灭),只有在 H_1 波反射“延迟”的条件下,存在来自堡礁陡坡的地震异常时才具有勘探意义。

在加拿大西部利因鲍乌-扎玛区,中泥盆统克格-里维尔组所发育的含油气单个礁体的综合指标是:(1)具有高幅度的礁上隆起;(2)当斯列伊夫-波英特与列德别德斯反射层之间的 ΔT 同时增大时,斯列伊夫与瓦巴蒙反射层之间的 ΔT 减小;(3)来自勃莱克-克里克盐层的反射波向礁体接近时波对比中断。礁下隆起的幅度相当大(达 60m 或更大)是沉积物的差异压实作用和在近礁带以上勃莱克-克里克盐层地下浸析作用的总结果。采用地震勘探(反射波法和共深度点法)标出的克格-里维尔组的礁体圈闭显示出很高的成效。

利因鲍乌-扎玛区中泥盆统礁体的地质结构与密执安盆地北部发育的中志留统礁体的形态成因极其相似,但这两个地带生物礁沉积的地震地质条件有本质上的区别。密执安盆地北部生物礁沉积带的主要地震地质不同之点有:(1)压实的礁上构造幅度小(在这里没有发生近礁的盐析作用和上覆岩石的中部下垂);(2)从紧靠近礁上碳酸盐岩层 A_2 和礁下 Niagaran 组,地震层面的反射波由逐渐减弱到完全消失;(3)地质剖面上部的非均质结构很复杂,干扰波的干扰程度很高,等等。

加拿大阿尔伯达西南部上泥盆统形态成因类似的高产礁体(苏昂-希尔斯和列久克组的单个礁岩块)具有十分弱的地震反射性。苏昂-希尔斯组的礁岩与环绕礁体的沃捷鲁伊斯组的泥质碳酸盐沉积的速度特点近似,在礁体上没有压实构造,这是用地震方法寻找礁岩隆效果低的主要原因。在时间剖面中,列久克组礁体反射弱的原因是礁体圈闭埋藏很深,压实的礁上构造幅度小,环绕礁体的阿伊尔顿组的碳酸盐岩-泥岩层的声波均匀等。因此,建立区域性的地质-地震综合标准是十分必要的。

地温测量

苏联和其他国家的著作都说明了在堡礁上近地表地温测量的效果,例如,在滨里海拗

陷北缘地区,地温测量通过在 1500m 深度上温度值的偏高明显地圈出拗陷的边缘,温度通常相对于边缘的外侧而言达 3—4℃。这种异常完全是由于礁体岩石热导率与围岩不同所致。礁脊的高度比礁的外围高出 200m,这在碳酸盐岩与陆源沉积温度梯度相差 2.2℃/100m 的情况下就会引起上述异常。在科罗布科夫 (Коробковская) 地区,在 3km 深度的礁体表面上异常为 20℃,而在地表异常为 2.5—3℃。在卡马-基涅里拗陷的奥辛礁体上也有类似的异常。

因此,在所有上述情况下,不是用构造进行解释,而是用沉积-古地貌进行解释更为合理。在美国得克萨斯州艾得瓦尔兹堡礁地区开展的地温工作也通过地温梯度极大值明显地圈出礁体位置,极大值是由礁体上方的粘土底辟作用引起的。

1972—1973 年苏联在沃伦-波多里板块地区开展了地温工作,划分出 $\Delta t=1.8^{\circ}\text{C}$ 的局部地温异常,在成因上对应于礁体模型。后来的钻探工作证实了礁体的存在,并在礁体上方的压实构造中发现了气层。

潜伏礁的地震研究方法^①

潜伏礁油气田主要产区在美国、加拿大、墨西哥、苏联、北非、中东和东南亚等国家。

一般勘探礁的方法是:首先进行地质调查研究,大量收集过去已有的物探资料;在勘探区研究有利于礁发育的古地形、水深、温度和地质时代,推断礁生长的位置和形成条件,以及礁可能分布的地区。要研究各种礁的形成和发展、礁的生物组成、礁的结构、岩性变化和储集层的特性,以利于礁的勘探。

地震研究方法,主要分以下几个步骤进行。

1. **测线布置** 根据现有的地质物探资料进行分析,通过礁发育带布置测线。一般垂直礁带布置测线,先稀后密,例如,在密执安盆地礁的勘探工作中,首先垂直礁带布置测线,测线距稀可达 10km (一般线距 1—2km)。当确定礁带的宽度以后,再平行礁带布置测线。在大致找到礁的位置以后,需要加密测线确定礁的规模大小和采用十字测线确定礁的形态。

三维面积网络测线是目前找礁最有效的一种测线布置方式。如果数据采集正确,这种方法不仅能确定礁的深度位置,而且还能确定礁的面积分布。有些礁由于规模小,例如补钉礁等,单从加密测线考虑很不经济,然而使用三维网格测线地震面积观测,则可以重建测线位置和密度以及确定小型礁的位置、规模和形态。

2. **数据采集** 高分辨率地震勘探是寻找礁的一种主要手段。但是涉及许多方面的改进工作,需要注意数据采集、处理和解释各个环节的密切配合。一般尽量保持高频。

3. **地震资料处理** 为了取得高分辨率地震资料,根据有关资料介绍主要考虑:(1) 振幅补偿由波的球面扩散造成的振幅损失和地层滤波效应造成的损耗;(2) 作多道滤波、F-K 滤波或者 T-P 变换等压制或分离干扰波;(3) 使用反射记录初至折射或者使用模型模拟静态效应法进行静校;(4) 利用速度分析选择 RMS 速度或者迭加速度;(5) 作多种反褶积和子波处理;(6) CDP 资料迭加后进行反褶积和滤波;(7) 迭前和迭后偏移等等处理手段,以

① 据初春田资料编写。

便取得高分辨地震剖面。

对于静校工作,除了通常使用的地震反射记录初至折射静校法而外,目前模型模拟静校法是新发展的一种方法。通过模型模拟地层构造,引入静态时移值模拟期望的静态误差。设计的静态时移值包括有局部误差、系统误差和随机误差,用以研究未校正的静态误差对三维面积地震资料的影响。

4. 地震资料解释的方法 根据找礁的经验介绍,应当注意如何利用地震剖面反射特征识别礁?如何建立地质模型解释礁和如何利用多种测井资料确定礁层和高孔隙带?

(1) 注意礁在地震剖面上的反射特征和识别标志。在勘探初期,对礁的解释要本着已知到未知的原则,首先进行浅礁勘探确定礁的反射模式,以利于深部礁的解释。主要识别标志:A. 礁顶一般出现有强的反射振幅;B. 较大的礁在地震剖面上一般外形呈丘状;C. 礁内部的反射有时断续,杂乱或空白;D. 礁的两侧有时出现反射上超现象;E. 岩隆顶部的地层由于压实作用,岩隆以上的反射往往产生披盖现象;F. 礁底反射向上凸,或者下凹,或者不连续;G. 礁的边缘和终结点可能出现绕射;H. 在断块边缘和枢纽线位置适于礁生长的场所,可用地震模型反演进行解释。在地震剖面的标准模式条件下,在礁与围岩之间,通常产生以下不同类型的速度异常(图9):(a) 礁比围岩有较高的速度,特别在礁的周围是页岩时,深层反射形成上隆;(b) 除了上面礁的模式以外,相似条件更类似于丘状隆起;(c) 礁的周围是高速蒸发岩时,深层反射产生明显地下凹;(d) 在大陆架边缘,由于礁前和礁后沉积环境不同,沉积岩一侧为低速,另一侧为高速,在礁的两侧产生相反的速度异常。

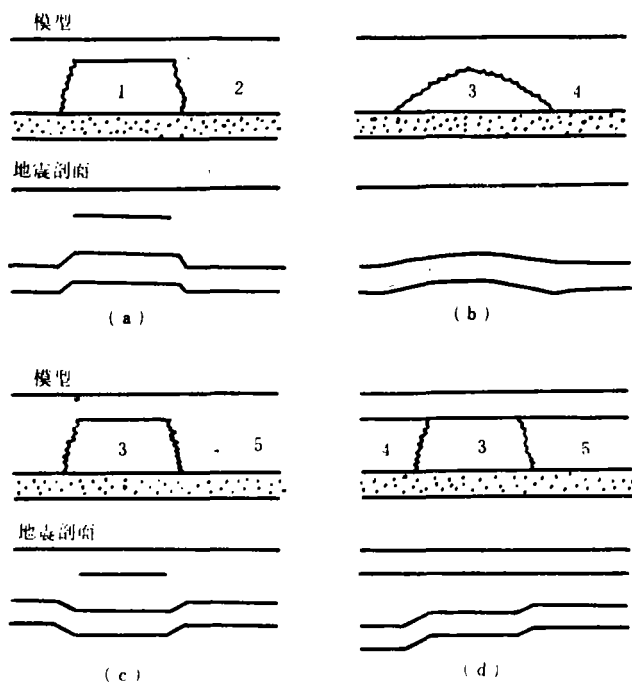


图9 由礁产生的速度异常(据 Robert E. Shrigg, 1980)

1 高速异常; 2-低速页岩; 3-灰岩; 4-页岩; 5-蒸发岩

(2) 模型试验。在国外许多油气田上,广泛地使用模型正反演法解释礁体,这是目前的一种主要解释手段。

当使用正演模型时,利用迭代方式反复修正模型和参数,直到模型理论合成记录与野外观测记录拟合得最佳为止。在密执安盆地解释尼亚加拉礁体时,根据礁反映的地震反射物质,设计了许多典型礁的地质模型和易被错误解释为礁的地质模型,诸如盐丘、火成岩、被溶解的盐岩和页岩加厚等,将这些地质模型在计算机上模拟地震响应,根据合成地震记录绘制合成地震剖面,把合成剖面与实际观测剖面作比较,可以帮助解释礁的构造轮廓和形态。

在加拿大阿尔伯达一个气田上,根据地震资料绘制的地震构造图结合合成声波测井剖面作解释,扩大了原来的油气田范围。

(3) 利用各种测井资料作解释。在碳酸盐岩地区,使用多种测井资料,诸如井径、自然伽玛、补偿地层密度、井壁中子、孔隙率、声波测井和 VSP 测井对礁作解释,可以有效地识别碳酸盐岩层和盐岩层等的厚度以及确定高孔隙带的礁层。

在地震剖面上礁的假象

在地震剖面上有时出现礁的假象,诸如火成岩、泥丘和古隆起侵蚀面等。在判断碳酸盐岩隆时应引起注意。

(1) 火成岩在磁力剖面上产生磁力异常,可以结合本地区的地质钻井资料,对磁力异常作综合解释。

(2) 泥丘主要由含水泥砂岩组成的沉积结构。它与碳酸盐岩比较,在显示的丘状反射上,有时显示相位数较多;在速度上有明显地降低。因此,可以用速度资料结合钻井资料综合解释。

实例:

1. 十字排列三维面积地震数据采集法

这是在密执安盆地一个礁带上使用的一种数据采集方法。在排列布置方式上,如果以单个十字排列(图 10)表示复盖面积时,需要布置一条激发线和一条接收线互相垂直。四个十字排列的总复盖面积如图 11 所示。每条激发线有两条接收线。

例如,在工区一个 1 英里正方形复盖面积上,两条激发线各有两条接收线。由于中点复盖是在整个面积上,所以任何位置都可重建三维偏移测线。在这里重建 15 条测线(包括南北向和东西向)和一条 CDP 测线。图 12 是这些测线的位置分布图。

2. 果特兰地区找礁的三维地震勘探方法

在巴尔提克海岛使用了 mini sosie 高分辨率地震勘探系统,已广泛地用于确定浅层反射介面。在地形起伏,表层多变和多树木地区使用这个系统是最合适的。根据工区作的一条 CDP 六次迭加剖面,反映礁顶以下出现有上奥陶统的反射介面,而下伏地层所有反射面被破坏。因此,简单的地震剖面不能显示出整个礁异常范围的特征和确定异常中心的位置。为了详细研究礁构造的形态,开展了三维面积地震测量。

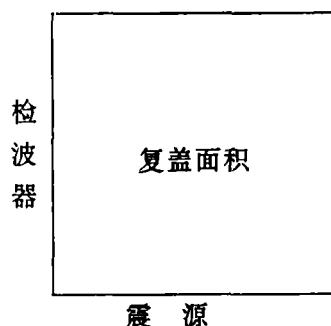


图 10 单个十字排列的复盖面积
(根据 Janet S. Kotcher et al)



图 11 四个十字排列的总复盖面积

3. 地震层析成像法

这是地震工作新发展的一种方法。

观测的方法与医学上 X 射线层析成像基本相同。对目的层和异常要求尽量多

点激发和多点接收，要通过取得不同方向路径的地震波传播时间。通过地震反演可以准确地确定反射横向不均匀介质的速度和深度。

在解释上，以速度模型建立的地下构造分成若干个块状体 (block)。每个块状体给以一个速度值。这时，波至时间可以用各个块状体之间的波至时间的总和来表示。采用迭代方式变化速度模型的各个块状体的速度，使观测的时间和模型计算的时间拟合时，可能求得地下构造真的速度模型。目前使用的解释方法有：后投射技术、代数重现技术及同时迭代技术。但是，这种新方法还没有广泛地使用。

4. 多种方法综合解释礁

小结：

(1) 高分辨率地震勘探是找礁的一种主要方法。三维面积地震勘探不仅是确定礁体的深度和位置，而且可以确定礁的面积分布，尤其对小型礁。

(2) 数据采集、处理和解释必需密切配合，高密度数据采集和处理是提高记录信噪比和解释质量的一个关键。在资料处理中，必须重视静校、抑制干扰和取得真振幅地震剖面。

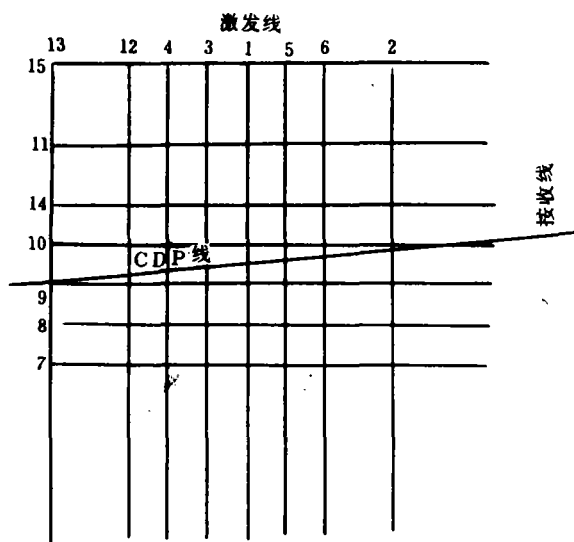


图 12 面积解释的 15 条测线位置和 CDP 测线位置图

埋藏堡礁可能发育地带的确定方法

在油气藏与埋藏礁体相关的大多数含油气区，普查-勘探工作都很复杂，为了查明和提供深部钻探的礁相圈闭，地震勘探方法是最有效的一种方法。但是，为了布署普查性地震勘探工作，必须了解区内礁体的分布规律，礁体类型和在剖面中的地层位置以及其他许多特点。因此，查明区内礁相圈闭的分布规律以及确定其可能的发育地区，便是油气普查工作的一项迫切任务。

在研究西乌兹别克斯坦礁相岩系的过程中，曾作过大量研究工作。他们研究了礁相

(堡礁、单体礁等)圈闭的类型、时代、在区内的分布,还作了预测其可能分布地区的尝试,这些研究工作在阿姆河台向斜北部的油气普查工作中发挥了良好的作用。然而,油气普查工作的实践则要求进一步研究礁体的结构及其在区内的分布规律。

礁相岩系通常产于海底的特定地段。许多苏联研究人员(Наливкин, 1950, 1955; Страхов, 1947; Хатъянов, 1964; Эгнич, 1956; Япшиш, Гарецкий, 1960)都认为,尽管礁体产于断裂和背斜褶皱的特征是间接的,但礁体与非补偿拗陷(Некомпенсированный прогиб)或洼地仍具有直接的成因联系。

对现代堡礁的研究证明,在礁体的生长过程中,在海浪水力作用下,同时也有部分堡礁遭到破坏。而且,礁体的破坏产物在礁体以外沉积下来,其结果是,朝向外海的那部分海盆地发生了非补偿性拗陷。这样一来,在堡礁和非补偿拗陷之间便发生了成因联系。

苏联学者 А. Г. Ибрагимов 等人编制了西乌兹别克斯坦黑色泥质-碳酸盐岩的等厚度图,目的是确定堡礁分布区和礁前非补偿洼地。所得资料表明,礁体主要产于在整个侏罗纪发生强烈拗陷的古盆地的边缘。因此,该区侏罗纪地层等厚度图反映了碳酸盐堆积开始在前强烈拗陷区内,以及造礁作用以前阿姆河台向斜北部和吉萨尔山脉西南部侏罗纪古盆地发育区。根据已查明礁体的上述分布规律,通过该图可勾勒出新的堡礁发育地区。

苏联学者通过阿姆河台向斜北部这一实例,得出如下结论:礁体与非补偿拗陷或洼地确实有直接的成因联系,因此,可以通过确定古盆地强烈拗陷区的途径,来查明礁体的边界。

通过研究,可以发现新的可能发育有堡礁的地区,并把吉萨尔山脉西南支脉的礁相岩系同布哈尔-希文地区的礁体加以协调。这样,便有可能目标明确地规划西乌兹别克斯坦礁相岩系的油气普查-勘探工作。

主要参考资料

Ибрагимов А. Г. Метод Определения возможной зоны развития логребенных Барьерных Рифов 1984, Объединение (Узбекнефтегазгеология) МГ Уз ССР

Задорожная И. ДР. Методическое Пояснение по геологической Съемке Масштаба 1 : 50000 2 Выпуск геологическая съемка В Районах Развития Отложения С Органическими постройками, 1982, Ленинград (Недра)