

高密度电法探测地下牡蛎礁(滩)的实验

蔡运胜

(天津华北地质勘查局, 天津 300181)

摘要:通过对天津滨海地区牡蛎个体组成成分的分析与研究, 根据其其与围岩间明显的电阻率差异, 采用高密度电法进行探测。相比其他方法而言, 高密度电法具有有效、快速、准确的特点, 对其探测结果采用少量钻孔进行验证, 可以达到大面积普查和节省大量勘查费用的双重效果。

关键词: 高密度电法; 地下牡蛎礁; 探测试验

中图分类号: P631

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2009)06-0635-03

牡蛎礁(滩)是第四纪过程中形成的一类重要地质体——牡蛎的天然堆积体。从成因上讲, 在多次海浸、海退过程中既有风浪搬运来的个体, 也有因“趋群性”而相互贴附成坝状抗风浪的群体。牡蛎礁(滩)作为天津滨海地区特殊的生物遗迹, 详细记录了海陆变迁过程中遗留的大量宝贵信息, 具有特殊的地质研究意义和自然稀有的美学价值。

天津市滨海新区为国家级改革开放的试点区, 市政府对其发展规划提出了较高的要求。充分开发和保护、利用好牡蛎礁这一独特的自然资源, 修建第二个地质公园, 有效进行生态保护, 建设绿色环保宜居城区, 已纳入滨海新区的整体规划。

1 问题的提出

开挖出的牡蛎礁一般成线状分布, 规模大小不一, 厚度约为1~3 m, 最厚可达5 m左右, 埋藏深度一般为1~4 m。目前面临的问题是牡蛎礁只在滨海地区的局部地段开挖发现, 对其整体在地下的分布情况还很不清楚。要想最大限度地开发利用牡蛎礁这一资源, 就必须首先摸清其在地下的分布范围、空间赋存形态及埋深情况等。

前人曾采用多种方式对地下牡蛎礁进行勘查: 一是在推测的重点地段进行开挖, 此方式工程量太大, 费用高, 而且对牡蛎礁的原生状态产生破坏, 不利于今后保护和建设地下展览馆; 二是采用洛阳铲, 按网格状形式进行小孔探挖, 由于天津滨海地区特殊的土层结构, 一般为粉质黏土和淤泥质, 所以探挖方法很难实施, 而且探挖过程中对牡蛎层也有破坏;

三是采用人工浅层地震勘探法, 如折射波法和瑞雷波法, 由于地下介质都是软土层, 勘探过程中接收到的折射波或面波信号均很弱, 而且目标体与围岩之间的波阻抗差异很小, 所以探测效果不是很理想。

2 方法的选取

鉴于以上种种情况, 若要有效、快速、准确地查清牡蛎礁的地下情况, 必须根据牡蛎礁的自身特点, 选取一种有效的、合理的方法技术进行勘查。根据已掌握的资料, 牡蛎礁是由牡蛎个体堆积而成, 牡蛎个体属贝壳类, 其物质成分主要是 CaCO_3 , 其次是 SiO_2 和 Al_2O_3 等。从牡蛎层样品的测试结果来看, CaCO_3 含量介于34.62%~90.47%, 平均72.95%, 上述这些物质成份在固态条件下均为不导电的高阻体; 而其围岩, 如粉质黏土、黏土和淤泥层, 因富含水而呈现良导电的低电阻率特征, 二者之间存在明显的电性差异。因此, 可以根据电阻率差异这一物性前提, 利用高密度电法, 对地下牡蛎礁的分布范围及空间赋存形态进行有效勘查。

3 方法研究与技术思路

高密度电法是20世纪80年代提出的一种电法勘探装置形式, 其原理与常规电法完全相同, 所不同的是在一次布线, 多点连续观测, 所进行的是二维地电断面测量, 兼具剖面法和测深法的功能, 是进行浅部地层划分、隐伏目标体探测以及地质滑坡体监测的一种有效手段, 具有测点密度大、勘测信息精确和工作效率高等特点。

收稿日期: 2009-01-05

基金项目: 中国地质大学(北京)“地下信息探测技术与仪器”教育部重点实验室开放课题项目(GDL0601)

天津滨海地区的地层结构相对比较简单,也比较均匀,其电阻率值一般为 $1 \sim 15 \Omega \cdot \text{m}$ 。当高密度电阻率法测量反演断面上出现局部高阻异常,并且其深度、形态和范围与已知牡蛎礁规模大体相当时,即可认为是牡蛎礁(堆)等效的高阻体的异常反映。

首先,在已知或已开挖出牡蛎礁的地段进行方法试验,选择不同的极距、不同装置形式进行高密度电阻率法测量,对观测数据进行反演计算,用反演结果与已知情况进行对比,验证方法的有效性和合理性,选取最佳的装置形式和观测参数。其后,在未知区进行多剖面的面积性测量,剖面间距可根据具体情况而定,对测量结果进行综合反演处理,形成断面影像图,由多条断面影像图即可确定出地下牡蛎礁的分布范围、赋存产状、形态及埋深等。最后,对高密度电法的探测结果,布设少量钻孔进行验证。

4 野外工作的开展

野外试验工作地点选在天津市宁河县俵口村东南约 260 m 的一个采坑边,试验剖面距离采坑约 5 m。该采坑深约 7.5 m,上部 0.9 ~ 1.8 m 为粉质黏土,其下是 7 层牡蛎壳层夹 6 层粉砂,底部是 30 cm

厚的粉砂层。使用重庆地质仪器厂生产的 DUK-2A 型高密度电法仪(60 根电极)进行测量,剖面方位 35° ,剖面长度 295 m,剖面上 110 ~ 135 m 区段对应于采坑位置。

工作中,选择电极距 a 为 2 ~ 5 m,隔离系数 n 为 12 ~ 16,分别采用温纳(α)、偶极(β)、微分(γ)、三极、温施(1,2)、施贝(1,2)等多种装置进行观测。经对比分析发现,电极距为两三米时,各装置的测量结果基本一致,而电极距为四五米时,反演的电性断面效果较差,分辨率明显降低,考虑到今后勘查工作效率等因素,故选择的电极距略大一些($a = 3 \text{ m}$)。各种装置的观测结果中,温纳装置信号最强,效果也较好,而偶极、微分、三极等其他装置或是由于信号弱、或是由于装置本身的不对称性,效果均较差。

隔离系数选择稍大一些($n = 14$),其原因一是试探深部是否有牡蛎礁的存在,二是在野外当电极、电缆线一次性布设好后,用较大隔离系数测量不会耽误太长时间,而且能提供深部地层信息。试验结果表明,当电极间距 $a = 3 \text{ m}$ 、隔离系数 $n = 14$ 时,温纳装置反映的整体地层分布、局部小规模高阻异常体都较为明显和清晰,有较高的横向和纵向分辨率。

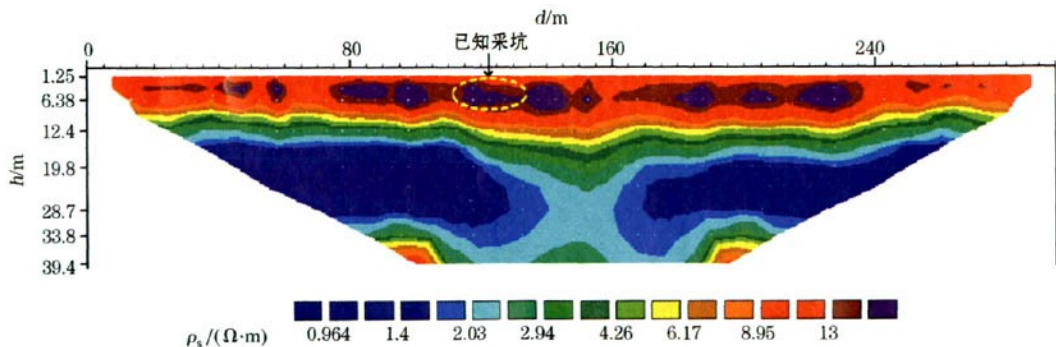


图 1 高密度电法探测地下牡蛎礁试验剖面反演电阻率等值线断面

高密度电法试验剖面测量结果见图 1。在高密度电法测量反演断面图上,浅部 0 ~ 8 m 是相对的高阻盖层,分布广泛,电阻率值一般为 $7 \sim 13 \Omega \cdot \text{m}$,反映的是表层土,由粉质黏土和粉砂质组成,因含水量少,电阻率值偏高;在高阻层中 1.9 ~ 9 m 深度上出现了局部断续分布的高阻异常中心,电阻率值为 $14 \sim 20 \Omega \cdot \text{m}$,已知采坑对照,其埋深和厚度都基本对应,形态也吻合,可知这一高阻层中的局部异常就是地下牡蛎礁(滩)的反映;断面上 9 ~ 30 m 深度范围内电阻率为低阻,场值为 $1 \sim 6 \Omega \cdot \text{m}$,反映了地下黏土层和淤泥质因富含咸水而呈现低阻的特征;再往下 30 ~ 40 m 深度上,电阻率值又逐渐升高,场值为

$5 \sim 14 \Omega \cdot \text{m}$,分析认为主要是由于深部黏土层处于半凝结状态,含水量逐渐变少的缘故。

高密度电法测量结果与采坑中已知的牡蛎层埋藏分布情况完全一致,说明了该方法探测的有效性和可行性。随后,在离开采坑较远的地方(往北约 200 m),布设了 2 条平行剖面进行勘测,剖面编号为 I、II,单剖面长度 355 m,方位角 35° ,剖面间隔 30 m。

5 成果资料解释及钻孔验证

从 2 条剖面的高密度电法测量结果及反演电性断面图上看(图 2),其电性特征具有类比性,整体表

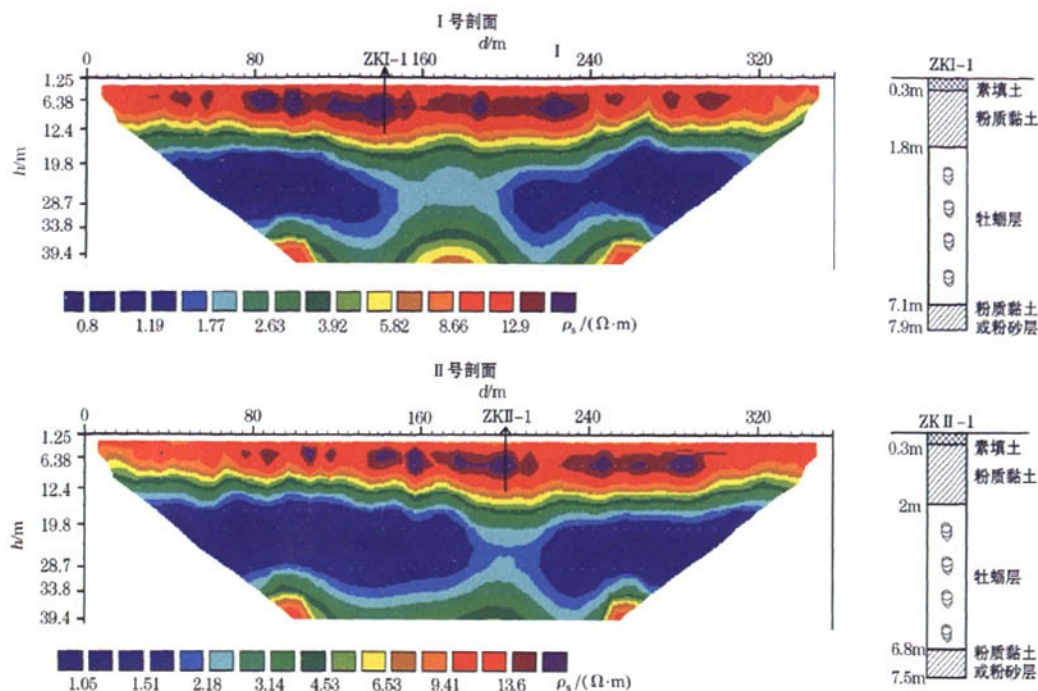


图2 试验 I 剖面(上)、II 剖面(下)反演电阻率断面及钻孔验证

现与已知采坑附近的情况基本一致;其上部 0~9 m 之间是一高阻层,水平均匀,反映的是地表素填土、粉质黏土和粉砂层,因含水量少而电阻率偏高;高阻层中大致在 1.8~8.5 m 深度上同样出现了局部断续分布的高阻异常中心,电阻率值为 14~20 m,推测这些局部高阻异常就是地下牡蛎礁的反映,并且 I 剖面的异常强度与范围要明显高于 II 剖面,说明 I 剖面下的牡蛎礁层要好于 II 剖面的。

为了证实高密度电法的解释推断结果,分别在 I 剖面的 140 m、II 剖面的 200 m (距剖面起始点) 附近布设浅钻进行验证,钻孔的验证情况见图 2。在 ZK I-1 中,1.8~7.1 m 见到牡蛎层,在 ZK II-1 中,2.0~6.8 m 见到牡蛎层,牡蛎层的埋深和厚度与解释结果基本一致,形态也吻合。验证结果充分证明了高密度电法探测地下牡蛎礁实验研究的成功,表明运用高密度电法能够达到勘查地下牡蛎礁分布范围的地质目的。

6 结论

(1) 通过对组成牡蛎礁(堆)的物质成份及地球物理特性的分析研究,认为其与围岩间具有明显的电阻率差异,所以采用高密度电法对地下牡蛎礁分布范围及空间产出形态进行勘查,取得了明显的效

果。与其他方法相比,该方法具有成本低、效率高、信息丰富、探测准确、可大面积普查的优点,而且对目标体不产生任何损坏作用,应在牡蛎礁勘查中大力推广。

(2) 根据高密度电法探测出的牡蛎礁分布范围及赋存情况,布设少量钻孔进行验证,在此基础上选取最具代表性的地段,提出申请,拟建以牡蛎礁为展览主题的天津市第二个地质公园,供游人参观,进行科普教育。

(3) 高密度电法使用时,一定要研究被探测对象的物性条件,根据试验效果选择合理的工作参数,如装置形式、极距大小、隔离系数等,只有这样才能取得较好的勘查效果。另外,反演解释结果中目标层底部的误差略大,还需进一步研究解决。

参考文献:

- [1] 郭建强. 地质灾害勘查地球物理技术手册[M]. 北京:地质出版社,2003.
- [2] 侯福志. 牡蛎礁和贝壳堤——天津地史的见证[J]. 化石,2002(2).
- [3] 牟斌,于治通,彭海洋,等. 综合物探方法在天津市浅层贝壳堤地质环境调查中的应用[J]. 物探与化探,2009,33(1):109-112.

GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS AND TECTONIC ENVIRONMENT OF YAOWUGOU GRANITE PORPHYRY

OU-YANG Hai-song, LIU Shan, HU Xiang-zhao

(School of Geoscience and Environmental Engineering, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: Located in Taibus Banner of Inner Mongolia, the Yaowugou stock is a granite porphyry assuming a north-south spheroidal form. The rock has porphyritic texture, and the minerals are mainly quartz, plagioclase, plagioclase and subordinately biotite. As for chemical components, SiO_2 is slightly lower than the average SiO_2 value of granites, potassium is rich but sodium is poor, FeO and CaO are very low, and aluminum is oversaturated. The rock has high differentiation index and high total REE. The values of LREE are by far higher than the values of HREE, with a very weak negative Eu anomaly. All this indicates that the Yaowugou stock should be genetically a S-type granite.

Key words: granite porphyry; geochemistry; REE; tectonic setting; Yaowugou in Taibus Banner

作者简介: 欧阳海松(1985 -), 男, 2008 年毕业于中南大学地质工程专业, 获学士学位, 在读硕士研究生, 现主要从事矿产普查与勘探研究。

上接 637 页

THE EXPERIMENTAL APPLICATION OF THE HIGH-DENSITY ELECTRIC METHOD TO THE DETECTION OF UNDERGROUND OYSTER BIOHERM

CAI Yun-sheng

(North China Bureau of Geological Exploration, Tianjin 300181, China)

Abstract: Through an analysis and study of the composition of individual oyster bodies in the coastal area of Tianjin and according to obvious resistance difference between the oyster body and the wall rock, the author adopted the high-density electric method to conduct the detection. Compared with other techniques, this method is characterized by high efficiency, rapidness and accuracy. With the inspection of a few drill holes, this method can attain the aim of both realizing large-area survey and reducing exploration expenses.

Key words: high-density electric method; oyster bioherm; detection test; inspection; geological effect

作者简介: 蔡运胜(1965 -), 男, 山西运城人, 高级工程师, 主要从事地球物理勘查和技术管理工作。