

# 绳索锤击取心浅钻技术在近海砂矿勘查中的应用

韩孝辉, 龙根元, 刘刚, 孙水文  
(海南省海洋地质调查研究院, 海口 570206)

**摘要:**在海南岛东部滨海浅海砂矿资源调查中,应用绳索锤击取心浅钻技术实施 20 m 浅钻,取得了较好的效果。实践证明,这种浅钻技术是获取浅层地质实物资料、验证地下信息推断与解释,最终圈定矿体、计算储量、评估品位的有效手段。介绍了这种结构简单、扰动较小的地质浅钻技术及其在生产中的应用。

**关键词:**绳索锤击取心;浅钻取样;花管;取样管;杆状重锤

**中图分类号:**P634 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2015)12-0009-04

**Application of Cord Hammer Coring Shallow Drilling Technology in Exploration of the Littoral Placer/HAN Xiaohui, LONG Gen-yuan, LIU Gang, SUN Shui-wen** (Marine Geological Survey Institute of Hainan Province, Haikou Hainan 570206, China)

**Abstract:** In the littoral placer resource investigation in the east of Hainan Island, good results were achieved in the application of cord hammer coring shallow drilling technology for 20m shallow drilling. The practice has proved that this shallow drilling technique is an effective means to obtain the shallow geological material data, verify the underground information inference and interpretation for the final delineation of the ore body, reserves calculation and grade assessment. This paper introduces the shallow geological drilling technology with such a simple structure and small disturbances along with its application in production.

**Key words:** cord hammer coring; sampling by shallow drilling; perforated pipe; sampling tube; rod-shaped heavy hammer

海南岛环岛滨海地带广泛分布有第四系砂质地层<sup>[1]</sup>,沿岸具有丰富的重矿物资源,特别是东部沿海一带是海南省锆钛等重矿物主要富集地,海南岛滨海浅海钛砂矿、石英砂、锆英砂储量居全国前列<sup>[1-2]</sup>。我院承担的一项海南岛近浅海砂矿资源调查项目中,采用了绳索取心锤击浅钻技术,取得了良好的效果。

## 1 工区概况

工区位于海南岛东部近海,钻孔位置水深 10 ~ 40 m,潮汐特点为不规则日潮混合潮,受风浪作用显著,由于沿岸多港湾,湾内水流与潮流作用较强,风浪与潮流为海岸主要水动力<sup>[3-4]</sup>,从工区底质表层样来看近岸表层沉积物相对较粗,以砂砾、砾砂、粗砂、中粗砂、中砂为主;远岸区为粘土质粉砂,基本平行于海岸呈带状分布,局部有珊瑚礁分布。

## 2 施工要求

浅钻孔位是在地震剖面解译基础上布设,要求

钻孔深度  $\leq 15$  m,实际孔位与设计位置的偏差  $\geq 30$  m,泥质地层岩心采取率  $\leq 80\%$ ,砂质地层岩心采取率  $\leq 60\%$ ,岩心采取率不得连续 2 次不满足技术要求,钻探施工过程中,应每回次测量水深,以便校准进尺深度;单孔以砂层底板为界,一般钻至基岩、砾石层或粘土以下 1 m 终孔;每回次钻进 1.0 m 左右,禁止进尺长度超过取样管与废土管之和。

## 3 绳索锤击取心浅钻结构原理及操作步骤

### 3.1 结构原理

浅钻由取样管、花管、杆状重锤、花瓣、刀口及其它附件构成(见图 1),为了减少对地层的扰动,取样管设计长度为 1.2 m,花管长度为 4 m,花管的外径与取样管外径为 89 mm,管壁厚 4.5 mm,花管就是密布直径为 1.5 cm 小孔洞的钢管,杆状重锤在花管内运动,花管壁上的孔洞起到杆状重锤运动时排水的作用,刀口起到切割地层的作用,花瓣起到样品止回作用<sup>[5]</sup>。

### 3.2 操作步骤

收稿日期:2015-07-20; 修回日期:2015-11-23

作者简介:韩孝辉,男,蒙古族,1969年生,室主任,工程师,勘查地球物理专业,博士,主要从事海洋地质勘探工作,海南省海口市南沙路 49 号,hanxiaohui99@163.com。

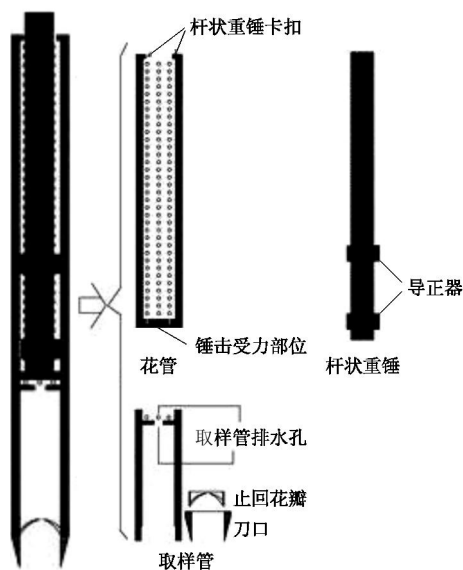


图1 浅钻结构示意图

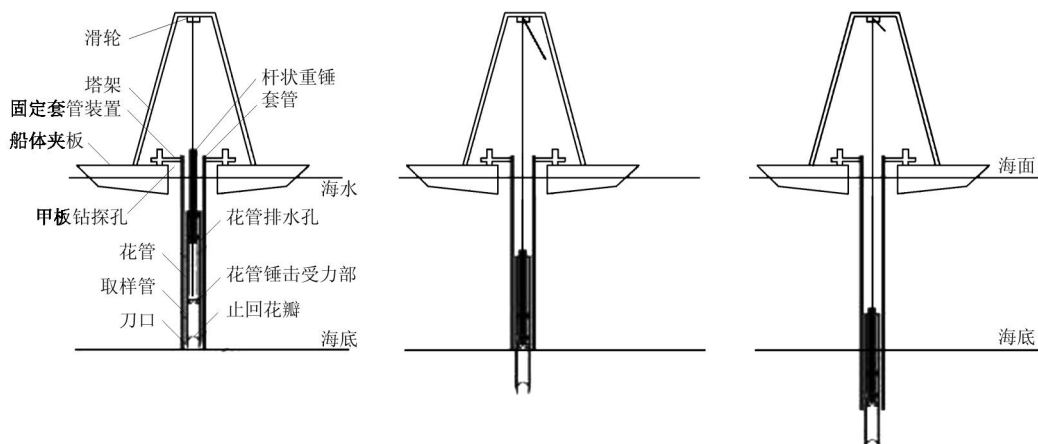


图2 浅钻取样过程示意图



图3 施工现场照片

本项目地质浅钻取样采用套管护壁,套管外径127 mm,管壁厚10 mm,长度1~4 m,钻探船是本项工作的基础平台,由1000 t的货船改造而成,在船体甲板稳心部位改造设计一个1.2 m×1.2 m的方形口,套管、钻具通过此口入水(见图2、图3),在甲板口上方安装一个13 m高的钻塔架,塔架顶部固定一个定滑轮,卷扬机钢丝绳过定滑轮与杆状重锤相连,卷扬机转动通过钢丝绳带动杆状重锤在花管内做排水上下运动。

第一步,钻探船按GPD导航就位,船长一般使船头迎风(流)向抛锚<sup>[6]</sup>,根据海况至少抛4个锚,确保钻探船稳定。由于本项目钻探船靠自身抛锚,就位、稳定过程花费的时间较长,影响作业效率。

第二步,钻探船抛锚就位、稳定之后下套管,

套管长度1~4 m,套管一直插到稳定的地层,下沉时在上面再加套管,保证使其起到护壁的作用。

第三步,套管下好后,卷扬装置拉起钻具从套管内入水,待取样管触底,卷扬机迅速释放杆状重锤,杆状重锤在花管内排水向下运动击中花管受力部,花管连同取样管一起向下运动插入海底沉积物中,这样提起杆状重锤击打几次即可。

第四步,取出钻具,为减少样品扰动,取样管设计成1.2 m长,计算取样管已插入底质1 m时,从套管中取出钻具,从花管上拧下取样管、刀口和花瓣,换上另一个取样管,钻探组人员继续上述步骤,取样组人员把装满岩心的样品管放到专门设备上,把取样管里的样品挤出来(见图4),编录人员测量岩心长度并现场进行每一回次描述记录及拍照,现场描

述内容包括顶部和底部的岩性,内容有颜色、粒级、分选、磨圆度、物质组成、重矿物含量<sup>[7]</sup>,如果样品中间段能识别岩性的也同样记录,特别是分层界面要特别记录清楚;同时记录的还有航次、日期、孔号、坐标、海况、水深等。



图 4 从取样管中推出岩心

第五步,每个回次样品按要求包装好、做标记封存。如此往复,直至取样到设计深度。包装样品时,先将封存岩心用的对开的 PVC 塑料管冲洗干净,其中一半依次铺上白布、保鲜膜,再将岩心移至管内。先用保鲜膜裹严岩心,外面再用白布裹紧,防止岩心变形和水分蒸发(见图 5)。接着将岩心标签置于回次的底部,两端用木塞封堵,合上塑料管,用螺丝固定,胶带密封两个半管之间的缝隙,尼龙绷带扎紧。封存岩心硬质塑料管外的标识:孔号,回次号,回次起止孔深,上下标志等(见图 6)。样品依次整齐堆放、固定,避免日晒雨淋和其他意外损坏。搬运过程做到轻拿轻放。



图 5 岩心样品封蜡包装



图 6 岩心样标记封存

具有高取心率、高效率、样品扰动程度低等优点。

项目设计 12 个钻孔(见表 1),由于施工时间是 12 月份,海况较差,影响了施工进度和效率。实际完成 12 口,完成比例 100%。浅钻设计总进尺为 180 m,实际完成 181.19 m,完成比例 100.7%。

表 1 12 口浅钻进尺及岩心采取率

钻孔	水深/ m	累计进 尺/m	累计取 心/m	采取 率/%	终孔原因
k1	32.01	20.01	17.05	85.2	致密的砂质粘土
k2	14.10	17.65	14.23	80.6	略固结基岩风化土
k3	34.61	18.40	15.57	84.6	略固结粘土
k4	32.51	14.18	11.40	80.4	基岩碎石
k5	24.22	8.77	7.29	83.1	珊瑚
k6	28.45	20.08	17.23	85.8	略固结基岩风化土
k7	19.83	9.67	7.82	80.9	致密的粘土
k8	32.64	20.90	17.71	84.7	致密的粘土
k9	18.00	7.38	6.14	83.2	致密基岩风化土
k10	37.61	19.15	15.85	82.8	略固结粘土
k11	25.10	9.80	8.17	83.4	砾石砂层,钻头变形
k12	27.60	15.20	12.71	83.6	基岩风化土,钻头变形

注:终孔原因是指浅钻可以终孔的条件层位。

## 4.2 岩心采取率

根据施工设计要求,岩心采取率砂质底质 60% 以上,泥质或者粘土底质采取率 80% 以上,本次海上 12 口地质浅钻施工回次共计 190 次,各回次采取率均 >60% (见图 7),回次采取率达到设计要求。12 口浅钻的各孔的采取率均 >80% (见表 1)。

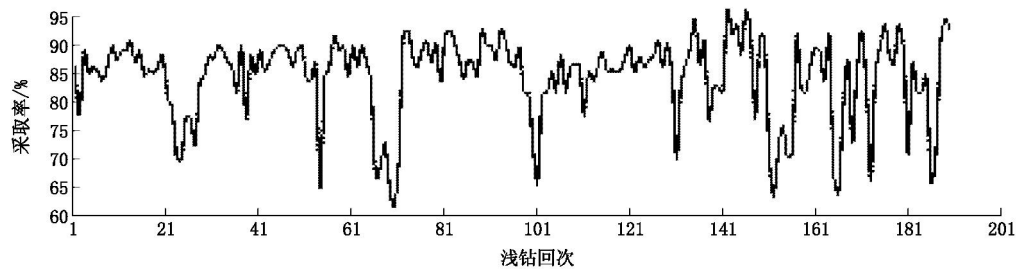
## 5 施工中存在的问题

### 5.1 抛锚时间太长

## 4 施工情况及效果

### 4.1 施工情况

从施工的实际情况看,该工艺适合于浅孔钻探,



注:该图中的曲线只是直观地表达12口浅钻各个回次的采取率(60%以上),曲线本身没有特别的物理含义。

图7 12口浅钻回次采取率曲线

海上钻探作业至少抛4个锚,海况稍差或大一点的钻探船需要抛6个锚来稳定钻探船。本项目钻探船抛4个锚,艏艉各2个锚,自抛自起,艏艉锚都呈八字形入水,由于钻探船本身吨位小,性能又不是很好,再加上作业时间在12月份,海况不是很好,靠钻探船自身抛锚定位花费的时间太长,有时从抛锚到就位稳定钻探船需要3个多小时,这样的工作效率急需改进。

## 5.2 钻探深度浅

由于本钻探方法完全是锤击式取样,只适合浅孔钻探,适合在滨浅海域泥砂层钻探取样,比如30m浅沉积层钻探(深一点也能做到,但耗时较长)。本项目钻探遇到基岩风化土、略固结或者致密粘土、基岩、珊瑚和砾石砂层就可终孔,因此,本钻探方法非常适合滨浅海砂矿调查。

## 5.3 进尺深度测量有误差

本项目钻探过程中,进尺深度是根据水深和测量钢缆标记计算得到的,但这种方法会有一些的误差,而且与钻探机长的经验有很大关系。

## 6 建议

在海上作业时,由于风浪流等影响大,钻探船高精度定位难度大,钻探母船应配备一条抛锚小船(艇),抛锚效率将会显著提高,抛锚快、抛锚准,节约抛锚定位时间。

钻探船位稳定是确保钻探顺利进行的关键,船长及项目组成员应关注潮位的变化,涨潮时船位将升高,锚缆将极度绷紧,而落潮时船位下降,锚缆将会松弛,而且由于底质条件差异,锚抓力不尽一致<sup>[8-9]</sup>,钻探船可能产生移位,因此,要求GPS全过程监控,及时调整锚缆,使船舶中心始终位于设计点

位置上。

海流较大时下套管,套管可能会随海流方向倾斜插入海底,这种情况通过慢慢收放锚链来缓慢调整船体位置直至套管垂直。当此法无效时,应需停止作业等待海流变小时绞放锚链调整船位,逐步减小套管倾斜度直至扶正垂直。

根据水深和钢缆标记计算进尺有较大误差,减少进尺测量误差应该使用计米器。钢缆运动带动计米器转轮旋转,计米器的智能计数器直接显示钢缆运动距离,计米器是非常成熟的技术,很容易应用到生产中去。

海上作业,安全是第一位的,必须严格按操作规程作业,严防事故发生,作业过程中确保通讯畅通,遇到不测事故及时向主管部门汇报情况。

## 参考文献:

- [1] 夏小明. 海南省海洋资源环境状况[M]. 北京:海洋出版社, 2015:65-66,317-319.
- [2] 李家彪. 中国海区海学(海洋地质学)[M]. 北京:海洋出版社, 2012.
- [3] 中国海湾志编纂委员会. 中国海湾志(海南省海湾)[M]. 北京:海洋出版社,1999.
- [4] 中国人民解放军海军司令部航海保证部. 中国航海指南(南海海区)[M]. 天津:中国航海图书出版社,2011.
- [5] 国家海洋局海洋技术研究所. 海洋调查仪器使用手册[M]. 北京:海洋出版社,2001.
- [6] 潘永坚,朱章通. 岛礁海域工程勘察施工难点和对策[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(9):11-14.
- [7] DD 2012-07, 海洋区域地质调查规范[S].
- [8] 郑荣耀,卢秋平. 舟山海域淡水资源调查岩心钻探技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(5):26-30.
- [9] 张永勤,孙建华,刘秀美,等. 水力反循环连续取心(样)钻探在浅海砂矿勘查中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2008,35(6):15-18.