

# 恩平 15-1 构造疏松地层取心技术研究与应用

李石磊

中海油海油发展股份有限公司工程技术分公司 天津 300452

**【摘要】**：疏松地层取心主要是由于地层岩性疏松导致取心作业中容易发生堵心、岩心被冲蚀、掉心等情况而导致取心收获率低，采用常规取心工艺收获率比较低，而且作业时效也低，通过选用合适的取心工具、取心钻头并优化取心工艺，使恩平 15-1 某井的平均取心收获率达到了 97.93%，总取心进尺 48.82 米；文中总结分析疏松地层取心技术难题并结合疏松地层取心经验，形成了一套适应于恩平区块疏松地层的取心技术，解决了疏松地层取心收获率低且时效慢的难题，为本区的取心作业积累了经验。

**【关键词】**：疏松地层；取心工具；取心钻头；收获率；取心工艺

## 1 恩平区块取心层的地质特点及取心难点

### 1.1 地质特点

恩平 15-1 构造位于西部古隆起断裂构造带之上，是在基底古隆起背景上发育起来的同时受南北两条长期活动断层控制的断块构造，同时构造内部受多条晚期小断层切割形成多个高点。该构造圈闭继承性比较好，从浅层到深层圈闭都发育，且位于油气运移的有利路径上。西部古隆起断裂构造带主要目的层韩江组-珠江组处在古珠江三角洲前缘相带上，具有较好的储盖组合。因此，为进一步评价恩平 15-1 构造韩江组下段、珠江组上段砂岩含油气性，兼探珠海组砂岩含油气性，录取相关资料。EP15-1 某井将于韩江组下部和珠江组上部两个层位进行钻井取心，以便收集地质资料。

韩江组下部和珠江组上部具体岩性：韩江组下部埋深浅，岩性中厚-厚层灰色泥岩、粉砂质泥岩与薄-厚层浅灰色细砂岩、粉砂岩不等厚互层，局部见灰质细砂岩，地层疏松；珠江组上部岩性为薄-厚层灰色泥岩夹薄层细砂岩、灰质粉砂岩，地层疏松。

### 1.2 取心难点

韩江组下部和珠江组上部地层砂岩均属于疏松行砂岩，并含有泥质夹层，这种地层的取心作业对于钻井取心相当有难度，具体有以下几点：

- (1) 疏松地层岩心容易被泥浆冲蚀，造成取心收获率降低；
- (2) 疏松地层岩心随着取心进尺的增加，岩心与内筒摩擦阻力加大发生垮塌，造成堵心；
- (3) 该地层还含有较多的灰质泥岩夹层，极易吸水膨胀，容易造成堵心；
- (4) 地层岩性疏松，取心钻进时机械钻速较快，对于钻压、排量等参数不利于调整。

## 2 取心技术方案

### 2.1 取心工具选择

经过地层岩性分析，再结合其它区块在该层位的取心经验，采用机械加压式取心工具与自锁式取心工具相结合的方式进行取心作业，计划韩江组下部第一趟取心工具采用加压式取心工具，后面根据地层的岩性情况，选取自锁式取心工具。加压式取心工具由加压机构和取心机构两大部分组成，采用销钉悬挂，通过投球的方式进行机械加压割心的方式，同时采用自锁式岩心爪和加压式岩心爪两种，能够实现软硬地层割心的目的；自锁式取心工具通过直接上提钻具，靠自锁式岩心爪与岩心的摩擦将岩心拔断，自锁式取心工具能够实现中长筒取心作业，能有效的提高取心作业时效，降低作业成本；加压式取心工具和自锁式取心工具均采用了内壁摩擦更小的铝合金内筒，其摩擦阻是常规钢内筒的十分之一，能在钻取疏松降低岩心入筒阻力，也能减少疏松地层岩心与内筒的摩擦阻力，一定程度上降低堵心的风险。

### 2.2 取心钻头优选

针对疏松地层岩心易被冲蚀的特点，选取疏松地层取心专用取心钻头，相较之前疏松地层取心钻头，本次使用的两种配套的取心钻头在工艺上均进行了多项针对性的优化改进：

- (1) 均采用力平衡抗回旋特殊布齿设计，提高钻头的稳定性和岩心收获率；
- (2) 与机械加压式取心工具配套的取心钻头采用外斜式水眼设计，在满足钻头冷却和排屑的前提下，能有效避免水流直接冲蚀岩心，提高岩心收获率；
- (3) 与自锁式取心工具配套的取心钻头采用窄刀翼深流道设计，使钻头水力参数最优，提高排屑性能；
- (4) 均采用优质进口 PDC 切削元件，提高钻头的使用寿命，减小切削元件受损的可能；

(5) 均采用短型内径设计,能有效对岩心进行修整,直接提高岩心的进心能力,提高疏松地层岩心收获率;

(6) 钻头冠部均采用锥型冠部,内锥角有助于提高钻头的稳定性,同时提高机械钻速。

### 2.3 取心工艺措施

#### (1) 取心参数选择

##### a 钻压选择

取心钻进时,由于地层岩性疏松,机械钻速较快,钻压首先要保证能够跟上,同时还要防止出现溜钻、顿钻,其次就是要根据地层岩性的转变及时对钻压做出调整,对于地层为疏松砂岩钻压一般为 2-3T,夹层泥岩钻压不宜超过 6T。

##### b 转速选择

取心钻进时,转速不宜过大,在保证机械钻速的前提下,转速一般为 40~50RPM 为宜,若采用过高转速,钻具旋转会导致井底钻具晃动较大,岩心柱易受力折断、剥落,剥落的岩心堆积在内筒与岩心柱之间易形成卡心、堵心,岩心在堵心、卡心后又不可避免地导致磨心,从而降低岩心收获率。

##### c 排量选择

取心钻进时,排量在满足携砂、冷却、冲洗钻头等要求的前提下,以小排量 350~550L/min 为佳,避免由于排量过大对岩心造成冲蚀,影响岩心收获率。

#### (2) 取心作业起下钻控制

取心作业要注意控制起下钻速度并保证整个钻具的平稳性,避免因钻具的猛刹、猛顿导致加压式取心工具剪切销钉提前剪切和岩心松散造成岩心脱落,降低岩心收获率。为避免起下钻时有特殊情况的发生,取心作业人员在整个起下钻过程中要进行把控。

#### (3) 割心位置的选取

对于疏松地层来说,选取合适的地层割心尤为关键,使用的取心工具不同,在割心地层的选取上也不同。加压式取心工具采用加压式岩心爪和自锁式双岩心爪结构,起到双保险的作业,但是加压式取心工具割心位置应选取在疏松砂岩段割心,保证加压式岩心爪全部收缩抱死岩心避免岩心脱落;自锁式取心工具的割心位置要选取在泥岩夹层段进行割心,还必须要作业前参照邻井的地质岩性深度进行比对后,并根据泥岩的深度及取心目的层的深度,决定是进行双筒,还是三筒作业,泥岩段割心就好像给整个岩心柱穿上“防掉鞋”,有效的避免了岩心由于疏松或被泥浆浸泡时间过长掉落而造成取心收获率低这种情况的发生。

## 3 应用效果

### 3.1 应用概况

针对恩平 15-1 某井取心地层的岩性预测,第一趟采用加压式取心工具进行取心作业,钻进参数:钻压 2~4T,转速 40RPM,泥浆排量 350L/min;出心之后对现场岩心的岩性分析,得出韩江组下部地层岩性疏松,但是岩心成柱性相对较好。

第二趟取心作业,通过第一趟的岩心情况,再与邻井地质资料进行对比后,判断下面的岩性与上面基本一致,地层岩性疏松但有一定的成柱性,果断使用自锁式取心工具,并结合邻井泥岩段的深度,采取双筒取心作业,钻进参数:钻压 2~5T,转速 40~50RPM,泥浆排量 450~550L/min;出心之后现场对岩性分析,砂岩岩性疏松且成柱而且割心位置正好处在泥岩段。

第三趟取心作业,由于珠江组上段取心段埋深比韩江组深,再通过与邻井地质资料比对可以断定珠江组上段岩性疏松但岩心成柱性也会相对较好,决定第三趟继续采用自锁式取心工具。为获取足够的地质资料,再根据邻井泥岩夹层的深度情况,采用三筒取心作业,钻进参数:钻压 2~6T,转速 40~50RPM,泥浆排量 450~550L/min。

### 3.2 取得的成果

分析总结该井疏松地层取心存在的主要技术难点,结合以往作业取心经验,通过此井的实际取心作业,摸索出一套适合该区块疏松地层既能提高取心收获率又能提高作业时效的取心技术。该井采用新的技术方案不仅提高了取心收获率,而且提高了作业时效,将原计划方案的 6 回次取心缩减至 3 回次就全部完成,具体取心进尺见表 1。目前这套技术方案在南海东部区块得到很好的推广和使用。

表 1 取心技术获得的成果

序号	取心进尺(m)	岩心长(m)	收获率(%)	备注
1	9.28	9.20	99.10	加压单筒保形
2	16.17	15.89	98.30	自锁双筒保形
3	23.37	22.72	97.2	自锁三筒保形
累计取心进尺(m)		48.82	累计取心进尺(m)	47.81
平均收获率(%)		97.93		

## 4 结论

对于恩平区块疏松地层,经过恩平 15-1 某井的实际取心

作业情况,该套方式方法能够有助于提高取心收获率,保证高效的完成取心作业,并形成以下几点结论:

(1) 优化之后的加压式 PDC 取心钻头稳定性好,钻速快,适用于疏松地层取心作业。

(2) 取心钻进中取心参数的选择和调整尤为关键,是取心作业成功的重要措施,参数的变化更是判断井下实际情况如发生堵心、磨心的重要依据。

(3) 针对岩性疏松但是却有一定的成柱性的地层在进行取心作业时,要大胆采用加压式取心工具与自锁式取心工具相结合的取心方式,不仅能保证岩心收获率,还能大大提高作业时效,降低作业成本。

(4) 割心位置的选择也是关键点,结合邻井地质分层对比,选取泥岩层作为割心位置,能有效避免岩心的掉落,保证取心收获率。

### 参考文献:

[1] 李海石,符国强.钻井取心技术[M].石油工业出版社,1993.