地热井钻进岩屑录井技术方法探讨

胡凌志，郑国海
（北京市地质工程设计研究院，北京密云 101500）

摘 要：深井牙轮钻进不取芯的岩屑录井，是一项技术性很强的工作，关系到能否采全、采准深井岩层资料和标本。本文根据我院近年来地热井施工实践，总结出一套较为成型的录井技术方法，供从事此项工作的技术人员参考。

关键词：岩屑录井；技术方法；地热井
中文分类号：TE142 文献标识码：A 文章编号：1007-1903(2007)03-0048-04

0 前言

我院以前主要从事固体矿产地质勘探，作为勘探主要手段的钻探工程多为取芯钻进，岩矿芯直接带出地面，一目了然，岩芯编录是成熟技术，较易掌握。上世纪90年代后，我院已开始地热井深井施工，多采用不取芯的牙轮钻进工艺，由泥浆带上来的岩屑是唯一鉴定岩层的资料和标本，岩屑又细又碎，岩屑录井工作是摆在我们面前的一个新的课题。在十余年的录井实践中，我们通过不断摸索、潜心研究，已形成一套成型的对岩屑录井技术方法，为判断深井地层、构造、含水层特征提供了依据。

1 岩屑录井的基本技术方法

1.1 认真阅读地热井施工地质设计

要做好录井工作，必须熟读地质设计，对可能钻遇的地层情况，做到心中有数，准确地判断。

1.2 备齐录井工具

工欲善其事，必先利其器，相关的录井工具必须齐备。

（1）编录表格。用来记录所有岩屑编录内容。

（2）十倍放大镜。用来观察岩屑细微特征，有条件备一台双目镜更好。

（3）5%浓度带滴管的盐酸一小瓶。用来判别灰岩、白云岩和钙质胶结的岩层。

（4）小刀、镊子、磁铁、100目的分样筛等。用来鉴别岩屑中的各种岩石、矿物成分。

1.3 录井基本技术方法

(1)样品整理。按技术要求捞取岩屑，洗净、晾干、装袋、填写标签、按顺序装箱、编号。

(2)设计采取样品。每2m采岩屑样一个，如遇厚度较大，且岩性变化较小的地层可适当放大取样间距，但最大间隔不超过5m。

(3)岩屑描述内容。主要有岩性定名、颜色、矿物成分、含有物、粒径、磨圆度、分选性、结构构造、溶蚀现象、断裂面特征等。当遇到不能确定的地层岩性时，视情况采取样品，送有关鉴定部门鉴定。

(4)岩屑描述注意的事项。岩屑描述时，宜十几袋一齐摊开，系统观察比较。在下一次描述时，应将上次描述过的后三袋岩屑一同摊开，上下对照、比较，连续分层。

(5)岩屑分层原则

①岩屑中出现新成分，不论其含量多少，标志新地层已经出现。

②新成分的百分比稳定增加，说明正在新地层中钻进。

③新成分开始减少，说明该地层已经过去，进

作者简介：胡凌志（1976-），男，湖南人，毕业于成都理工大学地质矿产勘查专业，主要从事技术质量管理工作。

入了另一种岩层。

④两种岩性含量百分比同时增加，以高者定名分层，少者作夹层、薄层、条带或结核。

⑤两种岩性含量百分比等量，稳定出现或频繁对应增减，钻时变化不明显，这是此两种岩性交互层段。

⑥岩性多种，成分复杂，依具体成分判断，不是岩屑失真就是砾石杂岩层。

⑦旧成分重复出现，若肯定不是掉块，就是出现了与上部岩层相同的另一套新岩层。一包岩屑中，如有两种旧成分，以含量百分比增加的岩性命名。

⑧如果同一包岩屑中，两种岩性相当，只能各定一薄层，不能定互层。

(6) 深井钻进岩屑迟到时间的计算

深井钻进施工，其新层位的判断，除按分层原则中的岩屑含量百分比等原则进行划分，还要参考岩屑的迟到时间，因为深井井底的岩屑返到地表要途经两三千米的路程，需要一个小时以上的时间，即时捞取的岩屑，已经是一两小时前钻进的产物了，代表当时钻进记录的井深，因此，需要进行相关计算，一般以下式进行计算：

$$t=\frac{\pi(D^2-d^2)H}{4Q}$$

式中：t——岩屑迟到时间；

D——钻孔直径（mm）；

d——钻具直径（mm）；

Q——水泵排量（公升/分）；

H——钻进深度。

2 北京地区可能钻遇的不同时代地层岩屑特征

北京地区经常钻遇的主要地层一般有如下特征：

(1) 第四系。主要有壤土、砂质粘土、粘质砂土、砂砾石、坡积碎石土等，特点是未固结、松散，无颜色变化。

(2) 第三系。半胶结沉积物，多呈砖红色，岩性以泥岩、含砾泥岩、砂砾岩为主，有的胶结物为钙质，岩石坚韧，钻进效率差。

(3) 白垩系。以砂岩、砂砾岩和泥岩为主，夹有页岩，颜色多呈紫红、灰白和黄褐色。

(4) 侏罗系。上部多为紫红色凝灰质砂岩、粉砂岩、砾岩等，中部为安山岩、凝灰岩、凝灰质砂岩、砂砾岩等。下部为灰黑色、灰绿色粉砂岩、砂岩等，底部多见一层黑色南大岭组玄武岩。另外，在北京城区北四环外，在侏罗系中上部有一套洼里砾岩，系北东向的推复构造所形成，其成分多为蓟县系雾迷山组白云岩、白云质砂岩、砾岩、石英岩等，呈灰白-黄绿色，局部硅质胶结。钻进难度极大，是孔内事故频发的地段，钻进该地层应给予高度重视。

(5) 石炭-二叠系。二叠系地层一般为一套紫红色和灰绿色细砂岩、石英砂岩为主，夹页岩和砾岩。石炭系地层为一套灰黑色粉砂岩、加粘土岩和泥灰岩，底部往往出现煤线

(6) 奥陶系。厚层白云岩、灰质白云岩、白云质灰岩等，底部有时夹一层炭质页岩，其岩屑可见灰、白相间的花斑状构造。

(7) 寒武系。中上部为鲕状灰岩，下部为黄绿色页岩夹灰岩，底部见砾岩。

(8) 青白口系。上部为景儿峪组，主要岩性为黄绿色泥质条带白云质灰岩、白云岩，中部为长龙山组，岩性为黄绿色页岩、石英砂岩夹粉砂岩，主要特征是在砂岩中含海绿石，籍以区分其他时代地层。下部为下马岭组，岩性为黑色、黑绿色页岩夹粉砂岩和薄层灰岩，亦可见海绿石，局部还可见薄层铁矿（厚约10mm）。

(9) 蓟县系。上部铁岭组主要岩性为燧石条带白云岩、灰质白云岩夹灰黑色页岩，局部夹含锰白云岩和赤铁矿；中部洪水庄组，为一套黑色页岩、白云质页岩；下部雾迷山组是北京地区主要地热目的层，岩性为厚层燧石条带白云岩，含沥青白云岩、灰质白云岩、砂质白云岩夹页岩、泥质白云岩等。

3 断裂带岩屑特征

钻遇断裂带或破碎带时，岩屑一般较细、碎，粒径往往小于3mm,张性构造带会出现角砾，成份较杂，多为上盘各岩层产物，棱角明显，磨圆度差。压性断裂带或挤压带地层岩屑更为细碎，有时呈泥状，颜色较浅，岩屑中出现变质矿物，如绢云母、绿泥石、绿帘石、黄铁矿等，碳酸盐岩还可出现大理岩化、硅化等。

4 含水层岩屑特征

含水目的层与地质构造密切相关，起主导作用的主要是张性断裂。实践中我们发现，在钻遇到大的压性断裂带后，往往会出现张裂带，除了要观察两类断裂构造特征外，要仔细观察岩屑的溶蚀现象。含水层主要是碳酸盐岩，会出现溶蚀过的凹坑、次生的类似钟乳石成分的碳酸钙产物，多呈薄膜状，白色，软，可用手捻成粉末，有时可见铁锈，但要与钻进中钻具磨损后的铁屑致使岩屑表面新生成的铁锈分别开来，总体看来，含水层的岩屑，较细碎，颜色浅。

5 综合岩屑录井、钻时录井、泥浆录井和物理测井资料判断含水目的层

在钻井施工过程中，除岩屑录井掌握地层岩性变化外，还要同时准确记录钻进效率，即钻时录井，通过钻进速度快慢变化，可间接的判断含水层的位置，因为含水层多是破碎带，较软弱，钻速快于非含水层一至数倍，由此可作为一项重要参数。

泥浆录井是准确记录冲洗液消耗情况，含水层段，泥浆会有不同程度的漏失，是可靠的参数。

钻井达到设计深度终孔后，要进行物理测井，其中测视电阻率、自然伽玛、井温等参数可综合判断含水层的存在：

视电阻率。起伏较大，但总体上在含水层中电阻率值较低，一般为200～300 Ω · m。

自然伽玛。在视电阻率值较低，而自然伽玛值亦不高的情况下，说明无泥质白云岩的影响，可能是含水地层。

井温：地热孔钻进过程中，在裂隙破碎带部位往往会发生泥浆漏失，由于泥浆的温度低于热储层的温度，在漏失的地方会形成一个低温带，在井温曲线上以低温负异常反应出来，此部位即是含水层出水位置。

综合上述各手段，如都反映了含水段的特点，那末即可判定该部位为含水层。

6 结束语

岩屑录井是一项技术性很强的工作，还要有很强的责任心和探索精神，不断总结，不断提高，方能很好的指导钻井施工。否则，就会出现判断上的失误，带来巨大经济损失。

北京地热钻井工程广泛采用了岩屑录井技术，取得良好效果。

A Discussion on the Sieve Residue Logging Techniques and Methods in Geothermal Well Drilling

HU Lingzhi and ZHENG Guohai

(Beijing Geological Engineering Design Institute, Miyun County, Beijing 101500)

Abstract: The sieve residue logging during the deep-well non-coring roller boring, is a job of high technology, and critical to whether the deep-well stratigraphic data and specimens can be collected completely and correctly. This paper sums up a set of the logging techniques and methods on the basis of the team's operation practices in geothermal well drilling in recent years, which can provide references for technical workers engaged in such work.

Key words:sieve residue logging;technique and method