

XRD 技术实现随钻粘土矿物的快速鉴定

XRD technology realizes rapid

identification of clay minerals while drilling

张倬华 (中联煤层气有限责任公司神府分公司, 陕西 神木 719300)

Zhang Zhuohua (Shenfu Branch of China United Coalbed Methane Co.,Ltd., Shanxi Shenmu 719300)

摘要: 粘土矿物作为沉积岩储层的主要矿物, 不仅在一定程度上影响岩石的脆性, 而且对岩石的可钻性、储层物性以及压裂效果影响也很大。石油钻井过程中, 对钻遇地层的粘土矿物进行快速识别, 有利于钻井液工程师有针对性地采取措施, 以保障钻井安全。本文介绍利用 XRD 技术对随钻岩屑、岩心进行快速分析, 以实现随钻粘土矿物的快速鉴定。

关键词: XRD 技术; 显微镜下观察技术; 粘土矿物

Abstract: Clay minerals, as the main minerals of sedimentary rock reservoirs, not only affect the brittleness of the rock to a certain extent, but also have a great impact on the drillability of the rock, the physical properties of the reservoir and the fracturing effect. During the oil drilling process, the quick identification of the clay minerals encountered in the drilling strata is helpful for drilling fluid engineers to take targeted measures to ensure drilling safety. This article introduces the use of XRD technology to quickly analyze cuttings and cores while drilling to achieve rapid identification of clay minerals while drilling.

Keywords: XRD technology; microscope observation technology; clay minerals

XRD 技术是今年新兴的岩矿鉴定技术, 可以直接测定出岩石中的各种矿物组成 (石英、钾长石、方解石、白云石等), 通过软件计算出各种矿物的相对含量。利用 XRD 技术可以准确鉴定粘土矿物, 本文主要介绍 XRD 技术快速鉴定优势, 以及利用该技术对常见的粘土矿物, 包括蒙脱石、伊利石、绿泥石及高岭石进行鉴定识别。

1 利用 XRD 技术辅助常规技术鉴定粘土矿物

通过对蒙脱石、伊利石、绿泥石及高岭石的 XRD 技术分析, 其形成谱图如下 (图 1 至图 4), 从特征峰对比表 (表 1) 对比结果来看, 特征峰差异性明显, 可见利用 XRD 技术能够快速准确地对常见粘土矿物进行鉴定, 解决常见粘土矿物识别难的问题。



图 1 蒙脱石 XRD 谱图

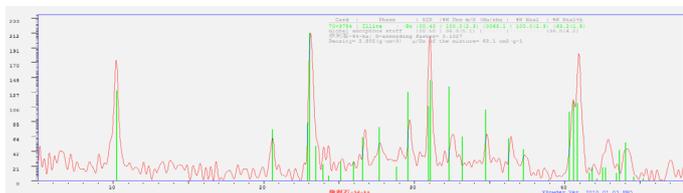


图 2 伊利石 XRD 谱图

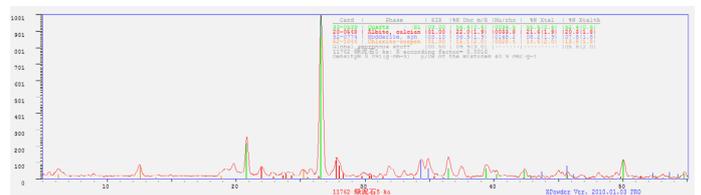


图 3 绿泥石 XRD 谱图

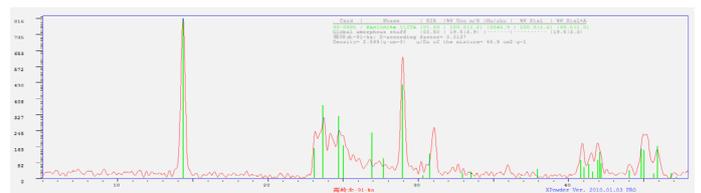


图 4 高岭石 XRD 谱图

表 1 常见粘土矿物特征峰值表

粘土矿物	主峰位置	次峰 1	次峰 2
蒙脱石	6.0	9.8	13.4
伊利石	10.2	20.6	23.2
绿泥石	6.2	12.6	18.9
高岭石	14.3	23.1	23.7

2 列举实例

2.1 随钻鉴定粘土矿物

某井在井深 2546.70m 取心, 岩性为灰色砂砾岩, 砾石以变质岩块为主, 石英次之, 砾径 1-5mm, 分选差, 砾石间孔隙被白色粘土矿物全充填 (图 5), 分析认为该矿物为影响储层物性的主要因素, 准确识别该粘土矿物对储层评价及储层后期改造具指导意义。

该粘土矿物肉眼观察为白色，土状、性软且细腻，可染手，与粉末状石膏类似。显微镜下观察特征为偏光显微镜下正低突起，一级灰干涉色，因后期风化菱形节理发育（图6）。

依靠肉眼观察及光学显微镜观察均不能准确识别该粘土矿物种类，本实验室尚未配备电子显微镜。



图5 某井白色粘土矿物实物图

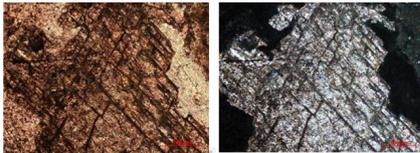
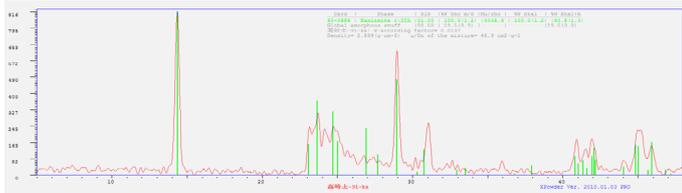
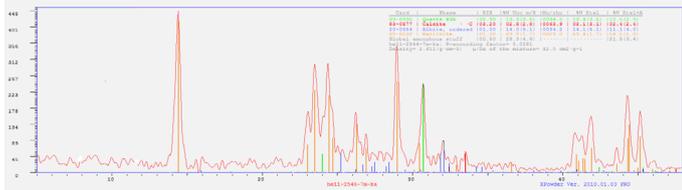


图6 某井白色粘土矿物光学显微镜观察特征图

采用XRD技术分析该白色粘土矿物，所得的谱图与常见粘土矿物标准谱图进行对比，发现谱图与高岭土的谱图具极高的相似性（图7），再结合肉眼观察特征及光学显微镜观察特征，综合判断该白色粘土矿物为高岭土。



高岭石特征峰



白色粘土矿物谱图

图7 白色粘土矿物与高岭石谱图对比

2.2 随钻粘土矿物鉴定的工程意义

实际钻井过程中X井井段5300-5620m经常出现缩径卡钻，为了分析造成这种现象的地质因素，利用YST-I型XRD仪器对该井段进行全岩矿物分析，分析结果统计见表2，将各数据绘制图（图8）。

表2 X井粘土矿物含量统计表

分析井段 m	蒙脱石 均值 %	伊蒙混层 均值 %	伊利石 均值 %	高岭石 均值 %	粘土矿物总量 均值 %
5200-5300	6.16	7.68	8.70	5.61	28.15
5300-5620	8.55	11.87	9.75	6.91	37.08
5620-5700	6.16	7.83	9.28	6.24	29.51

可见该段水敏性粘土矿物蒙脱石、伊蒙混层以及粘土矿物总含量均有大幅度升高，这是造成该段地层出现缩径及卡钻的主要原因。通过XRD技术对这一井段水敏性粘土矿物的快速鉴定，指导相关方采取相应的措

施，对该井钻井工程的顺利施工以及该区块的井身结构优选都起到了指导作用，一是钻井上对该段采取抑制水敏性的钻井液钻进，有效地解决了该段复杂情况，保障钻井施工顺利；二是指导三开中完井深必须钻穿该套水敏性粘土矿物地层，下套管封固该套地层，优化了三开井身结构，是四开井段的安全钻进的保障。

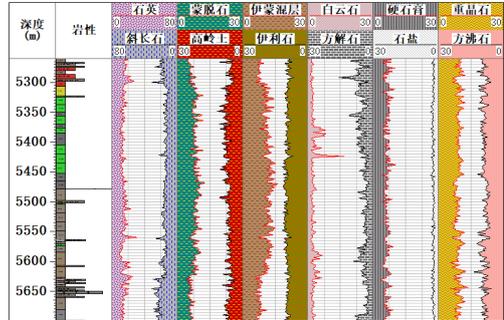


图8 X井全岩矿物曲线图

3 结论

本文简单介绍了常见的粘土矿物，包括蒙脱石、伊利石、绿泥石及高岭石的分子结构特征、生成条件等；利用常规方法，包括肉眼识别、光学显微镜及电子显微镜下观察等分别对各粘土矿物特征进行描述，综合分析，肉眼识别和光学显微镜难以达到准确识别粘土矿物的目的，电子显微镜又因为高昂的费用难以普及。XRD技术利用矿物晶体的衍射特性，通过常见粘土矿物衍射谱图对比，达到了方便快捷准确识别粘土矿物的目的。

参考文献：

- [1] 文韬, 岩石矿物对岩石脆性指数的影响——东北石油大学硕士研究生学位论文, 2020/6.
- [2] 庞小丽, 刘晓晨, 粉晶X射线衍射法在岩石学和矿物学研究中的应用——岩矿测试, 2009, 05:452-456.
- [3] 孙强, 朱明君, 马遵敬, 朱士波. 鄂尔多斯盆地东缘临兴-神府区块上古生界储层物性特征及其影响因素 [J]. 中国煤炭地质, 2021, 23(1):43-51.
- [4] 文韬, 张馨, 孙金山, 贾永胜, 等. 基于峰前和峰后能量演化特征的岩石脆性评价 [J]. 地球科学, 2020.
- [5] 王勇. 体积压裂中的岩石脆性指数及其数值模拟 [J]. 大庆石油地质与开发, 2019, 38(4):77-81.
- [6] 倪朋勃, 陈伟. X射线衍射全岩录井技术在渤海油田的应用 [J]. 海洋地质前沿, 2018, 34(5):55-60.
- [7] 滕工生, 杨光照, 修天竹. 随钻X射线衍射分析仪在吉林探区的试验与应用 [J]. 录井工程, 2012, 23(6):6-35.
- [8] 胡登平, 吕敏, 王明倩, 凡朝波. X射线衍射分析录井技术在银额盆地哈日凹陷的应用 [J]. 宝鸡文理学院学报(自然科学版), 2020, 40(2):53-58.
- [9] 尹相东, 蒋恕, 吴鹏, 高伟. 致密砂岩酸性和碱性成岩环境特征及对储层物性的控制: 以鄂尔多斯盆地临兴和神府地区为例 [J]. 地质科技通报, 2021, 40(1):142-145.

作者简介：

张倬华 (1990-), 男, 河南新乡人, 本科, 工程师, 研究方向: 油气田勘探开发。