

关于对岩性密度测井仪的认识思考

魏小辉

(中国石油集团测井有限公司长庆分公司, 陕西 西安 710075)

摘要 岩性密度仪能分析地层体积密度、光电吸收指数, 还可测定井径, 给现代勘探工作提供可靠的数据支撑。伴随此类仪器的使用范围的不断扩大, 实际操作中还是存在许多待解决的问题。文章立足于对岩性密度测井仪的分析, 简要阐述此仪器的运用背景、使用现状, 并深入分析了此仪器的实际工作原理。随后, 对岩性密度测井仪运用中的两大重点部分加以探讨, 分别为刻度及井径臂, 最后介绍了运用时应注意的几点事项, 旨在为有关从业人员提供参考。

关键词 岩性密度测井仪 刻度 井径臂

中图分类号: P631.8+13

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)06-0103-03

岩性密度仪的运用, 实质上就是借助于分析 γ 射线强度的变化情况, 同时在分析 Cs137 能谱的变化后, 以相关数据为标准来统计出地层体积密度、岩性成分。如此一来, 便能够高效且快速地为各种勘探工作打下坚实基础。在运用时必须要把仪器紧紧贴在井壁上测定, 从而消除泥浆、井眼等因素对测量结果的干扰。为此, 结构设计上应结合实际加以创新。文章以 ECLIPS-S5700 配备 2228 岩性密度仪作为样本, 除了论述其运用原理、现状、注意事项外, 重点也分析了操作中出现的有关情况。

1 岩性密度测井仪运用背景及现状

核测井是地球物理测井的重要分支, 其主要原理就是借助于射线以及物质间的相互作用, 再通过分析放射性的变化规律之后, 帮助相关的学者以及技术人员能够对当地岩石的化学成分有一定掌握。所以, 岩性密度测井仪便是在上述过程中不可忽视的重要仪器之一。利用此仪器能够获取地层许多重要信息和指标数据, 例如 PE (光电吸收指数)、地层体积密度等等, 因而被广泛运用在石油勘测等多个实际方面。如今, 关于岩性密度测井仪的运用越来越广泛, 诸如核电子学、信号处理等多种先进技术领域中, 都体现其出独特的技术效果。另外, 岩性密度测井仪其实是基于补偿密度测井的基础上的, 它能够准确地分析出地层密度值以及光电吸收截面, 因而在分析地层岩性、孔隙度中有着非常重大的运用价值。此外, 在实际测量时还可以和其它的仪器进行协作, 例如常见的中子测井仪等, 能发挥出其各自优势, 进而为各种重要测井项目提供重要的数据支持。^[1]

2 岩性密度测井仪工作原理

岩性密度测井仪主要囊括了电子线路 EA、仪器机械节 MA 两项。在电子线路 EA 部分包括电源板、控制板、信号处理板等; 仪器机械节 MA 则相对简单, 由电源电路、探头、推靠臂组成。将仪器实际置于井下操作时, 通常都是按照相关规定将推靠臂进行开、收, 使其极板探头紧靠井壁。随后, 再将所搜集后的数据传送到电子线路进行深入处理。最终发送至地面测井系统后, 呈现出我们需要得知的相关结果。若从更为深入、细致的角度来看, 关于仪器的作用原理, 则是相对复杂化的一个过程, 当进行测井作业时, 仪器结合能发射出 661keV γ 射线的 Cs-137 放射源, 并和底层中的物质先产生康普顿效应。由于此效用中散射的截面和地层体积密度间有一定关联, 所以有关学者也常根据截面数据, 及时有效地判定出底层岩石密度情况。同时, 当 γ 射线及底层物质发生康普顿效应后, 势必会一定程度上让 γ 射线自身能量显著减少, 当不断缩减到某一个数值后, γ 射线会产生光电吸收效应。随后测量光电吸收截面指数, 将其作为依据来用专门的公式来推导出物质的原子序数, 也就意味着能够得知地层物质中蕴含了哪些不同的元素。因为同类别的仪器大多都提供了不同源距的多个探测器, 那么当实际操作测定时, 就可以将不同源距的探测器进行更替、组合, 从而消除井内其它因素 (如泥饼) 对最终结果的干扰, 从而促使测量结果更有可靠性、值得借鉴和分析。^[2]

3 岩性密度测井仪刻度及井径臂

3.1 岩性密度测井仪刻度

仪器刻度中常出现以下不达标的情况, 导致“未通过”。例如刻度块位置不当、推靠器极板等不洁等等。

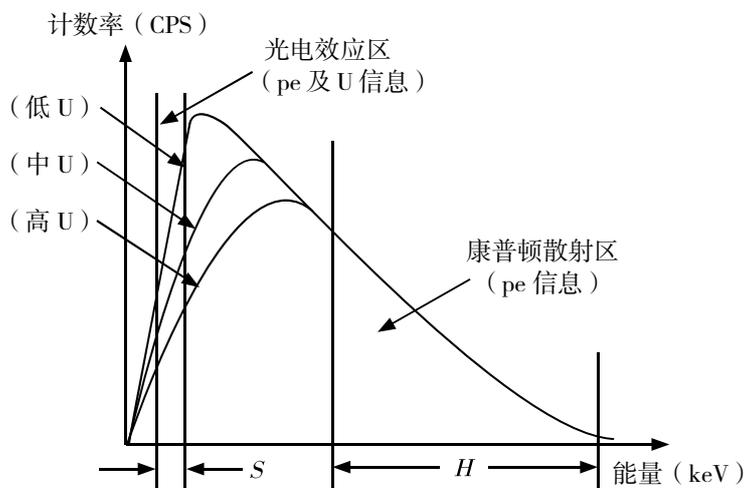


图1 岩性密度测量原理

以下从两个方面分析仪器的刻度。

其一，关于“死时间”校正。“死时间”现象指探测 γ 射线需延误一定时间。正常情况下，关于“死时间”的校正很小，因此导致测量时难以避免各种误差。但误差的存在会伴随计数率增多而提升，因此若处于低密度环境（如硅藻岩）下，误差可能较大，此时则要结合密度曲线（ZDEN）、密度校正曲线（ZCOR）相关公式加以校准。其二，关于仪器刻度。仪器刻度组成主要包括两个镁合金块、铝块及两个金属片，金属块的密度值均参照了美国休斯敦的标准。在刻度时，刻度块的位置可调整，水平或垂直均可。随后将推靠器放置其水平处即可。同时，应当保障极板干净、干燥，不会残留灰尘、岩屑等杂质，以保障测量结果准确性。随后，将推靠器极板朝向刻度块较“厚”的部分，对齐极板上边缘及刻度块。施加一定的压力让极板紧密和刻度块贴合，注意在此过程中不可让极板移动、旋转、倾斜，否则会导致位置错误，影响测量工作。完善上述操作后进行校正测量，此时能够计算出刻度表中的镁铝之比，若计算出的数据和预估的误差范围有明显差异，此时则要将极板、金属片重新放置后再次测量。倘若重新测量后依然未能达到误差要求，那么此仪器则可能出现故障需进行检修了。总而言之，关于刻度和分析，需确保其探头极板干燥洁净，且校正、软硬比（SHR）、DEN等指标都处于误差范围内。^[3]

3.2 岩性密度测井仪井径臂打开及闭合

部分测井仪在设计上存在缺点，比如无马达工作电压上传。所以操作人员无法通过直流面板情况来分析电压情况。倘若此时马达上的电压过大，会导致仪器热量较大，可能延长井径臂的开合时间。针对

上述仪器，当实际操作时应当让井径臂先保持静止，或是缓慢上提的状态（指速度低于10m每分钟）时才打开。需要注意的是，当仪器正处于下行操作时千万不可打开井径臂，或者是它正常工作时使其保持下行。这两种操作可能会导致井径臂卡住，或者是不小心使其弯曲、折损；情况严重时还可能直接导致仪器卡在井内。部分岩性密度是数字遥测仪，和模拟仪器不同的是，它能够在不关闭主流电源基础下发指令，将电源传送给马达。联合实际情况，诸如模拟仪器断电后，要将其保持成“井径关闭”状态。这是为了岩性密度仪器异常井径臂无法正常闭合后，就可以借助模拟器关闭，进而将仪器上提出井眼。需要注意的是，关于井径臂打开及闭合操作在运用时必须加以重视。例如若井径臂处于打开状态下不慎被提出井眼，那么井径臂会立刻从受限状态下出现剧烈的反弹，此时所飞溅起的泥浆、岩屑等，都可能会伤及施工操作的人员，因而必须加以关注。^[4]

4 岩性密度测井仪运用注意事项

运用岩性密度测井仪时，若发现其曲线异于常规情况，要注意是否存在其它的影响条件，通常包括以下五点：第一，当井中出现大量的重晶石、赤铁矿或是其它的化学制品时，可能会对测定结果构成影响。这是因为化学物质、赤铁矿等都具备较高的光电吸收截面，容易干扰到最终结果。第二，大裂缝地层。导致地层出现裂缝的原因有很多，多是内、外两因素的综合作用。当出现大裂缝后，会影响到测量基本条件。第三，当泥饼的厚度高达1/2in。当泥饼较薄且贴合紧密时，会对测井工作创造一定有利条件，反之，则可能影响到最终测定的准确率。第四，大于井径测量的

冲蚀扩大井段。冲蚀即冲刷。当出现井径扩大现象时,也会影响到岩性密度测井仪使用效果。第五,不规则、皱褶或波状井眼。若出现此类形态的井眼,要深入研究后再考虑是否运用岩性密度测井仪。此外,当操作人员进行测量时,也要防止出现一些不恰当的手动增益调节,以免影响到仪器最初的测量效果,且原始数据回放(RDR)再处理也无法将其校正。^[5]

5 当岩性密度测井仪发生故障时的解决方法

5.1 岩性密度测井仪器无谱峰、计数异常

岩性密度测井仪在使用的过程中,最常发生的故障问题就是仪器无谱峰,且长源距的计数出错。要迅速解决,需要先查找问题所在。维修人员可以先更换电子线路,并提供直流电,检测发现依然没有谱峰,且推靠臂不能正常开合,可以在推靠臂闭合的状况下,晃动仪器 MA,并观察其交流面板的电流,若电流在两百毫安到两百五十毫安之间反复跳动,则说明岩性密度测井仪的故障处就集中在电源、极板线等地方。维修检测人员可以根据故障的具体情况,进一步的展开排查。^[6]

维修人员要查看测井仪整体构成以及信号的流通过程,可发现故障主要是由以下两种情况导致。其一,控制推靠臂的打开和闭合的继电器的电压出现异常,进而导致出现故障,造成无谱峰以及计数异常的问题。其二,长源距的探头高压管的电压输入有误。不排除两个问题共同作用导致岩性密度测井仪出现故障问题。由于供电电压出现问题,维修人员需要先对正在工作中的供电电压进行故障排查。如果发现 +24VDC 的电路没有出现异常情况,则需要进一步的分析和考察。比如可能出现五号探头线的绝缘强度弱,而且外部出现破裂或损坏,维修人员由此可以确认故障原因。由于五号探头线是高压管的输入电压,而其绝缘能力下降,以及外部出现破裂和损坏问题,导致在进入长源距高压管时对 +24VDC 电压造成影响,导致电压不足,不能保证推靠臂的继电器的稳定供电,两个继电器的供电电压不足,导致推靠臂不能正常打开和闭合,因为长源距的高压管受到五号探头线的影响,不能输出高压电压,导致长源距探头不能顺利获取数据,从而导致计数出现问题,由于数据获取异常,因此长源距计数显示为零,没有谱峰,而短源距没有受到五号探头线影响,因此计数显示正常。在排查情况故障之后,维修人员可以对五号探头线进行处理,更换新的探头线,确保其绝缘性,在更换成功后进行测试,如果长源距能够正常显示计数,同时推靠臂能够正常的打开和闭合,出现谱峰,则说明故障已被排除。^[7-8]

5.2 推靠臂闭合时电流大、产生卡顿故障

这种故障也是岩性密度测井仪的常见故障之一,主要表现为,在闭合推靠臂时,电流达到四百四十毫安,并且不能正常的闭合,会产生卡顿问题,闭合时的动作不够流畅。这类故障的原因比较容易排查,主要是其机械传动结构而导致的故障。维修人员可以先对该结构进行检查,尤其是针对销子、弹簧以及连接杆的检查。查看螺杆是否存在锈蚀问题,以及弹簧是否发生了偏移。如果确实如此,维修人员可以更换或清理螺杆,解决锈蚀问题,同时更换新的弹簧总成,并反复打开和闭合推靠臂,如果电流已经恢复,并且推靠臂能够正常闭合,没有出现卡顿,则说明故障排除。^[9-10]

6 结语

综上所述,此次从岩性密度测井仪的运用背景、现状、原理等多方面加以探讨,并特以某岩性密度仪为样本,分析在实际使用中出现的各种问题。例如主刻度不通过主要原因;又如限位开关失效后如何正确地让井径臂处于正确的开或闭合状态。如此一来,能够让相关操作人员明确各种可能会影响测定结果的因素,构建出安全、高效率的测量环境。相信通过本次分析,相关工作者能够对岩性密度测井仪多一层思考,从而在实际运用中消除干扰因素,提高测量效率和质量。

参考文献:

- [1] 鞠晓东,李会银,成向阳,等.新型岩性密度测井仪研制[J].测井技术,2005,29(01):18,59-62.
- [2] 吕殿中.岩性密度测井仪高压不稳的故障分析及维修[J].石油仪器,2010,24(02):90-91,94.
- [3] 吕海泉,蔡晓波,程静,等.岩性密度测井仪探头测试系统的研制[J].测井技术,2017,41(05):564-566.
- [4] 侯远伟.岩性密度测井仪高压不稳的故障分析及维修[J].山东工业技术,2017(20):57.
- [5] 刘备.岩性密度测井仪工作原理与典型故障分析[J].科技资讯,2020,18(12):17,19.
- [6] 杜黎君,嵇玉华,席习力.对岩性密度测井仪的认识[J].石油仪器,2014,28(05):28-30.
- [7] 唐俊,吴桐雪,吴瑶,等.基于单片机的岩性密度测井仪模拟信号源[J].仪表技术,2019(12):9-10,15.
- [8] 马丽婷.2228XA 岩性密度测井仪传动系统及推靠臂结构改造[J].石油管材与仪器,2016,02(01):86-87,91.
- [9] 罗翔.岩性密度测井仪刻度方法以及能谱漂移问题的研究[D].成都:成都理工大学,2013.
- [10] 刘易,汤天知,岳爱忠.一种新型岩性密度测井仪数据采集处理电路设计[J].测井技术,2012,36(04):397-400.