

选择伽马-伽马测井影响因素的探讨

段铁梁 陈文宁 刘栋梁 杨启富

(云南煤田地质勘探公司)

使用软伽马射线源的选择伽马-伽马方法其响应值主要取决于探测物质的有效原子序。因此,该方法是煤层定性、定厚及煤灰分确定的较好的方法之一,也是中国煤田地质局近期重点推广的方法。但是,目前该方法仪器尚无统一的测试方法;仪器的影响因素亦未深入研究;仪器的输出受外界条件干扰,致使不同时期的测井资料难以对比,更难于建立煤灰分与方法响应值之间的相关关系,即使使用大量资料进行数理统计分析,也无法获得可靠的成果。因此,有必要对仪器进行试校验,研究各种因素的影响。

仪器响应的影响因素可分为两类:一是仪器工作状态(性能);二是井眼环境。前者可以通过测试找出规律,用刻度的办法消除;而后者难以消除。研究的目的是引起人们重视,并正确估价测井成果的精度。本文以哈尔滨煤田地质研究所研制的HSG-1型选择伽马-伽马仪为例,探讨该方法的各种影响因素。

1 仪器性能影响因素测试

1.1 外电源电压变化影响

表1列出了外电压由190V变化到230V时,煤样品(250mm×70mm×60mm)

表1 煤样外电源电压影响试验

外电源电压(V)	190	200	210	220	230
校频输出 $\Delta V_{校}$ (mV)	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1
ΔV (mV)	7.2~8.0	7.3~8.2	7.4~8.2	7.2~8.1	7.2~8.1
$\Delta \bar{V}$ (mV)	7.60	7.75	7.80	7.65	7.65
测试条件	任 意				

围内是非常次要的。

在煤层近于水平、上覆各层介质较为均匀的条件下,对于等偏移道集其对应的入射角可视为一个常数,多次波及转换波的影响也近于一个常数,在这一前提下,等偏移距剖面上煤层反射波振幅的变化,基本上只反映了煤厚及物性的变化。若测区煤厚、煤质变化不大,煤层反射波的变化主要反映了顶板岩性的变化,若顶板岩性及煤质稳定时,煤层反射波的变化就比较单纯地反映了煤厚的变化。因此,在有利的条件下,仔细研究煤层反射波的特征,就可能成为直接预测煤

厚变化及岩性变化的主要途径。

参考文献

- [1] Almoghrabi, H. and Lange, J.: Layers and Bright Spots, *Geophysics*, 1986, Vol. 51, No. 3.
- [2] Lange, J. and Almoghrabi, H.: Im pulse Reflectivity of Thin Layers, Modeling presented on 56th SEG meeting, 1986.
- [3] Sheriff, R. E.: *Encyclopedic Dictionary of Geophysical Exploration*, SEG, 1984.
- [4] Gerhard P. Dohr: *Seismic Share Waves, Part A, Theory*, London, 1985.

带源 (^{211}Am , 20mCi) 测试结果。表1示出, 外电压变化在一定范围时输出电位 (ΔV) 变化很小, 两极值最大相对误差仅2.6%, 最大相对误差仅1.43%, 且误差具有随机性。这一误差显然系统起伏干扰所致, 与电压变化无关; 也就是说, 对于该仪器, 外电压在一定范围内变化不影响输出值。

1.2 井下仪器供电电流影响

该仪器探管的供电电流 I (简称下井电流) 是可以任意调节的, 其值的变化将影响输出大小, 从而影响仪器的灵敏度与稳定性。图1是下井电流与输出值的关系曲线。输出电位差转换为脉冲计数率 n , 其关系为

$$n = \Delta V \times \frac{N_{\text{校}}}{\Delta V_{\text{校}}}$$

式中: ΔV —— 模块带源输出电位差, mV;
 $\Delta V_{\text{校}}$ —— 校频输出电位差, mV;
 $N_{\text{校}}$ —— 校频输出计数率。

从图1可看出, 下井电流在120~140mA时, 输出基本不变, 也即存在一个坪区。显然, 下井电流选在坪区中部 (该仪器为130mA), 其值变化对输出影响最小。

1.3 井下仪器下阈值变化影响

记录晶体和光电倍增管将入射的伽马粒子转换成幅度正比于射线粒子能量的电脉

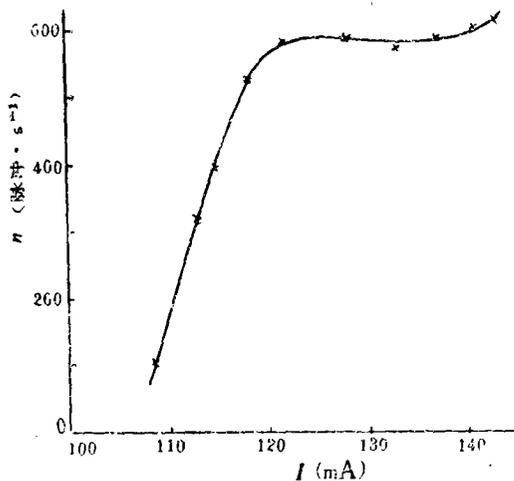


图1 下井电流影响曲线

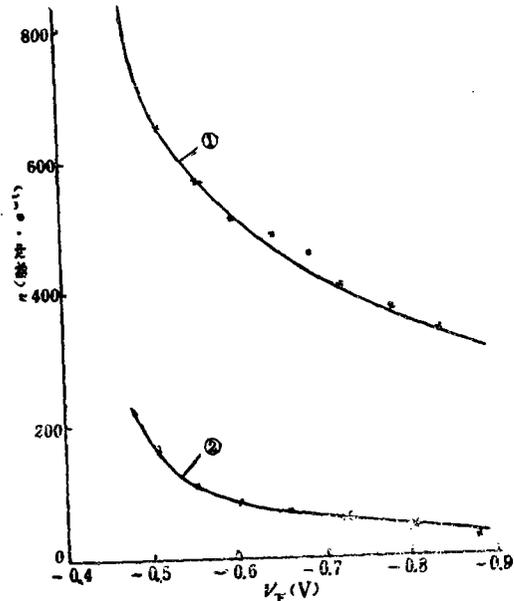


图2 门坎电压影响曲线

1—煤块, 2—砖块

冲, 后级电路只传输幅度高于某一下限值的电脉冲。对应于这一下限值有一固定的射线能量, 高于此能量的粒子仪器才可能记录下来, 这一射线能量称为仪器下阈值。由于射线能量测量较为困难, 本文将由研究放大级输入极对地电压 (俗称门坎电压) 入手, 间接分析下阈值影响。

图2是在煤块、砖块上模拟试验这一影响的关系曲线。从图中明显看出, 当门坎电压 $V_{\text{下}}$ 高于 -0.5V 时, 输出随电压变化而急剧变化; 而 $V_{\text{下}}$ 负于 -0.5V 时, 输出的变化趋于平缓。为减少门坎电压变化对输出的影响, 其值显然应选在输出变化较平缓的区内。但是, 门坎电压越负, 光电效应所占的比重越小, 密度的干扰越大, 而且输出值及其差异也相应减小, 这对方法本身的响应又不利。因此, 门坎电压既不能过大, 也不能过小, 笔者认为选在进入平缓区段的首部 (图2中 $-0.55 \sim -0.6\text{V}$) 较为适宜。

值得注意, $V_{\text{下}}$ 所对应的下阈值在下井

电流变化时可能发生变化,但如电流系坪区中部值,电流微小变化的影响可忽略不计。

除上述内容外,影响输出的还有对应能量上阈值的电脉冲上限电压(有相应上门坎电压 $V_{上}$)、井下仪器高压等。前者主要消除自然伽马干扰,解决背景问题,本文不予讨论;后者实质与下井电流的影响相似。

上述讨论表明,影响输出的仪器因素主要是门坎电压(下阈值),在使用时应特别注意。同时,由于本文采用间接方法讨论下阈值分析结果为定性成果,有条件时应采用不同能量射线源使阈值固定。

2 井眼环境对测量结果的影响

2.1 仪器与井壁间隙(h)的影响

仪器下井测量时,若井壁不光滑,井下仪与井壁间将存在间隙,而间隙中充填的水、泥浆或空气均降低其有效原子序产生似煤异常或低灰分异常。因此须研究不同间隙厚度对测量结果的影响。

2.1.1 水中间隙影响试验

图3a、b示出了砖和煤块水中间隙影响带源测试成果。当探头与砖样(模拟井壁)间隙为28mm时,输出已接近于煤样无间隙的输出值;而煤样存在间隙时,虽不影响煤层定性,但30mm的间隙使输出增大了36.6%,其对煤质分析的影响是可想而知的。间隙较小时,输出随间隙加大而线性增加;当间隙加大到一定程度(煤30mm,砖40mm)时,输出增长速度变缓,甚至不再增加。

2.1.2 空气中间隙影响测试

图4a、b是对水泥和煤模块所做的空气间隙影响试验成果。对比图3b与图4b可以看出,煤样在空气中的输出值与水中差异很大,即使是零间隙也是如此。产生这种现象的原因是煤样表面不光滑,仪器探测器与煤样贴不紧,也即“零间隙”对应着一个等效间隙,输出值包含了等效间隙中空气或水的

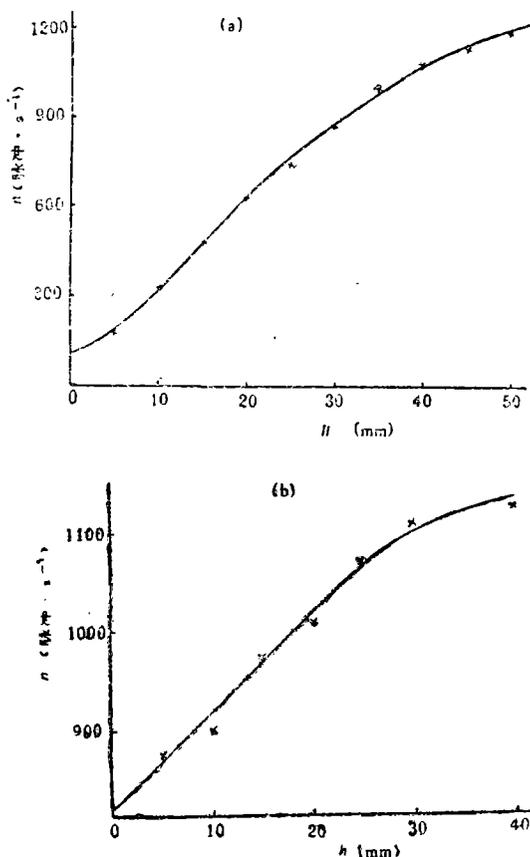


图3 砖样、煤样水中间隙影响曲线
a—砖样; b—煤样

影响。同时表明,空气间隙影响比水更大,且有相似的趋势;但空气间隙小时,间隙变化使输出变化更剧烈,且变化区段缩小(煤样0~20mm,水泥样0~20mm),大间隙平缓段更明显。

综上所述,无论是在水中或空气中间隙影响均很大,对于砖或水泥样两次试验均在20~30mm即可形成似煤响应。因此,测井时必须重视井壁不光滑产生的间隙影响。由于仪器在井眼中贴壁方向不确定,而井壁各方向的不光滑情况又不相同,故可以适当增加测量次数以鉴别间隙产生的似煤异常。

2.2 泥皮对煤层测量结果的影响

当钻孔中煤层裂隙较发育,井液向煤层

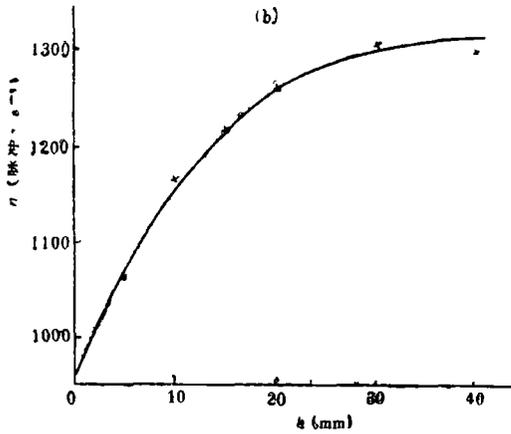
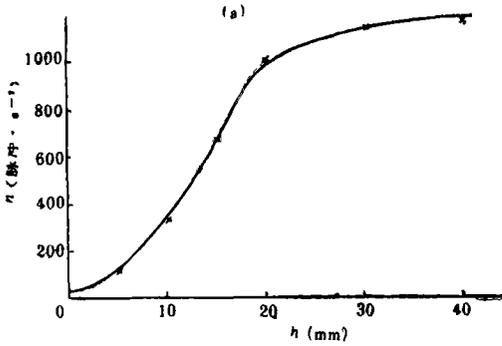


图4 水泥样、煤样(空气中)间隙影响曲线
a—水泥样; b—煤样

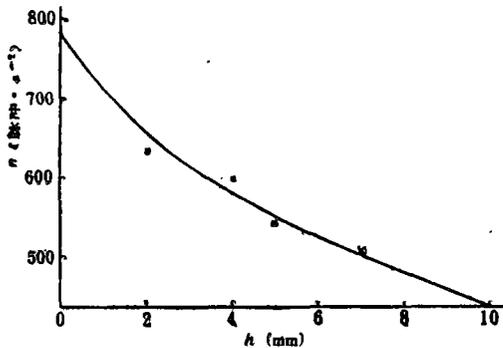


图5 煤样泥皮厚度影响曲线

渗漏可在其表面产生泥皮时,同样能改变探测体积中物质的有效原子序,从而影响煤质分析的精度。由图5可知:

a. 泥皮厚度为零时的输出值低于水及空气中零间隙的值,这是由于等效间隙已被泥皮充填的原因。

b. 当泥皮厚度增加时,输出迅速下降。

泥皮厚度为2 mm时,输出即已下降了18.6%。这表明,只要煤层上贴附了泥皮,就会对测量结果产生影响,从而影响定量解释精度。因此,本仪器不宜在破碎、含水性较好的煤层上用以解释煤层灰分。

2.3 间隙宽度(L)的影响

井眼中间隙是不连续的,而每个间隙的规模又不相同,故测孔时探头不可能均匀地离井壁一段距离,而是如图6所示,裂隙有一定的宽度(L)和厚度(h),对于后者前面已经讨论,这里只讨论前者的影响。

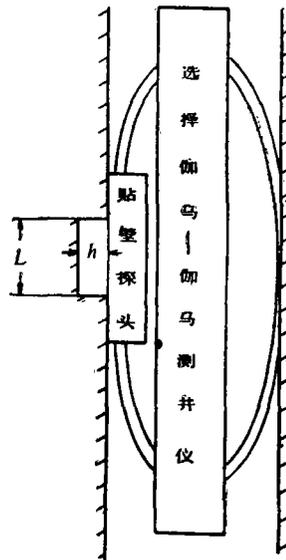


图6 井眼中仪器与井壁间隙示意图

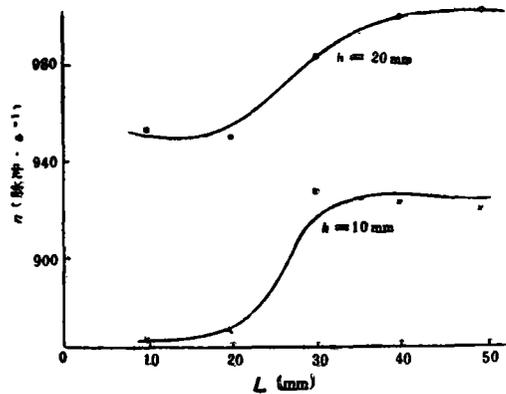


图7 煤样间隙宽度影响曲线

图7是不同的间隙厚度(10、20mm)时,煤样在水中间隙宽度变化的输出测试结果。结果表明,间隙宽度加大输出随之增加,但当间隙宽度加大到一定程度时,输出增加速度变缓或不变化;而且间隙厚度越小,随间隙宽度变化的速度越快。当 $h=10$ mm时, $L\geq 30$ mm输出不再增加,当 $h=20$ mm时, L 要大于40mm才基本不变。试验表明,间隙只要有一定的规模,就会对测量结果产生明显影响,这同样表明该方法增加重复测量的必要性。

3 结论

通过对各种影响因素的测试与分析,可得出以下结论:

a. 仪器的某些性能对输出影响很大,使用仪器前应进行全面测试,并选取合适的工作条件(如下井电流、能量阈值等)。

b. 本文所探讨的仪器性能测试是针对哈尔滨科研所研制的仪器作出的,对不同仪器可能要增加新的测试内容。

c. 井眼环境的影响是本方法的最大问题,使用时应予以重视并正确评价所提供资料的可靠性。

d. 本文限于条件,模块不标准,不统一,因此,所获数据可能不准确,但其趋势是正确的,其差异也不会太大。

e. 为鉴别似煤异常和减少间隙对定量分析的干扰,应适当地增加测量次数,并选用其中的低幅曲线进行定性定量分析(但渗透性好的煤层灰分可能偏高);此外,还应与其它参数曲线配合,减少多解性。

f. 须尽快建立本方法的刻度系统,建立方法响应与岩石物性的关系,寻求消除密度干扰的方法。

本文由段铁梁执笔,具体试验工作由刘栋梁、陈文宁、杨启富等完成。

矿井突水检测仪及其现场试验

煤炭科学研究总院西安分院 张锡之

随着煤矿采掘深度的不断加深,地下水对工作面底板的压力也相应增大,导致矿井突水淹井事故日趋严重,因此,采用先进的检测技术,防止矿井突水淹井以保证安全生产是亟待解决的一项重大课题。

从煤矿突水淹井事例来看,矿井突水大都发生在断层、破碎带、底板薄弱带及陷落柱等构造部位上,突水前,井下这些部位都会出现诸如温度、应力、应变等各种物理场的变化。

MTS-1型煤矿突水检测系统就是安装于煤矿井下,对井下这些物理场变化进行长时间跟踪检测的仪器系统,为矿井在采掘过程中提供能否发生突水的检测数据。从MTS-1型仪器通过井下试验所取得的资料来看,煤层底板隔水层的温度、应力、应变等物理场都有超前反映,这些反映将为矿井突水预测预报提供信息。

1 仪器原理

MTS-1型矿井突水检测系统是一个煤矿井下观测的仪器系统,仪器按照有关防爆安全规程进行研制,仪器分为采集器和井下站两个独立部分,井下站和采集器分别由隔爆电源箱供电(图1)。采集器的主电路为固化了程序的微型电脑,无人操作,可自动地采集各探头的检测数据,并将数据传送给井下站;各探头至采集器的电缆长度可达100m。井下站为仪器取得最终测试结果的