煤田测井中煤层的定性及定厚解释技术应用

张应文[1],王亮[2],王班友[1],朱洪毅[2],龙秀洪[3]
(1. 贵州省地质矿产开发局102地质大队,贵州 遵义 563003;2. 贵州省地质调查院,贵州 贵阳 550004;3. 贵州省地质矿产开发局105地质大队,贵州 贵阳 550018)

摘 要:选择使用观测钻孔内3种(含3种)以上有效的煤田测井物性参数,分析和对比所有曲线表现的异常特征,从中发现煤层与围岩的突出特性,达到对目的层的定性解释,而定厚解释是重点利用视电阻率和γ-γ曲线异常的典型特征值,确定煤层的深度、厚度和结构,有时还利用诸物性参数曲线异常的形态特征、标志层、对比方法,对个别煤层进行定位定论。

关键词:煤田地球物理测井;煤层定性定厚解释;物性参数;曲线特征
中图分类号:P631.8+15 **文献标识码**:A **文章编号**:1000-8918(2008)01-0049-04

在煤田地球物理测井中,只要选择有效的物性参数,采用合适的测量方法与技术,其地质效果就是比较好的,对煤层的定论是直观、快捷而准确的。

煤田测井鲜有特点。在详查阶段,当区内物性差异特别明显时(在普查阶段时作过系统研究总结),钻探就可采取无岩芯钻进,直接定制煤层位置,确定煤层的深度、厚度及结构。

近年来,发现少数技术人员,在井场初步地质解释和室内资料综合整理时,仅用1条物性曲线定性煤层,这说明对煤层定性的概念不清,解释不甚合理,更有拟合地质钻探结果的现象,严重的是,解释如钻探没有岩芯资料时,竟会遗漏煤层,以至丢失部分煤炭资源量,发挥不了煤田测井技术的功能。笔者试图总结,在沉积岩厚覆盖区煤田测井中,如何定性与定量解释异常,主要是如何划定煤层异常、确定煤层存在,如何区分煤岩层的层位与围岩岩性、对煤层深(厚)度与结构评价等判定方法与技术做介绍,供同行参考。

1 煤系地层

贵州煤炭资源分布广泛,除东部少数的几个县(市、特区、市辖区)属少煤、缺煤地区外,在全省87个县中,就有74个县有煤产出,含煤面积占全省总面积的40%以上。重点富煤区集中分布于六盘水、贵阳、安顺、遵义、毕节、兴义等地区。含煤地层多数为上二叠系龙潭组,是贵州产煤的主要地层,是重要的赋煤层位,不少地段盛产优质无烟煤。龙潭组(P_3l)的上覆地层为长兴组(P_3c)、下伏地层为茅口组(P_2m)。就岩性而言,煤层的顶板多为泥岩、炭质泥岩、砂岩等,底板多为泥岩、黏土岩、炭质泥岩等。已知煤层多而不厚,一般为可采至3 m的煤层较多,煤线层数较多,可采一般1~3层,厚度变化大,结构复杂等特点。

2 煤层地球物理特征

对实测的数百个钻孔的物性总结表明,本区煤层与围岩之间存在显著的物性差异,煤层物性反映的异常特征突出、趋势明显,但异常幅度变化大,异常曲线形态在一定区域内具规律性可循,为煤田测井提供了可靠的地球物理前提。煤层与其顶底板相比较,一般具有低自然伽马值、高电阻率、高γ-γ值(低密度)、高声波时差等特征。

3 对煤层的解释原则

对煤层的解释,就是对从不同钻井中所取得的不同性质的物性参数数据及曲线异常特征,进行综合分析对比,结合地质、钻探等资料,作出符合实际且正确反映地质变化规律的结论,划定煤层,区分围岩。再则,测井资料解释人员,必须熟知当地煤系地层里不同含煤层位分布及地质构造特征概况。笔者主要是指对煤层的定性解释原则,分述如下。

(1)多物性参数原则。煤田测井中,一般至少应选择使用3种(含3种)以上的,能解释岩层和目的层的有效物性参数,如视电阻率、自然伽马、γ-γ

收稿日期:2006-09-04

万方数据

(密度),这3种物性参数为《煤田地球物理测井规范》确定的必测参数。其他物性参数,如声波时差、自然电位等,可视当地的地质地球物理条件,作出相应的选择测量。对必测的3种物性参数一定要同时使用,否则,单一的或其中任意2种物性参数组合在一起,极有可能会得出错误的结论。因为单一的物性参数存在多解性,它们的似煤特征不易识别,有的可能为煤层引起,有的则可能由其他岩层(性)引起,如煤系地层里的灰岩具有高电阻率、低自然伽马值的物性特征,充水裂隙或扩径较大的井段,碳酸盐岩层区漏斗内的充填物等,就存在低自然伽马值、低密度的物理性质等。

(2)综合研究原则。在实际工作中,除采用多个物性参数外,经常还需要对地质界线、标志层、层间距、煤层厚度及结构、异常曲线形态特征等进行对比,这样得出的结果更趋合理。

(3)其他原则。以多种物性参数曲线异常特征为主,以测区地质资料、已取得的化验资料、钻孔地质编录等参考资料为辅的原则解释异常层。

4 煤层的定性方法

当钻探采取率符合要求,岩芯取样完整时,结合煤岩层的曲线异常特征和变化规律,对煤层的定性较为简单。当钻探采取率差,甚至完全无岩芯样本时,定性煤层将变得复杂,需要做深入细致的工作。现总结介绍以下几种对煤层定性的方法与技术。

4.1 逻辑判定法

这是煤田测井资料解释中最常用的基本方法之一,适用于单孔独立解释,主要对煤层进行定性。如果煤层的电阻率ρ高值为真(T)、则低值为假(F);自然伽马γ低值为真(T)、则高值为假(F);γ-γ高值为真(T)、则低值为假(F),逻辑表达式为:

If(ρ = T)and(γ = T)and(γ-γ = T)Then coai = T,

即当3种参数全部为真时,逻辑判断为煤层,除此之外的任何一种逻辑关系的判定结果都为非煤。

4.2 曲线形态特征判定法

在地质情况较稳定的井田,当测井观测的物性参数为1~3种或更多时,实测曲线的形态特征变化总有一定规律可循,既有单一的图形阵也有组合的图像链显示,或在某一井段内曲线形态重复出现,在充分了解曲线异常的特征变化和分布规律后,在逻辑判断的基础上,就可以判定和确认煤层属于哪一层,贵州省大方县对江井田M18煤层的形态特征表示,就是1个典型例证(图1)❶。其视电阻率异常曲线特征最具有代表性,曲线形态从浅部到深部,通常以一大一小两个正峰异常出现,其顶部变化较陡,底部变化较缓,两峰之间呈近似"U"字型。根据视电阻率曲线形态特征,若在相邻钻孔发现有类似曲线形态特征,即使无岩芯,则可以解释为M18煤层。

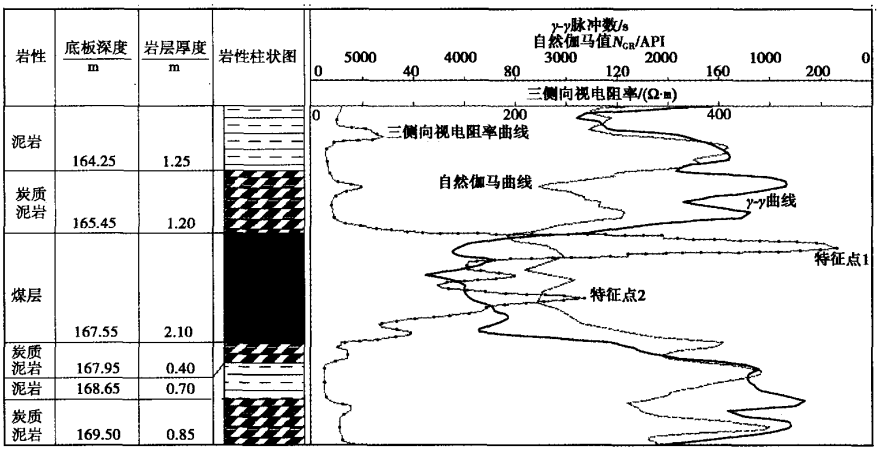

图1 对江M18煤层1201号钻孔23种参数物性曲线形态特征

该方法对部分煤层层位定位有效,可作为无岩芯钻进时对特定煤层定性的重要依据,也是研究对小断层的判定等某些局部地质问题的参考。

4.3 物性标志层特征判定法

物性标志层,就是在一个井田(或一定范围)的某一岩层,一种或几种物性参数曲线的形态特征在不同钻孔中的对应位置普遍出现,且形态具有相似性,它与地质标志层有可能一致,也有可能不是同一岩层,但共同的特点是具有明显的可识别标志,广泛分布,比较稳定。标志层可能是煤层本身,也可能是

❶ 贵州省地矿局102地质大队.贵州省大方县对江井田煤田勘探测井报告.2003.

万方数据

煤层的直接顶板、底板或距煤层一定距离的其他岩层。标志层的确定较困难,需要做大量的实际曲线对比、选择参数、统一参数比例、曲线异常典型特征研究工作。能作标志层的岩层较多,如龙潭组(P_3l)里比较常见的标志层有 P_3c — P_3l、P_3l—/ P_2m 地质界线,煤系中的灰岩、黏土岩、泥岩、砂岩及个别煤层都有可能成为标志层。在一个井田内,标志层有可能是多层,也可能只是一层,也可能没有。利用标志层对煤层层位进行判定,一般需要具备以下几个条件:①某一井段经逻辑判断为"真",即该井段是煤层;②厚度较稳定;③至少有一种物性参数的曲线形态具有相似性,且异常明显。例如贵州省金沙县化觉井田 C11 煤层突出的物性特征,本身就可作标志层处理(图 2)❶。图中上部的岩性段自然(天然)放射性强度较高,曲线呈正异常,峰值较高,曲线形态特征具有相似性,上、下部岩性段表现值较低平,异常微弱,据此特征可判定为 C11 煤层。

4.4　对比判定法

它特别适用于煤田勘探中晚期,可对单孔的煤岩层作必要的修正、更正、补充,最擅长纠正煤层层位偏差、煤层遗漏等问题,使用时须先对煤层进行逻辑判断。在资料翔实可信,综合类比多个钻孔资料后,利用标志层参数的曲线形态特征、层间距、厚度等标志作参照物,重点研究它的异常特征变化和分布规律,对比分析井田内各钻孔煤岩层、标志层物性特征的相似性、同一性,总结出一般变化规律,由已知推证未知,从而确定煤层的位置。

对贵州省瓮安县白砂井田的煤层解释可窥见一斑(图 3)❷。图中为 D 煤层(线),井田共有 2 层煤层(线),编号分别为 C、D 煤层,C 不可采,D 大部可采。钻探在 ZK601 只发现一层煤,厚度 0.56 m,地质编录上定为 D 煤层,测井现场单孔解释也未发现另一层煤层(线),因该煤层(线)物性特征不明显而被遗漏。经多次对测井资料深入研究、综合分析与对比发现,在相邻钻孔及井田其他钻孔上,D 煤层所具的视电阻率异常曲线的形态特征,在 ZK601 的钻孔资料也有微弱反映(曲线异常幅值虽不高,但具有相似性),就此推断原定的 D 煤层应是 C 煤层,D 煤层还在上面,厚度仅 0.31 m。在与地质人员共同研究后认为,测井解释符合该区的物性特征变化规律,解释推断正确,确定更正。

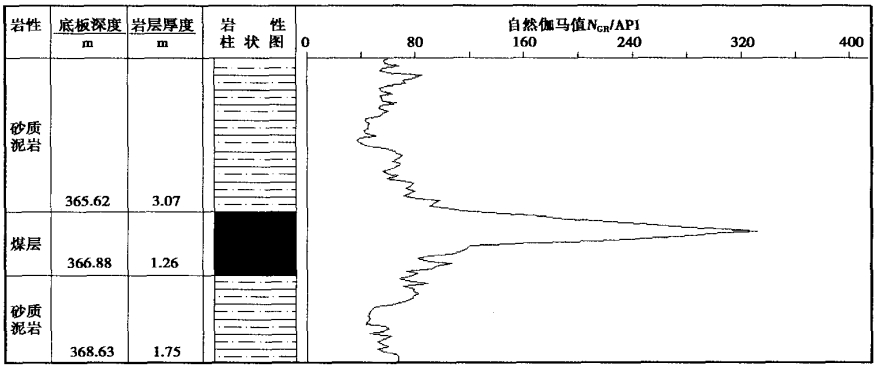

图 2　C11 煤层化觉 ZK104 号钻孔自然伽马曲线特征

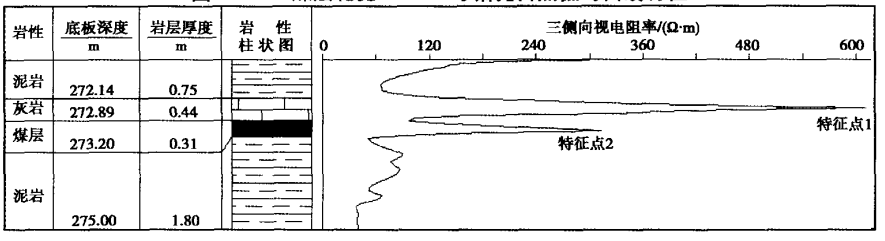

图 3　白砂 D 煤层 ZK601 号钻孔三侧向视电阻率异常曲线形态特征

5　煤层的定厚技术

对煤层顶、底板的深度、厚度及结构的确定,需要采用一定的方法来实现。以物性特征为研究点,任何一种物性参数,只要具备异常特性,就可以用来确定煤层的顶、底板深度;一般情况下使用 2 种物性参数对煤层进行定厚,就能满足《煤田地球物理测井规范》之要求,常用的 2 种物性参数是视电阻率、

❶ 贵州省地矿局 102 地质大队. 贵州省金沙县化觉井田煤田勘探测井报告. 2004.

❷ 贵州省地矿局 102 地质大队. 贵州省瓮安县白砂井田煤田勘探测井报告. 2004.

万方数据

γ-γ(密度),现总结介绍以下几种对煤层定厚的方法与技术。

5.1 方法1

当曲线异常反映较好,分层界线清楚时,可取视电阻率曲线异常的根部拐点与人工放射性曲线异常半幅值处的深度平均值,作煤层顶、底板的深度,取煤层顶、底板深度差值为该煤层的厚度。

5.2 方法2

(1)当曲线有异常反映,但界面(线)不清时,特别是当灰岩为煤层直接顶板时,其视电阻率曲线的特征就没有明显的界线,通常可能会出现两种情况,其一是界面曲线形态特征表现为上高下低的"V"字型,此时可用"V"字型底尖点作解释深度;其二是界面曲线的形态特征呈现由高阻向低阻变化的斜坡状,看不出分界点,此时一种思路是可根据视电阻率总体特征来虚拟曲线,参考γ-γ(密度)曲线特征点的取值来确定煤层顶板的深度,此方法比较简单因而常用,另一种思路是用其他曲线来代替,如声波曲线、密度曲线等。

(2)当底板为高碳质泥岩或具有膨胀性的黏土岩时,这时所测量的人工放射性曲线的界面不清,此时一种方案可根据视电阻率曲线变化的总体特征(趋势),虚拟γ-γ(密度)曲线来确定煤层底板的深度,另一种方案是用自然放射性曲线代替γ-γ(密度)曲线来确定煤层底板的深度。

5.3 方法3

可以对物性参数数据进行微分技术处理,得到2个方向相反的尖峰异常曲线。利用该方法的前提是原始曲线必须有明显的分层界线,况且微分处理过程较复杂,在我省大部分测井仪器中配置的软件没有此功能,故目前使用的人不多。

6 结论与建议

上述对煤层解释的几种方法,它们均是基于不同的理论依据和解释前提,其方法的有效性是可靠的。值得注意的是,各方法的使用并不是彼此独立的,而是具有很强的关联性,它们相互依存、互为补充。在使用任何一种方法判定煤层时,要反复对已知的区域地质资料、钻孔地质编录等进行综合研究和分析对比,这一点要引起足够的重视,否则极有可能会得出不正确的结论。

参考文献:

[1] 王惠濂. 综合地球物理测井[M]. 北京:地质出版社,1987.

[2] 中华人民共和国地质矿产部. 煤田地球物理测井规范(DZ/T0082-93)[S]. 1994.

[3] 贵州省地质矿产局. 贵州省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1987.

[4] 廖莉萍,郭振春. 贵州煤炭资源及电煤地质勘查工作建议[J]. 贵州地质,2004,21(4):262.

THE APPLICATION OF GEOPHYSICAL LOGGING TO QUALITATIVE AND THICKNESS-DETERMINING INTERPRETATION TECHNIQUE OF COAL SEAMS

ZHANG Ying-wen, WANG Liang[2], WANG Ban-you[1], ZHU Hong-yi[2], LONG Xiu-hong[3]

(1. *No.* 102 *Geological Party, Guizhou Bureau of Geology and Mineral Resources, Zunyi* 563003, *China*; 2. *Guizhou Academy of Geological Survey, Guiyang* 550004, *China*; 3. *No.* 105 *Geological Party, Guizhou Bureau of Geology and Mineral Resources, Guiyang* 550018, *China*)

Abstract: Three or more than three effective coalfield logging physical character parameters from the observational drill holes were used to analyze and compare anomalous characteristics of all curves for the purpose of detecting prominent features of coal seams and wall rocks and making qualitative interpretation of the bed of interest. The thickness-determining interpretation utilizes emphatically typical characteristic values of apparent resistivity and artificial radioactive curve anomalies to determine the depth, thickness and structure of the coal seam. The morphological feature, index horizon and correction method of the curve anomalies of various physical character parameters are sometimes also used to study individual coal seams.

Key words: physical character parameter; coal seam interpretation; qualitative determination and thickness determination; logging technique

作者简介:张应文(1963-),男,贵州松桃人,工程师,主要从事物探和管理工作,公开发表学术论文数篇。

万方数据