

文章编号: 1001-1986(2007)02-0076-02

巷道煤层天然电磁波法超前探测

杨武洋 (中国矿业大学资源与安全工程学院, 北京 100083)

摘要: 利用天然电磁波研制的 DTY 型地电检测仪, 多年来一直在地面探查煤层厚度和附近小构造。根据生产需要, 研制了井下巷道煤层超前检测仪, 在巷道掌子面前顺着煤层的视倾角可以超前探测 100 m 内煤层厚度, 及煤层附近的小断层。

关键词: DTY 型地电检测仪; SYT 型物性检测仪; 小窑巷道地面位置

中图分类号: P631.3 **文献标识码:** A

Working principle of tunnel coal-bed advanced detection with natural electromagnetic wave

YANG Wu-yang

(School of Resource and Safety Engineering, China University of Mining and Technology, Beijing 100083, China)

Abstract: The DTY type natural electromagnetic wave detector has been usually applied to operation on ground level to probe the thickness of coal beds and surrounding minor structures. According to the need of coal mining, the Underground Roadway Coal-Bed Advanced Detector can probe the variation of coal-bed thickness and minor structures nearby the coal bed at front of the channel work plane.

Key words: DTY type detector; SYT type detector; ground position of small-sized colliery

利用天然电磁波研制的 DTY 型地电检测仪及其后研发的 SYT 物性检测仪, 都是在地面对地下目的层进行探测。多年来在煤炭系统工作的地质人员一直希望能在井下掌子面对煤层厚度的变化进行超前探测, 特别是我国南方的鸡窝状煤层, 其厚度、面积大多无规律可循, 给开采带来极大的困难, 因此对井下巷道煤层超前检测仪的需求更为迫切。2005 年, 在 SYT 物性检测仪的基础上, 研制出井下巷道煤层超前检测仪。

1 工作原理

1.1 监测场源

巷道煤层超前检测仪探测的场源与 DTY 型地电检测仪、SYT 型物性检测仪、DYL 型地应力测量

仪、DGH 地层构造航测仪、MDCB 型地震前兆监测仪一样, 接收的全是天然电磁波。不同的是, DTY 型地电检测仪、DYL 型地应力测量仪、DGH 地层构造航测仪接收的是天然电磁波场源中的天电部分; MDCB 型地震前兆监测仪接收的是天然电磁波场源地电部分中的一次场; 而 SYT 型物性检测仪、巷道煤层超前检测仪接收的是天然电磁波场源地电部分中的二次场。天然电磁波场源分类如图 1 所示。

1.2 地电部分中的二次场互补等效原理

地电部分中的二次场, 是指地下不同电性层的地质体, 在地磁脉动作用下所激发的辐射场。这部分辐射场辐射的电磁波频谱、强度受地层的物理化学特征等因素控制。由于它的激发场是地磁脉动, 所以, 其频率变化范围基本与地磁脉动的频谱相同。

它们的强度很弱, 大约是天电部分的 $1/3 \sim 1/4$, 其变化幅度根据多 a 的观察记录, 大约在 $1 \mu V \pm$ 。

地下电性层中物质的分子(原子)在地磁脉动作用下, 激发的二次场对外是一种漫辐射的形式。在那些与巷道掌子面所在的平面平行的地层剖面(该平面距巷道掌子面为某一距离)上, 某一点位上任何分子(原子)对外产生的漫辐射, 相对于巷道掌子面某一点来讲, 都可以找到与之对称的辐射量等效的点位上的

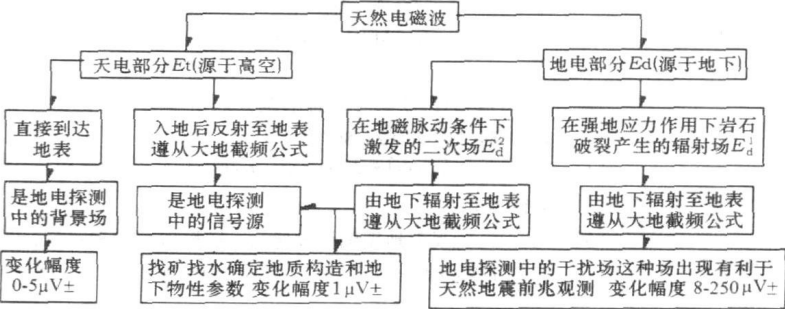


图 1 天然电磁波场源分类、变化幅度及用途框图

Fig 1 Classification, variation amplitude and usage of natural electromagnetic wave

收稿日期: 2006-09-29

作者简介: 杨武洋(1963—), 男, 贵州天柱人, 高级工程师, 博士研究生, 从事地球物理勘探与研究。

分子(原子),如图 2。这样在巷道掌子面前探测时,就可以认为不同层位上被激发的分子,产生的二次场不是漫辐射,而是向着某个方向的单一辐射。当仪器在掌子面前探测时,如果煤层是水平的,那么煤层中的分子(原子)的辐射量基本是相同的,不同的是距掌子面的距离不同,辐射量的衰减程度不同;当煤层有一定倾角时,只要仪器的传感器法线方向与煤层厚度的中心线延伸方向一致,其探测机理就同煤层是水平的一样;当穿越煤层后,物质成分发生了变化,其分子(原子)的辐射量也就发生了变化,这样,仪器接收的数据经过软件程序处理后,就很容易识别煤层厚度的变化,或用来判别煤层前方有无小断层。

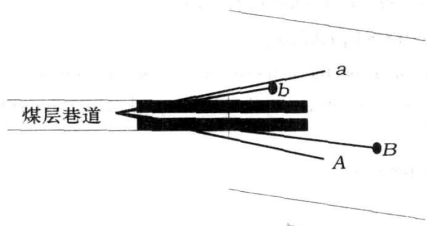


图 2 分子(原子)对外漫反射示意图

Fig 2 Sketch map of scattered reflection of molecule(atomic)

1.3 探测距离

天电、地电部分的电磁波都遵从大地低频窗口截频公式,有关仪器硬件的设计依然依据理论推导公式^[1]

$$V_{fi} = n \frac{\gamma \sigma^2 \rho^2}{(H+A)^2} \quad (1)$$

$$n = \frac{2 \alpha B C_i k^2 (10^2 \rightarrow 10^3)^2 (1-2v)^2}{E^2}$$

式中 v 为泊松比; E 为弹性模量; σ 为体应力值; α 是仪器监测某个频点的带宽; H 为反映仪器在工作区内测量的深度; B 代表传感器的灵敏度; ρ 是指仪器监测的某个深度界面上的地质体平均视电阻率; γ 是指所测深度地质体顶界面对电磁波的反射系数; C_i 是一个小于 1 的变量; k 是一个常数, $k=9.4 \times 10^5$ 。

目前,该仪器设计探测深度为 100 m,其工作示意图如图 3。该仪器目前没有防爆装置,只适用于低瓦斯矿井煤层超前探测。

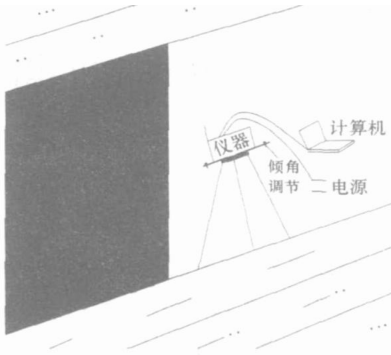


图 3 仪器探测施工示意图

Fig 3 Sketch map of detecting operation using instrument

2 工作方法

在巷道掌子面前支好仪器,并调好角度,使传感器与巷道掌子面平行,其高度等于煤层厚度的二分之一。探测先在煤层平行测线进行,然后向上、向下调整仪器的倾角,一般在一个点位探测 5 条测线即可。探测完成后,微机上会显示出前方煤层厚度的变化。如果发现断层,可以改变仪器探测的方位角,再做 4~5 条测线,确定断层的走向和在平面上延伸的距离。

3 探测实例

图 4 是在江西瑞昌小煤窑的巷道超前探测剖面。

由图 4 可以看出,在巷道前方 1~9 m 的地方,仪器探测的电压值在 124~177 mv 之间,很明显,这种电压值符合掌子面所见到的煤层特征(图中灰色区域)。再往前,9~14 m 处,上部电压值变小,在 111~87 mv 之间,下部电压值仍在 126~137 mv 之间,因此,下部应为煤层,上部为岩石。据此,逐渐往后解释,得到巷道超前 96 m 范围内的煤层变化情况。后经巷道掘进验证,煤层厚度变化基本和探测成果相符。

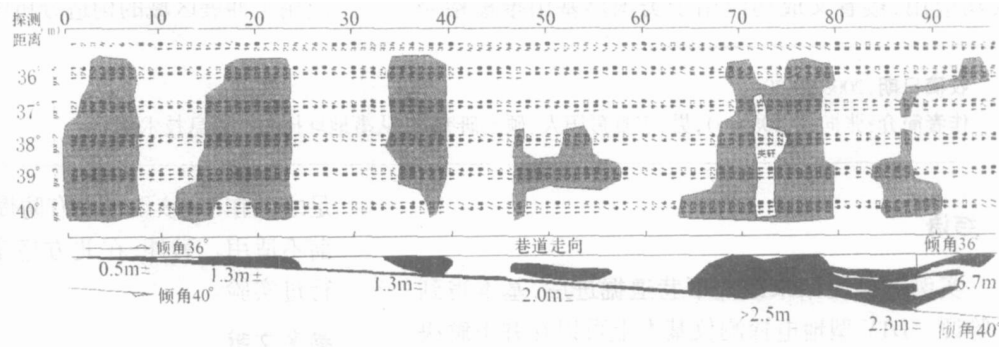


图 4 小窑巷道超前探测成果图

Fig 4 Results of advanced detecting in small-sized colliery

文章编号: 1001-1986(2007) 02-0078-03

平衡剖面技术的研究现状及进展

张向鹏¹, 杨晓薇²

(1. 煤炭科学研究总院西安分院, 陕西 西安 710054;

2. 成都市勘察测绘研究院, 四川 成都 610081)

摘要: 介绍了平衡剖面技术的发展历史, 总结了各发展阶段的主要思想和所取得的成果以及发展状况、研究思路、存在的不足和研究进展等。

关键词: 平衡剖面技术; 基本原理; 进展

中图分类号: P631 **文献标识码:** A

Research present situation and progress about Balanced—section Technique

ZHANG xiang-peng¹, YANG Xiao-wei²

(1. Xi'an Branch, China Coal Research Institute, Xi'an 710054, China;

2. Chengdu Survey Institute, Chengdu 610081, China)

Abstract Introduced the Balanced-section Technique development history, summarized the achievement including each development phase, main thought and obtains, as well as development condition, reseach mentality, reseach progress and existence insufficiency.

Key words: Balanced—section Technique; present situation; basic principle; progress

1 平衡剖面技术的研究现状

平衡剖面技术是现代地学领域的一项重大研究成果, 它在构造地质、石油地质与勘探、煤田地质与勘探以及盆地模拟应用方面, 已被国内外地质学家和勘探学家公认为是一种模型解释的重要工具^[1]。

20 世纪初, Chamberlain(1910, 1919) 首次应用平衡剖面原理估算了北美阿巴拉契亚山脉及落基山脉的底部滑脱面深度^[2]。Dahlstrom(1969) 最早详细论述了平衡剖面的概念, 后经众多学者深入研究, 使得平衡剖面技术日趋成熟和完善^[3]。尤其是 70 年代末, 薄皮构造的提出, 使平衡剖面技术得到了迅速发展, 期间产生了恢复法、面积平衡法层拉平等。

平衡剖面技术最早是应用于石油地质勘探上。20 世纪 70 年代, 平衡剖面技术在英国的北海油田成功应用, 接着又成功应用于美国落基山推覆褶皱

带内的油气勘探。20 世纪 80 年代早期, Suppe 等人, 系统阐述了断层转折褶皱及其几何演化和运动学过程, 使得平衡剖面技术优点得到更多人的认同。同时, Verral 等人提出了平衡剖面技术的反演技术, 用来推断地下断层等构造的几何形态, 取得了明显的应用效果和价值^[4]。随着计算机技术的不断发展, 研究者开始用正演法来研究平衡剖面技术。到了 90 年代初期, 得到了正演法制作的正确的平衡剖面。与此同时, 人机交互的平衡剖面解释技术也应运而生, 极大的方便了地震地质资料的解释。

在国内, 20 世纪 80 年代以前, 对于平衡剖面的研究及应用是比较少的。直至 1994 年, 肖成安等人从理论上研究正演平衡剖面技术; 1995 年, 刘光炎将正演平衡剖面技术应用在压性区域以及在地震地质解释上^[5]; 21 世纪初期, 平衡剖面的应用渐多起来, 分别应用于伸展区域的构造分析中和盆地模拟上。

收稿日期: 2006-09-30

作者简介: 张向鹏(1980—), 男, 宁夏彭阳人, 硕士研究生, 从事地球探测与信息技术研究。

4 结语

实例的探测结果经井下巷道掘进后, 基本得到了验证。DTY 型地电探测仪基本上可以在井下解决不稳定的鸡窝状煤层在空间上的分布状态, 为井下掘进指明方向, 减少掘进无用巷道, 节约资金。其不

足之处在于, 该设备没有防爆装置, 在高瓦斯矿井目前不适用。另外, 在北方稳定的煤层矿井还没有进行过实验。

参考文献

- [1] 王文祥, 杨武洋. 瞬变电磁法与天然电磁波法勘探[M], 西安: 陕西人民出版社 2000