

中华人民共和国矿山安全行业标准

KA/T 12—2023

回采工作面无线电波透视探测方法

The method of radio wave perspective detection in coal mining face

2023-10-26 发布

2024-01-31 实施

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 一般规定 3

5 仪器设备 4

6 探测数据采集 5

7 资料处理 8

8 成果提交 10

附录 A(资料性) 井下回采工作面无线电波透视法现场记录表(定点法) 11

附录 B(资料性) 井下回采工作面无线电波透视法现场记录表(同步法) 12

附录 C(资料性) 煤矿井下回采工作面无线电波透视工作流程 13

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国煤炭工业协会提出。

本文件由煤炭行业煤矿专用设备标准化技术委员会归口。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件起草单位：华阳新材料科技集团有限公司、重庆大学、中煤科工集团重庆研究院有限公司、安徽省皖北煤电集团有限责任公司、山西焦煤集团有限责任公司、中煤科工西安研究院(集团)有限公司。

本文件主要起草人：刘最亮、吴燕清、范德元、胡运兵、齐振洪、杨智华、张新、康跃明、吴昊、解奕伟、段中稳、段建军、王锋、伍晓龙、张哲、杨舜。

本文件为首次发布。

回采工作面无线电波透视探测方法

1 范围

本文件规定了煤矿回采工作面无线电波透视探测方法的术语和定义、基本要求、探测方法、数据采集和处理、探测资料解释和探测成果提交。

本文件适合于煤矿回采工作面无线电波透视勘查作业。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 14499—1993 地球物理勘查技术符号

GB/T 23694 风险管理术语

AQ 1043—2007 矿用产品安全标志标识

MT/T 693—2019 矿用无线电波透视仪通用技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

无线电波透视法 radio wave perspective method

地质异常体与正常的煤层具有显著电性参数的差异,无线电波透视法是在工作面巷道或钻孔中发射电磁波,通过工作面另外一条巷道或钻孔接收对面穿透煤(岩)层无线电波的场强,运用无线电波反演算法,推断地质异常体的属性和空间位置的一种探测方法。主要应用于工作面内隐伏地质构造的探测,并对陷落柱、煤层厚度、夹矸变化带、冲刷带、岩浆岩侵入带等地质异常体有效。

3.2

井下无线电波背景值 underground radio wave background value

在探测区域,选择需要的探测频率,测量发射机处于关停状态,接收机接收到的电场强度,即为该探测频率的井下无线电波背景值,通常用分贝(dB)表示。

3.3

探测频率 probe frequency

回采工作面探测时,可选择不同的探测频率,无线电波透视仪的发射机与接收机要求选择同一探测频率,通常用千赫兹(kHz)表示。

3.4

初始场强值(H_0) initial field strength value

平行巷道或者钻孔内框型发射天线的平面方向的最大发射电磁场强度,通常用分贝(dB)表示。

3.5

衰减系数(β) attenuation coefficient

煤层或者其他岩层介质每米(m)对无线电波场强的吸收能力,通常用分贝每米(dB/m)表示,用负号

表示吸收(衰减)电磁波能力。衰减系数值主要受无线电波频率、地下煤(岩)层介电常数、磁导率、电阻率的大小影响。

3.6

理论场强值(H_L) theoretical field strength value

从发射点发射的无线电波穿过衰减系数为 β 的煤(岩)层后,到达穿透距离的 r 的接收点,通过公式(1)计算出接收点的理论场强值 H_L ,通常用分贝(dB)表示。

3.7

实测场强值(H_i) measured field strength value

无线电波发射电磁波初始场强从发射点经过煤(岩)层介质衰减后,接收机在第 i 个测点实测的电磁场强度的值,通常用分贝(dB)表示。

3.8

相对衰减值(η) relative attenuation value

无线电波穿过煤(岩)层介质后,第 i 个接收点的实测场强值减去理论场强值,即相对衰减值 η =实测场强 H_i -理论场强 H_L ,通常用分贝(dB)表示。地质构造发育带比正常煤层的无线电波吸收能力强,相对衰减值 η 为负数。但比煤层电阻率高的岩层例外,如灰岩等。

3.9

无线电波透视 CT 反演算法 radio perspective CT inversion algorithm

无线电波透视定点法探测数据,经工作面网格化,进行不同无线电波 CT 成像反演计算,求得每个网格相对衰减值 η ,最大限度接近每个网格的真实相对衰减值 η 。

3.10

无线电波透视 CT 成像 radio wave perspective CT imaging

通过无线电波透视 CT 反演算法计算出探测工作面划分的网格相对衰减值 η ,根据 η 值形成工作面内相对衰减值等值线、区域色块的 CT 成像图,用于分析地质构造位置。

3.11

理论场强衰减曲线 theoretical field strength attenuation curve

同一发射点发射的无线电波,根据公式(1)计算出不同位置的接收点的理论场强值 H_L ,连接各接收点的数据形成的图件称作理论场强衰减曲线。通常纵坐标用分贝(dB)表示,横坐标用不同位置的接收点(点号)表示。

3.12

实测场强衰减曲线 measured field strength attenuation curve

同一发射点发射的无线电波,根据不同位置的接收点接收的实测场强 H_i ,连接各接收点号的实测场强值形成的图件称作实测场强衰减曲线。通常纵坐标用分贝(dB)表示,横坐标用不同位置的接收点(点号)表示。

3.13

相对衰减曲线 relative attenuation curve

同一发射点发射的无线电波,根据不同位置的接收点接收的相对衰减值 η ,连接各接收点号的相对衰减值形成的图件称作相对衰减曲线。通常纵坐标用分贝(dB)表示,横坐标用不同位置的接收点(点号)表示。

3.14

综合曲线 synthetic curve

将理论场强衰减曲线、实测场强衰减曲线、相对衰减曲线绘制在同一张二维坐标图中,其中理论场强衰减曲线、实测场强衰减曲线用左边纵坐标来表示,相对衰减曲线用右边纵坐标来表示。通常纵坐标用分贝(dB)表示,分辨率刻度 1 dB。

3.15

无线电波透视 CT 成像图 radio wave perspective CT image

无线电波透视 CT 成像反演算法计算出工作面每个网格的相对衰减值形成的图件称作无线电波透视

成像图。纵坐标是工作面的宽度,通常用米(m)来表示;横坐标是回采工作面的长度,通常用米(m)来表示。

根据相对衰减值的最大值和最小值,每间隔 5 dB 用一种颜色。0 dB~−5 dB 范围用绿色表示,−5 dB~−10 dB 用浅蓝色,小于−10 dB 时每负 5 dB 用更深的蓝色表示;0 dB~5 dB 用浅绿色表示,大于 5 dB 时,每 5 dB 用更深的红色表示。

图的右边要有相对衰减值和颜色一一对应的图例,制图要求按照 GB/T 14499—1993 地球物理勘查技术符号要求绘制。

3. 16

测点射线交汇图 ray intersection diagram of measuring point

将无线电波探测区域所有发射点与接收点之间的射线交汇区域绘制出来,反映探测区域的探测叠加次数和探测的空白区域,如图 1 所示。

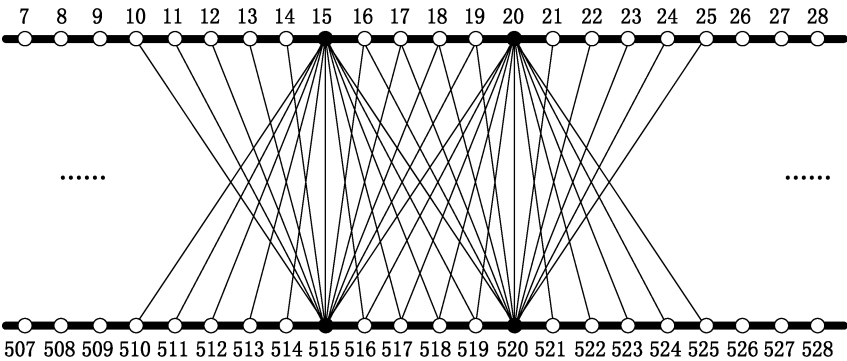


图 1 测点射线交汇图

4 一般规定

4. 1 探测环境与适用条件

回采工作面无线电波透视探测方法适用于无强电磁干扰的环境,电磁干扰源主要指大型金属设备、大型机电设备和动力电缆等。

最佳探测时间:回采工作面刚刚形成,大型金属设备或机电设备还没有铺设,电磁干扰源小。

减少电磁环境干扰的办法有:动力电缆停电、断电等处理,可根据现场条件选择。

回采工作面现场条件是否适合探测,根据 6. 6 进行判断。

4. 2 工作人员要求

回采工作面无线电波透视探测作业一般要求:发射机操作员 1 名,发射天线辅助工 2 名,接收机操作人员 1 名,辅助人员 1 名,接收和发射操作人员均需要通过专门的培训。解释人员要求具有地质、物探相关专业知识的培训。

4. 3 地质资料搜集

回采工作面无线电波透视探测数据采集前,需要收集探测工作面及邻近地区有关地质构造类型、水文地质条件、前期是否有其他物探成果、钻探分布位置和封孔质量等资料,重点需要收集回采工作面地质说明书和采掘工作面平面图。分析回采工作面巷道掘进揭露的地质资料、水文资料、钻孔资料,为设计工作面探测方案和无线电波透视探测成果地质解释准备。

4.4 探测数据记录要求

4.4.1 回采工作面无线电波透视探测正式开展前,应记录发射机在无线电波发射、停止状态下同一接收点的无线电波实测场强值,确定无线电波透视探测数据的有效性。

4.4.2 回采工作面进行无线电波透视探测时,发射点附近应记录有无地质、水文、构造、机电设备等异常情况;接收点附近应记录有无地质、构造、水文、机电设备和各类传感器等异常情况。

4.4.3 回采工作面无线电波透视探测的测点编号要按照递增或者递减的顺序编制,防止错编、漏编、重复编,图上测点与井下工作面的编号严格对应,便于后续解释分析地质异常体位置使用。

4.4.4 煤矿井下回采工作面无线电波透视探测工作流程见附录 C。

4.5 基本公式

假设辐射源(天线轴)中点 O 为原点,在近似均匀、各向同性水平或近水平地层中,观测点 P 到 O 点的距离为 r , P 点的无线电波场强度 H_P 可表示为

$$H_P = H_0 \frac{e^{-\beta r}}{r} f(\theta) \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

H_0 ——初始场强,单位为分贝(dB);

β ——地层对无线电波的吸收系数,单位为分贝每米(dB/m);

r —— P 点到 O 点的直线距离,单位为米(m);

$f(\theta)$ ——方向性因子, 2θ 为天线夹角,单位为度($^\circ$)。

当天线夹角不超过 40° ,可简化为 $f(\theta) = \cos\theta$ 来计算。

5 仪器设备

5.1 组成

回采工作面无线电波透视仪一般由巷道发射机、巷道接收机、框型发射线圈、环形接收天线、钻孔发射机、钻孔接收机和资料处理机等组成。

5.2 仪器设备的要求

回采工作面无线电波透视仪应满足 MT/T 693—2019《矿用无线电波透视仪通用技术条件》的要求。仪器应 5 年送厂家检测一次。仪器铭牌应符合 AQ 1043—2007《矿用产品安全标志标识要求》的规定。

5.3 仪器探测频率

回采工作面无线电波透视仪最低探测频率应大于 0.3 MHz,有条件的工作面开展 2 个以上频率探测数据采集。

5.4 发射天线要求

回采工作面无线电波透视仪的发射天线为框型,接收天线为环形。钻孔接收与发射天线要有防水功能,发射和接收时应尽可能远离金属、电缆。

5.5 仪器连续工作时间

回采工作面无线电波透视仪连续工作时间不小于 6 h。在规定的工作时间内,探测仪不应出现欠压关机,满足一次探测 2 个频率的需求。

6 探测数据采集

6.1 基本要求

- 6.1.1 探测数据采集前,确定探测工作方法(定点法还是同步法)、测点间距(一般 10 m)、发射点间隔(一般 50 m)。测点应在巷道的侧帮上醒目标定,实际测点标号与回采工作面工程图的坐标点要关联对应。
- 6.1.2 回采工作面无线电波透视前应检查仪器电量是否充足、仪器工作是否正常。
- 6.1.3 探测数据采集前,有条件的地方可按 6.4 进行试验,确定初始场强 H_0 、吸收系数 β 的数值。当接收背景值大于 10 dB~20 dB 时,检查干扰源,接收天线离开周边的机电设备。当发射机发射时,实测场强值有效判断见 6.6。在保证透视距离的前提下,应尽可能选择较高的发射频率探测。
- 6.1.4 为了保证发射与接收探测的同步,需要严格遵守制定的探测时间表格,原则上发射机发射时间 3 min,发射机搬家 2 min,发射间隔 50 m,接收范围 100 m。

6.2 准备工作

6.2.1 测点布置

测点的位置应根据探测设计技术方案,在巷道帮上、管道或者支架上将布置的测点编号标出,标号字迹清晰,不可重号或漏号。

6.2.2 探测频率选择

回采工作面无线电波透视探测频率依据仪器的穿透能力、工作面的宽窄、煤层电阻率、介电常数进行最优选择。

一般工作面宽度小于 100 m,探测频率选择 1.5 MHz;工作面宽度 100 m~200 m,探测频率选择 0.3 MHz 或者 0.5 MHz;工作面宽度大于 200 m,探测频率选择 0.3 MHz。在能穿透的情况下,尽量选择探测频率较高的频率进行探测。

6.3 天线夹角

框型发射天线平面与垂直巷道走向的夹角 θ 不大于 22.5° 时,计算理论场强 H_L ,可简化为 $f(\theta) = \cos\theta$ 来计算。工作面定点法的接收范围、发射机间隔的探测设计参数可参考表 1 和图 2。

工作面宽度越小,接收测点范围越窄;发射机的发射点间隔也要根据工作面的宽度进行调整。

表 1 θ 夹角的影响

设计参数	定点探测法					
接收范围 $2L$ m	41.42	82.84	124.26	165.60	207	248.4
工作面宽度 H m	50	100	150	200	250	300
天线夹角 2θ ($^\circ$)	45	45	45	45	45	45
合理发射点间隔 m	20	40	50	80	100	100

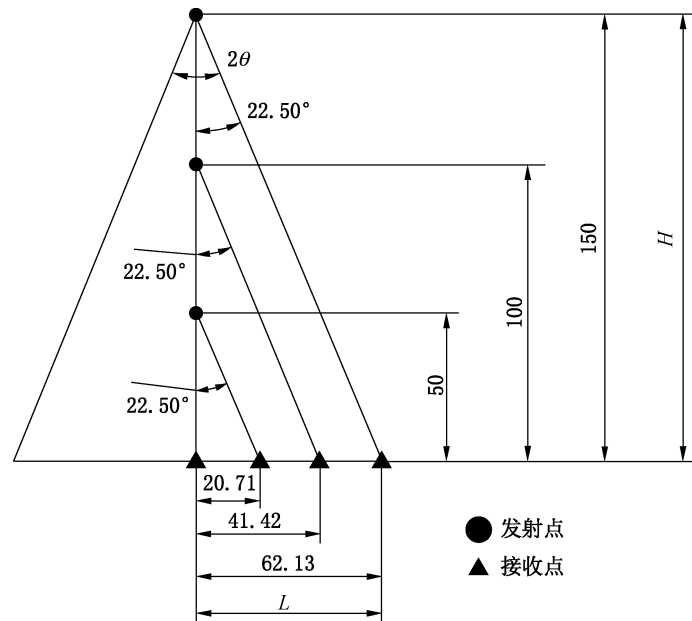


图 2 天线夹角与接收探测范围

6.4 条件试验

6.4.1 有条件的煤矿可开展无线电波透视条件试验,实测出准确的初始场强 H_0 ,吸收系数 β 。选择条件试验巷道的原则:选择无地质构造、煤层稳定的区域,大于 200 m 且没有金属导体、电缆的单一巷道。发射天线平面、接收天线平面平行于巷道的走向,沿着离发射点 50 m 处,每隔 10 m 布置一个接收测点,接收机在距发射机不同位置的测点,逐一接收每个测点的实测场强,应接收超过 10 个的不同测点的实测场强,用于曲线拟合。

绘图方法:以(0,0)为发射点的位置,按照接收测点的实际位置标定接收测点号。纵坐标为实测场强值,根据测量的曲线进行最小二乘法拟合,曲线与纵坐标交叉点($x=0$)为初始场强 H_0 ,与横坐标交叉点($y=0$),为最大探测距离,曲线斜率为衰减系数 β ,如图 3 所示。

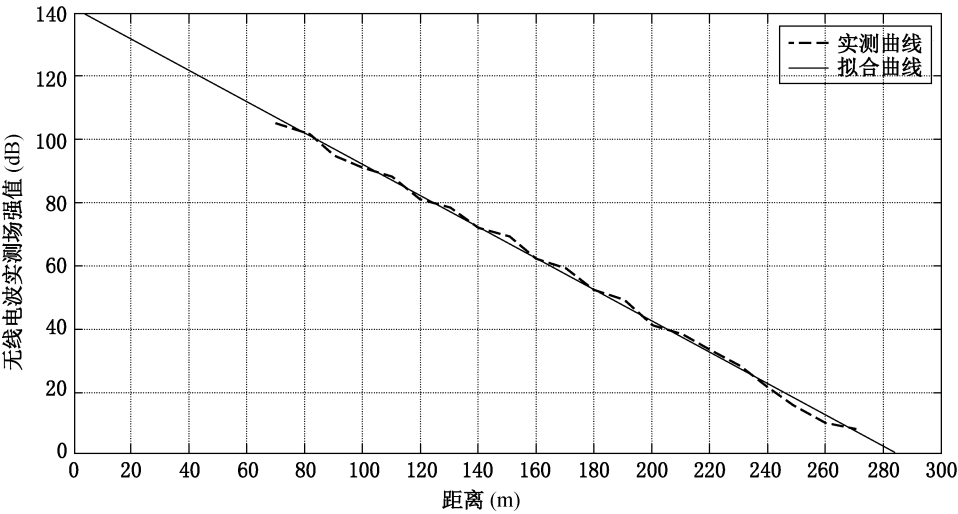


图 3 条件试验曲线

6.5 背景值测量

发射机在关机状态下,接收机以探测频率分别连续测量 3 次实测场强,取平均值记录。

6.6 实测场强值有效判断

探测频率选择后,发射机发射状态下的接收实测场强值 H_1 ,比发射机关闭状态下实测场强值 H_0 大 10 dB 时,接收数据有效。

6.7 测点布置

6.7.1 回采工作面无线电透视探测方法有定点法和同步法 2 种。

6.7.2 定点法:发射机位置每次固定时,接收机沿巷道在一定接收范围内按照测点间距移动,逐点测量接收场强值。每组接收若干个测点接收数据后,接收机向前移动,然后再接收下一组探测数据。定点法要求接收点数据重叠 1/2 以上。定点法工作原理示意图如图 4 所示。

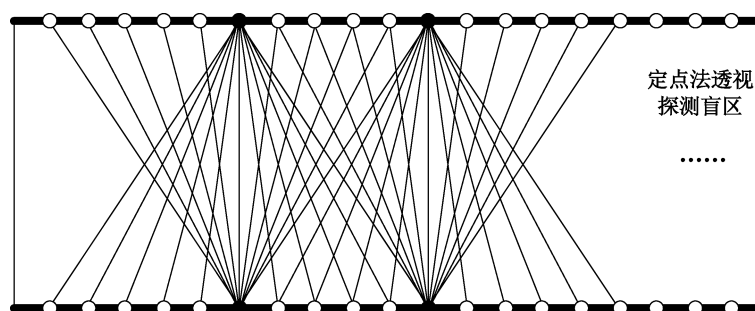


图 4 定点法探测方式示意图

6.7.3 同步法:发射机和接收机分别位于工作面运输、通风巷道,按同一间距向同一方向移动并观测接收测点的实测场强值,同步法也可以斜同步。工作原理示意图如图 5 所示。

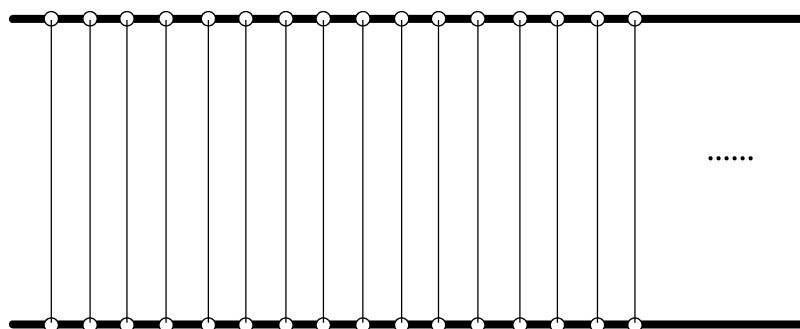


图 5 同步法探测方式示意图

6.7.4 定点法具有发射点相对固定、探测范围大、数据有一定重叠性、探测精度高的优点,定点法适用于正常工作面数据采集。同步法适用于快速普查构造,需要发射机与接收机同步移动,因发射机移动、发射天线架设费时费力,且不利于发射与接收同步,故煤矿井下实际很少采用同步法采集。

6.7.5 采用定点法数据采集时,发射机的测点间隔一般 30 m~50 m,具体参照 6.7.2。接收机测点间隔 10 m,接收测点重复范围 50 m,避免工作面出现漏失探测区域(空白带),保证工作面区域内实现全覆盖、多次覆盖射线探测,如果精细探测时,在构造带附近可加密间隔 5 m。测点编号应尽量上下对称,不重复,按照递增或递减 1 的顺序编号。

6.7.6 定点法的初始场强 H_0 , 吸收系数 β 计算: 在回采工作面正常探测区域选取 100 m~200 m 进行两巷双向探测实验, 可以选 3 个发射点以上正常煤层、岩层的发射点对应的一组实测场强值, 采用曲线拟合方法, 根据公式(1)计算出 H_0 、 β , 取平均值作为初始场强 H_0 、衰减系数 β 。然后依照探测距离, 根据公式(1)做出理论曲线, 其中曲线的导数就是 β , 曲线与 y 轴的交点坐标是 H_0 , 曲线与 x 轴的交点坐标是最大探测距离 L 。

6.7.7 钻孔探测方法也分定点法和同步法。定点法适用于精确定位、CT 成像, 同步法适用于普查有无地质异常带。根据测绳或者推送钻杆长度确定孔内发射机和接收机的位置, 钻孔发射、接收天线应远离金属钻杆, 避免电磁干扰; 在满足透视距离的前提下, 为了提高探测精度, 尽量提高探测频率。资料处理、综合曲线解释、无线电波透视成像可参照 7、8、9 的要求执行。

7 资料处理

7.1 一般要求

7.1.1 数据处理应保存处理前后数据文件, 不得删除原始数据文件。

7.1.2 数据处理应计算出合理的初始场强 H_0 , 吸收系数 β 的参数。

7.1.3 在数据处理过程中, 严禁变更或丢弃原始数据。

7.2 数据预处理

7.2.1 从接收机、发射机导出的原始数据文件, 首先需检查数据文件完整性。计算机自动检测发射点、接收点是否重复或者缺失, 同一发射点或者接收点编号重复的数据可人工选择正确的, 删除多余的, 缺失接收点的实测场强数据, 可根据前后接收点实测场强的平均值补填缺失接收点的实测场强, 并作记录, 在提交的探测报告中给予说明。

7.2.2 对接收数据突跳点要查明原因, 当出现突然跳高的实测场强值, 依据探测现场背景干扰的记录, 查看是否存在大型机电设备干扰, 对突然下降点, 应查看发射记录, 是否发射机出现问题或者处于停发状态, 修正方法同 7.2.1, 对发射机停发的接收实测场强值直接删除。

7.2.3 回采工作面的形状输入, 应选择几何形状变化关键控制点的坐标点值, 进行相应坐标数据输入。可采用兼容 CAD 格式的工作面布置图直接输入, 也可以人工输入几何图形。

7.2.4 多发多收: 多台接收机同时接收可以提高探测效率, 但是多台接收机接收、多台发射机发射需要增加发射、接收一致性指标。多台发射机之间发射的功率在同一标称功率条件下, 各发射机之间发射功率误差要小于 3 dB。多台接收机接收同一发射机的发射信号, 在同一位置多台接收机接收的实测场强之间误差要小于 2 dB。

7.3 综合曲线法解释

7.3.1 综合曲线图由理论场强曲线、实测场强曲线、相对衰减系数曲线组成。根据综合曲线的形态、相对衰减曲线的衰减大小, 确定地质构造类型、分布位置的方法称为综合曲线分析方法。

7.3.2 正常煤层、岩层区域, 原则上理论场强值略大于实测场强, 在开切眼端头, 因电磁干扰个别区域理论场强值略小于实测场强值。整个工作面原则上用一个初始场强值 H_0 , 一个衰减系数 β 。但是当地质条件变化较大, 工作面长度超过 2000 m, 也可以分成 2 个工作面处理, 或者在同一个工作面选择 2 个初始场强值 H_0 , 衰减系数 β 分 2 个区域计算。特别注意, 当围岩电阻率高于煤层时, 会出现相对衰减正值异常现象, 如: 当灰岩为煤层的顶底板时, 会发生理论场强小于实测场强的现象, 不能按照负异常解释地质异常体, 避免解释过程中漏掉地质构造。

7.3.3 中国烟煤变质程度以上的煤层的初始场强 H_0 的参考范围为 90 dB~160 dB, 无线电波透视衰减系数 β 的范围为 $-0.15 \text{ dB/m} \sim -0.55 \text{ dB/m}$, 如果计算的初始场强值 H_0 , 衰减系数 β 不在此范围应

检查其原因。

7.3.4 综合曲线图上相对衰减值曲线中 η 值 -5 dB 对应的横坐标接收点,推断为断层划分界线,绝对值越大,断层断距越大。综合曲线中实测场强曲线形状显示“锯齿”状,相对衰减值曲线 η 值 -15 dB 对应的横坐标接收点推断为陷落柱边界,或者推断为煤层厚度变化的尖灭边界,综合曲线中实测场强曲线、相对衰减值曲线形状为“漏斗”状。

7.4 无线电波透视 CT 成像

7.4.1 建立工程文件一般与工作面名称相同,需要明确无线电波透视方法探测工作方式。

7.4.2 CT 成像划分网格密度可人工、自动设定,一般按照实际接收测点间隔的一半作为划分网格密度的参数。

7.4.3 应能自动计算、手动调节 H_0 、 β ,动态观察所有发射点的综合曲线图,在正常地质的地段,理论场强曲线与实测场强曲线应基本一致,差值在 2 dB 以内,否则应检查仪器或者背景干扰。

7.4.4 CT 成像反演算法是求得一个近似值,计算的每个网格相对衰减值误差应不超过 -5 dB ~ -10 dB。否则影响准确性。

7.4.5 网格内每一个网格的相对衰减值或者衰减系数是网格内所有通过射线的线性叠加值,根据通过网格每个射线的距离大小计算,通过的无线电波透视射线越长,对网格相对衰减值的叠加值影响越大。如图 6 所示,网格 B_i 的相对衰减值是单独计算穿过网格的不同长短的射线 a, b, c 的相对衰减值或者衰减系数,然后再求和。接收点的实测场强就是沿着这条射线,无线电波穿过不同的网格所有网格的相对衰减值的叠加和。

依据相对衰减值划分构造类型,见 7.3.4,要根据不同地区具体实际揭露的构造验证后校准。

鼓励使用煤层上下顶底板三层的电磁波衰减远场公式,计算越准确,探测精度越高。

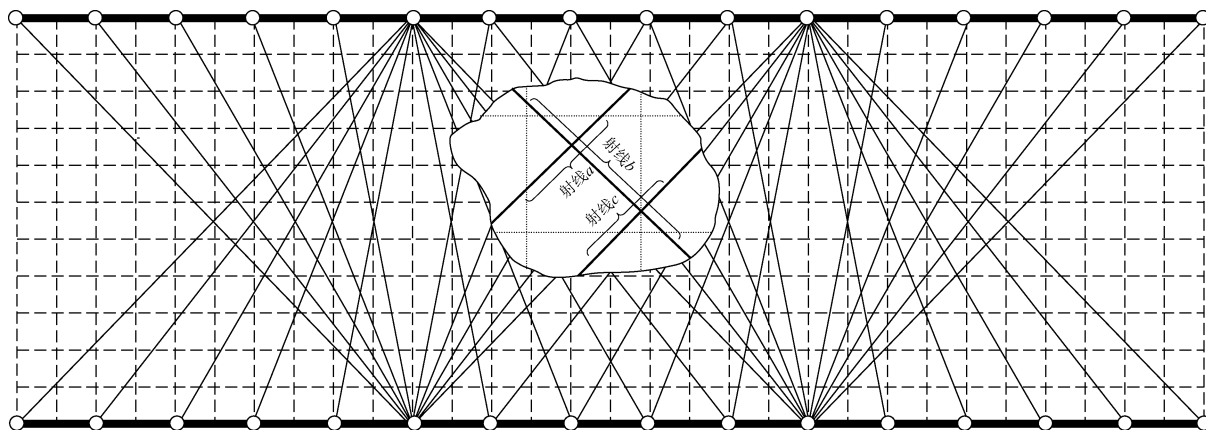


图 6 CT 成像中不同射线穿透网格 B_i 的求解

7.5 绘图要求

7.5.1 测点的编号、命名,图形纵横比例尺尽量与矿方回采工作面巷道布置设计图一致。

7.5.2 等值线数值标记方向应与等值线方向一致,数值排列方向应与等值线走向垂直。

7.5.3 图例一般应置放于图的左下方,图中主要图示符号应在图例中注释。

7.5.4 图签置放于图的右下角。

7.5.5 应标注图名和比例尺,一般置放于图上方的图框外。

7.5.6 由两幅以上的图幅相拼接时,在无图签的每张图幅右下角的图廓外 1 cm 处加注接图签。

7.5.7 指北针宜放在图的右上角。

7.5.8 无线电波透视 CT 透视成果图与实际的回采工作面相同,便于后续精确导入回采工作面采掘 CAD 图中相应的回采工作面区域。

7.5.9 CT 成像的地质异常体划分区域与颜色标注见 3.15。

7.5.10 剖面图上地质成果用粗实线表示,推断的地质界线用虚线表示。

7.5.11 地质推断图可采用 CAD、surfer 等各种绘图软件绘制,但坐标应与实际工程图应一致,便于探测成果可直接导出回采工作面采掘 CAD 图中。

7.5.12 地质推断图的地层岩性图标、图例应符合煤矿地质测量作图规程要求。

7.5.13 对于推断的地质异常区域,用相应文字标注说明。其他符合 GB/T 14499—1993 (所有符号)。

8 成果提交

8.1 文字报告

应包含但不限于以下内容:

- a) 项目概况;
- b) 工作面地质与水文地质概况;
- c) 探测目的、探测区域、任务;
- d) 工作面测点布置与探测方法;
- e) 仪器型号、探测原理;
- f) 参数确定与探测原始数据评价;
- g) 综合曲线分析;
- h) CT 成像分析;
- i) 推测地质异常区域划分、位置与依据;
- j) 工作面受构造以及水害影响的分析预测;
- k) 结论。

结论应结合作业面两巷实际揭露构造情况和干扰因素、采用图表定性、定量的说明,对探测误差及其影响因素进行说明。地质构造推测以及突水危险预测术语应符合 GB/T 23694《风险管理术语》的规定。

8.2 技术成果报告图件

应包含但不限于以下文件:

- a) 原始数据文件;
- b) 工作面无线电波透视设计书;
- c) 测点射线交汇图;
- d) 综合曲线图;
- e) CT 成像图;
- f) 地质构造推测图。

附 录 A
(资料性)

井下回采工作面无线电波透视法现场记录表(定点法)

煤矿名称: _____

回采工作面名称: _____

探测时间: _____ 年 月 日

煤层厚度: _____

回采工作面长度: _____ m

回采工作面宽度: _____ m

现场断电情况: _____

安全环境: _____

背景值: _____ dB

测点间距: _____ m

发射点间距: _____ m

接收点间距: _____ m

发射点号		发射时间与 发射频率			发射点号		发射时间与 发射频率	
巷道名称		发射电流或 者现场情况			巷道名称		发射电流或 者现场情况	
接收点号	接收值 dB	接收点现场 情况			接收点号	接收值 dB	接收点现场 情况	

发射机操作人: _____

接收机操作人: _____

记录人: _____

附 录 B

(资料性)

井下回采工作面无线电波透视法现场记录表(同步法)

煤矿名称:_____ 回采工作面名称:_____ 探测时间:_____ 年 月 日
煤层厚度:_____ 回采工作面长度:_____ m 回采工作面宽度:_____ m
现场断电情况:_____ 安全环境:_____ 背景值:_____ dB
测点间距:_____ m 发射点间距:_____ m 接收点间距:_____ m

巷道名称		巷道名称		巷道名称		巷道名称	
发射点号	发射时间 发射调谐	接收点号	接收值 dB	发射点号	发射时间 发射调谐	接收点号	接收值 dB

发射机操作人:_____ 接收机操作人:_____ 记录人:_____

附录 C

(资料性)

煤矿井下回采工作面无线电波透视工作流程

