**基于高频雷达波的矿井煤岩界面探测技术规程**

Technical specification for mine coal-rock interface detection and identification based on high-frequency electromagnetic waves

（征求意见稿）

**目 次**

[前 言 IV](#_Toc74951717)

[1 范围 1](#_Toc74951718)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc74951719)

[3 术语、定义和符号 1](#_Toc74951720)

[3.1 术语和定义 1](#_Toc74951721)

[3.2 符号和计量单位 2](#_Toc74951722)

[4 总则 3](#_Toc74951723)

[5 仪器设备 4](#_Toc74951724)

[5.1 一般规定 4](#_Toc74951725)

[5.2 设备构成 4](#_Toc74951726)

[5.3 性能要求 4](#_Toc74951727)

[5.4 性能指标 5](#_Toc74951728)

[6 技术设计 5](#_Toc74951729)

[6.1 资料收集与现场踏勘 5](#_Toc74951730)

[6.2 煤岩层位探测地质雷达 6](#_Toc74951731)

[6.3 智能支架 7](#_Toc74951732)

[6.4 数据采集与传输 8](#_Toc74951733)

[6.5 数据处理分析 8](#_Toc74951734)

[6.6 数据通信协议 8](#_Toc74951735)

[6.7 设计书编制 8](#_Toc74951736)

[7 数据采集与处理 9](#_Toc74951737)

[7.1 作业前准备 9](#_Toc74951738)

[7.2 定位测量 9](#_Toc74951739)

[7.3 数据采集 10](#_Toc74951740)

[7.4 数据处理 10](#_Toc74951741)

[7.5 质量控制 11](#_Toc74951742)

[8 成果输出 11](#_Toc74951743)

[8.1 报告编制 11](#_Toc74951744)

[8.2 成果报告提交 12](#_Toc74951745)

[参考文献 13](#_Toc74951746)

[附　录　A （资料性附录） 设计书编制内容与要求 14](#_Toc74951747)

[附　录　B （资料性附录） 煤岩层位探测记录表 16](#_Toc74951748)

[附　录　C （资料性附录） 成果报告编写内容与要求 17](#_Toc74951749)

前 言

本标准由中国矿业大学（北京）提出。

本标准由中国煤炭学会归口。

本标准起草单位：中国矿业大学（北京），国能神东煤炭集团有限责任公司。

本标准主要起草人：彭苏萍、许献磊、杨俊哲、马正、郭爱军、关丙火。

基于高频雷达波的矿井煤岩界面探测技术规程

1 范围

本标准规定了矿井煤岩层位探测的目的任务、仪器设备、技术设计、数据采集与处理、成果输出等技术要求。

本标准适用于矿井煤岩层位探测工作，其它场景可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 37814-2019 综采综放工作面远距离供电系统技术规范

GB/T 37811-2019 综采放顶煤工作面总体配套技术条件

GB/T 37810-2019 大采高综采工作面总体配套技术条件

GB/T 37808-2019 综采综放工作面常规供电系统设计规范

GB/T 37771-2019 煤矿综采工作面总体配套导则

DB22/T 2574-2016 地质雷达探测测绘技术规程

3 术语、定义和符号

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用本标准。

3.1.1

煤岩层位探测地质雷达 Geological Radar for coal-rock interface detection

通过远程向外发射高频电磁波然后接收回波信号实现探测煤岩层位的地质雷达，包括雷达天线、数据采集与处理单元和手持终端。雷达天线采用非接触式，可以进行连续测量；数据采集与处理单元进行数据的采集和实时处理，并将数据结果发送给手持终端和采煤机。

3.1.2

地质雷达天线 Geological Radar antenna

地质雷达天线是能够有效地向空间某特定方向辐射电磁波或能够有效地接受空间某特定方向来的电磁波的装置。

3.1.3

智能支架 intelligent bracket

用于支撑并控制雷达天线位置的可移动支架，可实现智能自动调节确保雷达天线处于合适探测位置。

3.1.4

煤岩层位识别 coal-rock interface identification

通过数据处理和识别算法，在数据采集与处理单元实现对煤层和岩层交界面的识别。

3.1.5

物性参数 physical property parameter

煤层和顶底板岩层介电常数、介电损耗、电容、损耗、电感、品质因数、阻抗等地球物理特征的数学描述。

3.1.6

层位追踪 layer tracking

通过智能算法对获取的雷达数据进行煤岩层位的识别和追踪。

3.1.7

介电常数 dielectric constant

介质在外加电场时会产生感应电荷而削弱电场，原外加电场（真空中）与最终介质中电场比值即为介电常数。空气介电常数近似为1，煤介电常数范围在5~8之间。

## 3.2 符号和计量单位

矿井煤岩界面探测常用的符号和计量单位见表1。

1. 矿井煤岩界面探测探测常用术语、符号和计量单位

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **名称** | **符号** | **计量单位** |
| 真空中的电磁波速度 |  | m/ns |
| 电磁波在地下介质中的传播速度 |  | m/ns |
| 介质的相对介电常数 |  |  |
| 目标体电磁波反射时间 |  | ns |
| 时窗长度 |  | ns |
| 时窗加权系数 |  |  |
| 最大探测深度 |  | m |

4 总则

4.0.1

煤岩层位探测地质雷达在煤岩智能化开采中应用的目的是探测煤岩层位，为采煤机滚筒的调高提供依据。

4.0.2

利用煤岩层位探测地质雷达对矿井煤岩层位进行探测时，应首先确定需要探测的目标深度，煤岩层位探测地质雷达中心频率的选取原则为在满足有效探测距离内尽可能的选取高频天线。

4.0.3

煤岩层位探测地质雷达探测作业前应进行地质雷达天线检查、智能支架检查和处理单元工作状态检查。地质雷达天线检查包括天线工作状态检查、回波信号检查，智能支架检查应该包括支架结构安全性检查、支架自动调节检查；处理单元工作状态检查包括层位定位检查、煤岩层位探测深度检查、定位信息检查。

4.0.4

地质雷达天线与煤层表面距离保持在300mm-400mm，通过智能支架的调节，确保天线处在合理探测范围内。

4.0.5

煤岩层位探测地质雷达数据采集应保证定位测量的准确性、采集数据的完整性、数据质量的可靠性。

4.0.6

煤岩层位探测地质雷达资料处理应遵循高信噪比、高分辨率和高保真度原则，在保持数据真实性的前提下，采用背景去噪、一维滤波、反褶积、偏移等数据处理方法，提高雷达资料的信噪比和分辨率。

4.0.7

煤岩层位探测地质雷达数据处理应满足实时处理的要求，并将结果直接发送给采煤机，同时建议发送给手持终端，一方面可以进行人工交互调整，另一方面实现对煤岩层位探测地质雷达工作状态的监视。

4.0.8

煤岩层位探测地质雷达应通过防爆安全鉴定，并取得安全标志证书。

5 仪器设备

## 5.1 一般规定

5.1.1　依据矿井环境、煤机参数和技术要求，合理选用不同频率的地质雷达天线，仪器的技术性能有：天线频率、天线悬空高度、最大采样点数等。

5.1.2 智能支架根据其可以调节的高度，共分为两种类型：

a）适用于5m以下采高的智能支架；

b）适用于5m以上采高的智能支架，根据不同矿井采高，选用相应型号的智能支架。

5.1.3　所有仪器设备，应指定专人负责，严格按操作手册规定使用、维护和管理。

5.1.4　作业施工前和收工后，应对仪器设备进行全面检查、维护和校准。

5.1.5　非工作期间，所有仪器设备每月应进行一次通电检查、仪器电池应按说明书要求定期充电。

## 5.2 设备构成

5.2.1 煤岩层位探测地质雷达应包括：地质雷达天线、采集触发系统、采集控制系统、屏蔽装置、支架调节系统等，宜包括惯性导航系统等。

5.2.2 地质雷达天线主要由接收天线、发射天线、接收机和发射机构成。

5.2.3 采集触发系统包括下位机控制单元、采集板，触发模式采用时间触发模式。

5.2.4 采集控制系统包括远程上位机采集终端和采集软件，采集软成包括参数设置模块、采集控制模块、数据显示模块等。

5.2.5 屏蔽装置采用立方体屏蔽外壳和吸波材料构成。

5.2.6 支架调节系统包括包数控油缸、保护外壳、步进电机、步进电机控制器。

## 5.3 性能要求

5.3.1 煤岩层位探测地质雷达应同步采集煤岩介质电磁波信息、地质雷达天线坐标信息、测距编码信息、惯导坐标信息等，并将以上数据融合处理。

5.3.2 数据采集软件应具有时间窗口、采样点数（采样频率）、信号叠加次数、采样间距等采集参数调整功能。

5.3.3 数据采集软件应具有自动处理、识别并输出空气-煤表面、煤-岩界面的层位和深度信息的功能。

5.3.4 数据采集软件应具备控制地质雷达的采集、暂停、结束控制功能，以及获取定位信息的功能。

5.3.5 屏蔽装置应当具有屏蔽开采工作面设备电磁干扰的功能。

5.3.6 智能支架控制系统应当具有自动伸缩调节功能和避障功能。

5.3.7 智能支架应当具有抗煤岩块砸落和冲击的功能。

## 5.4 性能指标

数据采集设备主要性能指标应满足下列要求：

a) 系统最大动态范围：192dB；

b) 低噪声放大器动态参数：48db；

c) 最小步进(最小采样间隔)：1ps；

d) A/D转换不低于16bit；

e)信号分辨率：1.5μV；

f) 工作温度-20℃～60℃；

g）采样频率位于45～55Hz之间；

h）采样点数不小于512个样点；

i）地质雷达天线距离探测表面间距不小于20cm，不大于50cm；

6 技术设计

## 6.1 资料收集与现场踏勘

6.1.1 资料收集

在技术设计书编制前宜收集以下资料

a)综采工作面所属行政区划、地面位置、井下位置及四邻采掘情况；

b)综采工作面地面标高、底板标高、长、宽等；

c)综采工作面煤层厚度、煤层倾角、稳定情况等；

d)煤层顶底板情况，包括顶底板岩层名称、厚度等；

e)综采工作面地质、水文情况；

f)综采工作面内既有的探测情况或探测工作有关的其他资料。

6.1.2 现场踏勘

在资料收集的基础上，应对综采工作面进行现场踏勘，主要包括：

a)了解综采工作面固有设备使用情况，工作环境条件；

b)了解综采工作面电力、液压动力、网络通讯等设施情况；

c)了解综采工作面现行采煤作业规范；

d) 核实已收集资料的完备性及可利用程度，评估现场作业风险。

## 6.2 煤岩层位探测地质雷达

6.2.1 煤岩层位探测地质雷达应满足以下要求：

a） 满足矿井对仪器设备的防爆安全要求；

b） 满足自身安全防护性能的要求

c） 技术成熟、耐久性好、抗干扰性强，适应使用环境；

d） 满足自动化要求；

e） 探测深度、探测精度、分辨率应该满足智能开采要求；

6.2.2 煤岩层位探测地质雷达天线频率确定

天线频率应根据探测深度及所探测的目标等综合分析选定，并应符合下列规定：

a）当多种频率的天线均能满足分辨率条件时，宜选择频率相对较低的天线；

b）当多种频率的天线均能满足探测深度条件时，宜选择频率相对较高的天线。

6.2.3 煤岩层位探测地质雷达主要采集参数设置

主要采集参数包括时窗、采样频率、信号增益、信噪比、电磁波传播速度等。具体为：

a）时窗

宜根据最大探测深度和煤层介质的电磁波传播速度综合确定，可按下式计算：

 （1）

式中： *T*—时窗长度（ns）；

*K*—时窗加权系数，取1.2，时窗选取时宜增加20%，为电磁波在地下介质中的传播速度与目标深度的变化提供余量；

*H*max—最大探测深度（m）；

*v*——电磁波在地下介质中的传播速度（m/ns）。

电磁波在地下介质中的传播速度有不同的计算方法，可根据实际情况选择：

1) 已知介质的介电常数，计算电磁波波速：

 （2）

式中： ——电磁波在地下介质中的传播速度（m/ns）；

——真空中的电磁波速度，取0.3 m/ns；

——介质的相对介电常数。

2) 已知目标体埋深，计算电磁波波速：

 （3）

式中： ——电磁波在地下介质中的传播速度（m/ns）；

——已知目标体埋深（m）；

——接收到已知目标体所反射的电磁波时间（ns）。

3) 共中心点法（CMP），计算电磁波波速：

 （4）

式中： ——电磁波在地下介质中的传播速度（m/ns）；

——雷达天线距中点距离（m）；

——不同 点上的雷达的反射时间（ns）；

——中点反射时间（ns）。

b）采样频率。设置采样频率不宜低于所采用天线主频的10倍；

c）信号增益。信号幅值不宜超出信号监视窗口的3/4；

d）叠加次数。宜采用叠加采集的方式提高信号的信噪比，叠加次数的设置根据试验确定；

e）电磁波速度。通过已知深度目标转换法标定测区地层平均电磁波传播速度；

6.2.4 雷达安装位置、安装方式、安装工艺与耐久性应符合井下开采方案要求；安装完毕后，作好现场标识及保护措施，绘制设备布置图。

## 6.3 智能支架

6.3.1 智能支架应满足以下要求：

a）强度高，耐久强，不易变形，适用于井下环境；

b）保护雷达天线系统，同时不会对采集以及数据传输产生干扰；

c）可实现支架升降的自动调节；

6.3.2 智能支架参数确定

智能支架是作为雷达天线的载体，应根据综采工作面采高变化范围，煤层倾角等参数，以及煤机机身高度综合分析选定，应符合：能够实现雷达天线距离顶煤30cm范围内进行探测作业，同时不被现场环境及固有设施所干涉破坏。

6.3.3 支架安装位置、安装方式、安装工艺与耐久性应符合井下开采方案要求；安装完毕后，作好现场标识及保护措施，绘制设备布置图。

## 6.4 数据采集与传输

6.4.1 数据采集设备应符合下列要求：

a）煤岩探测地质雷达天线实现非接触测量，与探测表面的距离保持在300mm，通过智能支架的自动调节确保雷达天线处于合适探测位置；

b）煤岩探测地质雷达系统需经过防爆安全鉴定，适用于井下环境；

6.4.2 数据采集软件应符合下列要求：

a）具备自动、触发启动采集、实时处理等功能，还应具有人工交互干预采集参数的功能；

b）具备对天线及支架异常信息的自诊断功能，提供支架微调控制参数，用以调节天线距离煤层表面的距离；

c）具备与煤机控制系统相匹配的通信协议与接口；

d）具备打标功能；

6.4.3 数据传输系统应符合下列要求：

a）数据传输系统具有可靠性、安全性、高效性，并应保证传输数据不失真、不丢失；

b）可支持无线或者有线数据传输；

## 6.5 数据处理分析

6.5.1 数据处理分析一般功能要求应包括：

a)具有数据预处理、种子点的选取和煤岩层位的自动追踪功能；

b)煤层厚度的自动时-深转换；

c)煤岩层位变化曲线的绘制；

d)其它特定功能；

## 6.6 数据通信协议

数据通讯包括雷达数据和煤岩层位信息的通讯，其中煤岩层位信息包括天线与煤层表面之间的距离和煤层表面与岩石层表面之间的距离，为保障数据传输的有效性、实时性、稳定性，并结合矿下具体环境，数据通讯均采用TCP/IP网络通讯协议进行传输。

## 6.7 设计书编制

6.7.1 设计书编制

设计书编制工作应符合以下规定：

a) 设计书依据任务书、合同（协议）书及相关标准编制；

b) 设计书应在资料收集、现场踏勘、方法可行性试验的基础上编制；

c) 设计执行中如有重大变更（如工作方法、综采工作面范围），应报相关部门批准后方可实施。

6.7.2 设计书内容

设计书内容与要求参见附录A。其主要内容宜包括以下方面：

a) 工作概况；

b) 矿井工作面地质、地球物理特征；

c)工作环境分析；

d) 工作方法与技术；

e) 项目存在的重难点及保障措施；

f) 仪器设备、安全防护等配备情况；

g) 作业组织管理与工作进度计划；

h) 质量保证措施；

i) 提交成果；

7 数据采集与处理

## 7.1 作业前准备

7.1.1 技术准备

7.1.1.1 组织学习相关标准和设计，明确相关技术要求。

7.1.1.2 召开煤岩层位探测系统作业采集与安全交底会，包括下列内容：

a) 项目概况；

b) 综采工作面概况；

c) 工作流程及计划；

d) 仪器安装布置和施工要求；

e) 项目存在的重难点及保障措施；

f) 安全注意事项；

g) 常见故障解决办法。

7.1.2 仪器设备准备

应准备煤岩层位探测所需仪器设备，并检测相关设备工作状态及相关精度是否满足规定要求。

## 7.2 定位测量

矿井煤岩层位探测数据定位主要包括：

a) 人工标记定位，以工作面液压支架为基准，进行人工标记定位，实现雷达数据与实际位置的匹配；

b) 煤机齿轮检测计数器定位，通过旋转齿轮带动编码器进行数据采集并计数，将编码器数据与雷达数据进行匹配关联实现定位；

c) 其他可实现雷达数据与工作面现场位置关联匹配技术。

## 7.3 数据采集

7.3.1 煤岩物性参数的预测算

7.3.1.1 煤介电常数的预测算

采集煤的标本在实验室进行测算分析，对于同一矿区的同一煤层，可使用同一介电常数。分析结果用于煤层厚度的计算。

7.3.1.2 岩石和矸石介电常数的测算

采集岩石和矸石的标本在实验室进行测算分析，对于同一矿区的同一煤层，可使用同一介电常数。

7.3.2 数据采集

7.3.2.1 雷达数据的采集

利用煤岩层位探测地质雷达首先进行参数的设置，检查通讯连接情况，然后开始数据的采集。

7.3.2.2 天线水平位置信息的获取

利用采煤机上的编码器，实现雷达数据的采集控制，雷达数据记录的一方面是雷达回波信号，另一方面记录下编码器信息，通过记录的编码器信息确定天线水平位置信息。

7.3.2.3 天线垂直位置信息的获取

地质雷达天线为非接触式探测，利用雷达首波信号和煤层表面反射回波信号之间的时间差，即雷达双程走时，确定天线距离煤层表面的距离；利用智能支架自身的移动量确定雷达天线与煤机上表面的距离。

## 7.4 数据处理

7.4.1 雷达数据的处理与煤岩层位识别

7.4.2 数据预处理

数据处理包括背景去噪、一维滤波、反褶积、偏移和增益处理，主要是为了去除雷达数据中的噪声干扰信息，并对有效信号进行放大。

7.4.3 种子点的选取

在采煤机移动前，煤岩层位探测地质雷达首先进行数据采集，持续时间3秒钟，数据采集与处理单元对采集的数据进行处理，根据种子点智能识别算法自动确定种子点位置，同时也可以进行人工交互调整该位置。

7.4.4 层位追踪

以参考道种子点为起始点，根据层位追踪算法进行煤岩层位的追踪。

## 7.5 质量控制

煤岩层位探测数据采集质量控制工作应符合以下规定：

a) 数据采集出现信号中断情况，首先重启采集程序，必要时停机检查；

b) 探测数据剖面上不应出现连续坏道，不应出现某通道无图像；

c) 探测数据的信噪比应满足数据处理、层位探测需要；

d)现场记录表填写应工整无误，且与探测数据保持一致。

8 成果输出

8.1 报告编制

8.1.1 编制要求

a)报告编写应根据任务书、合同（协议）书、设计书及有关标准编制。

b)成果报告应在系统收集、分析、整理综采工作面基本参数以及地质构造、水文地质、地球物理资料等有关资料的基础上编写。

c)成果报告文字应章节合理、内容全面、重点突出、立论有据、结构严谨、文字简练、图文并茂、结论明确。

d)报告附图、附件目的明确，配置合理，美观整洁。

8.1.2 主要内容

编写的主要内容及要求见附录C，主要包括：

a）前言

b）概况

c）资料采集

d）资料处理与解译

e）工作成果

f）结论与建议

g）附图、附表

8.2 成果报告提交

8.2.1 根据时效性的不同，煤岩层位探测的成果应包括两部分：

8.2.1.1

煤层厚度值和相应的位置信息。

8.2.1.2

煤岩层位探测成果报告。

8.2.2 在采煤过程中，煤岩层位探测地质雷达以固定的时间（距离）间隔提供并发送煤层厚度值和相应的位置信息，接收端为采煤机控制系统和手持终端，具体如下：

8.2.2.1

采煤机控制系统接收到煤层厚度值和响应的位置信息，系统内部可绘制出煤层厚度变化曲线，用于采煤机滚筒的控制调节。

8.2.2.2

手持终端接收到煤层厚度值和相应的位置信息，系统内部可绘制出煤层厚度变化曲线，用于实时监控，在必要时，操作人员可在手持终端进行数据采集参数和层位识别参数的交互调节。

8.2.3 在采煤结束后，形成煤岩层位探测成果报告，应包括下列内容：

**a）**开采工作面的名称、编号、开采时间、作业人员等信息；

**a）**煤岩层位探测地质雷达的编号、采集参数、探测结果剖面图等；

**a）**根据煤层厚度值和相应的位置信息绘制煤层厚度变化曲线；

**a）**其它附件。

参考文献

GB 25285.2-2010爆炸性环境 爆炸预防和防护 第2部分：矿山爆炸预防和防护的基本原则和方法

GB 25286.1-2010现行 爆炸性环境用非电气设备 第1部分：基本方法和要求

GB 3836.1-1983爆炸性环境用防爆电气设备. 通用要求

GB 3836.13-2013爆炸性环境 第13部分: 设备的修理、检修、修复和改造

GB/T 3836.16-2017爆炸性环境 第16部分:电气装置的检查与维护

GB/T 29304-2012 爆炸危险场所防爆安全导则

GB/T 35060.3-2018 滚筒采煤机通用技术条件 第3部分:行走驱动装置

GB/T 483-2007煤炭分析试验方法一般规定

GB/T 19494.1-2004煤炭机械化采样 第1部分:采样方法

GB/T 19494.3-2004煤炭机械化采样 第3部分:精密度测定和偏倚试验

MT/T 827-2005煤矿机械液压系统通用技术条件

MT/T 412-1995 隔爆型电气设备低压接线端子

MT 871-2011现行 矿用防爆低压交流真空馈电开关

MT/T 898-2000煤炭电法勘探规范

MT/T 5008-1994煤炭工业矿区机电设备修理设施设计规范

JT/T 940-2014 公路断面探伤及结构层厚度地质雷达

SY/T 6687-2013井中-地面电磁法勘探技术规程

ISO 14180-2017 固体矿物燃料.煤层煤样采取方法导则

1. （资料性附录）  
   设计书编制内容与要求
   1. 工作概况

工作目的与任务：任务来源、任务书编号、具体任务、通过工作达到的目的；

* 1. 矿井工作面地质、地球物理特征

综采工作面概况：所属行政区划、地面位置、井下位置及四邻采掘情况、工作面范围（地面标高、底板标高、长、宽）、煤层情况（煤层厚度、煤层倾角、稳定情况）、煤层顶底板情况（顶底板岩层名称、厚度）等资料

a) 地质概况：简述测区地层、构造及水文地质情况；

b) 地球物理特征：提供目标体与干扰体的雷达图像特征或地质-地球物理模型，分析高频电磁波法的有效性及其干扰因素（地质和人文设施干扰体）。

* 1. 工作环境分析

结合工作面现场地质、地球物理特征及动力来源等条件分析工作环境。

* 1. 工作方法与技术

a) 工作方法

1) 综采工作面范围、现行综采工艺确定及其依据；

2) 雷达天线及煤岩层位探测支架安装位置选择及其依据；

3) 井下工作面电源、液压动力、通讯网络等选择及其依据；

4) 煤岩层位探测采集系统和定位系统与技术要求；

b) 采集过程：工作流程、时间安排、抗干扰措施及应急工作预案；

* 1. 项目存在的重难点及保障措施

简述项目特点、存在的重难点及保障措施；

* 1. 仪器设备、安全防护等配备情况

简述仪器设备配置情况，安全防护措施等。

* 1. 作业组织管理与工作进度计划

简述作业组织措施、工作周期等各项工作进度安排。

* 1. 质量保证措施

简述仪器设备、材料、投入人员、人员分工和责任、作业程序等；

* 1. 提交成果

简述拟提交的阶段性成果和最终成果（报告、图件、数据）和提交时间。

1. （资料性附录）  
   煤岩层位探测记录表

任务名称： 工作面编号：

仪器型号/编号： 天线主频（MHz）： 时窗（ns）： 道间距：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工作面位置 | 液压支架编号 | 煤岩层位位置 | 探测行进方向 | 异常备注 | |
| 系统工作异常 | 数据体探测异常 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

操作人： 记录人 日期 第 页/共 页

1. （资料性附录）  
   成果报告编写内容与要求
   1. 前言

叙述项目来源与工作过程。

* 1. 概况
     1. 目的与任务

任务来源、任务书编号、目的与任务；

* + 1. 综采工作面概况

所属行政区划、地面位置、井下位置及四邻采掘情况、工作面范围（地面标高、底板标高、长、宽）、煤层情况（煤层厚度、煤层倾角、稳定情况）、煤层顶底板情况（顶底板岩层名称、厚度）等。

* + 1. 工作依据

项目合同、设计及执行的相关技术标准。

* 1. 资料采集
     1. 工作方法

雷达探测原理、采集参数的选择、工作布置、定位测量原理及方法等。

* + 1. 试验工作

试验工作内容及结论。

* + 1. 煤岩层位探测识别过程

雷达采集、数据处理、层位识别、层位追踪等情况。

* + 1. 完成工作量及质量评述

a) 雷达探测预计和实际完成探测区域的长度或面积；

b) 资料采集质量评价。

* 1. 资料处理与解译

a) 资料处理：资料处理的方法、目的、方案及流程；

b) 层位识别：煤岩层位识别依据、应用软件及预期成果；

c) 成果提交：简述拟提交的阶段性成果和最终成果（报告、图件、数据）和提交时间。

* 1. 工作成果
     1. 煤岩层位变化曲线
     2. 探测异常分布及数量
     3. 主要异常体成因分析
  2. 结论与建议

a) 取得的主要成果、方法应用效果分析等；

b) 存在的问题及建议。

* 1. 附图

成果中包含的各类图件。

* 1. 附表

成果中包含的各类表格。