

MEIKUANG WASI ZONGHE ZHILI
JISHU SHOUC



煤矿瓦斯综合治理 技术手册

主编 范天吉

■ 吉林音像出版社

煤矿瓦斯综合治理技术手册

(第二卷)

吉林音像出版社

第二章 煤与瓦斯突出的综合防治

第一节 综合防治总则

突出既是极其复杂的矿井瓦斯动力现象，又是煤矿井下严重的自然灾害。近百年来，世界各国在防治突出方面虽进行了大量的工作，但到目前为止，对各种地质、开采条件下突出发生的规律还没有完全掌握，也未能完全杜绝突出发生。对煤矿生产来看，防治突出的任务有两个方面：一是防止突出发生，或减小突出的频率和强度；二是避免突出造成人身伤亡事故。

就防治突出措施的发展来看，可概括为三个发展阶段。第一个阶段为以安全防护措施为主的阶段，其主要措施是震动性放炮。在人员远离工作面的条件下，放震动炮诱导突出，以保证人身安全。在 20 世纪 50 年代以前，世界各国广泛应用这一措施。例如，法国在 1922~1930 年期间，仅在法国南部的卡尔矿区，用震动性放炮诱导发生了 700 次煤与二氧化碳突出，突出总煤量达 16 万 t，未发生突出人身伤亡事故。第二阶段为普遍采用防止突出技术措施的阶段，即在石门揭开突出煤层，以及在突出煤层的采掘工作面，普遍采用防突措施，如开采保护层、超前钻孔、松动爆破等。该阶段大致从 20 世纪 50 年代开始，除采用防突措施外，仍辅助采用安全防护措施。第三阶段为综合措施阶段，其主要特点是在综合措施中加入了突出危险性预测和防突措施效果检验两个环节，使防突工作更加有的放矢，措施防突效果进一步提高。

以下简要介绍我国现用“四位一体”防突综合措施。

按我国《防治煤与瓦斯突出细则》要求，在开采突出煤层时，必须采用综合措施，包括：

- (1) 突出危险性预测；
- (2) 防治突出措施；
- (3) 防治突出措施的效果检验；
- (4) 安全防护措施。

上述“四位一体”综合措施，把煤矿防突技术明确地归结为四个方面，

符合当前对突出的理论认识水平和防突技术发展现状,对我国防突工作起指导作用。

突出危险性预测是防突综合措施的第一个环节。预测的目的是确定突出危险的区域和地点,以便使防突措施的执行更加有的放矢。国内外多年来开采突出煤层的实践表明,突出呈区域分布。在突出煤层开采过程中,只有很少的区域(大致占整个开采区域的10%~30%)或区段才发生突出,因此,不论是否有突出危险,在突出煤层采掘过程中普遍采用防突措施,这在技术上是合理的,在经济上是不合算的。这样执行的结果使防突工作带有一定的盲目性,且由于在原本无突出危险的区域和地点采用了防突措施,必将导致人力和财力的浪费,大大减缓采掘进度。随着防突科学技术的发展,突出预测已逐渐从试验研究阶段进入实用阶段。我国1988年颁布了第一部《防治煤与瓦斯突出细则》后,普遍要求在各突出矿井开展突出预测工作。我国现用的区域和工作面突出危险性预测方法见本书第二十四章。

防治突出措施是防突综合措施的第二个环节,它是防止发生突出事故的第一防线,即防止突出发生。防突措施仅在预测有突出危险的区域和区段应用。防治突出措施是国内外防突工作的重点,数十年来在我国各突出矿区,试验研究成功了多种防突措施,在本书第二十五至二十八章论述。

防突措施的效果检验是防突综合措施的第三个环节,目的是在措施执行后检验预测指标是否降低到突出危险值以下,以保证防突措施的防突效果。实践表明,各种防突措施,特别是局部防突措施,尽管经科学试验证实防突是有效的,但在生产中推广应用后,都无例外地发生过多多少少的突出。即使在同一突出煤层,该措施在一些区域是有效的,但在有些区段则无效。措施失效的原因在于井下条件的复杂性,如煤层赋存条件变化,地质构造条件变化以及采掘工艺方式变化等。根据对南桐、松藻、天府、中梁山和北票五个局1986年发生突出事例的分析表明,当年共发生突出338次,其中81次是在执行防突措施后发生的,占突出总次数的24.3%。前苏联在1981~1985年期间,共计发生突出240次(放炮诱发的突出未计算在内)其中58次(占24%)是在采取措施情况下发生的,在这58次突出中,有21次是在措施执行过程中发生的,有24次是未完全按措施和措施效果检验方法执行而发生的,有13次是在措施执行后发生的。为了提高措施的防突可靠性,要求在防突措施执行后,对其防突效果进行立竿见影的检验。检验结果措施无效时,应采取附加防突措施。

安全防护措施是防突综合措施的第四个环节,它是防止发生突出事故的

第二道防线。安全防护措施的目的在于突出预测失误或防突措施失效发生突出时,避免人身伤亡事故。我国煤与瓦斯突出已发生 1.4 万余次,但突出造成的人身伤亡事故仅是极少数,主要是因为采取了安全防护措施(震动性放炮和远距离放炮等)。

“四位一体”防突综合措施的执行系统见图 2-1。

按照该系统,首先经突出区域预测,把煤层划分为突出危险和非突出煤层,再通过区域预测把突出危险煤层划分为突出危险、威胁区和无突出危险区,最后通过工作面突出危险性预测把工作面划分为突出危险和无突出危险工作面。只有在预测为突出危险的工作面才采用防治突出措施,且在措施执行后进行防突效果检验。在突出煤层的突出威胁区,仅采用安全防护措施,但应根据煤层的突出危险程度,采掘工作面每推进 30~100m,应用工作面突出危险性预测方法连续进行不少于两次的验证性预测,其中任何一次验证为有突出危险时,该区域即改划为突出危险区。

按图 2-1 执行综合措施有以下优点:

(1) 使防突措施更加有的放矢。仅仅在突出煤层突出危险区中的突出危险工作面,才采取防突措施,克服了防突措施应用的盲目性,在预测无突出危险的工作面,用工作面预测来代替防突措施,这将大大缩小突出煤层开采时防突措施的使用范围,从而使突出煤层采掘速度提高。

(2) 提高措施的防突有效性。由图 2-1 看出,在防突措施执行后,要进行措施效果检验,检验结果如无效,则采取补充防突措施,直至有效为止,这就大大提高了防突措施的可靠性。

(3) 提高突出矿井的经济效益。由于在突出威胁区不采用防突措施,在无突出危险工作面用较简单易行的工作面突出危险性预测代替了大量消耗人力、财力的局部防突措施,这就节省了大量的防突措施费用。采用防突综合措施可提高突出煤层采掘速度,提高煤产量,能显著提高突出矿井的经济效益。

第二节 防止突出措施分类

一、制定防突措施的基本原则

煤与瓦斯突出是煤矿动力现象之一,基于当前对突出的理论认识,煤层(包括围岩)中地应力和瓦斯压力是突出的主要原动力,煤层是受力体,是破碎和抛出的对象。采掘工艺条件是突出发生的外部诱导因素。基于这种认

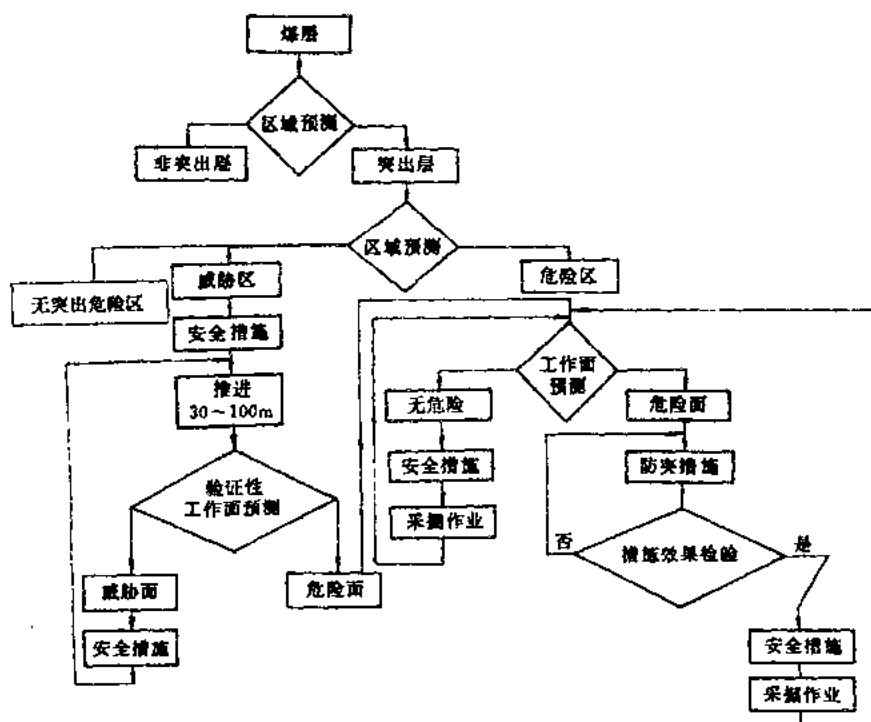


图 2-1 防突综合措施实施系统图

识，制定防治突出措施，可归结为以下几个基本原则：

(1) 部分卸除煤层区域或采掘工作面前方煤体的应力，使煤体卸压并将集中应力区推移至煤体深部；

(2) 部分排放煤层区域或采掘工作面前方煤体中的瓦斯，降低瓦斯压力，减少工作面前方煤体中的瓦斯压力梯度；

(3) 增大工作面附近煤体的承载能力，提高煤体稳定性，如金属骨架、超前支护和注浆加固煤体等；

(4) 改变煤体的性质，使其不易于突出，如煤层注水湿润后，煤体弹性减小，塑性增大，煤的放散瓦斯初速度降低，使突出不易发生；

(5) 改变采掘工艺条件，使采掘工作面前方煤体应力和瓦斯压力状态平缓变化，达到工作面本身自我卸压和排放瓦斯。如水平分层开采、刨煤机和浅截深机组采煤、间歇作业等，皆属此类。

应当指出，上述前两个原则（卸压和排放瓦斯）是减小发生突出的原能力，是釜底抽薪的办法，因此，它是国内外绝大多数防突措施制定的主要依据。诸如开采保护层、预抽瓦斯、超前钻孔、水力冲孔和冲刷、松动爆破等。上述第三个原则是增大煤体对发生突出的阻力，实践表明，通过增大煤

体稳定性的办法来防治小型突出，特别是倾出类型的突出是有效的，但对大型突出起不到防止目的。按上述第五个原则制定防突措施是最理相的，因为它只是改变采掘工艺，而勿须专门的防突措施。但实践表明，改变采掘工艺往往只是减小突出频率，而未能完全杜绝突出的发生，有些工艺（如间歇作业）大大减缓了掘进速度。

二、防止突出措施分类

防止突出措施一般分为两类：区域性防突措施和局部防突措施。根据局部防突措施的应用巷道类别，可将局部措施分为石门揭煤措施、煤巷措施和采煤工作面措施等。

区域防突措施的目的是消除煤层某一较大区域（如一个采区）的突出危险性。属于该类措施的有开采保护层、大面积预抽煤层瓦斯和煤层注水等措施。区域防突措施的优点是在突出煤层开采前，预先采取防突措施，措施施工与突出危险区的采掘作业互不干扰，且其防突效果一般优于局部防突措施，故在采用防突措施时，应先选用区域防突措施。

局部防突措施的作用在于使工作面前方小范围煤体丧失突出危险性。局部防突措施仅在预测有突出危险的采掘工作面应用。属于该类措施的有超前钻孔、松动爆破、水力冲孔、金属骨架等。

在图 2-2 上示出了防突措施分类系统。该系统图中包括了国内外煤矿中应用的主要防突措施。

在该系统图中，高压注水（包括湿润、压出和疏松等），除在鸡西、阳泉矿务局一些矿井的采煤工作面作为防突措施应用外，在其他矿区仅进行过为数不多的科研考查试验。而这类措施在原苏联各突出矿区是主要的普遍应用的局部防突措施。卸压槽（缝）在俄罗斯少数矿井应用，我国仅在焦作局进行过工业试验，初步证明了其防突效果。

局部防突措施的缺点是：措施施工与采掘工艺互相干扰，且防突效果受地质开采条件变化影响较大，因此，《防突细则》规定在局部措施执行后，要对其防突效果进行检验。

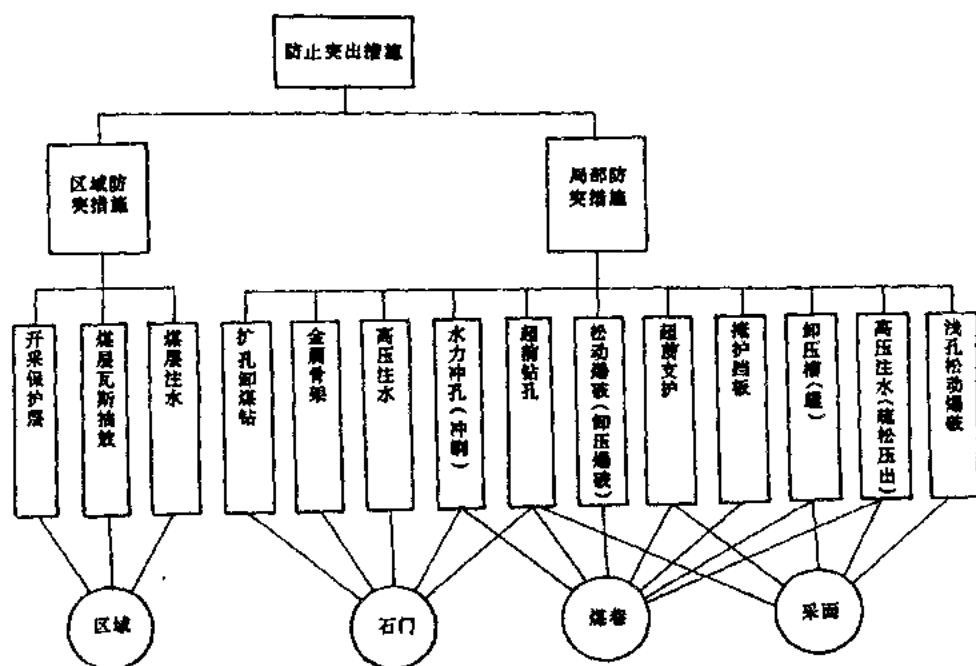


图 2-2 防突措施分类系统图

第三节 防止突出措施有效性的检验

一、检验防突措施效果的必要性

任何措施只在一定的矿山地质条件下是有效的，当条件变化时（如遇见构造破坏）就可能无效。大多数情况下破坏不能事先预测出来，只有在突出后才被发现。此外，各种措施参数都是根据一定的地质、开采条件决定，当条件改变而措施参数未相应改变时，同样会影响措施实施的有效性。因此必须对所运用的防突措施的有效性进行不断检验，以便事先就能确定参数并及时采取补救措施。任何一种措施，只要它能卸压和排放瓦斯，就可以防止突出的发生。因此检验防突措施效果，首先，应检验工作面前方煤体的应力或瓦斯状态的改变程度，以判断是否已消除了突出危险。因此，原则上所有突出预测方法都适用于防突措施效果的检验。

1. 按照瓦斯涌出初速度的绝对值检验防突措施

原苏联凯耶夫煤矿安全研究院提出的这种检验方法的特点是：

- (1) 确定工作面前方安全采掘带的深度；
- (2) 防突措施效果是在防突措施影响范围内检验，由于执行防突措施，

煤层的瓦斯动力性质和力学性质会发生变化,因此瓦斯涌出初速度的绝对值,既决定于原始值,也决定于防突措施对煤层状态的影响程度。

在测定安全采掘带深度 L_5 时 (图 4—23—3), 按下列不等式来检查突出是否消除, 即

$$g_H < g_{HK} \quad (2-1)$$

式中: g_{HK} ——日常预测时, 瓦斯涌出初速度的临界值, $g_{HK} = 4 \sim 5 \text{ L/min}$ 。

g_H ——采取防突措施后, 打在工作面前方的检验钻孔中的最大瓦斯涌出初速度, L/min ;

为了查明在局部防突措施作用下的瓦斯涌出初速度在工作面煤体深度内的变化特性, 要沿检验孔分段测量钻孔瓦斯涌出初速度。

测量室长度为 0.5m , 每段长度不小于 1m 。

如果检验孔每段的瓦斯涌出初速度。等于或小于 g_{HK} , 那么煤层近工作面部分安全采掘带长度就等于这个钻孔的长度, 即 $L_5 = L_2$ 。

如果检验孔某一段的瓦斯涌出初速度超过 g_{HK} , 在保护屏障小于 1m 的条件下, 可取 $g_H < g_{HK}$ 的那段长度作为安全采掘带深度。安全屏障尺寸 L_a 等于允许的安全采掘带深度与 $g_H < g_{HK}$ 的那段长度之差 (图 2—3)。

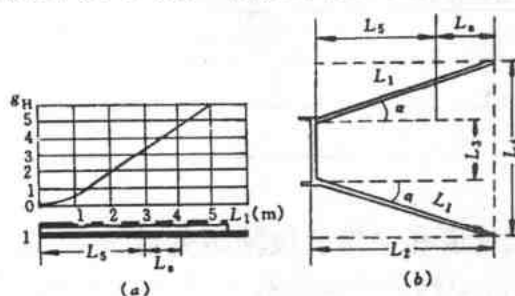


图 2-3 确定安全采掘带 (a) 和检验孔炮眼布置 (b)

L_a —屏障煤柱; L_1 —检验钻孔长度; L_2 、 L_4 —分别为防突措施带的深度和宽度;

L_3 —准备巷道宽度; L_5 —安全采掘带深度

在运用防突措施后, 如果在距工作面 $1.5 \sim 2\text{m}$ 处瓦斯涌出初速度超过 g_{HK} , 可以认为所采取的措施是无效的, 应重新采取措施, 并另行测定安全采掘深度。

2. 按照瓦斯涌出动态检验防突措施

该方法是原苏联应用最广泛的方法, 也是《苏联煤、岩和瓦斯突出危险层安全开采细则》中规定的方法。该方法的实质是, 用分段测量瓦斯涌出初速度的变化确定安全卸压带的尺寸, 当瓦斯涌出速度有较大降低时, 表示已

穿过安全卸压带进入应力集中带。

该方法按下列工艺实施：执行防突措施后，在煤技工作面沿突出危险最大的分层，至少打 2 个直径 42mm 的检验孔，其方向与工作面推进方向一致或与实施防突措施钻孔平行，与措施孔间距应不小于 0.4m，从第 1m 开始测量，以后每隔 0.5m 测定 1 次，测量室的长度为 0.2m。在打完每一段钻孔后在 2min 内测出钻孔瓦斯涌出初速度，当测得的瓦斯涌出初速度比上一段的小时，测定工作即可停止。如测定过程中未见钻孔瓦斯涌出初速度减少，钻孔深度也不应超过 4m。

根据分段测量瓦斯涌出的结果，确定工作面前方卸压带深度。见表 2-1。如果卸压带深度比循环采掘深度大 1.3m 以上，可以认为防突措施是有效的。在卸压带深度小于每循环采掘深度，或超过该值不到 1.3m 时，则认为该防突措施无效，应采取补救措施，并重新检验安全卸压带深度，直至确认措施有效。

表 2-1 按瓦斯涌出动态确定工作面前方卸压带深度

钻孔瓦斯涌出初速度动态		工作面前方卸压带深度 (m)
瓦斯涌出初速度最大值 (L/min)	变化特征	
≥ 0.8	由大变小	至下降段的孔深
≥ 0.8	不下降	孔深加 0.5
< 0.8		孔深加 1

3. 按瓦斯涌出初速度和钻粉量检验防突措施 检验时，在工作面防突措施保护带内，沿突出危险性最大的软煤分层打 2 个直径 42mm 的检验孔，一个是平孔，另一个是斜孔，斜孔要打在距工作面前方 1.5m 处穿过巷道设计的周界处（图 2-4），炮眼长度在 6.5m 以内，每钻进 1m（测量室长度 0.5m）测量 1 次瓦斯涌出初速度和钻粉量，如测出的值能满足下列不等式，表明在防突措施保护带内突出危险性业已消除，防突措施是有效的。

$$R_1 = (S_{\max} - 1.8)(i_{\max} - 4) < 6 \quad (2-2)$$

式中 $S_{\max}$ ——沿检验孔分段测量的钻粉量最大值，L/m；

$i_{\max}$ ——沿检验孔分段测量的瓦斯涌出初速度最大值，L/min·m。

煤炭科学研究总院重庆研究所也曾在六枝矿务局大用煤矿对深孔松动爆破和预先抽放瓦斯的效果进行检验。试验结果表明，在松动爆破有效影响范围内， $R_1 < 6$ （图 2-5），反之，当超前距不够或装药不到位时， $R_1 > 6$ ；

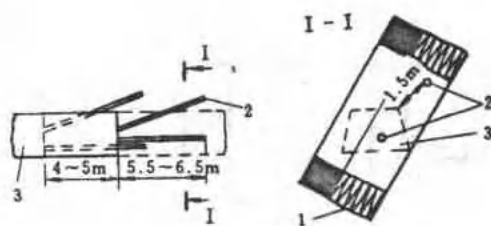
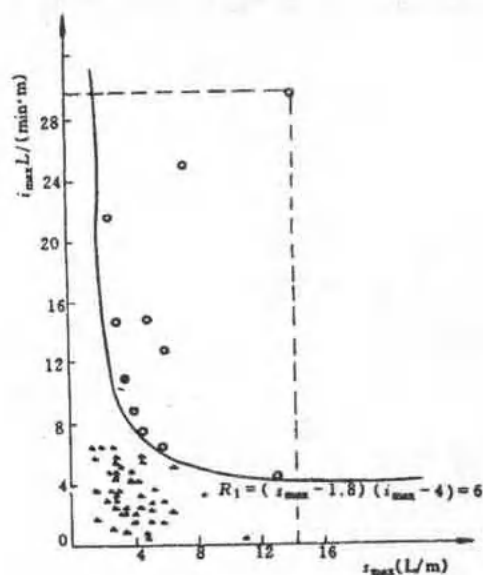


图 2-4 检验钻孔布置示意图

1—软煤分层；2—检验钻孔；3—巷道

在预抽时间达半年、预抽率达 20% 以上的地带， $R_1 < 6$ ，而在 2 个钻场间预抽不充分的地带， $R_1 > 6$ （图 2-6）。说明这种检查方法在我国的一些煤田同样是适用的。


 图 2-5 用 R_1 值检验松动爆破措施效果

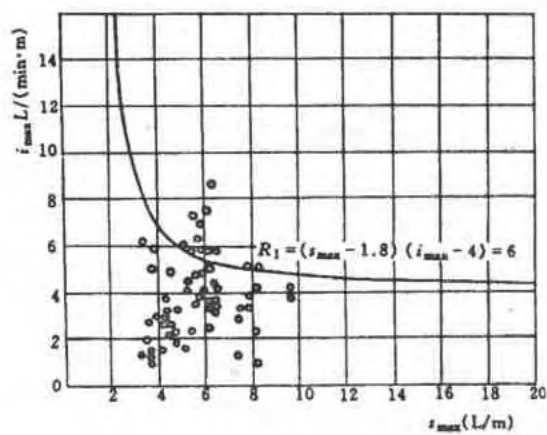


图 2-6 用 R_1 值检验预先抽放瓦斯的效果

第三章 掘进工作面瓦斯突出防治

随着采掘深度的增加和地质构造影响的加大,突出危险越来越严重,原综合防突技术措施装备明显不配套,效果和效率受到严重影响。如平煤(集团)公司八戊已₁₅—14081风巷因突出严重,1998年以来,综合月进度均在30m以下,有时仅10m左右,使采掘接替日益紧张,直接影响经济效益。主要原因是防治突出技术不配套,即突出危险性预测与地质构造探测不配套。防突措施参数与地质构造变化不配套,以及防突技术措施与实施措施的钻机不配套。尤其是防突措施与钻机不配套,大量时间耗费在处理卡钻和钻孔过程中,影响了实施防突措施的效率,也影响了防突技术措施效果。

第一节 掘进工作面防突综合配套技术原理

本防突综合配套技术原理是采用先进的地质雷达探测工作面前方大于50m范围内的地质构造,利用电磁辐射技术预测突出危险,在此基础上,研究确定与构造复杂程度和突出危险程度相适应的防突技术参数,并用专门研制的防突钻机实施防突措施,形成掘进工作面防突综合配套技术,大幅度提高掘进速度。其技术原理详见图3-1。

第二节 掘进工作面防突综合配套技术的应用

一、地质雷达探测技术的应用

1. 地质雷达探测构造原理

矿井地质雷达是一种利用地下甚高频电磁波反射探测地质构造的装备,其探测原理是:发射机通过发射天线向地下定向发射电磁波,电磁波在传播的路径上遇到不同介质的界面时即发生反射;各个反射波与直达波被设置在发射天线旁的接收天线接收,通过采样器数字化后送入微机进行处理;取反射波往返旅行时间之半乘以相应介质的电磁波传播速度便得出目标距离,再通过分析判断目标性质。

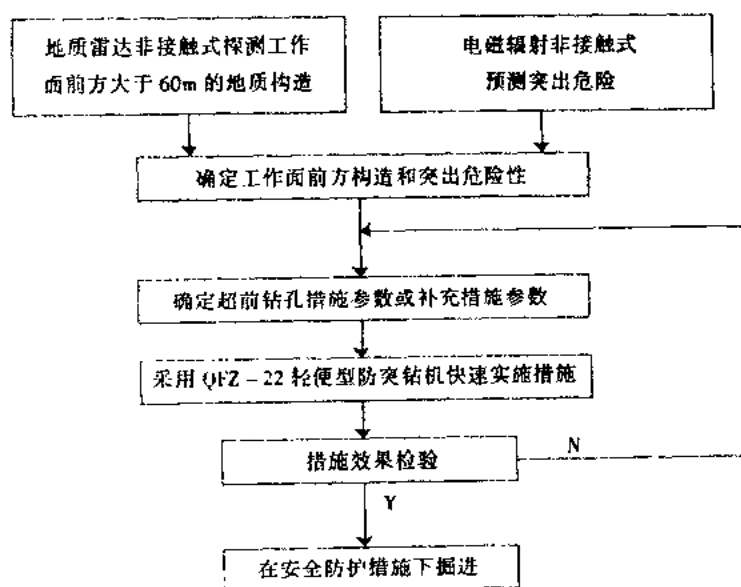


图 3-1 技术原理图

2. 地质雷达探测构造方法

井下探测用的 KDL-3 型矿井防爆地质雷达，由发射及接收天线、发射机、接收机、井下采样器及电源、笔记本电脑等组成，总重 50kg 左右。该仪器使用机动灵活，简便快捷，探测一次需 20~30min，分辨率高，探测距离大于等于 60m。

探测点固定在巷道迎头的中间偏底部，通过改变不同的探测仰俯角和方位角而构成两个探测剖面，即垂直纵剖面和水平横剖面，如图 3-2、图 3-3 所示。垂直剖面可以控制探测出煤层顶底板在巷道顶部和底部向巷道掘进前方 60m 范围内展布和摆动情况，而水平剖面展现的是煤层顶底板在巷道两帮的展布或摆动情况，这两张图件综合展现了各点上的探测结果。

在图 3-2 上，探测的仰俯角是：仰角：0°（水平）、1°、2°、3°、4°、5°、6°、7°、8°、9°、10°、15°、20°、30°、40°、60°，这些角度可比较均匀地控制煤层顶板在巷道顶部的延续情况；俯角：1°、2°、3°、4°、5°，可探测出巷道底部的煤层底板情况。

如图 3-3 所示，在水平探测的角度分别向巷道左斜和右斜，向左斜的角度分别是：5°、10°、15°、20°、30°、40°、50°、60°向右斜的角度分别是：3°、5°、8°、10°、15°、20°、30°、40°、50°、60°。这些角度分别探测煤层顶底板在巷道两帮的延伸情况。探测角度可根据实际情况变化。

3. 地质构造判别技术

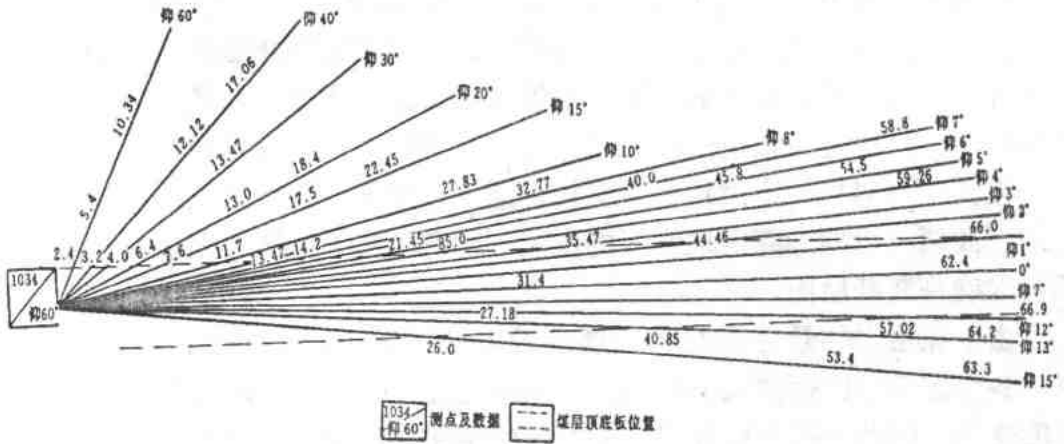


图 3-2 14081 风巷地质雷达第一次超前探测垂直纵剖面 (比例尺 1:200)

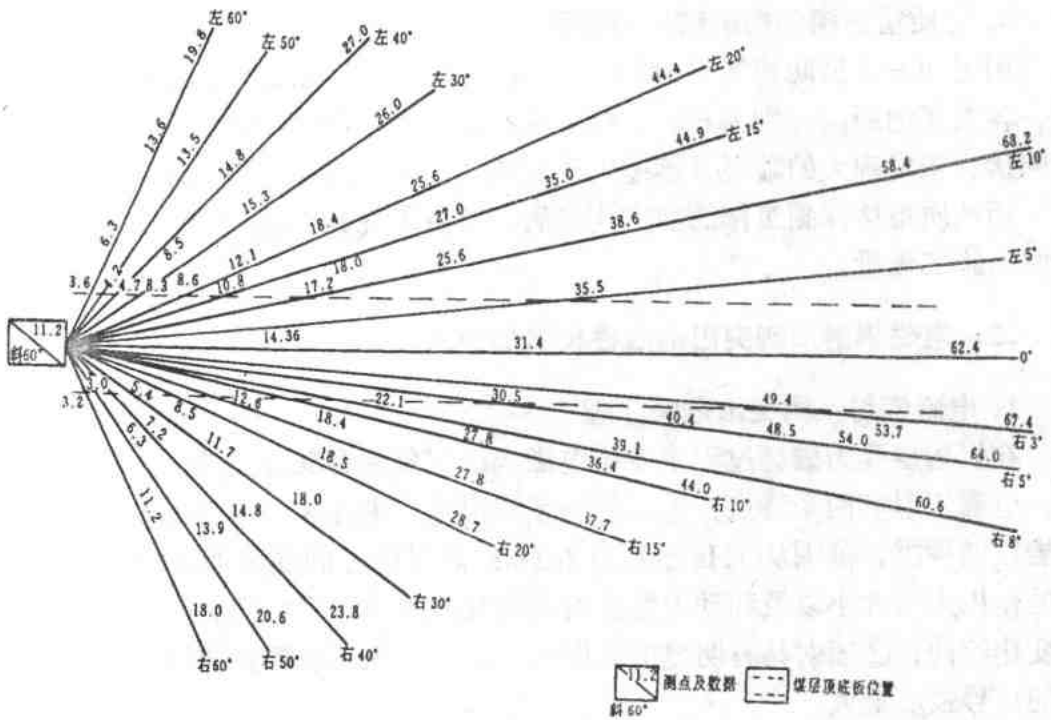


图 3-3 14081 风巷地质雷达第一次超前探测水平纵剖面 (比例尺 1:200)

通过波形特征分析判断地质构造变化。首先判断波形，从垂直剖面图和水平剖面图上找到对应的煤层顶底板位置，再从每个测点的顶底板的相对位置和纵向变化及连续性上判断有无断层、小折曲及顶底板的起伏。

在三次探测试验中，垂直纵剖面 and 水平纵剖面上各测点的波形对煤层顶

底板的反映是明显的,在顶底板位置上都有明显的反射,随着仰俯角的逐渐变小,探测距离增大,电磁波的人射线与这些界面的交角也逐渐变小,在顶底板界面上的反射能量变弱,波形幅度变小,但由于煤层与其顶底板的电性差异较大,反射还是很清楚的。正是由于这种较大的电性差异,当顶底板有一个较强的反射后,穿过顶板或底板传播再遇到下一界面时反射能量显著减弱。据此两点可准确判定顶底板的位置。若有断层等构造,则根据相同的原理可准确判断断层面。

由于煤层中的软分层与较硬煤层的电性差异小,更主要的是顺层探测时,各个俯角上的探测入射线与软分层的层面几乎平行,难以判断软煤分层厚度变化。因此,探测软分层较好的办法是垂直层面方向探测,例如在近距离煤层中,沿某一巷道走向布置许多测点,垂直探测另一煤层的煤层及软分层厚度,同时可判定有无小构造及地质变化。

4. 地质雷达探测构造结果与验证

用 KDL-3 型防爆矿井地质雷达对工作面前方地质构造进行了三次探测,各次探测距离分别为 66m、66m 和 68m,在探测范围内煤层顶底板无大的起伏,未发现大的断层(落差大于 0.4m),实际揭露与探测结果相符。

用地质雷达探测工作面前方构造后,节省了探孔工程量和一些不必要的防突措施工程量。

二、电磁辐射预测突出危险性技术的应用

1. 电磁辐射预测突出危险原理

在煤岩层受力破坏过程中发生电磁辐射现象是客观存在的。大量研究表明,电磁辐射有两个特点:①辐射是频谱很宽的尖脉冲,频率的高低取决于煤岩层的种类,范围从 1Hz 至几百 MHz;辐射信号的强度取决于煤岩层受到的作用力的大小以及和动力性质有关的煤岩破坏过程特性、煤的强度特性和变化特性;②辐射具有明显的方向性,即在沿纵向裂隙扩展面方向上接收到的信号强度最大。

煤巷掘进会造成工作面前方应力状态的改变,使煤岩破裂而产生电磁辐射。当工作面在无地质构造和无产状变化的均质煤体中等速推进时,每一循环之后,工作面前方的卸任带、应力集中带和原始应力带也相应地向前推进。此时,顶底板的移近速度大体相等,工作面前方煤岩体的破坏情况大体相同,所产生的电磁辐射强度均在临界值水平线下呈小幅度波动。在这种情况下,工作面处在无突出危险或突出威胁之中;当工作面前方出现某种类型

的地质构造破坏时,随着掘进工作面向前推进,有时会出现顶底板移近速度减慢,甚至不移近,这就是所谓的移近停滞现象。这种现象产生的前兆信息是:随着工作面的推进,应力集中系数呈增长趋势,卸压带和应力集中带不明显,瓦斯保持较高压力且压力梯度增大,工作面前方的破坏活动加强,且破裂区迅速向前延伸和扩展,因而产生更强的电磁辐射,这时就可以根据电磁辐射的强度和方位来判断工作面的突出危险性。

2. 电磁辐射强度与突出危险关系

采用跟踪试验对比分析的方法研究电磁辐射强度(简称电辐度)与突出危险关系,是从1998年7月19日开始,至1998年10月22日结束,累计跟踪试验巷道长度105m,总共测试了30多个循环。

对比试验表明,电辐度 I 同钻孔瓦斯涌出初速度 q 、钻屑瓦斯解析指标 Δh_2 有着良好的对应关系。当 q 和 Δh_2 呈下降趋势,即工作面的突出危险性减小时,电辐度 I 值也呈下降趋势;当 q 或 Δh_2 呈上升趋势,即工作面的突出危险性增大时,电辐度 I 值也呈上升趋势。

工作面在采取防突技术措施前后电辐度值的对比见表3-1。从表3-1可以看出,采取防突措施后,除三个循环略有上升外(这三个循环措施前后的电辐度 I 值都较小),其余11个循环措施后的电辐度 I 均不同程度地下降。预测值越大,措施后下降幅度就越大,这表明措施后工作面的突出危险性减小,超前排放钻孔起到了防治突出的作用。

表3-1 措施前后电辐度 I 对比

工作面位置 (m)	电辐度 I (相对量)		工作面位置 (m)	电辐度 I (相对量)	
	措施前	措施后		措施前	措施后
764.8	54	49	822.3	53	40
769.7	28	31	827.2	26	27
774.6	29	34	832.1	56	40
792.9	52	39	837.7	48	37
802.7	45	22	841.3	58	39
807.6	56	38	864.0	60	35
812.5	27	26	869.0	68	42

注:工作面位置是指工作面至巷道开口中线点的距离。

可见,电辐度 I 较好地反应了工作面前方的突出危险性,其预测突出危险性的敏感程度较高,可以作为八矿己₁₅煤层掘进工作面预测突出危险性的一个指标。