



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109387244 A

(43)申请公布日 2019.02.26

(21)申请号 201811090025.X

(22)申请日 2018.09.18

(71)申请人 中南大学

地址 410083 湖南省长沙市岳麓区麓山南路932号

(72)发明人 吴浩 赵国彦 董陇军 陈英
梁伟章 马举 简箐 李振阳
代俊成

(74)专利代理机构 广州嘉权专利商标事务所有
限公司 44205

代理人 伍传松

(51)Int.Cl.

G01D 21/02(2006.01)

G08C 17/02(2006.01)

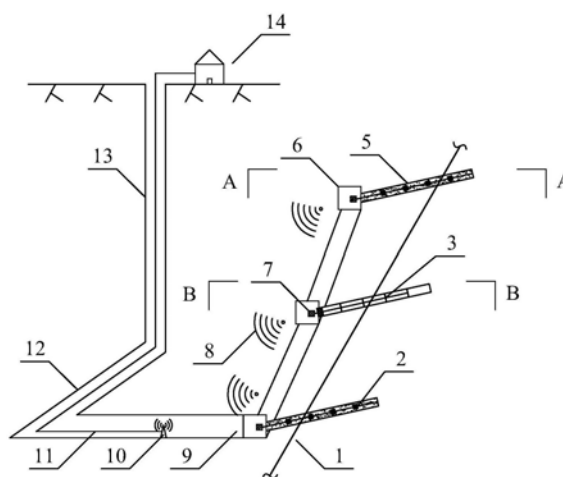
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54)发明名称

一种矿山断层稳定性的智能监测方法和系统

(57)摘要

本发明提供一种矿山断层稳定性的智能监测方法,包括步骤:在矿山待监测断层附近设置至少一条监测巷道,在监测巷道一侧巷帮中独立钻凿一个以上贯穿断层上下盘的中深孔,在至少两个中深孔内固定埋设断层应力监测装置,余下至少两个中深孔内固定埋设断层位移监测装置,且同一装置的监测点在上下盘中均有分布,构建断层稳定性多源信息立体监测网络,监测数据通过数据采集发射装置和无线传输技术发送到通讯基站,并传输到地面数据处理系统进行分析处理。还提供一种矿山断层稳定性的智能监测系统。本发明能够实现断层活化前兆信息的高效识别及断层应力和位移的立体监测和预警,监测系统稳定性好、可靠度高、成本低。



1. 一种矿山断层稳定性的智能监测方法,其特征在于,包括步骤:

S1. 在矿山待监测断层附近设置至少一条监测巷道,所述监测巷道为已有采准巷道和/或新建巷道,独立位于断层上盘和/或下盘;

S2. 在每条监测巷道离断层最近的一侧巷帮中独立钻凿一个以上贯穿断层上下盘的中深孔,使得所有监测巷道内的中深孔数目总和不少于四个;

S3. 在至少两个中深孔内分别固定埋设断层应力监测装置,在余下至少两个中深孔内分别固定埋设断层位移监测装置,所述断层应力监测装置分别设置有两个以上的第一监测点,其中第一监测点在断层上下盘中均有分布,所述断层位移监测装置分别设置有两个以上的第二监测点,其中第二监测点在断层上下盘中均有分布,构建断层稳定性多源信息立体监测网络;所述断层应力监测装置与第一数据采集发射装置一一电性连接,所述断层位移监测装置与第二数据采集发射装置一一电性连接,所述第一和第二数据采集发射装置分别接收断层应力监测装置和断层位移监测装置发送的监测数据并利用无线传输技术将该监测数据发送到通讯基站,所述通讯基站将接收到的监测数据传输到数据处理系统进行分析处理。

2. 根据权利要求1所述的矿山断层稳定性的智能监测方法,其特征在于,所述监测巷道数量为两条以上,且同一监测巷道内的中深孔中均埋设断层应力监测装置或断层位移监测装置,使得断层应力监测装置与断层位移监测装置分区布置。

3. 一种矿山断层稳定性的智能监测系统,其特征在于,包括独立位于断层上盘和/或下盘的至少一条监测巷道,每条监测巷道离断层最近的一侧巷帮中独立钻凿有一个以上贯穿断层上下盘的中深孔,且所有监测巷道内的中深孔数目总和不少于四个;

还包括固定埋设于至少两个中深孔内的相同数量的断层应力监测装置,以及固定埋设在余下至少两个中深孔内的相同数量的断层位移监测装置,所述断层应力监测装置设置有两个以上的第一监测点,其中第一监测点在断层上下盘中均有分布,所述断层位移监测装置设置有两个以上的第二监测点,其中第二监测点在断层上下盘中均有分布,形成断层稳定性多源信息立体监测网络;所述断层应力监测装置与第一数据采集发射装置一一电性连接,所述断层位移监测装置与第二数据采集发射装置一一电性连接;

还包括通讯基站和数据处理系统,所述第一和第二数据采集发射装置分别接收断层应力监测装置和断层位移监测装置发送的监测数据并利用无线传输技术将该监测数据发送到通讯基站,所述通讯基站将接收到的监测数据传输到数据处理系统进行分析处理。

4. 根据权利要求3所述的矿山断层稳定性的智能监测系统,其特征在于,所述中深孔分别向上和/或向下倾斜。

5. 根据权利要求3或4所述的矿山断层稳定性的智能监测系统,其特征在于,所述监测巷道数量为两条以上,且同一监测巷道内的中深孔中均埋设断层应力监测装置或断层位移监测装置,使得断层应力监测装置与断层位移监测装置分区布置。

6. 根据权利要求3或4所述的矿山断层稳定性的智能监测系统,其特征在于,所述监测巷道垂向间距为5.0~20.0m;中深孔深度10.0~30.0m,在断层两侧岩体中穿透深度分别不小于2.0m。

7. 根据权利要求3或4所述的矿山断层稳定性的智能监测系统,其特征在于,所述断层应力监测装置中,第一监测点为锚杆截面应力计,还包括用于连接所述锚杆截面应力计的

若干锚杆;所述断层位移监测装置中,第二监测点为锚固爪,还包括位移传感器、固定基座和若干测杆,所述位移传感器置于孔外,与固定基座尾部相连,所述锚固爪固定在孔壁围岩上,并通过测杆与固定基座头部固定连接。

8.根据权利要求7所述的矿山断层稳定性的智能监测系统,其特征在于,所述锚杆截面应力计和锚固爪数量均为3~5个,均沿中深孔深度方向均匀间隔布置。

9.根据权利要求7所述的矿山断层稳定性的智能监测系统,其特征在于,所述断层应力监测装置还包括若干第一连接套,所述锚杆之间通过第一连接套相接实现接长;所述断层位移监测装置还包括套设在位移传感器表面的保护罩以及若干第二连接套,测杆之间通过第二连接套相接实现接长。

10.根据权利要求7所述的矿山断层稳定性的智能监测系统,其特征在于,所述第一和第二数据采集发射装置均包括数据采集模块、信号转换模块、数据发射模块、信号增强模块和供电模块,监测数据依次经数据采集模块、信号转换模块、信号增强模块和数据发射模块后,通过Zigbee无线传输技术传递至通讯基站。

一种矿山断层稳定性的智能监测方法和系统

技术领域

[0001] 本发明属于矿山采动灾害监测技术领域,具体涉及一种矿山断层稳定性的智能监测方法和系统。

背景技术

[0002] 地壳中各种矿产的形成、分布和赋存状态都受一定地质构造的控制,许多已形成的矿体还会遭受后期地壳运动影响而产生弯曲或断裂。作为一种最为常见的地质构造,断层的存在严重影响矿井生产设计和资源回采率,且受风化侵蚀和应力集中作用,断层带岩石较为破碎,难以进行支护控制,井巷工程遇断层时极易发生冒顶片帮和大变形。此外,在断层带内部常富集有瓦斯、水和软弱夹层及高量级弹性应变能,断层产生活化时极易诱发岩爆(冲击地压)、煤与瓦斯突出、突水、突泥等动力灾害。特别是对金属矿山而言,因普遍采用多中段多采场爆破开采工艺,受上中段、下中段、本中段多采场采矿频繁扰动作用,断层潜在活化风险日益增加。因此,掌握大断层或成矿断层的稳定性在矿山安全生产中显得尤为必要。

[0003] 为监测断裂带活化状态,一种有效的途径是利用微震系统,借助传感器实时采集区域岩体破裂发射出的地震波信号,通过分析围岩的应力应变状态判断岩层的稳定性。但是微震系统监测网络布置繁杂,投入成本高,受井下复杂环境影响传感器极易损坏失效,且微震信号在采集、传输过程中受井下爆破、机械运动等多种噪声干扰,微震系统现场运营需要专人进行维护和信号分析处理,因此,该方法难以在开采条件差、科技水平落后和经济效益差的中小型矿山推广应用。另一种途径是在钻孔内布置长锚索辅以锚索测力计、多点位移计监测断层上下盘张力及位移变化,继而分析断层稳定性,但是该监测手段往往需要在现场人工采集各测点数据,劳动强度大、安全性差,难以实现自动化实时监测。鉴于此,迫切需要研究一种低成本、适应性强且能够实现断层稳定性监测的智能监测方法或系统。

发明内容

[0004] 针对现有矿山断层稳定性监测技术存在的不足,本发明解决的技术问题是提供一种矿山断层稳定性的智能监测方法,通过在矿山待监测断层附近设置一定数目的监测巷道,然后在监测巷道中设置一定数目的贯穿断层上下盘的中深孔,并在部分中深孔内设置断层应力监测装置,在除此以外的其余中深孔内设置断层位移监测装置,构建断层稳定性多源信息立体监测网络,实现断层上下盘应力及位移变化情况的实时监测。监测区域各监测点的数据借助无线传输技术实时传输到通讯基站,方便后续进行数据分析处理。本发明能够实现矿山断层稳定性的智能监测及采动作用下断层活化预警,保证矿山的安全高效生产。本发明还提供一种稳定性好、可靠度高、成本低的矿山断层稳定性的智能监测系统。

[0005] 为实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0006] 一种矿山断层稳定性的智能监测方法,包括步骤:

[0007] S1. 在矿山待监测断层附近设置至少一条监测巷道,所述监测巷道为已有采准巷

道和/或新建巷道,独立位于断层上盘和/或下盘;

[0008] S2.在每条监测巷道离断层最近的一侧巷帮中独立钻凿一个以上贯穿断层上下盘的中深孔,使得所有监测巷道内的中深孔数目总和不少于四个;

[0009] S3.在至少两个中深孔内分别固定埋设断层应力监测装置,在余下至少两个中深孔内分别固定埋设断层位移监测装置,所述断层应力监测装置分别设置有两个以上的第一监测点,其中第一监测点在断层上下盘中均有分布,所述断层位移监测装置分别设置有两个以上的第二监测点,其中第二监测点在断层上下盘中均有分布,构建断层稳定性多源信息立体监测网络;所述断层应力监测装置与第一数据采集发射装置一一电性连接,所述断层位移监测装置与第二数据采集发射装置一一电性连接,所述第一和第二数据采集发射装置分别接收断层应力监测装置和断层位移监测装置发送的监测数据并利用无线传输技术将该监测数据发送到通讯基站,所述通讯基站将接收到的监测数据传输到数据处理系统进行分析处理。

[0010] 优选的,所述中深孔分别向上和/或向下倾斜。

[0011] 优选的,所述监测巷道垂向间距为5.0~20.0m,中深孔深度10.0~30.0m,在断层两侧岩体中穿透深度均不小于2.0m。

[0012] 优选的,所述监测巷道数量为两条以上,且同一监测巷道内的中深孔中均埋设断层应力监测装置或断层位移监测装置,使得断层应力监测装置与断层位移监测装置分区布置。

[0013] 优选的,所述断层应力监测装置中,第一监测点为锚杆截面应力计,还包括用于连接所述锚杆截面应力计的若干锚杆。

[0014] 更优选的,所述锚杆截面应力计数量为3~5个,沿中深孔深度方向均匀间隔布置。进一步,所述锚杆截面应力计采用注浆法固定。

[0015] 更优选的,所述断层应力监测装置还包括若干第一连接套,所述锚杆之间通过第一连接套相接实现接长。进一步,所述锚杆与第一连接套之间、所述锚杆截面应力计和锚杆之间均为螺纹连接。

[0016] 优选的,所述断层位移监测装置中,第二监测点为锚固爪,还包括位移传感器、固定基座和若干测杆,所述位移传感器置于孔外,与固定基座尾部相连,所述锚固爪固定在孔壁围岩上,并通过测杆与固定基座头部固定连接。

[0017] 更优选的,所述位移传感器表面还套设有保护罩。

[0018] 更优选的,所述测杆与锚固爪中心区域固定连接。

[0019] 更优选的,所述锚固爪数量为3~5个,沿中深孔深度方向均匀间隔布置。

[0020] 更优选的,所述断层位移监测装置还包括若干第二连接套,所述测杆之间通过第二连接套相接实现接长。进一步,所述第二连接套与测杆之间螺纹连接。

[0021] 优选的,所述第一和第二数据采集发射装置均包括数据采集模块、信号转换模块、数据发射模块、信号增强模块和供电模块,监测数据依次经数据采集模块、信号转换模块、信号增强模块和数据发射模块后,通过Zigbee无线传输技术传递至通讯基站。

[0022] 优选的,所述的断层应力监测装置和断层位移监测装置中的金属件均采用高强度金属材料制成,并在表面进行镀锌防腐处理。

[0023] 一种矿山断层稳定性的智能监测系统,包括独立位于断层上盘和/或下盘的至少

一条监测巷道,每条监测巷道离断层最近的一侧巷帮中独立钻凿有一个以上贯穿断层上下盘的中深孔,且所有监测巷道内的中深孔数目总和不少于四个;

[0024] 还包括固定埋设于至少两个中深孔内的相同数量的断层应力监测装置,以及固定埋设在余下至少两个中深孔内的相同数量的断层位移监测装置,所述断层应力监测装置设置有两个以上的第一监测点,其中第一监测点在断层上下盘中均有分布,所述断层位移监测装置设置有两个以上的第二监测点,其中第二监测点在断层上下盘中均有分布,形成断层稳定性多源信息立体监测网络;所述断层应力监测装置与第一数据采集发射装置一一电性连接,所述断层位移监测装置与第二数据采集发射装置一一电性连接;

[0025] 还包括通讯基站和数据处理系统,所述第一和第二数据采集发射装置分别接收断层应力监测装置和断层位移监测装置发送的监测数据并利用无线传输技术将该监测数据发送到通讯基站,所述通讯基站将接收到的监测数据传输到数据处理系统进行分析处理。

[0026] 优选的,所述中深孔分别向上和/或向下倾斜。

[0027] 优选的,所述监测巷道垂向间距为5.0~20.0m,中深孔深度10.0~30.0m,在断层两侧岩体中穿透深度均不小于2.0m。

[0028] 优选的,所述监测巷道数量为两条以上,且同一监测巷道内的中深孔中均埋设断层应力监测装置或断层位移监测装置,使得断层应力监测装置与断层位移监测装置分区交替布置。

[0029] 优选的,所述断层应力监测装置中,第一监测点为锚杆截面应力计,还包括用于连接所述锚杆截面应力计的若干锚杆。更优选的,所述锚杆截面应力计数量为3~5个,沿中深孔深度方向均匀间隔布置,固定方式优选为注浆固定。更优选的,所述断层应力监测装置还包括若干第一连接套,锚杆之间通过第一连接套相接实现接长。最优选的,所述锚杆与第一连接套之间、所述锚杆截面应力计和锚杆之间均为螺纹连接。

[0030] 优选的,所述断层位移监测装置中,第二监测点为锚固爪,还包括位移传感器、固定基座和若干测杆,所述位移传感器置于孔外,与固定基座尾部相连,所述锚固爪固定在孔壁围岩上,并通过测杆与固定基座头部固定连接。

[0031] 更优选的,所述位移传感器还包括套设在位移传感器表面的保护罩。

[0032] 更优选的,所述测杆与锚固爪中心区域固定连接。

[0033] 更优选的,所述锚固爪数量为3~5个,沿中深孔深度方向均匀间隔布置,依靠锚固爪与围岩之间机械摩擦产生固定。

[0034] 更优选的,所述断层位移监测装置还包括若干第二连接套,所述测杆之间通过第二连接套相接实现接长。进一步,所述第二连接套与测杆之间螺纹连接。

[0035] 优选的,所述第一和第二数据采集发射装置均包括数据采集模块、信号转换模块、数据发射模块、信号增强模块和供电模块,监测数据依次经数据采集模块、信号转换模块、信号增强模块和数据发射模块后,通过Zigbee无线传输技术传递至通讯基站。

[0036] 优选的,所述的断层应力监测装置和断层位移监测装置中的金属件均采用高强度金属材料制成,并在表面进行镀锌防腐处理。

[0037] 本发明的有益效果是:

[0038] (1) 通过在监测巷道钻凿四个以上的贯穿断层上下盘的中深孔,并在至少两个中深孔内分别固定埋设断层应力监测装置,在余下至少两个中深孔内分别固定埋设断层位移

监测装置,且保证断层应力监测装置和断层位移监测装置的监测点同时分布于断层上下盘,构建断层稳定性多源信息立体监测网络。其中,位移和应力监测装置各设置2个以上能保证每个参量有对比,防止单孔出现失效。各测点监测的断层应力及位移数据借助数据采集发射装置及无线传输技术实时传输到通讯基站,便于后续分析处理,实现监测断层上下盘的张力及位移变化情况的智能实时监测。

[0039] (2)在进行数据处理时,可通过断层面及上下盘中不同位置岩体应力及位移变化分析进行断层活化前兆信息的高效识别及断层应力和位移的立体监测和预警,监测系统稳定性好、可靠度高、成本低,克服了监测区域人工采集数据劳动强度大、作业安全性差及有线传输不易维护和投入大等缺点。

附图说明

[0040] 图1为本发明实施例1的系统布置图;

[0041] 图2为断层应力监测装置结构示意图;

[0042] 图3为断层位移监测装置结构示意图;

[0043] 图4为图1中A-A剖面示意图;

[0044] 图5为图1中B-B剖面示意图;

[0045] 图中:1-断层,2-断层应力监测装置,3-断层位移监测装置,4-浆体,5-中深孔,6-监测巷道,71-第一数据采集发射装置,72-第二数据采集发射装置,8-无线信号,9-主要运输巷,10-通讯基站,11-光纤光缆,12-石门,13-井筒,14-主控机房;201-注浆连接管,202-出线孔,203-螺栓螺母组件,204-麻绳,205-注浆套管,206-第一连接套,207-锚杆截面应力计,208-锚杆;301-保护罩,302-位移传感器,303-固定基座,304-锚固剂,305-测杆,306-锚固爪,307-第二连接套。

具体实施方式

[0046] 下面结合附图及具体实施方式对本发明进行详细说明。

[0047] 实施例1

[0048] 参见图1-5,为本发明矿山断层稳定性的智能监测系统,包括垂向设置于断层1上盘岩体中的3条监测巷道6,每条监测巷道6垂向间距为5.0~20.0m。各监测巷道6离断层1最近的巷帮一侧分别向断层下盘钻三个深度10.0~30.0m、孔径50~90mm的倾斜向上的中深孔5,中深孔5穿透断层上下盘的长度均不低于2.0m。每条监测巷道6的中深孔5水平间距为10~30m。需要说明的是,除中深孔数量至少需要设置四个以外(具体数量根据监测区域范围确定),本发明对监测巷道的位置、尺寸和数量没有特别限定,对中深孔的位置和尺寸也没有特别限定,可以根据实际状况,比如断层落差及监测区域范围等确定。

[0049] 上下两条监测巷道6的中深孔5中均埋设断层应力监测装置2并进行注浆固定,中间监测巷道6的中深孔5中埋设断层位移监测装置3,且断层应力监测装置2和断层位移监测装置3的监测点均为2个以上,优选为3~5个,保证其在上下盘岩体中均有分布。为保证每个参量有对比,防止单孔出现失效,断层应力和位移监测装置的数目需分别达到2个以上。如本实施方式中,共设置了6个断层应力监测装置和3个断层位移监测装置2,其中的监测点各为4个,更优选的方式是:以总量计,断层应力监测装置2和断层位移监测装置3的监测点分

别等量分布在上下盘中,如图1所示,以构建更为均匀的断层稳定性多源信息立体监测网络,提高监测准确性。

[0050] 其中,断层应力监测装置2的监测点为锚杆截面应力计207,还包括锚杆208和若干第一连接套206,锚杆208和第一连接套206通过螺纹结构连接,形成接长锚杆。锚杆截面应力计207间隔3~5m分布,并通过接长锚杆相连。与常规的锚索测力计相比,本实施例的锚杆截面应力计207为刚性连接,更能真实反映断层1张力的变化。

[0051] 断层位移监测装置3为多点变位计,其监测点为锚固爪306,还包括位移传感器302、保护罩301、固定基座303、若干测杆305和若干第二连接套307,测杆305和第二连接套307通过螺纹结构连接,形成接长测杆。位移传感器302设置于中深孔5外,表面套设有保护罩301,位移传感器302通过固定基座303尾部与中深孔5锚固连接。锚固爪306与中深孔5围岩进行固定,并通过接长测杆与固定基座303头部连接。值得注意的是,当测杆与孔底锚固爪的中心区域连接时,紧固力最佳,应尽可能使所有测杆紧邻锚固爪中心位置布置。因此,本实施例图3测杆与锚固爪的连接位置并不指代实际情况,主要是为了更清楚地表明测杆与锚固爪和固定基座的连接关系。与接长锚杆类似,接长的刚性测杆在断层运动下沿轴向会受压或受拉,利用传感器分别监测锚杆和测杆的轴向应力和位移能真实反映断层1张力和位移的变化。

[0052] 本实施例中,锚杆截面应力计207和锚固爪306沿中深孔深度方向均匀间隔布置,更好地实现断层1应力和位移的立体监测。同样的,本发明对锚杆截面应力计207以及锚固爪306的数量也都没有特别限定。

[0053] 本实施例中,矿山断层稳定性的智能监测系统还包括通讯基站10、主控机房14、与断层应力监测装置2一一电性连接的相同数量的第一数据采集发射装置71以及与断层位移监测装置3一一电性连接的相同数量的第二数据采集发射装置72,所述第一和第二数据采集发射装置分别接收断层应力监测装置2和断层位移监测装置3传输的监测数据后,通过Zigbee无线传输技术将该监测数据发送到通讯基站10,通讯基站10接收数据后传输到主控机房14进行分析处理。本实施例中,第一和第二数据采集发射装置均包括数据采集模块、信号转换模块、数据发射模块、信号增强模块和供电模块,采集模块收集监测数据并传输至信号转换模形成电信号,该电信号依次通过信号增强模块和数据发射模块传递至通讯基站10。

[0054] 为提高该智能监测系统的使用性能,延长使用寿命,断层应力监测装置2和断层位移监测装置3中的金属件均采用高强度金属材质加工而成,并在表面进行镀锌防腐处理。

[0055] 实施例2

[0056] 参见图1-5,一种矿山断层稳定性的智能监测方法,包括如下步骤:

[0057] 1. 利用矿山待监测断层1附近的现有分段巷道或新建巷道作为监测巷道6,共布置3条,分别位于靠近断层1的上盘岩体中,监测巷道6的垂向间距为5.0~20.0m。

[0058] 2. 在三条监测巷道6巷帮一侧分别向断层下盘钻三个深度10.0~3.0m、孔径50~90mm的倾斜向上的中深孔5,中深孔5穿透断层上下盘的长度均不低于2.0m,每条监测巷道6的中深孔5水平间距为10~30m。

[0059] 3. 将锚杆208和第一连接套206通过螺纹结构连接,形成接长锚杆,锚杆截面应力计207间隔3~5m分布,并通过接长锚杆相连,然后将接长锚杆连同锚杆截面应力计207推入

上下两条监测巷道的中深孔5中,保证每个中深孔5中至少有一个锚杆截面应力计分别分布在断层上盘和下盘,以此组装形成与中深孔5深度等长的断层应力监测装置2。锚杆截面应力计207分别与第一信号线一一电性连接,然后将第一信号线逐个引出孔外。用麻绳204紧密缠绕注浆套管205并塞入中深孔5中进行固定,注浆套管205尾部焊接有第一法兰盘,注浆连接管201头部对应焊接有第二法兰盘,第一和第二法兰盘通过螺栓螺母组件203实现法兰连接。第一信号线经注浆套管205和注浆连接管201上预留的出线孔202引出,与第一数据采集发射装置71相连。采用注浆系统经注浆连接管201向中深孔5中进行孔口注浆,凝结后的浆体4将锚杆截面应力计207固定并与围岩进行耦合。

[0060] 4.将锚固爪306固接在测杆305一端,通过第二连接套307内置螺旋结构将测杆305连接在一起形成一组加长测杆,然后将该加长测杆逐步推入中部监测巷道的中深孔5中既定位置,利用锚固爪306与中深孔围岩进行固定。加长测杆另一端均通过固定基座303与位移传感器302相连,位移传感器302带有保护罩301,以此组装形成断层位移监测装置3。同样的,需保证每个中深孔5中至少有一组锚固爪306分别分布在断层的上盘和下盘岩体中。固定基座303与中深孔5孔口围岩采用锚固剂304进行固定,所述锚固剂优选为树脂锚固剂。位移监测装置3通过第二信号线与第二数据采集发射装置72连接。

[0061] 将断层应力监测装置2和断层位移监测装置3分布于三条监测巷道6内共9个中深孔5中,构成了立体多源信息监测网络,能实现断层及两侧岩体不同位置张力及位移的智能实时监测。本实施例中,第一和第二数据采集发射装置均包括数据采集模块、信号转换模块、数据发射模块、信号增强模块和供电模块,采集模块将监测的应力和位移数据记录下来经信号转换模块形成电信号,然后依次通过信号增强模块和数据发射模块将该电信号以无线信号8的形式统一传递到附近的主要运输巷9中的通讯基站10,再由光纤光缆11经石门12和井筒13等井巷传送到地表主控机房14进行分析处理。第一和第二数据采集发射装置中,供电模块采用电池或移动电源维持,能够长时间满足Zigbee无线传输的需要。

[0062] 当断层附近的锚杆截面应力计读数与其余锚杆截面应力计相比突然增大时,表明断层张力增大,具有滑动趋势,即为前兆特征,需要进行预防。此时需要特别关注断层位移监测装置的数据变化,当断层位移监测装置也监测到断层出现位移变化时,表明断层上下盘产生错动,断层产生活化失稳,需要立即执行紧急预案,停产撤人和加固治理。

[0063] 同实施例1,除中深孔数量至少需要设置四个以外(具体数量根据监测区域范围确定),本发明对监测巷道的位置、尺寸和数量没有特别限定,对中深孔的位置和尺寸也没有特别限定,同样的,对锚杆截面应力计以及锚固爪的数量也都没有特别限定。

[0064] 下面结合具体情况进一步说明该实施例的应用。

[0065] 本方案中,断层1倾角 60° ,走向南北,监测巷道6为靠近断层1的分段运输巷道,断面尺寸 $4\text{m}\times 4\text{m}$,采用Boomer K111液压凿岩台车在三条监测巷道6中自上而下分别向断层1下盘钻凿三个孔径 60mm 、深度 20m 的上向倾斜中深孔5,中深孔5与断层1夹角均为 48° 。在上下两条监测巷道6的各个中深孔5中分别埋设断层应力监测装置2,在中部监测巷道6的各个中深孔5分别埋设断层位移监测装置3。断层应力监测装置2包括接长锚杆和间隔 4m 分布的4个锚杆截面应力计207及第一信号线,单节锚杆为长度 1.5m 、直径 22mm 的螺纹钢锚杆,另有 0.5m 和 1.0m 长度的锚杆作为配杆,方便连接。锚杆截面应力计207抗拉和抗压量程分别为 200MPa 和 150MPa 。注浆套管205管长 0.5m ,管壁厚 5mm ,直径 42mm ,管身上缠有与孔口围岩靠

摩擦固定的麻绳204,第一和第二法兰盘直径均为15cm,厚度均为10mm。螺栓螺母组件203型号为M14,注浆连接管201与注浆套管205尺寸匹配。

[0066] 采用水泥-水玻璃双液注浆系统向上部和下部监测巷道6中的中深孔5中进行注浆,水灰比0.8:1,水泥浆与水玻璃体积比1:0.5,水玻璃浓度为35波美度,水泥采用42.5硅酸盐水泥,注浆泵压力定为1.0MPa。

[0067] 断层位移监测装置3包括4组接长测杆、固定基座303和带有保护罩301的位移传感器302,每个中深孔5中接长测杆头部均螺旋连接有锚固爪306,根据锚固爪距离孔口的远近不同,4组接长的测杆长度分别为16m、12m、8m和4m。

[0068] 第一和第二数据采集发射装置分别将监测区域内各中深孔5中实时监测的断层位移和应力数据采集并发射到主要运输巷道9中的通讯基站,由通讯电缆传输到地表。当监测到断层两侧锚杆截面应力出现突变异常时,可认定断层具有活化倾向,需加强防范;当进一步监测到断层两侧锚杆截面位移出现显著变化时,可认为断层已产生活化失稳,需要立即执行紧急预案停产撤人。采用该方法能实现矿山断层稳定性的智能实时监测及采动作用下断层活化预警,充分保证矿山安全高效生产,监测稳定性好、可靠度高、成本低。

[0069] 上述实施例和说明书中描述的只是说明本发明的具体工作原理,在不脱离本发明精神和范围的前提下,本发明还会有各种变化和改进,这些变化和改进都落入要求保护的本发明范围内。

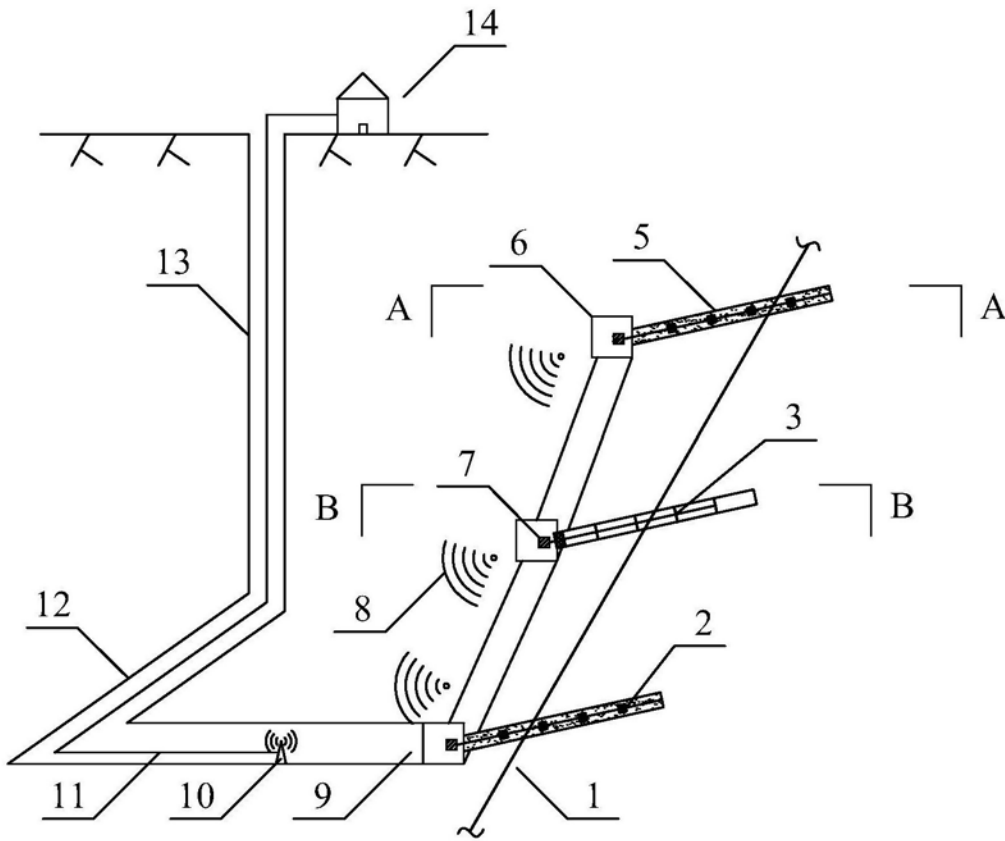


图1

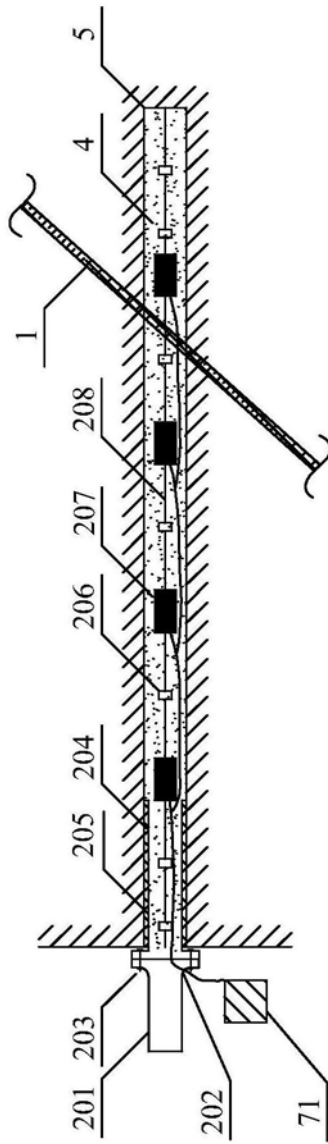


图2

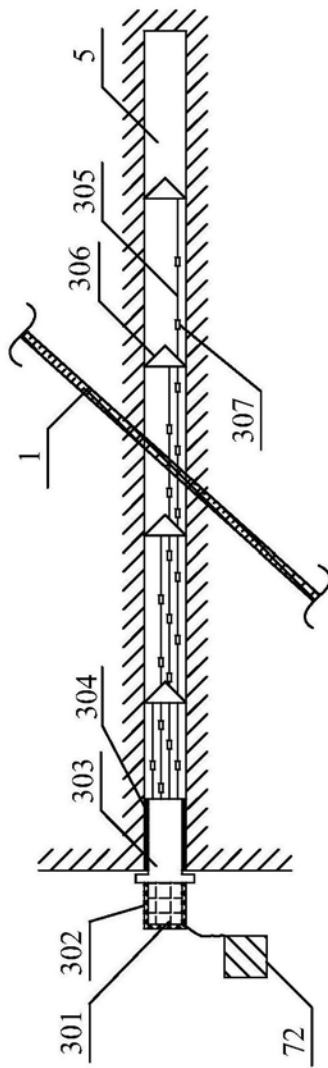


图3

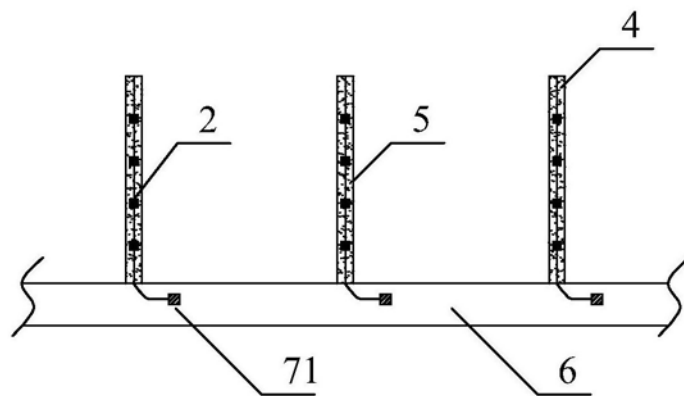


图4

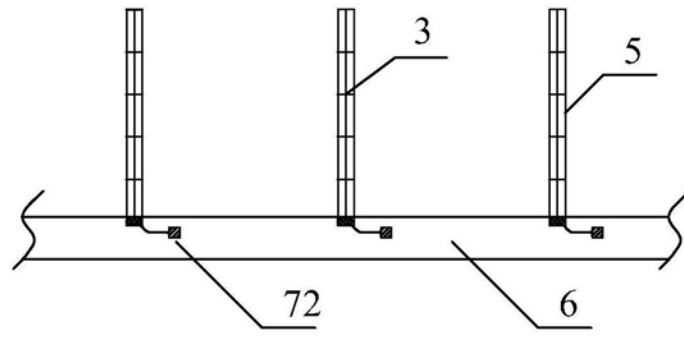


图5