

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 6 月 18 日 (18.06.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/119019 A1

- (51) 国际专利分类号:
E21F 17/18 (2006.01) **G01B 21/02** (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/086734
- (22) 国际申请日: 2019 年 5 月 14 日 (14.05.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201811530081.0 2018 年 12 月 14 日 (14.12.2018) CN
- (71) 申请人: 山东科技大学(SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。
- (72) 发明人: 谭云亮(TAN, Yunliang); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。 周凯(ZHOU, Kai); 中国山东省青岛市黄

岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。 于凤海(YU, Fenghai); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。 赵同彬(ZHAO, Tongbin); 中国山东省青岛市黄岛区前湾港路 579 号, Shandong 266590 (CN)。

(74) 代理人: 青岛智地领创专利代理有限公司(QINGDAO ZHIDILINGCHUANG PATENT AGENCY CO., LTD); 中国山东省青岛市黄岛区江山路 480 号青岛研创中心 4 号楼 602 室联系人: 雷钰, Shandong 266555 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,

(54) Title: ANCHOR ROD LENGTH DETERMINATION METHOD BASED ON MONITORING OF ROOF ROCK STRATUM HORIZONTAL EXTRUSION FORCE

(54) 发明名称: 一种基于顶板岩层水平挤压力监测的锚杆长度确定方法

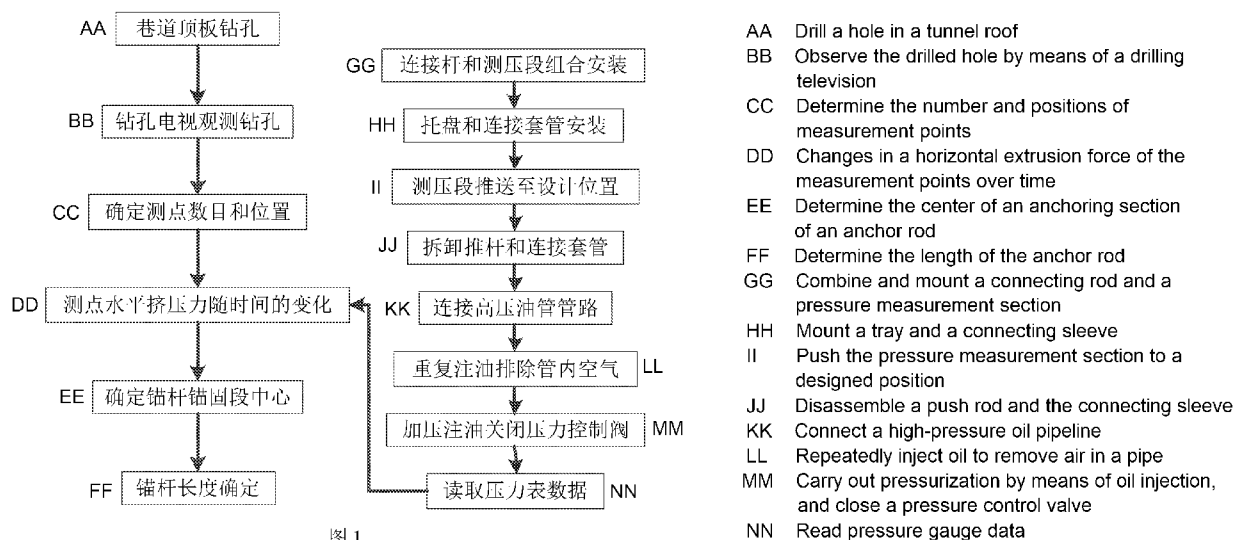


图 1

(57) Abstract: Disclosed is an anchor rod length determination method based on monitoring of a roof rock stratum horizontal extrusion force. The specific steps comprise: (1) drilling a hole in the middle of a tunnel roof, and determining a surrounding rock fracture range by means of a drilling television; (2) selecting the number and positions of horizontal extrusion force measurement points according to the surrounding rock fracture range; (3) monitoring and recording changes in a horizontal extrusion force in the drilled hole over time by using a roof rock stratum horizontal extrusion force monitoring apparatus; (4) selecting a position with the maximum horizontal extrusion force as the center of an anchoring section of an anchor rod, and determining the distance between an anchoring center and a roof; and (5) calculating the total length of the anchor rod.

PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种基于顶板岩层水平挤压力监测的锚杆长度确定方法, 具体步骤包括: (1) 在巷道顶板中部
钻孔, 通过钻孔电视确定围岩破裂范围; (2) 根据围岩破裂范围选择水平挤压力测点的数目和位置; (3)
利用顶板岩层水平挤压力监测装置监测并记录钻孔内的水平挤压力大小随时间的变化; (4) 选择水平挤压力
最大的位置作为锚杆锚固段的中心, 确定锚固中心和顶板的距离; (5) 计算锚杆的总长度。

一种基于顶板岩层水平挤压力监测的锚杆长度确定方法

技术领域

[0001] 本发明涉及采矿工程技术领域，尤其是一种基于顶板岩层水平挤压力监测的锚杆长度确定方法。

背景技术

[0002] 我国每年新掘大量的煤巷，锚杆支护的巷道占煤巷的80%以上，为保证锚杆支护安全性，必须合理确定锚杆支护参数。目前，煤矿锚杆支护参数的确定主要采用经验法、理论计算和动态信息设计等方法，而锚杆长度常用经验法和理论计算法来确定，经验法直接参照相似工程地质条件确定，精准性相对差。理论计算法主要应用于端部锚固锚杆，锚杆长度一般由锚固段长度、自由段长度和外露段长度三部分组成，其中锚固段根据药卷数量及长度确定，一般取0.5m左右，外露段由托盘和螺母结构决定，一般取0.2~0.3m，自由段长度取决于锚杆有效支护岩层范围，采用不同的支理论，其取值范围也不尽相同，该方法对巷道范围较大条件下的支护适用性不佳。当锚杆锚固段位于破裂围岩内，粘结力和粘结长度对锚固效果的影响较大，锚固段长度设计不合理易造成锚杆实际锚固力小于设计锚固力，从而影响着锚杆的支护效果。

[0003] 将锚杆锚固段设计在水平压力最大处可以增大锚杆与锚固剂之间的粘结力，增强锚固效果，因此合理确定锚固段位置、提升锚杆支护效果首先需要测量水平应力的的大小。煤矿井下围岩应力测试方法主要有水压致裂法和套筒致裂法，其中水压致裂法在指定位置采用止水封隔器密闭压裂点，用液压泵加压将孔壁压裂的方法测量围岩应力，测试仪器较笨重，对于围岩较为破碎的情况适应性不强；套筒致裂法采用向橡胶套筒加压使其压裂钻孔，依次来求得围岩应力，但是在测试完成后需进行计算，使用的地应力测试仪不能直接反应围岩应力大小，结果不够直观。围岩应力还可以通过钻孔应力计等仪器测量，中国专利CN 203669931 U提出的多点应力计可以实现多点应力实时测试，但是对于顶板应力的监测，其监测装置的推送和固定难度较大，因此难以满足顶板应力监测的要

求。

[0004] 为准确测量顶板的水平应力，准确、简便的确定围岩应力大小，并且为锚杆长度等参数的设计提供依据，改善锚杆支护效果，需要对现有的锚杆长度确定方法做进一步的改进。

发明概述

技术问题

问题的解决方案

技术解决方案

[0005] 为合理的确定锚杆的锚固段位置以及锚杆长度，本发明提供了一种基于顶板岩层水平挤压力监测的锚杆长度确定方法，具体技术方案如下。

[0006] 一种基于顶板岩层水平挤压力监测的锚杆长度确定方法，步骤包括：

[0007] (1) 在巷道顶板中部钻孔，通过钻孔电视确定围岩破裂范围；

[0008] (2) 根据围岩破裂范围选择水平挤压力测点的数目和位置；

[0009] (3) 监测并记录钻孔内各水平挤压力测点的水平挤压力大小随时间的变化；

[0010] (4) 选择水平挤压力最大的位置作为锚杆锚固段的中心，确定锚固中心和顶板的距离；

[0011] (5) 计算锚杆的总长度。

[0012] 优选的是，步骤(1)中钻孔深度取值为2~5m，钻孔直径的取值为70~100mm；所述步骤(2)中在距离顶板1m以上的部分设置水平挤压力测点，水平挤压力测点的间距小于0.5m。

[0013] 优选的是，步骤(3)中利用顶板岩层水平挤压力监测装置监测并记录钻孔内各水平挤压力测点的水平挤压力大小随时间的变化，所述顶板岩层水平挤压力监测装置包括测压段、连接杆、液压泵、压力表、高压油管、压力控制阀、托盘、推杆和连接套管；所述连接杆和测压段相连，推杆前端和连接杆相连，推杆后端穿过托盘，连接套管和托盘相连；所述高压油管和液压泵相连，高压油管通过推杆和连接管的内腔伸至测压段；所述测压段包括主管、液压囊、固定圈、阻隔片、外枕壳和连接套；所述液压囊两端通过固定圈套设在主管上，主管上设置有注油口和液压囊相通；所述外枕壳套设在主管上，外枕壳外侧包裹

有连接套，固定圈和外枕壳之间设置阻隔片。

[0014] 进一步优选的是，高压油管每条分为多段，高压油管之间通过油管接头连接，其中一段连接在液压泵上，一段设置在推杆和连接杆的内腔，还有一段设置在测压段内；所述连接套管内设置有油管接头；所述液压泵连接的高压油管上还设置有压力控制阀和压力表；所述连接杆连接有2个或多个测压段，每个测压段均设置一条连通的高压油管；所述高压油管长度的设计余量放置在连接套管内。

[0015] 进一步优选的是，高压油管和主管上的注油口通过油管接头相连，所述主管两端的管壁内侧设置有内螺纹和连接杆的外螺纹配合，主管两端管壁的外侧设置有外螺纹和阻隔片的内螺纹配合；所述托盘设置有通孔，连接杆穿过托盘的通孔；所述连接套管和托盘外凸部位的外螺纹连接；所述推杆通过连接套管推送连接管和测压段。

[0016] 进一步优选的是，外枕壳分为形状相同的4部分，外枕壳的组合体为圆柱状外壳；所述外枕壳在液压囊收缩状态下组合套设在主管上，在液压囊充液膨胀状态下外枕壳分为4部分胀开；所述连接套两端和主管紧密贴合，连接套压紧外枕壳两端和主管接触。

[0017] 还优选的是，利用所述顶板岩层水平挤压力监测装置监测并记录钻孔内水平挤压力大小随时间的变化，步骤包括：

[0018] a.将连接杆和测压段连接，连接杆和测压段内腔的高压油管通过油管接头连接，固定托盘并安装连接套管；

[0019] b.通过推杆将连接杆和测压段推送进入钻孔，当托盘和顶板固定后，拆卸掉连接套管和推杆；

[0020] c.连接外露的高压油管，连接液压泵、压力控制阀和压力表；

[0021] d.打开压力控制阀上的开关，使用液压泵注油加压，当压力表读数达到5~6MPa后，停止加压，液压油回流；重复本步骤2~5次，排空高压油管内的空气；

[0022] e.使用液压泵注油加压，当压力表读数达到5~6MPa后，关闭压力控制阀；

[0023] f.重复步骤d和步骤e分别给多个测压段加压注液压油；

[0024] g.拆卸液压泵，监测并保存压力表的监测数据；

[0025] h.打开压力控制阀，放出液压油；将连接套管和推杆连接，利用推杆连接并将连接杆和测压段从钻孔内取出。

[0026] 还进一步优选的是，步骤（5）中，计算锚杆长度包括计算锚杆的锚固段长度 L_{a1} 、锚杆的自由段长度 L_{a2} 和锚杆的总长度 L_a ，其中锚杆的自由段长度为

$$L_{a2} = h - \frac{1}{2} L_{a1}$$

，锚固中心和顶板的距离为 h ，锚杆的锚固段长度 L_{a1} 取0.3~0.5m；锚杆的总长度

$$L_a = L_{a1} + L_{a2} + L_{a3}$$

，锚杆的外露段长度为 L_{a3} ， L_{a3} 取0.2~0.3m。

发明的有益效果

有益效果

[0027] 本发明的有益效果包括：

[0028] （1）本发明提供一种基于顶板岩层水平挤压力监测的锚杆长度确定方法，该方法充分的利用了水平挤压力的监测结果，合理的确定锚杆锚固段长度，进而得到锚杆支护长度参数，大大提高了锚杆锚固段的粘结力和粘结长度，提升了锚杆锚固性能，巷道支护效果得到增强。

[0029] （2）本发明提供的顶板岩层水平挤压力监测装置，设置液压泵和测压段对钻孔内的点进行水平应力的监测，通过设置一个钻孔即可监测多个钻孔深度的水平应力，并且各个测压段之间的监测互不干扰；高压油管设置在推杆和连接管的内腔，从而能够保护高压油管的安全；并且该监测装置方便拆卸，能够重复利用。

[0030] （3）顶板岩层水平挤压力监测装置的测压段采用组合式的外枕壳更好的和钻孔内的围岩接触，压力测量的准确性更高；使用推杆和连接杆的组合方便在不同深度的钻孔使用，不同长度的推杆和连接杆组合从而扩大监测范围；在固定圈和外枕壳之间设置阻隔片，两侧的阻隔片有效的防止了液压囊沿主管的方向膨胀，从而保证监测的准确性。

[0031] 另外本发明还具有施工量少，方法简洁，计算简单快捷，适用性强等优点。

对附图的简要说明

附图说明

[0032] 图1是锚杆长度确定方法步骤示意图；

[0033] 图2是顶板岩层水平挤压力监测装置结构示意图；

[0034] 图3是钻孔内外安装结构示意图；

[0035] 图4是测压段结构示意图；

[0036] 图5是测压段剖面结构示意图；

[0037] 图6是测压段截面结构示意图；

[0038] 图7是主管剖面结构示意图；

[0039] 图8是主管截面结构示意图；

[0040] 图9是外枕壳部分结构示意图；

[0041] 图10是外枕壳整体结构示意图；

[0042] 图11是托盘结构示意图；

[0043] 图12是托盘截面结构示意图；

[0044] 图13是水平挤压力的大小随时间变化曲线；

[0045] 图中：1-测压段；11-主管；111-注油口；112-外螺纹；113-内螺纹；12-液压囊；13-固定圈；14-阻隔片；15-外枕壳；16-连接套；2-连接杆；3-液压泵；4-压力表；5-高压油管；6-压力控制阀；7-托盘；8-推杆；9-连接套管。

发明实施例

本发明的实施方式

[0046] 结合图1至图13所示，本发明提供一种基于顶板岩层水平挤压力监测的锚杆长度确定方法，具体实施方式如下。

[0047] 实施例一

[0048] 一种基于顶板岩层水平挤压力监测的锚杆长度确定方法，方法流程示意图如图1所示，具体的步骤包括：

[0049] 步骤（1）在巷道顶板中部钻孔，通过钻孔电视确定围岩破裂范围。施工时，垂直顶板钻孔，钻孔深度取值为2~5m，钻孔直径的取值为70~100mm，钻孔的深

度和直径根据煤矿实际顶板情况确定。利用钻孔电视对钻孔进行观测，得到钻孔内围岩破裂展布及松动破坏范围，从而确定水平挤压力监测的重点区域范围。

[0050] 步骤（2）根据围岩破裂范围选择水平挤压力测点的数目和位置。主要是在破裂严重的区域设置测点，根据围岩破裂情况在破裂严重的区域可以适当缩小测点的布置距离，一般情况下在距离顶板1m以上的部分设置水平挤压力测点，水平挤压力测点的间距小于0.5m。

[0051] 步骤（3）监测并记录钻孔内各水平挤压力测点的水平挤压力大小随时间的变化，得到钻孔不同深度位置的水平挤压力随时间的变化曲线。

[0052] 具体是使用顶板岩层水平挤压力监测装置对水平挤压力大小随时间的变化进行监测，顶板岩层水平挤压力监测装置包括测压段1、连接杆2、液压泵3、压力表4、高压油管5、压力控制阀6、托盘7、推杆8和连接套管9。连接杆1和测压段2相连，推杆8前端和连接杆2相连，推杆8后端穿过托盘7，连接套管9和托盘7相连。高压油管5和液压泵3相连，高压油管5通过推杆8和连接杆2的内腔伸至测压段。测压段包括主管、液压囊、固定圈、阻隔片、外枕壳和连接套。液压囊两端通过固定圈套设在主管上，主管上设置有注油口和液压囊相通。外枕壳套设在主管上，外枕壳外侧包裹有连接套，固定圈和外枕壳之间设置阻隔片。

[0053] 顶板岩层水平挤压力监测装置对水平挤压力大小随时间的变化进行监测的步骤包括：

[0054] a.根据水平挤压力测点的位置和钻孔的深度选取合适长度的连接杆2，将连接杆2和测压段1连接，连接杆2和测压段1内腔的高压油管5通过油管接头连接，固定托盘7并安装连接套管9；

[0055] b.通过推杆8将连接杆2和测压段1推送进入钻孔，当托盘7与顶板固定后，测压段1安装完毕，松开螺纹拆卸掉连接套管9和推杆8；

[0056] c.连接外露的高压油管5，通过油管接头方便高压油管5的连接，连接液压泵3、压力控制阀6和压力表4，其中先连接压力表4和压力控制阀6，最后将液压泵3和压力控制阀6相连；

[0057] d.打开压力控制阀6上的开关，使用液压泵3注油加压，当压力表4读数达到5~6

MPa后，停止加压，让液压油回流；重复本步骤2~5次，尽量排空高压油管5内的空气；

[0058] e.使用液压泵3注油加压，当压力表4读数达到5~6MPa后，关闭压力控制阀6，拆下液压泵3；

[0059] f.重复步骤d和步骤e分别给多个测压段1加压注液压油，也可以利用多个液压泵3同时为多个测压段1加压注入液压油；

[0060] g.测压段1全部加注液压油后，拆卸液压泵3，监测并保存压力表的监测数据，采用带有数据记录功能的数显压力表，每隔一端时间读取一次监测数据，从而方便监测；

[0061] h.打开压力控制阀6，放出液压油，测压段1收缩；将连接套管9和推杆8重新连接，利用推杆8连接并将连接杆2和测压段1从钻孔内取出，便于重复利用。

[0062] 步骤（4）选择水平挤压力最大的位置作为锚杆锚固段的中心，确定锚固中心和顶板的距离记为 h 。

[0063] 步骤（5）计算锚杆的总长度。计算锚杆长度包括计算锚杆的锚固段长度 L_{a1} 、锚杆的自由段长度 L_{a2} 和锚杆的总长度 L_a ，其中锚杆的自由段长度为

$$L_{a2} = h - \frac{1}{2} L_{a1}$$

，锚固中心和顶板的距离为 h ，锚杆的锚固段长度 L_{a1} 取0.3~0.5m；锚杆的总长度

$$L_a = L_{a1} + L_{a2} + L_{a3}$$

，锚杆的外露段长度为 L_{a3} ， L_{a3} 取0.2~0.3m。

[0064] 其中具体的是，在步骤（3）中使用的一种顶板岩层水平挤压力监测装置，具体结构包括测压段1、连接杆2、液压泵3、压力表4、高压油管5、压力控制阀6、托盘7、推杆8和连接套管9，如图2所示。连接杆2和测压段1通过螺纹相连，推杆8前端和连接杆2相连，托盘7设置在推杆8后端，连接套管9和托盘7相连，高压油管5和液压泵3相连，高压油管5通过推杆8和连接管9的内腔伸至测压段1。连接杆2和测压段1的组合方便监测不同深度下的水平应力，推杆8保证了装置

能够进行深孔监测，托盘7和连接套管9方便钻孔内装置的固定和高压油管5的放置，液压泵3和压力表4的组合方便实时监测，通过液压泵3和压力表4以及压力控制阀6可以实现水平应力的长效监测。利用该装置可以设置多个测压段，设置一个钻孔从而监测多个钻孔深度的水平应力，并且各个测压段之间的监测互不干扰。

[0065] 测压段具体包括主管11、液压囊12、固定圈13、阻隔片14、外枕壳15和连接套16，如图4~10所示，液压囊12两端通过固定圈13套设在主管11上，主管11上设置有注油口111和液压囊12相通，固定圈13和主管11之间还可以设置密封垫圈，保证液压囊12的密封性。外枕壳15套设在主管11上，外枕壳15外侧包裹有连接套16，固定圈13和外枕壳15之间设置阻隔片14。在外枕壳15和阻隔片14的作用下，液压囊12只能沿主管的径向膨胀，连接套16保证了外枕壳15在使用后能顺利复位。

[0066] 高压油管5每条分为多段，高压油管5之间通过油管接头连接，其中一段连接在液压泵3上，一段设置在推杆8和连接杆2的内腔，还有一段设置在测压段内。液压泵3连接的高压油管5上还设置有压力控制阀6和压力表4。连接套管9内设置有油管接头，方便高压油管的连接，高压油管5上还设置有压力控制阀6和压力表4用于监测管内液压大小，液压泵泵送液压油后关闭压力控制阀6上的进油阀。利用高压油管5和压力控制阀6实现液压囊内的压力和管内压力平衡，从而高压油管5上的压力表能够准确的测量测压段位置的钻孔水平应力。压力表4可以使用数显压力表，并具有记录功能实时记录压力监测数据，液压泵3可以采用高压泵，从而能够测量更大范围的水平应力。高压油管5和主管11上的注油口通过油管接头相连，主管11两端的管壁内侧设置有内螺纹和连接杆2的外螺纹配合，主管11两端管壁的外侧设置有外螺纹和阻隔片14的内螺纹配合。

[0067] 如图3所示，连接杆2连接有2个或多个测压段1，根据需要监测的点数和位置选择测压段1的数量，并根据测点位置选择合适长度的连接杆2，测量待测点的水平应力。每个测压段均设置一条连通的高压油管5，高压油管5和主管11上的注油口相连，从而保证了不同测压段能够独立测量。高压油管5长度的设计余量放置在连接套管9内，从而保证在钻孔深度较大时进行监测。

[0068] 外枕壳15分为形状相同的4部分或多个部分，外枕壳15的组合体为圆柱状外壳。如图9和图10所示，外枕壳15在液压囊12收缩状态下组合套设在主管11上，在液压囊12充液膨胀状态下外枕壳15分为4部分或多个部分胀开，胀开后连接套的作用下向外和钻孔内壁紧密接触最终和钻孔内的水平应力保持平衡，此时液压囊12内的液压和水平挤压力相等，达到测量目的。外枕壳15和连接套16之间还可以通过点粘结或固定连接固定在一起。连接套16的两端和主管紧密贴合，液压囊12收缩状态下，连接套16压紧外枕壳15两端和主管接触，从而达到保护液压囊12的目的。

[0069] 如图11和图12所示，托盘7设置有通孔，下部还设置有凸起，连接杆2和推杆8均能够穿过托盘的通孔，推杆8设计为中空，便于保护高压油管，推杆8的长度根据钻孔深度需要任意设计，推杆外还可以设置外螺纹方便推进。安装时，使用时托盘7固定在顶板的钻孔孔口，当测压段1和连接杆2组合伸入钻孔后托盘7对钻孔内部的结构起到承载的作用。连接套管9和托盘7外凸部位的外螺纹连接，推杆8通过连接套管9推送连接杆2和测压段1。主管11和推杆8可以使用钢材料制作而成，保证推送强度，液压囊12和连接套16可以使用柔性橡胶材料制作而成，保证结构的伸缩弹性和耐用性。

[0070] 实施例二

[0071] 为对本发明提供的一种基于顶板岩层水平挤压力监测的锚杆长度确定方法作进一步的说明，本实施例以某矿为背景作进一步的详细说明，某矿主采3-1煤，煤层厚度3.6m，顶板岩层自下向上依次为2.5~3.6m砂质泥岩、4.5~7.3m细砂岩和11.2~18.9m粉砂岩，运输平巷沿底掘进，断面形状为矩形，巷道尺寸宽×高为5.2×3.6m。

[0072] 锚杆长度的确定步骤，具体是：

[0073] (1) 在待确定锚杆长度的巷道顶板中部，垂直顶板钻孔，钻孔深度L为3m，钻孔直径D为79mm。采用钻孔电视对钻孔进行探测，得到钻孔围岩破裂展布及松动破坏范围：在钻孔深度1.2m-2.8m处出现较为明显的破碎，在1.4m-1.9m破碎严重。

[0074] (2) 根据围岩破裂范围选择水平挤压力测点的数目和位置，测压段应在钻孔

深度1.2m-2.8m范围内安装，特别的，在1.4m-1.9m应监测基点距离应尽量为缩小，确定测压段的安装的数目为5个，分别测量的水平挤压力深度为1.4m、1.7m、1.9m、2.3m及2.8m。

[0075] (3) 采用顶板岩层水平挤压力监测装置对钻孔内水平挤压力进行监测，得到水平挤压力的大小随时间变化曲线。

[0076] a.根据水平挤压力测点的位置和钻孔的深度选取合适长度的连接杆，使用连接杆2将5个测压段1连接，连接杆2和测压段1内腔的高压油管5通过油管接头连接，并将固定托盘7，安装连接套管9；

[0077] b.通过推杆8将连接杆2和测压段1推送进入钻孔，当托盘7与顶板固定后，测压段1安装完毕，松开螺纹拆卸掉连接套管9和推杆8；

[0078] c.连接外露的高压油管5，通过油管接头方便高压油管5的连接，连接液压泵3、压力控制阀6和压力表4，其中先连接压力表4和压力控制阀6，最后将液压泵3和压力控制阀6相连；

[0079] d.打开压力控制阀6上的开关，使用液压泵3注油加压，当压力表4读数达到5~6 MPa后，停止加压，让液压油回流；重复本步骤3次，尽量排空高压油管5内的空气；

[0080] e.使用液压泵3注油加压，当压力表4读数达到5~6MPa后，关闭压力控制阀6，拆下液压泵3；

[0081] f.重复步骤d和步骤e分别给5个测压段1加压注液压油，也可以利用多个液压泵3同时为5个测压段1加压注入液压油；

[0082] g.测压段1全部加注液压油后，拆卸液压泵3，监测并保存压力表的监测数据，采用带有数据记录功能的数显压力表，数显压力表记录并保存72小时内示数，每隔72小时读取一次监测数据；

[0083] h.打开压力控制阀6，放出液压油，测压段1收缩；将连接套管9和推杆8重新连接，利用推杆8连接并将连接杆2和测压段1从钻孔内取出，便于重复利用。

[0084] (4) 选择水平挤压力最大的位置作为锚杆锚固段的中心，确定锚固中心和顶板的距离。

[0085] 将步骤(3)采集的数据进行整理分析，水平挤压力随时间变化如图13所示。

围岩在68h时钻孔各深度水平挤压力均已达到最大，之后水平挤压力趋于平稳，当钻孔深度为1.7m时，顶板破碎带水平挤压力最大，此时水平挤压力数值为9MPa，因此确定锚固中心和顶板的距离1.7m。

[0086] (5) 计算锚杆的总长度。

[0087] 根据药卷个数及长度确定锚杆锚固段的长度，选择2个药卷，单个药卷的长度为0.2m，因此 $L_{a1}=0.4\text{m}$ ，此时自由段长度

$$L_{a2} = h - \frac{1}{2} L_{a1} = 1.7 - \frac{1}{2} \times 0.4 = 1.5$$

，所以 $L_{a2}=1.5\text{m}$ ，锚杆外露段长度取0.3m，则锚杆总长为长度

$$L_a = L_{a1} + L_{a2} + L_{a3} = 0.4 + 1.5 + 0.3 = 2.2$$

，所以 $L_a=2.2\text{m}$ 。

[0088] 最终锚杆全长为2.2m，其中锚杆锚固段长度为0.4m，自由段长度为1.5m，外露段长度为0.3m。之前巷道使用的锚杆长度为2.4m。对所设计巷道及煤矿之前巷道内的锚杆进行拉拔测试，发现设计巷道与之前巷道极限破断力分别为246kN和232kN，锚杆强度较之前巷道有所提高，因此本发明提出的充分利用水平挤压力确定锚杆长度的方法和之前设计方法相比，锚杆长度更加合理，锚固效果更好。

[0089] 当然，上述说明并非是对本发明的限制，本发明也并不仅限于上述举例，本技术领域的技术人员在本发明的实质范围内所做出的变化、改型、添加或替换，也应属于本发明的保护范围。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种基于顶板岩层水平挤压力监测的锚杆长度确定方法，其特征在于，步骤包括：
- (1) 在巷道顶板中部钻孔，通过钻孔电视确定围岩破裂范围；
 - (2) 根据围岩破裂范围选择水平挤压力测点的数目和位置；
 - (3) 监测并记录钻孔内各水平挤压力测点的水平挤压力大小随时间的变化；
 - (4) 选择水平挤压力最大的位置作为锚杆锚固段的中心，确定锚固中心和顶板的距离；
 - (5) 计算锚杆的总长度。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的一种基于顶板岩层水平挤压力监测的锚杆长度确定方法，其特征在于，所述步骤（1）中钻孔深度取值为2~5m，钻孔直径的取值为70~100mm；所述步骤（2）中在距离顶板1m以上的部分设置水平挤压力测点，水平挤压力测点的间距小于0.5m。
- [权利要求 3] 根据权利要求1所述的一种基于顶板岩层水平挤压力监测的锚杆长度确定方法，其特征在于，所述步骤（3）中利用顶板岩层水平挤压力监测装置监测并记录钻孔内各水平挤压力测点的水平挤压力大小随时间的变化，所述顶板岩层水平挤压力监测装置包括测压段、连接杆、液压泵、压力表、高压油管、压力控制阀、托盘、推杆和连接套管；所述连接杆和测压段相连，推杆前端和连接杆相连，推杆后端穿过托盘，连接套管和托盘相连；所述高压油管和液压泵相连，高压油管通过推杆和连接管的内腔伸至测压段；所述测压段包括主管、液压囊、固定圈、阻隔片、外枕壳和连接套；所述液压囊两端通过固定圈套设在主管上，主管上设置有注油口和液压囊相通；所述外枕壳套设在主管上，外枕壳外侧包裹有连接套，固定圈和外枕壳之间设置阻隔片。
- [权利要求 4] 根据权利要求3所述的一种基于顶板岩层水平挤压力监测的锚杆长度确定方法，其特征在于，所述高压油管每条分为多段，高压油管之间通过油管接头连接，其中一段连接在液压泵上，一段设置在推杆和连

接杆的内腔，还有一段设置在测压段内；所述连接套管内设置有油管接头；所述液压泵连接的高压油管上还设置有压力控制阀和压力表；所述连接杆连接有2个或多个测压段，每个测压段均设置一条连通的高压油管；所述高压油管长度的设计余量放置在连接套管内。

[权利要求 5] 根据权利要求3所述的一种基于顶板岩层水平挤压力监测的锚杆长度确定方法，其特征在于，所述高压油管和主管上的注油口通过油管接头相连，所述主管两端的管壁内侧设置有内螺纹和连接杆的外螺纹配合，主管两端管壁的外侧设置有外螺纹和阻隔片的内螺纹配合；所述托盘设置有通孔，连接杆穿过托盘的通孔；所述连接套管和托盘外凸部位的外螺纹连接；所述推杆通过连接套管推送连接管和测压段。

[权利要求 6] 根据权利要求3所述的一种基于顶板岩层水平挤压力监测的锚杆长度确定方法，其特征在于，所述外枕壳分为形状相同的4部分，外枕壳的组合体为圆柱状外壳；所述外枕壳在液压囊收缩状态下组合套设在主管上，在液压囊充液膨胀状态下外枕壳分为4部分胀开；所述连接套两端和主管紧密贴合，连接套压紧外枕壳两端和主管接触。

[权利要求 7] 根据权利要求3至6任一项所述的一种基于顶板岩层水平挤压力监测的锚杆长度确定方法，其特征在于，利用所述顶板岩层水平挤压力监测装置监测并记录钻孔内水平挤压力大小随时间的变化，步骤包括：

- a. 将连接杆和测压段连接，连接杆和测压段内腔的高压油管通过油管接头连接，固定托盘并安装连接套管；
- b. 通过推杆将连接杆和测压段推送进入钻孔，当托盘和顶板固定后，拆卸掉连接套管和推杆；
- c. 连接外露的高压油管，连接液压泵、压力控制阀和压力表；
- d. 打开压力控制阀上的开关，使用液压泵注油加压，当压力表读数达到5~6MPa后，停止加压，液压油回流；重复本步骤2~5次，排空高压油管内的空气；
- e. 使用液压泵注油加压，当压力表读数达到5~6MPa后，关闭压力控制阀；

- f.重复步骤d和步骤e分别给多个测压段加压注液压油；
- g.拆卸液压泵，监测并保存压力表的监测数据；
- h.打开压力控制阀，放出液压油；将连接套管和推杆连接，利用推杆连接并将连接杆和测压段从钻孔内取出。

[权利要求 8] 根据权利要求1所述的一种基于顶板岩层水平挤压力监测的锚杆长度确定方法，其特征在于，所述步骤（5）中，计算锚杆长度包括计算锚杆的锚固段长度 L_{a1} 、锚杆的自由段长度 L_{a2} 和锚杆的总长度 L_a ，其中锚杆的自由段长度为

$$L_{a2} = h - \frac{1}{2} L_{a1}$$

，锚固中心和顶板的距离为 h ，锚杆的锚固段长度 L_{a1} 取0.3~0.5m；
锚杆的总长度

$$L_a = L_{a1} + L_{a2} + L_{a3}$$

，锚杆的外露段长度为 L_{a3} ， L_{a3} 取0.2~0.3m。

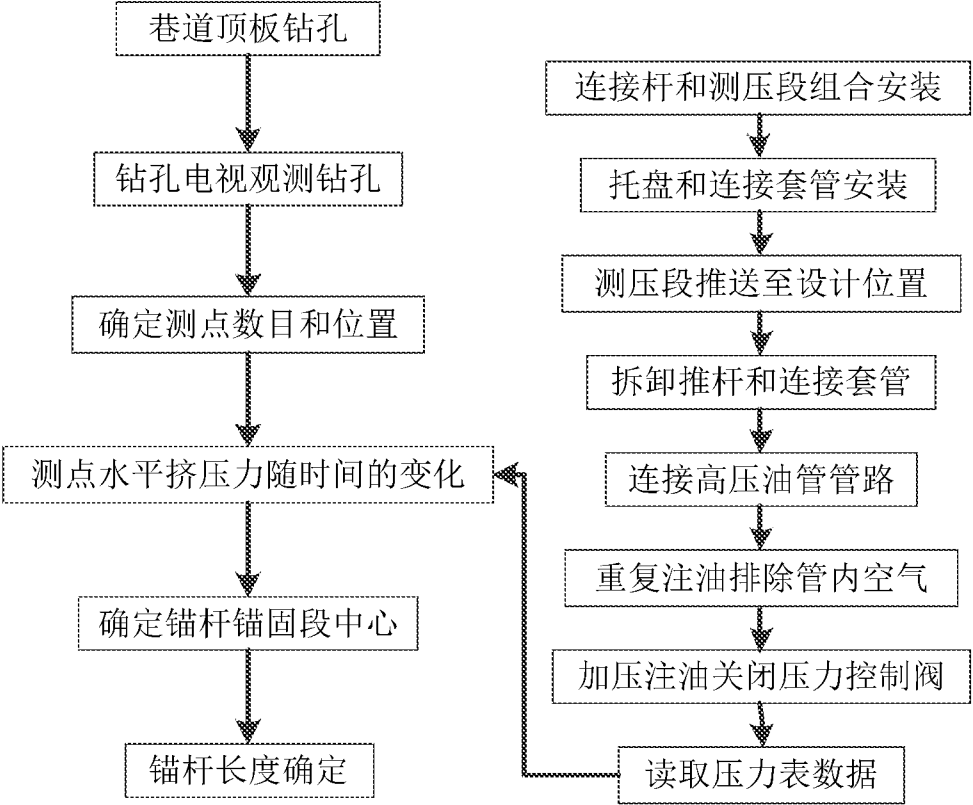


图 1

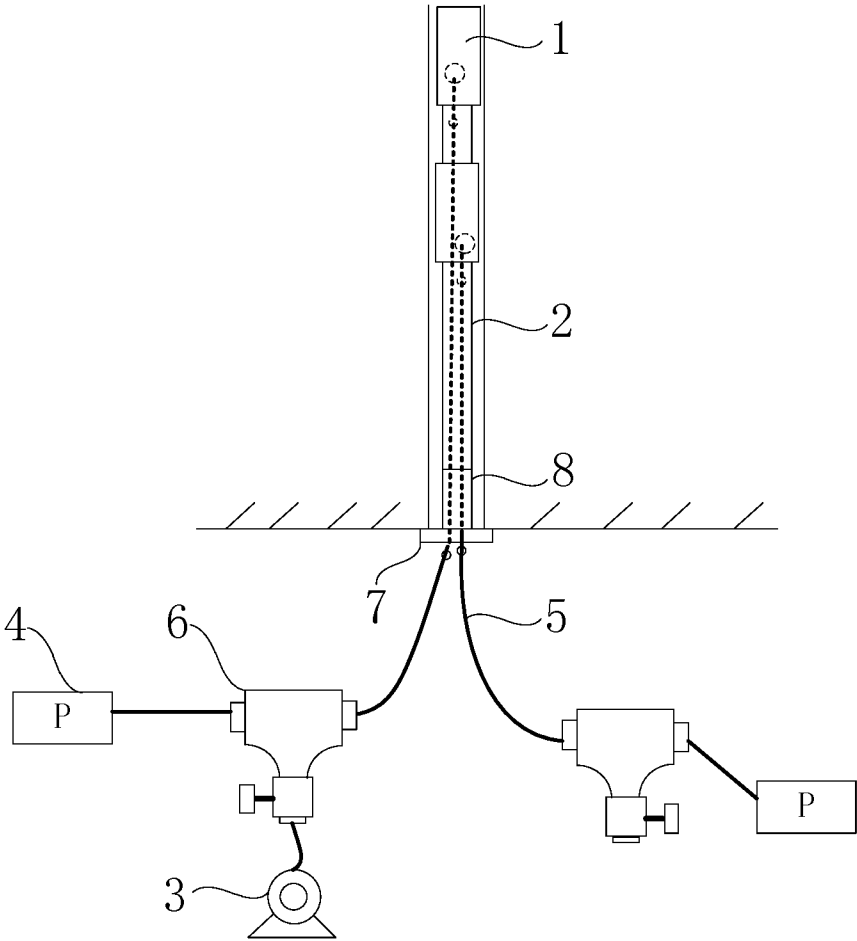


图 2

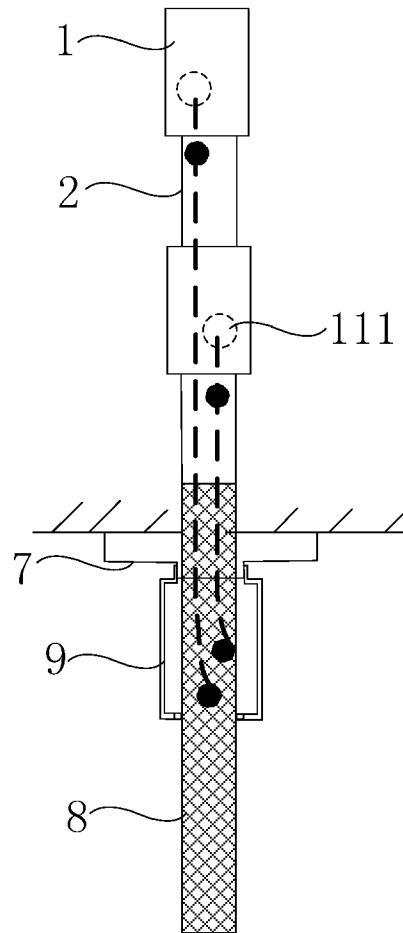


图 3

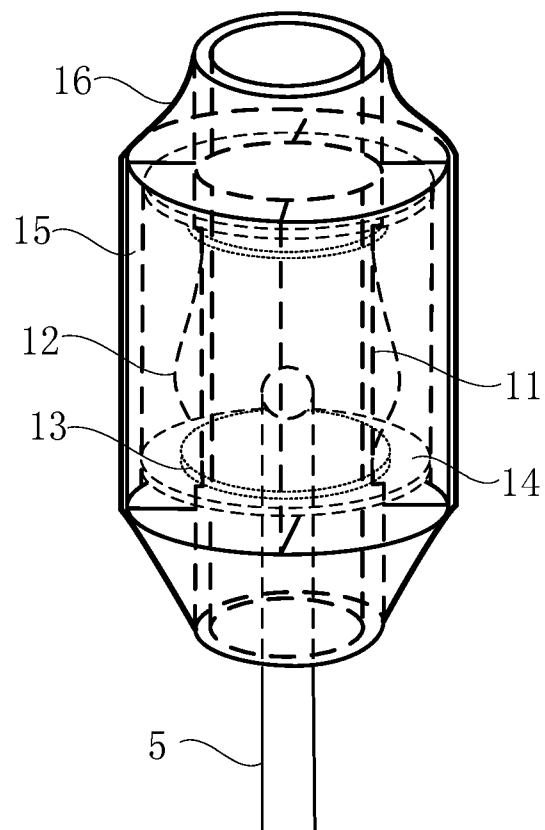


图 4

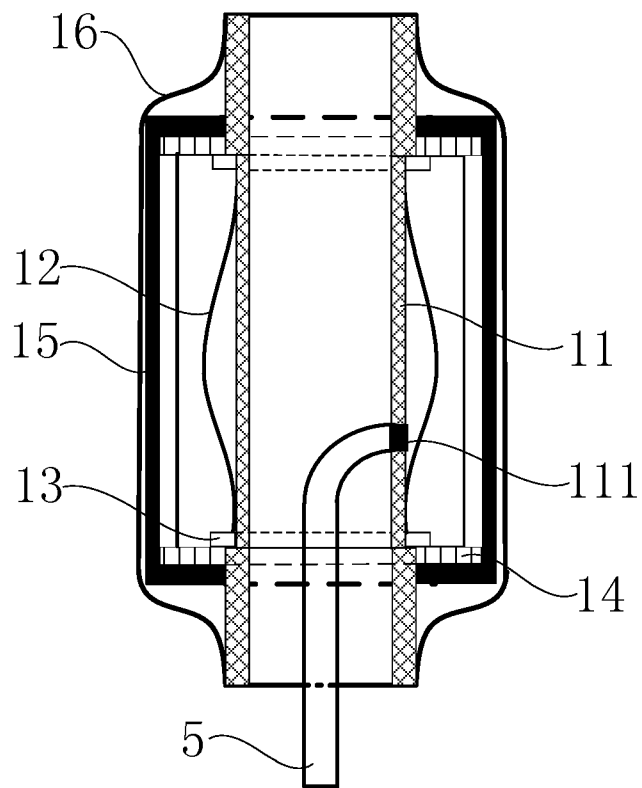


图 5

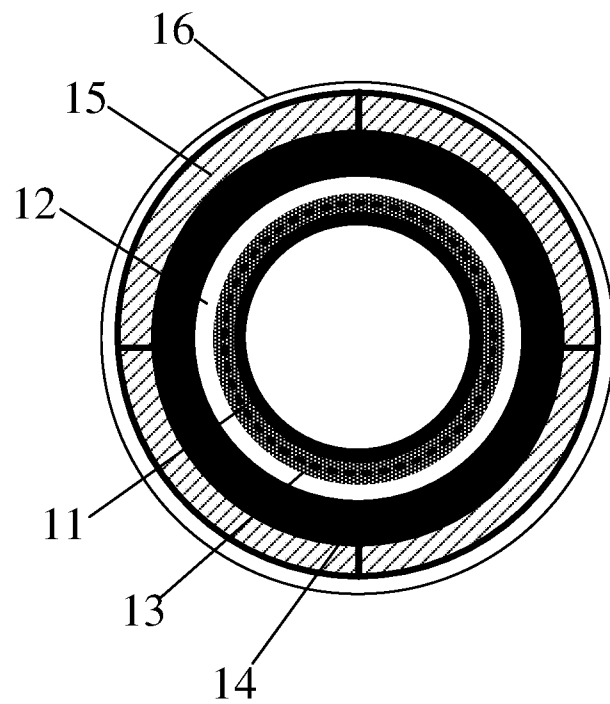


图 6

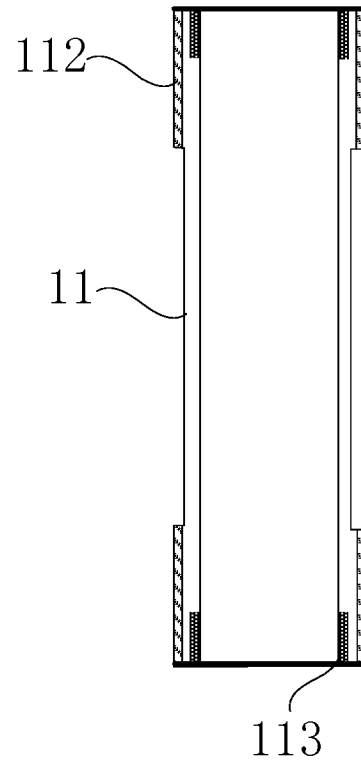


图 7

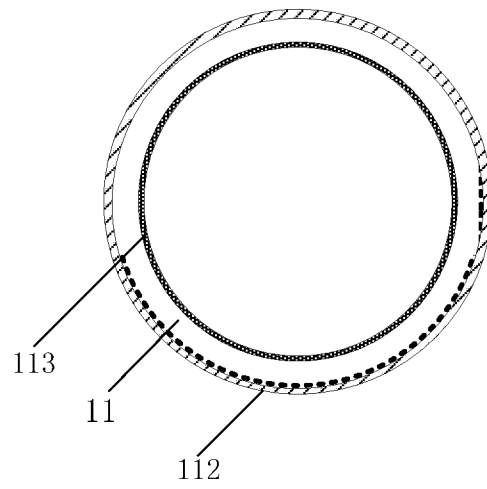


图 8

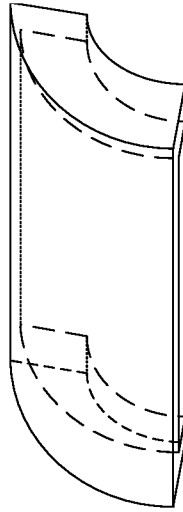


图 9

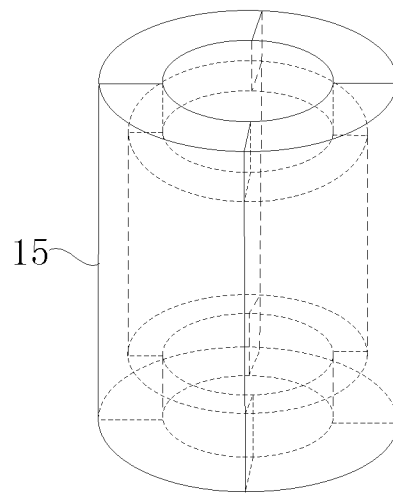


图 10

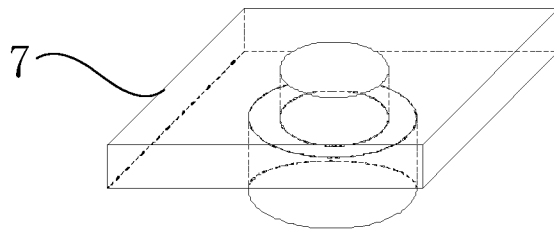


图 11

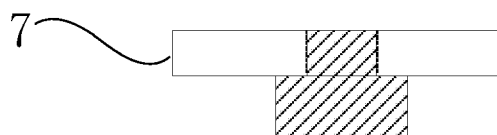


图 12

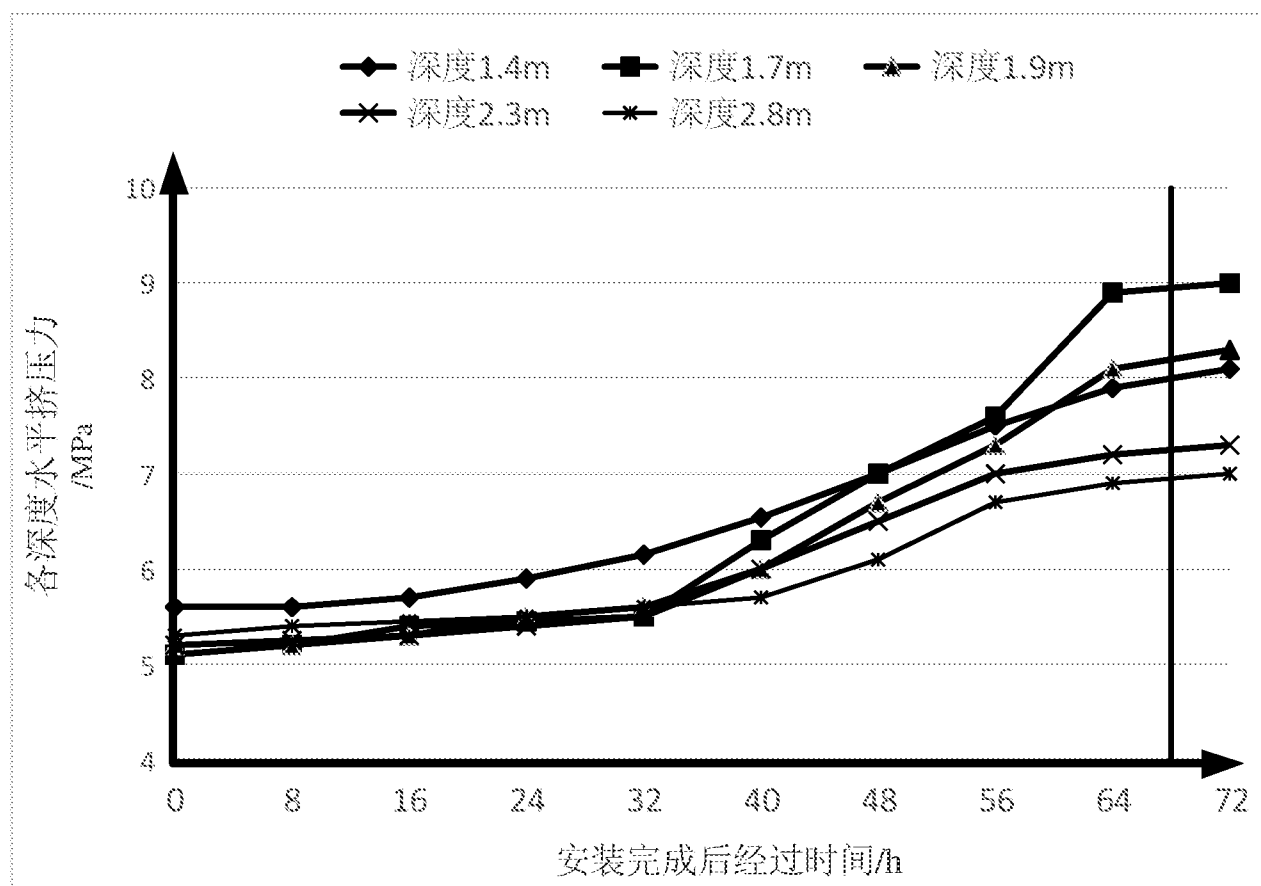


图 13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/086734

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

E21F 17/18(2006.01)i; G01B 21/02(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

E21F17; G01B21

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; CNTXT; VEN; USTXT; WOTXT; EPTXT; CNKI: 山东科技大学, 锚杆, 锚索, 锚固, 长度, 深度, 中心, 应力, 压力, bolt+, length, long+, deep+, depth, stress+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 109630201 A (SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 16 April 2019 (2019-04-16) claims 1-8	1-8
PX	CN 109372581 A (SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 22 February 2019 (2019-02-22) description, paragraphs [0002]-[0025], and figures 1-11	1-8
A	CN 101694163 A (SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 14 April 2010 (2010-04-14) description, paragraphs [0004]-[0023], and figures 1-3	1-8
A	CN 102661144 A (SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 12 September 2012 (2012-09-12) entire document	1-8
A	CN 104132761 A (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY) 05 November 2014 (2014-11-05) entire document	1-8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 July 2019

Date of mailing of the international search report

02 August 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Authorized officer

Facsimile No. (86-10)62019451

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/086734**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 107133381 A (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY) 05 September 2017 (2017-09-05) entire document	1-8
A	JP 2017186801 A (KFC LTD.) 12 October 2017 (2017-10-12) entire document	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/086734

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	109630201	A	16 April 2019	None	
CN	109372581	A	22 February 2019	None	
CN	101694163	A	14 April 2010	CN 101694163	B 11 January 2012
CN	102661144	A	12 September 2012	CN 102661144	B 10 December 2014
CN	104132761	A	05 November 2014	US 10082433	B2 25 September 2018
				CN 104132761	B 27 January 2016
				WO 2016019824	A1 11 February 2016
				US 2017122822	A1 04 May 2017
CN	107133381	A	05 September 2017	None	
JP	2017186801	A	12 October 2017	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/086734

A. 主题的分类

E21F 17/18(2006.01)i; G01B 21/02(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

E21F17; G01B21

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS;CNTXT;VEN;USTXT;WOTXT;EPTXT;CNKI: 山东科技大学, 锚杆, 锚索, 锚固, 长度, 深度, 中心, 应力, 压力, bolt+, length, long+, deep+, depth, stress+

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 109630201 A (山东科技大学) 2019年 4月 16日 (2019 - 04 - 16) 权利要求1-8	1-8
PX	CN 109372581 A (山东科技大学) 2019年 2月 22日 (2019 - 02 - 22) 说明书第[0002]-[0025]段, 附图1-11	1-8
A	CN 101694163 A (山东科技大学) 2010年 4月 14日 (2010 - 04 - 14) 说明书第[0004]-[0023]段, 附图1-3	1-8
A	CN 102661144 A (山东科技大学) 2012年 9月 12日 (2012 - 09 - 12) 全文	1-8
A	CN 104132761 A (中国矿业大学) 2014年 11月 5日 (2014 - 11 - 05) 全文	1-8
A	CN 107133381 A (中国矿业大学) 2017年 9月 5日 (2017 - 09 - 05) 全文	1-8
A	JP 2017186801 A (KFC LTD) 2017年 10月 12日 (2017 - 10 - 12) 全文	1-8

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2019年 7月 16日

国际检索报告邮寄日期

2019年 8月 2日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

受权官员

张华强

传真号 (86-10)62019451

电话号码 (86-512)88995293

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/086734

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	109630201	A	2019年 4月 16日	无			
CN	109372581	A	2019年 2月 22日	无			
CN	101694163	A	2010年 4月 14日	CN	101694163	B	2012年 1月 11日
CN	102661144	A	2012年 9月 12日	CN	102661144	B	2014年 12月 10日
CN	104132761	A	2014年 11月 5日	US	10082433	B2	2018年 9月 25日
				CN	104132761	B	2016年 1月 27日
				WO	2016019824	A1	2016年 2月 11日
				US	2017122822	A1	2017年 5月 4日
CN	107133381	A	2017年 9月 5日	无			
JP	2017186801	A	2017年 10月 12日	无			

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)