

(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
2023年11月30日 (30.11.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/226158 A1

(51) 国际专利分类号:
G01N 3/02 (2006.01) **G01N 3/313** (2006.01)
G01N 3/12 (2006.01)

南市泰丰大街168号, Anhui 232001 (CN)。李
传明 (**LI, Chuanming**); 中国安徽省淮南市泰丰
大街168号, Anhui 232001 (CN)。

(21) 国际申请号: PCT/CN2022/103530

(74) 代理人:北京方圆嘉禾知识产权代理有限公司
(**BEIJING FINELAND IP FIRM**); 中国北京市海淀区
彩和坊路8号11层1104-2, Beijing 100080 (CN)。

(22) 国际申请日: 2022年7月4日 (04.07.2022)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202210566315.7 2022年5月23日 (23.05.2022) 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, IQ, IR, IS,
IT, JM, 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, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE,
SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(71) 申请人:安徽理工大学 (**ANHUI UNIVERSITY OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY**) [CN/CN]; 中国安徽
省淮南市泰丰大街168号, Anhui 232001 (CN)。

(72) 发明人:史文豹 (**SHI, Wenbao**); 中国安徽省淮南
市泰丰大街168号, Anhui 232001 (CN)。齐潮
(**QI, Chao**); 中国安徽省淮南市泰丰大街168号,
Anhui 232001 (CN)。常聚才 (**CHANG, Jucui**); 中
国安徽省淮南市泰丰大街168号, Anhui 232001
(CN)。殷志强 (**YIN, Zhiqiang**); 中国安徽省淮

(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, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,

(54) **Title:** TEST DEVICE AND METHOD FOR DYNAMIC LOAD IMPACT ON ROCK MASS UNDER TWO-DIMENSIONAL GRADIENT STRESS

(54) 发明名称: 一种二维梯度应力下岩体受动载冲击的试验装置及方法

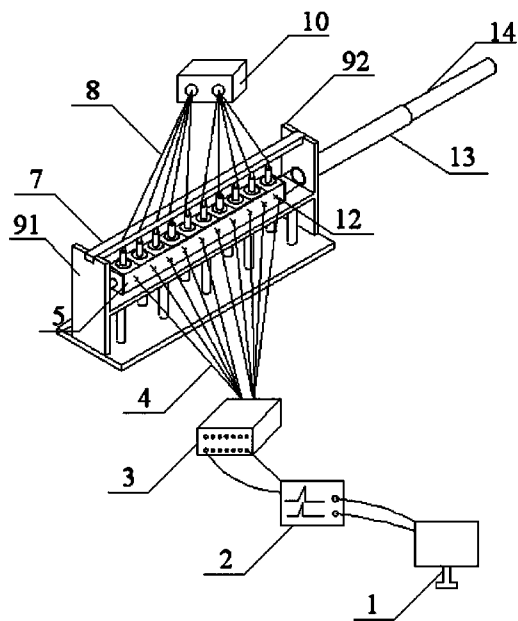
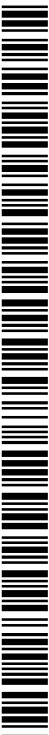


图 1

(57) **Abstract:** A test device and method for dynamic load impact on a rock mass under a two-dimensional gradient stress. The test device comprises a gradient stress application module, an axial static load application module, a dynamic load application module, and a stress wave monitoring module, wherein the gradient stress application module comprises a base (18), a first side beam (91), a second side beam (92), a cross beam (7), a support rod (19), a bearing steel plate (17), a hydraulic cylinder (16), an oil distribution pipeline (8) and a gradient static load control box (10); the dynamic load application module comprises a bullet (14) and an incident rod (13), the bullet (14) impacting the incident rod (13) to apply a dynamic load to a test piece (5); and the stress wave monitoring module comprises a sensor (12), an ultra-dynamic strain gauge (3), an oscilloscope (2), and a computer terminal (1), the sensor (12) being adhered to the test piece (5), a wiring terminal of the sensor (12) being connected to the ultra-dynamic strain gauge (3), and the ultra-dynamic strain gauge (3), the oscilloscope (2) and the computer terminal (1) being sequentially connected. The device and method can better simulate the conditions of the dynamic load impact on a single rock mass or combined rock masses in actual stress environment.



WO 2023/226158 A1

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: 一种二维梯度应力下岩体受动载冲击的试验装置及方法, 包括梯度应力施加模组、轴向静载施加模组、动载施加模组和应力波监测模组; 梯度应力施加模组包括底座 (18)、侧梁一 (91)、侧梁二 (92)、横梁 (7)、支撑杆 (19)、承载钢板 (17)、液压缸 (16)、分油管路 (8) 和梯度静载控制箱 (10); 动载施加模组包括子弹 (14)、入射杆 (13), 子弹 (14) 冲击入射杆 (13) 对试件 (5) 施加动载; 应力波监测模组包括传感器 (12)、超动态应变仪 (3)、示波器 (2)、电脑终端 (1), 传感器 (12) 粘贴于试件 (5) 上, 传感器 (12) 的接线端子连接超动态应变仪 (3), 超动态应变仪 (3) 与示波器 (2)、电脑终端 (1) 依次相连。该装置和方法能够更好的模拟出单一岩体或组合岩体在实际受力环境下的动载冲击情况。

一种二维梯度应力下岩体受动载冲击的试验装置及方法

技术领域

本发明涉及采矿工程技术领域,特别是涉及一种二维梯度应力下岩体受动载冲击的试验装置及方法。

背景技术

深部资源开发是人类必然的选择,随着煤炭资源消耗的加剧,煤炭开采向深部转移,矿压显现更加剧烈。深部岩体高应力下的动力扰动,对巷道及工作面的影响不可忽视。动载的扰动不但能够引起局部应力的增加,降低岩体强度,而且会对扰动范围内的应力分布造成影响,改变原本的应力分布,加速围岩变形失稳,致支护结构体失效,不利于深井巷道的维护,制约了煤炭高效开采。

高地应力与强动载扰动的综合作用是动载巷道失稳破坏的根源,应力波从震源地点传递到冲击发生地点处的传播机理是冲击剧烈程度的重要影响因素,近年来,许多学者针对岩体受动载的试验装置做了许多改进,关于动载作用在岩体中的室内试验已有很多成果,但是,大多数专利仅仅探讨了没有围压作用时单一岩体受动载的作用机理,关于岩体受二维应力场的研究几乎处于空白状态,另外考虑到围岩受力环境为梯度应力,因此,综合考虑梯度高地应力与强动载扰动影响,本领域技术人员亟需设计一种二维梯度应力下岩体受动载冲击的试验装置及方法。

发明内容

本发明的目的是提供一种二维梯度应力下岩体受动载冲击的试验装置及方法,以解决上述现有技术存在的问题,能够更好的模拟出单一岩体或组合岩体在实际受力环境下的动载冲击情况。

为实现上述目的,本发明提供了如下方案:

本发明提供一种二维梯度应力下岩体受动载冲击的试验装置,包括梯度应力施加模组、轴向静载施加模组、动载施加模组和应力波监测模组;

其中,所述梯度应力施加模组包括底座、侧梁一、侧梁二、横梁、支

撑杆、承载钢板、液压缸、分油管路和梯度静载控制箱；所述底座固定于地面上，所述侧梁一和所述侧梁二分别设置于所述底座的顶部两侧，所述侧梁二上开设有通孔，所述横梁连接于所述侧梁一和所述侧梁二的顶端，所述横梁底部的所述侧梁一与所述侧梁二之间还设置有所述承载钢板，所述承载钢板与所述底座之间设置有支撑杆，所述承载钢板的顶部用于放置试件；所述横梁的底部设置有对所述试件进行竖向加载的液压缸，所述液压缸通过所述分油管路连接所述梯度静载控制箱；

所述轴向静载施加模組为设置于所述侧梁一内侧底部的活塞缸，所述活塞缸用于对所述试件施加轴向静载；

所述动载施加模組包括子弹、入射杆，所述入射杆设置于所述侧梁二的外侧并与所述通孔相对，所述通孔的外径大于所述入射杆的外径，所述子弹冲击所述入射杆对所述试件施加动载；

所述应力波监测模組包括传感器、超动态应变仪、示波器、电脑终端，所述传感器粘贴于试件上，所述传感器的接线端子连接所述超动态应变仪，所述超动态应变仪与所述示波器、所述电脑终端依次相连。

优选地，所述底座通过落地钉固定于地面上。

优选地，所述横梁的两端分别与所述侧梁一、所述侧梁二榫接。

优选地，所述通孔上安装有法兰盘，所述法兰盘、所述试件和所述入射杆同轴心。

优选地，所述支撑杆相对设置有两排，每排中的各个所述支撑杆横向均布。

优选地，所述试件的顶部还无间隔的分布有方铁板，各个所述方铁板的顶部均设置有圆铁板，每个所述圆铁板相对连接一个所述液压缸。

优选地，每个所述液压缸与其相对的所述圆铁板和方铁板均同轴心设置。

优选地，所述试件的两个侧端面上还设置有方铁板。

基于上述二维梯度应力下岩体受动载冲击的试验装置，本发明还提供了一种二维梯度应力下岩体受动载冲击的试验方法，包括以下步骤：

步骤一、试件按所需组合岩体的相似模拟配比进行材料配比，配比完成后，得到试件，控制梯度静载控制箱，将液压缸伸缩杆缩回，将所述试件放置在承载钢板上，将若干块方铁板对齐放置在所述试件上方，所述试件两侧端面也均放置一块方铁板；

5 步骤二、移动入射杆使入射杆与法兰盘接触，为了保证充分接触，在所述法兰盘与所述入射杆接触界面均匀涂抹黄油；在所述试件上粘贴传感器，将所述传感器接至动态应变仪上，将所述动态应变仪连接至示波器上，所述示波器与电脑终端相连；

10 步骤三、控制梯度静载控制箱，沿试件轴向方向对试件施加线性或非线性梯度应力；控制外部手动液压泵使活塞缸伸出对所述试件施加轴向荷载；

15 步骤四、发射子弹，所述子弹冲击所述入射杆，所述入射杆穿过所述法兰盘打至所述试件上，通过所述试件上的传感器接收应力波信号，采用动态应变仪采集应力波信号同步至所述示波器进行观察，并在电脑终端进行处理；

步骤五、试验结束，观察应力波传播规律及试件破坏特征，通过所述梯度静载控制箱操纵所述液压缸升起，将所述试件卸下。

本发明相对于现有技术取得了以下有益技术效果：

20 本发明提供的二维梯度应力下岩体受动载冲击的试验装置及方法，综合考虑岩体所受应力环境与动载冲击，设计了更符合岩体受力的试验装置，通过入射杆冲击试件岩体（煤-岩-煤、煤岩体等），可以观察到梯度应力与轴向应力下应力波的传播规律及破坏特征，揭示了梯度应力下岩体的破断规律。

附图说明

25 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图1为本发明中二维梯度应力下岩体受动载冲击的试验装置的立体

图；

图 2 为本发明中梯度应力施加模组、轴向静载施加模组、动载施加模组的立体装配图；

图 3 为图 2 的主视图；

5 图 4 为试件与轴向静载施加模组、动载施加模组的俯视装配图；

图中：1-电脑终端；2-示波器；3-动态应变仪；4-连接线；5-试件；6-方铁板；7-横梁；8-分油管路；91-侧梁一；92-侧梁二；10-梯度静载控制箱；11-法兰盘；12-传感器；13-入射杆；14-子弹；15-活塞缸；16-液压缸；17-承载钢板；18-底座，19-支撑杆；20-圆铁板。

10 具体实施方式

下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的
15 范围。

本发明的目的是提供一种二维梯度应力下岩体受动载冲击的试验装置及方法，以解决现有技术存在的问题。

为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂，下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

20 本实施例中的二维梯度应力下岩体受动载冲击的试验装置，如图 1-4 所示，包括梯度应力施加模组、轴向静载施加模组、动载施加模组和应力波监测模组；

其中，梯度应力施加模组包括底座 18、侧梁一 91、侧梁二 92、横梁 7、支撑杆 19、承载钢板 17、液压缸 16、分油管路 8 和梯度静载控制箱
25 10；底座 18 通过落地钉固定在地面上，侧梁一 91 和侧梁二 92 分别设置于底座 18 的顶部两侧，侧梁二 92 上开设有通孔，横梁 7 连接于侧梁一 91 和侧梁二 92 的顶端，且横梁 7 的两端分别与侧梁一 91、侧梁二 92 榫接，横梁 7 底部的侧梁一 91 与侧梁二 92 之间还设置有承载钢板 17，承载钢板 17 与底座 18 之间设置有支撑杆 19，支撑杆 19 相对设置有两排，

每排中的各个支撑杆 19 横向均布，承载钢板 17 的顶部用于放置试件 5；横梁 7 的底部设置有对试件 5 进行竖向加载的液压缸 16，液压缸 16 通过分油管路 8 连接梯度静载控制箱 10；

轴向静载施加模组为设置于侧梁一 91 内侧底部的活塞缸 15，活塞缸 15 用于对试件 5 施加轴向静载；

动载施加模组包括子弹 14 和入射杆 13，入射杆 13 设置于侧梁二 92 的外侧并与通孔相对，通孔的外径大于入射杆 13 的外径，通孔上安装有法兰盘 11，法兰盘 11、试件 5 和入射杆 13 同轴心，子弹 14 冲击入射杆 13 对试件 5 施加动载；

10 应力波监测模组包括传感器 12、超动态应变仪 3、示波器 2、电脑终端 1，传感器 12 粘贴于试件 5 上，传感器 12 的接线端子通过连接线 4 连接超动态应变仪 3，超动态应变仪 3 与示波器 2、电脑终端 1 依次相连。

于本具体实施例中，试件 5 的顶部还无间隔的分布有方铁板 6，各个方铁板 6 的顶部均设置有圆铁板 20，每个圆铁板 20 相对连接一个液压缸 15 16；每个液压缸 16 与其相对的圆铁板 20 和方铁板 6 均同轴心设置。为了放置载荷冲击损坏试件 5，在试件 5 的两个侧端面上也设置有方铁板 6。

基于上述二维梯度应力下岩体受动载冲击的试验装置，本实施例还提供了一种二维梯度应力下岩体受动载冲击的试验方法，包括以下步骤：

20 步骤一、试件 5 按所需组合岩体的相似模拟配比进行材料配比，配比完成后，得到试件 5，控制梯度静载控制箱 10，将液压缸 16 伸缩杆缩回，将试件 5 放置在承载钢板 17 上，将若干块方铁板 6 对齐放置在试件 5 上方，试件 5 两侧端面也均放置一块方铁板 6；

25 步骤二、移动入射杆 13 使入射杆 13 与法兰盘 11 接触，为了保证充分接触，在法兰盘 11 与入射杆 13 接触界面均匀涂抹黄油；在试件 5 上粘贴传感器 12，将传感器 12 接至动态应变仪 3 上，将动态应变仪 3 连接至示波器 2 上，示波器 2 与电脑终端 1 相连；

步骤三、控制梯度静载控制箱 10，沿试件 5 轴向方向对试件 5 施加载性或非线性梯度应力；控制外部手动液压泵使活塞缸 15 伸出对试件 5 施加轴向荷载；

步骤四、发射子弹 14，子弹 14 冲击入射杆 13，入射杆 13 穿过法兰盘 11 打至试件 5 上，通过试件 5 上的传感器 12 接收应力波信号，采用动态应变仪 3 采集应力波信号同步至示波器 2 进行观察，并在电脑终端 1 进行处理；

5 步骤五、试验结束，观察应力波传播规律及试件 5 破坏特征，通过梯度静载控制箱 10 操纵液压缸 16 升起，将试件 5 卸下。

本发明应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想；同时，对于本领域的一般技术人员，依据本发明的思想，在具体实施方式及应用范围
10 上均会有改变之处。综上，本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

权利要求书

1.一种二维梯度应力下岩体受动载冲击的试验装置，其特征在于：包括梯度应力施加模组、轴向静载施加模组、动载施加模组和应力波监测模组；

5 其中，所述梯度应力施加模组包括底座、侧梁一、侧梁二、横梁、支撑杆、承载钢板、液压缸、分油管路和梯度静载控制箱；所述底座固定于地面上，所述侧梁一和所述侧梁二分别设置于所述底座的顶部两侧，所述侧梁二上开设有通孔，所述横梁连接于所述侧梁一和所述侧梁二的顶端，所述横梁底部的所述侧梁一与所述侧梁二之间还设置有所述承载钢板，所述承载钢板与所述底座之间设置有支撑杆，所述承载钢板的顶部用于放置
10 试件；所述横梁的底部设置有对所述试件进行竖向加载的液压缸，所述液压缸通过所述分油管路连接所述梯度静载控制箱；

所述轴向静载施加模组为设置于所述侧梁一内侧底部的活塞缸，所述活塞缸用于对所述试件施加轴向静载；

15 所述动载施加模组包括子弹和入射杆，所述入射杆设置于所述侧梁二的外侧并与所述通孔相对，所述通孔的外径大于所述入射杆的外径，所述子弹冲击所述入射杆对所述试件施加动载；

所述应力波监测模组包括传感器、超动态应变仪、示波器、电脑终端，所述传感器粘贴于试件上，所述传感器的接线端子连接所述超动态应变
20 仪，所述超动态应变仪与所述示波器、所述电脑终端依次相连。

2.根据权利要求1所述的二维梯度应力下岩体受动载冲击的试验装置，其特征在于：所述底座通过落地钉固定于地面上。

3.根据权利要求1所述的二维梯度应力下岩体受动载冲击的试验装置，其特征在于：所述横梁的两端分别与所述侧梁一、所述侧梁二榫接。

25 4.根据权利要求1所述的二维梯度应力下岩体受动载冲击的试验装置，其特征在于：所述通孔上安装有法兰盘，所述法兰盘、所述试件和所述入射杆同轴心。

5.根据权利要求1所述的二维梯度应力下岩体受动载冲击的试验装置，其特征在于：所述支撑杆相对设置有两排，每排中的各个所述支撑杆

横向均布。

6.根据权利要求1所述的二维梯度应力下岩体受动载冲击的试验装置,其特征在于:所述试件的顶部还无间隔的分布有方铁板,各个所述方铁板的顶部均设置有圆铁板,每个所述圆铁板相对连接一个所述液压缸。

5 7.根据权利要求6所述的二维梯度应力下岩体受动载冲击的试验装置,其特征在于:每个所述液压缸与其相对的所述圆铁板和方铁板均同轴心设置。

8.根据权利要求1所述的二维梯度应力下岩体受动载冲击的试验装置,其特征在于:所述试件的两个侧端面上还设置有方铁板。

10 9.一种二维梯度应力下岩体受动载冲击的试验方法,应用权利要求1-8任一项所述的二维梯度应力下岩体受动载冲击的试验装置,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一、试件按所需组合岩体的相似模拟配比进行材料配比,配比完成后,得到试件,控制梯度静载控制箱,将液压缸伸缩杆缩回,将所述试件放置在承载钢板上,将若干块方铁板对齐放置在所述试件上方,所述试件两侧端面也均放置一块方铁板;

20 步骤二、移动入射杆使入射杆与法兰盘接触,为了保证充分接触,在所述法兰盘与所述入射杆接触界面均匀涂抹黄油;在所述试件上粘贴传感器,将所述传感器接至动态应变仪上,将所述动态应变仪连接至示波器上,所述示波器与电脑终端相连;

步骤三、控制梯度静载控制箱,沿试件轴向方向对试件施加线性或非线性梯度应力;控制外部手动液压泵使活塞缸伸出对所述试件施加轴向荷载;

25 步骤四、发射子弹,所述子弹冲击所述入射杆,所述入射杆穿过所述法兰盘打至所述试件上,通过所述试件上的传感器接收应力波信号,采用动态应变仪采集应力波信号同步至所述示波器进行观察,并在电脑终端进行处理;

步骤五、试验结束,观察应力波传播规律及试件破坏特征,通过所述梯度静载控制箱操纵所述液压缸升起,将所述试件卸下。

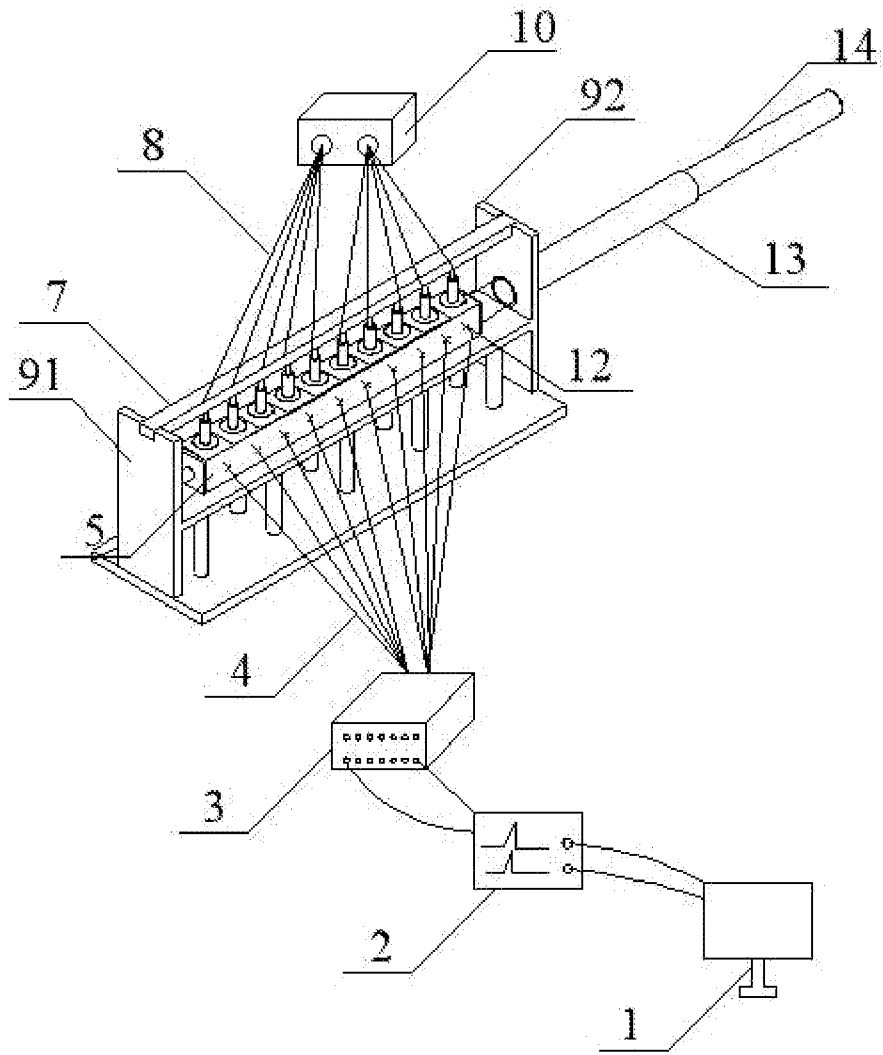


图 1

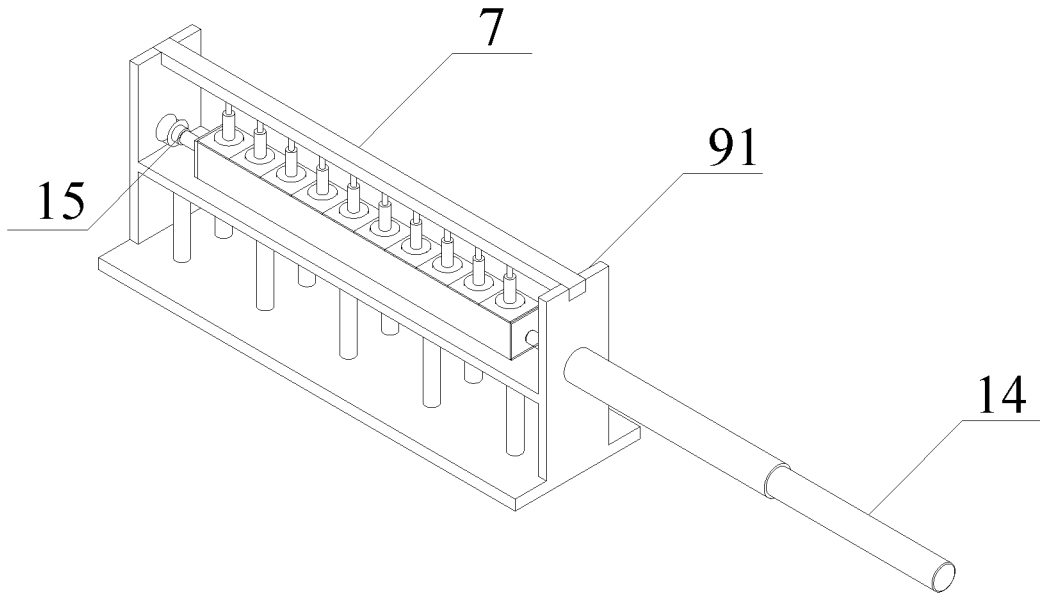


图 2

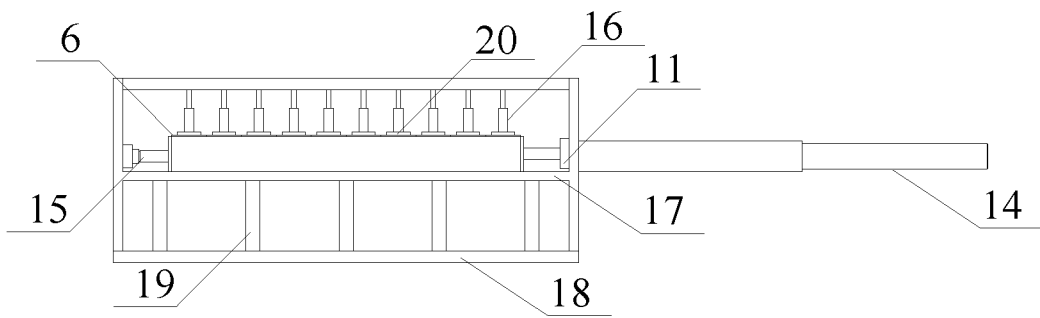


图 3

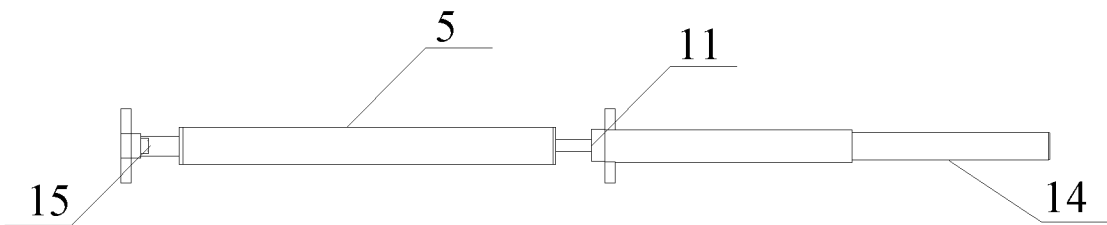


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/103530

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
G01N3/02(2006.01)i; G01N3/12(2006.01)i; G01N3/313(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) G01N3,G01N33		
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) CNTXT, ENTXTC, VEN, CNKI: 梯度, 应力分布, 非均匀, 实际应力, 多个, 两个, 第二, 三个, 油缸, 千斤顶, 气缸, 汽缸, 液压缸, 冲击, 子弹, 冲头, gradient, inhomogeneous, nonuniform, actual, stress, impact, emit, dynamic, multiple, tow, three, second, cylinder, jack, head, bullet		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 109142067 A (JIANGXI UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 04 January 2019 (2019-01-04) description, paragraphs 41-69, and figures 1-2	1-9
Y	CN 109297823 A (SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 01 February 2019 (2019-02-01) description, paragraphs 28-36, and figures 1-3	1-9
Y	CN 110595918 A (ANHUI UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY) 20 December 2019 (2019-12-20) description, paragraphs 23-28, and figures 1-4	1-9
Y	CN 106226156 A (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY (BEIJING)) 14 December 2016 (2016-12-14) description, paragraphs 17-18, and figures 1-10	1-9
Y	CN 113237760 A (ANHUI UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY) 10 August 2021 (2021-08-10) description, paragraphs 28-44, and figures 1-5	1-9
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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 15 February 2023		Date of mailing of the international search report 21 February 2023
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088		Authorized officer
Facsimile No. (86-10)62019451		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/103530

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 111175121 A (SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 19 May 2020 (2020-05-19) description, paragraphs 65-118, and figures 1-6	1-9
A	US 2020319070 A1 (SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 08 October 2020 (2020-10-08) entire document	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/CN2022/103530

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109142067	A	04 January 2019	None			
CN	109297823	A	01 February 2019	WO	2020087715	A1	07 May 2020
CN	110595918	A	20 December 2019	None			
CN	106226156	A	14 December 2016	None			
CN	113237760	A	10 August 2021	None			
CN	111175121	A	19 May 2020	None			
US	2020319070	A1	08 October 2020	US	11215542	B2	04 January 2022
				WO	2020010854	A1	16 January 2020

<p>A. 主题的分类</p> <p>G01N3/02(2006.01)i; G01N3/12(2006.01)i; G01N3/313(2006.01)i</p> <p>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</p>																																		
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>G01N3, G01N33</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>CNXT, ENTXTC, VEN, CNKI, 梯度, 应力分布, 非均匀, 实际应力, 多个, 两个, 第二, 三个, 油缸, 千斤顶, 气缸, 汽缸, 液压缸, 冲击, 子弹, 冲头, gradient, inhomogeneous, nonuniform, actual, stress, impact, emit, dynamic, multiple, tow, three, second, cylinder, jack, head, bullet</p>																																		
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>CN 109142067 A (江西理工大学) 2019年1月4日 (2019 - 01 - 04) 说明书第41-69段及附图1-2</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 109297823 A (山东科技大学) 2019年2月1日 (2019 - 02 - 01) 说明书第28-36段及附图1-3</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 110595918 A (安徽理工大学) 2019年12月20日 (2019 - 12 - 20) 说明书第23-28段及附图1-4</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 106226156 A (中国矿业大学(北京)) 2016年12月14日 (2016 - 12 - 14) 说明书第17-18段及附图1-10</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 113237760 A (安徽理工大学) 2021年8月10日 (2021 - 08 - 10) 说明书第28-44段及附图1-5</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 111175121 A (山东科技大学) 2020年5月19日 (2020 - 05 - 19) 说明书第65-118段及附图1-6</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2020319070 A1 (UNIV SHANDONG SCIENCE & TECH) 2020年10月8日 (2020 - 10 - 08) 全文</td> <td>1-9</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <p>* 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 “D” 申请人在国际申请中引证的文件 “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</p> <table border="1"> <tr> <td>国际检索实际完成的日期</td> <td>国际检索报告邮寄日期</td> </tr> <tr> <td>2023年2月15日</td> <td>2023年2月21日</td> </tr> <tr> <td>ISA/CN的名称和邮寄地址</td> <td>授权官员</td> </tr> <tr> <td>中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451</td> <td>刘文颖 电话号码 (+86) 010-62085536</td> </tr> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	Y	CN 109142067 A (江西理工大学) 2019年1月4日 (2019 - 01 - 04) 说明书第41-69段及附图1-2	1-9	Y	CN 109297823 A (山东科技大学) 2019年2月1日 (2019 - 02 - 01) 说明书第28-36段及附图1-3	1-9	Y	CN 110595918 A (安徽理工大学) 2019年12月20日 (2019 - 12 - 20) 说明书第23-28段及附图1-4	1-9	Y	CN 106226156 A (中国矿业大学(北京)) 2016年12月14日 (2016 - 12 - 14) 说明书第17-18段及附图1-10	1-9	Y	CN 113237760 A (安徽理工大学) 2021年8月10日 (2021 - 08 - 10) 说明书第28-44段及附图1-5	1-9	Y	CN 111175121 A (山东科技大学) 2020年5月19日 (2020 - 05 - 19) 说明书第65-118段及附图1-6	1-9	A	US 2020319070 A1 (UNIV SHANDONG SCIENCE & TECH) 2020年10月8日 (2020 - 10 - 08) 全文	1-9	国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期	2023年2月15日	2023年2月21日	ISA/CN的名称和邮寄地址	授权官员	中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451	刘文颖 电话号码 (+86) 010-62085536
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																																
Y	CN 109142067 A (江西理工大学) 2019年1月4日 (2019 - 01 - 04) 说明书第41-69段及附图1-2	1-9																																
Y	CN 109297823 A (山东科技大学) 2019年2月1日 (2019 - 02 - 01) 说明书第28-36段及附图1-3	1-9																																
Y	CN 110595918 A (安徽理工大学) 2019年12月20日 (2019 - 12 - 20) 说明书第23-28段及附图1-4	1-9																																
Y	CN 106226156 A (中国矿业大学(北京)) 2016年12月14日 (2016 - 12 - 14) 说明书第17-18段及附图1-10	1-9																																
Y	CN 113237760 A (安徽理工大学) 2021年8月10日 (2021 - 08 - 10) 说明书第28-44段及附图1-5	1-9																																
Y	CN 111175121 A (山东科技大学) 2020年5月19日 (2020 - 05 - 19) 说明书第65-118段及附图1-6	1-9																																
A	US 2020319070 A1 (UNIV SHANDONG SCIENCE & TECH) 2020年10月8日 (2020 - 10 - 08) 全文	1-9																																
国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期																																	
2023年2月15日	2023年2月21日																																	
ISA/CN的名称和邮寄地址	授权官员																																	
中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451	刘文颖 电话号码 (+86) 010-62085536																																	

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/103530

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	109142067	A	2019年1月4日	无			
CN	109297823	A	2019年2月1日	WO	2020087715	A1	2020年5月7日
CN	110595918	A	2019年12月20日	无			
CN	106226156	A	2016年12月14日	无			
CN	113237760	A	2021年8月10日	无			
CN	111175121	A	2020年5月19日	无			
US	2020319070	A1	2020年10月8日	US	11215542	B2	2022年1月4日
				WO	2020010854	A1	2020年1月16日