



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106768772 B

(45)授权公告日 2019.04.09

(21)申请号 201611034926.8

(22)申请日 2016.11.09

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106768772 A

(43)申请公布日 2017.05.31

(73)专利权人 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 李夕兵 吴秋红 陶明

(74)专利代理机构 长沙市融智专利事务所

43114

代理人 邓建辉

(51)Int.Cl.

G01M 7/08(2006.01)

(56)对比文件

CN 101082564 A,2007.12.05,全文.

CN 202832596 U,2013.03.27,全文.

CN 204007972 U,2014.12.10,全文.

CN 204214731 U,2015.03.18,全文.

US 2011015677 A1,2011.01.20,全文.

何满潮等.恒阻大变形锚杆冲击拉伸实验及其有限元分析.《岩石力学与工程学报》.2015,第34卷(第11期),第2179-2187页.

审查员 徐欣歌

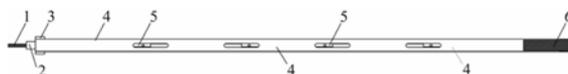
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种研究锚杆动力响应的装置及其试验方法

(57)摘要

本发明公开了一种研究锚杆动力响应的装置及其试验方法,冲击套管(4)为空心且一端设有容纳固定托盘的第一U形槽(9),冲击套管(4)的另一端设有冲击套管压头(6),在冲击套管(4)内放置有固定套管(5),固定套管(5)的处于第一U形槽(9)的一端设有容纳固定托盘的第二U形槽(91),固定套管(5)的设有第二U形槽(91)的一端能与锚杆固定连接。本发明克服了目前对锚杆力学特性的研究只考虑静态载荷的局限性。测试方法的特点是将组装好的试验装置安装在霍普金森测试装置上,通过固定套管可以对不同类型锚杆进行多种方式锚固,通过冲击套管将应力波传递给锚杆,从而实现了动力扰动下锚杆力学响应的研究。本装置结构紧凑,各项功能能够独立协同,具有操作简便,实用性强等特点。



1. 一种研究锚杆动力响应的装置的试验方法,研究锚杆动力响应的装置的结构为:冲击套管(4)为空心,所述的冲击套管(4)的一端设有容纳固定托盘的第一U形槽(9),所述的冲击套管(4)的另一端设有冲击套管压头(6),在所述的冲击套管(4)内放置有固定套管(5),所述的固定套管(5)的处于所述的冲击套管(4)的设有所述的第一U形槽(9)的一端设有容纳固定托盘的第二U形槽(91),所述的固定套管(5)的设有所述的第二U形槽(91)的一端能与锚杆固定连接,其特征是:首先采用锚固剂将锚杆(1)锚固在固定套管(5)中,接着将固定套管(5)放入冲击套管(4)中,放入过程中将冲击套管(4)的第一U形槽(9)与固定套管(5)的第二U形槽(91)重合,然后固定托盘(3)放入第一U形槽(9)和第二U形槽(91)中,最后把螺母(2)套在锚杆上拧紧,把冲击套管压头(6)放入冲击套管中,组装完成,将组装好的试验装置安装在霍普金森测试装置上,进行动态冲击试验。

2. 根据权利要求1所述的试验方法,其特征是:试验步骤如下:

步骤一:

首先在靠近锚杆的螺纹端口贴上应变片,然后使用锚固剂将锚杆全部锚固在固定套管中;

步骤二:

等锚固剂终凝后,接着将固定套管放入冲击套管中,放入过程中将冲击套管的第一U形槽与固定套管的第二U形槽重合,然后固定托盘放入第一U形槽和第二U形槽中,把螺母套在锚杆上拧紧,同时观察静态应变计的应变值 ϵ_1 ,计算出初始预应力为 F_1 ;此时接着记录锚杆到固定套管的距离 d_1 ;最后把冲击套管压头放入冲击套管中,组装完成;

应力计算公式为: $F = \epsilon EA$, ϵ 为应变值, E 为锚杆弹性模量, A 为锚杆横截面;

步骤三:

将组装好的试验装置安装在霍普金森测试装置上,打开示波器、动态应变仪和计算机,检查入射杆、冲击套管和锚杆上的应变片连接是否正常,然后进行动态冲击试验,使冲击头撞击入射杆;

步骤四:

冲击完后,记录示波器上各应变片信号和静态应变计的应变值,此时静态应变值 μ_2 为0,再次测量锚杆到固定套管的距离 d_2 ;同时从冲击套管中取出固定套管,打开固定套管,观察锚固的损伤情况;最后关闭所有仪器,清理固定套管中锚固剂,完成整个试验过程;

步骤五:

计算出锚杆产生的位移 Δd 及最终预应力值;

锚杆产生的位移根据 $\Delta d = d_1 - d_2$ 进行计算。

3. 根据权利要求2所述的试验方法,其特征是:试验步骤如下:

步骤一:

首先使用锚固剂将锚杆部分锚固在固定套管中;

步骤二:

等锚固剂终凝后,接着将固定套管放入冲击套管中,放入过程中将冲击套管的第一U形槽与固定套管的第二U形槽重合,然后固定托盘放入第一U形槽和第二U形槽中,把螺母套在锚杆上,螺母不拧紧,只拧到与冲击套管接触;此时记录锚杆到固定套管的距离 d_1 ;最后把冲击套管压头放入冲击套管中,组装完成;

步骤三:

将组装好的试验装置安装在霍普金森测试装置上,打开示波器、动态应变仪和计算机,检查入射杆、冲击套管和锚杆上的应变片连接是否正常,然后进行动态冲击试验,使冲击头撞击入射杆;

步骤四:

冲击完后,记录示波器上各应变片信号,再次测量锚杆到固定套管的距离 d_2 ;同时从冲击套管中取出固定套管,打开固定套管,观察锚固的损伤情况;最后关闭所有仪器,清理固定套管中锚固剂,完成整个试验过程;

步骤五:

计算出锚杆产生的位移 Δd ;锚杆产生的位移根据 $\Delta d=d_1-d_2$ 进行计算。

4. 根据权利要求1所述的试验方法,其特征在于:所述的冲击套管(4)为空心钢管,内径为42mm,外径50mm。

5. 根据权利要求1或2所述的试验方法,其特征在于:所述的第一U形槽(9)的宽为16mm、长为30mm、内圆半径8mm。

6. 根据权利要求1或2所述的试验方法,其特征在于:所述的冲击套管(4)上沿轴向设有多个环向孔洞(10),所述的环向孔洞(10)的中间为长为100mm、宽16mm的长方形,两端为半径为8mm的半圆。

7. 根据权利要求1或2所述的试验方法,其特征在于:所述的固定套管(5)是由内径为32mm、外径38mm的完整空心钢管进行轴向锯齿状交错线切割两半后组装而成;所述的固定套管(5)上沿轴向设有多个圆形孔洞(12)。

8. 根据权利要求1或2所述的试验方法,其特征在于:所述的第二U形槽(91)的宽为16mm、长为30mm、内圆半径8mm。

9. 根据权利要求1或2所述的试验方法,其特征在于:所述的冲击套管压头(6)为变截面实心圆柱体,一端直径为50mm,长度50mm,另一端直径为42mm,长度为120mm。

一种研究锚杆动力响应的装置及其试验方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种试验装置,特别涉及一种用于研究锚杆动力响应的实验装置。

背景技术

[0002] 锚杆支护是一种施工简单、安全可靠和经济有效的加固技术,已经广泛应用于矿山、水利水电、交通、建筑和国防等工程岩体中。世界上许多国家,如澳大利亚、美国、德国、波兰和中国等,都把锚杆支护作为矿山巷道最主要的支护方式。锚杆还可以联合其它支护设备,如混凝土、金属网和钢带等,对实际工程中不同地质条件的岩体进行支护。

[0003] 随着矿井开采进入深部,围岩受力条件十分复杂,锚杆支护失效的情况大量的发生,比如锚杆拉断、托盘和螺母脱落和锚杆、锚固剂或者锚固剂与围岩之间的粘结力消失。目前,对于锚杆支护失效及力学特性的研究主要集中在静载作用下的拉拔和剪切等试验分析。然而,实际工程岩体中锚杆常常受到机械振动、爆破扰动、岩爆和冲击地压等动载荷的影响。

[0004] 岩爆是岩体工程中一种很常见的动力灾害现象。从许多现场岩体工程资料中发现,不管是在深部还是浅部、硬岩还是软岩,岩爆都有可能发生,它直接对岩体工程的施工人员和安全生产造成严重的威胁,同时也给国民经济建设造成巨大的损失。从现有资料来看岩爆几乎遍布世界各个采矿国家。冲击地压一般发生在煤矿,是煤矿重大灾害之一,其作用机理与岩爆类似。岩爆和冲击地压等动力灾害现象发生的作用时间很短,产生的动力很大。

[0005] 常规的静态试验研究结果很难满足实际工程需要,因而对锚杆动力学的研究显得十分迫切。然而,目前对于动载作用下锚杆力学性能的研究比较少见,特别是基于SHPB试验平台的锚杆动态研究几乎是空白。因此,研究锚杆的动力响应具有十分重要的理论和应用价值。

发明内容

[0006] 本发明所要解决的第一个技术问题是提供一种操作简便、实用性强的动载作用下研究锚杆力学性能的研究锚杆动力响应的装置。

[0007] 本发明所要解决的第二个技术问题是提供该研究锚杆动力响应的装置的试验方法。

[0008] 为了解决上述第一个技术问题,本发明提供的研究锚杆动力响应的装置,冲击套管为空心,所述的冲击套管的一端设有容纳固定托盘的第一U形槽,所述的冲击套管的另一端设有冲击套管压头,在所述的冲击套管内放置有固定套管,所述的固定套管的处于所述的冲击套管的设有所述的第一U形槽的一端设有容纳固定托盘的第二U形槽,所述的固定套管的设有所述的第二U形槽的一端能与锚杆固定连接。

[0009] 所述的冲击套管为空心钢管,内径为42mm,外径50mm。

[0010] 所述的第一U形槽的宽为16mm、长为30mm、内圆半径8mm。

[0011] 所述的冲击套管上沿轴向设有多个环向孔洞,所述的环向孔洞的中间为长为100mm、宽16mm的长方形,两端为半径为8mm的半圆。

[0012] 所述的固定套管是由内径为32mm、外径38mm的完整空心钢管进行轴向锯齿状交错线切割两半后组装而成;所述的固定套管上沿轴向设有多个圆形孔洞。

[0013] 所述的第二U形槽的宽为16mm、长为30mm、内圆半径8mm。

[0014] 所述的冲击套管压头为变截面实心圆柱体,一端直径为50mm,长度50mm,另一端直径为42mm,长度为120mm。

[0015] 为了解决上述第二个技术问题,本发明提供的研究锚杆动力响应的装置的试验方法,首先采用锚固剂将锚杆锚固在固定套管中,接着将固定套管放入冲击套管中,放入过程中将冲击套管的第一U形槽与固定套管的第二U形槽(91)重合,然后托盘放入第一U形槽和第二U形槽中,最后把螺母套在锚杆上拧紧,把冲击套管压头放入冲击套管中,组装完成,将组装好的试验装置安装在霍普金森测试装置上,进行动态冲击试验。

[0016] 具体地,试验步骤如下:

[0017] 步骤一:

[0018] 首先在靠近锚杆的螺纹端口贴上应变片,然后使用锚固剂将锚杆全部锚固在固定套管中;

[0019] 步骤二:

[0020] 等锚固剂终凝后,接着将固定套管放入冲击套管中,放入过程中将冲击套管的第一U形槽与固定套管的第二U形槽重合,然后托盘放入第一U形槽和第二U形槽中,把螺母套在锚杆上拧紧,同时观察静态应力仪的应变值 ϵ_1 ,计算出初始预应力为 F_1 ;此时接着记录锚杆到固定套管的距离 d_1 ;最后把冲击套管压头放入冲击套管中,组装完成;

[0021] 应力力计算公式为: $F = \epsilon EA$, ϵ 为应变值, E 为锚杆弹性模量, A 为锚杆横截面;

[0022] 步骤三:

[0023] 将组装好的试验装置安装在霍普金森测试装置上,打开示波器、动态应变仪和计算机,检查入射杆、冲击套管和锚杆上的应变片连接是否正常,然而,进行动态冲击试验,使冲击头撞击入射杆;

[0024] 步骤四:

[0025] 冲击完后,记录示波器上各应变片信号和静态应变仪的应变值,此时静态应变值 μ_2 为0,再次测量锚杆到固定套管的距离 d_2 ;同时从冲击套管中取出固定套管,打开固定套管,观察锚固的损伤情况;最后关闭所有仪器,清理固定套管中锚固剂,完成整个试验过程;

[0026] 步骤五:

[0027] 计算出锚杆产生的位移 Δd 及最终预应力值;

[0028] 锚杆产生的位移根据 $\Delta d = d_1 - d_2$ 进行计算。

[0029] 具体地,试验步骤如下:

[0030] 步骤一:

[0031] 首先使用锚固剂将锚杆部分锚固在固定套管中;

[0032] 步骤二:

[0033] 等锚固剂终凝后,接着将固定套管放入冲击套管中,放入过程中将冲击套管的第一U形槽与固定套管的第二U形槽重合,然后托盘放入第一U形槽和第二U形槽中,把螺母套

在锚杆上,螺母不拧紧,只拧到与冲击套管接触;此时记录锚杆到固定套管的距离 d_1 ;最后把冲击套管压头放入冲击套管中,组装完成;

[0034] 步骤三:

[0035] 将组装好的试验装置安装在霍普金森测试装置上,打开示波器、动态应变仪和计算机,检查入射杆、冲击套管和锚杆上的应变片连接是否正常,然而,进行动态冲击试验,使冲击头撞击入射杆;

[0036] 步骤四:

[0037] 冲击完后,记录示波器上各应变片信号,再次测量锚杆到固定套管的距离 d_2 ;同时从冲击套管中取出固定套管,打开固定套管,观察锚固的损伤情况;最后关闭所有仪器,清理固定套管中锚固剂,完成整个试验过程;

[0038] 步骤五:

[0039] 计算出锚杆产生的位移 Δd ;锚杆产生的位移根据 $\Delta d = d_1 - d_2$ 进行计算。

[0040] 采用上述技术方案的研究锚杆动力响应的装置及其试验方法,测试方法的原理是将组装好的试验装置安装在霍普金森测试装置上,通过托盘将压缩应力波传递给锚杆,锚杆一端由于存在自由面,压缩波到达自由面后会产生反射拉伸波,拉伸应力波从锚杆自由面向里传播,从而实现了动力扰动下锚杆力学响应的研究。具体步骤如下:将锚固剂与锚杆放于固定套管中,待锚固剂终凝后然后将固定套管整体套入冲击套管中,放入托盘,拧紧螺母,冲击套管放入霍普金森装置上,冲击套筒冲击端与霍普金森入射杆接触。最后,调整好示波器和动态应变仪,通过高压氮气将冲头撞击入射杆。

[0041] 冲击套管为空心钢管的作用在于将应力波传递给锚杆。冲击套管设有第一U形槽,该槽便于固定托盘。冲击套管上设有环向孔洞,便于实验观察。

[0042] 固定套管是将内径为32mm、外径38mm的完整空心钢管进行轴向锯齿状交错线切割两半后组装而成,采用此方法进行加工的目的另一方面是便于固定套管的重复利用,另一方面是实验前,便于锚固锚杆不同位置,试验后,便于观察锚固的损伤情况。

[0043] 固定套管设有第二U形槽,该第二U形槽便于固定托盘。固定套管上设有圆形孔洞,半径为4mm,便于实验观察。

[0044] 冲击套管压头为变截面实心圆柱体,用于防止应力波使冲击空心套管产生较大变形。

[0045] 本发明的效果和益处是:克服了目前对锚杆力学特性的研究只考虑静态载荷的局限性,为深部岩体工程锚杆动态力学特性研究提供了一种新装置,该装置操作简单,实用性强,可重复使用,经济使用,研究内容符合真实情况。该装置研究得到的结果有利于揭示深部锚杆支护失效机理和对深部锚杆进行合理设计。

附图说明

[0046] 图1为本发明的结构示意图。

[0047] 图2为本发明的冲击套管有结构示意图。

[0048] 图3为沿图2中B-B线剖示图。

[0049] 图4为本发明的固定套管的结构示意图。

[0050] 图5为沿图4中C-C线剖示图。

- [0051] 图6为本发明的冲击套管压头结构示意图。
- [0052] 图7为锚杆动力响应测试整套试验装置示意图。
- [0053] 图8为沿图7中A-A线剖视图。
- [0054] 图中:1-锚杆,2-螺母,3-托盘,4-冲击套管,5-固定套管,6-冲击套管压头,7-入射杆,8-冲击头,9-第一U形槽,10-环形孔洞,11-线切割方式,12-圆形孔洞,13-动态应变仪,14-示波器,15-计算机,91-第二U形槽。
- [0055] 图5中D1、L1分别为小圆柱体直径与长度,D2、L2分别为大圆柱体直径与长度。

具体实施方式

- [0056] 以下结合附图对本发明做进一步说明。
- [0057] 参见图1、图2、图3、图4、图5和图6,一种研究锚杆动力响应的装置,冲击套管4为空心钢管,内径为42mm,外径50mm,冲击套管4的一端设有容纳固定托盘3的第一U形槽9,冲击套管4的另一端设有冲击套管压头6,在冲击套管4内放置有固定套管5,固定套管5的处于冲击套管4的设有第一U形槽9的一端设有容纳固定托盘3的第二U形槽91,固定套管5的设有第二U形槽91的一端能与锚杆1固定连接。
- [0058] 具体地,第一U形槽9的宽为16mm、长为30mm、内圆半径8mm。
- [0059] 进一步地,冲击套管4上沿轴向设有多个环向孔洞10,环向孔洞10的中间为长为100mm、宽16mm的长方形,两端为半径为8mm的半圆。
- [0060] 具体地,固定套管5是由内径为32mm、外径38mm的完整空心钢管进行轴向锯齿状交错线切割两半后组装而成;固定套管5上沿轴向设有多个圆形孔洞12。
- [0061] 具体地,第二U形槽91的宽为16mm、长为30mm、内圆半径8mm。
- [0062] 冲击套管压头6为变截面实心圆柱体,一端直径为50mm,长度50mm,另一端直径为42mm,长度为120mm。
- [0063] 参见图1、图2、图3、图4、图5、图6、图7和图8,研究锚杆动力响应的装置的试验方法,首先采用锚固剂将锚杆1锚固在固定套管5中,接着将固定套管5放入冲击套管4中,放入过程中将冲击套管4的第一U形槽9与固定套管5的第二U形槽91重合,然后托盘3放入第一U形槽9和第二U形槽91中,最后把螺母2套在锚杆1上拧紧,把冲击套管压头6放入冲击套管4中,组装完成,将组装好的试验装置安装在霍普金森测试装置上,进行动态冲击试验。
- [0064] 测试方法的原理是将组装好的试验装置安装在霍普金森测试装置上,通过托盘3将压缩应力波传递给锚杆1,锚杆1一端由于存在自由面,压缩波到达自由面后会产生反射拉伸波,拉伸应力波从锚杆1自由面向里传播,从而实现了动力扰动下锚杆力学响应的研究。
- [0065] 实施例1:
- [0066] 研究全部锚固锚杆动力响应的装置的试验方法,其试验步骤如下:
- [0067] 步骤一:
- [0068] 首先在靠近锚杆1的螺纹端口贴上应变片,然后使用锚固剂将锚杆1全部锚固在固定套管5中;
- [0069] 步骤二:
- [0070] 等锚固剂终凝后,接着将固定套管5放入冲击套管4中,放入过程中将冲击套管4的

第一U形槽9与固定套管5的第二U形槽91重合,然后托盘3放入第一U形槽9和第二U形槽91中,把螺母2套在锚杆1上拧紧,同时观察静态应力仪的应变值 ϵ_1 ,为400,计算出初始预应力为 F_1 ;此时接着记录锚杆1到固定套管5的距离 d_1 ,为70.3mm;最后把冲击套管压头6放入冲击套管4中,组装完成;

[0071] 应力力计算公式为: $F = \epsilon EA$, ϵ 为应变值, E 为锚杆弹性模量, A 为锚杆横截面, ϵ_1 为400,计算得到初始预应力 F_1 为9KN;

[0072] 步骤三:

[0073] 将组装好的试验装置安装在霍普金森测试装置上,打开示波器14、动态应变仪12和计算机15,检查入射杆7、冲击套管4和锚杆1上的应变片连接是否正常,然而,进行动态冲击试验,通过高压氮气使冲击头8撞击入射杆7;动态气压设置为0.9MPa;

[0074] 步骤四:

[0075] 冲击完后,记录示波器14上各应变片信号和静态应变仪的应变值,此时静态应变值 μ_2 ,为0,再次测量锚杆1到固定套管5的距离 d_2 ,为72.6mm;同时从冲击套管4中取出固定套管5,打开固定套管5,观察锚固的损伤情况;最后关闭所有仪器,清理固定套管5中锚固剂,完成整个试验过程;

[0076] 步骤五:

[0077] 计算出锚杆1产生的位移 Δd 及最终预应力值;

[0078] 锚杆1产生的位移根据 $\Delta d = d_1 - d_2$ 进行计算,

[0079] 计算得到 $\Delta d = 2.3\text{mm}$,

[0080] 锚杆最终预应力为 F_2 为0。

[0081] 实施例2:

[0082] 研究锚杆动力响应的装置的试验方法,其试验步骤如下:

[0083] 步骤一:

[0084] 首先使用锚固剂将锚杆1部分锚固在固定套管5中,锚杆长度距固定套管尾端500mm;

[0085] 步骤二:

[0086] 等锚固剂终凝后,接着将固定套管5放入冲击套管4中,放入过程中将冲击套管4的第一U形槽9与固定套管5的第二U形槽91重合,然后托盘3放入第一U形槽9和第二U形槽91中,把螺母2套在锚杆1上,螺母2不拧紧,只拧到与冲击套管4接触;此时记录锚杆1到固定套管5的距离 d_1 ,为70.9mm;最后把冲击套管压头6放入冲击套管4中,组装完成;

[0087] 步骤三:

[0088] 将组装好的试验装置安装在霍普金森测试装置上,打开示波器14、动态应变仪12和计算机15,检查入射杆7、冲击套管4和锚杆1上的应变片连接是否正常,然而,进行动态冲击试验,通过高压氮气使冲击头8撞击入射杆7;动态气压设置为0.9MPa;

[0089] 步骤四:

[0090] 冲击完后,记录示波器14上各应变片信号,再次测量锚杆1到固定套管5的距离 d_2 ,为72.9mm;同时从冲击套管4中取出固定套管5,打开固定套管5,观察锚固的损伤情况;最后关闭所有仪器,清理固定套管5中锚固剂,完成整个试验过程;

[0091] 步骤五:

- [0092] 计算出锚杆1产生的位移 Δd ;
- [0093] 锚杆1产生的位移根据 $\Delta d = d_1 - d_2$ 进行计算。
- [0094] 计算得到 $\Delta d = 2.0\text{mm}$ 。

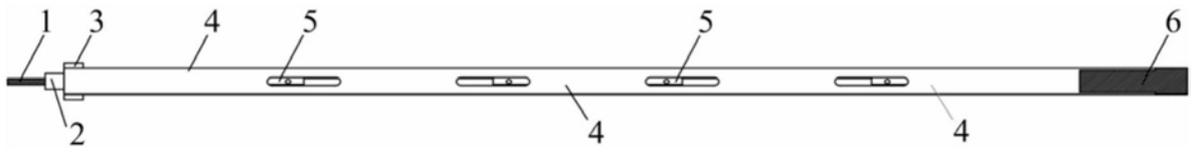


图1

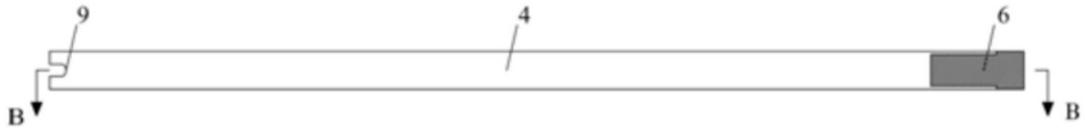


图2

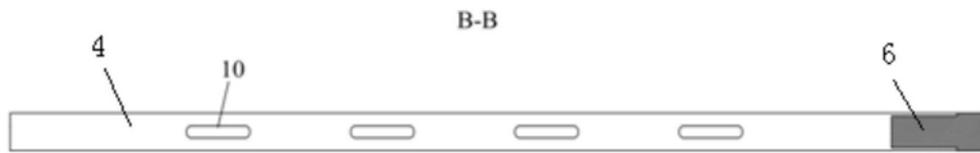


图3



图4

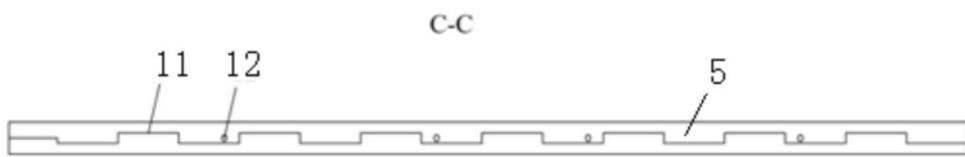


图5

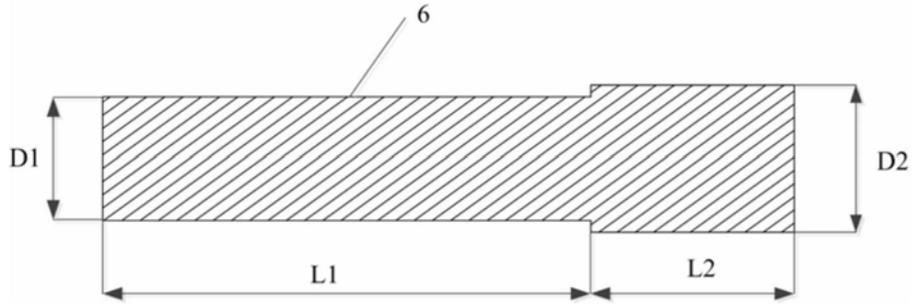


图6

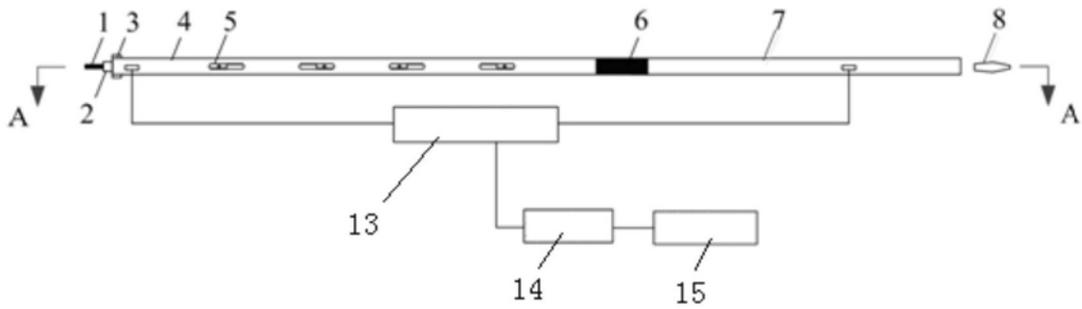


图7

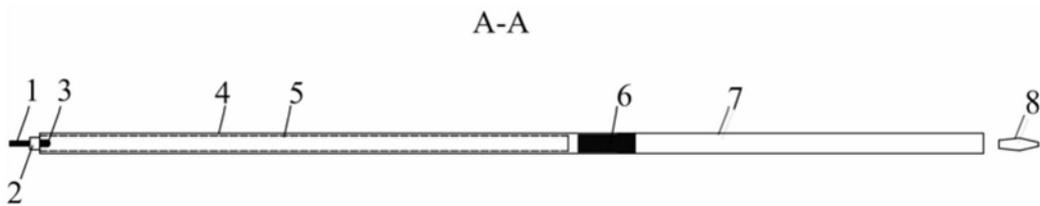


图8