



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111426272 A

(43)申请公布日 2020.07.17

(21)申请号 202010314787.4

(22)申请日 2020.04.21

(71)申请人 湘潭大学

地址 411105 湖南省湘潭市西郊

(72)发明人 董辉 何山山 朱宪明 罗正东

程子华 彭搏程

(74)专利代理机构 长沙和诚容创知识产权代理

事务所(普通合伙) 43251

代理人 雷石清

(51) Int. Cl.

G01B 11/02(2006.01)

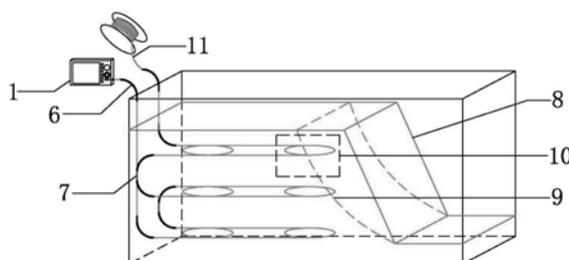
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种测定边坡模型内部位移变化的方法

(57)摘要

本发明是针对现有的边坡模型中光纤标定及测量位移方法存在的问题与不足,提供的一种相对合理的基于边坡模型实验的光纤标定方法及其对应的位移测量方法,此边坡模型试验的光纤标定及位移测量方法操作简便,方法简单,标定过程能准确地反映光纤的光通量损失情况,适合在边坡模型试验中得到广泛的应用。



1. 一种测定边坡模型内部位移变化的方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一:通过FC接头(2)将光时域反射仪(1)和光纤预留段(3)的接头连接;

步骤二:将光纤测试段(5)分多次缠绕于相同直径的PVC管(4)上,且每次缠绕圈数不同,通过光时域反射仪(1)的测试结果可测得光损耗稳定时光纤的缠绕圈数;

步骤三:将光纤测试段(5)分多次缠绕于不同直径的PVC管(4)上,且每次缠绕圈数为步骤二中测得的光损耗稳定时光纤的缠绕圈数,根据缠绕不同直径的PVC管(4)时分别测得的稳定光损耗值,推出稳定光损耗与弯曲直径之间的关系;

步骤四:将经过步骤一至三标定后的光纤(11)通过第一固定管(6)和第二固定管(7)将光纤(11)引入边坡模型(8)中以连接边坡模型(8)中不同高程的边坡测点(10),然后将光纤(11)在各边坡测点(10)处分别缠绕稳定光损耗时光纤的缠绕圈数,通过试验可得边坡模型(8)内边坡测点(10)处光纤(11)的宏弯损耗,以此测出光纤(11)的变化半径,进而推算得出边坡模型(8)内部的部分土体沿滑动面(9)滑动的位移数值。

2. 根据权利要求1所述的一种测定边坡模型内部位移变化的方法,其特征在于,所述光纤(11)为单模G652D裸光纤,所述光纤(11)的前端与所述FC接头(2)相连,所述光纤(11)上从与所述FC接头(2)连接处至其测试区之间的部分为所述光纤预留段(3),且所述光纤预留段(3)的长度大于所述光纤(11)总长的十分之一。

3. 根据权利要求1所述的一种测定边坡模型内部位移变化的方法,其特征在于,所述PVC管的直径在20mm至50mm范围之间选择。

4. 根据权利要求1所述的一种测定边坡模型内部位移变化的方法,其特征在于,所述第一固定管(6)包括第一圆弧段和第一直线段,所述第一圆弧段的半径为100mm,所述第一直线段的长度为25mm。

5. 根据权利要求1所述的一种测定边坡模型内部位移变化的方法,其特征在于,所述第二固定管(7)包括前后两段第二圆弧段和位于中间的第二直线段,所述第二圆弧段的半径为100mm,所述第二直线段的长度视所述边坡模型(8)内部两层边坡测点(10)之间的高度差而定。

6. 根据权利要求4和5所述的一种测定边坡模型内部位移变化的方法,其特征在于,所述第一固定管(6)和第二固定管(7)的直径为5mm,所述光纤(11)通过胶带(12)分别与所述第一固定管(6)的第一直线段和第二固定管(7)的第二直线段连接,所述第一固定管(6)和第二固定管(7)的材质为铁质或铜质。

7. 根据权利要求2所述的一种测定边坡模型内部位移变化的方法,其特征在于,在所述边坡模型(8)中每层的测试面上的边坡测点(10)处预先放置圆盘(13),所述圆盘(13)的直径为0.3m,先将所述光纤(11)缠绕在所述圆盘(13)上,再将所述圆盘(13)周边的光纤(11)部分通过掩埋光纤土体(14)掩埋后再将圆盘(13)取出,然后掩埋所述光纤(11)的其他部位。

## 一种测定边坡模型内部位移变化的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种测定边坡模型内部位移变化的方法。

### 背景技术

[0002] 对各种工况下的边坡稳定性研究在岩土工程中非常常见,模型实验是研究边坡稳定性的最直观的方法,但模型实验中其边坡体的内部位移情况难以测出,采用光纤测试土体位移的方法在近年来受到学者们的广泛应用,但其标定的方法不具有规范性与合理性,因此制定一种相对科学合理边坡模型实验的光纤标定方法有很大的必要性。

[0003] 目前边坡模型实验中,测试土体位移通常采用设置土压力盒的方式,但单个土压力盒一般只能测试一个方向上的土压力,难以反映土体综合位移变化的规律,虽然现在也有可测三向土压力的土压力盒,但其体积较大,在模型实验中,对土体的位移变化有很大影响,也不适合。

### 发明内容

[0004] 本发明是针对现有的边坡模型中光纤标定及测量位移方法存在的问题与不足,提供一种相对合理的基于边坡模型实验的光纤标定方法及其对应的位移测量方法,此边坡模型试验的光纤标定及位移测量方法操作简便,方法简单,标定过程能准确地反映光纤的光通量损失情况,适合在边坡模型试验中得到广泛的应用,本发明所采用的技术方案如下:

[0005] 一种测定边坡模型内部位移变化的方法,包括以下步骤:

[0006] 步骤一:通过FC接头将光时域反射仪和光纤预留段的接头连接;

[0007] 步骤二:将光纤测试段分多次缠绕于相同直径的PVC管上,且每次缠绕圈数不同,通过光时域反射仪的测试结果可测得光损耗稳定时光纤的缠绕圈数;

[0008] 步骤三:将光纤测试段分多次缠绕于不同直径的PVC管上,且每次缠绕圈数为步骤二中测得的光损耗稳定时光纤的缠绕圈数,根据缠绕不同直径的PVC管时分别测得的稳定光损耗值,推出稳定光损耗与弯曲直径之间的关系;

[0009] 步骤四:将经过步骤一至三标定后的光纤通过第一固定管和第二固定管将光纤引入边坡模型中以连接边坡模型中不同高程的边坡测点,然后将光纤在各边坡测点处分别缠绕稳定光损耗时光纤的缠绕圈数,通过试验可得边坡模型内边坡测点处光纤的宏弯损耗,以此测出光纤的变化半径,进而推算得出边坡模型内部的部分土体沿滑动面滑动的位移数值。

[0010] 在其中一个实施例中,所述光纤为单模G652D裸光纤,所述光纤的前端与所述FC接头相连,所述光纤上从与所述FC接头连接处至其测试区之间的部分为所述光纤预留段,且所述光纤预留段的长度大于所述光纤总长的十分之一;

[0011] 针对光时域反射仪进行测试,选用反应效果良好及图像波动比较稳定的光纤。盘纤韧性较差,无法满足形变的要求;光缆带有保护壳,半径为3mm,无法显示正常的反应宏弯损耗。优选单模G652D裸光纤OTDR测试光纤测试,韧性比较好,抗热老化,最后的测试结果也

比较平稳；

[0012] 由于裸光纤的长度从FC接头处开始计算,其长度一般为1000m,一般要求光纤20m以后作为测区,但由于光纤总长较长,为便于在光时域反射仪中更容易观察光纤损耗的变化,故取FC接头开始光纤总长的1/10左右为光纤预留段。

[0013] 在其中一个实施例中,所述PVC管的直径在20mm至50mm范围之内选择,优选直径为20mm、25mm、30mm、40mm、50mm的PVC圆管,因其在市面上易购买到。

[0014] 在其中一个实施例中,所述第一固定管包括第一圆弧段和第一直线段,所述第一圆弧段的半径为100mm,所述第一直线段的长度为25mm。

[0015] 在其中一个实施例中,所述第二固定管包括前后两段第二圆弧段和位于中间的第二直线段,所述第二圆弧段的半径为100mm,所述第二直线段的长度视所述边坡模型内部两层边坡测点之间的高度差而定。

[0016] 在其中一个实施例中,所述第一固定管和第二固定管的直径为5mm,所述光纤通过胶带分别与所述第一固定管的第一直线段和第二固定管的第二直线段连接,所述第一固定管和第二固定管的材质为铁质或铜质。

[0017] 在其中一个实施例中,在所述边坡模型中每层的测试面上的边坡测点处预先放置圆盘,所述圆盘的直径为0.3m,先将所述光纤缠绕在所述圆盘上,再将所述圆盘周边的光纤部分通过掩埋光纤土体掩埋后再将圆盘取出,然后掩埋所述光纤的其他部位。

[0018] 与现有技术相比,本发明提供一种测定边坡模型内部位移变化的方法具有以下优点:

[0019] 本发明是针对现有的边坡模型中光纤标定及测量位移方法存在的问题与不足,提供一种相对合理的基于边坡模型实验的光纤标定方法及其对应的位移测量方法,此边坡模型试验的光纤标定及位移测量方法操作简便,方法简单,标定过程能准确地反映光纤的光通量损失情况,适合在边坡模型试验中得到广泛的应用。

## 附图说明

[0020] 图1为本发明中光纤标定的操作示意图；

[0021] 图2为本发明中光纤标定中光纤缠绕PVC管的操作示意图；

[0022] 图3为本发明中光纤位移测试操作示意图；

[0023] 图4为本发明中边坡模型实验中光纤位移变化示意图；

[0024] 图5为本发明中光纤的固定示意图；

[0025] 图6为本发明中光纤的掩埋操作示意图。

## 具体实施方式

[0026] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”“内”、“外”、“轴向”、“径向”、等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0027] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性

或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明的描述中,“多个”的含义是两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0028] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0029] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,第一特征在第二特征“上”或“下”可以是第一和第二特征直接接触,或第一和第二特征通过中间媒介间接接触。而且,第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”可是第一特征在第二特征正上方或斜上方,或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”可以是第一特征在第二特征正下方或斜下方,或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0030] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必须针对的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外,在不相互矛盾的情况下,本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0031] 如图1-6所示,为了便于描述,本发明中的“上”“下”“左”“右”“前”“后”方位基准以附图1所示的方位为准;

[0032] 一种测定边坡模型内部位移变化的方法,包括以下步骤:

[0033] 步骤一:通过FC接头2将光时域反射仪1和光纤预留段3的接头连接;

[0034] 步骤二:将光纤测试段5分多次缠绕于相同直径的PVC管4上,且每次缠绕圈数不同,通过光时域反射仪1的测试结果可测得光损耗稳定时光纤的缠绕圈数;

[0035] 步骤三:将光纤测试段5分多次缠绕于不同直径的PVC管4上,且每次缠绕圈数为步骤二中测得的光损耗稳定时光纤的缠绕圈数,根据缠绕不同直径的PVC管4时分别测得的稳定光损耗值,推出稳定光损耗与弯曲直径之间的关系;

[0036] 步骤四:将经过步骤一至三标定后的光纤11通过第一固定管6和第二固定管7将光纤11引入边坡模型8中以连接边坡模型8中不同高程的边坡测点10,然后将光纤11在各边坡测点10处分别缠绕稳定光损耗时光纤的缠绕圈数,通过试验可得边坡模型8内边坡测点10处光纤11的宏弯损耗,以此测出光纤11的变化半径,进而推算得出边坡模型8内部的部分土体沿滑动面9滑动的位移数值。

[0037] 优选的,光纤11为单模G652D裸光纤,光纤11的前端与FC接头2相连,光纤11上从与FC接头2连接处至其测试区之间的部分为光纤预留段3,且光纤预留段3的长度大于光纤11总长的十分之一。

[0038] 优选的,PVC管的直径在20mm至50mm范围之间选择。

[0039] 优选的,第一固定管6包括第一圆弧段和第一直线段,第一圆弧段的半径为100mm,

第一直线段的长度为25mm。

[0040] 优选的,第二固定管7包括前后两段第二圆弧段和位于中间的第二直线段,第二圆弧段的半径为100mm,第二直线段的长度视边坡模型8内部两层边坡测点10之间的高度差而定。

[0041] 优选的,第一固定管6和第二固定管7的直径为5mm,光纤11通过胶带分别与第一固定管6的第一直线段和第二固定管7的第二直线段连接,第一固定管6和第二固定管7的材质为铁质或铜质。

[0042] 进一步的,在边坡模型8中每层的测试面上的边坡测点10处预先放置圆盘13,圆盘13的直径为0.3m,先将光纤11缠绕在圆盘13上,再将圆盘13周边的光纤11部分通过掩埋光纤土体14掩埋后再将圆盘13取出,然后掩埋光纤11的其他部位。

[0043] 在光纤测试段5内,对光纤进行标定,取直径为20mm的PVC管401,管长0.5m,将光纤11缠绕该PVC管上,首先缠绕一圈,得到其光损耗情况,然后将光纤11缠绕PVC管两圈至数圈以后,当缠绕圈数为5圈时与6圈时,光纤内的光损耗基本不变,但由于仪器及测试者存在一定的不同,其稳定圈数视情况而定,光纤缠绕于同一直径的PVC管上,缠绕圈数为n圈与n+1圈,光损耗基本不变,则缠绕圈数为n圈时光损耗达到稳定。经测试单模G652D裸光纤OTDR测试光纤的光损耗在光纤缠绕于直径20mm的PVC管5圈时达到稳定,并得到光纤缠绕在直径为20mmPVC管401上的光损耗,然后更换直径为25mm的PVC管402、直径为30mm的PVC管403、直径为40mm的PVC管404、直径为50mm的PVC管405的等长PVC管,重复以上操作,得到将光纤缠绕于不同直径的PVC管上,其光损耗均在5圈后达到稳定,并根据不同缠绕直径的稳定光损耗值,推出光损耗与直径之间的关系。

[0044] 对光纤标定之后,在边坡模型8中设置合理的边坡测点10,由边坡模型8槽上部引入光纤测试段5至最下层的边坡测点10位置,其间采用第一固定管6和第二固定管7控制其弯曲的程度,以保证其光通量的损耗不至过大而影响试验结果,光纤11与第一固定管6用胶带12连接,将光纤11沿第一固定管6,用胶带12缠一圈以作固定。第一固定管6优选铁质或铜质实心圆管,选用其他刚度较大的材料制作也可。其中第一固定管6的第一直线段用胶带与模型槽连接,以固定第一圆管6的位置,槽内两层边坡测点10间用第二固定管7连接。第一固定管6和第二固定管7保证了测试过程中光纤11的行走路径,避免了不必要的弯曲损耗,使光通量损失控制在允许范围内,测试结果更加明显。

[0045] 各边坡测点10间的光纤11均绕至5圈,之后沿直线对两边坡测点10之间进行连接。由于光纤11有一定的盲区,单模G652D裸光纤的盲区为5m,故光纤11绕5圈大致为5m,则可在各个边坡测点测得相应的位移,光纤11通过第一固定管6引入模型槽的边坡模型8内,在每层的测试面上的边坡测点10预先放置两块圆盘,其直径为0.3m,将该边坡测点10处的光纤11缠绕在此处的圆盘13上5圈,在掩埋圆盘13周边的部分光纤11后,再将圆盘13取出,然后掩埋光纤11其余部分,防止光纤产生不必要的弯曲损耗。若标定的光损耗稳定圈数及光纤的盲区不同,则按自行测试结果及盲区进行设置,但要保证在一个不同的边坡测点内反映出对应的光损耗量。

[0046] 为防止直径0.3m的圆盘13取出后,位于边坡测点处的光纤11产生不必要的弯曲,由于光纤未使用时,卷在圆形柱体上,取出后易发生弯曲扭转,将掩埋光纤土体14掩埋在光纤之上,再取出圆盘13,然后继续压实掩埋光纤。

[0047] 边坡测点10处的光纤11通过盘绕的方式布置在边坡测点10上,在外部的作用下,边坡模型8的部分土体沿滑动面9滑动,光纤11也相应的发生滑动,滑动后光纤11与为滑动前的光纤11产生位移差 $\Delta$ ,使得光纤产生光损耗,结合标定后的光损耗与弯曲直径之间的关系,可得土体内部的位移量。

[0048] 以上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0049] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对本发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明专利的保护范围应以所附权利要求为准。

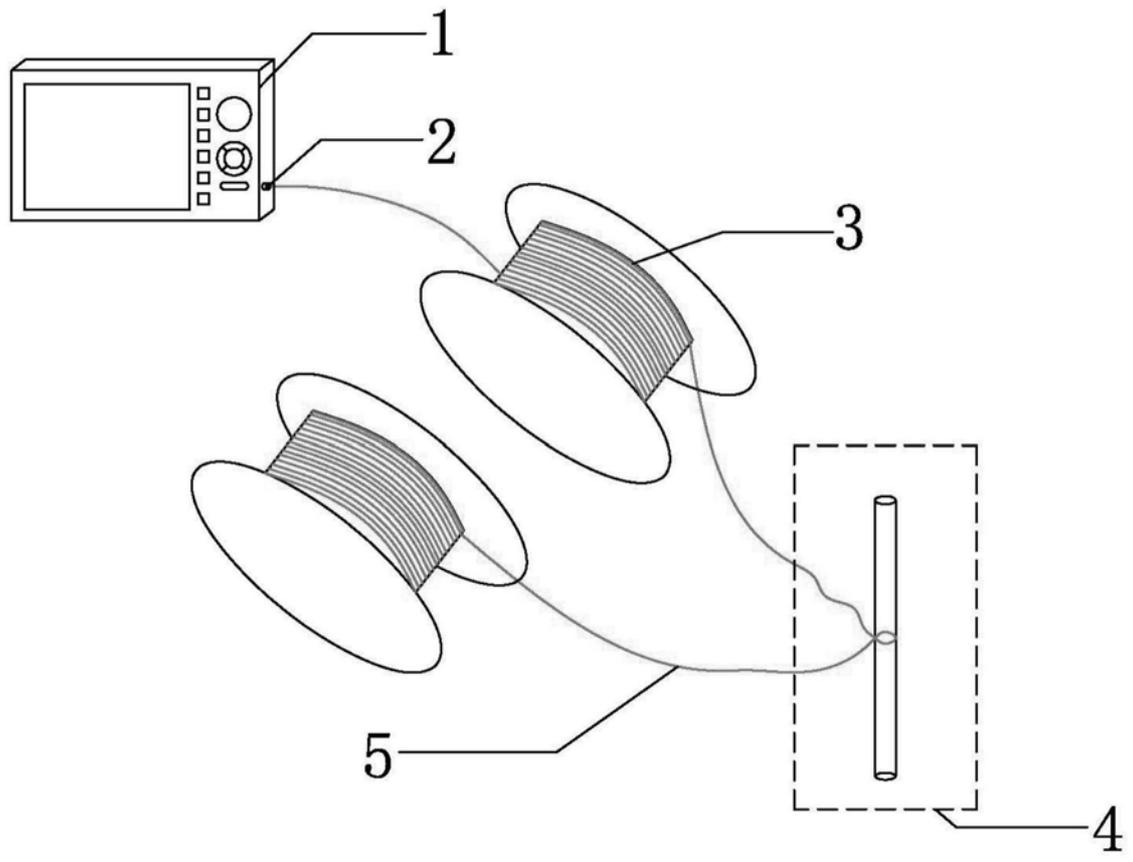


图1

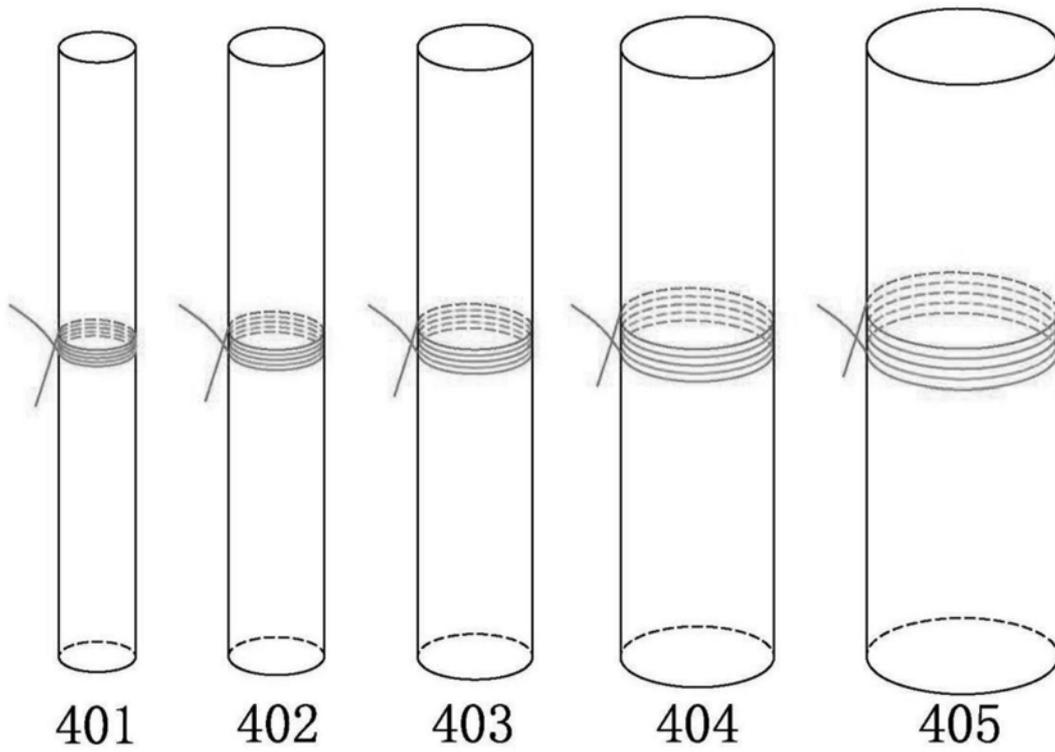


图2

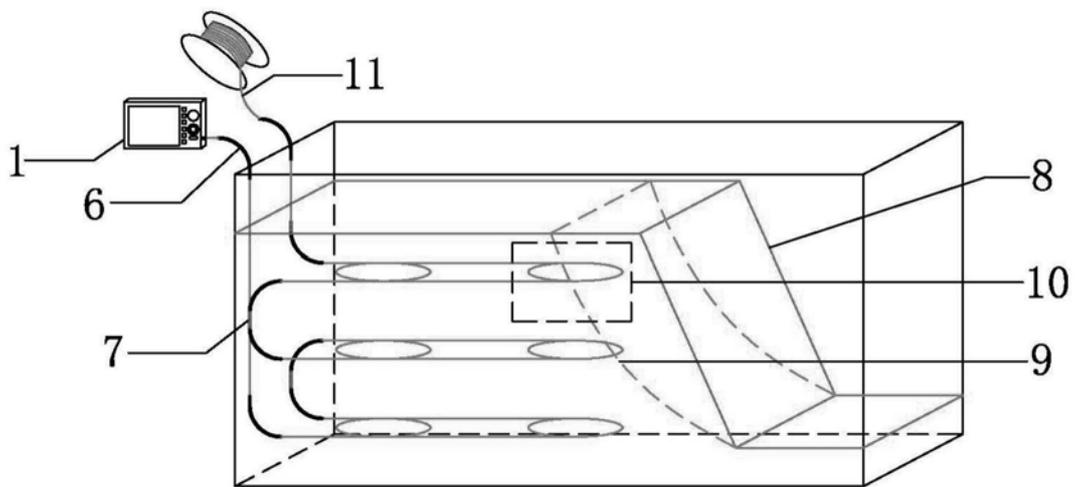


图3

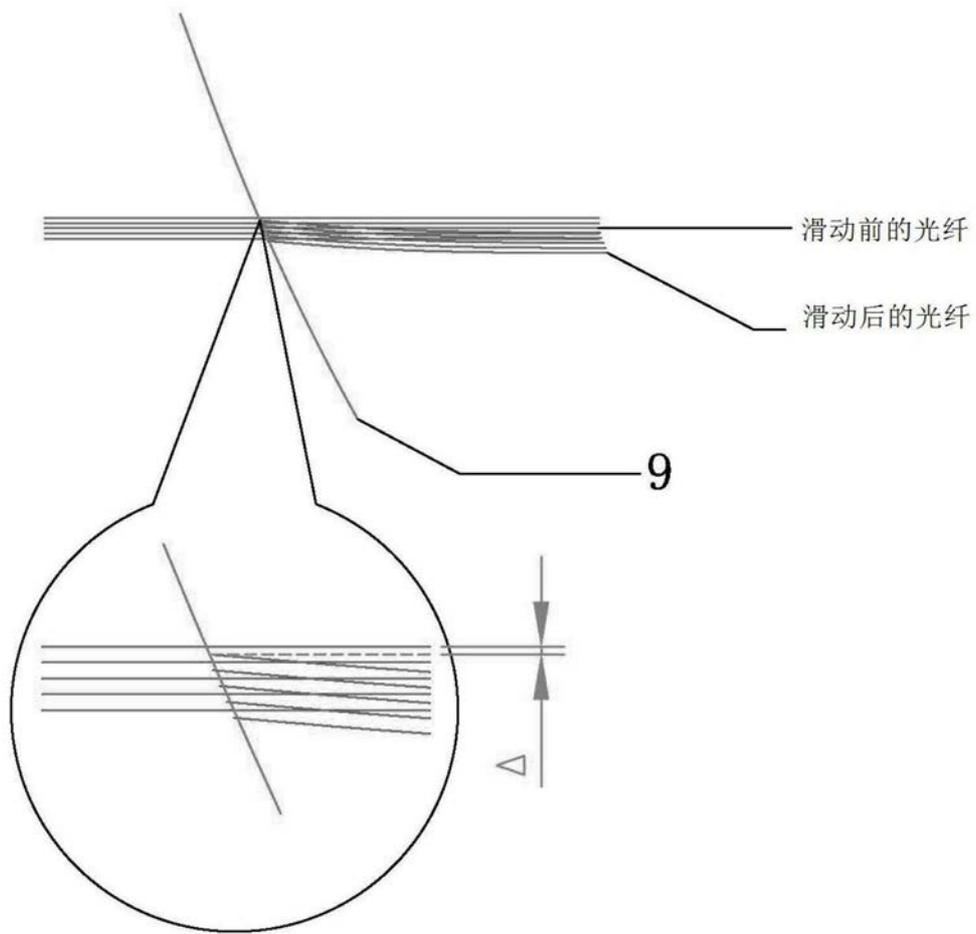


图4

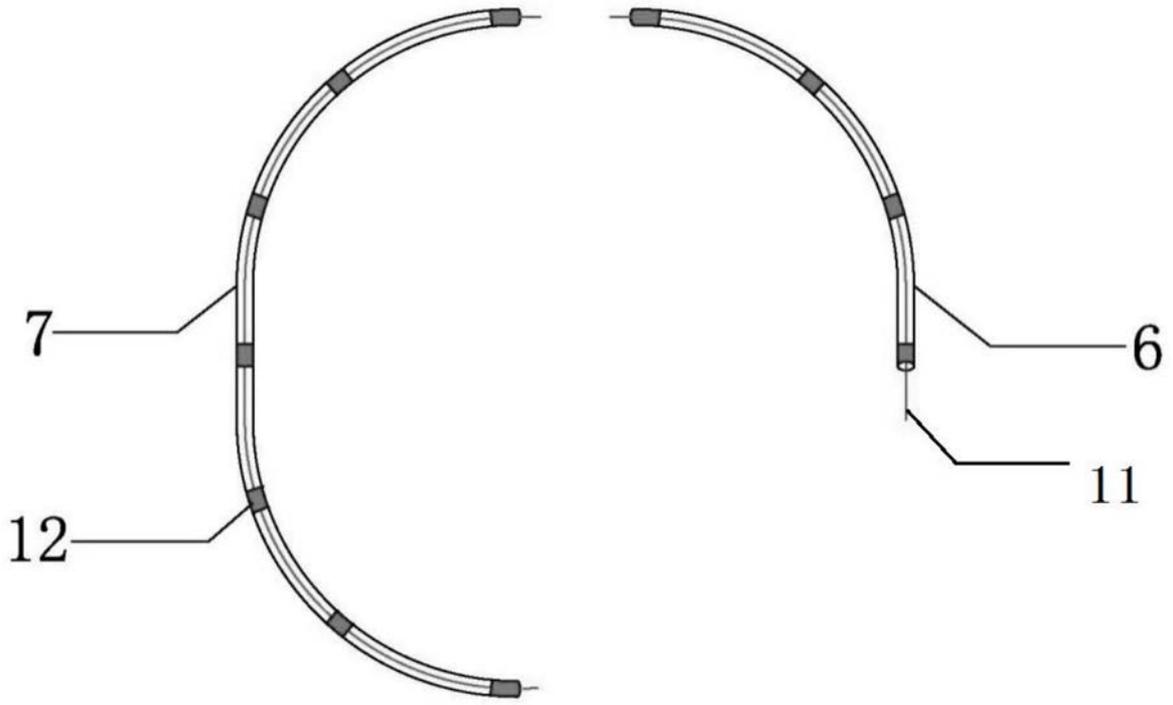


图5

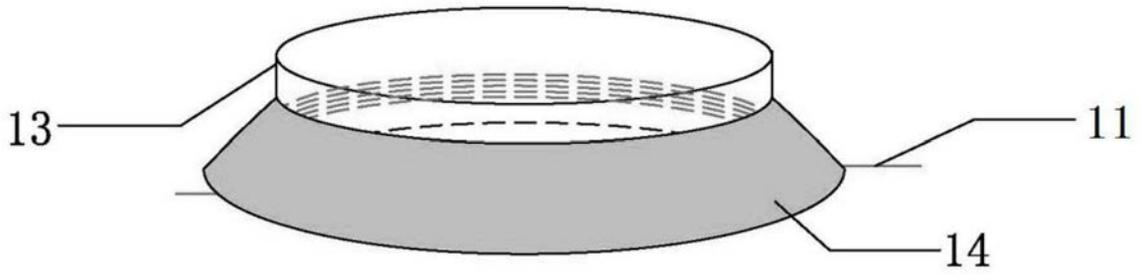


图6