



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113252446 A

(43) 申请公布日 2021.08.13

(21) 申请号 202110610051.6

G01N 3/08 (2006.01)

(22) 申请日 2021.06.01

(71) 申请人 中国铁道科学研究院集团有限公司  
铁道建筑研究所

地址 100081 北京市海淀区大柳树路2号

申请人 中国铁道科学研究院集团有限公司  
中国国家铁路集团有限公司

(72) 发明人 李学斌 杨心怡 马林 朱希同  
杨富民 李东昇 杨全亮 魏峰  
蔡德钧 胡所亭 苏永华 班新林

(74) 专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002

代理人 吴欢燕

(51) Int. Cl.

G01N 3/06 (2006.01)

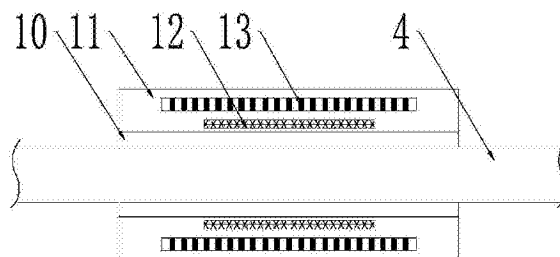
权利要求书2页 说明书9页 附图10页

(54) 发明名称

混凝土梁预应力筋拉力测试装置及方法

(57) 摘要

本发明提供一种混凝土梁预应力筋拉力测试装置及方法,包括:磁通量传感器,包括中心设有通孔的筒状壳体以及设置于所述壳体内侧壁和外侧壁之间的测试线圈和磁激励线圈,所述测试线圈缠绕所述壳体的内侧壁设置,所述磁激励线圈绕设于所述测试线圈的外侧;测试仪,通过数据线电连接于所述测试线圈以及所述磁激励线圈。使用该测试装置及方法对混凝土梁的预应力筋进行拉力测试时,受外部环境因素干扰较小,能够体现预应力筋的整体应力水平,能够反映预应力筋的真实拉力。该测试装置不受混凝土梁结构形式和截面变化的影响,适用于任意跨度桥梁直线段预应力筋的拉力测试。测试装置现场安装方便,操作简单,测试精度较高,数据采集方便,工作效率高。



1. 一种混凝土梁预应力筋拉力测试装置,其特征在于,包括:

磁通量传感器,包括中心设有通孔的筒状壳体以及设置于所述壳体内侧壁和外侧壁之间的测试线圈和磁激励线圈,所述测试线圈缠绕所述壳体的内侧壁设置,所述磁激励线圈绕设于所述测试线圈的外侧;

测试仪,通过数据线电连接于所述测试线圈以及所述磁激励线圈。

2. 根据权利要求1所述的混凝土梁预应力筋拉力测试装置,其特征在于,所述通孔内设置有对中刚性支撑,所述对中刚性支撑的中心设置有穿孔,所述穿孔用于放置预应力筋。

3. 根据权利要求1所述的混凝土梁预应力筋拉力测试装置,其特征在于,所述通孔的直径与预应力筋直径的差值为2-6cm。

4. 一种混凝土梁预应力筋拉力测试方法,其特征在于,包括以下步骤:

在梁体跨中位置的底部预置空腔,所述空腔对应于待测预应力筋的预应力管道,将磁通量传感器放置于所述空腔内;

将待测预应力筋穿设于所述预应力管道以及所述磁通量传感器内,张拉所述待测预应力筋并读取所述待测预应力筋的拉力;

向所述预应力管道内注浆,并密封所述空腔;

对所述梁体进行静载弯曲试验。

5. 根据权利要求4所述的混凝土梁预应力筋拉力测试方法,其特征在于,所述将磁通量传感器放置于所述空腔内,之前还包括:

标定预应力筋拉力与磁通量传感器电压之间的关系。

6. 根据权利要求5所述的混凝土梁预应力筋拉力测试方法,其特征在于,所述标定预应力筋拉力与磁通量传感器电压之间的关系,具体包括:

选用与待测预应力筋同批次、同数量、同横截面、同弹性模量、同抗拉强度标准值的预应力筋,标定预应力筋拉力与磁通量传感器电压之间的关系。

7. 根据权利要求5所述的混凝土梁预应力筋拉力测试方法,其特征在于,所述标定预应力筋拉力与磁通量传感器电压之间的关系,具体包括:

在预应力筋的0.8倍抗拉强度标准值范围内,分8-10级进行张拉,每级记录张拉的力值和磁通量传感器的电压值;

标定预应力筋拉力与磁通量传感器电压之间的关系。

8. 根据权利要求7所述的混凝土梁预应力筋拉力测试方法,其特征在于,所述在预应力筋的0.8倍抗拉强度标准值范围内,分8-10级进行张拉,每级记录张拉的力值和磁通量传感器的电压值,之后还包括:

分级张拉过程至少进行2个循环,将不同循环的每级记录值取平均值,然后将预应力筋拉力与磁通量传感器电压的关系进行拟合。

9. 根据权利要求4所述的混凝土梁预应力筋拉力测试方法,其特征在于,所述将待测预应力筋穿设于所述预应力管道以及所述磁通量传感器内,张拉所述待测预应力筋并读取所述待测预应力筋的拉力,具体包括:

将待测预应力筋穿设于所述预应力管道以及所述磁通量传感器内;

按照设计顺序张拉所述待测预应力筋并进行锚固,读取所述待测预应力筋的初始有效拉力;

张拉并锚固所有预应力筋后,读取所述待测预应力筋的最终有效拉力。

10. 根据权利要求4所述的混凝土梁预应力筋拉力测试方法,其特征在于,所述向所述预应力管道内注浆,并密封所述空腔,具体包括:

向所述预应力管道内注浆并避免压浆材料进入磁通量传感器内;

在所述空腔内浇筑与所述梁体同强度的混凝土。

## 混凝土梁预应力筋拉力测试装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及混凝土梁预应力筋拉力测试技术领域,特别是涉及一种混凝土梁预应力筋拉力测试装置及方法。

### 背景技术

[0002] 预应力混凝土梁在施工阶段和静载试验过程中,有时需要对预应力筋的拉力进行测量,测量数据的准确性直接关系到混凝土梁受力状态的计算及评定,因此有效而准确的预应力筋拉力测试显得尤为重要。预应力混凝土梁的纵向预应力筋一般采用由标准型钢绞线编制而成的预应力束,单根标准型钢绞线是由6根钢丝围绕1根中心钢丝捻制而成,外侧钢丝都是按螺旋形缠绕方式布置。

[0003] 相关测试技术中,一般采用在钢丝表面粘贴电阻应变片法、振动频率测试法、锚固端压力传感器测试法、固定标距测伸长量法以及光纤光栅式应变计法等。采用在钢丝表面粘贴电阻应变片的方法时,电阻应变片采用胶与钢丝粘在一起,其防水性、绝缘性和耐久性都较差。电阻应变片受温度和湿度影响较大,不宜保护,不能长期使用。而且测试的应变值只是一根钢丝螺旋方向的应变,不是钢绞线直线方向的应变,也不是钢绞线束的平均应变,测试误差大且量程小。采用振动频率法测试时,将振动传感器缠绕在预应力筋的外侧,适用于悬空较长的体外预应力筋,不适用于体内预应力筋。对于悬空较短的体外预应力筋而言,其振动频率较高,测试误差较大。采用锚固端压力传感器测试时,将穿心式压力传感器安装在锚垫板和工作锚具之间,只能测试锚穴位置预应力筋的拉力,无法获得预应力筋跨中位置的拉力。采用固定标距测伸长量法时,该方法只适用于体外预应力筋,在体外预应力筋直线段选取固定长度做标记,用板尺、卷尺或引伸计测量固定长度的伸长量,再换算为拉力。采用光纤光栅式应变计法时,先将单根钢绞线的边丝打散,取出中心丝,在中心丝上设置倾斜凹槽,将光纤光栅用胶粘剂粘贴于倾斜凹槽内,再将边丝与中心丝捻制成型,并进行端部封装保护。带有光纤光栅传感器的钢绞线需要由厂家专门定制,费用高、周期长。因此,对预应力筋的拉力进行测量时,存在着测试精度较低、误差较大、费用高、周期长等问题,同时也难以体现预应力筋的整体应力水平,难以反映预应力筋的真实拉力。

### 发明内容

[0004] 本发明旨在解决现有技术中存在的问题。为此,本发明提出一种混凝土梁预应力筋拉力测试装置。预应力筋为磁性材料,在外部荷载作用下,内部应力会发生改变,磁导率也随之发生变化。测试装置包括磁通量传感器,通过预应力筋的磁导率变化来反映内部应力变化,进而间接测出预应力筋的拉力。该测试装置,精确度高,受外部环境因素干扰较小,能够体现预应力筋的整体应力水平,能够反映预应力筋的真实拉力。

[0005] 与此同时,本发明还提供了一种混凝土梁预应力筋拉力测试方法。

[0006] 根据本发明第一方面实施例提供的混凝土梁预应力筋拉力测试装置,包括:

[0007] 磁通量传感器,包括中心设有通孔的筒状壳体以及设置于所述壳体内侧壁和外侧

壁之间的测试线圈和磁激励线圈,所述测试线圈缠绕所述壳体的内侧壁设置,所述磁激励线圈绕设于所述测试线圈的外侧;

[0008] 测试仪,通过数据线电连接于所述测试线圈以及所述磁激励线圈。

[0009] 根据本发明的一个实施例,所述通孔内设置有对中刚性支撑,所述对中刚性支撑的中心设置有穿孔,所述穿孔用于放置预应力筋。

[0010] 根据本发明的一个实施例,所述通孔的直径与预应力筋直径的差值为2-6cm。

[0011] 根据本发明第二方面实施例提供的混凝土梁预应力筋拉力测试方法,包括以下步骤:

[0012] 在梁体跨中位置的底部预置空腔,所述空腔对应于待测预应力筋的预应力管道,将磁通量传感器放置于所述空腔内;

[0013] 将待测预应力筋穿设于所述预应力管道以及所述磁通量传感器内,张拉所述待测预应力筋并读取所述待测预应力筋的拉力;

[0014] 向所述预应力管道内注浆,并密封所述空腔;

[0015] 对所述梁体进行静载弯曲试验。

[0016] 根据本发明的一个实施例,所述将磁通量传感器放置于所述空腔内,之前还包括:

[0017] 标定预应力筋拉力与磁通量传感器电压之间的关系。

[0018] 根据本发明的一个实施例,所述标定预应力筋拉力与磁通量传感器电压之间的关系,具体包括:

[0019] 选用与待测预应力筋同批次、同数量、同横截面、同弹性模量、同抗拉强度标准值的预应力筋,标定预应力筋拉力与磁通量传感器电压之间的关系。

[0020] 根据本发明的一个实施例,所述标定预应力筋拉力与磁通量传感器电压之间的关系,具体包括:

[0021] 在预应力筋的0.8倍抗拉强度标准值范围内,分8-10级进行张拉,每级记录张拉的力值和磁通量传感器的电压值;

[0022] 标定预应力筋拉力与磁通量传感器电压之间的关系。

[0023] 根据本发明的一个实施例,所述在预应力筋的0.8倍抗拉强度标准值范围内,分8-10级进行张拉,每级记录张拉的力值和磁通量传感器的电压值,之后还包括:

[0024] 分级张拉过程至少进行2个循环,将不同循环的每级记录值取平均值,然后将预应力筋拉力与磁通量传感器电压的关系进行拟合。

[0025] 根据本发明的一个实施例,所述将待测预应力筋穿设于所述预应力管道以及所述磁通量传感器内,张拉所述待测预应力筋并读取所述待测预应力筋的拉力,具体包括:

[0026] 将待测预应力筋穿设于所述预应力管道以及所述磁通量传感器内;

[0027] 按照设计顺序张拉所述待测预应力筋并进行锚固,读取所述待测预应力筋的初始有效拉力;

[0028] 张拉并锚固所有预应力筋后,读取所述待测预应力筋的最终有效拉力。

[0029] 根据本发明的一个实施例,所述向所述预应力管道内注浆,并密封所述空腔,具体包括:

[0030] 向所述预应力管道内注浆并避免压浆材料进入磁通量传感器内;

[0031] 在所述空腔内浇筑与所述梁体同强度的混凝土。

[0032] 本发明中的上述一个或多个技术方案,至少具有如下技术效果之一:

[0033] 预应力筋为磁性材料,在外部荷载作用下,内部应力会发生改变,磁导率也随之发生变化。混凝土梁预应力筋拉力测试装置包括磁通量传感器,通过预应力筋的磁导率变化来反映内部应力变化,进而间接测出预应力筋的拉力。混凝土梁预应力筋拉力测试装置,受外部环境因素干扰较小,能够体现预应力筋的整体应力水平,能够反映预应力筋的真实拉力。该测试装置不受混凝土梁结构形式和截面变化的影响,适用于任意跨度桥梁直线段预应力筋的拉力测试。测试装置现场安装方便,操作简单,测试精度较高,数据采集方便,工作效率高。

## 附图说明

[0034] 图1为本发明实施例提供的磁通量传感器的剖面图;

[0035] 图2为本发明实施例提供的磁通量传感器的左视图;

[0036] 图3为本发明实施例提供的标定试验梁的示意性结构图;

[0037] 图4为本发明实施例提供的体内预应力混凝土梁的示意性结构图;

[0038] 图5为本发明实施例提供的体外预应力混凝土梁的示意性结构图;

[0039] 图6为本发明实施例提供的混凝土梁预应力筋拉力测试方法的流程图一;

[0040] 图7为本发明实施例提供的混凝土梁预应力筋拉力测试方法的流程图二;

[0041] 图8为本发明实施例提供的混凝土梁预应力筋拉力测试方法的流程图三;

[0042] 图9为本发明实施例提供的混凝土梁预应力筋拉力测试方法的流程图四;

[0043] 图10为本发明实施例提供的混凝土梁预应力筋拉力测试方法的流程图五;

[0044] 图11为本发明实施例提供的混凝土梁预应力筋拉力测试方法的流程图六;

[0045] 图12为本发明实施例提供的混凝土梁预应力筋拉力测试方法的流程图七;

[0046] 图13为本发明实施例提供的混凝土梁预应力筋拉力测试方法的实测数据图一;

[0047] 图14为本发明实施例提供的混凝土梁预应力筋拉力测试方法的实测数据图二。

[0048] 附图标记:

[0049] 1、磁通量传感器;10、通孔;11、壳体;12、测试线圈;13、磁激励线圈;14、对中刚性支撑;2、测试仪;3、数据线;4、待测预应力筋;40、待标定预应力筋;5、梁体;50、空腔;51、预应力管道;52、注浆管;6、标定试验梁。

## 具体实施方式

[0050] 为使发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合发明中的附图,对发明中的技术方案进行清楚地描述,显然,所描述的实施例仅是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于发明中的实施例,本领域技术人员在没有做出创造性劳动的前提下获得的所有其他实施例,都属于发明保护的范围。

[0051] 在本发明实施例的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”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实施例和简化描述,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实施例的限制。此外,术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的,而

不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0052] 在本发明实施例的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体连接;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。对于本领域的技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明实施例中的具体含义。

[0053] 在本发明实施例中,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。

[0054] 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意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或者组合。

[0055] 相关技术中,对预应力筋拉力进行测量时,存在着测试精度较低、误差较大、费用高、周期长等问题,同时也难以体现预应力筋的整体应力水平,难以反映预应力筋的真实受力状态。

[0056] 根据本发明第一方面实施例提供的混凝土梁预应力筋拉力测试装置,参见图1至图5,包括磁通量传感器1以及测试仪2。

[0057] 预应力筋为磁性材料,在外部荷载作用下,内部应力会发生改变,磁导率也随之发生变化。

[0058] 混凝土梁预应力筋拉力测试装置,以下简称测试装置,包括磁通量传感器1,磁通量传感器1通过检测预应力筋的磁导率变化来反映内部应力变化,进而间接测出预应力筋的拉力。

[0059] 根据本发明的一个实施例,磁通量传感器1包括中心设置有通孔10的筒状壳体11以及测试线圈12和磁激励线圈13。

[0060] 壳体11包括围设成通孔10的内侧壁以及外侧壁,测试线圈12和磁激励线圈13设置在内侧壁以及外侧壁之间的位置。测试线圈12缠绕壳体11的内侧壁设置,磁激励线圈13绕设于测试线圈12的外侧。

[0061] 测试仪2通过数据线3与测试线圈12和磁激励线圈13电连接,测试仪2用于对磁激励线圈13施加电压,使磁激励线圈13产生磁场,同时接收测试线圈12上的电压值,测试线圈12上的电压值与通过测试线圈12的磁通量相关。

[0062] 测试线圈12的直径小于磁激励线圈13的直径,测试线圈12设置于磁激励线圈13内。

[0063] 使用时,磁激励线圈13通电,在磁激励线圈13内形成磁场。测试线圈12感应到磁场

时,生成感应电压。待测预应力筋4穿过通孔10,在外部荷载作用下,待测预应力筋4的内部应力会发生改变,磁导率也发生变化,此时待测预应力筋4改变了测试线圈12内的磁通量,测试线圈12生成的感应电压也会随之发生变化。因此,可以建立待测预应力筋4拉力与磁通量传感器1电压之间的关系,通过磁通量传感器1的电压值间接反映预应力筋4的拉力值。

[0064] 磁通量传感器1受外部环境因素干扰较小,能够体现预应力筋的整体应力水平,能够反映预应力筋的真实受力状态。测试装置不受混凝土梁结构形式和截面变化的影响,适用于任意跨度桥梁直线段预应力筋的拉力测试。测试装置现场安装方便,操作简单,测试精度较高,数据采集方便,工作效率高。

[0065] 在—项实施例中,通孔10内设置有对中刚性支撑14,对中刚性支撑14的中心位置设置有穿孔,穿孔用于放置待测预应力筋4。对中刚性支撑14可以将待测预应力筋4定位在通孔10的中心位置,避免待测预应力筋4的放置位置或者放置角度影响测量精度。

[0066] 在—项实施例中,对中刚性支撑14沿通孔10的轴向方向通长设置,在整个通孔10内对待测预应力筋4形成刚性支撑。也可以是具有一定宽度的支撑件,均匀分布在通孔10内。

[0067] 根据本发明的—个实施例,通孔10的直径与待测预应力筋4直径的差值在2-6cm之间,可以避免壳体11的内侧壁与预应力筋4接触,减少了干扰因素,使测试结果更加精确。

[0068] 与此同时,本发明第二方面实施例提供了一种混凝土梁预应力筋拉力测试方法,参见图3至图14,测试方法利用本发明第一方面实施例提供的测试装置来实现,包括以下步骤:

[0069] S1、在梁体跨中位置的底部预置空腔,所述空腔对应于待测预应力筋的预应力管道,将磁通量传感器放置于所述空腔内。

[0070] 可以理解的是,梁体5的内部设置有预应力管道51,预应力管道51在梁体5跨中位置的下缘呈直线布置。在梁体5跨中位置的底部预置有空腔50,空腔50对应于待测预应力筋4的预应力管道51设置。磁通量传感器1放置在空腔50内,待测预应力筋4呈直线状态穿过预应力管道51以及磁通量传感器1的通孔10。

[0071] 由上述可知,测试方法需要的条件是待测预应力筋4处于直线状态,因此该测试方法同样可以延伸至预应力筋处于梁体外的情况。预应力筋在梁体外处于绷紧状态,可以通过磁通量传感器1间接测量预应力筋的拉力。

[0072] S2、将待测预应力筋穿设于所述预应力管道以及所述磁通量传感器内,张拉所述待测预应力筋并读取所述待测预应力筋的拉力。

[0073] 可以理解的是,磁通量传感器1放置在空腔50内时,待测预应力筋4呈直线状态穿过预应力管道51以及磁通量传感器1的通孔10。张拉待测预应力筋4并锚固后,待测预应力筋4在梁体5内处于弹性受拉状态。

[0074] S3、向所述预应力管道内注浆,并密封所述空腔。

[0075] 可以理解的是,待测预应力筋4张拉锚固之后,向预应力管道51内注浆,待压浆材料凝固并达到设计强度后,可将待测预应力筋4锚固在预应力管道51内。

[0076] 密封空腔50,可减少外部环境对磁通量传感器1的干扰,避免磁通量传感器1出现损坏。

[0077] S4、对所述梁体进行静载弯曲试验。



[0078] 可以理解的是,对梁体5进行静载弯曲试验时,将梁体5放置在试验台位上,分多级加载,完成静载弯曲试验。

[0079] 本发明实施例提供的混凝土梁预应力筋拉力测试方法,利用的原理是:

[0080] 预应力筋为磁性材料,在外部荷载作用下,内部应力会发生改变,磁导率也随之发生变化。通过磁通量传感器检测预应力筋的磁导率变化来反映内部应力变化,进而间接测出预应力筋的拉力。

[0081] 需要说明的是,在通过磁通量传感器1检测预应力筋的磁导率变化之前,需要建立预应力筋拉力与磁通量传感器电压之间的关系,使用时根据磁通量传感器1测得的电压值,间接读取待测预应力筋4的拉力。

[0082] 根据本发明的一个实施例,所述将磁通量传感器放置于所述空腔内之前还包括:

[0083] S11、标定预应力筋拉力与磁通量传感器电压之间的关系。

[0084] 可以理解的是,标定预应力筋拉力与磁通量传感器电压之间的关系,可以在制作梁体5之前提前制作标定试验梁6,通过对标定试验梁6的测试数据进行采集和整理,形成完备的数据对应关系。

[0085] 在一项实施例中,可以将预应力筋拉力与磁通量传感器电压之间的对应关系制作成操作手册或者使用指南,发送至操作人员。

[0086] 本发明实施例提供的混凝土梁预应力筋拉力测试方法,通过待测预应力筋4之外的预应力筋来标定拉力与磁通量传感器电压之间的关系,该预应力筋为待标定预应力筋40。

[0087] 在生产过程中,预应力筋的物理和力学性能与原材料、加工工艺等存在着紧密联系。为了避免待标定预应力筋40与待测预应力筋4的材料性能差异过大,需要筛选待标定预应力筋40,减少干扰因素,增加测量结果的可靠性。

[0088] 根据本发明的一个实施例,所述标定预应力筋拉力与磁通量传感器电压之间的关系,具体包括:

[0089] S111、选用与待测预应力筋同批次、同数量、同横截面、同弹性模量、同抗拉强度标准值的预应力筋,标定预应力筋拉力与磁通量传感器电压之间的关系。

[0090] 可以理解的是,同批次、同数量、同横截面、同弹性模量、同抗拉强度标准值的预应力筋材料性能与待测预应力筋4的材料性能基本相同,标定的结果具有可靠性。

[0091] 本发明实施例提供的混凝土梁预应力筋拉力测试方法,待标定预应力筋40通过模拟待测预应力筋4的工作条件,来反映待测预应力筋4的真实受力状态。

[0092] 根据本发明的一个实施例,所述标定预应力筋拉力与磁通量传感器电压之间的关系,具体包括:

[0093] S1121、在预应力筋的0.8倍抗拉强度标准值范围内,分8-10级进行张拉,每级记录张拉的力值和磁通量传感器的电压值。

[0094] S1123、标定预应力筋拉力与磁通量传感器电压之间的关系。

[0095] 根据《预应力筋用锚具、夹具和连接器》(GB/T 14370-2015)中的规定,预应力筋静载试验最大张拉应力值为 $0.80f_{ptk}$ , $f_{ptk}$ 指预应力筋抗拉强度标准值。

[0096] 在预应力筋的0.8倍抗拉强度标准值范围内进行张拉,基本覆盖了预应力筋的正常使用范围,能够模拟待测预应力筋4的工作条件,进而反映待测预应力筋4的真实受力状

态。

[0097] 本发明实施例提供的混凝土梁预应力筋拉力测试方法,在对预应力筋进行分级张拉时,如果试验数据单一或者较少,容易出现偶然误差,导致标定的预应力筋拉力与磁通量传感器电压之间的关系误差较大,难以反映待测预应力筋4的真实受力状态。因此,可以通过多次循环测试来减少误差。

[0098] 根据本发明的一个实施例,所述在预应力筋的0.8倍抗拉强度标准值范围内,分8-10级进行张拉,每级记录张拉的力值和磁通量传感器的电压值,之后还包括:

[0099] S1122、分级张拉过程至少进行2个循环,将不同循环的每级记录值取平均值,然后将预应力筋拉力与磁通量传感器电压的关系进行拟合。

[0100] 可以理解的是,将多次试验数据平均后,减少了偶然误差的情况,使预应力筋拉力与磁通量传感器电压之间的关系能够反映待测预应力筋4的真实受力状态。

[0101] 本发明实施例提供的混凝土梁预应力筋拉力测试方法,梁体5内设有多束预应力筋,多束预应力筋对称分布于梁体5内,张拉时按照设计顺序对称张拉,确保梁体5受力平衡。对待测预应力筋4张拉锚固后,还需要张拉其他预应力筋,因此会导致待测预应力筋4的拉力松弛,松弛后的拉力才是最终的有效拉力。

[0102] 根据本发明的一个实施例,所述将待测预应力筋穿设于所述预应力管道以及所述磁通量传感器内,张拉所述待测预应力筋并读取所述待测预应力筋的拉力,具体包括:

[0103] S21、将待测预应力筋穿设于所述预应力管道以及所述磁通量传感器内。

[0104] S22、按照设计顺序张拉所述待测预应力筋并进行锚固,读取所述待测预应力筋的初始有效拉力。

[0105] S23、张拉并锚固所有预应力筋后,读取所述待测预应力筋的最终有效拉力。

[0106] 可以理解的是,张拉并锚固所有预应力筋后,再次通过磁通量传感器1读取待测预应力筋4的拉力值,此时的拉力值才是最终有效拉力。将待测预应力筋4的初始有效拉力与最终有效拉力进行对比,可以得到预应力筋在逐步张拉后的松弛量,也可以建立初始有效拉力与最终有效拉力之间的关系。

[0107] 根据预应力筋的实测拉力,可以精确计算或评定预应力混凝土梁的受力状态。

[0108] 本发明实施例提供的混凝土梁预应力筋拉力测试方法,在向预应力管道51内注浆时,需要避免压浆材料进入磁通量传感器1内,避免对测试线圈12以及电路造成影响,减少干扰因素,确保测量数据的准确性。

[0109] 根据本发明的一个实施例,所述向所述预应力管道内注浆,并密封所述空腔,具体包括:

[0110] S31、向所述预应力管道内注浆并避免压浆材料进入磁通量传感器内。

[0111] S32、在所述空腔内浇筑与所述梁体同强度的混凝土。

[0112] 可以理解的是,注浆前先插入注浆管52,并将空腔50与预应力管道51连接的位置进行封堵,由空腔50处向两侧的预应力管道51内注浆,确保空腔50内没有压浆材料。

[0113] 同时,空腔50处于梁体5跨中位置的底部,从空腔50处向两侧的预应力管道51内注浆,压浆材料由低向高流动,减少了气泡,增加了密实性。

[0114] 在空腔50内浇筑与梁体5同强度的混凝土,混凝土的热胀冷缩效应以及干缩效应与梁体5保持同步。

[0115] 依据本发明实施例提供的混凝土梁预应力筋拉力测试方法,开展了以下两次测试。

[0116] 在测试一中:

[0117] 针对一片24m跨度的预应力混凝土梁,在张拉阶段和静载试验荷载作用下对预应力筋的拉力进行了测试。

[0118] 该混凝土梁的预应力筋采用了抗拉强度标准值为1860Mpa、公称直径为15.2mm的标准型钢绞线,腹板和底板的预应力筋均由7根钢绞线编束组成,设计为体内有粘结预应力筋。

[0119] 为了方便安装磁通量传感器,选取底板束中编号为N2(样本-1)和N3(样本-2)的预应力筋进行测试,测试结构示意图见图4。

[0120] 在混凝土梁灌注阶段,在跨中底板下缘N2和N3束预应力筋通过的位置预置了空腔50,空腔50用于安装磁通量传感器1。空腔50的长、宽、高尺寸分别为240mm、120mm、170mm。测试所用磁通量传感器1的长度、外径、内径分别为200mm、100mm、56mm。

[0121] 在施工现场参照图3预制一个混凝土材料的标定试验梁6,标定试验梁6内穿入与梁体5使用一致的7根钢绞线,将磁通量传感器1安装到标定试验梁6的中部,用标定试验梁6一端的千斤顶进行单端张拉,最大张拉力为1458kN,分10级进行张拉。每级记录张拉的力值和磁通量传感器1的电压值,共进行2个循环。取2个循环每级记录值的平均值进行拉力和电压关系曲线拟合,将拟合参数输入到测试仪2内,作为24m混凝土梁预应力筋拉力测试的基准。

[0122] 在混凝土梁的预应力管道51内穿设待测预应力筋4之前,将已标定完的磁通量传感器1放入梁体5下缘的空腔50内,再将待测预应力筋4穿过磁通量传感器1的通孔10内。在N2和N3束分别张拉锚固完成后,进行拉力测试,可以获得该束预应力筋跨中段的初始有效拉力。

[0123] 因预应力筋采用分批张拉,梁体5下缘逐步受到压缩,导致先张拉的预应力筋拉力会有损失。待全部预应力筋张拉完成后,再进行一次该束的拉力测试,可以获得该预应力筋跨中段的最终有效拉力。

[0124] 等全部预应力筋张拉完成后,再进行预应力管道51压浆,形成体内有粘结的预应力筋,磁通量传感器1内不得注入压浆材料。空腔50开口处采用与梁体5同强度的混凝土做密封处理,注意不应损坏磁通量传感器1。

[0125] 待预应力管道51内压浆材料达到设计强度后,在试验台位上对24m混凝土梁进行静载弯曲试验,试验采用在梁体顶面纵向5点加载方式,单点最大荷载为1955kN,分为24级,分级加载。在试验过程中,进行了N2和N3束两个样本的拉力测试,测试结果详见图13。

[0126] 在测试二中:

[0127] 针对一片8m跨度的预应力混凝土梁,在张拉阶段和静载试验荷载作用下对预应力筋的拉力进行了测试。

[0128] 该混凝土梁的预应力筋采用了抗拉强度标准值为1860Mpa、公称直径为15.2mm的标准型钢绞线,腹板和底板的预应力筋均由6根钢绞线编束组成,设计为体内有粘结预应力筋。

[0129] 为了方便安装磁通量传感器,选取底板束编号为N1(样本-3)的预应力筋进行测

试,测试结构示意图见图4。

[0130] 在混凝土梁灌注阶段,在跨中底板下缘N1束预应力筋通过位置预置了空腔50,空腔50用于安装磁通量传感器。空腔的长、宽、高尺寸分别为240mm、120mm、170mm。测试所用磁通量传感器的长度、外径、内径分别为200mm、100mm、56mm。

[0131] 在施工现场参照图3预制一个混凝土材料的标定试验梁6,标定试验梁6内穿入与梁体5使用一致的6根钢绞线,将磁通量传感器1安装到标定试验梁6的中部,用标定试验梁6一端的千斤顶进行单端张拉,最大张拉力为1250kN,分10级进行张拉。每级记录张拉的力值和磁通量传感器1的电压值,共进行2个循环。取2个循环每级记录值的平均值进行拉力和电压关系曲线拟合,将拟合参数输入到测试仪2内,作为8m混凝土梁预应力筋拉力测试的基准。

[0132] 在混凝土梁的预应力管道51内穿设待测预应力筋之前,将已标定完的磁通量传感器1放入梁体5下缘的空腔50内,再将待测预应力筋穿过磁通量传感器1的通孔10内。在N1束张拉锚固完成后,进行拉力测试,可以获得该束预应力筋跨中段的初始有效拉力。

[0133] 因预应力筋采用分批张拉,梁体5下缘逐步受到压缩,导致先张拉的预应力筋拉力会有损失。待全部预应力筋张拉完成后,再进行一次该束预应力筋的拉力测试,可以获得该预应力筋跨中段的最终有效拉力。

[0134] 等全部预应力筋张拉完成后,再进行预应力管道压浆,形成体内有粘结预应力束,磁通量传感器1内不得注入压浆材料。空腔50开口处采用与梁体5同强度的混凝土做密封处理,注意不应损坏磁通量传感器1。

[0135] 待预应力管道51内压浆材料达到设计强度后,在试验台位上对8m混凝土梁进行静载弯曲试验,试验采用在梁体顶面纵向2点加载方式,单点最大荷载为449kN,分为25级,分级加载。在试验过程中,进行了N1束一个样本的拉力测试,测试结果详见图14。

[0136] 综上所述,本发明实施例提供了混凝土梁预应力筋拉力测试装置及方法。预应力筋为磁性材料,在外部荷载作用下,内部应力会发生改变,磁导率也随之发生变化。测试装置包括磁通量传感器,通过预应力筋的磁导率变化来反映内部应力变化,进而间接测出预应力筋的拉力。该测试装置,受外部环境因素干扰较小,能够体现预应力筋的整体应力水平,能够反映预应力筋的真实受力状态。测试装置不受混凝土梁结构形式和截面变化的影响,适用于任意跨度桥梁直线段预应力筋的拉力测试。测试装置现场安装方便,操作简单,测试精度较高,数据采集方便,工作效率高。

[0137] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

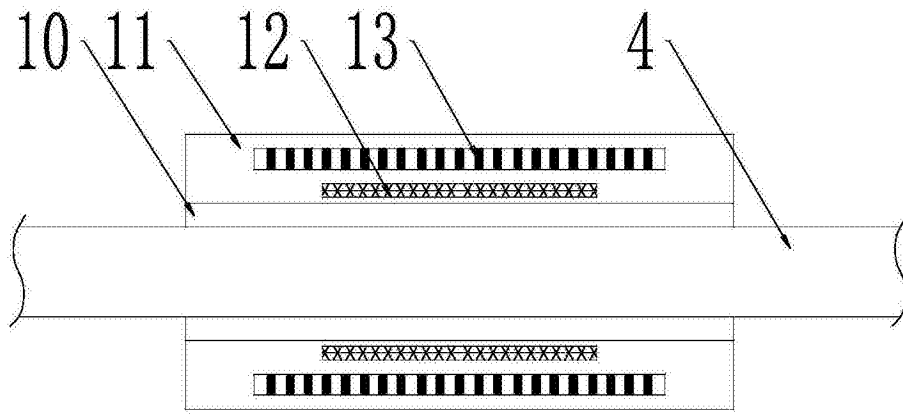


图1

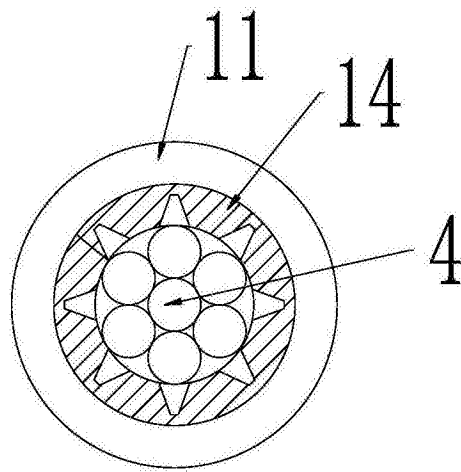


图2

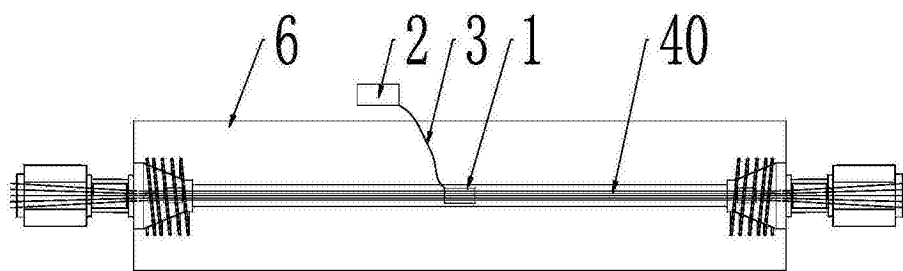


图3

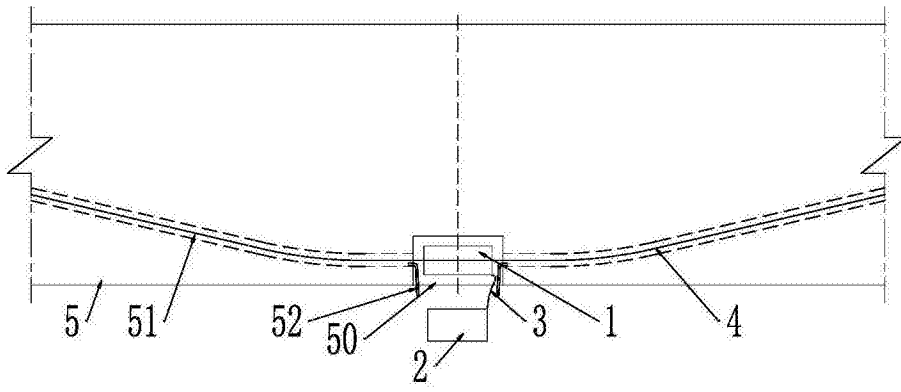


图4

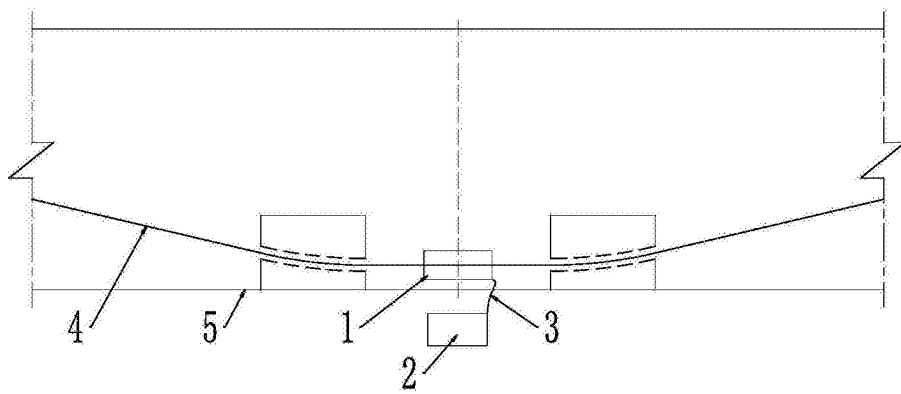


图5

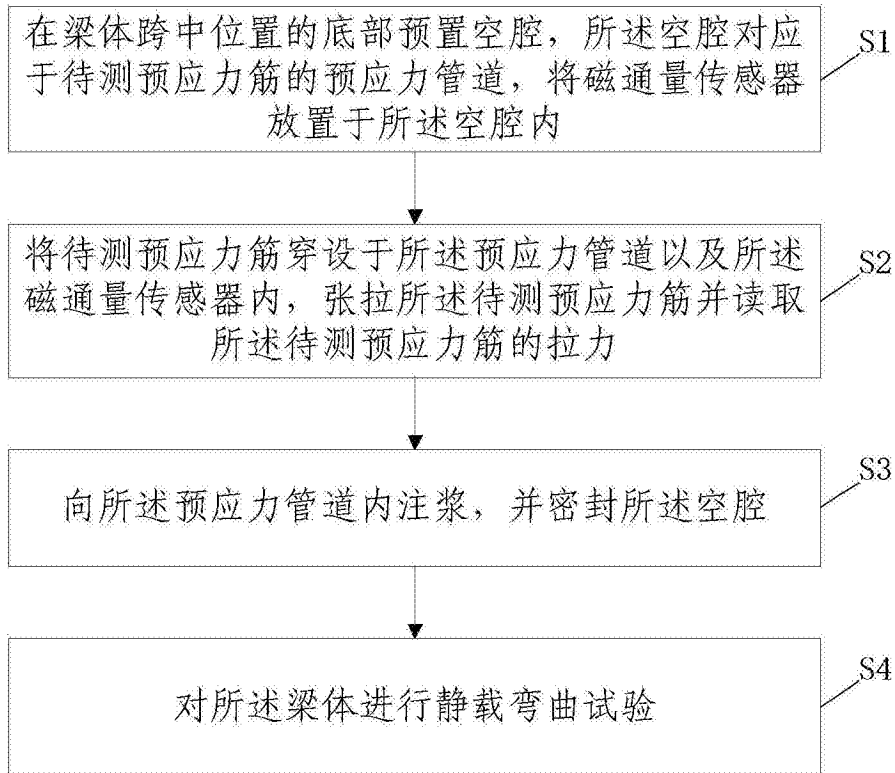


图6

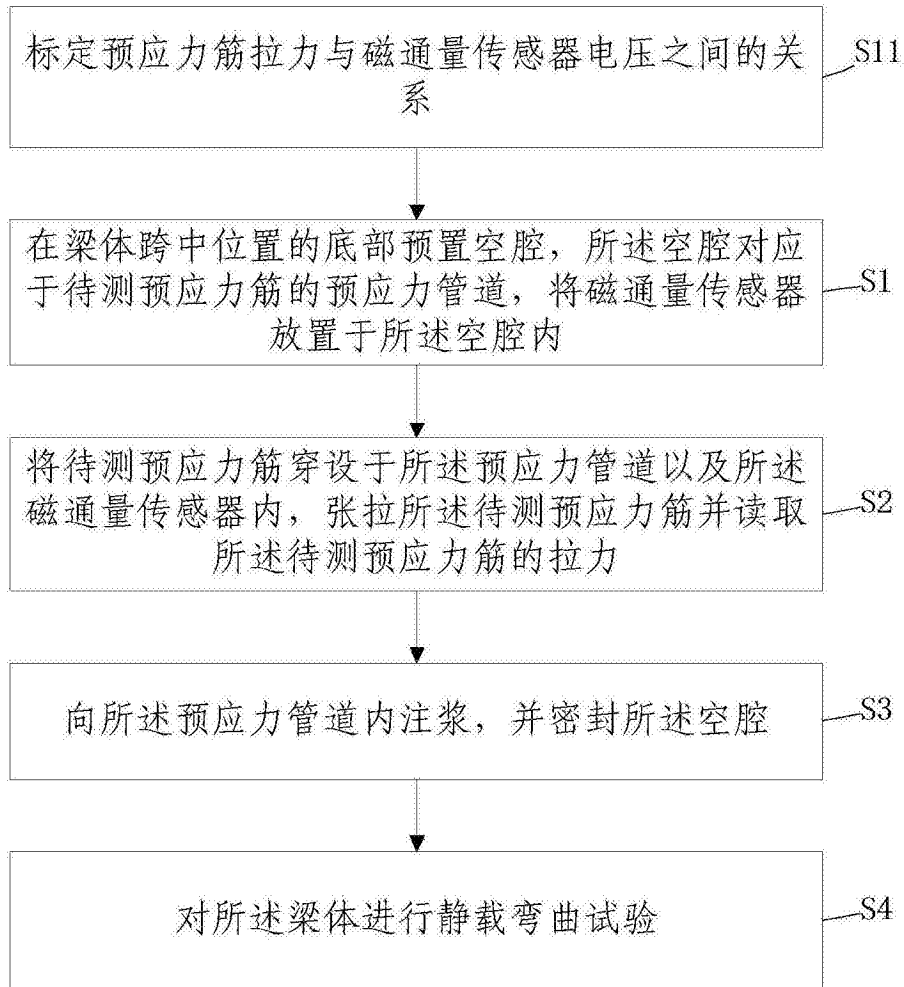


图7



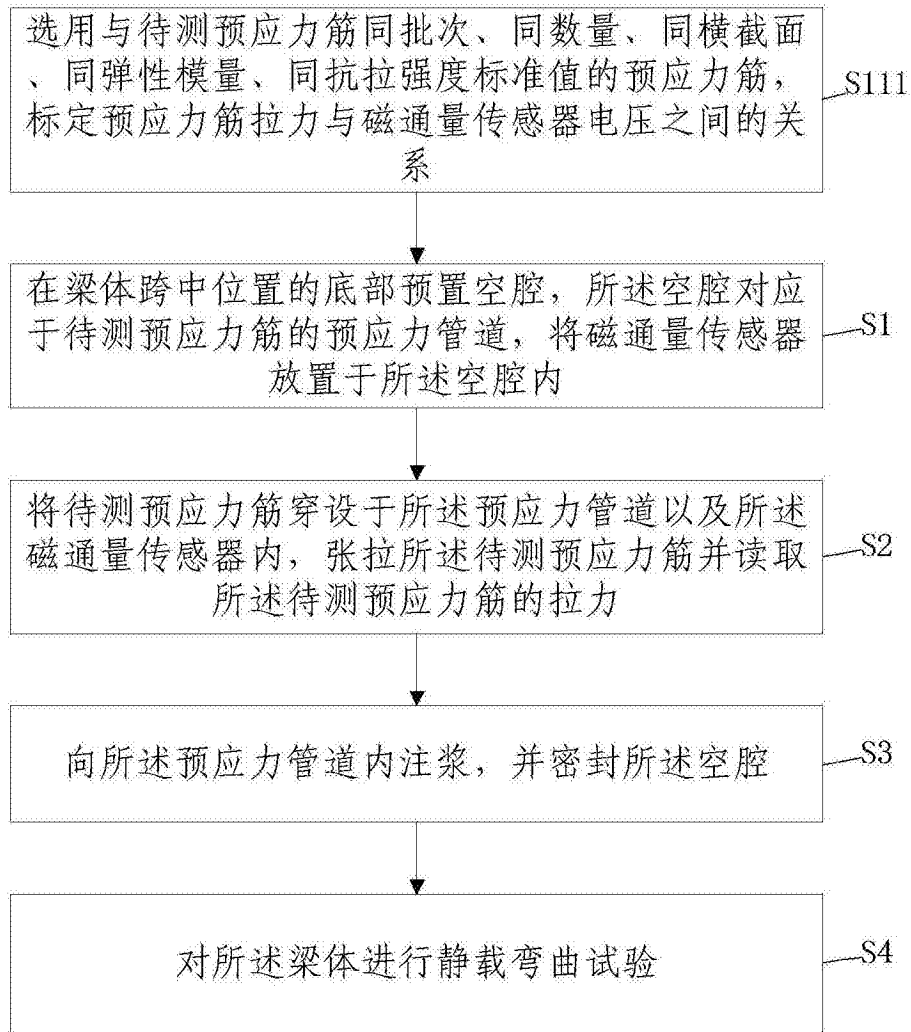


图8

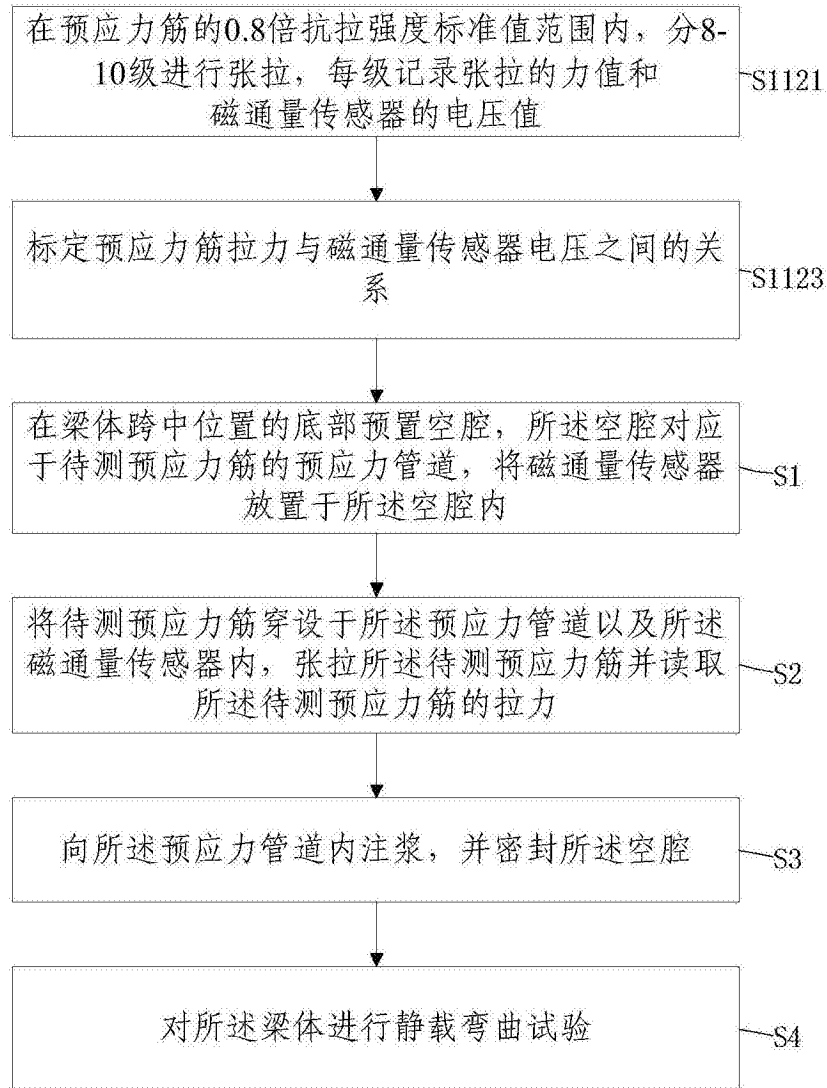


图9

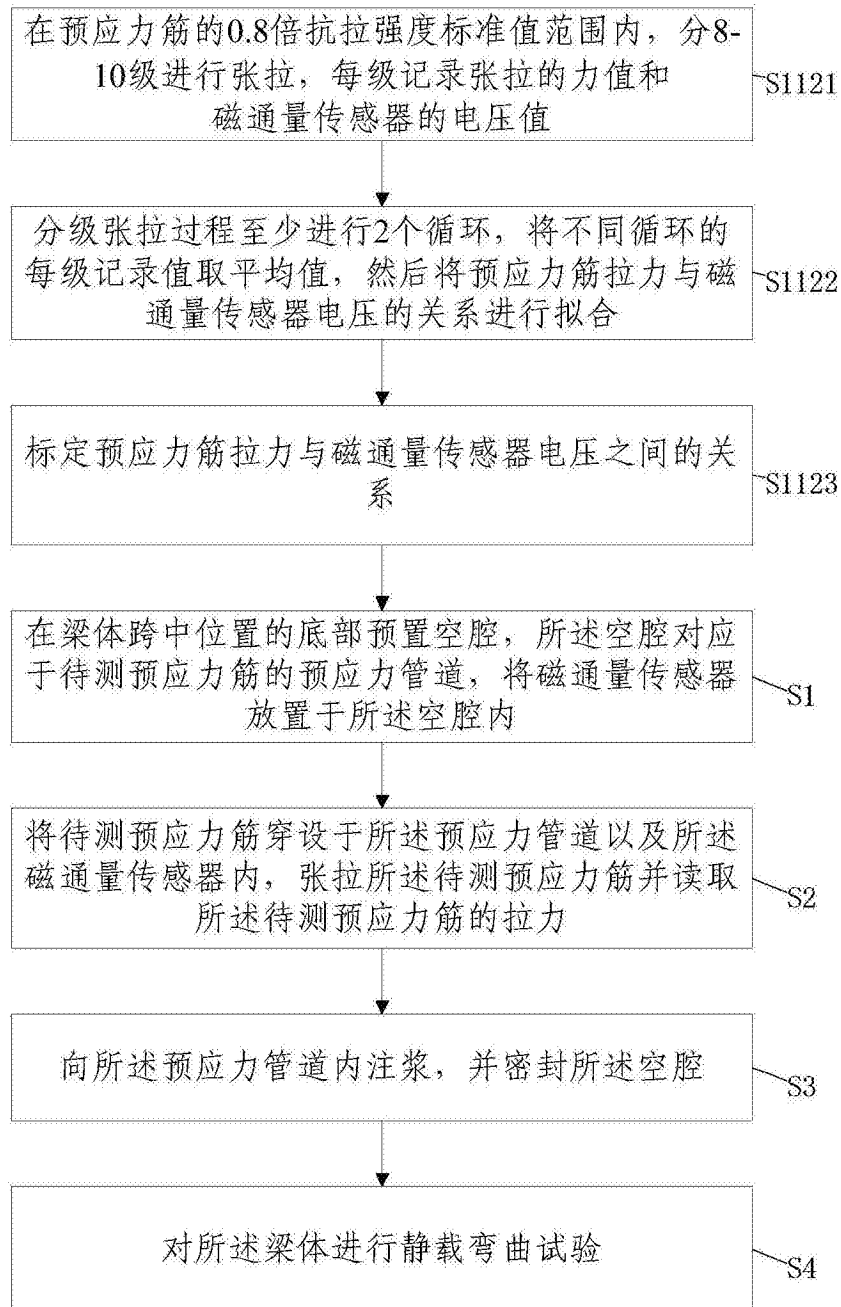


图10

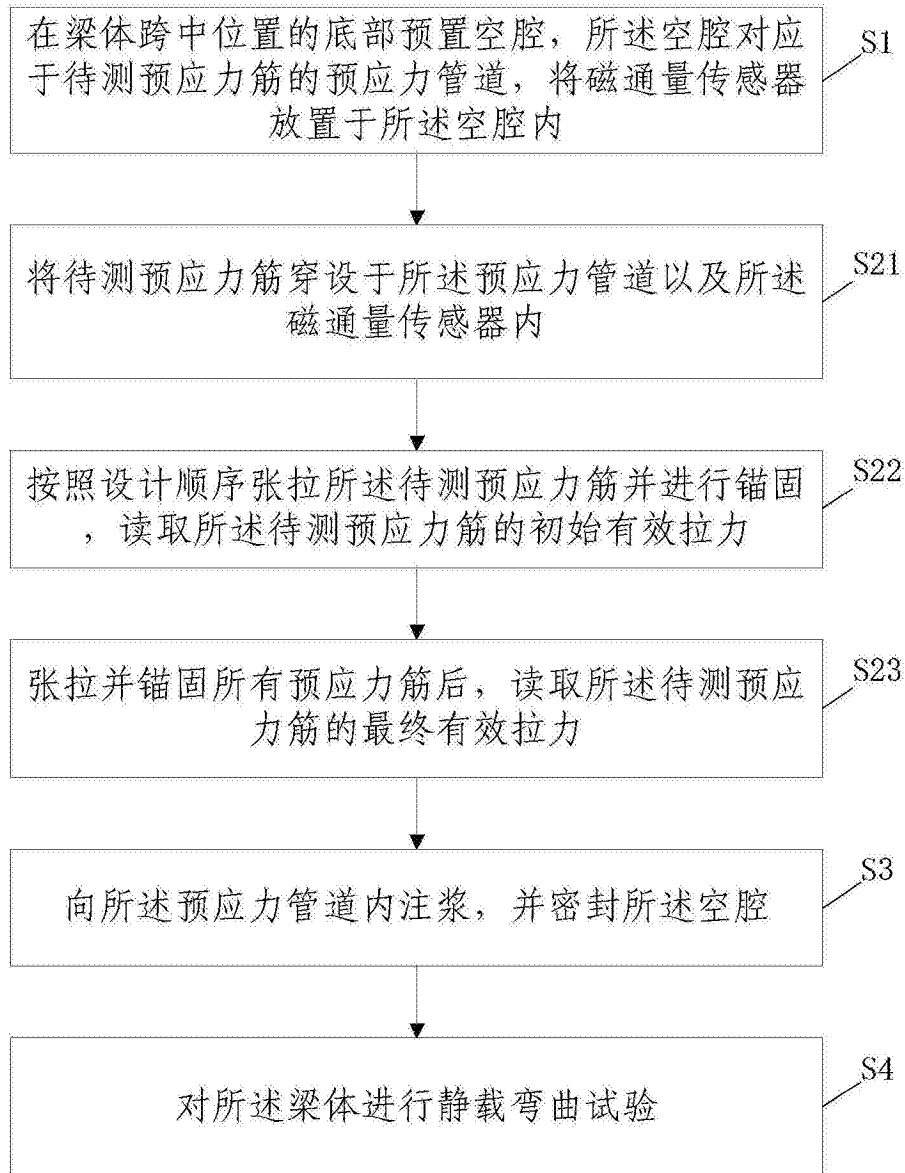


图11

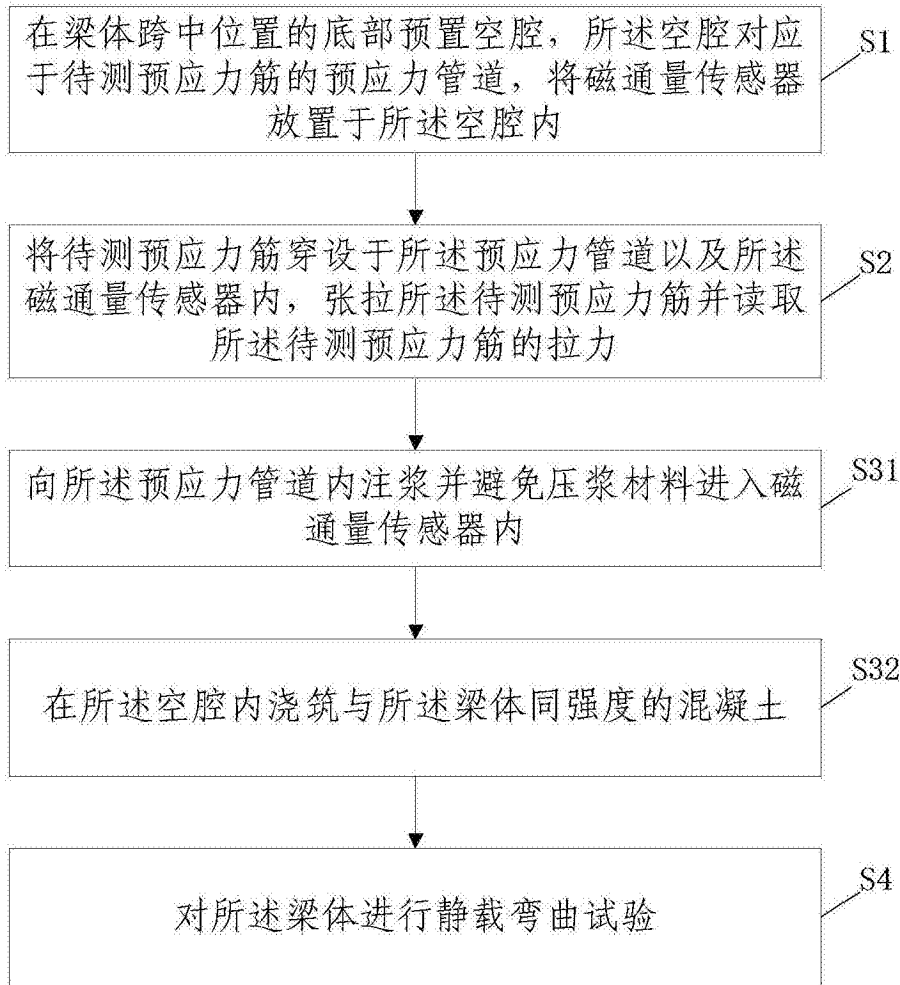


图12

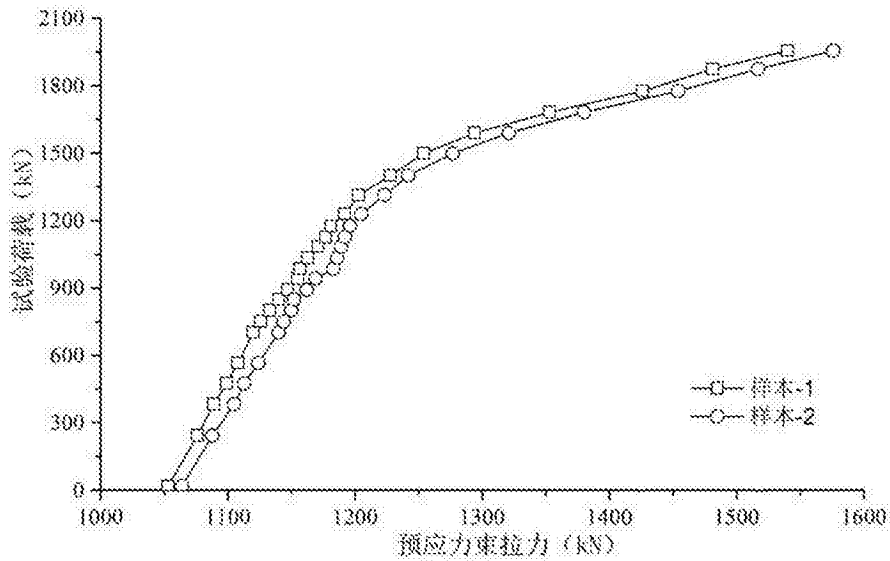


图13

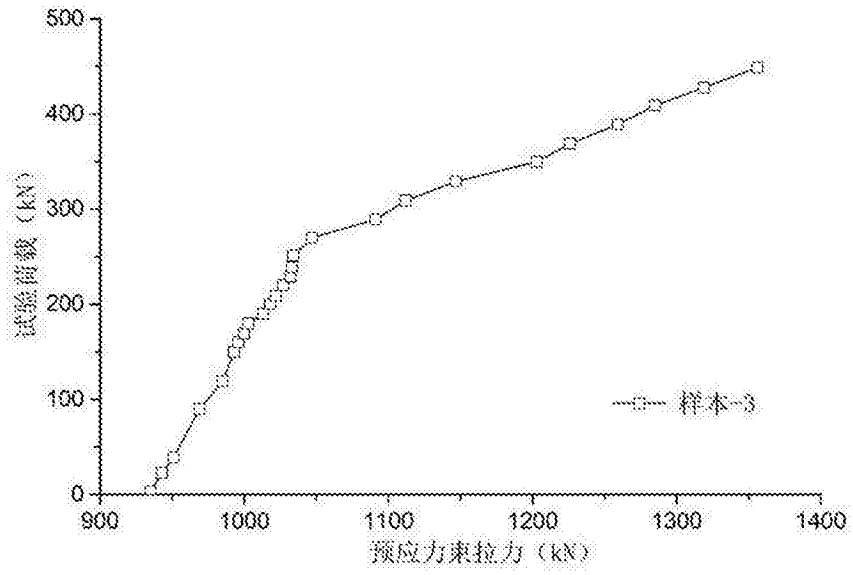


图14