



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105603876 B

(45)授权公告日 2017.12.15

(21)申请号 201510992925.3

(22)申请日 2015.12.24

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105603876 A

(43)申请公布日 2016.05.25

(73)专利权人 中国铁路总公司

地址 100844 北京市海淀区复兴路10号

专利权人 中国铁道科学研究院

中国铁道科学研究院铁道建筑研究所

河北益铁机电科技有限公司

(72)发明人 肖祥淋 马林 牛斌 苏永华

朱希同 杨心怡 叶剑波 刘凯辉

吴鑫

(74)专利代理机构 石家庄海天知识产权代理有限公司 13101

代理人 田文其

(51)Int.Cl.

E01D 21/00(2006.01)

E04G 21/12(2006.01)

G01L 5/00(2006.01)

E01D 101/28(2006.01)

审查员 邓旭

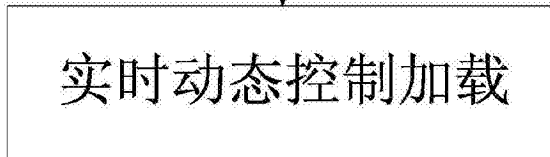
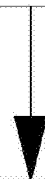
权利要求书5页 说明书14页 附图7页

(54)发明名称

混凝土桥梁预应力筋张拉力的动态实时监控方法及专用预应力施工系统

(57)摘要

本发明属于桥梁施工,特别是指一种混凝土桥梁预应力筋张拉力的动态实时监控方法及专用预应力施工系统。混凝土桥梁预应力筋张拉力的动态实时监控方法包括初始化、实时动态控制加载。预应力施工系统包括至少一组张拉装置,张拉装置包括液压站、换向阀组、千斤顶、A/D数据采集模块、PLC控制器、中央处理器、人机界面,直接测力、液压测力、预应力筋伸长量测量、摩阻试验及安防报警装置。本发明解决了现有技术存在的难于满足“以应力控制为主,伸长值做为校核”的双控要求,具有施工质量和施工安全能够得到有效保证,张拉过程中发现问题能够及时解决等优点。



1. 混凝土桥梁预应力筋张拉力的动态实时监控方法,其特征在于包括以下步骤:

A、初始化

A1、测力装置的初始化标定

与计量检定单位提供的标准测力仪和长度检测设备进行标定;

A2、初始参数的设置

按照标准规范要求,根据梁场所提供的数据预置包括预应力筋的长度、截面积、弹性模量、摩擦系数数据计算对应孔道的理论和实际伸长值、张拉力的参数;

B、实时动态控制加载

B1、启动系统通过液压油泵驱动千斤顶对预应力筋进行张拉,并通过系统各传感器实时采集千斤顶的实际张拉力值和预应力筋两端千斤顶的伸长值的数据;

B2、预应力筋的实测张拉力值、位移伸长值与理论张拉力值、伸长值进行实时比对;

将预应力筋的实际伸长值及预应力筋两端千斤顶的不同步率和偏差与预置参数进行实时比对,将预应力筋的实际张拉力值及预应力筋两端千斤顶的实测张拉力值的偏差与预设参数进行实时比对,并核对是否超过规范规定的参数误差范围;

所述的步骤B2中预应力筋的实测伸长值与理论伸长值动态实时比对的计算公式如下,其中:

张拉过程中的动态实测伸长值的计算公式为: $\Delta L' = \Delta L'_A + \Delta L'_B$

其中:

$\Delta L'$:张拉过程中该计算点的实测伸长值;

$\Delta L'_A$:张拉过程A端在该计算点的实测伸长值;

$\Delta L'_B$:张拉过程B端在该计算点的实测伸长值;

经过预初张的终张阶段动态实测计算伸长值的计算公式为:

$\Delta L' = \Delta L_{\text{预,初}} + (\Delta L'_A + \Delta L'_B)$

其中:

$\Delta L_{\text{预,初}}$:预、初张拉后的实测伸长值;

张拉过程中动态伸长值预警计算公式为:

动态偏差值 = $\frac{\Delta L' - \Delta L'_{\text{理论}}}{\Delta L'_{\text{理论}}} \times 100\% \leq n\%$

其中:

n:设定的报警值,如n>7报警;

$\Delta L'_{\text{理论}}$:张拉过程中该计算点的理论伸长值;

$\Delta L'_{\text{理论}} = \Delta L_{\text{理论}} \times \frac{F'}{P}$

F':张拉过程该计算点的实测张拉力,单位为KN;

P:控制张拉力,单位为KN;

B3、实时动态监测控制

B3-1、按照预置输入的包括预应力筋的长度、截面积、弹性模量、摩擦系数数据计算对应孔道的理论伸长值、张拉力的参数与张拉作业开始输入的张拉参数进行校核,参数不符后系统提示、防止开始阶段人为输入错误;

B3-2、张拉过程中系统自身将采集的实测张拉力值与千斤顶自身的液压力值实时比对,同时加入张拉过程中的位移伸长值曲线进行校核,防止因系统自身或人为操作以及个别传感器异常出现的问题从而导致的张拉质量事故的发生;

B3-3、张拉过程中监测到预应力筋的实测伸长值及预应力筋两端千斤顶的不同步率和偏差,实测张拉力值与千斤顶两端理论张拉力值的偏差超出规范规定范围;或因梁体管道不顺直、堵塞导致摩阻系数增大,梁体出现裂隙,预应力筋参数不符合要求原因造成预应力筋的伸长值与力值在实际张拉过程中不符合线性关系时,停止张拉并提示故障原因、解决问题后继续张拉;当监测到所有数据未超出规范规定范围,控制千斤顶对预应力筋继续张拉并实时监测相关技术参数直至完成张拉。

2. 根据权利要求1所述的混凝土桥梁预应力筋张拉力的动态实时监控方法,其特征在于所述预应力筋的理论伸长值为分段计算的叠加值,预应力筋理论伸长值按照如下公式计算:

$$\Delta L_{\text{理论}} = \Delta L_1 + \Delta L_2 \cdots + \Delta L_n + 2 \Delta L_{\text{锚外}}$$

其中:

$\Delta L_{\text{理论}}$: 预应力筋的理论伸长值;

$\Delta L_{\text{锚外}}$: 工作锚外受力区钢绞线伸长值;

$\Delta L_1, \Delta L_2 \cdots \Delta L_n$: 各分段预应力筋的理论伸长值;

各分段预应力筋理论伸长值按照如下公式计算:

$$\Delta L_n = \frac{P \times L_n}{A_p \times E_p} \times \frac{1 - e^{-(\mu_n \theta_n + k_n x_n)}}{\mu_n \theta_n + k_n x_n}$$

其中:

ΔL_n : 各分段预应力筋的理论伸长值;

P: 控制张拉力;

L_n : 预应力筋的分段长度;

A_p : 预应力筋的截面面积;

E_p : 预应力筋的弹性模量;

θ : 从张拉端至计算截面曲线孔道部分切线的夹角之和;

x : 从张拉端至计算截面的孔道长度;

k : 孔道每束局部偏差对摩擦的影响系数,管道弯曲及直线部分、全长均应考虑该影响;

μ : 预应力筋与孔道壁之间的磨擦系数,只在管道弯曲部分考虑该系数的影响;

工作锚外受力区钢绞线伸长值按照如下公式计算:

$$\Delta L_{\text{锚外}} = \frac{P \times L}{A_p \times E_p}$$

其中:

$\Delta L_{\text{锚外}}$: 工作锚外受力区钢绞线伸长值;

P: 控制张拉力;

L: 工作锚至工具锚长度;

A_p : 预应力筋的截面面积;

E_p : 预应力筋的弹性模量。

3. 根据权利要求1所述的混凝土桥梁预应力筋张拉力的动态实时监控方法,其特征在于在步骤B1中通过传感器实时采集的信号还包括液压站供、回油压力及液压站油箱内油温信号。

4. 根据权利要求1所述的混凝土桥梁预应力筋张拉力的动态实时监控方法,其特征在于所述预应力筋的实测伸长值为A端实测伸长值与B端实测伸长值之和:

实测伸长值按照如下公式计算: $\Delta L_{总} = \Delta L_A + \Delta L_B$

其中:

$\Delta L_{总}$: 实测伸长值;

ΔL_A : A端实测伸长值;

ΔL_B : B端实测伸长值;

预应力筋张拉的单端实测伸长值 ΔL 按照如下公式计算: $\Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2$

其中:

ΔL_1 : 初应力以下的推算伸长值,单位为mm,采用相邻级的伸长值计算;

ΔL_2 : 从初应力至最大张拉应力间的实测伸长值,单位为mm,若需分阶段张拉时则为各阶段实测伸长值之和;

其中:

$$\Delta L_1 = (L_1 - L_0) \times \frac{\sigma_{k0}}{\sigma_{k1} - \sigma_{k0}};$$

$\Delta L_2 = (L_1 - L_0) + (L_2 - L_1)$;

其中:

σ_{k0} : 初始应力;

σ_{k1} : 第一阶段控制应力;

σ_{con} : 100%控制应力;

ΔL : 单端实测伸长值;

L_0 : 施加应力到 σ_{k0} 的实测伸长值;

L_1 : 施加应力到 σ_{k1} 的实测伸长值;

L_2 : 施加应力到 σ_{con} 并持荷5分钟后的实测伸长值。

5. 根据权利要求1-4中任一项所述的混凝土桥梁预应力筋张拉力的动态实时监控方法专用预应力施工系统,该系统包括至少一组张拉装置,每组张拉装置包括液压站(5)、换向阀组(10)、千斤顶(16)、A/D数据采集模块(3)、PLC控制器(2)、中央处理器、人机界面(1),直接测力装置、液压测力装置、预应力筋伸长量测量装置、摩阻试验装置、安防报警装置,各组张拉装置中的PLC控制器通过数据线相互连接,通过Modbus协议RTU传输模式直接输入到中央处理器,中央处理器按预设计算方式计算后反馈给PLC控制器进行输出控制,由液压站(5)泵出的压力油经由换向阀组(10)输出到千斤顶(16),千斤顶(16)产生的压力信号经由A/D采集模块(3)传递给PLC控制器(2),PLC控制器(2)输出控制信号控制换向阀组(10),并输出到中央处理器及人机界面(1)进行显示;其特征直接测力装置中轮辐式传感器与千斤顶的连接装置包括由轮毂、轮箍(17)、轮辐、应变片、接线盒(18)构成的轮辐式传感器,轮毂中心沿轴向设有与桥梁预应力筋外形适配的通孔;与千斤顶(16)相邻的轮箍(17)端面

设有法兰盘(21),连接板(20)呈环状且与千斤顶(16)固定,连接板(20)与法兰盘(21)表面采用止口定位且二者沿轴向间隙配合。

6.根据权利要求5所述的混凝土桥梁预应力筋张拉力的动态实时监控方法专用预应力施工系统,其特征在于千斤顶(16)包括缸体(26)、滑动密封装配于缸体(26)内壁的活塞(25),开设于缸体(26)上且出口于活塞(25)两侧的出顶油口(29)及回顶油口(30),缸体(26)一端的内壁固定有丝盘(22),固定于缸体(26)内壁的导向套(24)外侧与活塞(25)内壁滑动密封装配,活塞(25)与丝盘(22)之间的缸体(26)内设有密封构件;其特征在于位于导向套(24)外侧的活塞(25)伸出端与穿心套(27)的一端部螺纹固定,穿心套(27)的另一端内壁固定有工具锚承载板(28)。

7.根据权利要求5或6中任一项所述的混凝土桥梁预应力筋张拉力的动态实时监控方法专用预应力施工系统,其特征在于位移伸长量测量装置包括千斤顶(16),与千斤顶活塞联动的位移传感器(36);其特征在于位移传感器(36)与千斤顶活塞同轴向设置、且其固定端与千斤顶(16)外部固定,位移传感器(36)的工作端通过挂板(44)弹性顶压于千斤顶活塞外表面。

8.根据权利要求5所述的混凝土桥梁预应力筋张拉力的动态实时监控方法专用预应力施工系统,其特征在于所述的法兰盘(21)与连接板(20)转动装配。

9.根据权利要求5所述的混凝土桥梁预应力筋张拉力的动态实时监控方法专用预应力施工系统,其特征在于与法兰盘(21)相邻的千斤顶(16)表面开设有与其适配的凹孔。

10.根据权利要求5所述的混凝土桥梁预应力筋张拉力的动态实时监控方法专用预应力施工系统,其特征在于所述的连接板(20)与千斤顶(16)通过螺钉(19)固定。

11.根据权利要求6所述的混凝土桥梁预应力筋张拉力的动态实时监控方法专用预应力施工系统,其特征在于所述的密封构件为密封卡装固定于出顶油口(29)与丝盘(22)之间的缸体(26)内壁表面的中间板(23)。

12.根据权利要求6所述的混凝土桥梁预应力筋张拉力的动态实时监控方法专用预应力施工系统,其特征在于导向套(24)与中间板(23)密封装配,导向套(24)的一端外侧设置的凸缘与中间板(23)内表面止口采用止口定位。

13.根据权利要求6所述的混凝土桥梁预应力筋张拉力的动态实时监控方法专用预应力施工系统,其特征在于所述的工具锚承载板(28)与穿心套(27)的另一端内壁螺纹固定。

14.根据权利要求7所述的混凝土桥梁预应力筋张拉力的动态实时监控方法专用预应力施工系统,其特征在于所述的位移传感器(36)由支撑构件轴向定位,支撑构件包括外套(34),间隔套装配于外套(34)内的内套(37);外套(34)两端分别插装于固定在千斤顶外表面的前固定座(39)及后固定座(43)内,位移传感器(36)的工作端与内套(37)后端盖上固定的位移传感器固定座(41)连接。

15.根据权利要求14所述的混凝土桥梁预应力筋张拉力的动态实时监控方法专用预应力施工系统,其特征在于所述的位移传感器(36)的固定端通过螺母(31)与后固定座(43)连接,位移传感器(36)的工作端通过螺钉与传感器固定座(41)连接。

16.根据权利要求14所述的混凝土桥梁预应力筋张拉力的动态实时监控方法专用预应力施工系统,其特征在于所述的内套(37)外表面与前固定座(39)外表面之间设有导向板(38)。

17. 根据权利要求14-16中任一项所述的混凝土桥梁预应力筋张拉力的动态实时监控方法专用预应力施工系统,其特征位于于位移传感器(36)外侧的前固定座(39)与后固定座(43)之间连接有拉簧(33),内套(37)后端设置的后档与外套(34)前端开设的止口采用止口定位,在内套(37)的后档与外套(34)的止口之间设有压簧(35)。

18. 根据权利要求17所述的混凝土桥梁预应力筋张拉力的动态实时监控方法专用预应力施工系统,其特征位于于所述的拉簧(33)一端通过第一弹簧座(32)与后固定座(43)连接,拉簧(33)另一端通过第二弹簧座(40)与挂板(15)及内套(37)后端盖连接为一体。

19. 根据权利要求17所述的混凝土桥梁预应力筋张拉力的动态实时监控方法专用预应力施工系统,其特征位于于所述的拉簧(33)及压簧(35)对称设置与于位移传感器(36)两侧。

混凝土桥梁预应力筋张拉力的动态实时监控方法及专用预应力施工系统

技术领域

[0001] 本发明属于桥梁施工,特别是指一种混凝土桥梁预应力筋张拉力的动态实时监控方法及专用预应力施工系统。

背景技术

[0002] 在我国高速铁路建设中,由于桥梁具有平顺性好、线路不易沉降、节省土地、运行安全等特点,在线路长度中占有了绝对的比例。而预应力混凝土式桥梁又具有抗裂能力强、抗渗性能好、刚度大、强度高、抗剪能力和抗疲劳性能好的特点,对节约钢材、减小结构截面尺寸、降低结构自重、防止开裂和减少挠度都十分有效,可以使桥梁结构设计得更为经济、轻巧与美观。

[0003] 随着预应力技术在现代桥梁建设中的应用,使得桥梁质量和性能均有了极大提高,且有效地提高了桥梁的经济效益和外观形态,同时也为促进我国桥梁建设发展起到了不可估量的作用。而在进行预应力技术建设时,必须对其精心设计才能将预应力技术的效果充分发挥,提高桥梁的质量和性能。因此桥梁预应力施工是保证桥梁结构安全和耐久性的关键工序。

[0004] 目前桥梁施工中预应力技术应用实际中还存在着一些较为严峻的问题,这些问题不仅影响到预应力施工的正常进行,同时还对桥梁的质量和性能产生了严重影响。桥梁施工质量直接反映为有效预应力质量,主要体现为预应力损失严重,有效预应力和不均匀度达不到设计要求。预应力损失严重导致梁体受弯受压、承载力降低、耐久度降低甚至出现梁体裂缝、断裂情况出现;预应力不足会导致后期使用中梁体下挠而开裂;预应力过度则会导致梁体后期徐变上拱致使线路不平顺甚至预应力筋断裂,直接关系到线路运营的安全。

[0005] 目前,铁路桥梁的预应力施工大多仍采用传统的人工操作油泵驱动千斤顶进行张拉,通过油表读数换算出张拉力、采用普通量具测量钢绞线的伸长值,施工数据人工记录并通过人工比对张拉力与伸长值的关系来执行预应力张拉的双控要求。由于施工过程中大量的人工干预因素,预施张拉力的随意性及离散性较大,所有数据只能在张拉完成后测取结果,张拉力控制精度低,缺乏有效的质量控制手段,难以实现预施应力准确控制,施工效率低。而近年来新发展的采用“智能张拉”设备施工的方式也是在供油端单点测量液压系统压力转换为张拉力的方式,其操作过程繁杂且测量精度低,难以保证张拉质量,后期仍可掺入大量的人工干预。更重要的是张拉设备也只是在张拉完成后知道结果,无法在整个张拉过程中进行控制。

[0006] 按照《铁路桥涵施工规范》(TB 10203-2002)中9.4.8条规定,预应力筋的预施应力应满足“以应力控制为主,伸长值做为校核”的要求,张拉力加载的整个过程中应进行预应力与伸长值动态校核。而以往的施工方式只能对最终张拉结果进行校核,若张拉过程中出现误操作或张拉力偏差较大,导致钢绞线滑丝、断丝,此时伸长值存在较大偏差,均无法通过伸长值的异常而及时发现险情,可造成预应力拉断、夹具弹出、梁端压溃等严重的施工或

人员安全事故。因此传统施工工艺难于满足“以应力控制为主,伸长值做为校核”的双控要求。

[0007] 同时,以往的“智能张拉”设备控制方式及工艺上存在的主要问题如下:一是硬件以单一传感器采集的液压压力替代实测张拉力或采集实测张拉力到达程序预设目标值为张拉加载动作终止的唯一条件,传感器检测点单一,不能自身进行校合,一旦传感器出现数据跳变或发生故障后设备张拉施工将出现严重问题;二是工艺方式上只是人为手动输入张拉力和伸长值,不能自己计算是否正常,输入错误也将影响张拉施工的结果;同时所有张拉的数据只能在张拉完成后系统计算产生结果,发现问题也无法弥补;三是张拉施工中可能出现钢绞线滑丝、断丝等情况,使得钢绞线当前张拉力与伸长量间的对应关系出现异常,不能及时发现该异常情况而继续张拉加载可造成钢绞线断裂、锚穴局部压溃,或预应力不足产生梁体竖向开裂影响结构安全和耐久性、造成运营安全隐患。因此,研制并实现可用于现场预应力施工作业的高精度、高智能、全过程的预应力自动张拉设备,在预应力筋张拉过程中实时进行张拉力与伸长值之间关系的动态判断,采用智能传感器直接测量张拉力及伸长量,采用液压油泵、千斤顶等输出张拉动力,通过智能控制进行连续张拉加载,直至实测张拉力到达目标值才终止张拉加载动作,能有效检测预应力施工各环节质量,具有较为显著的社会及经济效益。

发明内容

[0008] 本发明的目的在于提供一种混凝土桥梁预应力筋张拉力的动态实时监控方法及专用预应力施工系统,能够在预应力筋张拉过程中实时进行张拉力与伸长值之间关系的动态调控,从而达到在预应力筋张拉作业中准确施加预应力、提高张拉精确度及张拉速度的目的。

[0009] 本发明的整体技术解决方案是:

[0010] 混凝土桥梁预应力筋张拉力的动态实时监控方法,包括以下步骤:

[0011] A、初始化

[0012] A1、测力装置的初始化标定

[0013] 与计量检定单位提供的标准测力仪和长度检测设备进行标定;

[0014] A2、初始参数的设置

[0015] 按照标准规范要求,根据梁场所提供的数据预置包括预应力筋的长度、截面积、弹性模量、摩擦系数等数据计算对应孔道的理论和实际伸长值、张拉力的参数;

[0016] B、实时动态控制加载

[0017] B1、启动系统通过液压油泵驱动千斤顶对预应力筋进行张拉,并通过系统各传感器实时采集千斤顶的实际张拉力值和预应力筋两端千斤顶的伸长值的数据;

[0018] B2、预应力筋的实测张拉力值、位移伸长值与理论张拉力值、伸长值进行实时比对;

[0019] 将预应力筋的实际伸长值及预应力筋两端千斤顶的不同步率和偏差与预置参数进行实时比对,将预应力筋的实际张拉力值及预应力筋两端千斤顶的实测张拉力值的偏差与预设参数进行实时比对,并核对是否超过规范规定的参数误差范围;

[0020] B3、实时动态监测控制

[0021] B3-1、按照预置输入的包括预应力筋的长度、截面积、弹性模量、摩擦系数等数据计算对应孔道的理论伸长值、张拉力的参数与张拉作业开始输入的张拉参数进行校核,参数不符后系统提示、防止开始阶段人为输入错误;

[0022] B3-2、张拉过程中系统自身将采集的实测张拉力值与千斤顶自身的液压力值实时比对,同时加入张拉过程中的位移伸长值曲线进行校核,防止因系统自身或人为操作以及个别传感器异常出现的问题从而导致的张拉质量事故的发生;

[0023] B3-3、张拉过程中监测到预应力筋的实测伸长值及预应力筋两端千斤顶的不同步率和偏差,实测张拉力值与千斤顶两端理论张拉力值的偏差超出规范规定范围;或因梁体管道不顺直、堵塞导致摩阻系数增大,梁体出现裂隙,预应力筋参数不符合要求等原因造成预应力筋的伸长值与力值在实际张拉过程中不符合线性关系时,停止张拉并提示故障原因、解决问题后继续张拉;当监测到所有数据未超出规范规定范围,控制千斤顶对预应力筋继续张拉并实时监测相关技术参数直至完成张拉。

[0024] 混凝土桥梁预应力筋张拉力的动态实时监控方法专用预应力施工系统,包括至少两组张拉装置,每组张拉装置包括液压站、换向阀组、千斤顶、A/D采集模块、PLC控制器、人机界面,直接测力装置、预应力筋伸长量测量装置、摩阻试验装置、安防装置,各组张拉装置中的PLC控制器电连接,由液压站泵出的压力油经由换向阀组输出到千斤顶,千斤顶产生的压力信号经由A/D采集模块传递给PLC控制器,PLC控制器输出控制信号控制换向阀组的换向、并输出到人机界面进行显示;直接测力装置中轮辐式传感器与千斤顶的连接装置包括由轮毂、轮箍、轮辐、应变片、接线盒构成的轮辐式传感器,轮毂中心沿轴向设有与桥梁预应力筋外形适配的通孔;与千斤顶相邻的轮箍端面设有法兰盘,连接板呈环状且与千斤顶固定,连接板与法兰盘表面采用止口定位且二者沿轴向间隙配合。

[0025] 所述预应力筋的理论伸长值为分段计算的叠加值,预应力筋理论伸长值按照如下公式计算:

$$[0026] \quad \Delta L_{\text{理论}} = \Delta L_1 + \Delta L_2 \cdots + \Delta L_n + 2\Delta L_{\text{锚外}}$$

[0027] 其中:

[0028] $\Delta L_{\text{理论}}$: 预应力筋的理论伸长值;

[0029] $\Delta L_{\text{锚外}}$: 工作锚外受力区钢绞线伸长值;

[0030] $\Delta L_1, \Delta L_2 \cdots \Delta L_n$: 各分段预应力筋的理论伸长值;

[0031] 各分段预应力筋理论伸长值按照如下公式计算:

$$[0032] \quad \Delta L_n = \frac{P \times L_n}{A_p \times E_p} \times \frac{1 - e^{-\left(\mu_n \theta_n + k_n x_n\right)}}{\mu_n \theta_n + k_n x_n}$$

[0033] 其中:

[0034] ΔL_n : 各分段预应力筋的理论伸长值;

[0035] P: 控制张拉力;

[0036] L_n : 预应力筋的分段长度;

[0037] A_p : 预应力筋的截面面积;

[0038] E_p : 预应力筋的弹性模量;

[0039] θ : 从张拉端至计算截面曲线孔道部分切线的夹角之和;

- [0040] x:从张拉端至计算截面的孔道长度;
- [0041] k:孔道每束局部偏差对摩擦的影响系数,管道弯曲及直线部分、全长均应考虑该影响;
- [0042] μ :预应力筋与孔道壁之间的磨擦系数,只在管道弯曲部分考虑该系数的影响;
- [0043] 工作锚外受力区钢绞线伸长值按照如下公式计算:

$$[0044] \quad \Delta L_{\text{锚外}} = \frac{P \times L}{A_p \times E_p}$$

[0045] 其中:

[0046] $\Delta L_{\text{锚外}}$:工作锚外受力区钢绞线伸长值;

[0047] P:控制张拉力;

[0048] L:工作锚至工具锚长度;

[0049] A_p :预应力筋的截面面积;

[0050] E_p :预应力筋的弹性模量。

[0051] 在步骤B1中通过传感器实时采集的信号还包括液压站供、回油压力及液压站油箱内油温信号。

[0052] 所述预应力筋的实测伸长值为A端实测伸长值与B端实测伸长值之和:

[0053] 实测伸长值按照如下公式计算: $\Delta L_{\text{总}} = \Delta L_A + \Delta L_B$

[0054] 其中:

[0055] $\Delta L_{\text{总}}$:实测伸长值;

[0056] ΔL_A :A端实测伸长值;

[0057] ΔL_B :B端实测伸长值;

[0058] 预应力筋张拉的单端实测伸长值 ΔL 按照如下公式计算: $\Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2$

[0059] 其中:

[0060] ΔL_1 :初应力以下的推算伸长值,单位为mm,可采用相邻级的伸长值计算;

[0061] ΔL_2 :从初应力至最大张拉应力间的实测伸长值,单位为mm,若需分阶段张拉时则为各阶段实测伸长值之和;

[0062] 其中:

$$[0063] \quad \Delta L_1 = (L_1 - L_0) \times \frac{\sigma_{k0}}{\sigma_{k1} - \sigma_{k0}};$$

[0064] $\Delta L_2 = (L_1 - L_0) + (L_2 - L_1)$;

[0065] 其中:

[0066] σ_{k0} :初始应力;

[0067] σ_{k1} :第一阶段控制应力;

[0068] σ_{con} :100%控制应力;

[0069] ΔL :单端实测伸长值;

[0070] L_0 :施加应力到 σ_{k0} 的实测伸长值;

[0071] L_1 :施加应力到 σ_{k1} 的实测伸长值;

[0072] L_2 :施加应力到 σ_{con} 并持荷5分钟后的实测伸长值。

[0073] 所述预应力筋的实测伸长值与理论伸长值动态实时比对的计算公式如下,其中:

[0074] 张拉过程中的动态实测伸长值的计算公式为: $\Delta L' = \Delta L'_A + \Delta L'_B$

[0075] 其中:

[0076] $\Delta L'$:张拉过程中该计算点的实测伸长值;

[0077] $\Delta L'_A$:张拉过程A端在该计算点的实测伸长值;

[0078] $\Delta L'_B$:张拉过程B端在该计算点的实测伸长值;

[0079] 经过预初张的终张阶段动态实测计算伸长值的计算公式为:

[0080] $\Delta L' = \Delta L_{\text{预、初}} + (\Delta L'_A + \Delta L'_B)$

[0081] 其中:

[0082] $\Delta L_{\text{预、初}}$:预、初张拉后的实测伸长值;

[0083] 张拉过程中动态伸长值预警计算公式为:

[0084] 动态偏差值 = $\frac{\Delta L' - \Delta L'_{\text{理论}}}{\Delta L'_{\text{理论}}} \times 100\% \leq n\%$

[0085] 其中:

[0086] n:设定的报警值,如n>7%报警;

[0087] $\Delta L'_{\text{理论}}$:张拉过程中该计算点的理论伸长值;

[0088] $\Delta L'_{\text{理论}} = \Delta L_{\text{理论}} \times \frac{F'}{P}$

[0089] F':张拉过程该计算点的实测张拉力,单位为KN;

[0090] P:控制张拉力,单位为KN。

[0091] 为便于传感器的旋转,避免因传感器出线在短距离内产生折弯的问题,优选的技术方案是,所述的法兰盘与连接板转动装配。

[0092] 为缩短安装距离,实现安装紧凑的目的,优选的技术方案是,与法兰盘相邻的千斤顶表面开设有与其适配的凹孔。

[0093] 连接板与千斤顶的固定方式可以选用多种现有可拆式固定的方式进行,均不脱离本发明的技术实质,其中包括但不限于采用螺栓固定、螺钉固定等。优选的技术方案是连接板与千斤顶通过螺钉固定。

[0094] 千斤顶包括缸体、滑动密封装配于缸体内壁的活塞,开设于缸体上且出口于活塞两侧的出顶油口及回顶油口,缸体一端的内壁固定有丝盘,固定于缸体内壁的导向套外侧与活塞内壁滑动密封装配,活塞与丝盘之间的缸体内设有密封构件;位于导向套外侧的活塞伸出端与穿心套的一端部螺纹固定,穿心套的另一端内壁固定有工具锚承载板。

[0095] 密封构件的主要作用是实现出顶油口与丝盘之间的密封,优选的实施方式是,所述的密封构件为密封卡装固定于出顶油口与丝盘之间的缸体内壁表面的中间板。

[0096] 导向套的主要作用是提供有效支撑且形成密闭腔室供高压油工作,为简化结构且保证导向套的有效定位,优选的技术实现方式是,导向套与中间板密封装配,导向套的一端外侧设置的凸缘与中间板内表面止口采用止口定位。

[0097] 工具锚承载板是用于安装工具锚,其中较为优选的安装方式是,工具锚承载板与穿心套的另一端内壁螺纹固定。

[0098] 位移伸长量测量装置包括千斤顶,与千斤顶活塞联动的位移传感器。

[0099] 可以显而易见的是,位移传感器可以选用套管式、拉线式等多种结构的现有位移传感器实现,位移数据的读取是将位移传感器输出后通过模数转换单元等现有方式输出至显示仪表上,因其属于现有技术,申请人在此对其结构及工作方式不再赘述。

[0100] 所述的位移传感器由支撑构件轴向定位,支撑构件包括外套,间隔套装配于外套内的内套;外套两端分别插装于固定在千斤顶外表面的前固定座及后固定座内,位移传感器的工作端与内套后端盖上固定的位移传感器固定座连接。

[0101] 位移传感器的固定端与工作端的连接可以采用多种现有的固定方式,其中较为常见且优选的实施方式是,所述的位移传感器的固定端通过螺母与后固定座连接,位移传感器的工作端通过螺钉与传感器固定座连接。

[0102] 为实现对内套的轴向支撑,且减少内套与前固定座之间的滑动摩擦,优选的实施方式是,所述的内套外表面与前固定座外表面之间设有导向板。

[0103] 为确保位移传感器与千斤顶活塞的同步动作,优选的技术实现方式是,位于位于位移传感器外侧的前固定座与后固定座之间连接有拉簧,内套后端设置的后档与外套前端开设的止口采用止口定位,在内套的后档与外套的止口之间设有压簧。

[0104] 拉簧及压簧的安装可以采用多种现有技术实现,其功能应以满足挂板与千斤顶活塞表面的弹性顶压以及位移传感器工作端的自复位为准。其中较为优选的技术实现方式是,拉簧一端通过第一弹簧座与后固定座连接,拉簧另一端通过第二弹簧座与挂板及内套后端盖连接为一体。拉簧及压簧对称设置与位移传感器两侧。

[0105] 申请人通过室内试验、现场试用的手段对本发明技术效果进行试验验证。符合《公路桥涵施工技术规范》(JTJ/T F50-2011)中第7.6.3条及附录C1的规定。

[0106] 引规范内容如下:

[0107] 7.6.3对预应力筋施加预应力时,应符合下列规定:

[0108] 4、预应力筋的理论伸长值 ΔL_L (mm)可按式(7.6.3-1)计算:

$$[0109] \quad \Delta L_L = \frac{P_p L}{A_p E_p}$$

[0110] (7.6.3-1)

[0111] 式中: P_p ——预应力筋的平均张拉力(N),直线筋取张拉端的拉力;两端张拉的曲线筋,计算方法见本规范附录C1;

[0112] L ——预应力筋的长度(mm);

[0113] A_p ——预应力筋的截面积(mm^2);

[0114] E_p ——预应力筋的弹性模量(N/mm^2)

[0115] 5、预应力筋张拉时,应先调整到初始应力 σ_0 ,该初应力宜为张拉控制应力 σ_{con} 的10%-25%,伸长值应从初应力时开始量测。预应力筋的实际伸长值除量测的伸长值外,尚应加上初应力以下的推算伸长值。预应力筋张拉的实际伸长值 ΔL_s (mm)可按式(7.6.3-2)计算:

$$[0116] \quad \Delta L_s = \Delta L_1 + \Delta L_2$$

[0117] (7.6.3-2)

[0118] 式中: ΔL_1 ——从初应力至最大张拉应力间的实测伸长值(mm);

[0119] ΔL_2 ——初应力以下的推算伸长值(mm),可采用相邻级的伸长值。

[0120] 4条文中式(7.6.3-1)及附录式(C1)为后张法预应力筋张拉理论伸长值的精确计算公式,公式中考虑了孔道局部偏差的摩阻影响和曲线孔道的摩阻影响。当预应力筋为直线且无摩阻影响时, $P_p=P$, L 为预应力筋长度,得公式 $\Delta L_L=PL/(A_p E_p)$;对由多曲线组成的曲线预应力筋,或由直线与曲线混合组成的预应力筋,其伸长值宜分段计算,然后叠加。

[0121] 附录C1预应力筋平均张拉力的计算

[0122] 预应力筋平均张拉力应按下式计算:

$$[0123] \quad P_p = \frac{P(1 - e^{-(kx + \mu\theta)})}{kx + \mu\theta} \quad (C1)$$

[0124] P_p ——预应力筋平均张拉力(N);

[0125] P ——预应力筋张拉端的张拉力(N);

[0126] x ——从张拉端至计算截面的孔道长度(m);

[0127] θ ——从张拉端至计算截面曲线孔道部分切线的夹角之和(rad);

[0128] k ——孔道每米局部偏差对摩擦的影响系数,参见表C1;

[0129] μ ——预应力筋与孔道壁的摩擦系数,参见表C1。

[0130] 注:当预应力筋为直线时 $P_p=P$ 。

[0131] 室内试验主要从设备控制性能、荷载准确性能、加载重复性能、偏载性能、以及高低温性能5个方面进行了考核验证:

[0132] 1、控制性能方面,示值与预设值的偏差在0.3%以内。设备反映灵敏、控制精准。

[0133] 2、荷载准确性能方面,输出荷载与实际荷载的偏差在0.9%以内,即预施荷载准确可靠。

[0134] 3、加载重复性能方面,所衡量的试验标准差仅为0.14%,重复性良好、耐久可靠。

[0135] 4、偏载性能方面,偏载系数最大值为0.44%,表明了荷载计量准确可靠、适应实际情况。

[0136] 5、高低温性能方面,-25℃±50℃环境下,设备均能正常工作。

[0137] 本发明在郑徐客专、石济客专、京沈客专铁路共6个预制梁场进行了现场试用试验,结果表明:本发明可实现全过程一键式自动张拉,精确调控张拉力,数据自动采集、图表分析,张拉力与伸长值的实时监测、动态调控;确保了预应力的张拉质量和施工安全。另外,自动张拉设备可节约50%的人力成本,自动化连续操控可最大程度的提高张拉作业效率。因此,可产生显著的社会、经济效益。

[0138] 张拉力、伸长值的实时监测和动态分析如下表所示:

[0139]

桥梁类型: 直线 32 米 张拉工艺: 20% (30S) —100% (300S) 启动 返回 生产编号: 111-1-0006-42 张拉阶段: 100% 张拉状态: 持荷 242 秒									
钢束 编号	千斤 顶	张拉力 (KN)				伸长值 (mm)			
		理论	实测	偏差 (%)	速度 (kn/s)	理论	实测	偏差 (≤6%)	不同步率 (≤5%)
N2 左	A1	1812	1811	0.0	15.1	208.0	130.3	4.6	-0.5
	B1		1811	0.0	14.5		129.5		
N2 右	A2	1812	1808	-0.2	14.5	208.0	130.4	4.6	0.7
	B2		1807	-0.2	15.0		127.3		

[0140] 本发明所取得的实质性特点和显著的技术进步在于:

[0141] 1、本发明采用传感技术和自动控制技术,实现张拉过程的自动化控制,对张拉力、伸长值等数据进行自动采集和智能分析,彻底解决了人工不利因素的影响,明显提高了施工质量;尤其在整個张拉过程中,对钢绞线张拉力、伸长值的实时监测和动态判别技术,杜绝了张拉施工事故和经济损失,确保了施工质量和施工安全,真正实现了“以应力控制为主,伸长值做为校核。”的双控标准。

[0142] 2、施工安全:预应力张拉过程中,以实测张拉力值计算出与之对应的理论伸长值,以实测位移计算出实际伸长值;通过定义判断规则,过程中对预应力筋伸长量理论值与实际值的进行动态判断,当伸长值出现异常,可自动报警并停止张拉作业。

[0143] 张拉中由预设参数错误,钢绞线滑丝、断丝等情况可引起伸长值的异常,本发明可第一时间发出预警并停止张拉,技术人员可通过实测数据和现场排查,查找原因并及时整改。一方面,彻底避免了超张拉引起的钢绞线断裂、梁端局部压溃、锚夹具弹出伤人等施工安全事故;另一方面,彻底避免了因欠张拉引起的预应力度较低因素所造成的运营阶段产生梁体变形、竖向开裂,严重影响桥梁结构的耐久性和行车安全性的事故隐患。

[0144] 3、预应力质量:本发明可有效避免超张拉或欠张拉现象,解决预应力张拉结果高离散度问题,使桥梁的预施张拉力得到准确施加,预应力质量得到有效控制。

[0145] 4、经济效益:本发明有效实现了张拉过程动态控制,由于能够及时发现异常情况,排查原因后采取相应整改措施,将异常情况在早期得以解决,可完全避免桥梁损坏、人身伤亡等施工事故造成的巨大经济损失。

[0146] 5、结构设计

[0147] 5-1、直接测力装置中轮辐式传感器与千斤顶的连接装置

[0148] 5-1-1、除具有专利号为ZL201320154096.8的实用新型专利的有益效果外,因为采用连接板压于传感器轮箍端面的法兰盘上的结构设计,当施工时传感器承受来自轴向的压力时,由于法兰盘与连接板之间存在间隙,连接板及紧固件并未给传感器增加额外的力,避免了现有技术中因螺钉固定传感器引起的数据误差的问题,传感器精确度更高,测量更准确。

[0149] 5-1-2、轮辐传感器在周向可旋转360°,便于传感器线缆与钢绞线伸长量保护装置

进行统一保护,施工过程中传感器线缆不易损坏,降低了张拉过程中力传感器传输信号失灵的可能性,确保了张拉施工的安全顺利进行,同时可以实现可以准确对位,结构更加合理。

[0150] 5-1-3、由于在千斤顶上开设有与法兰盘对应的凹孔,传感器与现有技术相比较,尺寸更小且安装结构更紧凑。

[0151] 5-2千斤顶

[0152] 5-2-1、采用缸体固定、活塞伸出的方式,可以安装自动测量位移工装,位移测量准确,有效解决了了现有内卡式千斤顶因活塞固定、缸体伸出时缸体旋转对位移测量产生影响的问题。

[0153] 5-2-2、在保证工作锚外钢绞线长度短的基础上,活塞伸出端远离梁侧,有效提高了位移工装的使用寿命。

[0154] 5-3、预应力筋伸长量测量装置

[0155] 克服了现有技术进行位移测量时,卡板与千斤顶环形槽的接触点不一而产生的测量误差,适用范围广(适用于现有的穿心式千斤顶),活塞不需专门加工环形槽,测量精度高,测量方法简单。

附图说明

[0156] 本发明的附图有:

[0157] 图1是本发明的控制方法流程图。

[0158] 图2是本发明中自动张拉系统结构原理图。

[0159] 图3是本发明中测力传感器与千斤顶连接结构示意图。

[0160] 图4是本发明中的千斤顶结构示意图。

[0161] 图5是本发明张拉系统中预应力筋伸长量测量装置结构示意图。

[0162] 图6是图5的俯视图。

[0163] 图7是位移传感器及测力传感器的安装结构示意图。

[0164] 附图中的附图标记如下:

[0165] 1、人机界面;2、PLC控制器;3、A/D采集模块;4、力显示仪表;5、液压站;6、加热器;7、温度传感器;8、风扇;9、液压油路;10、换向阀组;11、液压传感器;12、位移传感器;13、测力传感器;14、温度模块;15、平板电脑;16、千斤顶;17、轮箍;18、接线盒;19、螺钉;20、连接板;21、法兰盘;22、丝盘;23、中间板;24、导向套;25、活塞;26、缸体;27、穿心套;28、工具锚承载板;29、出顶油口;30、回顶油口;31、螺母;32、第一弹簧座;33、拉簧;34、外套;35、压簧;36、位移传感器;37、内套;38、导向板;39、前固定座;40、第二弹簧座;41、位移传感器固定座;16、千斤顶;42、螺钉;43、后固定座;44、挂板。

具体实施方式

[0166] 以下结合实施例对本发明作进一步描述,但不作为对本发明的限定,本发明的保护范围以权利要求记载的内容为准,任何依据说明书所作出的等效技术手段替换,均不脱离本发明的保护范围。

[0167] 本实施例由两组张拉装置构成,即A主和A从与B主和B从,分为两组分别设置于被

张拉梁的两端,如图2所示。两组张拉装置的结构组成、工作原理以及对预应力筋张拉力的动态实时监控方法完全相同,现仅以其中一组A主与B主为例进行说明。每组张拉装置包括液压站5、换向阀组10、千斤顶16、A/D数据采集模块3、PLC控制器2、中央处理器、人机界面1,直接测力装置、液压测力装置、预应力筋伸长量测量装置、摩阻试验装置、安防报警装置,各组张拉装置中的PLC控制器通过数据线相互连接,通过Modbus协议RTU传输模式直接输入到中央处理器,中央处理器按预设计算方式计算后反馈给PLC控制器进行输出控制,由液压站5泵出的压力油经由换向阀组10输出到千斤顶16,千斤顶16产生的压力信号经由A/D采集模块3传递给PLC控制器2,PLC控制器2输出控制信号控制换向阀组10,并输出到中央处理器及人机界面1进行显示;直接测力装置中轮辐式传感器与千斤顶的连接装置包括由轮毂、轮箍17、轮辐、应变片、接线盒18构成的轮辐式传感器,轮毂中心沿轴向设有与桥梁预应力筋外形适配的通孔;与千斤顶16相邻的轮箍17端面设有法兰盘21,连接板20呈环状且与千斤顶16固定,连接板20与法兰盘21表面采用止口定位且二者沿轴向间隙配合。

[0168] 首先PLC控制器2通过测力传感器13采集两千斤顶16的实际张拉力值,并由PLC控制器2对其进行计算,当计算出的实际张拉力小于中央处理器内程序设定的理论张拉力值时,即采集的测力传感器13的电信号小于PLC控制器2内部设定的电信号,PLC控制器2输出控制信号控制换向阀组10进行对应的加载动作,即装配在对应梁两端的千斤顶16同时进行出顶张拉作业。与此同时PLC控制器2通过两位移传感器12采集千斤顶16出顶的位移量,并由PLC控制器2对其加工处理比对,即按照程序预设的位移差值进行比较,在小于预设位移差值时,千斤顶16两端继续出顶动作;等于位移差值时,位移值大的一端千斤顶16停止,另一端千斤顶16继续出顶。当其中一个千斤顶16的出顶值达到预设目标位移值时,实测张拉力值却低于设定的张拉力值,且位移偏差值小于设定值时,PLC控制器2输出控制信号驱动换向阀组10打开,将千斤顶16向前移动,张拉力增大,使测力传感器13应变电阻两端电压增大,趋于理论值;而在施加张拉力过程中,当位移偏差等于设定值时,系统停止动作同时报警提示,需经人为解决问题后,继续张拉到理论值;当实测张拉力值与设定张拉力值一致时,PLC控制器2不输出信号,千斤顶16不动,换向阀组10处于关闭状态,系统相对平衡进入持荷阶段;持荷阶段PLC控制器2实时读取各测力传感器13的力信号,小于设定值时进行点动补压,保证张拉力一直趋于理论值,直至持荷时间结束。同时在整个张拉过程中,PLC控制器2实时通过采集液压传感器11的压力信号,即监测液压站的供、回油压力。并通过PLC进行计算,将压强值转换为压力值与之对应通道的测力张拉力值进行比较,并进行实时比对,确保整套设备的安全运行。对组成上述系统各部的构成及动态实时监控方法的进一步描述如下:

[0169] 混凝土桥梁预应力筋张拉力的动态实时监控方法,包括以下步骤:

[0170] A、初始化

[0171] A1、测力装置的初始化标定

[0172] 与计量检定单位提供的标准测力仪和长度检测设备进行标定;

[0173] A2、初始参数的设置

[0174] 按照标准规范要求,根据梁场所提供的数据预置包括预应力筋的长度、截面积、弹性模量、摩擦系数等数据计算对应孔道的理论和实际伸长值、张拉力的参数;

[0175] B、实时动态控制加载

[0176] B1、启动系统通过液压油泵驱动千斤顶对预应力筋进行张拉,并通过系统各传感器实时采集千斤顶的实际张拉力值和预应力筋两端千斤顶的伸长值的数据;

[0177] B2、预应力筋的实测张拉力值、位移伸长值与理论张拉力值、伸长值进行实时比对;

[0178] 将预应力筋的实际伸长值及预应力筋两端千斤顶的不同步率和偏差与预置参数进行实时比对,将预应力筋的实际张拉力值及预应力筋两端千斤顶的实测张拉力值的偏差与预设参数进行实时比对,并核对是否超过规范规定的参数误差范围;

[0179] B3、实时动态监测控制

[0180] B3-1、按照预置输入的包括预应力筋的长度、截面积、弹性模量、摩擦系数等数据计算对应孔道的理论伸长值、张拉力的参数与张拉作业开始输入的张拉参数进行校核,参数不符后系统提示、防止开始阶段人为输入错误;

[0181] B3-2、张拉过程中系统自身将采集的实测张拉力值与千斤顶自身的液压力值实时比对,同时加入张拉过程中的位移伸长值曲线进行校核,防止因系统自身或人为操作以及个别传感器异常出现的问题从而导致的张拉质量事故的发生;

[0182] B3-3、张拉过程中监测到预应力筋的实测伸长值及预应力筋两端千斤顶的不同步率和偏差,实测张拉力值与千斤顶两端理论张拉力值的偏差超出规范规定范围;或因梁体管道不顺直、堵塞导致摩擦系数增大,梁体出现裂隙,预应力筋参数不符合要求等原因造成预应力筋的伸长值与力值在实际张拉过程中不符合线性关系时,停止张拉并提示故障原因、解决问题后继续张拉;当监测到所有数据未超出规范规定范围,控制千斤顶对预应力筋继续张拉并实时监测相关技术参数直至完成张拉。

[0183] 所述预应力筋的理论伸长值为分段计算的叠加值,预应力筋理论伸长值按照如下公式计算:

$$[0184] \quad \Delta L_{\text{理论}} = \Delta L_1 + \Delta L_2 \cdots + \Delta L_n + 2\Delta L_{\text{锚外}}$$

[0185] 其中:

[0186] $\Delta L_{\text{理论}}$:预应力筋的理论伸长值;

[0187] $\Delta L_{\text{锚外}}$:工作锚外受力区钢绞线伸长值;

[0188] $\Delta L_1, \Delta L_2 \cdots \Delta L_n$:各分段预应力筋的理论伸长值;

[0189] 各分段预应力筋理论伸长值按照如下公式计算:

$$[0190] \quad \Delta L_n = \frac{P \times L_n}{A_p \times E_p} \times \frac{1 - e^{-(\mu_n \theta_n + k_n x_n)}}{\mu_n \theta_n + k_n x_n}$$

[0191] 其中:

[0192] ΔL_n :各分段预应力筋的理论伸长值;

[0193] P:控制张拉力;

[0194] L_n :预应力筋的分段长度;

[0195] A_p :预应力筋的截面面积;

[0196] E_p :预应力筋的弹性模量;

[0197] θ :从张拉端至计算截面曲线孔道部分切线的夹角之和;

[0198] x:从张拉端至计算截面的孔道长度;

[0199] k:孔道每束局部偏差对摩擦的影响系数,管道弯曲及直线部分、全长均应考虑该影响;

[0200] μ :预应力筋与孔道壁之间的摩擦系数,只在管道弯曲部分考虑该系数的影响;

[0201] 工作锚外受力区钢绞线伸长值按照如下公式计算:

$$[0202] \quad \Delta L_{\text{锚外}} = \frac{P \times L}{A_p \times E_p}$$

[0203] 其中:

[0204] $\Delta L_{\text{锚外}}$:工作锚外受力区钢绞线伸长值;

[0205] P:控制张拉力;

[0206] L:工作锚至工具锚长度;

[0207] A_p :预应力筋的截面面积;

[0208] E_p :预应力筋的弹性模量。

[0209] 在步骤B1中通过传感器实时采集的信号还包括液压站供、回油压力及液压站油箱内油温信号。

[0210] 所述预应力筋的实测伸长值为A端实测伸长值与B端实测伸长值之和:

[0211] 实测伸长值按照如下公式计算: $\Delta L_{\text{总}} = \Delta L_A + \Delta L_B$

[0212] 其中:

[0213] $\Delta L_{\text{总}}$:实测伸长值;

[0214] ΔL_A :A端实测伸长值;

[0215] ΔL_B :B端实测伸长值;

[0216] 预应力筋张拉的单端实测伸长值 ΔL 按照如下公式计算: $\Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2$

[0217] 其中:

[0218] ΔL_1 :初应力以下的推算伸长值,单位为mm,可采用相邻级的伸长值计算;

[0219] ΔL_2 :从初应力至最大张拉应力间的实测伸长值,单位为mm,若需分阶段张拉时则为各阶段实测伸长值之和;

[0220] 其中:

$$[0221] \quad \Delta L_1 = (L_1 - L_0) \times \frac{\sigma_{k0}}{\sigma_{k1} - \sigma_{k0}};$$

$$[0222] \quad \Delta L_2 = (L_1 - L_0) + (L_2 - L_1);$$

[0223] 其中:

[0224] σ_{k0} :初始应力;

[0225] σ_{k1} :第一阶段控制应力;

[0226] σ_{con} :100%控制应力;

[0227] ΔL :单端实测伸长值;

[0228] L_0 :施加应力到 σ_{k0} 的实测伸长值;

[0229] L_1 :施加应力到 σ_{k1} 的实测伸长值;

[0230] L_2 :施加应力到 σ_{con} 并持荷5分钟后的实测伸长值。

[0231] 所述的步骤B2中预应力筋的实测伸长值与理论伸长值动态实时比对的计算公式

如下,其中:

[0232] 张拉过程中的动态实测伸长值的计算公式为: $\Delta L' = \Delta L'_A + \Delta L'_B$

[0233] 其中:

[0234] $\Delta L'$:张拉过程中该计算点的实测伸长值;

[0235] $\Delta L'_A$:张拉过程A端在该计算点的实测伸长值;

[0236] $\Delta L'_B$:张拉过程B端在该计算点的实测伸长值;

[0237] 经过预初张的终张阶段动态实测计算伸长值的计算公式为:

[0238] $\Delta L' = \Delta L_{\text{预、初}} + (\Delta L'_A + \Delta L'_B)$

[0239] 其中:

[0240] $\Delta L_{\text{预、初}}$:预、初张拉后的实测伸长值;

[0241] 张拉过程中动态伸长值预警计算公式为:

[0242] 动态偏差值 = $\frac{\Delta L' - \Delta L'_{\text{理论}}}{\Delta L'_{\text{理论}}} \times 100\% \leq n\%$

[0243] 其中:

[0244] n:设定的报警值,如n>7%报警;

[0245] $\Delta L'_{\text{理论}}$:张拉过程中该计算点的理论伸长值;

[0246] $\Delta L'_{\text{理论}} = \Delta L_{\text{理论}} \times \frac{F'}{P}$

[0247] F' :张拉过程该计算点的实测张拉力,单位为KN;

[0248] P:控制张拉力,单位为KN。

[0249] 本实施例的中具体的结构设计有:

[0250] 千斤顶16包括缸体26、滑动密封装配于缸体26内壁的活塞25,开设于缸体26上且出口于活塞25两侧的出顶油口29及回顶油口30,缸体26一端的内壁固定有丝盘22,固定于缸体26内壁的导向套24外侧与活塞25内壁滑动密封装配,活塞25与丝盘22之间的缸体26内设有密封构件;位于导向套24外侧的活塞25伸出端与穿心套27的一端部螺纹固定,穿心套27的另一端内壁固定有工具锚承载板28。

[0251] 位移伸长量测量装置包括千斤顶16,与千斤顶活塞联动的位移传感器36;位移传感器36与千斤顶活塞同轴向设置、且其固定端与千斤顶16外部固定,位移传感器36的工作端通过挂板44弹性顶压于千斤顶活塞外表面。

[0252] 所述的法兰盘21与连接板20转动装配。

[0253] 与法兰盘21相邻的千斤顶16表面开设有与其适配的凹孔。

[0254] 所述的连接板20与千斤顶16通过螺钉19固定。

[0255] 所述的密封构件为密封卡装固定于出顶油口29与丝盘22之间的缸体26内壁表面的中间板23。

[0256] 导向套24与中间板23密封装配,导向套24的一端外侧设置的凸缘与中间板23内表面止口采用止口定位。

[0257] 所述的工具锚承载板28与穿心套27的另一端内壁螺纹固定。

[0258] 所述的位移传感器36由支撑构件轴向定位,支撑构件包括外套34,间隔套装配合于外套34内的内套37;外套34两端分别插装于固定在千斤顶外表面的前固定座39及后固定

座43内,位移传感器36的工作端与内套37后端 盖上固定的位移传感器固定座41连接。

[0259] 所述的位移传感器36的固定端通过螺母31与后固定座43连接,位移传感器36的工作端通过螺钉与传感器固定座41连接。

[0260] 内套37外表面与前固定座39外表面之间设有导向板38。

[0261] 位于位移传感器36外侧的前固定座39与后固定座43之间连接有拉簧33,内套37后端设置的后档与外套34前端开设的止口采用止口定位,在内套37的后档与外套34的止口之间设有压簧35。

[0262] 所述的拉簧33一端通过第一弹簧座32与后固定座43连接,拉簧33另一端通过第二弹簧座40与挂板15及内套37后端盖连接为一体。

[0263] 所述的拉簧33及压簧35对称设置与位移传感器36两侧。

[0264] 其余内容如前述。

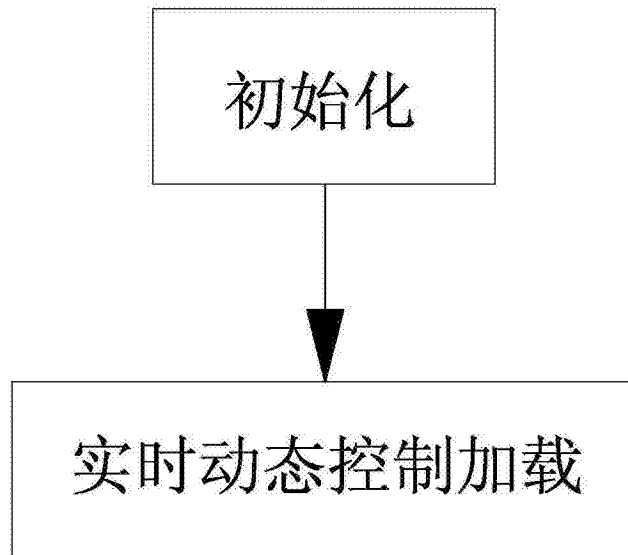


图1

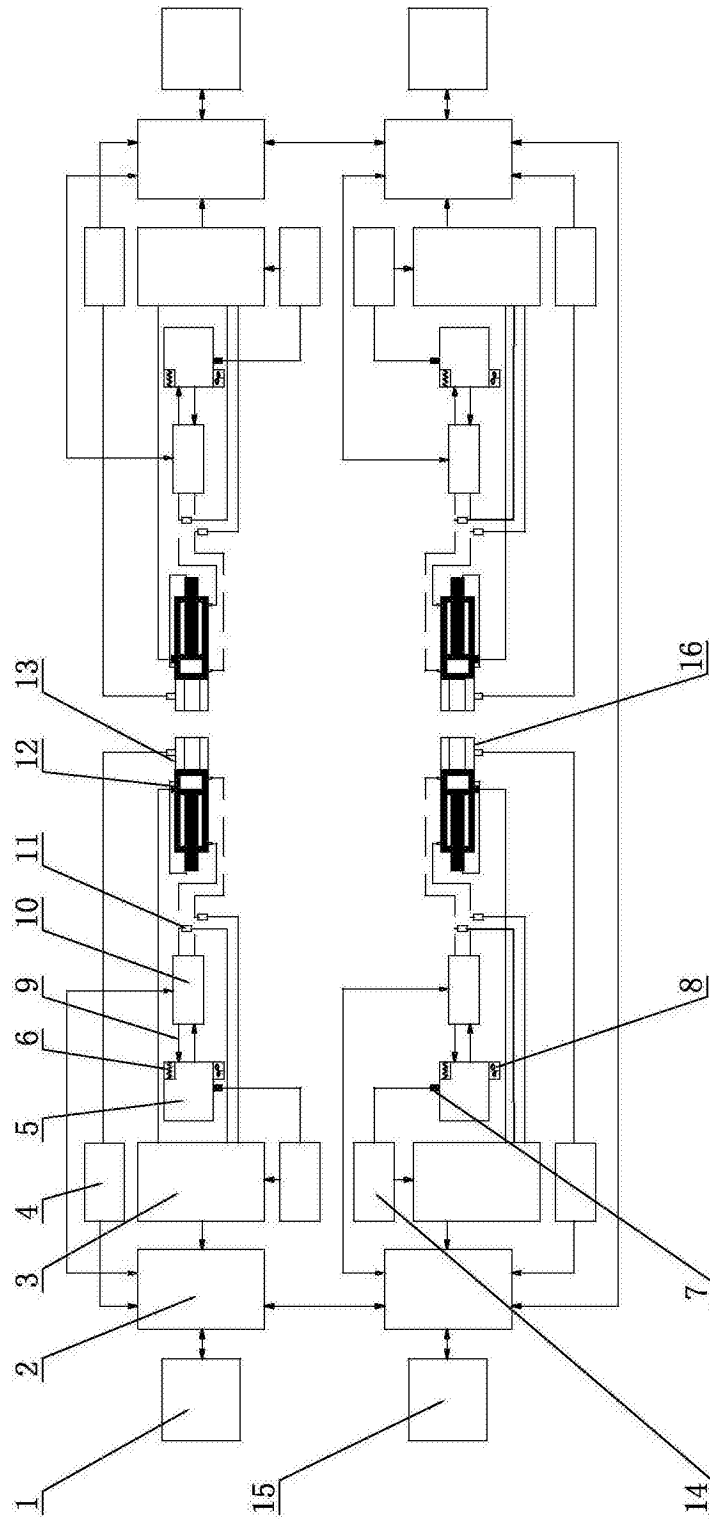


图2

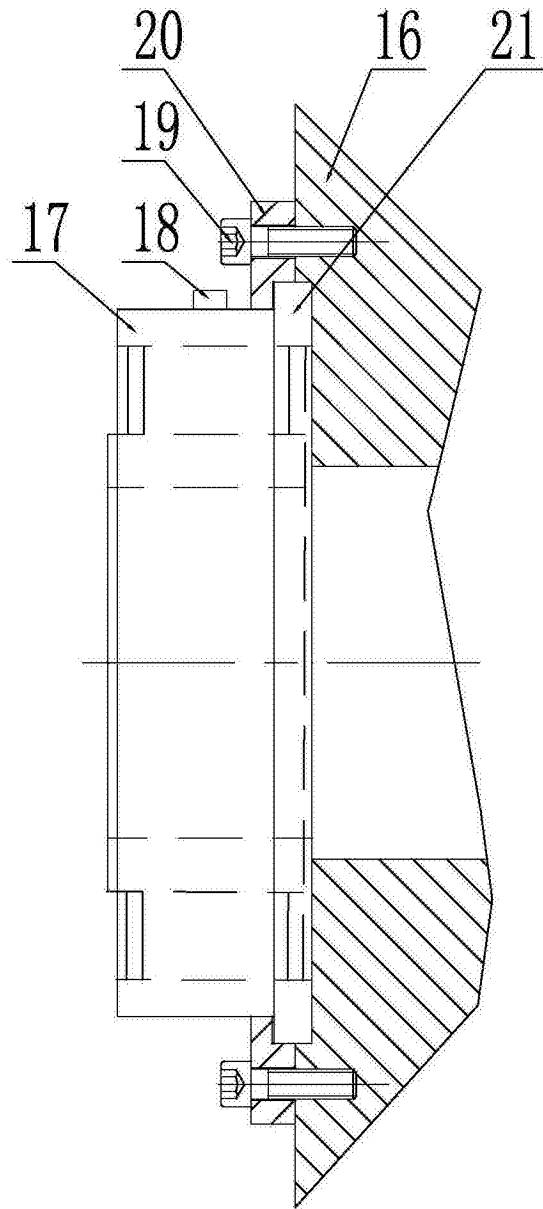


图3

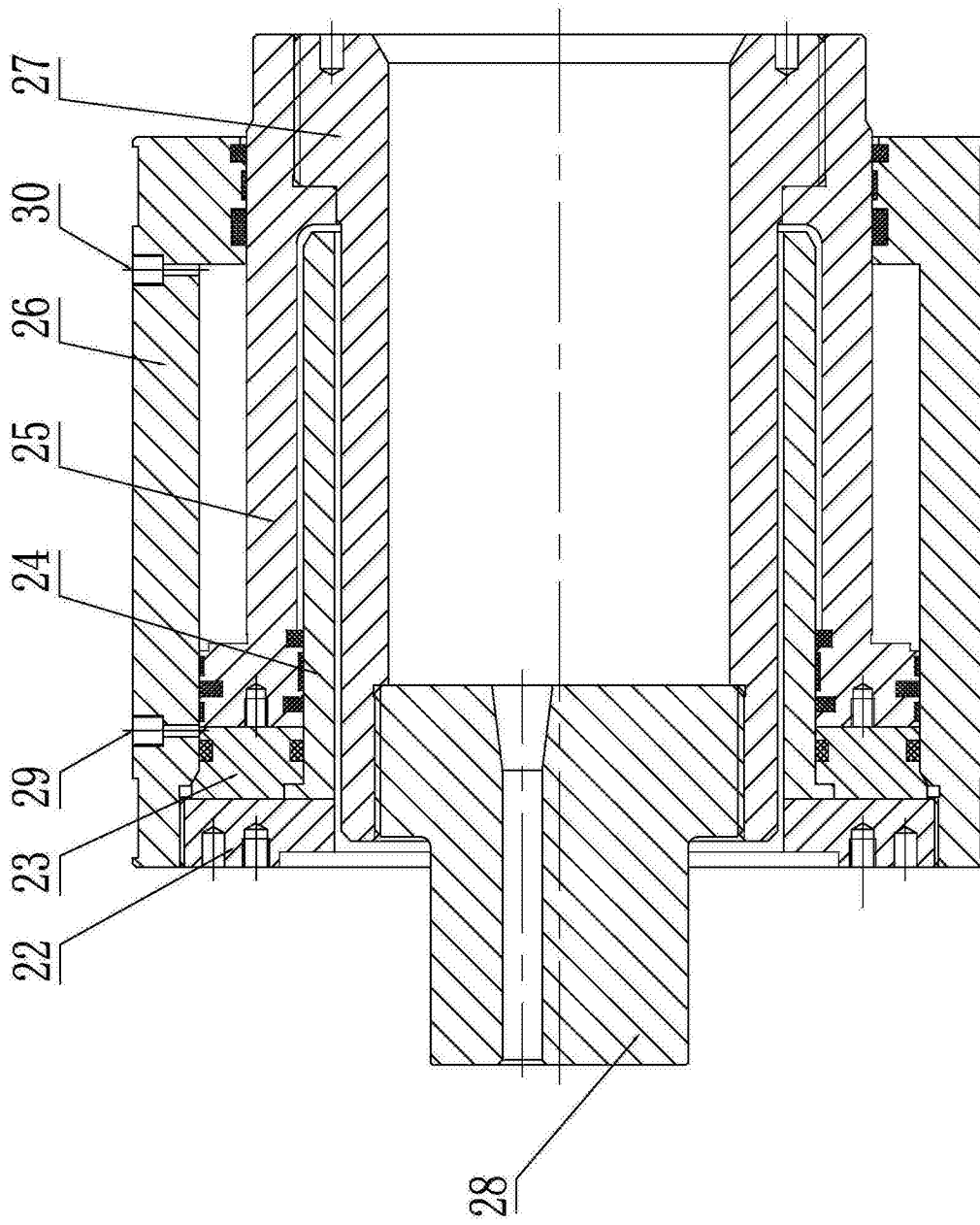


图4

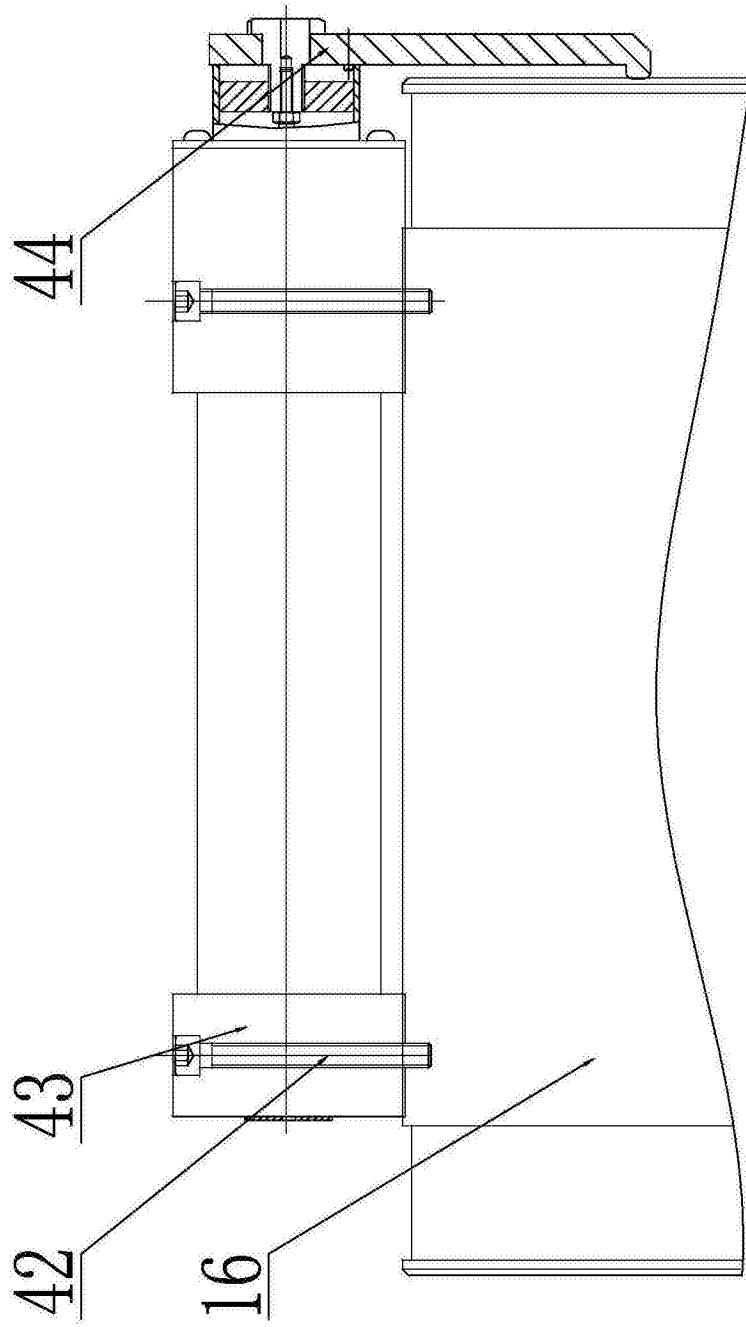


图5

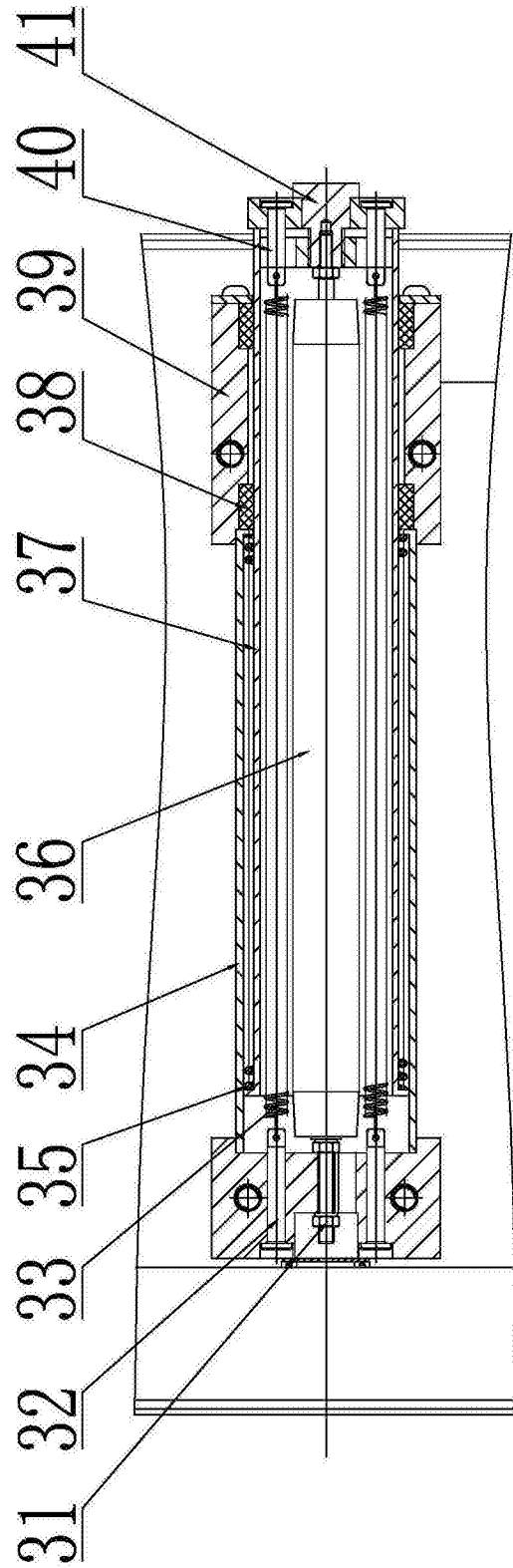


图6

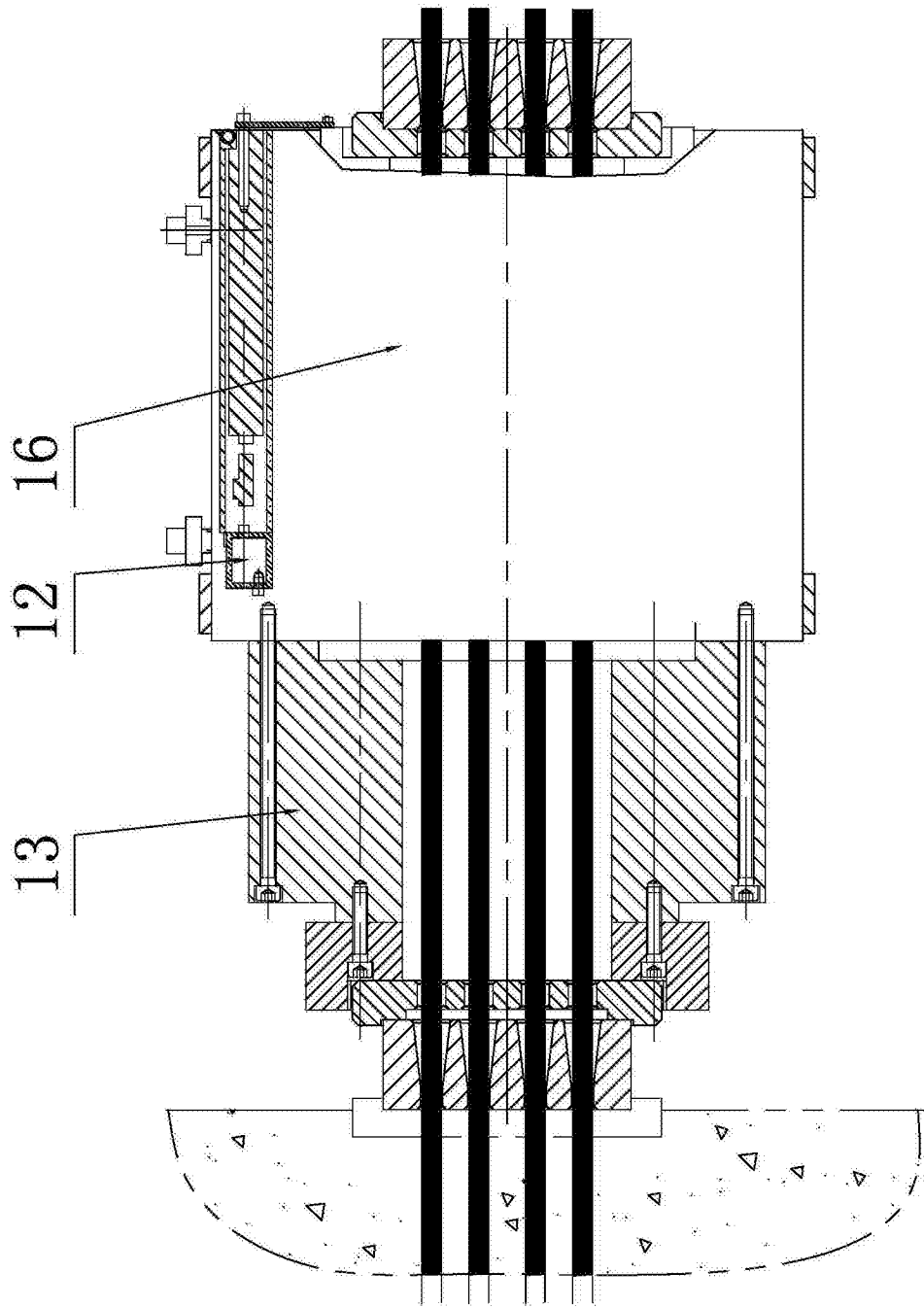


图7