



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102323331 B

(45) 授权公告日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201110263788. 1

(22) 申请日 2011. 09. 07

(73) 专利权人 华中科技大学

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路
1037 号

(72) 发明人 武新军 贲安然 袁建明

(74) 专利代理机构 华中科技大学专利中心

42201

代理人 李佑宏

(51) Int. Cl.

G01N 27/83(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 201437247 U, 2010. 04. 14, 说明书第 2 页
第 13 段到 14 段.

CN 201229320 Y, 2009. 04. 27, 说明书第 2 页
第 6-7 段.

CN 101839891 Y, 2010. 09. 22, 说明书第 4 页
第 39 段到第 6 页第 49 段以及附图 1.

CN 1588035 A, 2005. 03. 02, 全文.

CN 101734300 A, 2010. 06. 16, 全文.

CN 102071639 A, 2011. 05. 25, 全文.

US 4510447 A, 1985. 08. 09, 全文.

郑道友等. 履带式缆索机器人系统的研
制. 《浙江工贸职业技术学院学报》. 2011, 第 11
卷(第 3 期), 72-75.

陈厚桂. 钢丝绳磁性无损检测技术的评估方
法及标准研究. 《中国博士学位论文全文数据库
(电子期刊) 工程科技 I 辑》. 2008, (第 3 期), 全
文.

武新军等. 斜拉桥缆索缺陷检测机器人的研
制. 《机械与电子》. 2001, 第 1 卷(第 1 期), 47-48
页及附图 1.

审查员 蒋佳春

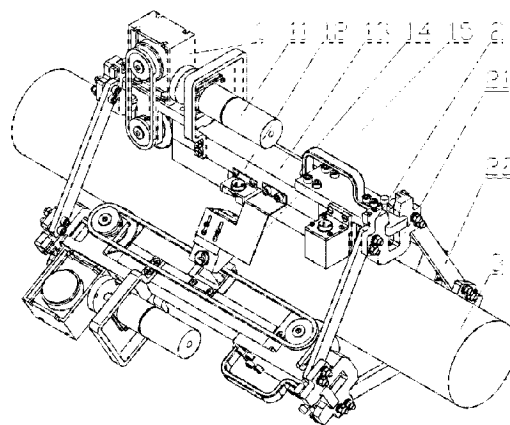
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 5 页

(54) 发明名称

在役缆索缺陷检测装置

(57) 摘要

本发明公开了一种在役缆索缺陷检测装置, 用于检测缆索 (3) 内部缺陷, 该装置包括检测爬行器和信号处理部分, 其中, 所述检测爬行器包括对称分布在缆索 (3) 周向上的多个检测模块 (1), 各检测模块 (1) 两端分别通过套在缆索 (3) 上的外部框架 (2) 卡接在一起; 检测模块为模块化设计, 由磁化吸附单元、主动单元、从动单元和检测探头单元组成; 该检测爬行器沿缆索 (3) 通过在表面爬升运动, 获得缆索 (3) 内部检测信号, 并传输到所述信号处理部分进行分析处理, 完成对缆索 (3) 的检测。本发明将磁性检测中的磁化力作为爬升运动的压紧力, 模块化设计, 结构紧凑, 可广泛应用于斜拉桥缆索、悬索桥吊杆、摩天轮支撑索等在役缆索的缺陷检测。



1. 一种在役缆索缺陷检测装置,用于检测缆索(3)的内部缺陷,其特征在于,该装置包括检测爬行器和信号处理部分,其中,所述检测爬行器包括对称分布在缆索(3)周向上的多个检测模块(1),各检测模块(1)两端分别通过套在缆索(3)上的外部框架(2)卡接在一起,该检测爬行器通过在缆索(3)表面的移动,获得缆索(3)内部的检测信号,并传输到所述信号处理部分进行分析处理,完成对缆索(3)的检测;

其中,所述的检测模块(1)包括主动单元(11)、检测探头单元(12)、磁化吸附单元(13)和从动单元(14),所述磁化吸附单元(13)用于磁化缆索(3),以使检测模块(1)吸附于缆索(3)表面,所述主动单元(11)和从动单元(14)分别安装于磁化吸附单元(13)两端,用于驱动检测模块(1)沿缆索(3)轴向移动,所述检测探头单元(12)安装于磁化吸附单元(13)中部,用于产生检测信号;在所述缆索(3)周向上的各检测模块(1)之间还可以安装辅助检测探头(15),用于辅助检测,以防止漏检;

所述的磁化吸附单元(13)包括衔铁(131)、永磁体(132)和磁铁盒(133),该永磁体(132)为两个,分别容置于设置在所述衔铁(131)两端底部的磁铁盒(133)内,且两永磁体(132)磁极方向相反;该磁化吸附单元(13)上还设置有第一把手(134),其安装于衔铁(131)上方靠近主动单元(11)的一侧;

所述主动单元(11)包括主动支架(1107),其底面向下伸出有两个安装臂,该两安装臂之间的空隙中安装有第一运动轮(1109),两安装臂外侧与该第一运动轮(1109)同轴分别装有第二链轮(1110)和第三链轮(1108),该主动支架(1107)上部安装有电机支架(1102)和减速器(1104),电机支架(1102)上安装有直流电机(1101),该直流电机(1101)通过联轴器(1103)与所述减速器(1104)连接,该减速器(1104)输出轴端设有第一链轮(1105),其与第一运动轮(1109)轴端的第二链轮(1110)通过链条(1106)连接,直流电机(1101)的动力通过所述第一链轮(1105)和链条(1106)传递到第二链轮(1110)和第三链轮(1108),该第二链轮(1110)的转动带动所述第一运动轮(1109)转动,进而驱动所述检测模块(1)在缆索(3)上运动;

所述检测探头单元(12)包括探头连接板(121)、探头座(123)、弹簧(124)、铜块(125)、霍尔元件(126)和航空插头(128),所述探头连接板(121)连接到与所述磁化吸附单元(13)的衔铁(131)下部,探头座(123)截面呈“n”型,开口朝下,其顶面与探头连接板(121)下底面固定连接,铜块(125)位于探头座(123)的开口内,通过弹簧(124)与探头座(123)开口底面连接,并可在探头座(123)开口内上下滑动,所述霍尔元件(126)安装在铜块(125)内部,用于检测缆索(3)的漏磁场变化;

所述从动单元(14)包括从动支架(1401),其底面向下伸出两个安装臂,两安装臂之间的空隙中安装有第二运动轮(1404),其中在一安装臂外侧装有与该第二运动轮(1404)同轴的第四链轮(1402),该第四链轮(1402)与主动单元(11)的所述第三链轮(1108)链条连接,从动支架(1401)上固定编码器盒(1405),编码器(1408)位于编码器盒(1405)内并通过紧定螺钉固定在第二运动轮(1404)轮轴上,该第三链轮(1108)的转动驱动所述第二运动轮(1404)转动;该从动单元(14)上还设置有第二把手(1403),其安装在从动支架(1401)上表面;

所述外部框架(2)包括多个滑动接口(22),各滑动接口(22)通过连接板(21)顺次连接形成环形框架,各所述滑动接口(22)上设有导向槽,用于卡装检测模块(1),该导向槽入口

处安装有弹簧(24)和带有楔形面的挡杆(25),检测模块(1)端部通过挤压档杆(25)楔形面进入导向槽,并在弹簧(24)弹力作用下通过楔形面卡紧所述检测模块(1)。

在役缆索缺陷检测装置

技术领域

[0001] 本发明属于检测设备领域,具体涉及一种应用磁性检测原理检测在役缆索内部钢丝缺陷的装置。

[0002] 背景技术

[0003] 在役缆索广泛应用于斜拉桥、悬索桥,摩天轮等结构中,作为上述结构的关键受力部件,对其进行检测对保证结构安全具有重要意义。目前对于缆索的检测主要是漏磁检测技术,已广泛应用于电梯钢丝绳、矿山提升绳的检测中,在上述情况下,检测装置固定不动,被检构件不断运动。此方法对于固定不动的在役缆索并不适用。

[0004] 上海交通大学(ZL99252056.8)和东南大学(申请号:200810142308.4、2008100191662)研制的缆索检测维护机器人仅能够对缆索外部护套进行检测和涂装,不能够对缆索内部缺陷进行检测,而缆索失效主要是由于内部钢丝束锈蚀断裂引起,因此,对缆索内部钢丝束进行检测对保障桥梁安全具有重要作用。

[0005] 瑞士的R. Christen和泰国的Andrea Bergamini等研究的检测装置利用磁性检测原理,采用线圈磁化缆索,检测缆索内部缺陷。整个装置由绞盘拖动沿缆索上下运动,具有检测灵敏度高、定位准确等优点。但由于没有相应爬升装置,检测时需检测人员在桥梁塔顶安装滑轮,增加了检测人员的危险性,降低了检测效率。同时,由于磁化线圈需要供电,检测装置下方拖吊极长的电缆,增加了检测设备的重量,降低了检测装置的灵活性和安全性。因此,有必要研究一种能够沿缆索自主爬升并检测缆索内部钢丝缺陷的装置。

[0006] 华中科技大学袁建明、武新军等研制的可重构缆索检测机器人(可重构斜缆索磁性无损检测机器人技术研究. 武汉理工大学学报. 2008, 32(3):442-445),采用模块化设计思想,对不同直径的缆索采用不同数量的磁化器进行磁化,使用霍尔元件检测缆索内部缺陷,但由于检测模块为一体化设计,增加检测探头既是增加检测模块,导致检测模块数量众多,存在体积大、质量大、安装时间长、结构复杂等问题,且在高空中由于大风等因素易出现滑落,安全性较差。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于针对于上述检测装置存在的不足,提出了一种小型在役缆索缺陷检测装置,将漏磁检测的磁化力作为爬升运动的压紧力,从而使整个装置沿缆索自主爬升并检测缆索内部缺陷,完成在役缆索的缺陷检测。

[0008] 实现本发明的目的所采用的具体技术方案如下:

[0009] 一种在役缆索缺陷检测装置,用于检测缆索内部缺陷,其特征在于,该装置包括检测爬行器和信号处理部分,其中,所述检测爬行器包括对称分布在缆索周向上的多个检测模块,各检测模块两端分别通过套在缆索上的外部框架卡接在一起,该检测爬行器沿缆索通过在表面爬升运动,获得缆索)内部检测信号,并传输到所述信号处理部分进行分析处理,完成对缆索的检测;

[0010] 其中,所述的检测模块包括主动单元、检测探头单元、磁化吸附单元和从动单元,

其中,所述磁化吸附单元用于磁化缆索,以使检测模块吸附于缆索表面,所述主动单元和从动单元分别安装于磁化吸附单元两端,用于驱动检测模块沿缆索滑动,所述检测探头单元安装于磁化吸附单元中部,用于检测缺陷产生的信号。

[0011] 作为本发明的进一步改进,所述的磁化吸附单元包括衔铁、永磁体和磁铁盒,该永磁体为两个,分别容置于设置在所述衔铁两端底部的磁铁盒内,且两永磁体磁极方向相反。

[0012] 作为本发明的进一步改进,所述主动单元包括主动支架,其底面向下伸出有两个安装臂,该两安装臂之间的空隙中安装有第一运动轮,两安装臂外侧与该第一运动轮同轴分别装有第二链轮和第三链轮,该主动支架上部安装有电机支架和减速器,电机支架上安装有直流电机,该直流电机通过联轴器与所述减速器连接,该减速器输出轴端设有第一链轮,其与第一运动轮轴端的第二链轮)通过链条连接,直流电机的动力通过所述第一链轮和链条传递到第二链轮和第三链轮,该第二链轮的转动带动所述第一运动轮转动,进而驱动所述检测模块在缆索上运动。

[0013] 作为本发明的进一步改进,所述从动单元包括从动支架,其底面向下伸出两个安装臂,两安装臂之间的空隙中安装有第二运动轮,其中一安装臂外侧与第二运动轮同轴所述装有第四链轮,该第四链轮与主动单元的所述第三链轮链条连接,从动支架上固定编码器盒,编码器位于在编码器盒内并通过紧定螺钉固定在第二运动轮轮轴上,该第三链轮的转动驱动所述第二运动轮转动。

[0014] 作为本发明的进一步改进,所述检测探头单元包括探头连接板、探头座、弹簧、铜块、霍尔元件和航空插头,所述探头连接板连接到与所述磁化吸附单元的衔铁下部,探头座截面呈“n”型,开口朝下,其顶面与探头连接板下底面固定连接,铜块位于探头座的开口内,通过弹簧与探头座开口底面连接,并可在探头座开口内上下滑动,所述霍尔元件安装在铜块内部,用于检测缆索)的漏磁场变化。

[0015] 作为本发明的进一步改进,在所述缆索周向上的各检测模块之间还安装辅助检测探头,用于辅助检测,以防止漏检。

[0016] 作为本发明的进一步改进,所述磁化吸附单元上还设置有第一把手,其安装于衔铁上方靠近主动单元的一侧。

[0017] 作为本发明的进一步改进,所述从动单元上还设置有第二把手,其安装在从动支架上表面。

[0018] 作为本发明的进一步改进,所述信号处理部分包括预处理器、信号处理器和显示器,所述信号预处理器(对检测模块采集到的信号进行放大、滤波处理后转化为数字信号,输入信号处理器进行分析处理获得检测结果,通过所述显示器显示。

[0019] 与现有技术相比,本发明的优点在于:

[0020] 1. 检测装置利用磁化缆索的磁化力作为爬升运动的压紧力,同时最少只有三个检测模块,使整个装置结构紧凑,体积小、质量轻、便于携带,且对缆索表面护套无损伤。

[0021] 2. 检测装置为模块化设计,易于拼装重组,安装方便;磁化吸附单元可根据缆索直径不同相应替换,可适用于不同直径的缆索检测。

[0022] 3. 磁化吸附单元只提供相应的压紧力而不与缆索表面接触,减小了爬升时的阻力,安全可靠。

[0023] 4. 当缆索直径较大时,保持检测模块数量不变,在检测模块之间安装辅助检测探

头,以防止漏检,同时基本不增加检测装置重量。

[0024] 5. 本发明设计的在役缆索检测装置,同样适用于铁磁性材料的高速公路灯杆,长距离输送钢管等任意铁磁性材料的圆柱或近圆柱体,完成相关检测;同时,亦可在本检测装置外部框架上搭载无线摄像头,以检测缆索表面护套上的缺陷。

附图说明

[0025] 图 1 :检测爬行器结构示意图

[0026] 图 2 :检测装置总体构成框架示意图

[0027] 图 3 :检测模块结构示意图

[0028] 图 4 :磁化吸附单元结构示意图

[0029] 图 5 :主动单元结构示意图

[0030] 图 6 :从动单元结构示意图俯视图

[0031] 图 7 :从动单元结构示意图侧视图

[0032] 图 8 :检测探头单元结构示意图

[0033] 图 9 :外部框架结构示意图

[0034] 图 10 :本装置应用于缆索检测时所获得的缺陷信号。

[0035] 具体实施说明

[0036] 下面通过借助实施例详细地说明本发明,但以下实施例仅是说明性的,本发明的保护范围并不受这些实施例的限制。

[0037] 如图 1、2 所示,在役缆索缺陷检测装置分为检测爬行器和信号处理两部分。检测爬行器包含沿缆索 3 周向对称分布的至少三个检测模块 1 和分别位于检测模块 1 上下两端的外部框架 2。检测模块 1 分别安装在外部框架 2 的卡槽内,以保证三个检测模块 1 同步的沿缆索 3 表面自主爬升以检测缆索内部缺陷。信号处理部分包括预处理器 4、信号处理器 5、显示器 6 和打印机 7 等,用于处理检测到的缺陷信号。

[0038] 如图 3 所示,检测模块 1 为模块化设计,由主动单元 11、检测探头单元 12、磁化吸附单元 13 和从动单元 14 组成。磁化吸附单元 13 为检测模块 1 的主体部分,用于磁化缆索 3,同时保证检测模块 1 吸附于缆索 3 表面;主动单元 11 和从动单元 14 分别安装于磁化吸附单元 13 两端,用来驱动检测模块 1 沿缆索 3 上下运动;检测探头单元 12 安装于磁化吸附单元 13 中间位置,用于检测缺陷产生的信号。

[0039] 如图 1 所示,当被检缆索 3 直径较大时,可通过在检测模块 1 之间安装辅助检测探头 15 的方法,以防止漏检;辅助检测探头 15 可快速安装拆卸,增加了检测装置的灵活性。

[0040] 如图 4 所示,磁化吸附单元 13 由衔铁 131、永磁体 132、磁铁盒 133、第一把手 134 和螺钉 135 组成。第一把手 134 安装于衔铁 131 上方靠近主动单元 11 一侧,用于拆装、运输检测模块 1;衔铁 131 两侧底面各有由磁铁盒 133 包住的永磁体 132,磁铁盒 133 为不锈钢材质,通过螺钉 135 分别固定在衔铁 131 两侧;两侧的永磁体 132 磁极方向相反,与缆索 3 和衔铁 131 一起组成磁化回路,磁化缆索 3,同时增加检测模块 1 的吸附力。当缆索直径较大时,可将磁化吸附单元 13 相应替换为几何尺寸较大、磁化能力更强的磁化单元,以保证漏磁检测必须的磁化强度。

[0041] 如图 5 所示,主动单元 11 的主体为主动支架 1107,主动支架 1107 为“n”型结构,

下方有两个安装臂,第一运动轮 1109 安装于两安装臂之间,两端分别装有第二链轮 1110 和第三链轮 1108;主动支架 1107 上部安装有 L 形电机支架 1102 和减速器 1104;直流电机 1101 安装于电机支架 1102 上,通过联轴器 1103 与减速器 1104 连接;减速器 1104 输出轴端的第一链轮 1105 和第一运动轮 1109 轴端的第二链轮 1110 由链条 1106 连接;直流电机 1101 通过联轴器 1103、减速机 1104、第一链轮 1105、链条 1106 和第二链轮 1110 向第一运动轮 1109 传递扭矩,驱动整个检测模块 1 运动。主动支架 1107 通过螺栓 1111 安装在磁化吸附单元 13 上。

[0042] 如图 6 和 7 所示,从动单元 14 的主体为从动支架 1401,从动支架 1401 为“n”型结构,下方有两个安装臂,两安装臂之间安装有第二运动轮 1404,一端装有第四链轮 1402;主动单元 11 的第三链轮 1108 和从动单元 14 的第四链轮 1402 之间通过链传动,驱动第二运动轮 1404;编码器盒 1405 固定在从动支架 1401 另一端,上部有端盖 1409;编码器 1408 位于在编码器盒 1405 内,并通过紧定螺钉 1407 和第二运动轮轮轴 1406 保持同步运动,以标定检测装置的上升距离;第二把手 1403 通过螺钉 1411 安装在从动支架 1401 上表面,方便检测模块 1 的拆装;从动支架 1401 通过螺栓 1410 安装在磁化吸附单元 13 上。

[0043] 第一运动轮 1109 和第二运动轮 1404 均采用强度高、耐磨的人造橡胶轮,由于橡胶较软,不会对缆索表面造成损伤;第一运动轮 1109 和第二运动轮 1404 表面车有圆弧槽,以防止检测装置爬升运动时周向旋转。

[0044] 主动支架 1107 和从动支架 1401 均使用铝材,以减轻检测模块 1 重量,同时避免被磁化吸附单元 13 磁化,方便安装。

[0045] 如图 8 所示,检测探头单元 12 由探头连接板 121、螺钉 122、探头座 123、弹簧 124、铜块 125、霍尔元件 126、紧定螺钉 127、航空插头 128 等组成;探头座 123 为“n”型结构,为检测探头单元 12 的主体部分;探头连接板 121 通过螺钉 122 安装于探头座上方,用于将整个检测探头单元 12 安装在磁化吸附单元 13 的衔铁 131 正下方,以检测缺陷产生的信号;铜块 125 位于探头座 123 下方,可沿探头座 123 上下滑动,并由紧定螺钉 127 限位,同时铜块 125 受弹簧 124 弹力作用压紧在缆索 3 表面,以减小检测探头提离距离;霍尔元件 126 安装在铜块 125 内部,检测由缺陷引起的漏磁场变化,检测到的信号经航空插头 128 传输到信号处理部分。

[0046] 如图 9 所示,外部框架 2 由连接板 21 和滑动接口 22 通过螺钉 23 连接成闭环,安装在检测模块 1 上、下两端,以保证三个检测模块 1 同步运动;滑动接口 22 的上有导向槽,检测模块 1 组装时沿导向槽运动,完成安装。滑动接口 22 上安装有弹簧 24 和带有楔形面的挡杆 25。安装时,检测模块 1 沿楔形面挤压挡杆 25,同时沿滑动接口 22 的导向槽向里运动;此后,挡杆受弹簧 24 弹力作用弹回,可在运动过程中防止检测模块 1 脱落;拆卸时,将挡杆 25 向外拉出并旋转 90°,挡杆 25 尾部被滑动接口 22 上的台阶卡住,不影响检测模块 1 的拆卸。

[0047] 在役缆索缺陷检测装置采用漏磁检测原理对缆索 3 进行检测,检测爬行器由控制器 8 控制沿缆索 3 表面自主爬升运动,磁化吸附单元 13 两侧的永磁体 132,与缆索 3 和衔铁 131 一起组成磁化回路,在提供检测模块 1 运动所必须的压紧力的同时磁化缆索 3;当缆索内部有断丝、腐蚀等缺陷时检测探头单元 12 能够检测到缺陷产生的漏磁信号,信号预处理器 4 对采集到的信号进行放大、滤波等处理后转化为数字信号,再由信号处理器 5 进行分析

处理,然后由显示器 6 显示,并通过打印机 7 打印结果。图 10 显示为采用本发明装置对已制作缺陷的缆索进行检测得到的缺陷信号。缺陷为内部断丝缺陷,位于通道 1 所对应探头的正下方,当检测探头单元 12 扫描经过断丝位置时能够获得明显的漏磁信号。

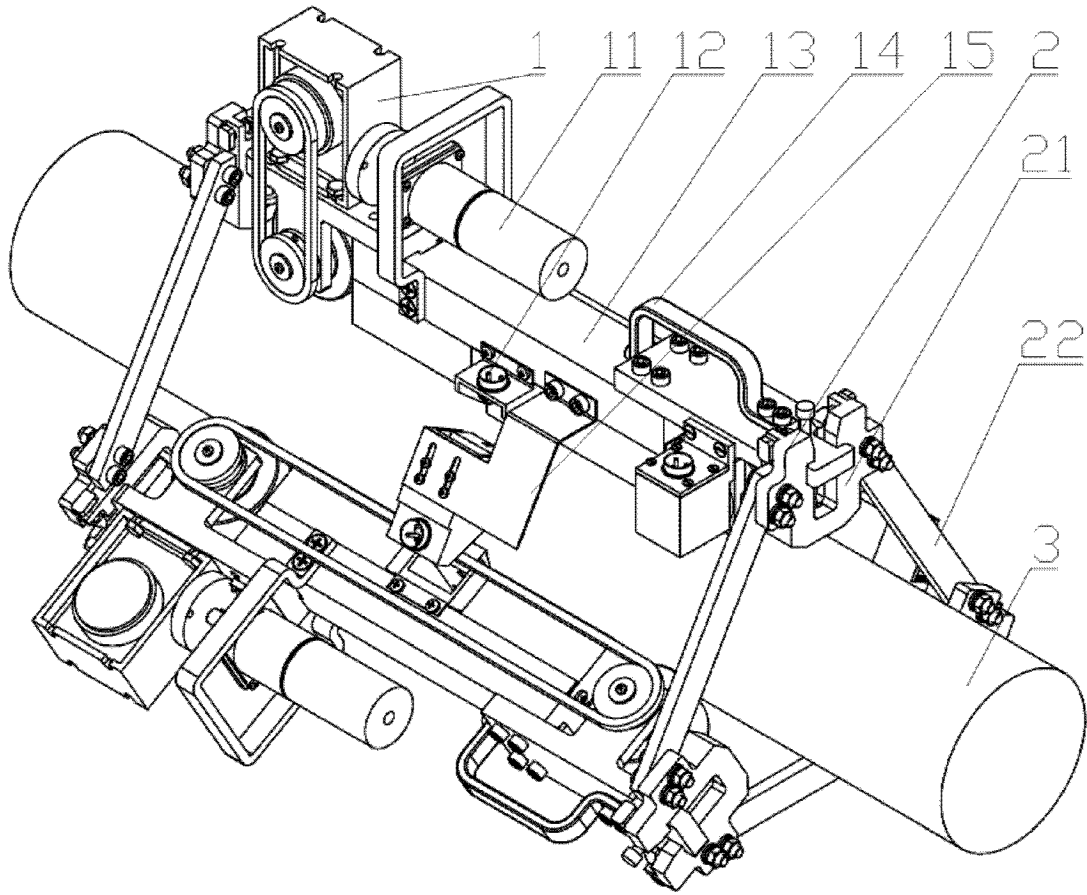


图 1

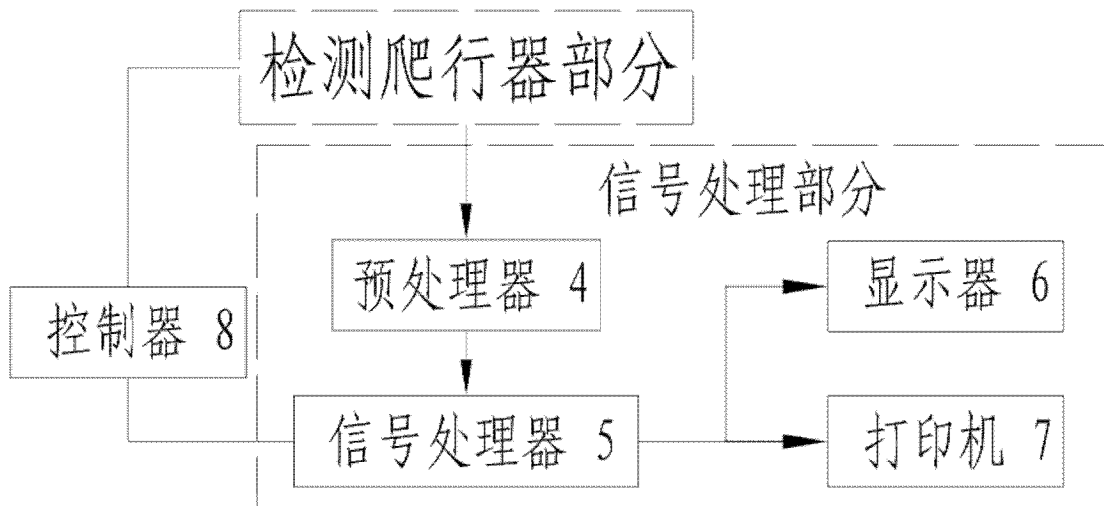


图 2

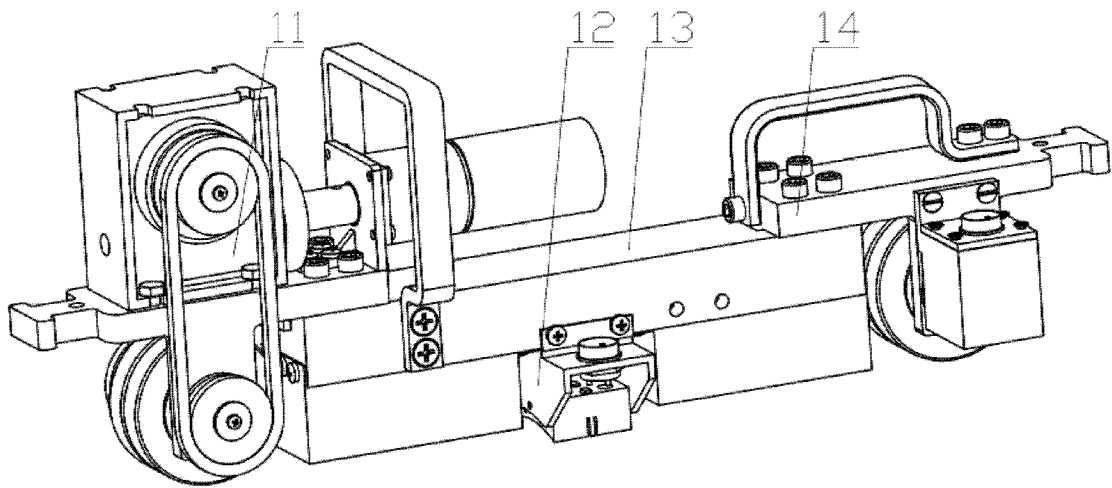


图 3

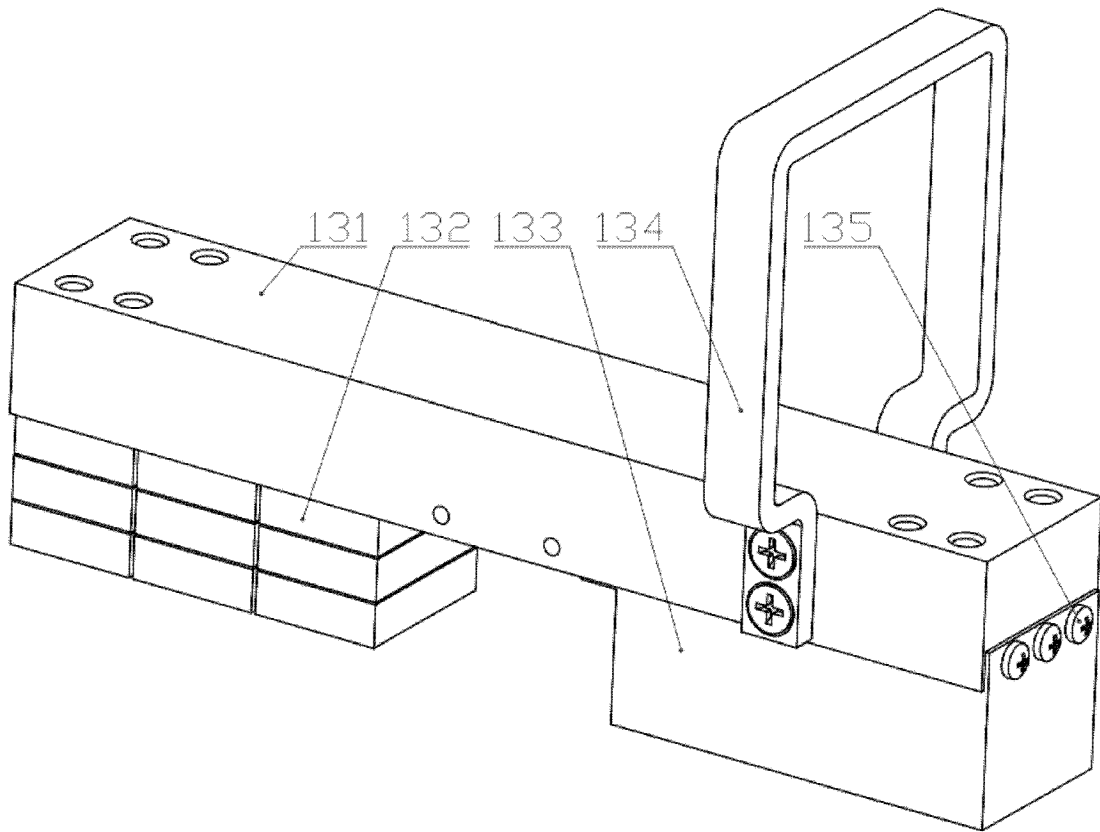


图 4

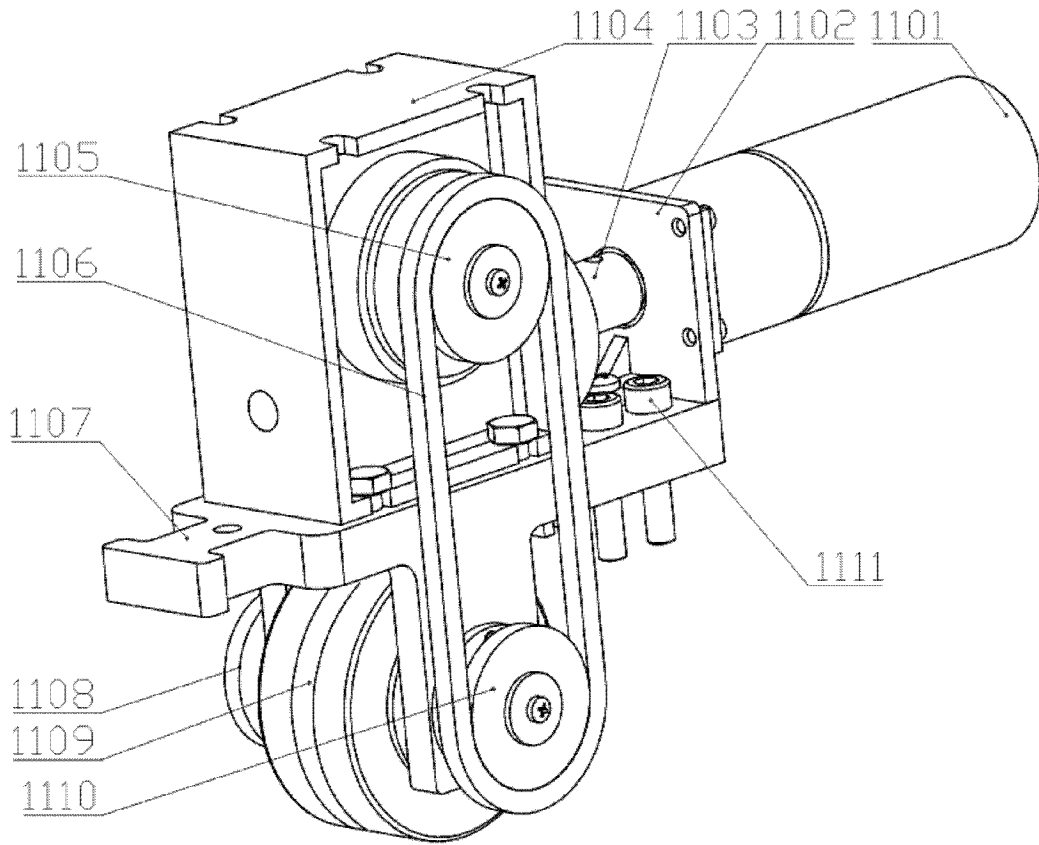


图 5

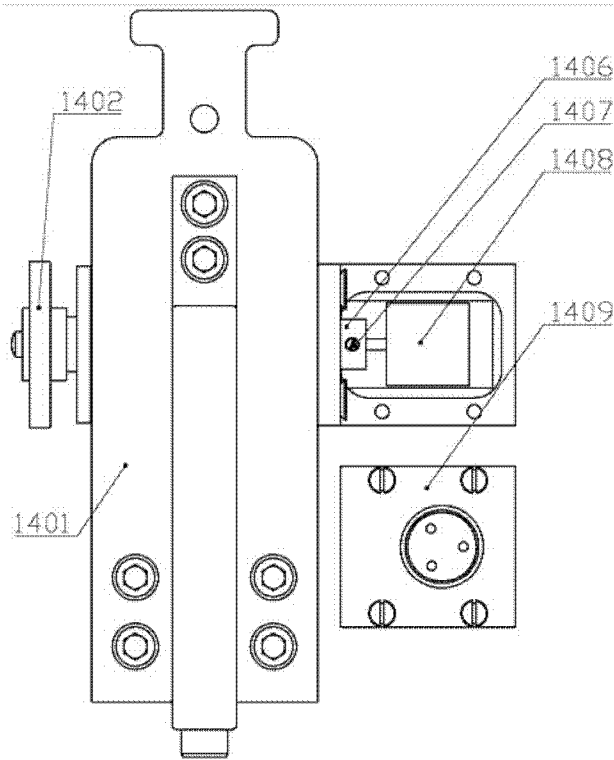


图 6

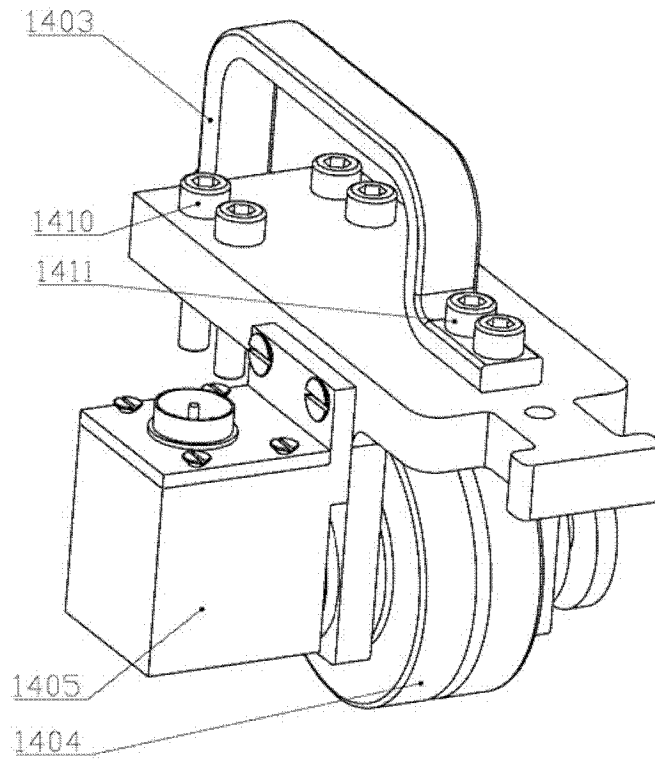


图 7

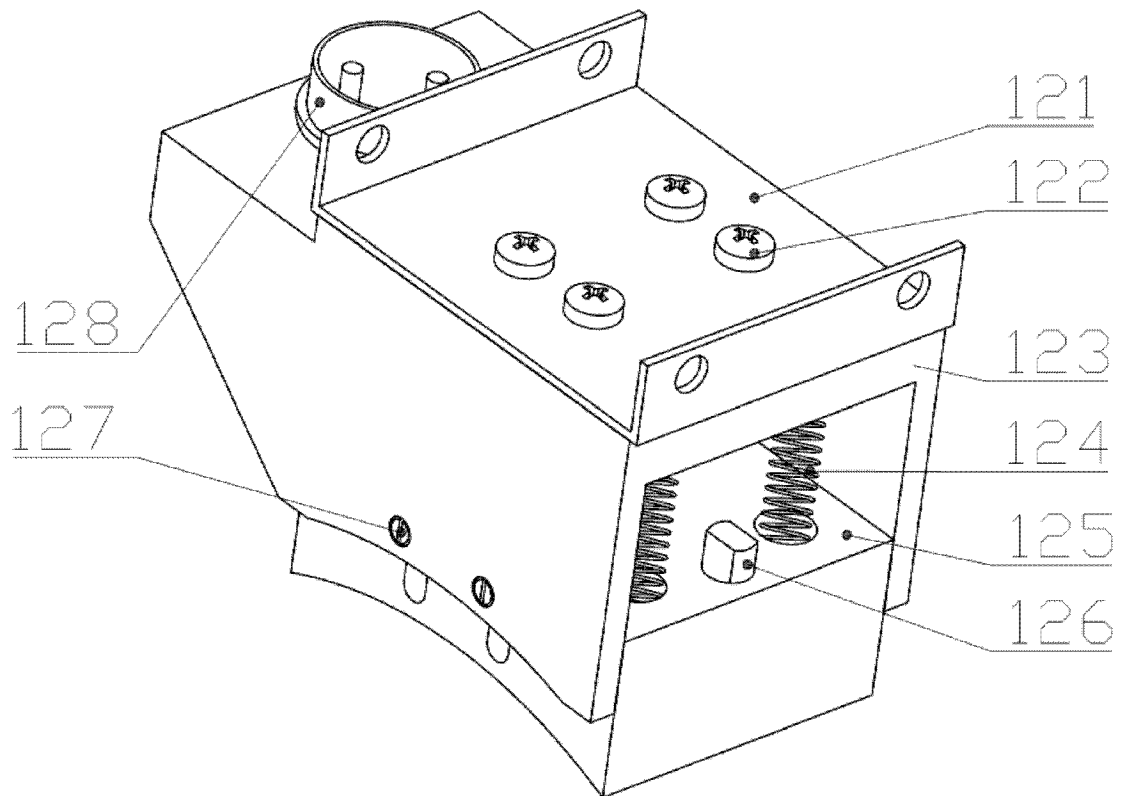


图 8

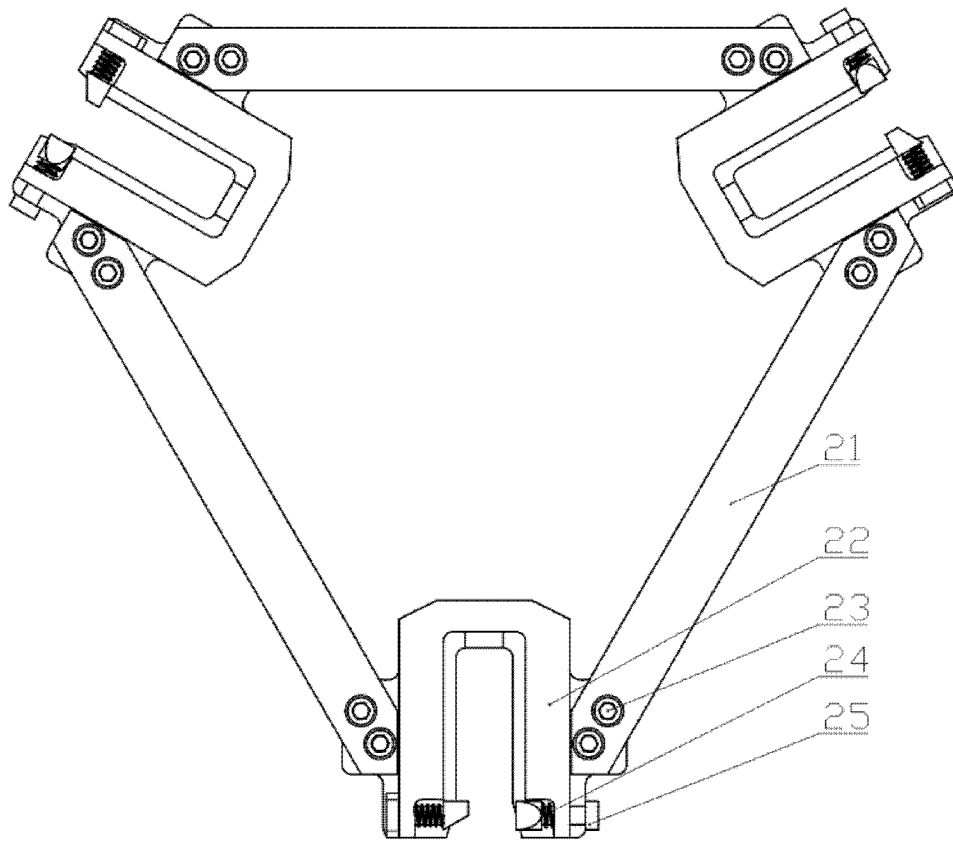


图 9

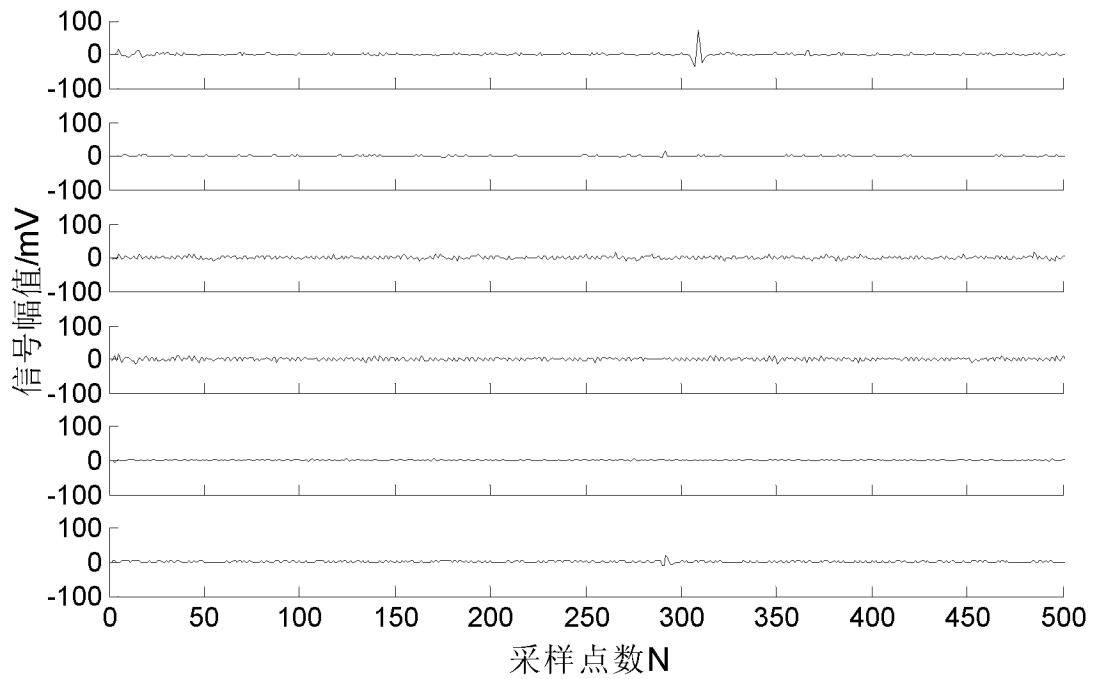


图 10