



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106706207 B

(45)授权公告日 2019.02.26

(21)申请号 201611040435.4

(22)申请日 2016.11.10

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106706207 A

(43)申请公布日 2017.05.24

(73)专利权人 合肥工业大学
地址 230009 安徽省合肥市包河区屯溪路
193号

(72)发明人 杨双龙 徐科军 刘厚德 梁斌
查富圆 杨睿 朱晓俊

(74)专利代理机构 合肥金安专利事务所(普通
合伙企业) 34114
代理人 刘文军

(51)Int.Cl.
G01L 25/00(2006.01)
G01L 5/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 101936797 A,2011.01.05,
JP 2005147702 A,2005.06.09,
何闻.基于材料动态断裂的卸荷部件的设
计.《工程设计》.1999,第41-44页.
魏燕定.标准负阶跃力的实现及其测量研
究.《实验力学》.2001,第16卷(第1期),第7-11
页.
何闻.标准动态力发生装置国内外研究现
状.《机电工程》.1999,(第2期),第47-49页.
徐科军等.六维腕力传感器阶跃响应的实
验建模.《机器人》.2000,第22卷(第4期),第251-
255、270页.
李涛等.负阶跃动态扭矩标准装置.《船舶
工程》.2012,第34卷第19-21页.

审查员 杨彬

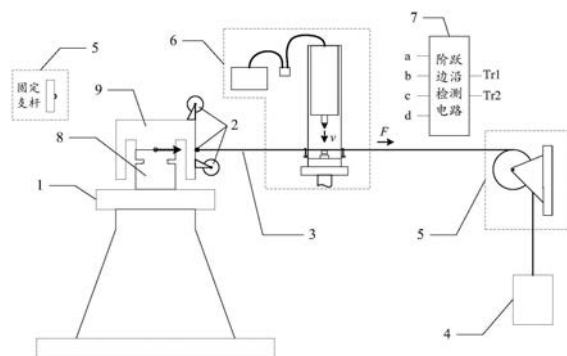
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

(54)发明名称

一种用于力传感器动态标定的阶跃力产生装置

(57)摘要

本发明为一种用于力传感器动态标定的阶跃力产生装置,适用于负载端工装结构不规则或需要进行多个方向力/力矩加载的力传感器动态标定实验,包括标定台、定向加载组件、传力钢丝、力源、滑轮悬挂系统、冲击剪断装置和阶跃边沿检测电路。采用钢丝传力通过定向加载组件向力传感器施加稳定载荷,然后突然冲击剪断传力钢丝对力传感器进行阶跃卸载,实现对力传感器的负阶跃激励。冲击剪断装置采用高速、大冲击力的冲击气缸作为冲击执行机构以拓宽力传感器的动态标定频带与载荷范围,与冲击垫块相配合以抑制冲击剪断过程中的扰动,提高动态标定精度。阶跃边沿检测电路通过检测冲击头开始接触传力钢丝时刻与传力钢丝被完全剪断时刻来获得阶跃边沿时间。



1. 一种用于力传感器动态标定的阶跃力产生装置,适用于负载端工装结构不规则或需要进行多个方向力/力矩加载的力传感器的动态标定实验,包括:标定台、定向加载组件、传力钢丝、力源、滑轮悬挂系统、冲击剪断装置和阶跃边沿检测电路,其特征在于:

力传感器固定安装在标定台上,采用钢丝作为传力部件将力源产生的力通过滑轮悬挂系统变向连接到力传感器负载端工装上的定向加载组件上,由定向加载组件将钢丝传过来的拉力传递给力传感器或转换为力矩传递给力传感器,从而向带工装的力传感器施加稳定的定向载荷;定向加载组件包括用于力方向定向加载的加载螺钉和用于力矩方向定向加载的定滑轮对;力传感器所受的载荷大小由力源控制,标定载荷范围受限于钢丝的直径大小,载荷方向由传力钢丝的悬挂方向和力传感器负载端工装上的定向加载组件控制;力源由砝码、伺服电机或液压机构产生;然后,由冲击剪断装置高速冲击剪断传力钢丝,实现对力传感器的瞬间卸载,从而实现对力传感器施加负阶跃力载荷或负阶跃力矩载荷;冲击剪断装置采用高速、大冲击力的冲击气缸驱动冲击头来执行冲击剪断动作,以加快钢丝的剪断速度、提高能剪断钢丝的直径上限,采用冲击垫块为传力钢丝的冲击剪断提供冲击面以抑制冲击扰动,从而提高力传感器的动态标定载荷范围、标定频带与标定精度;由阶跃边沿检测电路通过检测冲击剪断过程中冲击头与传力钢丝开始接触的时刻以及传力钢丝被完全剪断的时刻来获得力传感器所受阶跃载荷的阶跃边沿时间;

冲击剪断装置由可移动升降台、L型支架、冲击气缸、冲击头、冲击垫块、陶瓷垫片、磁吸钢盘、绝缘柱I、绝缘柱II、金属丝I、金属丝II、空气压缩机、气动电磁阀、气管组成;L型支架固定安装在可移动升降台上;冲击气缸安装在L型支架的竖壁上,其冲击杆上安装冲击头,用于冲击剪断传力钢丝;磁吸钢盘采用圆柱钢内置永久磁铁的结构,由沉头螺钉固定安装在L型支架的底板上,用于吸附固定冲击垫块;磁吸钢盘与冲击垫块之间由陶瓷垫片绝缘隔离以辅助检测阶跃开始时刻;冲击垫块则为冲击剪断传力钢丝提供冲击面,冲击面与冲击气缸的冲击方向垂直;则通过调节可移动升降台使得冲击垫块的冲击面与传力钢丝平行且微接触,以抑制冲击气缸冲击剪断传力钢丝时的正交方向的扰动;绝缘柱I和绝缘柱II分别插在L型支架两侧的固定安装孔里,分别用于固定金属丝I和金属丝II的一端;金属丝I和金属丝II的另一自由端在动态标定实验过程中分别绕接在冲击垫块两侧的传力钢丝上,以辅助检测阶跃结束时刻;空气压缩机、气动电磁阀与气管为冲击气缸的工作提供气源与启停控制;据此,传力钢丝将载荷施加到力传感器上的待标定方向上之后,冲击剪断传力钢丝之前,冲击头与冲击垫块断路,金属丝I与金属丝II短路;而当启动冲击气缸的冲击动作之后,阶跃开始时刻即为冲击头与传力钢丝相接触的时刻,此时冲击头与冲击垫块之间短路;阶跃结束时刻即为传力钢丝被完全剪断的时刻,此时金属丝I与金属丝II断路;分别通过导线将冲击头、冲击垫块、金属丝I和金属丝II作为电信号测试点a、b、c、d引出提供给阶跃边沿检测电路,通过检测a与b、c与d之间的通断以检测负阶跃激励的阶跃边沿时间;a与b的初始状态为断路、c与d的初始状态为短路,当阶跃开始时a与b短路,当阶跃结束时c与d断路。

2. 如权利要求1所述的一种用于力传感器动态标定的阶跃力产生装置,其特征在于:传力钢丝采用304不锈钢钢丝或其它弱磁性材料的钢丝;可移动升降台由底座和螺旋机架组成,通过移动底座实现位置调整,通过调整螺旋机架实现高度精确调整;L型支架的竖壁与底板之间夹角为 90° ,采用45钢一体加工;冲击气缸采用冲击速度高、冲击力大、体型小的CMT冲击气缸,其冲击杆带导向结构;冲击头采用模具钢加工而成;冲击垫块采用Q235或45

钢加工而成;陶瓷垫片厚度为1mm~2mm;磁吸钢盘中的圆柱钢采用45钢加工,永久磁铁采用钕铁硼磁铁,永久磁铁置于圆柱钢的内腔中,永久磁铁的顶面与圆柱钢的顶面保持一小间隙,由圆柱钢对其上面的冲击垫块和陶瓷垫片起支撑作用,永久磁铁仅用于提供吸附冲击垫块的磁力;冲击头与冲击垫块的冲击面之间的初始距离为冲击气缸的最大冲击力行程。

3.如权利要求1所述的一种用于力传感器动态标定的阶跃力产生装置,其特征在于:阶跃边沿检测电路由电源Vcc1、电源Vcc2、电阻R1、R2、R3、R4、高速光耦U1、U3、反相施密特触发器U2、同相施密特触发器U4、接线座P1、P2、P3组成,其输入信号为从冲击剪断装置中引出的a、b、c、d,输出信号分别为反映阶跃开始时刻的Tr1与反映阶跃结束时刻的Tr2;其中,接线座P1用于接入信号a与b,接线座P2用于接入信号c与d,接线座P3用于输出信号Tr1与Tr2;高速光耦U1的输入侧用于检测输入信号a与b的通断并将其转换为高低电平状态,高速光耦U3的输入侧用于检测输入信号c与d之间的通断并将其转换为高低电平状态;反相施密特触发器U2用于对光耦U1输出的电平信号进行边沿整形与反相并输出Tr1,同相施密特触发器U4用于对光耦U3输出的电平信号进行边沿整形并输出Tr2;初始时,a与b断路、c与d短路,Tr1与Tr2均输出低电平;当阶跃开始时,a与b短路,Tr1输出高电平;当阶跃结束时,c与d断路,Tr2输出高电平;通过检测Tr1与Tr2的首次上升沿时间差即得负阶跃激励的阶跃边沿时间。

一种用于力传感器动态标定的阶跃力产生装置

技术领域

[0001] 本发明涉及传感器测试领域,是一种用于力传感器动态标定的阶跃力产生装置,特别是一种适用于负载端工装结构不规则或需要进行多个方向力/力矩加载的力传感器动态标定实验的阶跃力产生装置,以实现对力传感器进行准确的阶跃响应动态标定。

背景技术

[0002] 阶跃响应实验在力传感器的动态标定实验中被广泛采用,其关键技术在于阶跃力的产生。对于阶跃力,其幅值的大小决定了能标定的传感器的量程范围,其阶跃边沿时间决定了能标定的传感器的带宽。所以,大力值、宽频带阶跃力的产生是力传感器阶跃响应动态标定实验的关键。另外,根据应用需求的不同,需要对负载端安装有不同结构形状工装的力传感器施加阶跃载荷以进行动态标定,针对多维力传感器还需对其各个不同的方向进行阶跃力和阶跃力矩激励以对其各力/力矩方向进行动态标定。这些动态标定需求均要求能产生一个宽频带阶跃力,使其便于施加在负载端工装结构不规则的力传感器上,且针对多维力传感器能施加在其各力/力矩方向上。

[0003] 现有技术中,阶跃力的产生途径主要有:一、通过钢丝挂砝码对传感器施加一静态载荷,然后突然剪断钢丝以对传感器卸载,从而实现对传感器施加负阶跃力或力矩载荷,如文献《六维轮力传感器的标定研究》(李水根.六维轮力传感器的标定研究[D].东营,中国石油大学,2007,44-46)、《机器人六维腕力传感器动态性能标定系统的研究》(郑红梅,刘正士.机器人六维腕力传感器动态性能标定系统的研究[J].电子测量与仪器学报,2006,20(3):88-92)、《杆式风洞应变天平动态实验、建模与补偿》(徐科军,杨双龙,张进等.杆式风洞应变天平动态实验、建模与补偿[J].仪器仪表学报,2009,30(10):2123-2130)等;二、力源通过脆性材料传递静态力值给传感器,采用脆性材料断裂法将脆性材料突然冲断来对传感器卸载,从而实现对传感器施加负阶跃力载荷,如中国专利CN2220638Y(张于北.对力传感器做动态标定的装置[P].中国,CN2220638Y,1996-2-21)、CN1125845A(张于北.对力传感器做动态标定的方法[P].中国,CN1125845A,1996-7-3),文献《一种新型的大力值、宽频带的负阶跃力产生方法》(陈辉,何闻,朱虎等.一种新型的大力值、宽频带的负阶跃力产生方法[J].计量与测试技术,1995,(5):17-19)、《大力值宽频带负阶跃力的产生机理及实现方法的研究》(何闻.大力值宽频带负阶跃力的产生机理及实现方法的研究[J].机电工程,1999,(4):59-61)等;三、利用帕斯卡原理采用液压方式对传感器施加大力值静态载荷,然后通过快速泄油的方式来对传感器进行快速卸载,从而实现对传感器施加负阶跃力载荷,如文献《1200kN标准动态力源装置液压系统的设计》(何闻,贾叔仕,魏燕定等.1200kN标准动态力源装置液压系统的设计[J].机床与液压,1997,(3):5-6,26)、《一种宽频带的负阶跃力的发生装置》(魏燕定,贾叔仕,何闻.一种宽频带的负阶跃力的发生装置[J].计量与测试技术,1995,(1):16-19)等;四、利用高速撞击块撞击压力腔盖,使压力腔盖向压力腔内运动一段距离后锁死,从而通过压缩压力腔内的传压介质来产生正阶跃压力输出,可实现对压力传感器施加阶跃载荷,如中国专利CN104062069A(丰雷,马铁华,尤文斌

等.冲击式阶跃压力产生方法[P].中国,CN104062069A,2014-06-18);五、采用激波管产生阶跃压力作用于传感器上,实现对传感器的正阶跃压力激励。然而,途径一所述方法在现有已披露文献中均是采用手动剪断钢丝的方式实现对力传感器或多维力传感器施加负阶跃载荷,人手能剪断的钢丝一般较细,能传递载荷较小,且手动剪钢丝的速度较慢、剪钢丝过程中的人为扰动难以控制;途径二和途径三所述方法能很好地用于力传感器的大力值阶跃响应实验,但现有技术均只适用于便于固定安装且力传递面规则平整的单维力传感器,而难以适用于负载端工装结构不规则或需要进行多个方向力/力矩加载的力传感器的阶跃响应实验;途径四和途径五所述方法在已披露的文献中主要用于压力传感器而非力传感器的阶跃响应实验,若用于力传感器动态标定亦同样存在上述途径二和途径三所存在的问题。

[0004] 另外,现有阶跃力产生方法中,很少涉及阶跃力的阶跃边沿时间的检测,即将所产生的阶跃力信号视为理想阶跃信号。这会使得根据力传感器的阶跃响应动态标定实验数据分析得到的传感器动态特性存在误差。而关于阶跃力的阶跃边沿时间的测量,针对不同的阶跃力产生方法,其边沿时间的检测方法是不同的。现有研究中,针对脆性材料断裂法,文献《一种负阶跃力源上升时间的评价》(梁志国,孟晓风.一种负阶跃力源上升时间的评价[J].计测技术,2008,(6):13-15)中公开了一种负阶跃力边沿时间的测量方法,但其所针对的阶跃力产生方法难以适用于负载端工装结构不规则或需要进行多个方向力/力矩加载的力传感器的阶跃响应实验。

[0005] 为此,本发明针对前述途径一所述的钢丝传力然后剪钢丝的负阶跃力产生方法,解决其标定载荷小、剪断速度慢和剪断过程中的人为扰动问题,从而提高力传感器的动态标定载荷范围、标定频带与标定精度,并在负阶跃力产生过程中实现对负阶跃力的阶跃边沿时间的检测,以获得更加准确的负阶跃激励信号,适用于负载端工装结构不规则或需要进行多个方向力/力矩加载的力传感器的阶跃响应动态标定实验。

发明内容

[0006] 本发明要解决应用中力传感器动态标定实验中存在的一些问题,提供一种能够用于负载端工装结构不规则或需要进行多个方向力/力矩加载的力传感器动态标定实验的阶跃力产生装置,以提高动态标定载荷范围与标定频带,实现对力传感器进行准确的阶跃响应动态标定。

[0007] 本发明所采用的技术方案是:力传感器固定安装在标定台上,采用钢丝作为传力部件将力源产生的力通过滑轮悬挂系统变向连接到力传感器负载端工装上的定向加载组件上,由定向加载组件将钢丝传过来的拉力传递给力传感器或转换为力矩传递给力传感器,从而向带工装的力传感器施加稳定的定向载荷;定向加载组件包括用于力方向定向加载的加载螺钉和用于力矩方向定向加载的定滑轮对;力传感器所受的载荷大小由力源控制,标定载荷范围受限于钢丝的直径大小,载荷方向由传力钢丝的悬挂方向和力传感器负载端工装上的定向加载组件控制;力源由砝码、伺服电机或液压机构产生;然后,由冲击剪断装置高速冲击剪断传力钢丝,实现对力传感器的瞬间卸载,从而实现对力传感器施加负阶跃力载荷或负阶跃力矩载荷;冲击剪断装置采用高速、大冲击力的冲击气缸驱动冲击头来执行冲击剪断动作,以加快钢丝的剪断速度、提高能剪断钢丝的直径上限,采用冲击垫块为传力钢丝的冲击剪断点提供冲击面以抑制冲击扰动,从而提高力传感器的动态标定载荷

范围、标定频带与标定精度；由阶跃边沿检测电路通过检测冲击剪断过程中冲击头与传力钢丝开始接触的时刻以及传力钢丝被完全剪断的时刻来获得力传感器所受阶跃载荷的阶跃边沿时间。据此，标定台、定向加载组件、传力钢丝、力源、滑轮悬挂系统、冲击剪断装置和阶跃边沿检测电路构成了本技术方案所述的阶跃力产生装置。

[0008] 针对力传感器的力方向动态标定，传力钢丝连接到定向加载组件中的加载螺钉上，通过调整滑轮悬挂系统使钢丝的传力方向与待标定的力方向一致且使其作用线通过力传感器的校心（校准坐标原点），从而确保准确的力加载方向；针对多维力传感器力矩方向的动态标定，定向加载组件为一对安装在传感器负载端工装上垂直于待标定力矩方向的平面内的定滑轮对，传力钢丝绕过该定滑轮对并连接到滑轮悬挂系统的一固定支杆上，即将传力钢丝传递的拉力转换为力矩施加在力传感器的待标定力矩方向上，力矩的大小等于力源提供的拉力乘以力臂；继而，由冲击剪断装置突然冲击剪断传力钢丝来对传感器进行阶跃卸载，实现对力传感器的负阶跃力或负阶跃力矩的激励过程；由阶跃边沿检测电路检测负阶跃力或负阶跃力矩的阶跃边沿时间，从而获得准确的负阶跃激励信号。

[0009] 本发明装置包括：标定台1、定向加载组件2、传力钢丝3、力源4、滑轮悬挂系统5、冲击剪断装置6和阶跃边沿检测电路7，装置结构示意图如图1所示。动态标定实验时，待标定的力传感器8固定安装在标定台1上，定向加载组件2安装在力传感器8的负载端工装9上，传力钢丝3绕过滑轮悬挂系统5将力源4产生的力值载荷通过定向加载组件2和负载端工装9传递给力传感器8；待力传感器8所载荷荷稳定后，控制冲击剪断装置6突然冲击剪断传力钢丝3，从而对力传感器8进行阶跃卸载，实现对力传感器8的负阶跃激励；由阶跃边沿检测电路7检测出负阶跃激励的阶跃边沿时间。

[0010] 所述标定台1为待标定力传感器8的固定支撑台，固定安装在地面上。

[0011] 所述定向加载组件2为安装在力传感器负载端工装9上的辅助加载组件，包括用于力方向定向加载的加载螺钉与用于力矩方向定向加载的定滑轮对。加载螺钉安装在力传感器负载端工装9上的力方向的定向加载孔里，使得传力钢丝3对加载螺钉的拉力方向与待标定的力方向相同，且力作用线经过力传感器8的校心；定滑轮对安装在传感器负载端工装9上的垂直于待标定力矩方向的平面内，以将传力钢丝3传递的拉力转换为力矩作用在力传感器8的待标定力矩方向上。

[0012] 所述传力钢丝3采用无磁性或弱磁性材料的钢丝，用于将力源4产生的拉力传递给力传感器8，其直径大小决定于待标定的力传感器8的量程，直径上限决定于冲击剪断装置6的冲击力大小。

[0013] 所述力源4可直接采用不同质量的砝码利用其重力来提供力载荷，也可采用伺服电机或液压机构通过驱动控制来产生所需要的力载荷。

[0014] 所述滑轮悬挂系统5由定滑轮、滑轮支架、固定支杆组建而成，固定安装在地面上，定滑轮和固定支杆的位置和高度可调，用以悬挂传力钢丝3，改变其传力方向，与定向加载组件2配合使得传力钢丝3对力传感器8的拉力或扭矩方向与待标定的力或力矩方向相同。

[0015] 所述冲击剪断装置6由可移动升降台10、L型支架11、冲击气缸12、冲击头13、冲击垫块14、陶瓷垫片15、磁吸钢盘16、绝缘柱I 17、绝缘柱II 18、金属丝I 19、金属丝II 20、空气压缩机21、气动电磁阀22、气管23组成。L型支架11固定安装在可移动升降台10上；冲击气缸12安装在L型支架11的竖壁上，其冲击杆上安装冲击头13，用于冲击剪断传力钢丝3；磁吸

钢盘16采用圆柱钢24内置永久磁铁25的结构,由沉头螺钉26固定安装在L型支架11的底板上,用于吸附固定冲击垫块14;磁吸钢盘16与冲击垫块14之间由陶瓷垫片15绝缘隔离以辅助检测阶跃开始时刻;冲击垫块14则为冲击剪断传力钢丝3提供冲击面,冲击面与冲击气缸12的冲击方向垂直;则在实验时,通过调节可移动升降台10使得冲击垫块14的冲击面与传力钢丝3平行且微接触,以抑制冲击气缸12冲击剪断传力钢丝3时的正交方向的扰动;绝缘柱I 17和绝缘柱II 18分别插在L型支架两侧的固定安装孔里,分别用于固定金属丝I 19和金属丝II 20的一端;金属丝I 19和金属丝II 20的另一自由端在动态标定实验过程中分别绕接在冲击垫块14两侧的传力钢丝3上,以辅助检测阶跃结束时刻;空气压缩机21、气动电磁阀22与气管23则为冲击气缸12的工作提供气源与启停控制。据此,传力钢丝3将载荷施加到力传感器8上的待标定方向上之后,冲击剪断传力钢丝3之前,冲击头13与冲击垫块14断路,金属丝I 19与金属丝II 20短路;而当启动冲击气缸12的冲击动作之后,阶跃开始时刻即为冲击头13与传力钢丝3相接触的时刻,此时冲击头13与冲击垫块14之间短路;阶跃结束时刻即为传力钢丝3被完全剪断的时刻,此时金属丝I 19与金属丝II 20断路;则分别通过导线将冲击头13、冲击垫块14、金属丝I 19和金属丝II 20作为电信号测试点a、b、c、d引出提供给阶跃边沿检测电路7,通过检测a与b、c与d之间的通断以检测负阶跃激励的阶跃边沿时间;a与b的初始状态为断路、c与d的初始状态为短路,当阶跃开始时a与b短路,当阶跃结束时c与d断路。该装置中,冲击气缸12采用冲击速度高、冲击力大、体型小的CMT冲击气缸,以提高冲击剪断速度与剪断钢丝的能力。

[0016] 所述阶跃边沿检测电路7由电源Vcc1(参考地为G1)、电源Vcc2(参考地为G2)、电阻R1、R2、R3、R4、高速光耦U1、U3、反相施密特触发器U2、同相施密特触发器U4、接线座P1、P2、P3组成,其输入信号为从冲击剪断装置6中引出的a、b、c、d,输出信号分别为反映阶跃开始时刻的Tr1与反映阶跃结束时刻的Tr2。其中,接线座P1用于接入信号a与b,接线座P2用于接入信号c与d,接线座P3用于输出信号Tr1与Tr2;高速光耦U1的输入侧用于检测输入信号a与b的通断并将其转换为高低电平状态,高速光耦U3的输入侧用于检测输入信号c与d之间的通断并将其转换为高低电平状态;反相施密特触发器U2用于对光耦U1输出的电平信号进行边沿整形与反相并输出Tr1,同相施密特触发器U4用于对光耦U3输出的电平信号进行边沿整形并输出Tr2。初始时,a与b断路、c与d短路,Tr1与Tr2均输出低电平;当阶跃开始时,a与b短路,Tr1输出高电平;当阶跃结束时,c与d断路,Tr2输出高电平。因此,通过检测Tr1与Tr2的首次上升沿时间差即得负阶跃激励的阶跃边沿时间。

[0017] 本发明的工作过程为:待标定的力传感器8固定安装在标定台1上,将传力钢丝3的一端接至力传感器负载端工装9上的定向加载组件2,传力钢丝3的另一端绕过滑轮悬挂系统5接至力源4,通过调整滑轮悬挂系统5中定滑轮和固定支杆的位置使传力钢丝3的传力方向与力传感器8待标定的方向一致;由力源4产生一定幅值的力载荷,通过传力钢丝3施加到力传感器8的待标定方向上,使其承受一静态力载荷或力矩载荷;调整冲击剪断装置6中的可移动升降台10的位置与高度,使冲击垫块14的冲击面与传力钢丝3平行且微接触;将冲击剪断装置6中的金属丝I 19和金属丝II 20的自由端分别绕接在冲击垫块14两侧的传力钢丝3上;待力传感器8所受静态载荷稳定;此时,阶跃边沿检测电路7中接线座P3的Tr1和Tr2输出均为低电平;然后,突然启动冲击剪断装置6中的气动电磁阀22,冲击气缸12在空气压缩机21提供的气源压力下驱动冲击头13高速垂直冲向传力钢丝3;当冲击头13触及到传力

钢丝3时,阶跃边沿检测电路7中Tr1输出产生上升沿跳变为高电平;当冲击头13完全冲击剪断传力钢丝3时,阶跃边沿检测电路7中的Tr2输出产生上升沿跳变为高电平;此即完成了一次对力传感器8的负阶跃激励过程。对力传感器8进行力方向动态标定实验时,传力钢丝3连接至定向加载组件2中的力方向加载螺钉上,负阶跃力的幅值为力源4输出的力值;对力传感器8的力矩方向进行动态标定时,传力钢丝3绕过定向加载组件2中的定滑轮对并连接到滑轮悬挂系统5中的固定支杆上,调整滑轮悬挂系统5中的固定支杆的位置使得定向加载组件2中的定滑轮对两边所受钢丝的拉力方向相反,从而将传力钢丝3传递的拉力转换为力矩,负阶跃力矩的幅值则为力源4输出的力值乘以定向加载组件2中定滑轮对的力臂;阶跃边沿时间均为阶跃边沿检测电路7中接线座P3的Tr1与Tr2输出信号的上升沿时间差。

[0018] 本发明方法的优点是:

[0019] 一、采用钢丝传力加载、然后突然剪断钢丝的方法对力传感器进行负阶跃响应动态标定实验,由于钢丝悬挂灵活性高,定向加载组件在传感器负载端工装上便于灵活安装,因此适用于负载端工装结构不规则或需要进行多个方向力/力矩加载的力传感器的动态标定实验。

[0020] 二、采用冲击速度高、冲击力大、体型小的CMT冲击气缸驱动冲击头来执行冲击剪断动作,采用冲击垫块为传力钢丝的冲击剪断提供冲击面,相较于现有的手动剪钢丝法能更快地剪断更粗的钢丝、冲击方向一致性好、抑制冲击扰动能力强,提高了力传感器的动态标定载荷范围、标定频带与标定精度,且控制操作简便。

[0021] 三、采用阶跃边沿检测电路分别检测冲击剪断过程中冲击头与传力钢丝接触的时刻和传力钢丝被完全剪断的时刻,能准确测量阶跃边沿的时间,从而提供准确的负阶跃激励的边沿信息。

[0022] 四、本发明装置中,传力钢丝为消耗部件,但其成本低且每次冲击剪断消耗少;冲击垫块与陶瓷垫片为易损部件,但其结构形式简单、尺寸小、无需随标定载荷大小变化,且采用磁吸方式吸附在磁吸钢盘上,与现有技术中脆性材料断裂法相比,无需针对不同大小的标定载荷设计承载能力不同的脆性材料,所以实验耗损小、操作简便。

附图说明

[0023] 图1是本发明具体实施例的装置结构示意图;

[0024] 图2是本发明具体实施例中冲击剪断装置结构示意图;

[0025] 图3是本发明具体实施例中冲击剪断装置局部结构的侧视图;

[0026] 图4是本发明具体实施例中冲击剪断装置中磁吸钢盘的剖视图;

[0027] 图5是本发明具体实施例中阶跃边沿检测电路的原理图;

[0028] 图6是本发明具体实施例中传感器力矩方向动态标定示意图。

[0029] 附图装置组件说明:

[0030] 1-标定台、2-定向加载组件、3-传力钢丝、4-力源、5-滑轮悬挂系统、6-冲击剪断装置、7-阶跃边沿检测电路、8-力传感器、9-负载端工装、10-可移动升降台、11-L型支架、12-冲击气缸、13-冲击头、14-冲击垫块、15-陶瓷垫片、16-磁吸钢盘、17-绝缘柱I、18-绝缘柱II、19-金属丝I、20-金属丝II、21-空气压缩机、22-气动电磁阀、23-气管、24-圆柱钢、25-永久磁铁、26-沉头螺钉。

具体实施方式

[0031] 下面结合附图对本发明做进一步说明：

[0032] 本发明的设计思想是：针对力传感器负载端工装结构形状不规则或需要进行多个方向力/力矩加载的力传感器阶跃响应动态标定需求，采用在力传感器负载端工装上安装加载螺钉和定滑轮对的方法来提供力方向和力矩方向定向加载点，采用钢丝作为传力部件将力源产生的力通过加载螺钉或定滑轮对施加到力传感器待标定的力方向或力矩方向上，然后采用瞬间剪断钢丝法实现对力传感器进行负阶跃响应动态标定；采用高速、大冲击力冲击气缸驱动冲击头冲击剪断传力钢丝能够更快速剪断更粗的钢丝，从而能够拓宽力传感器动态标定的频带与载荷范围；采用冲击垫块提供冲击面，通过调整冲击面的位置、高度使其与传力钢丝平行、微接触，从而能够更好地抑制钢丝剪断过程中的扰动，提高动态标定精度；采用光耦等电子器件搭建阶跃边沿检测电路，通过检测冲击头与传力钢丝碰触的开始时刻与传力钢丝被完全剪断的时刻即可得到阶跃边沿时间；据此，即实现对力传感器的负阶跃响应动态标定实验，根据阶跃边沿时间与力源产生的载荷幅值即可获取力传感器的阶跃激励输入。

[0033] 图1所示为本发明的装置结构示意图，包括标定台1、定向加载组件2、传力钢丝3、力源4、滑轮悬挂系统5、冲击剪断装置6和阶跃边沿检测电路7。动态标定实验时，待标定的力传感器8固定安装在标定台1上，定向加载组件2安装在力传感器8的负载端工装9上，传力钢丝3绕过滑轮悬挂系统5将力源4产生的力值载荷通过定向加载组件2和负载端工装9传递给力传感器8；待力传感器8所承载荷稳定后，控制冲击剪断装置6突然冲击剪断传力钢丝3，从而对力传感器8进行阶跃卸载，实现对力传感器8的负阶跃激励；由阶跃边沿检测电路7检测出负阶跃激励的阶跃边沿时间。

[0034] 所述标定台1为待标定力传感器8的固定支撑台，采用Q235钢或45钢制作而成，固定安装在地面上，其支撑面与地面平行。

[0035] 所述定向加载组件2为安装在力传感器负载端工装9上的辅助加载组件，包括用于力方向定向加载的加载螺钉与用于力矩方向定向加载的定滑轮对。加载螺钉安装在力传感器负载端工装9上的力方向的定向加载孔里（图1中传力钢丝3连接的即为力方向加载螺钉），使得传力钢丝3对加载螺钉的拉力方向与待标定的力方向相同，且力作用线经过力传感器8的校心；定滑轮对安装在传感器负载端工装9上的垂直于待标定力矩方向的平面内（图6中传力钢丝3所绕接的即为用于力矩方向定向加载的定滑轮对），以将传力钢丝3传递的拉力转换为力矩作用在力传感器8的待标定力矩方向上。

[0036] 所述传力钢丝3采用304不锈钢钢丝或其它无磁或弱磁性材料的钢丝，以将力源4产生的拉力传递给力传感器8，并避免冲击剪断装置6中磁吸钢盘16的磁吸力影响；传力钢丝3的直径选取决定于待标定力传感器8的量程，量程小时可选用细钢丝以加快钢丝剪断速度，从而缩短阶跃边沿时间；传力钢丝3的直径上限决定于冲击剪断装置6中冲击气缸12的冲击力大小。

[0037] 所述力源4可直接采用不同质量的砝码利用其重力来提供力载荷，也可采用伺服电机或液压机构通过驱动控制来产生所需要的力载荷。

[0038] 所述滑轮悬挂系统5由定滑轮、滑轮支架、固定支杆组建而成，定滑轮用以悬挂传力钢丝3以改变其传力方向，滑轮支架用以支撑定滑轮，固定支杆用于力矩方向标定时悬挂

传力钢丝3的另一端。滑轮悬挂系统5中定滑轮与固定支杆的位置和高度可调,与定向加载组件2配合使得传力钢丝3对力传感器8的拉力或扭矩方向与待标定的力或力矩方向相同。

[0039] 所述冲击剪断装置6结构示意图如图2所示,由可移动升降台10、L型支架11、冲击气缸12、冲击头13、冲击垫块14、陶瓷垫片15、磁吸钢盘16、绝缘柱I 17、绝缘柱II 18、金属丝I 19、金属丝II 20、空气压缩机21、气动电磁阀22、气管23组成。

[0040] 可移动升降台10用于提供位置和高度可调的支撑,由底座和螺旋机架组成;底座高度决定可移动升降台10的支撑面的最低高度,螺旋机架行程决定高度可调范围;可移动升降台10的位置调整通过移动底座实现,支撑面高度通过螺旋机架进行精确调整。

[0041] L型支架11安装在可移动升降台10的支撑面上,用于固定安装冲击气缸12、磁吸钢盘16、绝缘柱I 17、绝缘柱II 18;采用45钢一体加工,以承受大冲击力,延长使用寿命。

[0042] 冲击气缸12为冲击剪断传力钢丝3的执行机构,固定安装在L型支架11的竖壁上;采用冲击速度高、冲击力大、体型小的CMT冲击气缸,其冲击杆带导向结构以防冲击过程中冲击杆转动;其在0.5Mpa的气源压力下能产生3吨的冲击力,且最大冲击速度能达5m/s以上,远远大于手动剪断钢丝的剪断力与剪断速度。

[0043] 冲击头13安装在冲击气缸12的冲击杆上,用于冲击剪断传力钢丝3;采用模具钢加工而成。

[0044] 冲击垫块14,通过陶瓷垫片15绝缘隔离并吸附在磁吸钢盘16上,用于为冲击头13冲击剪断传力钢丝3提供冲击面;实验中通过调节可移动升降台10使冲击垫块14的冲击面与传力钢丝3平行且微接触,以抑制冲击剪断过程中对传力钢丝3产生正交方向的载荷扰动;采用Q235或45钢加工而成。

[0045] 陶瓷垫片15用于绝缘隔离冲击垫块14与磁吸钢盘16,从而使得冲击头13只有在触碰到传力钢丝3时才与冲击垫块14之间电导通,则通过检测冲击头13与冲击垫块14的电导通亦即短路时刻即可检测冲击剪断的开始时刻,亦即阶跃开始时刻;陶瓷垫片15厚度取为1mm~2mm。

[0046] 磁吸钢盘16采用圆柱钢24内置永久磁铁25的结构,通过沉头螺钉26固定安装在L型支架11的底板上,利用磁吸力吸附固定冲击垫块14,使得在冲击作用下易损的冲击垫块14和陶瓷垫片15易于更换;圆柱钢24采用45钢加工,永久磁铁25采用钕铁硼材质的永磁铁以提供强磁力。

[0047] 绝缘柱I 17和绝缘柱II 18分别插在L型支架11两侧的固定安装孔里。

[0048] 金属丝I 19和金属丝II 20的一端分别固定安装在绝缘柱I 17和绝缘柱II 18上,另一自由端分别缠绕在冲击垫块14两侧的传力钢丝3上,用以辅助检测传力钢丝3完全断裂的时刻,亦即阶跃结束时刻。

[0049] 空气压缩机21用以提供冲击气缸12工作所需要的气源。

[0050] 气动电磁阀22用以启动冲击气缸12的冲击动作。

[0051] 气管23用以联通冲击气缸12、气动电磁阀22和空气压缩机21的气路。

[0052] 冲击头13与冲击垫块14的冲击面之间的初始距离设置为冲击气缸12的最大冲击力行程。

[0053] 据此,在冲击剪断传力钢丝3之前,冲击头13与冲击垫块14断路,金属丝I 19与金属丝II 20短路;而当启动冲击气缸12的冲击动作之后,阶跃开始时刻即为冲击头13与传力

钢丝3相接触的时刻,此时冲击头13与冲击垫块14之间短路;阶跃结束时刻即为传力钢丝3被完全剪断的时刻,此时金属丝I 19和金属丝II 20断路;则通过检测冲击头13与冲击垫块14、金属丝I 19与金属丝II 20之间的通断即可检测阶跃开始与结束时刻,从而得到阶跃激励的阶跃边沿时间。故此,将冲击头13、冲击垫块14、金属丝I 19和金属丝II 20作为电信号测试点a、b、c、d分别通过导线引出,提供给阶跃边沿检测电路7以检测负阶跃激励的阶跃边沿时间;a与b的初始状态为断路、c与d的初始状态为短路,当阶跃开始时a与b短路,当阶跃结束时c与d断路。

[0054] 所述冲击剪断装置6的局部结构侧视图如图3所示,L型支架11的竖壁与底板之间夹角为 90° ,以确保冲击气缸12的冲击方向与冲击垫块14的冲击面垂直。

[0055] 所述冲击剪断装置6中的磁吸钢盘16的组成剖视图如图4所示,由圆柱钢24、永久磁铁25、沉头螺钉26组成。沉头螺钉26用于将圆柱钢24固定安装在L型支架11的底板上;永久磁铁25置于圆柱钢24的内腔中,永久磁铁25的顶面与圆柱钢24的顶面保持一小间隙,由圆柱钢24对其上面的冲击垫块14和陶瓷垫片15起支撑作用,永久磁铁25仅用于提供吸附冲击垫块14的磁力。

[0056] 所述阶跃边沿检测电路7的电路原理图如图5所示。电源Vcc1(参考地为G1)、电阻R1、R2、高速光耦U1、反相施密特触发器U2、接线座P1、P3组成阶跃开始时刻检测电路,电源Vcc1(参考地为G1)、电源Vcc2(参考地为G2)、电阻R3、R4、高速光耦U3、同相施密特触发器U4、接线座P2、P3组成阶跃结束时刻检测电路;输入信号接入到接线座P1和P2上的a、b、c、d,输出信号为接线座P3上的Tr1、Tr2。工作时,接线座P1的a、b接线端分别接到所述冲击剪断装置6中的冲击头13和冲击垫块14上,接线座P2的c、d接线端分别接到所述冲击剪断装置6中的金属丝I 19和金属丝II 20上。在冲击剪断前,a与b断路,c与d短路,故高速光耦U1输出为高电平、高速光耦U3输出为低电平,则反相施密特触发器U2的输出Tr1与同相施密特触发器U4的输出Tr2均为低电平;控制气动电磁阀22使冲击气缸12动作后,当冲击头13与传力钢丝3接触时,即为阶跃开始时刻,此时接线座P1中的a、b接线端短路,高速光耦U1输出低电平,反相施密特触发器U2的输出Tr1跳变为高电平,同相施密特触发器U4的输出Tr2仍然为低电平;当冲击头13完全切断传力钢丝3时,力传感器8被完全卸载,即为阶跃结束时刻,此时接线座P2的c、d接线端断路,高速光耦U3输出高电平,同相施密特触发器U4的输出Tr2亦跳变为高电平,反相施密特触发器U2的输出Tr1仍然为高电平;据此,在冲击气缸12驱动冲击头13冲击剪断传力钢丝3的过程中,通过测量阶跃边沿检测电路7的输出信号Tr1与Tr2的首次上升沿的时间差即得该次阶跃响应动态标定实验的阶跃边沿时间。阶跃边沿检测电路7中,电源Vcc1(参考地为G1)和电源Vcc2(参考地为G2)既可采用相同电源,亦可采用相互隔离的电源。

[0057] 本发明具体实施例中传感器力方向动态标定加载方式亦如图1所示。传力钢丝3的一端绕过滑轮悬挂系统5的定滑轮连接至力源4,另一端连接到定向加载组件2中的用于待标定力方向定向加载的加载螺钉上;调整滑轮悬挂系统5中定滑轮的位置,使得传力钢丝3的传力方向与力传感器8的待标定力方向相同,且力的作用线通过力传感器8的校心,实现对力传感器8进行力方向加载;然后,由冲击剪断装置6突然冲击剪断传力钢丝3,实现对力传感器8的待标定力方向的负阶跃力激励,从而完成一次力方向的动态标定过程。

[0058] 本发明具体实施例中传感器力矩方向动态标定示意图如图6所示。传力钢丝3的一

端绕过滑轮悬挂系统5的定滑轮连接至力源4,另一端绕过定向加载组件2中的用于待标定力矩方向定向加载的定滑轮对连接至滑轮悬挂系统5中的固定支杆上;调整滑轮悬挂系统5中的定滑轮与固定支杆的位置,使得定向加载组件2中定滑轮对两侧的传力钢丝3平行,从而将传力钢丝3传递的拉力转换成力矩施加到力传感器8的待标定力矩方向上;然后,由冲击剪断装置6突然冲击剪断传力钢丝3,实现对力传感器8的待标定力矩方向的负阶跃力矩激励,从而完成一次力矩方向的动态标定过程。

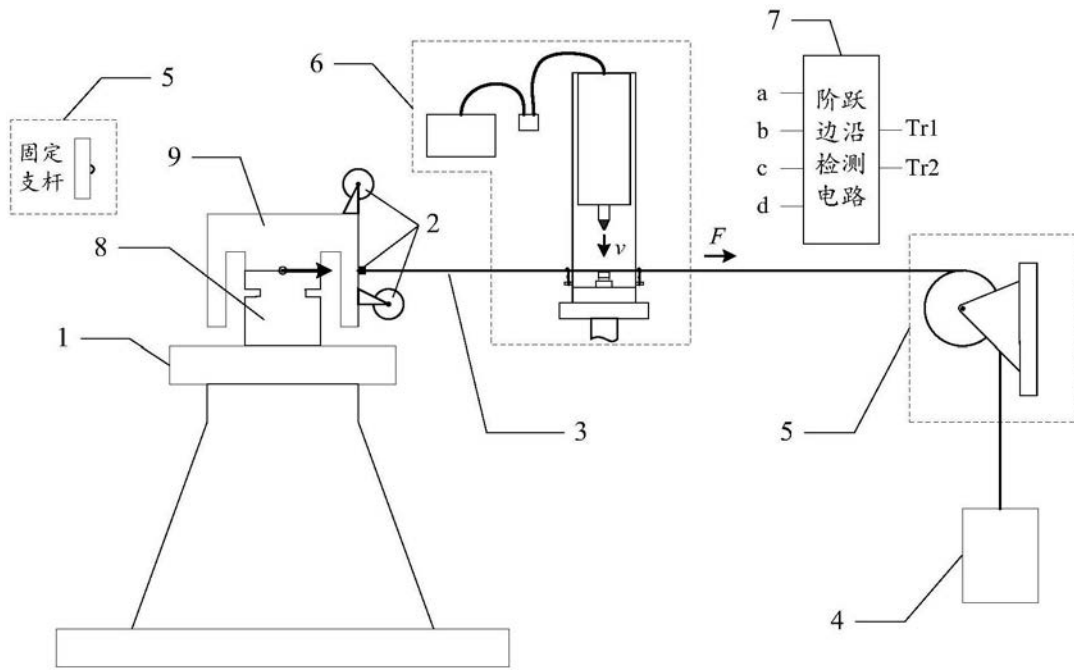


图1

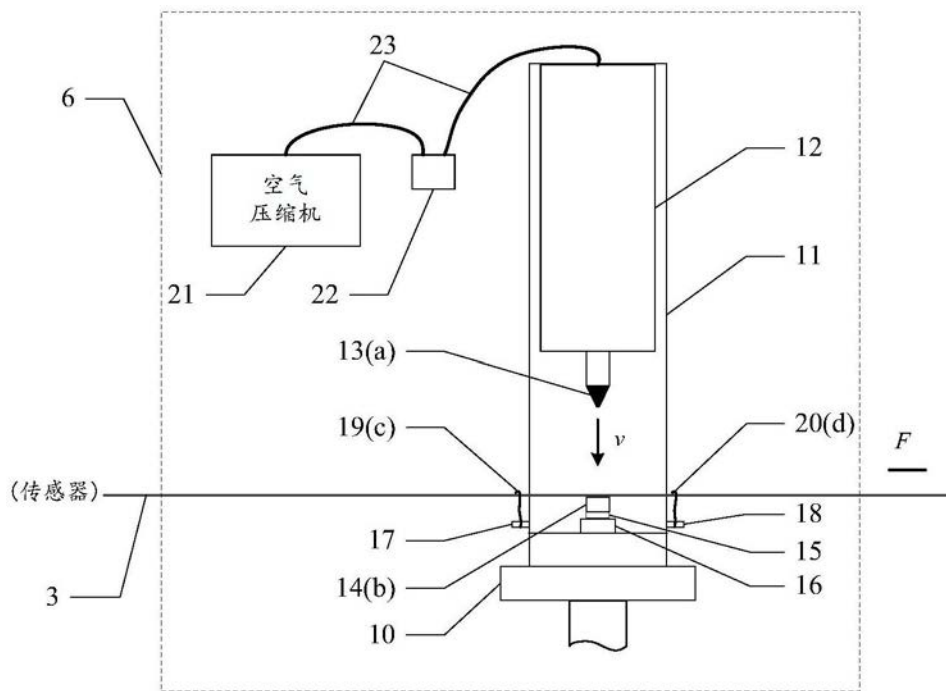


图2

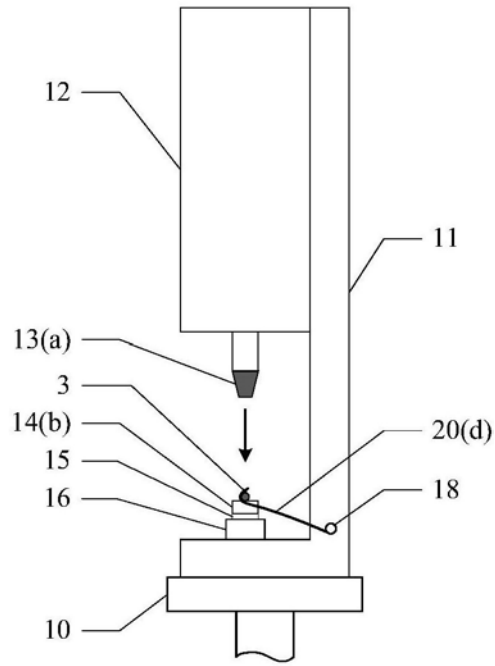


图3

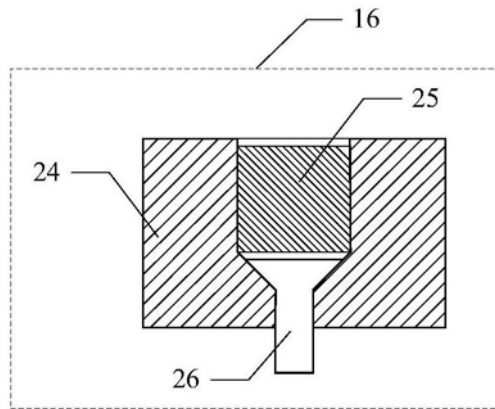


图4

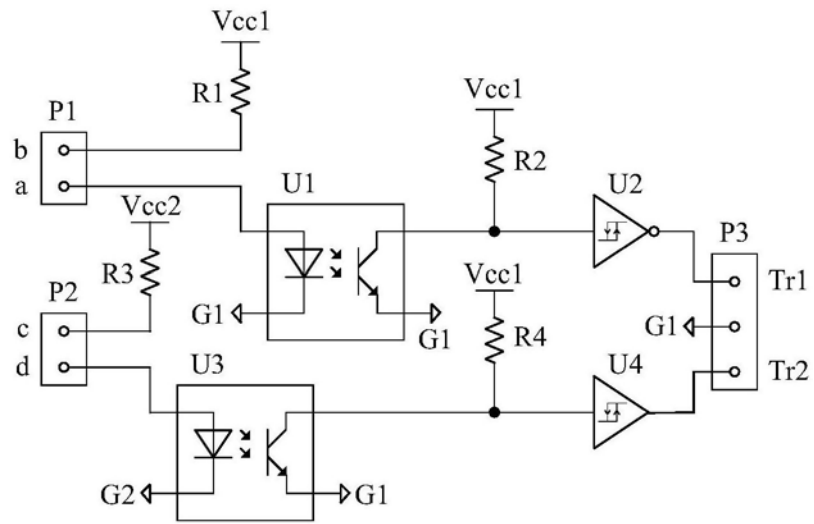


图5

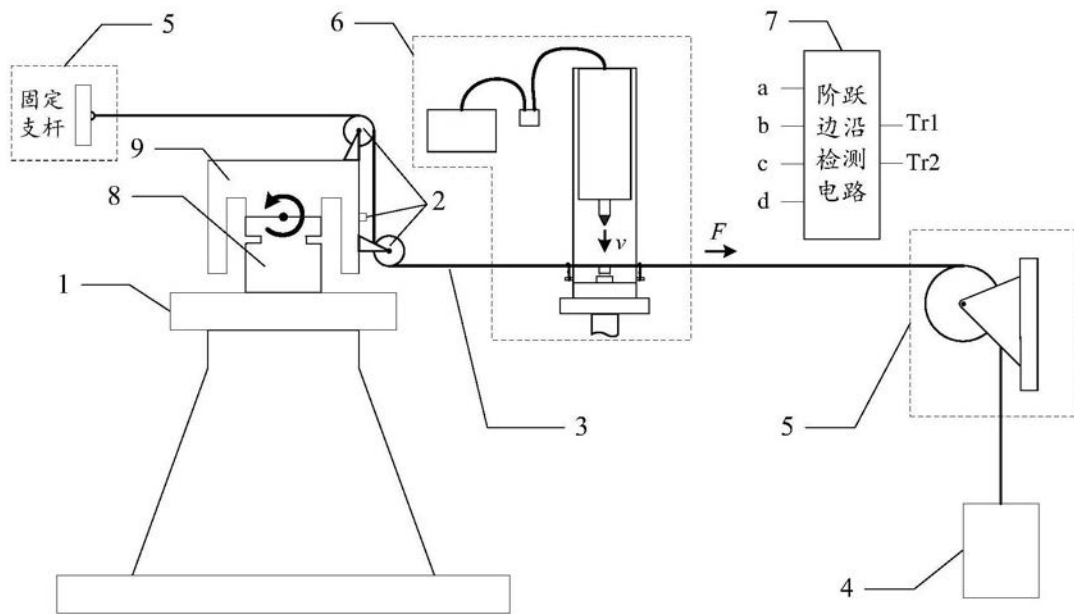


图6