



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106198696 A

(43)申请公布日 2016.12.07

(21)申请号 201610511138.7

(22)申请日 2016.07.04

(71)申请人 太原理工大学

地址 030024 山西省太原市迎泽西大街79号

(72)发明人 桑胜波 段倩倩 尹智 刘馨仪
王慎远 张一弛 周润林 张世杰
王莹 陶宇 杨鹏

(74)专利代理机构 太原科卫专利事务所(普通合伙) 14100

代理人 朱源

(51)Int.Cl.

G01N 27/48(2006.01)

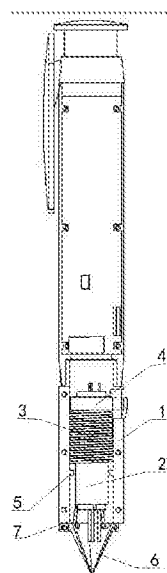
权利要求书1页 说明书4页 附图7页

(54)发明名称

便携式痕量重金属离子浓度检测笔

(57)摘要

本发明涉及重金属分析检测装置,具体为便携式痕量重金属离子浓度检测笔。解决现有检测装置存在的体积庞大、仪器昂贵、运行费用高、检测步骤繁琐和不便携带因而不适合现场快速检验等问题。该检测笔包括空心笔杆,空心笔杆内自下而上依次有电极总成、弹簧、按钮和基于溶出伏安法的检测电路;弹簧套于电极总成的电极体上且其下端卡于设在空心笔杆内壁的环状弹簧卡凸;按钮由环状体和固定于环状体外圈上的拨柄构成,按钮的环状体套固于电极总成的电极体上端,按钮的拨柄伸出空心笔杆上所开的L形孔。本发明小巧便携,操作快速且安全,检测时间短,精确度高,集成度高,特别适用于现场检测。



1. 一种便携式痕量重金属离子浓度检测笔, 其特征在于, 包括空心笔杆(1), 空心笔杆(1)内自下而上依次有电极总成(2)、弹簧(3)、按钮(4)和基于溶出伏安法的检测电路; 所述电极总成(2)包括圆柱状电极体(2-1)和定位于电极体上且两端分别从电极体两端伸出的三电极(2-2), 即工作电极(WE)、参比电极(RE)和辅助电极(CE), 所述检测电路与三电极的上端连接; 弹簧(3)套于电极总成的电极体(2-1)上且其下端卡于设在空心笔杆(1)内壁的环状弹簧卡凸(5); 按钮(4)由环状体(4-1)和固定于环状体外圈上的拨柄(4-2)构成, 按钮的环状体(4-1)套固于电极总成的电极体(2-1)上端, 按钮的拨柄(4-2)伸出空心笔杆上所开的L形孔; 当按钮的拨柄(4-2)位于L形孔的上端, 在弹簧(3)作用下电极总成的三电极下端收回空心笔杆内; 扳动按钮拨柄(4-2)使其卡于L形孔的下端时, 电极总成的三电极下端伸出空心笔杆且弹簧(3)受压。

2. 根据权利要求1所述的便携式痕量重金属离子浓度检测笔, 其特征在于, 还包括三片能拼合成一个锥体的保护瓣(6), 每个保护瓣的宽端同时与空心笔杆(1)的下端和电极总成的电极体(2-1)的下端铰接, 当电极总成的三电极下端收回空心笔杆时, 三片保护瓣闭合成锥体状, 当电极总成的三电极下端伸出空心笔杆时, 三片保护瓣张开。

3. 根据权利要求2所述的便携式痕量重金属离子浓度检测笔, 其特征在于, 保护瓣(6)的宽端内、外壁上固定有铰接耳(6-1), 保护瓣(6)外壁上的铰接耳直接与空心笔杆(1)的下端铰接, 内壁上的铰接耳通过两端都开有铰接孔的连接杆(7)与电极总成的电极体(2-1)的下端铰接。

4. 根据权利要求1或2或3所述的便携式痕量重金属离子浓度检测笔, 其特征在于, 参比电极(RE)定位于电极体(2-1)的中心, 工作电极(WE)和辅助电极(CE)环绕参比电极(RE)。

5. 根据权利要求4所述的便携式痕量重金属离子浓度检测笔, 其特征在于, 工作电极(WE)为金电极, 参比电极(RE)为甘汞电极, 辅助电极(CE)为铂电极。

6. 根据权利要求1或2或3所述的便携式痕量重金属离子浓度检测笔, 其特征在于, 基于溶出伏安法的检测电路包括单片机(MCU), 辅助电极(CE)与单片机(MCU)的输入端之间设有采集支路, 工作电极(WE)与单片机(MCU)的输出端之间设有工作支路, 参比电极(RE)连接一个恒电位电路, 并经过该恒电位电路与工作电极(WE)形成电化学回路; 所述的采集支路由低通滤波电路、偏移电路、A/D转换器和DMA通道依次连接而成; 所述的工作支路由D/A转换器、第一运算放大模块连接而成; 与参考电机(RE)连接的恒电位电路的输出端连接有第二运算放大模块, 第二运算放大模块的输出端与第一运算放大模块的输入端相连, 从而形成电化学回路。

7. 根据权利要求6所述的便携式痕量重金属离子浓度检测笔, 其特征在于, 单片机(MCU)连接有声光报警电路, 所述的声光报警电路由四个LED灯、一个蜂鸣器构成, 空心笔杆(1)上开有LED灯显示孔。

8. 根据权利要求7所述的便携式痕量重金属离子浓度检测笔, 其特征在于, 单片机(MCU)采用内核为Cortex-M0的STM32F030R8T6微控制器。

便携式痕量重金属离子浓度检测笔

技术领域

[0001] 本发明涉及重金属分析检测装置,具体为便携式痕量重金属离子浓度检测笔。

背景技术

[0002] 随着工业、农业、交通运输业的快速发展,人类对重金属开采、冶炼、加工及商业制造活动日益增多,使得重金属离子,如铅、汞、镉、铬进入水、土壤等人类赖以生存的环境,严重危害了人类及各类生物的生存。重金属离子的分布广泛性及不可降解性,使人体吸收后易在体内蓄积,即使浓度在 10^{-6} 量级,对人体的危害也十分明显。目前,重金属中毒是发展中国家的一个重要公共健康问题之一,尤其对儿童,重金属中毒会影响他们的一生。近年来,我国重金属中毒事件频频发生,这为我们敲响了警钟。所以痕量重金属离子的速测技术是环境监测、食品和生物医学工程检测相关领域的重要研究方向,对环境监测、食品安全及可持续发展具有深远的意义。

[0003] 目前用于痕量重金属检测的方法主要有原子吸收、原子荧光、等光谱分析方法,电感耦合等离子体质谱法以及紫外-可见光分光光度法等。这些方法所需要的仪器本身耗资昂贵,运行费用高,需要具备熟练的操作经验和足够的工作空间,在实现大范围的检测时比较费时、费力;有的不能进行多组分析或多元素分析;有的会因元素、光谱等干扰而无法测定,更不能达到现场检测的目的。

[0004] 电化学分析法是根据物质在溶液中和电极上的电化学性质为基础建立起来的一种分析方法。电化学分析法应用于检测重金属主要包括溶出伏安法、极谱法、电位分析法、电导分析法等,是当今分析和检测领域的一种极其重要的技术手段。

[0005] 溶出伏安法是一种十分灵敏的痕量分析方法,灵敏度高,分辨率好,可以同时测定多种金属,不受浑浊、色度等影响,易于实现现场、快速、实时、在线、连续和自动化检测,符合目前的发展方向,该方法应用于环境应急监测、自来水检测、食品、制药、医院废水监测等方面。其工作原理是在待测溶液中插入三电极,即工作电极WE、参比电极RE和辅助电极CE,辅助电极CE与单片机的输入端之间设有采集支路,工作电极WE与单片机的输出端之间设有工作支路,参比电极RE连接一个恒电位电路,并经过该恒电位电路与工作电极WE形成电化学回路。整个测量过程分为两个过程,分别是富集过程和溶出过程。富集过程:由单片机给工作电极WE施加一个恒定电位,该恒定电位低于参比电极RE所连恒电位电路的输出电位(如, $-2.5V$),工作电极WE和参比电极RE之间的电势差为负,电化学回路发生电化学反应,即工作电极WE附近溶液发生还原反应,使待测金属离子还原成金属析出于工作电极WE的表面。富集过程辅助电极CE不向单片机采集数据。溶出过程:单片机给工作电极WE施加一个扫描电压(如,扫描范围为 $-2.5V \sim 2.5V$),使工作电极WE和参比电极RE之间的电势差由负逐渐变为正,从而使工作电极WE上的金属氧化而产生氧化电流,辅助电极CE经采集支路向单片机采集电流数据。根据氧化过程的数据,单片机可以由程序控制绘制“电流—电压曲线”进行分析。根据离子的电化学特性,离子的溶出电压是固定的,即“电流—电压曲线”上电流峰值对应的电压就是溶出电压,然后查表(溶出电压与粒子种类的对应表格),即可得到离子

种类。由于峰电流与待测物浓度成正比,故可以进行定量分析,按照一定的算法,由峰电流的大小确定离子的浓度。是否超标的判断:将国家标准里的对离子种类达到污染程度的浓度值(以下简称标准值)记录到程序里。通过检测,我们将测量得到的某离子的浓度值(以下简称测量值)与该离子的标准值进行比较。由程序判断,如果该离子的测量值大于标准值,则离子超标;否则,不超标。单片机连接有声光报警装置或显示装置,当离子浓度超标时,进行声光报警或显示浓度值。

[0006] 现有的基于溶出伏安法的痕量重金属离子浓度检测装置存在体积庞大、仪器昂贵、运行费用高、检测步骤繁琐和不便携带因而不适合现场快速检验等缺点。

发明内容

[0007] 本发明解决现有基于溶出伏安法的痕量重金属离子浓度检测装置存在的上述问题,提供一种便携式痕量重金属离子浓度检测笔。

[0008] 本发明是采用如下技术方案实现的:便携式痕量重金属离子浓度检测笔,包括空心笔杆,空心笔杆内自下而上依次有电极总成、弹簧、按钮和基于溶出伏安法的检测电路;所述电极总成包括圆柱状电极体和定位于电极体上且两端分别从电极体两端伸出的三电极,即工作电极WE、参比电极RE和辅助电极CE,所述检测电路与三电极的上端连接;弹簧套于电极总成的电极体上且其下端卡于设在空心笔杆内壁的环状弹簧卡凸;按钮由环状体和固定于环状体外圈上的拨柄构成,按钮的环状体套固于电极总成的电极体上端,按钮的拨柄伸出空心笔杆上所开的L形孔;当按钮的拨柄位于L形孔的上端,在弹簧作用下电极总成的三电极下端收回空心笔杆内;扳动按钮拨柄使其卡于L形孔的下端时,电极总成的三电极下端伸出空心笔杆且弹簧受压。使用时,使按钮拨柄卡于L形孔的下端,电极总成的三电极下端伸出空心笔杆,三电极插入待测溶液中进行检测;检测完毕后,扳动按钮拨柄,在弹簧作用下,电极总成的三电极下端收回空心笔杆。

[0009] 进一步地,该检测笔还包括三片能拼合成一个锥体的保护瓣,每个保护瓣的宽端同时与空心笔杆的下端和电极总成的电极体的下端铰接,当电极总成的三电极下端收回空心笔杆时,三片保护瓣闭合形成锥体状,当电极总成的三电极下端伸出空心笔杆时,三片保护瓣张开。使用时,可依靠三片保护瓣闭合而成的锥体的锋利顶尖,刺入带汁水果、蔬菜和湿土壤等内,再使三片保护瓣张开,不但方便了使用,而且起到保护三电极的作用。

[0010] 本发明所述检测笔结构设计新颖、独特、巧妙,小巧便携,操作快速且安全,检测时间短,精确度高,集成度高,不需要专业培训,造价低廉,不但能对自来水、废水等液体进行重金属离子检测,而且能够直接对水果、蔬菜和湿土壤等的重金属离子进行检测,使用非常方便,特别适用于现场检测。克服了现有同类产品存在的缺陷。

附图说明

[0011] 图1为本发明的外观结构示意图;

图2为图1的侧视图;

图3为本发明的内部结构示意图;

图4为电极总成的立体图;

图5为电极总成的剖视图;

图6为图5的仰视图；

图7为按钮的立体图；

图8为保护瓣的立体图；

图9为连接杆的立体图；

图10为检测电路的原理图；

图11为本发明保护瓣张开时的外观结构示意图。

[0012] 图中：1、空心笔杆，2、电极总成，2-1、电极体，2-2、三电极，3、弹簧，4、按钮，4-1、环状体，4-2、拨柄，5、弹簧卡凸，6、保护瓣，6-1、铰接耳，7、连接杆。

具体实施方式

[0013] 便携式痕量重金属离子浓度检测笔，包括空心笔杆1，空心笔杆1内自下而上依次有电极总成2、弹簧3、按钮4和基于溶出伏安法的检测电路；所述电极总成2包括圆柱状电极体2-1和定位于电极体上且两端分别从电极体两端伸出的三电极2-2，即工作电极WE、参比电极RE和辅助电极CE，所述检测电路与三电极的上端连接；弹簧3套于电极总成的电极体2-1上且其下端卡于设在空心笔杆1内壁的环状弹簧卡凸5；按钮4由环状体4-1和固定于环状体外圈上的拨柄4-2构成，按钮的环状体4-1套固于电极总成的电极体2-1上端，按钮的拨柄4-2伸出空心笔杆上所开的L形孔；当按钮的拨柄4-2位于L形孔的上端，在弹簧3作用下电极总成的三电极下端收回空心笔杆内；扳动按钮拨柄4-2使其卡于L形孔的下端时，电极总成的三电极下端伸出空心笔杆且弹簧3受压。该检测笔还包括三片能拼合成一个锥体的保护瓣6，每个保护瓣的宽端同时与空心笔杆1的下端和电极总成的电极体2-1的下端铰接，当电极总成的三电极下端收回空心笔杆时，三片保护瓣闭合成锥体状，当电极总成的三电极下端伸出空心笔杆时，三片保护瓣张开。具体实施时，保护瓣6的宽端内、外壁上固定有铰接耳6-1，保护瓣6外壁上的铰接耳直接与空心笔杆1的下端铰接，内壁上的铰接耳通过两端都开有铰接孔的连接杆7与电极总成的电极体2-1的下端铰接，如此，使结构更合理、可靠。参比电极RE定位于电极体2-1的中心，工作电极WE和辅助电极CE环绕参比电极RE，以此提高检测的精度。工作电极WE为金电极，参比电极RE为甘汞电极，辅助电极CE为铂电极，进一步提高检测精度。基于溶出伏安法的检测电路包括单片机MCU，辅助电极CE与单片机MCU的输入端之间设有采集支路，工作电极WE与单片机MCU的输出端之间设有工作支路，参比电极RE连接一个恒电位电路，并经过该恒电位电路与工作电极WE形成电化学回路；所述的采集支路由低通滤波电路、偏移电路、A/D转换器和DMA通道依次连接而成；所述的工作支路由D/A转换器、第一运算放大模块连接而成；与参考电极RE连接的恒电位电路的输出端连接有第二运算放大模块，第二运算放大模块的输出端与第一运算放大模块的输入端相连，从而形成电化学回路，如此的检测电路集成度高、检测精度高，更适合置于空心笔杆内。所述的单片机MCU连接有声光报警电路，所述的声光报警电路由四个LED灯、一个蜂鸣器构成，空心笔杆1上开有LED灯显示孔。检测电路还包括蓝牙模块。

[0014] 三电极采集而来的微弱电流信号进行滤波、偏移、A/D转换最终将数字量信号送入单片机进行程序处理，LED灯将重金属离子种类和污染程度显示出来，同时利用蜂鸣器提示，随着重金属的溶出，峰值电位经算法得出其浓度，判断是否超标，有一种离子超标，则蜂鸣器报警，同时对应已超标离子的LED灯亮起，其他没有超标离子对应的LED灯一直闪烁，若

全部没有超标,则蜂鸣器不响且LED灯间断闪烁;并利用蓝牙模块将处理后的数据发送至手机APP以显示离子的具体分析数据。该检测笔可在一次样品取样中获取多种重金属是否超标。作为一种实施例,该检测笔将最常见的 Cu^{2+} 、 Cr^{3+} 、 Zn^{2+} 、 Pb^{2+} 作为检测对象。单片机MCU采用内核为Cortex-M0的STM32F030R8T6微控制器。

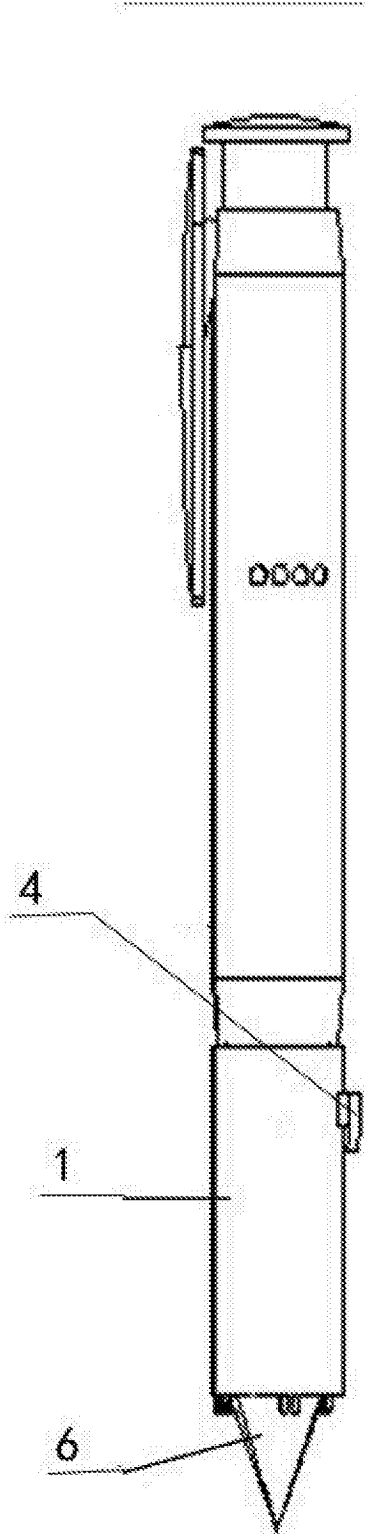


图1

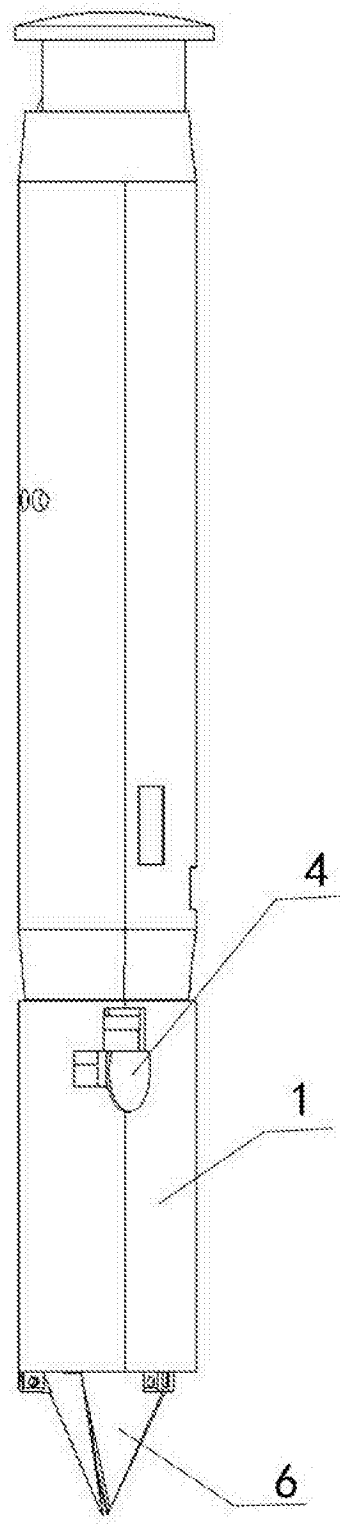


图2

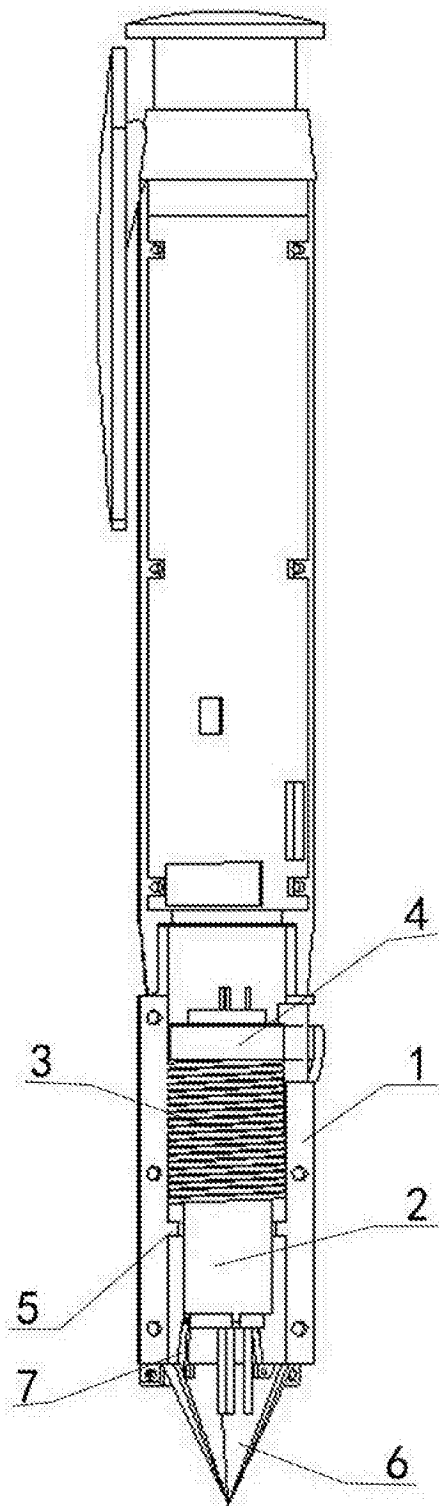


图3

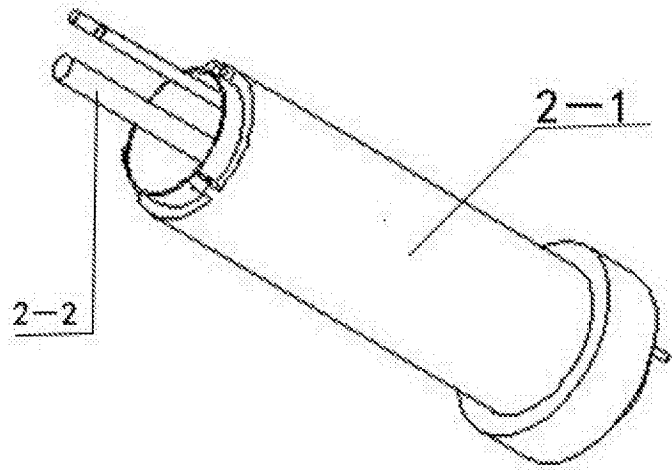


图4

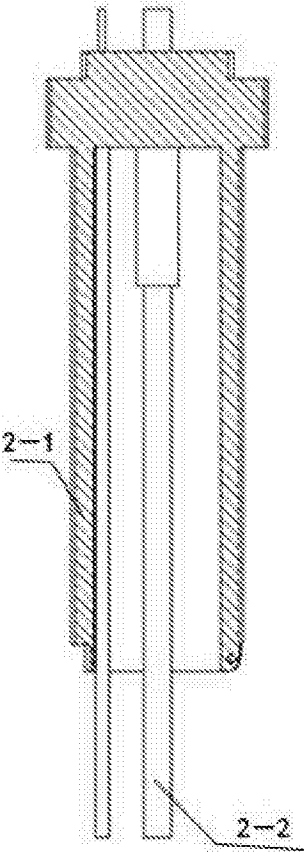


图5

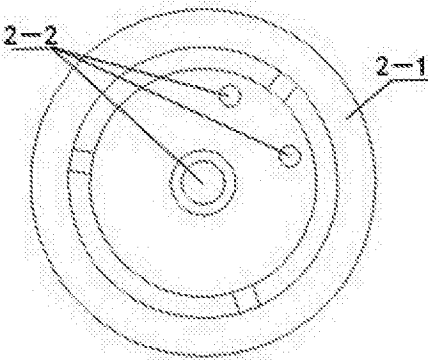


图6

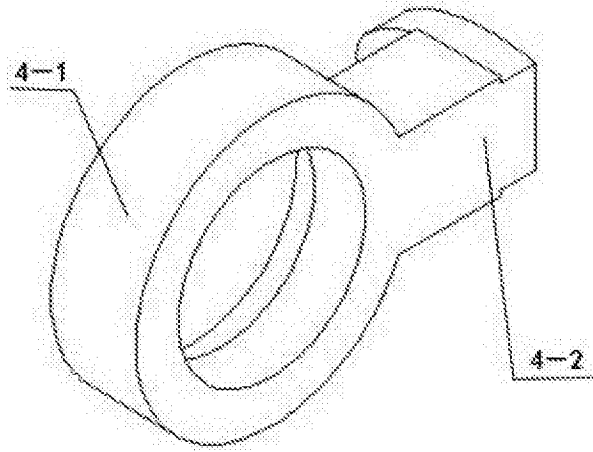


图7

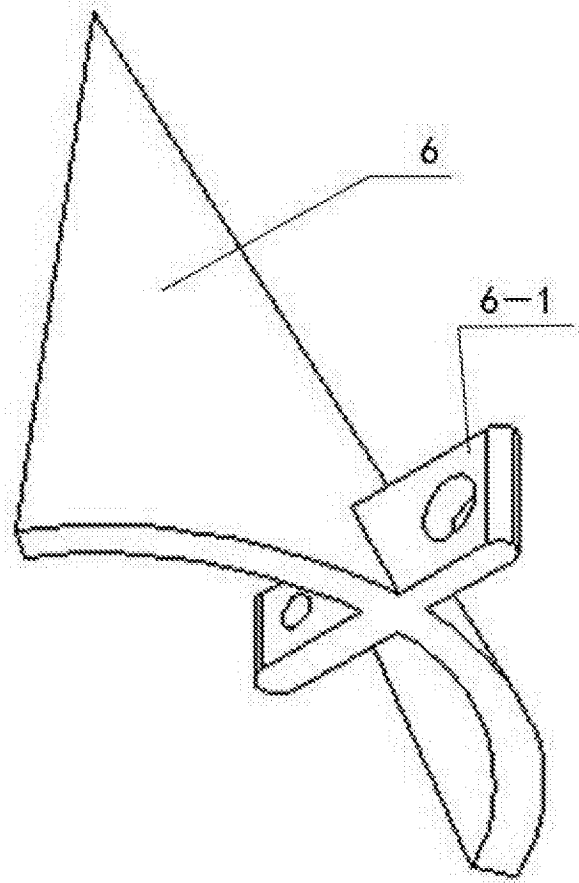


图8

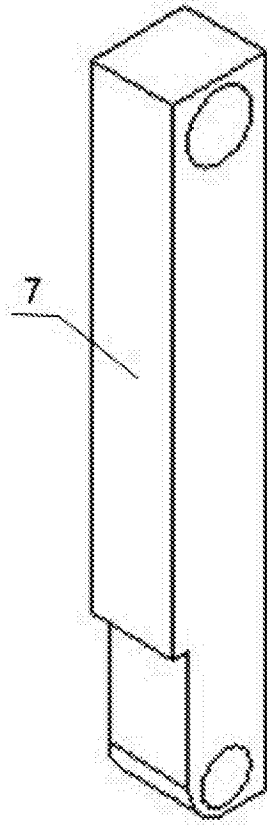


图9

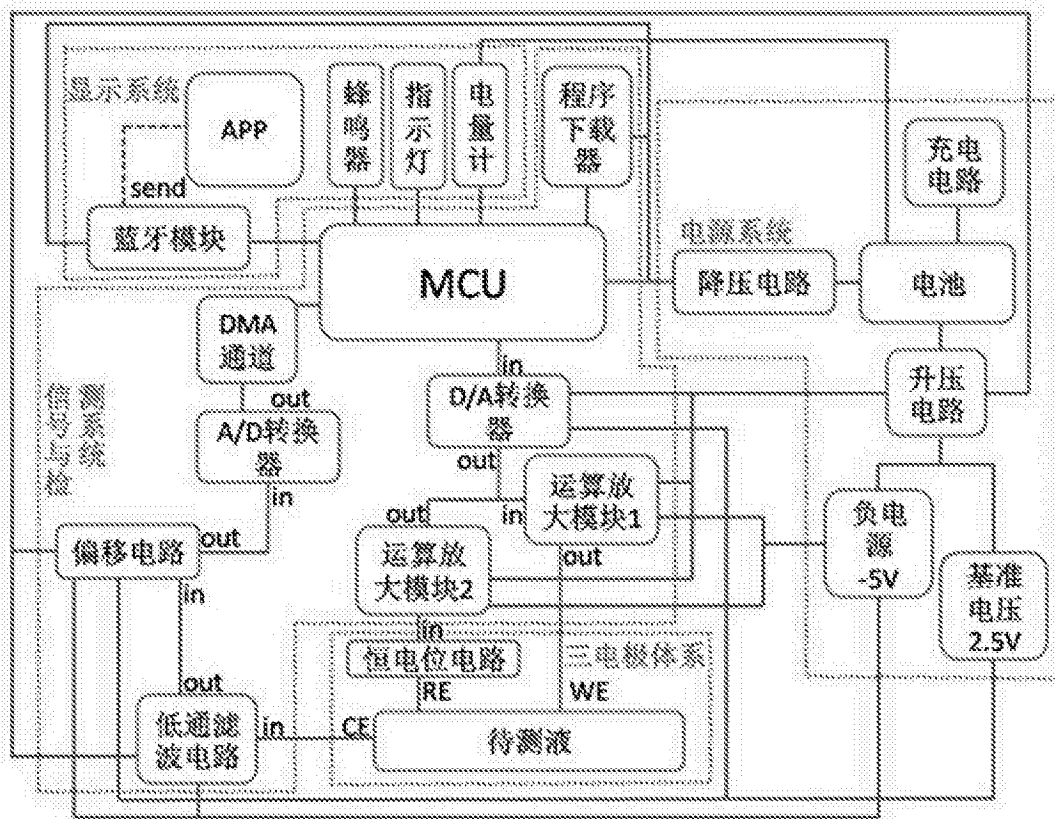


图10

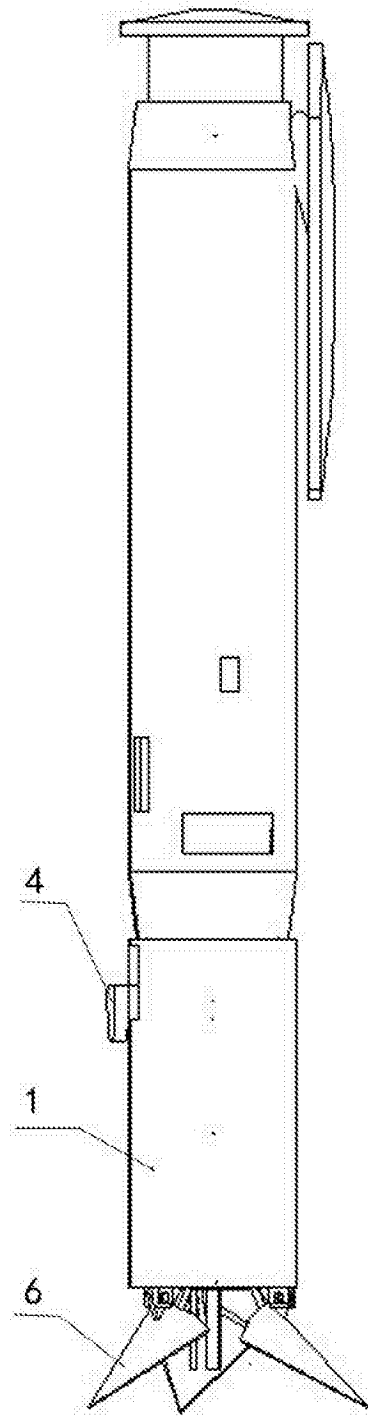


图11