



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108955552 B

(45) 授权公告日 2024.03.26

(21) 申请号 201810748462.X

(22) 申请日 2018.07.10

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108955552 A

(43) 申请公布日 2018.12.07

(73) 专利权人 山东科技大学

地址 266590 山东省青岛市黄岛区经济技术开发区前湾港路579号

(72) 发明人 赵同彬 张巍 尹延春 邱月

(74) 专利代理机构 青岛智地领创专利代理有限公司 37252

专利代理师 肖峰

(56) 对比文件

CN 103510985 A, 2014.01.15

CN 103791849 A, 2014.05.14

CN 202462161 U, 2012.10.03

JP 2001066168 A, 2001.03.16

US 5237384 A, 1993.08.17

审查员 罗亚梅

(51) Int. Cl.

G01B 11/16 (2006.01)

G01B 11/02 (2006.01)

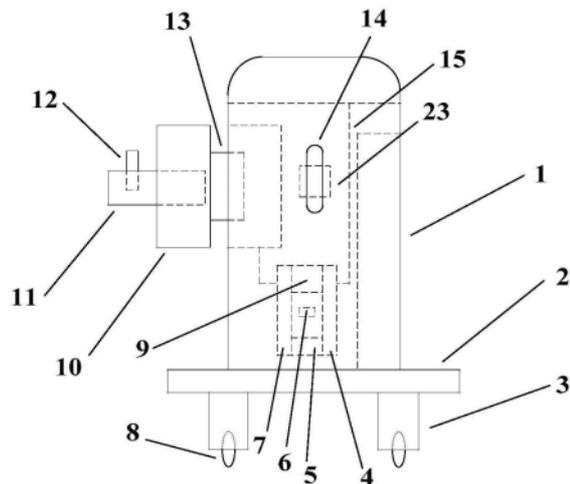
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

巷/隧道表面非均匀位移的非接触式测量系统及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种巷/隧道表面位移的非接触式测量系统及方法,其克服了传统巷道围岩变形测量的不足之处。其包括防爆机壳、数据测量系统、中央控制系统、测量定位系统、数据传输系统、数据分析处理系统及显示系统,数据测量系统安装在防爆机壳的右侧,数据测量系统包括二级垂直传动机构、二级水平传动机构、激光测距仪及自动转向舵机,激光测距仪与自动转向舵机固定连接在一起。该系统工作时预先设置自动转向舵机参数后利用传动结构调整激光测距仪空间位置,由中央控制系统发出指令通过传动机构的舵机带动激光测量仪进行360°周向转动,同时向测点射出一序列短暂的脉冲激光束进而实现不规则巷道围岩表面非均匀变形的高精度测量。



1. 一种巷/隧道表面位移的非接触式测量系统,其包括防爆机壳、数据测量系统、中央控制系统、测量定位系统、数据传输系统、数据分析处理系统及显示系统,其特征在于:

所述数据测量系统安装在所述防爆机壳的右侧,所述数据测量系统包括二级垂直传动机构、二级水平传动机构、激光测距仪及自动转向舵机,所述激光测距仪与所述自动转向舵机固定连接在一起,所述自动转向舵机可带动所述激光测距仪进行360°周向转动,所述二级垂直传动机构、二级水平传动机构带动所述自动转向舵机运动;

所述测量定位系统用于控制所述二级垂直传动机构、二级水平传动机构的运动;

所述数据传输系统用于接收数据测量系统获取的数据,同时传递至数据存储系统;

所述数据分析处理系统包括通过分析空间坐标信息获取三维点云阵列的电子记录仪、通过提取多平面特征确定变形标准的电子分析仪、通过图像匹配和系统标定时空配合而成的电子配准仪及通过RGB图像处理合成的3D模型机;所述数据分析处理系统用于对数据存储系统中的数据进行分析;

所述的中央控制系统用于对所述数据测量系统、测量定位系统、数据传输系统及数据分析处理系统进行信号控制;

所述的数据存储系统包括控制芯片与SD卡集成系统,激光测距仪将采集到的巷道表面变形数据经过数字化处理后通过电子记录仪、电子分析仪和电子配准仪后,结合相关软件计算并传输至3D模型机,存储到所述控制芯片与SD卡集成系统;

所述的中央控制系统内设置有控制芯片,通过所述控制芯片对所述数据测量系统、测量定位系统、数据传输系统及数据分析处理系统进行信号控制;

所述测量定位系统包括一级传动机构和电子罗盘,用于控制所述二级垂直传动机构、二级水平传动机构的运动;

所述数据传输系统包括数据传输线、USB数据传输接口及RJ45网络接口,所述的数据传输线设置在所述防爆机壳内,所述的USB数据传输接口和RJ45网络接口设置在所述的防爆机壳的左侧;在所述的防爆机壳的前侧安装有用于照明的LED防爆灯和电源插座,在所述防爆机壳内还设置有电源,所述电源采用防爆型锂离子电池和安全防护型锂电池充电板;

所述电子记录仪、电子分析仪、电子配准仪均安装在所述防爆机壳内;

所述显示系统包括液晶数字显示屏、激光测距仪水平移动控制按钮、激光测距仪垂直移动控制按钮、防爆外壳垂直移动控制按钮、开始按钮、结束按钮、记录按钮、保存按钮、导出按钮及充电指示灯;

所述的防爆机壳下部设置有承重钢架和可伸缩的立架,其底部设置有滚轮;

所述激光测距仪包括激光发射器和激光接收器。

巷/隧道表面非均匀位移的非接触式测量系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种巷/隧道表面位移的非接触式测量系统及方法,尤其是一种适用于不规则巷道围岩条件下、高精度测量非均匀变形的巷道围岩变形测量系统。

背景技术

[0002] 巷/隧道表面变形是最基本的工程监测参数内容,主要包括巷/隧道顶、底板和帮壁移近量等,根据监测结果可以计算巷/隧道表面位移速度、巷/隧道断面收敛率,并建立绘制位移量、位移速度和巷/隧道开挖位置与时间的关系曲线,进而分析巷/隧道围岩变形规律、围岩稳定性以及巷/隧道支护效果。目前巷/隧道表面变形的监测方法普遍采用十字测量法,即在巷/隧道顶、底板中部垂直方向和两帮水平方向钻孔,安装木桩、短锚杆、测钉等测量基点,由工作人员进行手工的测量和记录。

[0003] 考虑到工程中的巷/隧道受地应力、岩性、流变、或爆破冲击的影响,通常情况下初始断面形状、不平整度差异较大,且围岩表面为非均匀变形。传统方法受限于测点位置的影响,主要适用于规则巷道围岩表面的均匀变形;人工记录时局限于巷道某一断面,不能实现整体测量;容易出现工人记录数据不及时和精度不高而导致数据分析不准确等。上述问题给巷道表面变形的测量带来了诸多困难,由此可见,现有技术有待于进一步的改进和提高。

[0004] 光学测量工具结构简单、测量精度高、在恶劣环境中的适用性较强,利用激光测距仪等脉冲式测量装置可以实现巷道围岩变形的实时测量、一次性精确地测出长距离巷道任意方向上的变形量并借此确定变形后的围岩形状。

[0005] 经检索查询,现有技术有关研究报告有:

[0006] “巷道围岩表面变形激光测量装置及方法”(公告号:CN103510985A)利用计算机软件单元对巷道表面变形数据进行处理,绘制巷道图形并分析巷道各个测量点的围岩变形并预测巷道的危险性,适用于巷道围岩变形的精确测量。但该装置主要适用于测量较为规则的巷道围岩表面的均匀变形,而且完成整个巷道断面变形测量工作的难度较高。“一种巷道围岩变形动态测量装置”(公告号:CN201680823U)利用间隔设在巷道侧帮和顶部的多个激光测距传感器,实现巷道变形的自动、实时、多断面和连续长期测量,适用于巷道围岩变形的实时测量、数据存储、图像显示和数据通信。但所选用的激光测距仪未加装旋转装置而不能实现巷道全断面的测量,完成一次测量需要使用大量的激光测距仪。“一种全巷全过程全断面表面变形监测装置及方法”(公告号:CN106401651A)利用锚索布置测站,利用锚索尾部的螺纹套管连接支撑架和旋转激光测量装置,通过旋转激光测量装置实现全巷全过程全断面的数字成像。该装置安装和线路布置较为繁琐,测量采样间隔的随机性较大,而且作为安装载体的锚索容易受外界环境的扰动。

[0007] 因此,如何突破现有巷道围岩表面变形激光测量装置存在的上述问题,即在精确获取巷道断面各方向变形量的基础上,实现自动调整测量采样的空间距离、不规则巷道围岩表面非均匀变形的实时监测等功能,同时减小外界环境对测量装置的影响、降低测量成本等,对于岩体工程支护及施工安全等都具有极其重要的研究和工程意义。

发明内容

[0008] 本发明的目的在于克服传统巷道围岩变形测量的不足之处,提供一种巷/隧道表面位移的非接触式测量系统及方法,该系统工作时预先设置自动转向舵机参数后利用传动结构调整激光测距仪空间位置,由中央控制系统发出指令通过传动机构的舵机带动激光测量仪进行360°周向转动,同时向测点射出一序列短暂的脉冲激光束进而实现不规则巷道围岩表面非均匀变形的高精度测量。

[0009] 为实现上述目的,所需克服的主要技术难题有:

[0010] (1) 不规则巷/隧道表面非均匀位移的360°周向自动测量;

[0011] (2) 巷/隧道表面位移的时空高精度标定及校准;

[0012] (3) 位移数据向3D数字图像的匹配与转化。

[0013] 为解决上述技术难题,采用了如下技术方案:

[0014] 一种巷/隧道表面位移的非接触式测量系统,其包括防爆机壳、数据测量系统、中央控制系统、测量定位系统、数据传输系统、数据分析处理系统及显示系统,所述数据测量系统安装在所述防爆机壳的右侧,所述数据测量系统包括二级垂直传动机构、二级水平传动机构、激光测距仪及自动转向舵机,所述激光测距仪与所述自动转向舵机固定连接在一起,所述自动转向舵机可带动所述激光测距仪进行360°周向转动,所述二级垂直传动机构、二级水平传动机构带动所述自动转向舵机运动;

[0015] 所述测量定位系统用于控制所述二级垂直传动机构、二级水平传动机构的运动;

[0016] 所述数据传输系统用于接收数据测量系统获取的数据,同时传递至数据存储系统;

[0017] 所述数据分析处理系统包括通过分析空间坐标信息获取三维点云阵列的电子记录仪、通过提取多平面特征确定变形标准的电子分析仪、通过图像匹配和系统标定时空配合而成的电子配准仪及通过RGB图像处理合成的3D模型机;所述数据分析处理系统用于对数据存储系统中的数据进行分析;

[0018] 所述的中央控制系统用于对所述数据测量系统、测量定位系统、数据传输系统及数据分析处理系统进行信号控制。

[0019] 作为本发明的一个优选方案,所述的数据存储系统包括控制芯片与SD卡集成系统,激光测距仪将采集到的巷道表面变形数据经过数字化处理后通过电子记录仪、电子分析仪和电子配准仪后,结合相关软件计算并传输至3D模型机,存储到所述控制芯片与SD卡集成系统。

[0020] 作为本发明的另一个优选方案,所述的中央控制系统内设置有控制芯片,通过所述控制芯片对所述数据测量系统、测量定位系统、数据传输系统及数据分析处理系统进行信号控制。

[0021] 进一步的,所述测量定位系统包括一级传动机构和电子罗盘,用于控制所述二级垂直传动机构、二级水平传动机构的运动。

[0022] 进一步的,所述数据传输系统包括数据传输线、USB数据传输接口及RJ45网络接口,所述的数据传输线设置在所述防爆机壳内,所述的USB数据传输接口和RJ45网络接口设置在所述的防爆机壳的左侧。

[0023] 进一步的,在所述的防爆机壳的前侧安装有用于照明的LED防爆灯和电源插座,在

所述防爆机壳内还设置有电源,所述电源采用防爆型锂离子电池和安全防护型锂电池充电板。

[0024] 进一步的,所述电子记录仪、电子分析仪、电子配准仪均安装在所述防爆机壳内。

[0025] 进一步的,所述显示系统包括液晶数字显示屏、激光测距仪水平移动控制按钮、激光测距仪垂直移动控制按钮、防爆外壳垂直移动控制按钮、开始按钮、结束按钮、记录按钮、保存按钮、导出按钮及充电指示灯。

[0026] 进一步的,所述的防爆机壳下部设置有承重钢架和可伸缩的立架,其底部设置有滚轮。

[0027] 进一步的,所述激光测距仪包括激光发射器和激光接收器。

[0028] 本发明的另一任务在于提供一种巷/隧道表面位移的非接触式测量方法,依次包括以下步骤:

[0029] 第一步、在矿井中选好需要测量的巷道区域,根据巷道断面标记测量基点,收回防爆机壳下部移动轮并调节测量装置垂直移动至基点处,打开二级水平传动机构和二级垂直传动机构并根据电子罗盘将自动转向舵机置于水平,即将巷道围岩表面变形激光测量装置调整水平;

[0030] 第二步、正式测量前开启激光发射器调整射出的光线与巷道的中线垂直,保证巷道围岩表面变形激光测量装置中与自动转向舵机固结的激光测距仪能够与巷道的中线垂直;

[0031] 第三步、设置转动角速率后启动自动转向舵机,通过启动按钮启动控制芯片的激光测距功能,自动转向舵机旋转一周后按1、2、3……输入围岩测点编号并开始进行测量;

[0032] 第四步、测点数据经电子记录仪分析后计算围岩空间坐标,利用电子分析仪和电子配准仪统计、分析测点坐标后获取围岩变形,观察显示屏中的围岩图像无误后启动记录按钮,巷道围岩测量数据自动保存到SD卡上;

[0033] 第五步、该巷道断面围岩测量结束时,装置显示屏显示测量完成,即可操作二级传动机构延长传动臂即移动巷道围岩表面变形激光测距仪,测量相邻围岩断面变形数据;

[0034] 第六步、当该段巷道全部基点测量结束后,启动数据导出按钮将数据传输到3D模型机通过相关软件进行数据分析,根据导出监测的围岩变形原始数据对各个测点变形进行分析,绘制出巷道断面各个测点的3D断面图。

[0035] 与现有技术相比,本发明带来了以下有益技术效果:

[0036] (1) 本发明综合激光测量技术、计算机图像处理、3D立体视觉、巷道围岩监测方法等多种技术为一体,通过在井下测量巷道围岩表面变形数据,导入相关软件进行处理,得到巷道围岩表面变形3D模型,解决了巷道围岩变形监测过程中操作繁琐、精确度较低的问题;

[0037] (2) 本发明采用控制芯片控制和发出指令,脉冲式激光测距仪工作时向测点射出一序列短暂的脉冲激光束,由光电元件接收被测围岩反射的激光束,计时器测定激光束从发射到接收的时间,计算出从观测者到目标的距离进而实现高精度测量;

[0038] (3) 同时传动机构的舵机带动激光测量仪进行360°周向转动,可以测量巷道整个断面的变形情况,监测范围广,通过激光测距仪监测巷道围岩的变形,实现了对围岩变形无损、非接触监测,解决了以往监测人为主观性较强的问题;

[0039] (4) 利用传动结构调整激光测距仪空间位置,预先设置转动参数后自动转向舵机

实现高效无人化监测,避免了在围岩上多处安装传感器的耗时长、施工困难和成本高等问题,监测过程简单、实施方便,利于煤矿工作者工程操作,测量数据由相关算法进行处理,可以显示巷道全断面监测数据并绘制三维结构模型,自动化程度高,巷道环境适应性良好,整个监测过程不影响工程的正常进行;

[0040] (5)通过调节防爆机壳可用来测量不同的巷道围岩断面,依托可以自由伸缩的滚轮和三脚架,不仅移动方便而且能适应井下巷道内凹凸不平的地面环境,稳定性强,具有防爆措施,安全性高。

附图说明

[0041] 下面结合附图对本发明做进一步说明:

[0042] 图1为本发明的巷道围岩表面变形三维模型构建装置结构正视图;

[0043] 图2为本发明的巷道围岩表面变形三维模型构建装置结构左视图;

[0044] 图3为本发明的巷道围岩表面变形三维模型构建装置结构右视图;

[0045] 图4为本发明的巷道围岩表面变形三维模型构建装置结构俯视图;

[0046] 图5是本发明的测量流程图。

[0047] 图中:1-防爆机壳、2-承重钢架、3-伸缩式立架、4-3D模型机、5-电源、6-控制芯片与SD卡集成系统、7-电子记录与分析仪、8-伸缩式滚轮、9-电子配准仪、10-二级垂直传动机构、11-自动转向舵机、12-激光测距仪、13-二级水平传动机构、14-照明LED防爆灯、15-数据传输线、16-伸缩式拉杆、17-USB数据传输接口、18-RJ45网络接口、19-充电显示灯、20-1防爆机壳垂直控制按钮、20-2二级传动机构水平控制按钮、20-3二级传动机构垂直控制按钮、21-1启动按钮、21-2记录按钮、21-3保存按钮、21-4导出按钮、21-5结束按钮、22-液晶显示屏、23-三相220V电源插座。

具体实施方式

[0048] 本发明公开了一种巷/隧道表面位移的非接触式测量系统及方法,为了使本发明的优点、技术方案更加清楚、明确,下面结合具体实施例对本发明做详细说明。

[0049] 结合图1至图4所示,本发明的巷/隧道表面位移的非接触式测量系统主要由防爆机壳1、承重钢架2、伸缩式立架3、3D模型机4、电源5、控制芯片与SD卡集成系统6、电子记录与分析仪7、伸缩式滚轮8、电子配准仪9、二级垂直传动机构10、自动转向舵机11、激光测距仪12、二级水平传动机构13、照明LED防爆灯14、数据传输线15、伸缩式拉杆16、USB数据传输接口17、RJ45网络接口18、充电显示灯19、防爆机壳垂直控制按钮20-1、二级传动机构水平控制按钮20-2、二级传动机构垂直控制按钮20-3、启动按钮21-1、记录按钮21-2、保存按钮21-3、导出按钮21-4、结束按钮21-5、液晶显示屏22、三相220V电源插座23构成。

[0050] 防爆机壳1内依次设置3D模型机4、电源5、控制芯片与SD卡集成系统6、电子记录与分析仪7、电子配准仪9及数据传输线15。如图2所示,防爆机壳1的左侧设有伸缩式拉杆16、USB数据传输接口17、RJ45网络接口18,右侧设有激光测距仪12、自动转向舵机11,二级传动机构由二级垂直传动机构10和二级水平传动机构13组成并与自动转向舵机11固结。

[0051] 激光测距仪12由激光发射器和激光接收器组成,自动转向舵机11与激光测距仪12固结,通过控制自动转向舵机11带动激光测量仪12进行360°周向转动,同时激光测距仪12

利用舵机间歇式向巷道围岩发射激光并接收反射回来的激光,然后由设计好的计算机程序自动计算发射接收时间差,通过激光传播路程计算公式计算出巷道围岩距离的当前值并对数据进行排序。

[0052] 顶部设有充电显示灯19、防爆机壳垂直控制按钮20-1、二级传动机构水平控制按钮20-2、二级传动机构垂直控制按钮20-3、启动按钮21-1、记录按钮21-2、保存按钮21-3、导出按钮21-4、结束按钮21-5、液晶显示屏22。

[0053] 防爆机壳1前侧装有用于照明的LED防爆灯14,防爆机壳1前侧设置有可供充电的三相220V电源插座23,防爆机壳1下部设承重钢架2和可伸缩的立架3、滚轮8。电源5采用防爆型锂离子电池和安全防护型锂电池充电板,二级垂直传动机构10、自动转向舵机11、激光测距仪12和二级水平传动机构13通过内部电路连接。

[0054] 控制芯片与SD卡集成系统6电子罗盘用于测量方向的定位,控制芯片与SD卡集成系统6分别对3D模型机4、电子记录与分析仪7、电子配准仪9、二级垂直传动机构10、自动转向舵机11、激光测距仪12、二级水平传动机构13、防爆机壳垂直控制按钮20-1、二级传动机构水平控制按钮20-2、二级传动机构垂直控制按钮20-3、启动按钮21-1、记录按钮21-2、保存按钮21-3、导出按钮21-4、结束按钮21-5、液晶显示屏22进行控制。

[0055] 激光测距仪12将采集到的巷道表面变形数据经过数字化处理后通过电子记录与分析仪7和电子配准仪9,通过相关软件计算并传输至3D模型机4,最终存储到控制芯片与SD卡集成系统6。

[0056] 相关软件如计算软件单元由测量数据输出单元、变形分析单元及三维模型构建单元构成,测量数据输出单元可以导出巷道表面变形原始数据,变形分析单元可以计算巷道围岩变形,三维模型构建单元可以通过分析巷道各个测点的数据变形构建三维模型。

[0057] 巷/隧道表面位移的非接触式测量方法,其采用上述系统,具体操作流程如下:

[0058] (1) 在矿井中选好需要测量的巷道区域,根据巷道断面标记测量基点,收回防爆机壳1下部移动轮8并调节测量装置20-1垂直移动至基点处,打开二级水平传动机构13和二级垂直传动机构10并根据电子罗盘将自动转向舵机11置于水平,即将巷道围岩表面变形激光测量装置调整水平;

[0059] (2) 正式测量前开启激光发射器12调整射出的光线与巷道的中线垂直,保证巷道围岩表面变形激光测量装置中与自动转向舵机11固结的激光测距仪12能够与巷道的中线垂直;

[0060] (3) 设置转动角速率后启动自动转向舵机11,通过启动按钮21-1启动控制芯片6的激光测距功能,自动转向舵机11旋转一周后按1、2、3……输入围岩测点编号并开始进行测量;

[0061] (4) 测点数据经电子记录仪7分析后计算围岩空间坐标,利用电子分析仪7和电子配准仪9统计、分析测点坐标后获取围岩变形,观察显示屏中的围岩图像无误后启动记录21-2按钮,巷道围岩测量数据自动保存到SD卡6上;

[0062] (5) 该巷道断面围岩测量结束时,装置显示屏22显示测量完成,即可操作二级传动机构延长传动臂即移动巷道围岩表面变形激光测距仪12,测量相邻围岩断面变形数据;

[0063] (6) 当该段巷道全部基点测量结束后,启动数据导出21-4按钮将数据传输到3D模型机4通过相关软件进行数据分析,根据导出监测的围岩变形原始数据对各个测点变形进

行分析,绘制出巷道断面各个测点的3D断面图。

[0064] 图5所示为测量流程图,按图中指示描述测量过程:

[0065] (1) 巷道围岩表面变形三维模型构建装置包括电源、LED防爆灯、自动转向舵机、传动机构、激光测距仪、控制芯片、SD数据存储卡、数据传输线和软件处理单元;

[0066] (2) 其中电源则为装置的LED防爆灯、自动转向舵机、传动机构、激光测距仪、控制芯片、SD数据存储卡、数据传输线、软件处理单元等供电;

[0067] (3) 控制芯片对LED防爆灯、激光测距仪、自动转向舵机、传动机构、SD数据存储卡、软件处理单元进行控制;所述中央控制处理器和初始数据存储集成在控制芯片上;

[0068] (4) 激光测量模块包括二级垂直传动机构10、自动转向舵机11、激光测距仪12和二级水平传动机构13,激光测距仪12由激光发射器和激光接收器组成,自动转向舵机11带动激光测距仪进行360°周向转动;

[0069] (5) 通过激光测量模块对巷道数据进行采集并送入初始数据存储的控制芯片初步处理,进入软件处理单元的电子记录与分析仪加上具体的标示符表明具体测量点和测量时间,将这些数据通过数据传输线导入电子配准仪中,根据每组数据的标示符进行位置识别和数据处理,判别巷道围岩的实际变形,并自动得到巷道的形状及任意测点的变形曲线;

[0070] (6) 将处理后的围岩变形数据导入3D模型机建立巷道围岩三维结构模型,采用本发明巷道围岩表面变形三维模型构建装置可以连续测量井下任意测点数据,并对巷道表面变形进行分析对比,自动构建三维模型。

[0071] 本发明中未述及的部分采用或借鉴已有技术即可实现。

[0072] 尽管本文中较多的使用了诸如控制芯片与SD卡集成系统6、电子记录与分析仪7、伸缩式滚轮8等术语,但并不排除使用其它术语的可能性。使用这些术语仅仅是为了更方便地描述和解释本发明的本质;把它们解释成任何一种附加的限制都是与本发明精神相违背的。

[0073] 需要进一步说明的是,本文中所描述的具体实施例仅仅是对本发明的精神所作的举例说明。本发明所属技术领域的技术人员可以对所描述的具体实施例做各种各样的修改或补充或采用类似的方式替代,但并不会偏离本发明的精神或者超越所附权利要求书所定义的范围。

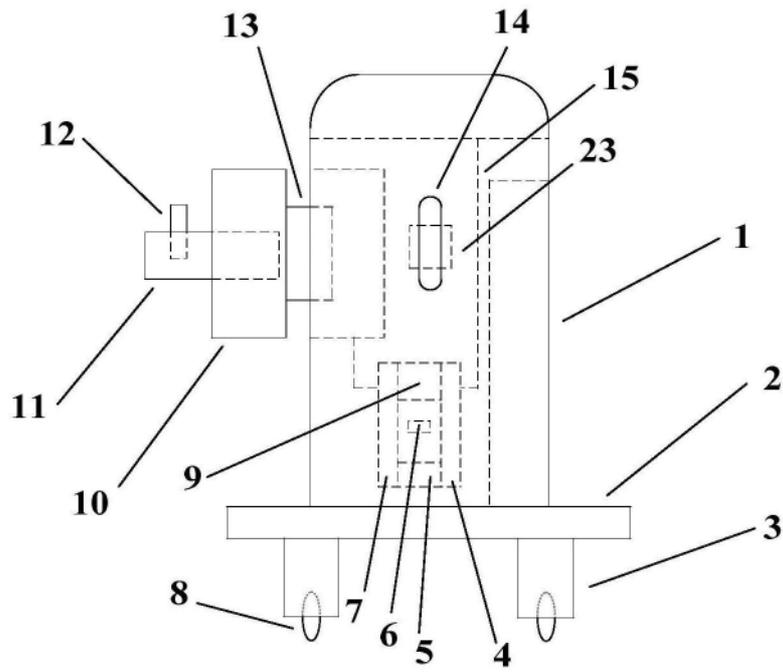


图1

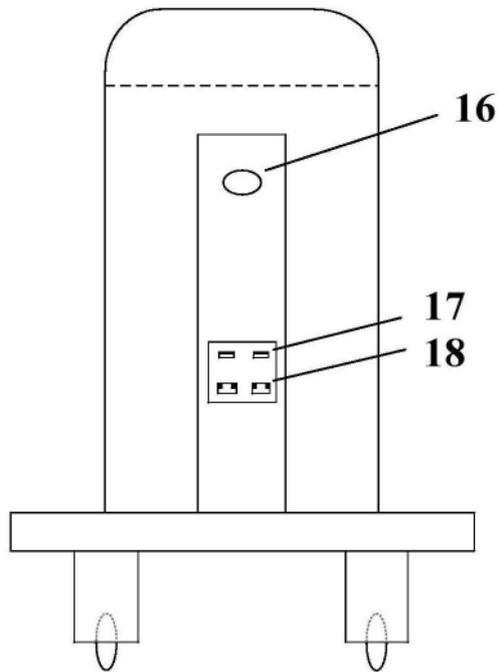


图2

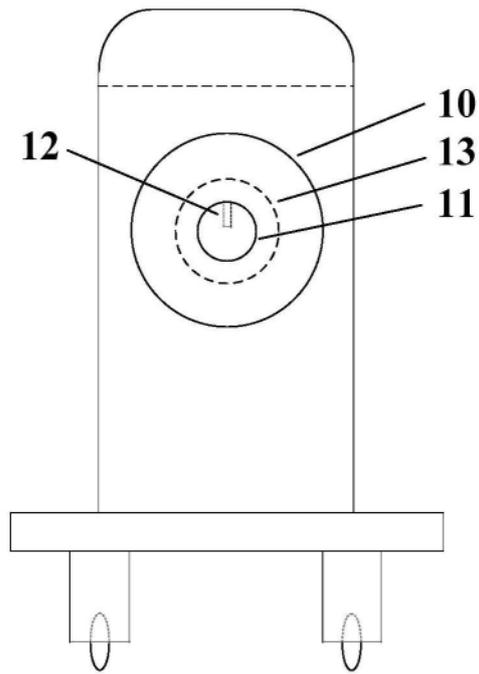


图3

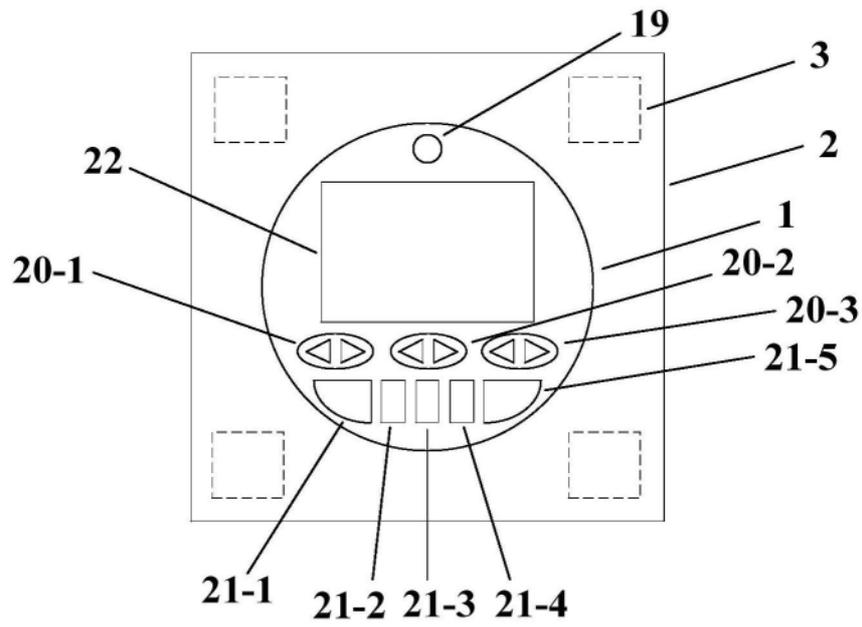


图4

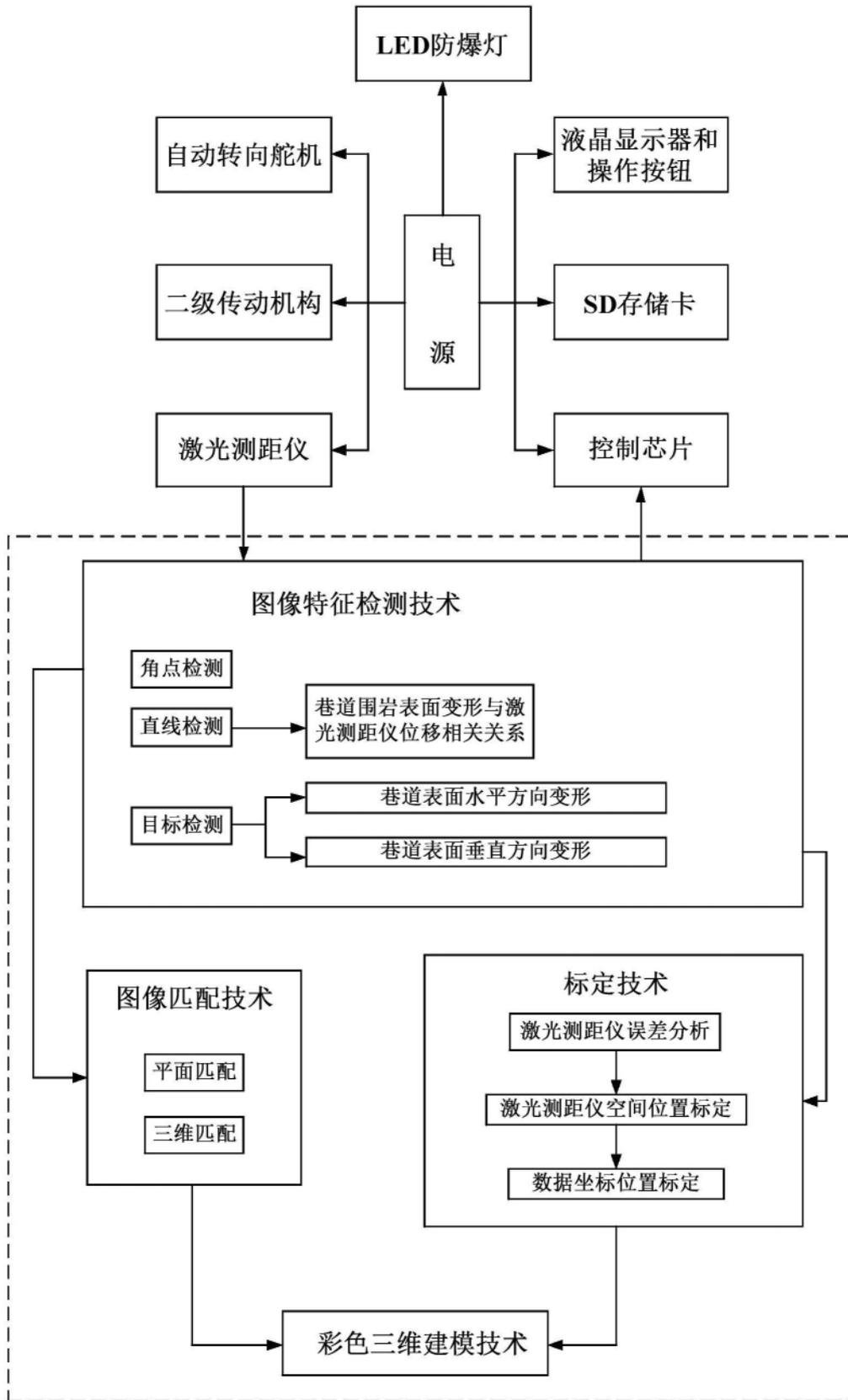


图5