



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105785387 B

(45)授权公告日 2018.01.30

(21)申请号 201610254708.9

(22)申请日 2016.04.20

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105785387 A

(43)申请公布日 2016.07.20

(73)专利权人 浙江大学
地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路
38号

专利权人 杭州电子科技大学
南京邮电大学
杭州蓝科光电科技有限公司
铭典时代(北京)科技有限公司

(72)发明人 宋宏 张云菲 杨萍 方美芬
曹权

(74)专利代理机构 杭州求是专利事务所有限公
司 33200

代理人 邱启旺

(51)Int.Cl.

G01S 17/48(2006.01)

(56)对比文件

CN 205720670 U,2016.11.23,
US 5313261 A,1994.05.17,
EP 0838696 A1,1998.04.29,
CN 103438862 A,2013.12.11,
CN 102128814 A,2011.07.20,
CN 102393384 A,2012.03.28,
C Cain等.“Laser based rangefinder for
underwater applications”.《American
Control Conference》.2012,第6190-6195页.
张小龙等.“脉冲式激光水下测距数字检测
技术研究”.《激光与红外》.2006,第36卷(第2
期),96-98页.

审查员 梁策

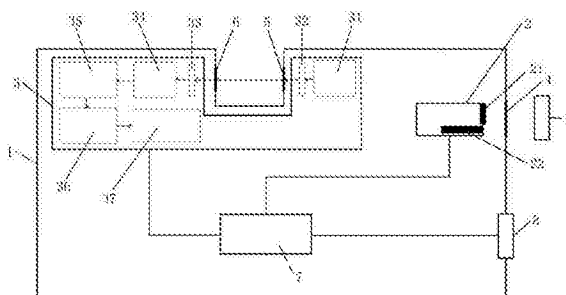
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

可在不同水体中自动校准的水下激光测距
仪及其测距方法

(57)摘要

本发明公开了一种可在不同水体中自动校
准的水下激光测距仪及其测距方法,本发明包括
水下密封舱、激光测距模块、水体散射浊度传感
器、光学窗口、输出接口、电源、控制模块、数据采
集模块、数据处理模块、数据存储模块和显示模
块;本发明激光测距仪中激光测距模块的测距读
数与水下目标实际距离之间通过线性拟合的方
法建立联系,根据水体散射浊度传感器在不同水
体中的浊度测量结果计算出当前水体的测距矫
正系数,进而实现水下距离的高精度测量。本激
光测距仪可用于不同浊度的水体的水下激光测
距,有精度较高且可以实时自动校准的优点。



1. 一种可在不同水体中自动校准的水下激光测距仪,用于测量所述水下激光测距仪与目标物体(9)之间的距离,其特征在于,包括水下密封舱(1)、激光测距模块(2)、水体散射浊度传感器(3)、第一光学窗口(4)、第二光学窗口(5)、第三光学窗口(6)、输出接口(7)、控制单元(8);其中,所述激光测距模块(2)、水体散射浊度传感器(3)和控制单元(8)均安装在水下密封舱(1)内;所述水下密封舱(1)的上部具有一凹槽,所述第二光学窗口(5)和第三光学窗口(6)可拆卸地安装在所述凹槽左右侧壁,两光学窗口的中轴线重合;所述第一光学窗口(4)可拆卸地安装在水下密封舱(1)的表面;所述输出接口(7)安装在水下密封舱(1)上;所述水体散射浊度传感器(3)安装在第二光学窗口(5)和第三光学窗口(6)之间,用于测量水体的浊度值;所述激光测距模块(2)正对第一光学窗口(4),用于测量激光测距模块(2)与目标物体(9)之间的距离;所述激光测距模块(2)和水体散射浊度传感器(3)均与控制单元(8)相连,所述控制单元(8)与输出接口(7)相连。

2. 根据权利要求1所述的可在不同水体中自动校准的水下激光测距仪,其特征在于,所述激光测距模块(2)包括激光发射装置(21)和激光相位探测装置(22);所述激光发射装置(21)的发射口正对第一光学窗口(4),其激光出射方向与第一光学窗口(4)的中轴线重合;所述激光相位探测装置(22)用于测量反射激光相位,同时将发射激光频率、相位及探测激光相位信息传输至控制单元(8)。

3. 根据权利要求2所述的可在不同水体中自动校准的水下激光测距仪,其特征在于,所述水体散射浊度传感器(3)包括驱动电路(31)、光源(32)、光电探测器(33)、滤波电路(34)、信号放大电路(35)、模/数转换电路(36)、浊度计算模块(37);其中,所述光源(32)的发射口正对第二光学窗口(5),光电探测器(33)正对第三光学窗口(6);所述驱动电路(31)与光源(32)相连,用于驱动光源(32);所述光电探测器(33)、滤波电路(34)、信号放大电路(35)、模/数转换电路(36)和浊度计算模块(37)依次电连接;所述浊度计算模块(37)与控制单元(8)相连。

4. 根据权利要求3所述的可在不同水体中自动校准的水下激光测距仪,其特征在于,所述控制单元包括电源、控制模块、数据采集模块、数据处理模块、数据存储模块和显示模块;所述激光测距模块(2)、水体散射浊度传感器(3)、输出接口(7)、控制模块、数据采集模块、数据处理模块、数据存储模块和显示模块均由电源供电;所述激光测距模块(2)、水体散射浊度传感器(3)、数据采集模块、数据处理模块、显示模块和输出接口(7)均与控制模块相连;所述激光测距模块(2)、水体散射浊度传感器(3)、数据处理模块均与数据采集模块相连;所述激光测距模块(2)、水体散射浊度传感器(3)、数据存储模块、显示模块和输出接口(7)均与数据处理模块相连;所述激光相位探测装置(22)和浊度计算模块(37)均与数据处理模块相连。

5. 一种基于权利要求4所述的可在不同水体中自动校准的水下激光测距仪的测距方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤(1)光源(32)发射入射光,入射光经过第二光学窗口(5)后垂直入射到水体中并发生散射,散射光透过第三光学窗口(6)后被光电探测器(33)接收;光电探测器(33)接收到的散射光强经过滤波电路(34)、信号放大电路(35)及模/数转换电路(36)后得到散射光强值,最后将散射光强值输入到浊度计算模块(37)中获得当前水体的浊度值T,即:

$$I_s = \frac{KNV^2}{\lambda^4} I_o \quad (1)$$

$$T = \frac{I_s}{K'I_o} \quad (2)$$

其中, I_s 为散射光强值; K 为光电转换系数; N 为单位容积的微粒数; V 为微粒的总体积; λ 为入射光波长; I_o 为入射光强度; K' 为 $\frac{KNV^2}{\lambda^4}$ 与浊度 T 之间的比例系数;

步骤 (2) 根据公式 (4) 和公式 (5) 计算当前水体中矫正系数 a 、 b 分别为:

$$a = \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2} \quad (4)$$

$$b = y_1 - ax_1 \quad (5)$$

其中, y_1 为激光测距仪 (2) 与一个固定的目标物体 (9) 之间的实际距离, y_2 为激光测距仪 (2) 与另一个固定的目标物体 (9) 之间的实际距离; x_1 为在当前水体中使用激光测距仪 (2) 测得的激光测距仪 (2) 与一个目标物体 (9) 的距离, x_2 为在当前水体中使用激光测距仪测得的激光测距仪与另一个目标物体 (9) 的距离;

步骤 (3) 根据步骤 (1) 和步骤 (2), 在不同水体中进行浊度值和矫正系数的测定, 则可获得矫正系数与浊度值之间的函数关系, 即:

$$a = u(T), b = v(T) \quad (6)$$

步骤 (4) 控制模块控制激光测距模块 (2) 中的激光发射装置 (21) 发射激光, 激光透过第一光学窗口 (4) 后对准目标物体 (9), 激光测距模块 (2) 测量激光测距模块 (2) 到目标物体 (9) 的距离 L' , 距离 L' 计算公式如下:

$$L' = \frac{c}{2n(f_{s1} - f_{s2})} \frac{\Delta\phi_1 - \Delta\phi_2}{2\pi} \quad (7)$$

其中, f_{s1} 和 f_{s2} 为两次发射激光的频率; $\Delta\phi_1$ 为当发射激光频率为 f_{s1} 时, 发射激光相位与反射激光相位的相位差; $\Delta\phi_2$ 为当发射激光频率为 f_{s2} 时, 发射激光相位与反射激光相位的相位差; c 为真空中光速, n 为纯水中光的折射率;

步骤 (5) 根据步骤 (3) 得到的矫正系数与浊度值之间的函数关系, 对步骤 (4) 测得的距离 L' 进行矫正, 得到实际距离 L , 即:

$$L = a \cdot L' + b \quad (8)$$

可在不同水体中自动校准的水下激光测距仪及其测距方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种水下测距仪,特别是一种可在不同水体中自动校准的水下激光测距仪及其测距方法。

背景技术

[0002] 激光测距仪是利用激光对目标的距离进行准确测定的仪器。相位式激光测距使用激光器向目标发射一束细激光,通过激光相位检测元件接收反射的激光束,根据接收激光的相位延迟计算距离,其测量精度极高,一般为毫米级。

[0003] 激光测距仪已经广泛应用于陆上精密测距,其测距读数与光传播介质的折射率有关,而在水下测距中,不同水体的光学性质(如浊度不同)会使测距出现较大误差,因此至今未有用于水下测距的激光测距仪。

发明内容

[0004] 本发明克服了普通激光测距仪所测距离受光传输介质折射率和水体光学性质影响的缺点,提供了一种可在不同水体中自动校准的水下激光测距仪及其测距方法。

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明是通过以下技术方案实现的:一种可在不同水体中自动校准的水下激光测距仪,用于测量所述水下激光测距仪与目标物体之间的距离,包括水下密封舱、激光测距模块、水体散射浊度传感器、第一光学窗口、第二光学窗口、第三光学窗口、输出接口、控制单元;其中,所述激光测距模块、水体散射浊度传感器和控制单元均安装在水下密封舱内;所述水下密封舱的上部具有一凹槽,所述第二光学窗口和第三光学窗口可拆卸地安装在所述凹槽左右侧壁,两光学窗口的中轴线重合;所述第一光学窗口可拆卸地安装在水下密封舱的表面;所述输出接口安装在水下密封舱上;所述水体散射浊度传感器安装在第二光学窗口和第三光学窗口之间,用于测量水体的浊度值;所述激光测距模块正对第一光学窗口,用于测量激光测距模块与目标物体之间的距离;所述激光测距模块和水体散射浊度传感器均与控制单元相连,所述控制单元与输出接口相连。

[0006] 进一步地,所述激光测距模块包括激光发射装置和激光相位探测装置;所述激光发射装置的发射口正对第一光学窗口,其激光出射方向与第一光学窗口的中轴线重合;所述激光相位探测装置用于测量反射激光相位,同时将发射激光频率、相位及探测激光相位信息传输至控制单元。

[0007] 进一步地,所述水体散射浊度传感器包括驱动电路、光源、光电探测器、滤波电路、信号放大电路、模/数转换电路、浊度计算模块;其中,所述光源的发射口正对第二光学窗口,光电探测器正对第三光学窗口;所述驱动电路与光源相连,用于驱动光源;所述光电探测器、滤波电路、信号放大电路、模/数转换电路和浊度计算模块依次电连接;所述浊度计算模块与控制单元相连。

[0008] 进一步地,所述控制单元包括电源、控制模块、数据采集模块、数据处理模块、数据存储模块和显示模块;所述激光测距模块、水体散射浊度传感器、输出接口、控制模块、数据

采集模块、数据处理模块、数据存储模块和显示模块均由电源供电；所述激光测距模块、水体散射浊度传感器、数据采集模块、数据处理模块、显示模块和输出接口均与控制模块相连；所述激光测距模块、水体散射浊度传感器、数据处理模块均与数据采集模块相连；所述激光测距模块、水体散射浊度传感器、数据存储模块、显示模块和输出接口均与数据处理模块相连；所述激光相位探测装置和浊度计算模块均与数据处理模块相连。

[0009] 一种可在不同水体中自动校准的水下激光测距仪的测距方法,包括以下步骤:

[0010] (1) 光源发射入射光,入射光经过第二光学窗口后垂直入射到水体中并发生散射,散射光透过第三光学窗口后被光电探测器接收;光电探测器接收到的散射光强经过滤波电路、信号放大电路及模/数转换电路后得到散射光强值,最后将散射光强值输入到浊度计算模块中获得当前水体的浊度值T,即:

$$[0011] \quad I_s = \frac{KNV^2}{\lambda^4} I_o \quad (1)$$

$$[0012] \quad T = \frac{I_s}{K' I_o} \quad (2)$$

[0013] 其中, I_s 为散射光强值; K 为光电转换系数; N 为单位容积的微粒数; V 为微粒的总体积; λ 为入射光波长; I_o 为入射光强度; K' 为 $\frac{KNV^2}{\lambda^4}$ 与浊度T之间的比例系数;

[0014] (2) 根据公式(4)和公式(5)计算当前水体中矫正系数a、b分别为:

$$[0015] \quad a = \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2} \quad (4)$$

$$[0016] \quad b = y_1 - ax_1 \quad (5)$$

[0017] 其中, y_1 为激光测距仪与一个固定的目标物体之间的实际距离, y_2 为激光测距仪与另一个固定的目标物体之间的实际距离; x_1 为在当前水体中使用激光测距仪测得的激光测距仪与一个目标物体的距离, x_2 为在当前水体中使用激光测距仪测得的激光测距仪与另一个目标物体的距离;

[0018] (3) 根据步骤(1)和步骤(3),在不同水体中进行浊度值和矫正系数的测定,则可获得矫正系数与浊度值之间的函数关系,即:

$$[0019] \quad a = u(T), b = v(T) \quad (6)$$

[0020] (4) 控制模块控制激光测距模块中的激光发射装置发射激光,激光透过第一光学窗口后对准目标物体,激光测距模块测量激光测距模块到目标物体的距离 L' ,距离 L' 计算公式如下:

$$[0021] \quad L' = \frac{c}{2n(f_{s1} - f_{s2})} \frac{\Delta\phi 1 - \Delta\phi 2}{2\pi} \quad (7)$$

[0022] 其中, f_{s1} 和 f_{s2} 为两次发射激光的频率; $\Delta\phi 1$ 为当发射激光频率为 f_{s1} 时,发射激光相位与反射激光相位的相位差; $\Delta\phi 2$ 为当发射激光频率为 f_{s2} 时,发射激光相位与反射激光相位的相位差; c 为真空中光速, n 为纯水中光的折射率;

[0023] (5) 根据步骤(3)得到的矫正系数与浊度值之间的函数关系,对步骤(4)测得的距离 L' 进行矫正,得到实际距离 L ,即:

[0024] $L=a \cdot L'+b$ (8)

[0025] 本发明的有益效果是:由于采用水体散射浊度传感器模块定标、激光测距模块测量到目标距离的机制,并结合数据处理算法,该系统能在不同光学特性的水体中快速获取修正系数,并通过修正系数获取无偏差测距读数,因此本激光测距仪具有测量精度高、实时自动校准、使用范围广的优点。

附图说明

[0026] 图1是水下激光测距仪的示意图;

[0027] 图2是本发明控制单元的结构框图;

[0028] 图中,水下密封舱1、激光测距模块2、水体散射浊度传感器3、第一光学窗口4、第二光学窗口5、第三光学窗口6、输出接口7、控制单元8、目标物体9、激光发射装置21、激光相位探测装置22、驱动电路31、光源32、光电探测器33、滤波电路34、信号放大电路35、模/数转换电路36、浊度计算模块37。

具体实施方式

[0029] 以下结合附图和具体实施例对本发明作进一步详细说明。

[0030] 本发明可用于水下仪器设备的安全放置,在水下仪器设备的安放过程中可实时通过此激光测距仪探测仪器设备与四周物体间的距离进而实现安全快速有效的工作。本发明也可用于海底目标物的探测,通过使用本激光测距仪可实现水下目标物的距离测量及高光谱成像。

[0031] 如图1所示,本发明的可在不同水体中自动校准的水下激光测距仪,包括水下密封舱1、激光测距模块2、水体散射浊度传感器3、第一光学窗口4、第二光学窗口5、第三光学窗口6、输出接口7、控制单元8;其中,所述激光测距模块2、水体散射浊度传感器3和控制单元8均安装在水下密封舱1内;所述水下密封舱1的上部具有一凹槽,所述第二光学窗口5和第三光学窗口6可拆卸地安装在所述凹槽左右侧壁,两光学窗口的中轴线重合;所述第一光学窗口4可拆卸地安装在水下密封舱1的表面;所述输出接口7安装在水下密封舱1上;所述激光测距模块2和水体散射浊度传感器3均与控制单元8相连,所述控制单元8与输出接口7相连。所述水体散射浊度传感器3安装在第二光学窗口5和第三光学窗口6之间,用于测量水体的浊度值;所述激光测距模块2用于测量激光测距模块2与目标物体9之间的距离;所述激光测距模块2包括激光发射装置21和激光相位探测装置22;所述激光发射装置21的发射口正对第一光学窗口4,其激光出射方向与第一光学窗口4的中轴线重合。所述激光测距模块2可以采用深圳激光测距之家公司的KLH-40型号的激光测距模块,但不限于此。

[0032] 所述水体散射浊度传感器3包括驱动电路31、光源32、光电探测器33、滤波电路34、信号放大电路35、模/数转换电路36、浊度计算模块37;所述光源32的发射口正对第二光学窗口5,光电探测器33正对第三光学窗口6;所述驱动电路31驱动光源32发射入射光,入射光经过第二光学窗口5后垂直入射到水体中并发生散射,散射光透过第三光学窗口6后再被光电探测器33接收;光电探测器33接收到的散射光强经过滤波电路34、信号放大电路35及模/数转换电路36后得到散射光强值,最后将散射光强值输入到浊度计算模块37中获得当前水体的浊度值。所述水体散射浊度传感器3可以采用上海陆基机电科技有限公司的ZD-0001型

号的水体散射浊度传感器,但不限于此。

[0033] 如图2所示,图中电源未示出,所述控制单元包括电源、控制模块、数据采集模块、数据处理模块、数据存储模块和显示模块;所述激光测距模块2、水体散射浊度传感器3、输出接口7、控制模块、数据采集模块、数据处理模块、数据存储模块和显示模块均由电源供电;所述激光测距模块2、水体散射浊度传感器3、数据采集模块、数据处理模块、显示模块和输出接口7均与控制模块相连;所述激光测距模块2、水体散射浊度传感器3、数据处理模块均与数据采集模块相连;所述激光测距模块2、水体散射浊度传感器3、数据存储模块、显示模块和输出接口7均与数据处理模块相连;所述激光相位探测装置22和浊度计算模块37均与数据处理模块相连;所述显示模块设有显示窗口,所述显示窗口嵌于水下密封舱1的上表面;所述激光发射装置21发射频率可变的激光光束,激光相位探测装置22可精确测量反射激光相位,同时将发射激光频率、相位及探测激光相位信息传输至数据处理模块。

[0034] 一种利用上述水下激光测距仪的测距方法,包括以下步骤:

[0035] (1) 光源32发射入射光,入射光经过第二光学窗口5后垂直入射到水体中并发生散射,散射光透过第三光学窗口6后被光电探测器33接收;光电探测器33接收到的散射光强经过滤波电路34、信号放大电路35及模/数转换电路36后得到散射光强值,最后将散射光强值输入到浊度计算模块37中获得当前水体的浊度值T,即:

$$[0036] \quad I_s = \frac{KNV^2}{\lambda^4} I_o \quad (1)$$

$$[0037] \quad T = \frac{I_s}{K' I_o} \quad (2)$$

[0038] 其中, I_s 为散射光强值; K 为光电转换系数; N 为单位容积的微粒数; V 为微粒的总体积,为常数; λ 为入射光波长,为常数; I_o 为入射光强度; K' 为 $\frac{KNV^2}{\lambda^4}$ 与浊度T之间的比例系数;

[0039] (2) 根据公式(4)和公式(5)计算当前水体中矫正系数a、b分别为:

$$[0040] \quad a = \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2} \quad (4)$$

$$[0041] \quad b = y_1 - ax_1 \quad (5)$$

[0042] 其中, y_1 为激光测距仪2与一个固定的目标物体9之间的实际距离, y_2 为激光测距仪2与另一个固定的目标物体9之间的实际距离; x_1 为在当前水体中使用激光测距仪2测得的激光测距仪2与一个目标物体9的距离, x_2 为在当前水体中使用激光测距仪测得的激光测距仪与另一个目标物体9的距离;

[0043] (3) 根据步骤(1)和步骤(2),在不同水体中进行浊度值和矫正系数的测定,则可获得矫正系数与浊度值之间的函数关系,即:

$$[0044] \quad a = u(T), b = v(T) \quad (6)$$

[0045] (4) 控制模块控制激光测距模块2中的激光发射装置21发射激光,激光透过第一光学窗口4后对准目标物体9,激光测距模块2测量激光测距模块2到目标物体9的距离 L' ,距离 L' 计算公式如下:

$$[0046] \quad L' = \frac{c}{2n(f_{s1} - f_{s2})} \frac{\Delta\varphi 1 - \Delta\varphi 2}{2\pi} \quad (7)$$

[0047] 其中, f_{s1} 和 f_{s2} 为两次发射激光的频率; $\Delta\varphi 1$ 为当发射激光频率为 f_{s1} 时, 发射激光相位与反射激光相位的相位差; $\Delta\varphi 2$ 为当发射激光频率为 f_{s2} 时, 发射激光相位与反射激光相位的相位差; c 为真空中光速, n 为纯水中光的折射率;

[0048] (5) 根据步骤 (3) 得到的矫正系数与浊度值之间的函数关系, 对步骤 (4) 测得的距离 L' 进行矫正, 得到实际距离 L , 即:

$$[0049] \quad L = a \cdot L' + b \quad (8)。$$

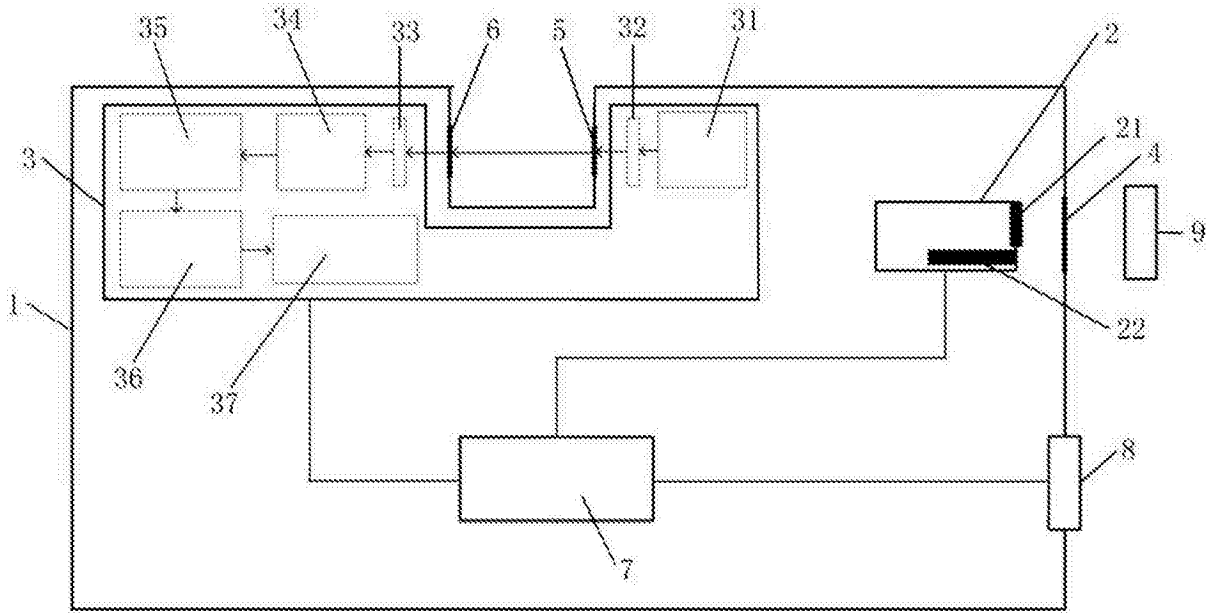


图1

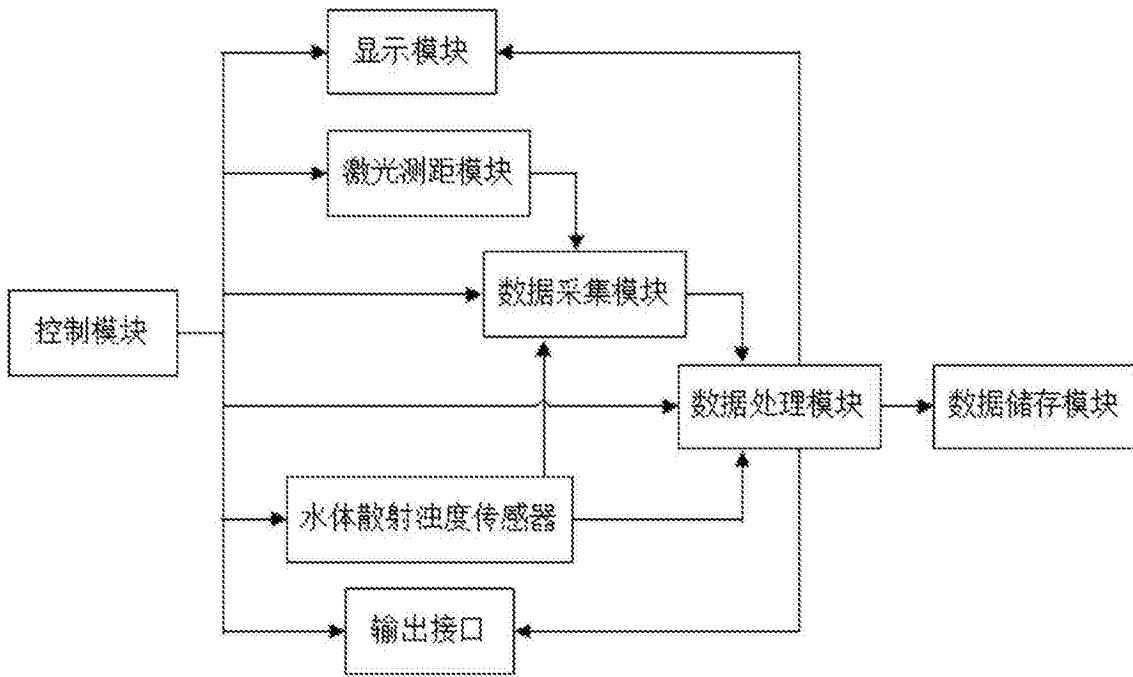


图2