



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105181663 B

(45)授权公告日 2017. 11. 17

(21)申请号 201510555639.0

G01N 35/00(2006.01)

(22)申请日 2015.09.01

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105181663 A

CN 101082584 A, 2007.12.05, 说明书第4-5页、图1-6.

(43)申请公布日 2015.12.23

CN 201689093 U, 2010.12.29, 说明书第0054-0055段、图1-2, 4-5, 8.

(73)专利权人 浙江大学

CN 102106723 A, 2011.06.29, 全文.

地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路38号

CN 2807259 Y, 2006.08.16, 全文.

US 2011/0262896 A1, 2011.10.27, 全文.

(72)发明人 王剑平 陆湛 张剑一 李延斌
俞永华

审查员 陈飞

(74)专利代理机构 杭州求是专利事务有限公司
33200

代理人 林超

(51)Int. Cl.

G01N 21/64(2006.01)

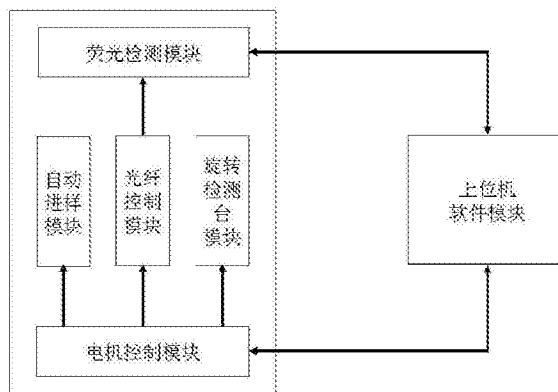
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54)发明名称

基于量子点荧光标记的便携式生化快速检测系统

(57)摘要

本发明公开了一种基于量子点荧光标记的便携式生化快速检测系统。包括荧光检测模块、光纤控制模块、自动进样模块、旋转检测台模块、电机控制模块和上位机模块, 荧光检测模块、光纤控制模块、自动进样模块、旋转检测台模块和电机控制模块组成检测台装置, 作为整个检测系统的硬件部分, 电机控制模块分别与光纤控制模块、自动进样模块和旋转检测台模块相连, 荧光检测模块与光纤控制模块连接, 上位机模块分别与荧光检测模块和电机控制模块连接。本发明针对荧光标记方法定量检测生化样品的过程实现了自动化与高通量, 测量精度高, 检测速度快, 所需样品少, 体积较小便于携带。



1. 一种基于量子点荧光标记的便携式生化快速检测系统,其特征在于:包括荧光检测模块、光纤控制模块、自动进样模块、旋转检测台模块、电机控制模块和上位机模块,荧光检测模块、光纤控制模块、自动进样模块、旋转检测台模块和电机控制模块组成检测台装置,电机控制模块分别与光纤控制模块、自动进样模块和旋转检测台模块相连,荧光检测模块与光纤控制模块连接,上位机模块分别与荧光检测模块和电机控制模块连接,上位机模块采用计算机;

所述的旋转检测台模块包括一次性注射器固定盘(8)、圆柱连接件(7)、一次性试管固定盘(6)、旋转检测台定位销(19)、第二光电开关(20)、第二光电开关固定座(21)、旋转驱动块(22)、推力球轴承(23)、推力球轴承钢球保持架固定环(24)和旋转检测台驱动电机(25);

旋转检测台驱动电机(25)固定安装在检测台底座(1)中部底面,旋转检测台驱动电机(25)的输出轴向上穿过检测台底座(1)的通孔与呈方体的旋转驱动块(22)同轴固定连接,旋转驱动块(22)套装在一次性试管固定盘(6)底面中心的方孔中,一次性试管固定盘(6)与检测台底座(1)顶面之间连接有推力球轴承(23),推力球轴承(23)外周围通过推力球轴承钢球保持架固定环(24)径向限位固定;一次性试管固定盘(6)顶部沿圆周间隔均布竖直装有多根一次性试管(18),一次性试管固定盘(6)顶部中心经圆柱连接件(7)与一次性注射器固定盘(8)同轴固定连接,一次性注射器固定盘(8)上沿圆周间隔均布竖直装有与各个一次性试管(18)对应的一次性注射器(17),一次性注射器(17)针头向下插入到一次性试管(18)中;

第二光电开关(20)位于一次性试管固定盘(6)一侧方,第二光电开关(20)通过第二光电开关固定座(21)固定装在检测台底座(1)上,旋转检测台定位销(19)沿径向固定安装在一次性试管固定盘(6)底部的周面,旋转检测台定位销(19)与第二光电开关(20)配合,光纤控制模块和自动进样模块安装在一次性试管固定盘(6)周围侧方的检测台底座(1)上。

2. 根据权利要求1所述的一种基于量子点荧光标记的便携式生化快速检测系统,其特征在于:所述的自动进样模块包含直线导轨(9)、升降滑块(10)、一次性注射器压缩推进板(11)、升降滑块定位触发板(12)、第三光电开关(13)、第三光电开关固定盘(14)、第四光电开关(16)、第四光电开关固定盘(15)、自动进样模块驱动电机(28)和丝杆(29);

自动进样模块驱动电机(28)固定安装在检测台底座(1)底面,自动进样模块驱动电机(28)的输出轴向上穿过检测台底座(1)的通孔与丝杆(29)同轴固定连接,丝杆(29)侧方竖直平行安装有直线导轨(9),丝杆(29)上套有升降滑块(10)嵌入直线导轨(9)中上下移动,升降滑块(10)侧面固定连接有升降滑块定位触发板(12)与一次性注射器压缩推进板(11);第三光电开关(13)、第四光电开关(16)分别通过第三光电开关固定盘(14)、第四光电开关固定盘(15)固定安装在检测台机架上,并位于升降滑块定位触发板(12)同一侧方,升降滑块定位触发板(12)与第三光电开关(13)和第四光电开关(16)配合;一次性注射器压缩推进板(11)顶部朝向旋转检测台模块设有延伸杆,延伸杆正下方为一次性注射器(17)所在的工位,延伸杆用于挤压一次性注射器(17)。

3. 根据权利要求1所述的一种基于量子点荧光标记的便携式生化快速检测系统,其特征在于:所述的光纤控制模块包括第一光电开关(3)、第一光电开关固定座(2)、光纤检测头安装座(4)、光纤(5)、光纤检测头安装座定位螺栓(26)和光纤检测头驱动电机(27),光纤检测头驱动电机(27)固定安装在检测台底座(1)底面,光纤检测头驱动电机(27)的输出轴向

上穿过检测台底座(1)的通孔与光纤检测头安装座(4)同轴固定连接,光纤检测头安装座(4)上部通过光纤检测头安装座(4)水平安装有光纤(5),光纤检测头安装座(4)下部水平安装有与光纤(5)平行的光纤检测头安装座定位螺栓(26),第一光电开关(3)通过第一光电开关固定座(2)安装在光纤检测头安装座(4)侧方,光纤检测头安装座定位螺栓(26)与第一光电开关(3)配合。

4.根据权利要求3所述的一种基于量子点荧光标记的便携式生化快速检测系统,其特征在于:当所述光纤检测头安装座定位螺栓(26)由光纤检测头驱动电机(27)带动旋转到第一光电开关(3)所在的检测口时,光纤(5)对准旋转检测台模块上的一次性试管(18)。

5.根据权利要求1所述的一种基于量子点荧光标记的便携式生化快速检测系统,其特征在于:所述荧光检测模块包含荧光激发光源、荧光检测器,荧光激发光源和荧光检测器与光纤控制模块的光纤(5)连接。

6.根据权利要求5所述的一种基于量子点荧光标记的便携式生化快速检测系统,其特征在于:所述光纤控制模块的光纤(5)为Y型光纤,光纤(5)分叉的两端分别连接荧光激发光源与荧光检测器,集合的一端对准旋转检测台模块上盛放待测液的一次性试管(18)底部。

7.根据权利要求1所述的一种基于量子点荧光标记的便携式生化快速检测系统,其特征在于:所述的电机控制模块包括电机控制器和三个电机驱动器,电机控制器与三个电机驱动器相连,三个电机驱动器分别与所述的光纤控制模块、自动进样模块和旋转检测台模块中的三台电机相连。

8.根据权利要求7所述的一种基于量子点荧光标记的便携式生化快速检测系统,其特征在于:所述的电机控制器输出PWM脉冲至电机驱动器进而控制电机的运动状态。

基于量子点荧光标记的便携式生化快速检测系统

技术领域

[0001] 本发明涉及生化样品检测仪器领域,尤其是涉及了一种基于量子点荧光标记的便携式生化快速检测系统,将量子点荧光标记分析方法结合机械电子控制形成一套自动化检测装置系统。

背景技术

[0002] 荧光是一种光致发光的现象。当光源照射某些物质,也就是所谓的荧光素时,荧光素会发出不同波长的被激发光;当撤去光源后,荧光素发出的被激发光也会消失。用荧光素通过一定手段标记待测物,然后以荧光素所发射的荧光强度与待测物浓度之间的线性关系为依据,就是所谓的荧光光谱分析法的检测原理。

[0003] 荧光光谱分析法相较于其他方法虽然有灵敏度高、特异性好以及检测快速等优点,但荧光素本身的性质会对检测结果造成比较大的影响,荧光寿命较短或者与背景光波长相近,都会对最后的检测结果产生负面影响。

[0004] 量子点作为一种新兴的荧光标记材料,相较于传统材料,有许多优点。比如它具有很宽的激发光谱和较窄的发射光谱,因此可以使用同一激发光源同时激发多种量子点,各自发射出不同波长的荧光,然后同时进行检测。量子点同时有比较大的斯托克斯位移,能明显避免激发光与发射光之间的光谱峰值重叠。另外,量子点有比较长的荧光寿命,而且有很好的生物相容性。

[0005] 例如在多元食源性病菌的快速检测中,利用量子点作为标记物,采用荧光免疫分析的方法已取得比较好的实验室成果。比如Yang和Li (2006) 利用两种发射波长分别为525nm和705nm的量子点分别标记大肠杆菌和沙门氏菌抗体进行检测,Wang等(2011)用发射光波长为530nm,580nm,620nm的三种量子点作为荧光标记物,同时对鼠伤寒沙门氏菌、大肠杆菌0157:H7和单增李斯特菌检测,都有比较好的检测效果。

发明内容

[0006] 本发明的目的,在于针对现有技术的不足,提供一种以量子点为标记物,基于荧光分析方法,结合机械电子与计算机软件控制技术,实现自动化的对一种或多种生化混合样品进行快速检测的装置系统。

[0007] 为实现上述目的,本发明采用的技术方案主要包含:

[0008] 本发明包括荧光检测模块、光纤控制模块、自动进样模块、旋转检测台模块、电机控制模块和上位机模块,荧光检测模块、光纤控制模块、自动进样模块、旋转检测台模块和电机控制模块组成检测台装置,电机控制模块分别与与光纤控制模块、自动进样模块和旋转检测台模块相连,荧光检测模块与光纤控制模块连接,上位机模块分别与荧光检测模块和电机控制模块连接,上位机模块采用计算机。

[0009] 所述的旋转检测台模块包括一次性注射器固定盘、圆柱连接件、一次性试管固定盘、旋转检测台定位销、第二光电开关、第二光电开关固定座、旋转驱动块、推力球轴承、推

力球轴承钢球保持架固定环和旋转检测台驱动电机；旋转检测台驱动电机固定安装在检测台底座中部底面，旋转检测台驱动电机的输出轴向上穿过检测台底座的通孔与呈方体的旋转驱动块同轴固定连接，旋转驱动块套装在一次性试管固定盘底面中心的方孔中，一次性试管固定盘与检测台底座顶面之间连接有推力球轴承，推力球轴承外周围通过推力球轴承钢球保持架固定环径向限位固定；一次性试管固定盘顶部沿圆周间隔均布竖直装有多根一次性试管，一次性试管固定盘顶部中心经圆柱连接件与一次性注射器固定盘同轴固定连接，一次性注射器固定盘上沿圆周间隔均布竖直装有与各个一次性试管对应的一次性注射器，一次性注射器针头向下插入到一次性试管中；第二光电开关位于一次性试管固定盘一侧方，第二光电开关通过第二光电开关固定座固定装在检测台底座上，旋转检测台定位销沿径向固定安装在一次性试管固定盘底部的周面，旋转检测台定位销与第二光电开关配合，光纤控制模块和自动进样模块安装在一次性试管固定盘周围侧方的检测台底座上。

[0010] 所述的自动进样模块包含直线导轨、升降滑块、一次性注射器压缩推进板、升降滑块定位触发板、第三光电开关、第三光电开关固定盘、第四光电开关、第四光电开关固定盘、自动进样模块驱动电机和丝杆；自动进样模块驱动电机固定安装在检测台底座底面，自动进样模块驱动电机的输出轴向上穿过检测台底座的通孔与丝杆同轴固定连接，丝杆侧方竖直平行安装有直线导轨，丝杆上套有升降滑块嵌入直线导轨中上下移动，升降滑块侧面固定连接有升降滑块定位触发板与一次性注射器压缩推进板；第三光电开关、第四光电开关分别通过第三光电开关固定盘、第四光电开关固定盘固定安装在检测台机架上，并位于升降滑块定位触发板同一侧方，升降滑块定位触发板与第三光电开关和第四光电开关配合；一次性注射器压缩推进板顶部朝向旋转检测台模块设有延伸杆，延伸杆正下方为一次性注射器所在的工位，延伸杆用于挤压一次性注射器。

[0011] 所述的光纤控制模块包括第一光电开关、第一光电开关固定座、光纤检测头安装座、光纤、光纤检测头安装座定位螺栓和光纤检测头驱动电机，光纤检测头驱动电机固定安装在检测台底座底面，光纤检测头驱动电机的输出轴向上穿过检测台底座的通孔与光纤检测头安装座同轴固定连接，光纤检测头安装座上通过光纤检测头安装座水平安装有光纤，光纤检测头安装座下部水平安装有与光纤平行的光纤检测头安装座定位螺栓，第一光电开关通过第一光电开关固定座安装在光纤检测头安装座侧方，光纤检测头安装座定位螺栓与第一光电开关配合。

[0012] 当所述光纤检测头安装座定位螺栓由光纤检测头驱动电机带动旋转到第一光电开关所在的检测口时，光纤对准旋转检测台模块上的一次性试管。

[0013] 所述荧光检测模块包含荧光激发光源、荧光检测器，荧光激发光源和荧光检测器与光纤控制模块的光纤连接。

[0014] 所述光纤控制模块的光纤为Y型光纤，光纤分叉的两端分别连接荧光激发光源与荧光检测器，集合的一端对准旋转检测台模块上盛放待测液的一次性试管底部。

[0015] 所述的电机控制模块包括电机控制器和三个电机驱动器，电机控制器与三个电机驱动器相连，三个电机驱动器分别与本发明光纤控制模块、自动进样模块和旋转检测台模块中的三台电机相连。

[0016] 所述的电机控制器输出PWM脉冲至电机驱动器进而控制电机的运动状态。

[0017] 上位机模块作为整个检测系统的主要软件组成部分，通过USB或者UART等方式与

检测台装置进行通信,控制整个检测流程的进行,并接收检测得到的光谱数据,然后对此进行分析处理,最后得出检测结果。上位机模块一方面通过控制电机控制模块进而控制自动进样模块、光纤控制模块和旋转检测台模块中的三个电机工作。另一方面,控制荧光检测模块动作,包括采集光谱信号,然后接收所得光谱数据并进行滤波、寻峰等分析处理,得出检测结果实时显示并生成检测结果输出。

[0018] 本发明具有的有益效果是:

[0019] 1、本发明实现了量子点荧光标记法检测流程的自动化。操作简单便捷,减少了人为操作可能带来的误差与交叉感染。

[0020] 2、本发明所使用的注射器和试管均为一次性,避免了生化检测中因为清洗彻底较为困难而容易留下残留的问题,提高了检测的准确度。

[0021] 3、本发明旋转检测台模块可实现多份样品共同检测,提高了检测效率。

[0022] 4、本发明以激发光谱很宽而发射光谱较窄的量子点作为荧光分析标记物,使得只用一种光源就可以激发多种量子点,简化了系统的光学结构;另一方面,因为量子点的较窄发射光谱,本发明也可以对混合样进行检测,拓宽了本发明的适用范围。

[0023] 5、本发明结构简单,体积较小,有较好的便携性能。

[0024] 6、本发明采用的量子点荧光标记法方法较为简单,而且检测耗时较短,精度较高。

附图说明

[0025] 图1是本发明的总结框架结构图。

[0026] 图2是本发明的机械结构模块的示意图。

[0027] 图3是本发明旋转检测台模块的结构图。

[0028] 图4是本发明自动进样模块的结构图。

[0029] 图5是本发明光纤控制模块的结构图。

[0030] 图6是本发明荧光检测模块的结构图。

[0031] 图7是本发明电机控制模块的结构连接示意图。

[0032] 图8是本发明的检测流程图。

[0033] 图中:检测台底座1,第一光电开关固定座2,第一光电开关3,光纤检测头安装座4,光纤5,一次性试管固定盘6,圆柱连接件7,一次性注射器固定盘8,直线导轨9,升降滑块10,一次性注射器压缩推进板11,升降滑块定位触发板12,第三光电开关13,第三光电开关固定块14,第四光电开关固定块15,第四光电开关16,一次性注射器17,一次性试管18,旋转检测台定位销19,第二光电开关20,第二光电开关固定座21,旋转驱动块22,推力球轴承23,推力球轴承钢球保持架固定环24,旋转检测台驱动电机25,光纤检测头安装座定位螺栓26,光纤检测头安装座驱动电机27,自动进样模块驱动电机28,丝杆29。

具体实施方式

[0034] 下面结合说明书附图,对本发明做进一步说明,但本发明并不局限于以下实施例。

[0035] 如图1所示,本发明包括荧光检测模块、光纤控制模块、自动进样模块、旋转检测台模块、电机控制模块和上位机模块,荧光检测模块、光纤控制模块、自动进样模块、旋转检测台模块和电机控制模块组成检测台装置,如图2所示,作为整个检测系统的硬件部分,电机

控制模块分别与与光纤控制模块、自动进样模块和旋转检测台模块相连,荧光检测模块与光纤控制模块连接,上位机模块分别与荧光检测模块和电机控制模块连接。

[0036] 上位机模块作为整个检测系统的软件部分,作为实验员对整个检测系统的流程控制和结果分析的人机交互,与电机控制模块和荧光检测模块分别相连,硬件部分在软件部分的控制下依次完成整个检测流程。

[0037] 如图2和图3所示,旋转检测台模块包括一次性注射器固定盘8、圆柱连接件7、一次性试管固定盘6、旋转检测台定位销19、第二光电开关20、第二光电开关固定座21、旋转驱动块22、推力球轴承23、推力球轴承钢球保持架固定环24和旋转检测台驱动电机25,旋转检测台驱动电机25固定安装在检测台底座1中部底面,旋转检测台驱动电机25的输出轴向上穿过检测台底座1的通孔与呈方体的旋转驱动块22同轴固定连接,旋转驱动块22套装在一次性试管固定盘6底面中心的方孔中,使旋转检测台驱动电机25转动时旋转检测台主体部分也可以随之转动。一次性试管固定盘6与检测台底座1顶面之间连接有推力球轴承23,推力球轴承23外周围通过推力球轴承钢球保持架固定环24径向限位固定;一次性试管固定盘6顶部沿圆周间隔均布竖直装有多根一次性试管18,一次性试管固定盘6顶部中心经圆柱连接件7与一次性注射器固定盘8同轴固定连接,一次性试管固定盘6与圆柱连接件7之间、圆柱连接件7与一次性注射器固定盘8之间均通过螺栓固定连接,一次性注射器固定盘8上沿圆周间隔均布竖直装有与各个一次性试管18对应的一次性注射器17,一次性注射器17针头向下插入到一次性试管18中;第二光电开关20位于一次性试管固定盘6一侧方,第二光电开关20通过第二光电开关固定座21固定装在检测台底座1上,旋转检测台定位销19沿径向固定安装在一次性试管固定盘6底部的周面,旋转检测台定位销19与第二光电开关20配合;光纤控制模块和自动进样模块安装在一次性试管固定盘6周围侧方的检测台底座1上。

[0038] 在检测时,一次性试管18插入一次性试管固定盘6的均布试管安装孔进行定位,一次性注射器17插入一次性注射器固定盘8的均布注射器安装孔进行定位,所述的试管安装孔和注射器安装孔数量相等且同轴,确保一次性注射器17插入一次性注射器固定盘8后其针口插入一次性试管18,保证一次性注射器里的试剂均注射到一次性试管18。一次性试管固定盘6和一次性注射器固定盘8有不同数目的安装孔规格,根据实际检测要求选用不同规格。当旋转检测台旋转控制端转动时,旋转检测台整体部分一起转动。旋转检测台定位销19用于检测开始前旋转检测台的初始化定位。当旋转检测台定位销19在旋转过程中触发第二光电开关20响应时,信号反馈至电机控制模块然后控制使旋转检测台驱动电机25停下,即检测初始化完成旋转检测台到达初始位置,此时光纤头轴线与试管轴线相交从而其距离最近。在检测过程中,旋转检测台驱动电机25每一次旋转带动旋转检测台旋转 $360/N^{\circ}$ (其中N为当前均布孔的个数),即在保持光纤5不动的情况下使得光纤5正对的待测样依次转换。旋转检测台模块中的旋转检测台主体部分和旋转控制端可以分离。旋转检测台驱动电机25可采用雷赛科技公司的42两相步进电机,但不限于此。

[0039] 如图2和图4所示,自动进样模块包含直线导轨9、升降滑块10、一次性注射器压缩推进板11、升降滑块定位触发板12、第三光电开关13、第三光电开关固定盘14、第四光电开关16、第四光电开关固定盘15、自动进样模块驱动电机28和丝杆29;自动进样模块驱动电机28固定安装在检测台底座1底面,自动进样模块驱动电机28的输出轴向上穿过检测台底座1的通孔与丝杆29同轴固定连接,丝杆29侧方竖直平行安装有直线导轨9,丝杆29上套有升降

滑块10嵌入直线导轨9中上下移动,升降滑块10侧面固定连接升降滑块定位触发板12与一次性注射器压缩推进板11;第三光电开关13、第四光电开关16分别通过第三光电开关固定盘14、第四光电开关固定盘15固定安装在检测台机架上,并位于升降滑块定位触发板12同一侧方,升降滑块定位触发板12与第三光电开关13和第四光电开关16配合;一次性注射器压缩推进板11顶部朝向旋转检测台模块设有延伸杆,延伸杆正下方为一次性注射器17所在的工位,延伸杆用于挤压一次性注射器17。

[0040] 当自动进样模块驱动电机28在电机控制模块的驱动下动作时,通过联轴器带动滑动导轨转动,进而带动一次性注射器压缩推进板11和升降滑块定位触发板12一起在竖直方向移动。一次性注射器压缩推进板11在下降过程中触碰到插于一次性注射器安装盘8上的一次性注射器17顶端时,可以在电机的带动下推动一次性注射器17的活塞,将一次性注射器17内的待测液注射到正下方的一次性试管18中。而升降滑块定位触发板12在升降过程中,竖直方向的位置始终保持在第三光电开关13和第四光电开关16之间。当升降滑块定位触发板12向下运动触发第四光电开关16响应时,电机控制模块接收到反馈信号然后控制自动进样模块驱动电机28停止转动,即升降滑块10停止向下运动,一次性注射器压缩推进板11停止下压动作;当升降滑块定位触发板12向上运动触发第三光电开关13时,同样电机控制模块接收到反馈信号控制自动进样模块驱动电机28停止转动,升降滑块10停止向上运动。具体的自动进样模块驱动电机28可采用雷赛科技公司的42两相步进电机,但不限于此。

[0041] 如图2和图5所示,光纤控制模块包括第一光电开关3、第一光电开关固定座2、光纤检测头安装座4、光纤5、光纤检测头安装座定位螺栓26和光纤检测头驱动电机27,光纤检测头驱动电机27固定安装在检测台底座1底面,光纤检测头驱动电机27的输出轴向上穿过检测台底座1的通孔与光纤检测头安装座4同轴固定连接,光纤检测头安装座4上部通过光纤检测头安装座4水平安装有光纤5,光纤检测头安装座4下部水平安装有与光纤5平行的光纤检测头安装座定位螺栓26,第一光电开关3通过第一光电开关固定座2安装在光纤检测头安装座4侧方,光纤检测头安装座定位螺栓26与第一光电开关3配合。

[0042] 当光纤检测头驱动电机27旋转时,带动光纤检测头安装座4,进而带动光纤5转动,以对准盛有待测液的一次性试管18。另外,光纤检测头驱动电机27旋转时,光纤检测头安装座定位螺栓26也随之一起转动。当光纤检测头安装座定位螺栓26在转动中触发第一光电开关3的响应时,电机控制器会收到实时反馈,控制光纤检测头驱动电机27停止转动,据此实现对光纤检测头安装座4在旋转过程中的定位和初始化。具体实施中的光纤检测头驱动电机27可采用雷赛科技公司的42两相步进电机,但不限于此。

[0043] 如图6所示,荧光检测模块包含荧光激发光源、荧光检测器,荧光激发光源和荧光检测器与光纤控制模块的光纤5连接,光纤控制模块的光纤5为Y型光纤,光纤5分叉的两端分别连接荧光激发光源与荧光检测器;当光纤检测头安装座定位螺栓26由光纤检测头驱动电机27带动旋转到第一光电开关3所在的检测口时,光纤5集合的一端对准旋转检测台模块上盛放待测液的一次性试管18底部。荧光激发光源发射的光通过光纤5传输,激发盛放于一次性试管18中的待测液中的量子点产生荧光。荧光通过光纤传输到荧光检测器,得到荧光光谱。之后,荧光检测模块通过USB或者UART接口方式,但不限于此,将采集到的光谱数据传输给上位机模块。所述荧光检测器可以采用PMT,光谱仪或者CCD,但不限于此。

[0044] 如图7所示,电机控制模块包括电机控制器和三个电机驱动器,电机控制器与三个

电机驱动器相连,三个电机驱动器分别与本发明光纤控制模块、自动进样模块和旋转检测台模块中的三台电机相连.上位机模块通过控制电机的运动进而控制这三个模块执行相应动作,电机控制器输出PWM脉冲至电机驱动器进而控制电机的运动状态。

[0045] 电机控制器通过USB或UART接口方式与上位机模块进行通信,但不限于此,接收电机控制命令。然后电机控制器根据命令输出相应的控制脉冲至相应的电机驱动器,进而驱动光纤控制模块、自动进样模块、旋转检测台模块中对应电机执行相应的动作。所述电机控制器可以采用Atmel公司的Atmega 16A单片机,所述电机驱动器可以采用雷赛科技公司的数字步进电机驱动器DM422C,但均不限于此。

[0046] 一次性试管固定盘6和一次性注射器固定盘8的数量相同,根据实际检测需要采用不同的数量规格。

[0047] 上位机模块采用计算机,提供对整个系统在检测时的控制分析功能,通过USB或者UART等接口方式与电机控制模块和荧光检测模块分别进行通信。同时作为一个人机交互接口,使实验员可以直接控制检测系统硬件部分的运作,最终完成整个检测流程。

[0048] 如图8所示,上位机模块可基于X86计算机硬件平台与LabVIEW编程语言进行数据处理,但不限于此。开始需要对实验人、实验待测样以及量子点所对应的荧光光谱一待测样浓度模型的输入,以及检测时手动或自动检测模式的选择进行初始设置。上位机模块中对所得原始光谱数据进行滤波、寻峰等处理,之后据此以及当前所用模型计算得出待测样中目标物的检测结果。对所得原始光谱、处理后光谱以及最后检测结果的实时显示,并可以保存在整个检测过程中涉及到的所有设置参数、当前检测环境和检测结果。

[0049] 如图8所示,本发明的具体实施工作过程如下:

[0050] 1) 待测液准备:按照常规检测方法,配置待测液。

[0051] ①配置待测物溶液;

[0052] ②对所用量子点进行生化修饰,使之可以与待测物有较好的特异性结合作用;

[0053] ③根据检测要求取适量待测液与已修饰完成的量子点溶液混合并使之反应结合,直到形成稳定的量子点-修饰物-待测物形如“三明治”型的最终溶液;

[0054] 2) 根据检测需求,选择合适安装孔数的一次性试管固定盘6和一次性注射器固定盘8;打开检测台,取出旋转检测台,根据当前检测要求用若干支一次性注射器17抽取待测液,然后和相同数量的一次性试管18分别插入一次性注射器固定盘8和一次性试管固定盘6固定,接着将旋转检测台放回原位,确定没有歪斜后,重新闭合检测台。打开硬件部分的电源,使荧光激发光源等部件进入工作状态;

[0055] 3) 系统初始化:在上位机模块中设置完成荧光检测参数等检测条件参数,然后执行初始化信号,使硬件部分回复到初始状态:自动进样模块的升降滑块定位触发板12位于正好触发第三光电开关13位置,光纤控制模块的光纤检测头驱动电机27转动直至光纤检测头安装座定位螺栓26触发第一光电开关3响应,旋转检测台模块的旋转检测台定位销19旋转至触发第二光电开关20响应;

[0056] 4) 光谱检测:对当前处于检测位置的待测样进行光谱检测,打开激发光源照射此溶液,激发量子点产生荧光,接收产生的荧光光谱,获得光谱数据;

[0057] 5) 数据处理与保存:上位机模块对采集得到的光谱数据进行滤波、寻峰等处理,并根据当前已建立的模型计算得到检测结果,然后显示、保存;

[0058] 6) 轮转至下一样品:一份待测液检测完成后,旋转检测台模块在旋转控制端的带动下旋转一定角度,使得光纤5对准下一个一次性试管18中的待测样。重复步骤4~6,直至一轮所有待测液检测完成;

[0059] 7) 检查数据,善后处理,测量结束:上位机模块执行停止信号,电机控制模块控制自动进样模块和旋转检测台模块到达停止状态位置。然后打开检测台,取出旋转检测台,弃去使用过的一次性注射器17和一次性试管18。检查没有液体污染旋转检测台后,放回原位,确定没有歪斜后,重新闭合检测台。关闭电源。

[0060] 上位机模块的数据处理过程包含了此检测系统中电机控制模块、荧光检测模块、自动进样模块和上位机模块在光谱测量时的协作过程,具体如下:

[0061] (1) 上位机模块向荧光检测模块发送开始采集信号,控制荧光检测器开始采集空试管的荧光光谱,然后传输给上位机模块;

[0062] (2) 上位机模块向荧光检测模块发送停止采集信号,控制荧光检测器停止采集;

[0063] (3) 电机控制模块控制自动进样模块工作,将一次性注射器17中的样品注入当前一次性试管18中;

[0064] (4) 上位机模块向荧光检测模块发送开始采集信号,控制荧光检测器开始采集待测液的荧光光谱,然后传输给上位机模块;

[0065] (5) 上位机模块向荧光检测模块发送停止采集信号,控制荧光检测器停止采集。

[0066] 整个检测过程除去待测液配置以及取样、弃样步骤,均实现了自动化。

[0067] 不计待测液配置时间,单个样品的检测时间,包含光谱采集、数据处理等完整步骤,单个工位样品的检测控制在1分钟之内。整个一轮检测,以九孔为例,实施过程总时间可控制在10分钟之内,既实现了高通量以及快速的检测,也免去了以往后期繁琐的手工数据处理,可见本发明的技术效果显著突出。

[0068] 上述具体实施方式是用来解释说明本发明,而不是对本发明进行限制,在本发明的精神和权利要求的保护范围内,对本发明作出的任何修改和改版,都落入本发明的保护范围。

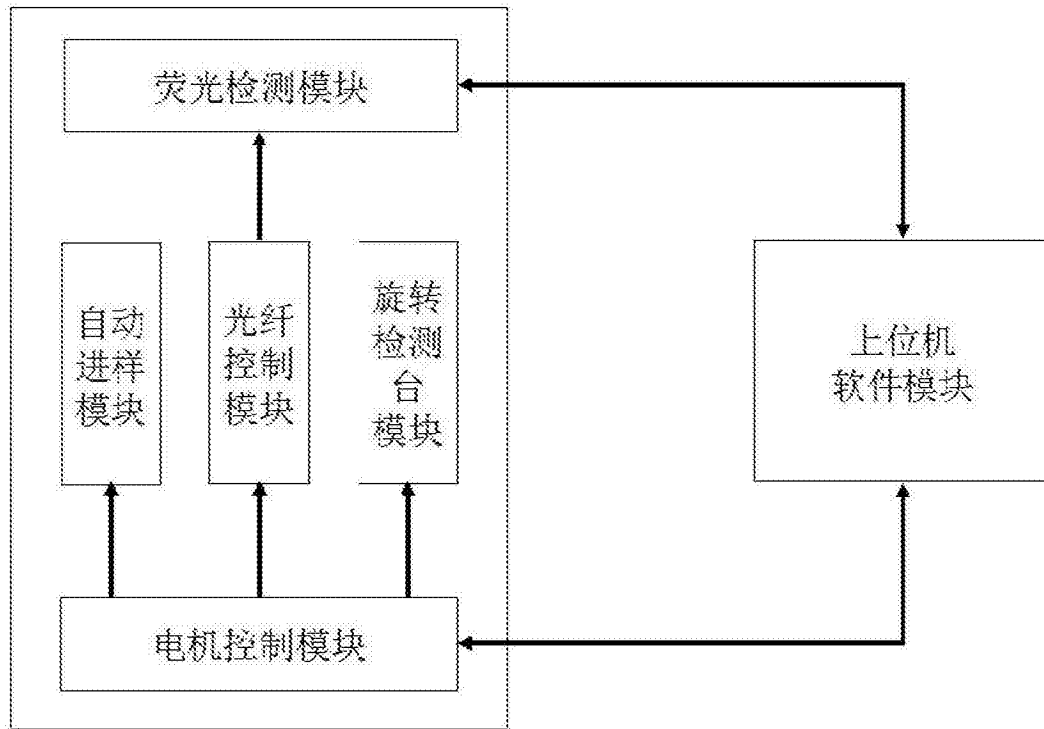


图1

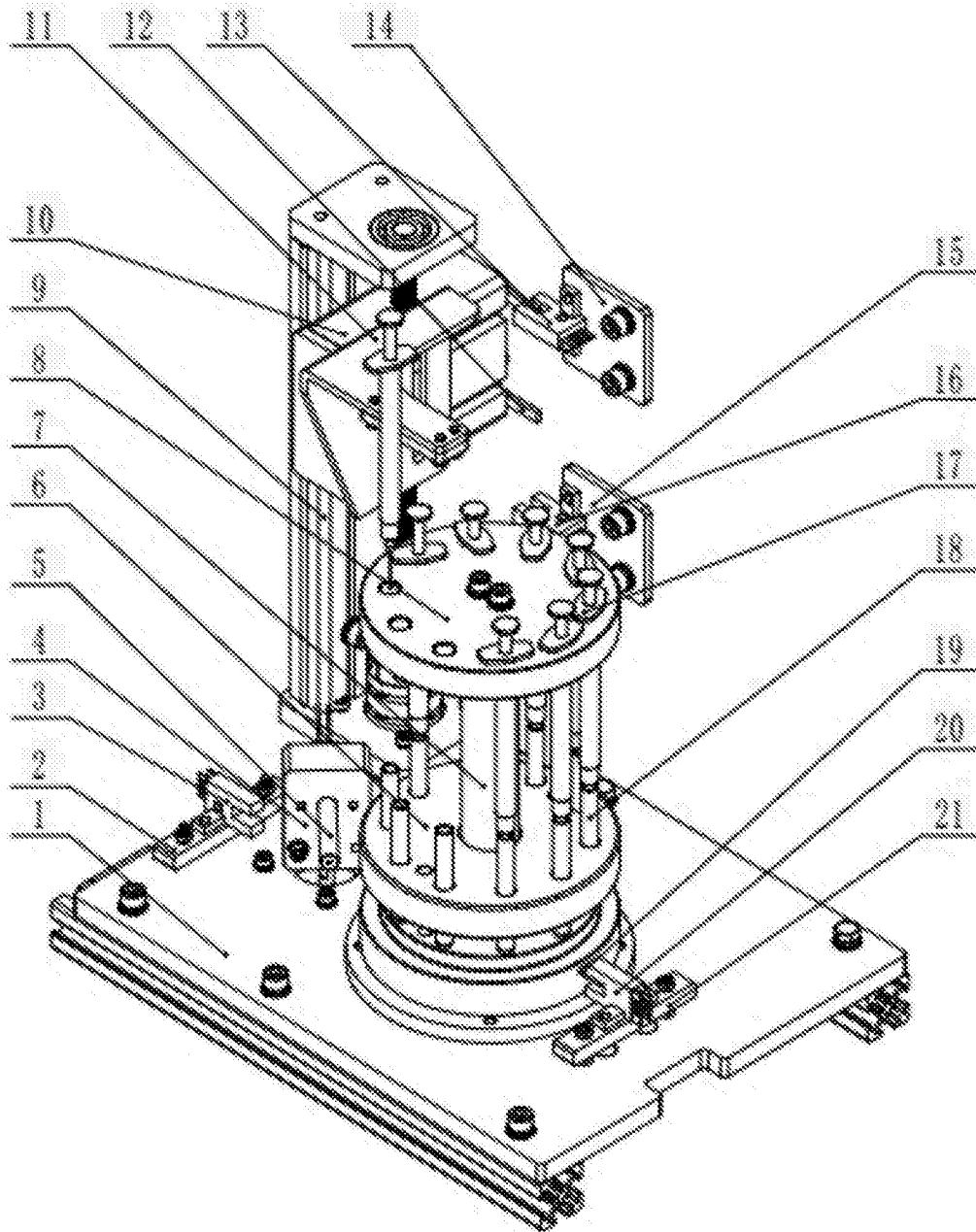


图2

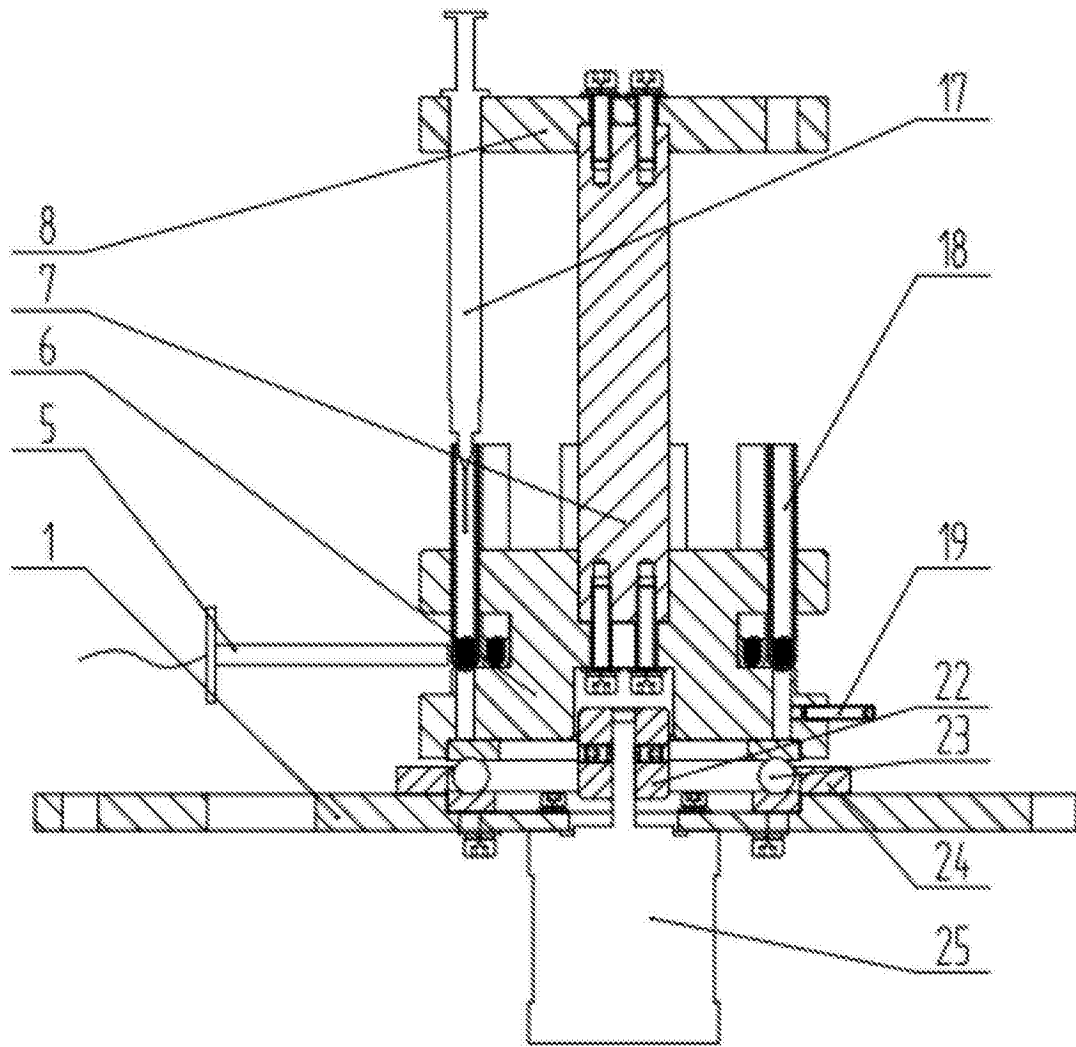


图3

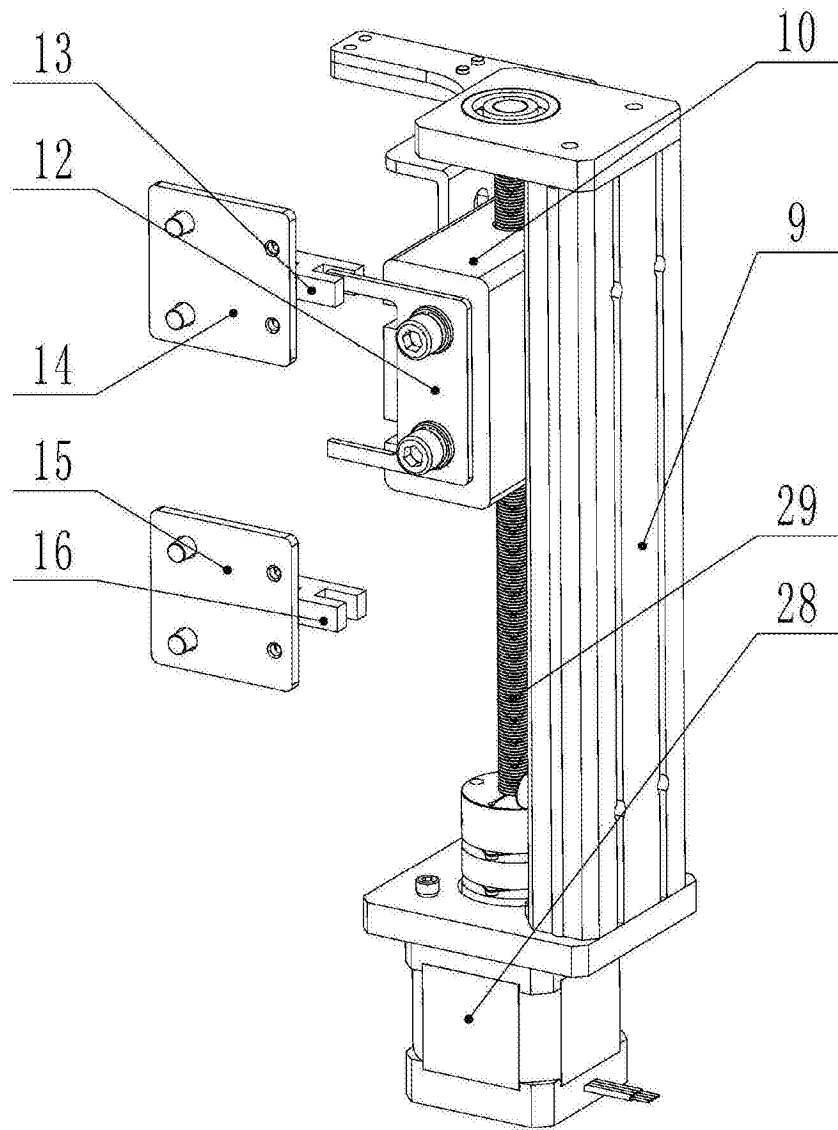


图4

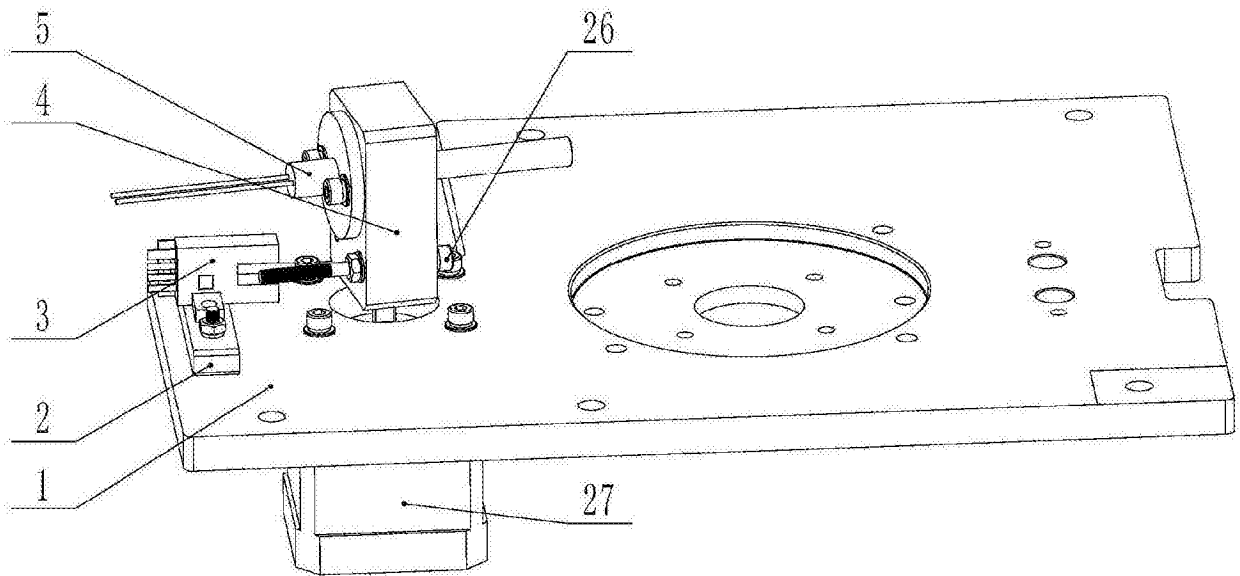


图5

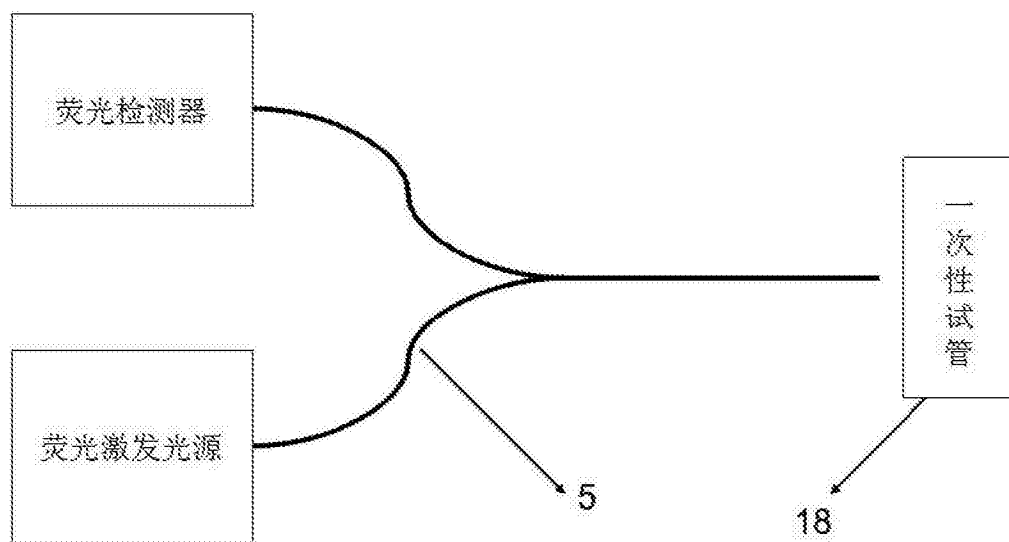


图6

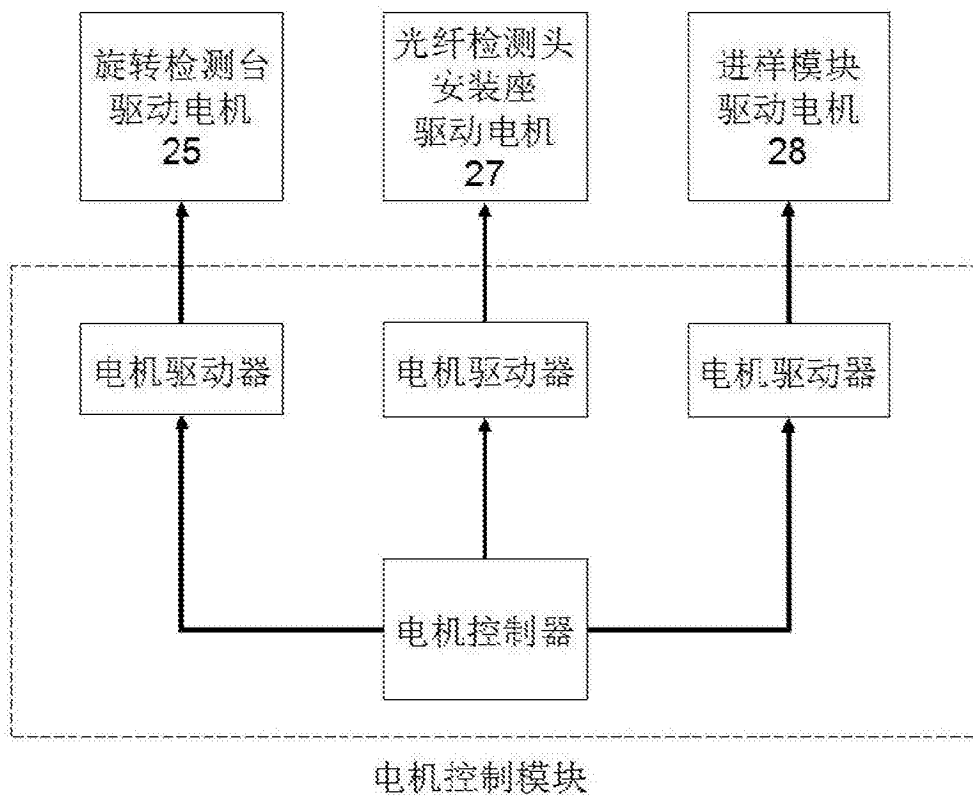


图7

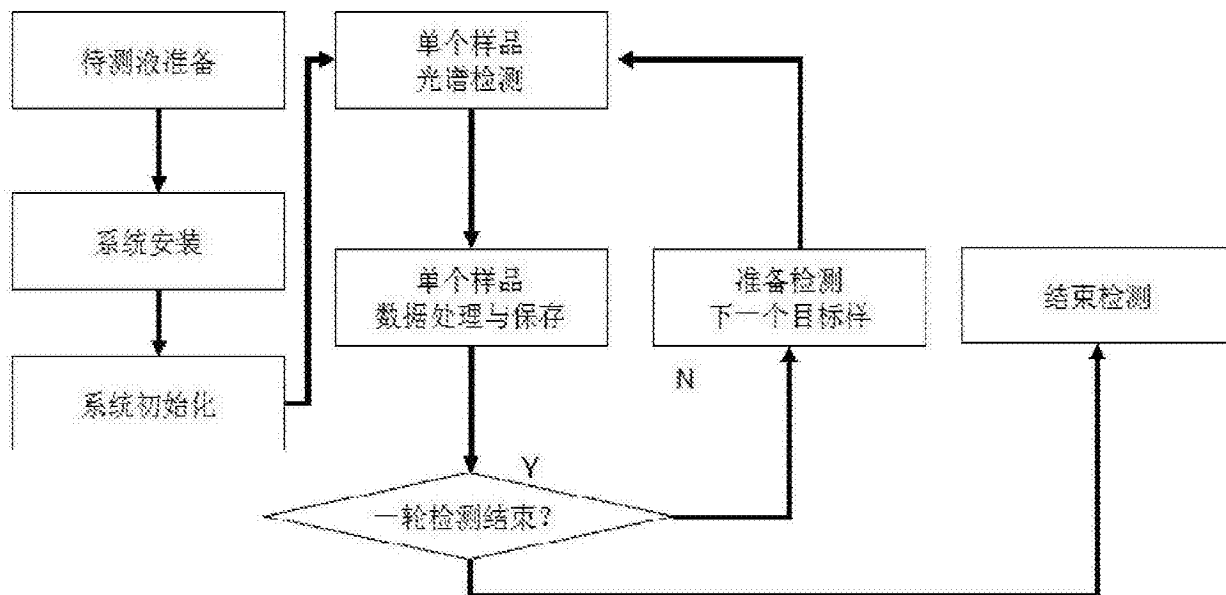


图8