



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 120084772 A

(43) 申请公布日 2025. 06. 03

(21) 申请号 202510570323.2

(22) 申请日 2025.05.06

(71) 申请人 中国科学院合肥物质科学研究院
地址 230031 安徽省合肥市蜀山区蜀山湖
路350号

(72) 发明人 杨瑞芳 姜玉喜 赵南京 殷高方
高明 吴宗世 张海心

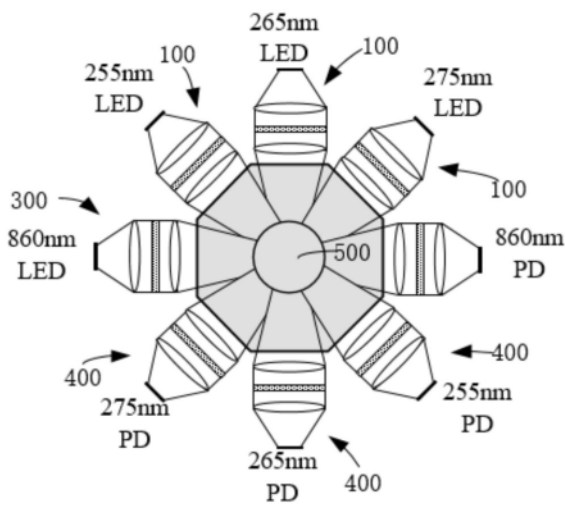
(74) 专利代理机构 合肥市浩智运专利代理事务
所(普通合伙) 34124
专利代理师 郑浩

(51) Int.Cl.
G01N 21/64 (2006.01)
G01N 21/01 (2006.01)

权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称
一种地下水污染物荧光原位检测装置及方法

(57) 摘要
本发明公开了一种地下水污染物荧光原位检测装置及方法,装置包括:激发组件、荧光探测组件、浊度校正组件和竞争吸收校正组件;激发组件、浊度校正组件和竞争吸收校正组件围绕地下水监测位点采用环形结构布置,并处于同一水平面;同时,激发组件发射的光,既能够作为激发诱导待测样品产生荧光信号的光源,又能够作为竞争吸收校正组件的校正光源;荧光探测组件与激发组件垂直设置且处于不同水平面,以及荧光信号沿激发组件形成的激发光路垂直方向传播,荧光探测组件设置在荧光信号的传播方向上。本发明可以原位实时检测化工园区地下水苯类与酚类有毒有机污染物。



CN 120084772 A

1. 一种地下水污染物荧光原位检测装置, 其特征在于, 包括: 激发组件(100)、荧光探测组件(200)、浊度校正组件(300)和竞争吸收校正组件(400);

激发组件(100)、浊度校正组件(300)和竞争吸收校正组件(400)围绕地下水监测位点(500)采用环形结构布置, 并处于同一水平面;

同时, 激发组件(100)发射的光, 既能够作为激发诱导待测样品产生荧光信号的光源, 又能够作为竞争吸收校正组件(400)的校正光源;

荧光探测组件(200)与激发组件(100)垂直设置且处于不同水平面, 以及荧光信号沿激发组件(100)形成的激发光路垂直方向传播, 荧光探测组件(200)设置在荧光信号的传播方向上。

2. 根据权利要求1所述的地下水污染物荧光原位检测装置, 其特征在于, 激发组件(100)包括: LED光源一(110)、准直透镜一(120)、滤光片一(130)、聚焦镜一(140);

波段可调的LED光源一(110)发出激发光, 产生的激发光通过准直透镜一(120)进行准直, 后经过滤光片一(130)滤除杂散光, 最后通过聚焦镜一(140)将激发光聚焦至地下水监测位点(500), 形成激发光路;

激发组件(100)设置有多组, 每组激发组件(100)的结构相同。

3. 根据权利要求1所述的地下水污染物荧光原位检测装置, 其特征在于, 荧光探测组件(200)沿着荧光信号传播方向依次设置的窗片口(210)、准直透镜二(220)、滤光片二(230)、聚焦透镜二(240)、遮光光阑(250)和荧光探测器(260)。

4. 根据权利要求3所述的地下水污染物荧光原位检测装置, 其特征在于, 荧光探测组件(200)设置有两组, 两组荧光探测组件(200)以地下水监测位点(500)为中心, 对称设置;

以及, 两组荧光探测组件(200)中荧光探测器(260)的荧光接收波段不同。

5. 根据权利要求3所述的地下水污染物荧光原位检测装置, 其特征在于, 窗片口(210)采用凸字状; 其中, 凸字状窗片口(210)的小口朝向光源, 大口径朝向荧光探测器(260); 以及, 小口径与大口径之比为0.2~1之间;

聚焦透镜二(240)并排设置两个。

6. 根据权利要求1所述的地下水污染物荧光原位检测装置, 其特征在于, 浊度校正组件(300)包括浊度光源组件(310)和浊度探测组件(320); 其中, 浊度探测组件(320)包括准直透镜四(321)、滤光片四(322)、聚焦透镜四(323)和光电二极管一(324);

浊度光源组件(310)发出的透射光, 对待测样品不产生荧光信号; 浊度光源组件(310)发出的透射光, 经过准直透镜四(321)形成平行光束后, 再经过滤光片四(322)、聚焦透镜四(323)后, 并聚焦到光电二极管一(324)上。

7. 根据权利要求6所述的地下水污染物荧光原位检测装置, 其特征在于, 浊度光源组件(310)包括LED光源二(311)、准直透镜三(312)、滤光片三(313)、聚焦透镜三(314);

波段可调的LED光源二(311)发出的透射光, 依次经过准直透镜三(312)、滤光片三(313)、聚焦透镜三(314)后照射至地下水监测位点(500)同时被浊度探测组件(320)接收。

8. 根据权利要求1所述的地下水污染物荧光原位检测装置, 其特征在于, 竞争吸收校正组件(400)包括竞争吸收探测组件(410);

竞争吸收探测组件(410)包括准直透镜五(411)、滤光片五(412)、聚焦透镜五(413)和光电二极管二(414);

激发组件(100)的激发光在激发诱导待测样品产生荧光信号的同时,激发光的透射光经过准直透镜五(411)形成平行光束,再经过滤光片五(412)、聚焦透镜五(413)后,形成平行光束并聚焦到光电二极管二(414)上。

9. 根据权利要求8所述的地下水污染物荧光原位检测装置,其特征在于,竞争吸收探测组件(410)设置有多组;竞争吸收探测组件(410)的数量与激发组件(100)的数量匹配、使用的波段匹配。

10. 一种地下水污染物荧光原位检测方法,其特征在于,应用权利要求1-9任一所述的地下水污染物荧光原位检测装置,包括:

将激发组件(100)的激发波长与荧光探测组件(200)接收的荧光接收波长,作为荧光特征信号;同时将激发组件(100)的激发波长下的透射光与竞争吸收校正组件(400)接收的吸光度作为竞争吸收校正信号;

将浊度校正组件(300)发射的透射光波长与接收到的浊度作为浊度校正信号;

将荧光特征信号、竞争吸收校正信号和浊度校正信号作为已经训练好的多元线性回归模型的输入特征集,模型输出获取污染物浓度。

一种地下水污染物荧光原位检测装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及紫外诱导荧光光谱探测技术领域,具体为一种地下水污染物荧光原位检测装置。

背景技术

[0002] 目前,化工园区地下水有机污染物的监测主要依赖“现场采样-实验室分析”的传统方法,如全自动吹扫捕集装置与气相色谱/质谱联用分析,这种方法存在采样耗时、样品保存难度大、操作复杂以及原位时空信息丧失等缺点。此外,现场异位监测方法如便携式色谱、质谱、比色法等也存在类似问题,并可能引发二次环境污染。因此,亟需开发能够克服以上问题的高效原位监测方法和设备,以实现地下水中有机污染物的精准快速监测。

[0003] 作为一种无损检测技术,紫外诱导荧光灵敏度高、无需样本预处理、响应速度快,具有在化工园区地下水进行苯类和酚类污染物原位监测的巨大潜力。苯类荧光激发波长范围通常在250-280nm之间,荧光发射波长范围则集中在270-350nm左右。酚类荧光激发波长范围通常在260-290nm之间,而其荧光发射波长范围在280-340nm之间,两大类污染物荧光图谱信息存在显著重叠。

[0004] 国外检测苯系物的原位荧光传感器通常利用255nm激发苯系物,探测在290nm的荧光信号,根据所测的信号值来实现苯系物浓度测量,其中存在的问题包括:(1)通常化工园区苯类和酚类污染物并存,而酚类在255nm激发下也存在较弱的290nm荧光信号,仅一个255nm特征波长,无法去除酚类对苯类检测的影响;(2)在环境复杂的化工园区地下水中,悬浮颗粒物、硫酸盐、氯化物等会引起光的散射、吸收,削弱苯类、酚类荧光信号的强度,影响监测的准确性和可靠性。化工园区地下水理化环境复杂,采用255nm激发、290nm荧光原位检测苯系物时,硫酸盐、氯化物等部分干扰物可能吸收255nm附近激发光,造成探测器检测到的荧光信号强度降低。此外,悬浮颗粒物会引起光的散射,削弱苯类荧光信号的强度,影响监测的准确性和可靠性;(3)由于地下水监测井直径通常为5-10cm,这一物理尺寸限制了检测装置的体积。在此有限空间内,需将激发光源、荧光检测器及相关光学元件进行合理布置,现有技术难以在保证检测性能的同时满足尺寸要求。

[0005] 专利公开号为CN107389644A的发明专利公开一种快速荧光定量装置,包括激发光源A位于样品槽左侧,激发光源B位于样品槽右侧,用于激发样品中的荧光物质;激发光探测单元A位于激发光源A与样品槽之间,激发光探测单元B位于激发光源B与样品槽之间,激发光探测单元B与样品槽高度均低于激发光源B,保证激发光能照射到样品槽内样品;荧光探测单元A、荧光探测单元B分别垂直位于样品槽与激发光光路的两侧,焊接在电路板上,嵌于光传输通道内,可提供双波段激发光,实现自由切换。该专利的应用技术领域是生物检测,虽然激发光路和探测光路是围绕样品垂直设置,但是,激光光路与探测光路形成十字架结构,样品槽位于十字架的中间,激光光路与探测光路处于同一水平面设置,这样增大了装置的截面积,应用到地下水监测井时,装置难以下井。

[0006] 专利公告号为CN220340054U的实用新型专利,公开一种圆盘式多通道光学检测系

统,该专利中虽然提到激发光路和探测光路是垂直,但是指的结构上的垂直,并不是指光路上,荧光与激发光的垂直。且在该专利上测到的是与激发光相反方向的荧光,只是探测光路通过二向色镜发生偏转,减少体积尺寸,并不是测量与激发光90度的荧光,这种光路测量的荧光很难消除激发光、散射光的影响。

发明内容

[0007] 本发明所要解决的技术问题在于:提供一种适用于化工园区地下水监测井、浊度和竞争吸收实时校正的地下有毒有机污染物检测装置。

[0008] 为解决上述技术问题,本发明提供如下技术方案:

一种地下水污染物荧光原位检测装置,包括:激发组件100、荧光探测组件200、浊度校正组件300和竞争吸收校正组件400;

激发组件100、浊度校正组件300和竞争吸收校正组件400围绕地下水监测位点500采用环形结构布置,并处于同一水平面;

同时,激发组件100发射的光,既能够作为激发诱导待测样品产生荧光信号的光源,又能够作为竞争吸收校正组件400的校正光源;

荧光探测组件200与激发组件100垂直设置且处于不同水平面,以及荧光信号沿激发组件100形成的激发光路垂直方向传播,荧光探测组件200设置在荧光信号的传播方向上。

[0009] 技术效果:本发明采用了创新的光学结构设计,将荧光探测组件与激发组件垂直设置且处于不同水平面,以及将荧光探测组件精确设置在荧光信号的传播方向上,同时使该荧光信号与激发组件形成的激发光路保持严格垂直关系。这种垂直交叉的光路布局既实现了装置结构的小型化,又利用了垂直方向散射光最小的物理特性,有效减少了激发光散射对荧光信号的干扰,提高了信噪比,从而在紧凑结构设计的同时显著提升了地下水污染物荧光检测的准确性和可靠性。

[0010] 进一步的,本发明采用高度集成的环形布局设计,将激发组件、浊度校正组件和竞争吸收校正组件围绕地下水监测位点形成紧凑的环形结构,并处于同一水平面,同时创新性地实现了资源共享,让竞争吸收校正组件直接利用激发组件作为其光源,避免了冗余光源的设置。这种多功能组件的环形集成与资源共享设计显著优化了空间利用率,极大减小了整体装置尺寸,使其能够轻松适配标准监测井的狭小空间限制,解决了设备体积过大难以下井检测的技术瓶颈。

[0011] 在本发明的一实施例中,激发组件100包括:LED光源一110、准直透镜一120、滤光片一130、聚焦镜一140;

波段可调的LED光源一110发出激发光,产生的激发光通过准直透镜一120进行准直,后经过滤光片一130滤除杂散光,最后通过聚焦镜一140将激发光聚焦至地下水监测位点500,形成激发光路;

激发组件100设置有多组,每组激发组件100的结构相同。

[0012] 在本发明的一实施例中,荧光探测组件200沿着荧光信号传播方向依次设置的窗口210、准直透镜二220、滤光片二230、聚焦透镜二240、遮光光阑250和荧光探测器260。

[0013] 技术效果:本发明采用精心优化的光学路径设计,将荧光探测组件设置在与激发

光路严格垂直的方向上,光学元件沿荧光信号传播方向依次布置。这种结构不仅实现了装置的小型化,更重要的是针对地下水检测场景对高灵敏度的严苛要求,通过准直透镜有效减小光线入射角度,防止荧光发生蓝移;聚焦透镜则将信号精准汇聚;遮光光阑则进一步过滤杂散光。这种多重光学过滤组合设计显著提高了信号收集效率,最大程度减少了杂散光干扰,确保在复杂地下水环境中仍能获得高质量的荧光信号,达到高灵敏度原位检测的目的。

[0014] 在本发明的一实施例中,荧光探测组件200设置有两组,两组荧光探测组件200以地下水监测位点500为中心,对称设置;

以及,两组荧光探测组件200中荧光探测器260的荧光接收波段不同。

[0015] 在本发明的一实施例中,窗片口210采用凸字状;其中,凸字状窗片口210的小口朝向光源,大口径朝向荧光探测器260;以及,小口径与大口径之比为0.2~1之间;

聚焦透镜二240并排设置两个。

[0016] 在本发明的一实施例中,浊度校正组件300包括浊度光源组件310和浊度探测组件320;其中,浊度探测组件320包括准直透镜四321、滤光片四322、聚焦透镜四323和光电二极管一324;

浊度光源组件310发出的透射光,对待测样品不产生荧光信号;浊度光源组件310发出的透射光,经过准直透镜四321形成平行光束后,再经过滤光片四322、聚焦透镜四323后,并聚焦到光电二极管一324上。

[0017] 在本发明的一实施例中,浊度光源组件310包括LED光源二311、准直透镜三312、滤光片三313、聚焦透镜三314;

波段可调的LED光源二311发出的透射光,依次经过准直透镜三312、滤光片三313、聚焦透镜三314后照射至地下水监测位点500同时被浊度探测组件320接收。

[0018] 在本发明的一实施例中,竞争吸收校正组件400包括竞争吸收探测组件410;

竞争吸收探测组件410包括准直透镜五411、滤光片五412、聚焦透镜五413和光电二极管二414;

激发组件100的激发光在激发诱导待测样品产生荧光信号的同时,激发光的透射光经过准直透镜五411形成平行光束,再经过滤光片五412、聚焦透镜五413后,形成平行光束并聚焦到光电二极管二414上。

[0019] 在本发明的一实施例中,竞争吸收探测组件410设置有多组;竞争吸收探测组件410的数量与激发组件100的数量匹配、使用的波段匹配。

[0020] 本发明还提供一种地下水污染物荧光原位检测方法,应用上述所述的地下水污染物荧光原位检测装置,包括:

将激发组件100的激发波长与荧光探测组件200接收的荧光接收波长,作为荧光特征信号;同时将激发组件100的激发波长下的透射光与竞争吸收校正组件400接收的吸光度作为竞争吸收校正信号;

将浊度校正组件300发射的透射光波长与接收到的浊度作为浊度校正信号;

将荧光特征信号、竞争吸收校正信号和浊度校正信号作为已经训练好的多元线性回归模型的输入特征集,模型输出获取污染物浓度。

[0021] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

本发明采用高度优化的光学系统设计,实现了地下水污染物荧光检测的精准性与装置小型化的统一。核心创新在于采用环形LED光源结构,不仅提供了多波长激发能力,满足苯系物、酚类等不同污染物的激发需求,更显著减小了装置体积,使其能够顺利进入标准监测井并进行原位检测。光路系统经过精心设计,包括战略性布置的遮光光阑有效抑制杂散光干扰,提升信号纯净度;精确匹配的准直透镜和滤光片组合确保只有目标波长的光被用于样本激发,大幅提高荧光信号质量。同时,本发明还整合了多重校正机制:采用860nm波长的透射光探测技术有效消除水体颗粒物对荧光信号的干扰;通过255nm、265nm和275nm波长透射光探测实现竞争吸收校正,全面提升了复杂地下水环境中有机污染物荧光检测的准确性和可靠性,为实时监测地下水污染提供了高效、紧凑的技术方案。

[0022] 本发明能够精确补偿地下水中离子等物质对激发光的竞争吸收和悬浮颗粒引起的浊度散射所导致的荧光信号衰减问题。这种实时校正技术使系统能够在复杂多变的地下水环境中准确计算出酚类、苯类等有机污染物的实际浓度,显著提升了原位监测的数据可靠性。特别是在低浓度污染物检测场景中,本发明独特的光学设计和校正算法大幅提高了苯类和酚类荧光信号的选择性捕获效率和检测灵敏度,将检测极限降至ppb级别,为地下水污染早期预警和微量污染物监测提供了高精度、高可靠性的技术支持。

附图说明

[0023] 图1为本发明实施例的一种地下水污染物荧光原位检测装置示意图。

[0024] 图2为本发明实施例的激发组件和荧光探测组件示意图。

[0025] 图3为本发明实施例的浊度校正组件示意图。

[0026] 图4为本发明实施例的竞争吸收校正组件示意图。

[0027] 图5为本发明实施例的一种地下水污染物荧光原位检测方法流程图。

[0028] 附图标记说明:

100——激发组件;

110——LED光源一;120——准直透镜一;130——滤光片一;140——聚焦镜一;

200——荧光探测组件;

210——窗片口;220——准直透镜二;230——滤光片二;240——聚焦透镜二;

250——遮光光阑;260——荧光探测器;

300——浊度校正组件;

310——浊度光源组件;311——LED光源二;312——准直透镜三;313——滤光片三;314——聚焦透镜三;

320——浊度探测组件;321——准直透镜四;322——滤光片四;323——聚焦透镜四;324——光电二极管一;

400——竞争吸收校正组件;

410——竞争吸收探测组件;411——准直透镜五;412——滤光片五;413——聚焦透镜五;414——光电二极管二;

500——地下水监测位点。

具体实施方式

[0029] 为便于本领域技术人员理解本发明技术方案,现结合说明书附图对本发明技术方案做进一步的说明。

[0030] 术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本申请的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0031] 请参阅图1、2所示,本发明提供一种地下水污染物荧光原位检测装置,包括激发组件100、荧光探测组件200、浊度校正组件300和竞争吸收校正组件400。激发组件100、浊度校正组件300和竞争吸收校正组件400围绕地下水监测位点500采用环形结构布置,并处于同一水平面,同时,激发组件100发射的光,既能够作为激发诱导待测样品产生荧光信号的光源,又能够作为竞争吸收校正组件400的校正光源。荧光探测组件200与激发组件100垂直设置且处于不同水平面,以及荧光信号沿激发组件100形成的激发光路垂直方向传播,荧光探测组件200设置在荧光信号的传播方向上。

[0032] 在本发明的一实施例中,激发组件100包括:LED光源一110、准直透镜一120、滤光片一130、聚焦镜一140。

[0033] 在本实施例中,波段可调的LED光源一110发出激发光,产生的激发光通过准直透镜一120进行准直,后经过滤光片一130滤除杂散光,最后通过聚焦镜一140将激发光聚焦至地下水监测位点500,形成激发光路。

[0034] 在本实施例中,以检测地下水苯类、酚类污染物检测为例,激发组件100用于高效收集LED光源一110发出的深紫外光,并经过准直滤光后以特定的出射角照射至地下水监测位点500。该激发组件100采用环形结构布置的深紫外LED,产生激发光并形成激发光路,聚焦至地下水监测位点500,从而激发样本产生荧光信号。

[0035] 在本实施例中,激发组件100设置有多组,每组激发组件100的结构相同。在本实施例中,激发组件100设置有三组,每组激发组件100中的LED光源一110分别发出255nm、265nm、275nm的光,每个LED光源一110的光源强度可以独立控制,不同波长的激发光激发苯类和酚类特征荧光。

[0036] 在本发明的一实施例中,荧光探测组件200沿着荧光信号传播方向依次设置的窗片口210、准直透镜二220、滤光片二230、聚焦透镜二240、遮光光阑250和荧光探测器260,荧光信号到荧光探测器260并转换为可分析的电信号。

[0037] 荧光探测组件200设置有两组,两组荧光探测组件200以地下水监测位点500为中心,对称设置。以及,两组荧光探测组件200中荧光探测器260的荧光接收波段不同,在本实施例中,区别在于一侧荧光接收波长为290nm,另一侧荧光接收波长为310nm。

[0038] 在本实施例中,窗片口210采用凸字状,凸字状窗片口210的小口朝向光源,大口径朝向荧光探测器260。以及,小口径与大口径之比为0.2~1之间,有效增强从样品发射的荧光信号的接收效率。

[0039] 在本实施例中,聚焦透镜二240并排设置两个,这样设置焦距会更短,缩小光路尺寸。在荧光探测光路进一步包括遮光光阑250,用于滤除荧光探测光路中的非目标光,优化光束质量,确保最大程度地捕捉从地下水监测位点500发射的荧光。

[0040] 在本实施例中,荧光探测组件200用于收集地下水监测位点500位中苯类和酚类有机污染物发出的微弱荧光信号。

[0041] 在本实施例中,通过3个激发波长和2个荧光接收波长的组合,共获取6个荧光特征信号。进一步地,将这6个荧光特征信号两两进行比值计算,生成15个额外的比值信号。将这6个原始的荧光特征信号和15个比值信号整合为一列数据,作为输入特征集。基于多元线性回归模型,利用已知浓度的苯类和酚类样本对模型进行训练,建立荧光特征信号与污染物浓度之间的定量关系。通过训练好的多元线性回归模型解析荧光特征信号,实现对苯类和酚类污染物的定量检测。

[0042] 请参阅图1至图4所示,在本发明的一实施例中,本装置还提供了能够实时校正浊度和竞争吸收干扰的地下水有机物荧光高效探测光路。

[0043] 在本发明的一实施例中,浊度校正组件300包括浊度光源组件310和浊度探测组件320。

[0044] 在本实施例中,浊度光源组件310包括LED光源二311、准直透镜三312、滤光片三313、聚焦透镜三314。波段可调的LED光源二311发出的透射光,依次经过准直透镜三312、滤光片三313、聚焦透镜三314后照射至地下水监测位点500同时被浊度探测组件320接收。其中,浊度光源组件310发出的透射光,对待测样品不产生荧光信号。

[0045] 在本实施例中,浊度探测组件320包括准直透镜四321、滤光片四322、聚焦透镜四323和光电二极管一324。浊度光源组件310发出的透射光,经过准直透镜四321形成平行光束后,再经过滤光片四322、聚焦透镜四323后,并聚焦到光电二极管一324上。将光电二极管一324探测到的透射光的光强值用于计算水体的浊度值,实时反映地下水的浊度状况。

[0046] 在本实施例中,针对浊度干扰,浊度值是通过地下水监测位点500的透射光强度来确定的。具体实现方式是:当发出860nm波长的LED光源二311工作时,光电二极管一324同步检测860nm透射光的光强变化。由于水体中悬浮颗粒会对光产生散射作用,水体浊度越高,透射光强度越低,因此通过测量透射光的衰减程度,可以计算得出水体的浊度值。

[0047] 请参阅图1、2和图4所示,在本发明的一实施例中,竞争吸收校正组件400包括竞争吸收探测组件410,竞争吸收探测组件410包括准直透镜五411、滤光片五412、聚焦透镜五413和光电二极管二414。

[0048] 在本实施例中,激发组件100的激发光在激发诱导待测样品产生荧光信号的同时,激发光的透射光经过准直透镜五411形成平行光束,再经过滤光片五412、聚焦透镜五413后,形成平行光束并聚焦到光电二极管二414上。

[0049] 在本实施例中,竞争吸收探测组件410设置有多组,竞争吸收探测组件410的数量与激发组件100的数量匹配、使用的波段匹配。可以理解为,竞争吸收探测组件410也设置有三组,255nm、265nm、275nm的LED光源一110激发物质的同时,3个激发光的透射光分别通过每组的准直透镜五411形成平行光束后,分别进入255nm的滤光片五412、265nm的滤光片五412、275nm的滤光片五412,再经过每组的聚焦透镜五413,最后进入每组的进入光电二极管二414,测量到透射光的光强值,根据不同波长下的透射光强计算吸光度,反映水体中硫酸盐、氯化物等对激发光的吸收情况。

[0050] 在本实施例中,利用光电二极管二414探测由255nm、265nm、275nm的LED光源一110发出的透射光,通过竞争吸收探测组件410中的透镜组件传输后测量其吸光度。根据测得的

吸光度值,对荧光信号进行校正,以消除竞争吸收对荧光强度的影响。具体校正方法如下:通过实验测定不同浊度水样在255nm、265nm、275nm处的吸光度,同时使用标准方法测定酚类、苯类化合物的荧光信号,建立吸光度与荧光信号之间的定量关系模型。在检测过程中,实时记录三个波长的透射光强,计算吸光度值 A_{255} 、 A_{265} 、 A_{275} ,同时获取水样浊度数据。

[0051] 在本实施例中,将波长为860nm、255nm、265nm和275nm的光线,用于检测水样中的散射光和透射光,获取水样的浊度数据和吸光度数据,对引起的荧光信号衰减进行实时校正,确保激发光和荧光信号准确无误。对校正后的多波长荧光信号数据,通过训练好的多元线性回归模型,定量计算地下水中苯系物、酚类物浓度。

[0052] 请参阅图1至图4所示,在本发明的一实施例中,激发组件100、荧光探测组件200、浊度校正组件300和竞争吸收校正组件400中准直透镜的配置和材料被优化,以最小化光损失并提高光束质量为目的。具体的,准直透镜的材料例如为石英或蓝宝石。

[0053] 在本实施例中,激发组件100、荧光探测组件200、浊度校正组件300和竞争吸收校正组件400中聚焦透镜设计为高精度光学组件,能够将激发光高效聚焦至微小区域。

[0054] 在本实施例中,窗片口210和遮光光阑250的设计被优化,以提高从样本接收到的荧光信号的质量和准确性为目的。

[0055] 在一个实施例中,荧光探测器260选择根据应用需求可变,包括光电倍增管PMT或硅光电二极管SiPD,以优化信号捕获和转换效率为目的。

[0056] 请参阅图1至图5所示,本发明还提供一种地下水污染物荧光原位检测方法,应用上述所述的地下水污染物荧光原位检测装置,包括:

将激发组件100的激发波长与荧光探测组件200接收的荧光接收波长,作为荧光特征信号。同时将激发组件100激发波长下的透射光与竞争吸收校正组件400接收的吸光度作为竞争吸收校正信号。

[0057] 将浊度校正组件300发射的透射光波长与接收到的浊度作为浊度校正信号。

[0058] 将荧光特征信号、竞争吸收校正信号和浊度校正信号作为已经训练好的多元线性回归模型的输入特征集,模型输出获取污染物浓度。

[0059] 对于本领域技术人员而言,显然本发明不限于上述示范性实施例的细节,而且在不背离本发明的精神或基本特征的情况下,能够以其他的具体形式实现本发明。因此,无论从哪一点来看,均应将实施例看作是示范性的,而且是非限制性的,本发明的范围由所附权利要求要求而不是上述说明限定,因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本发明内,不应将权利要求中的任何附图标记视为限制所涉及的权利要求。

[0060] 以上所述实施例仅表示发明的实施方式,本发明的保护范围不仅局限于上述实施例,对于本领域的技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明保护范围。

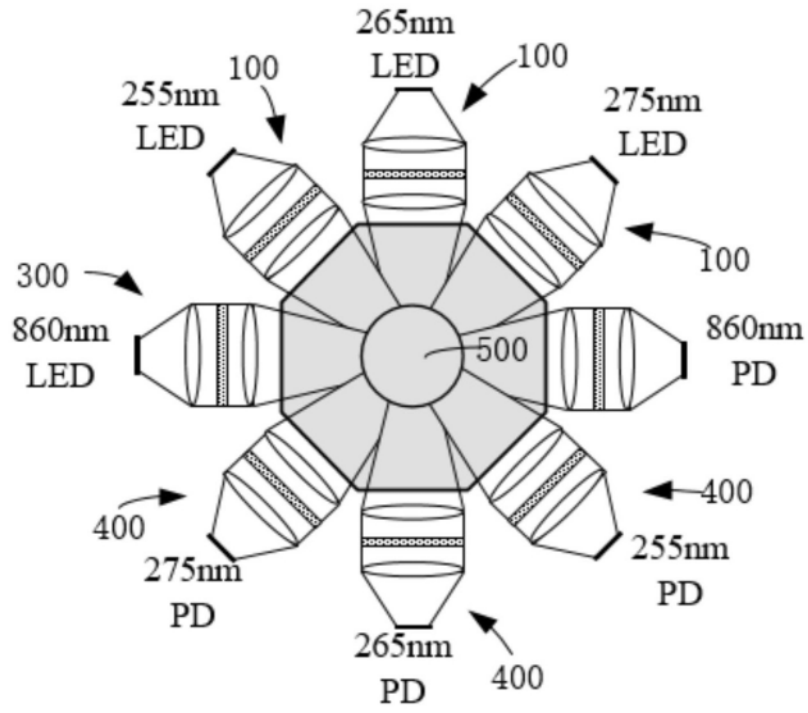


图1

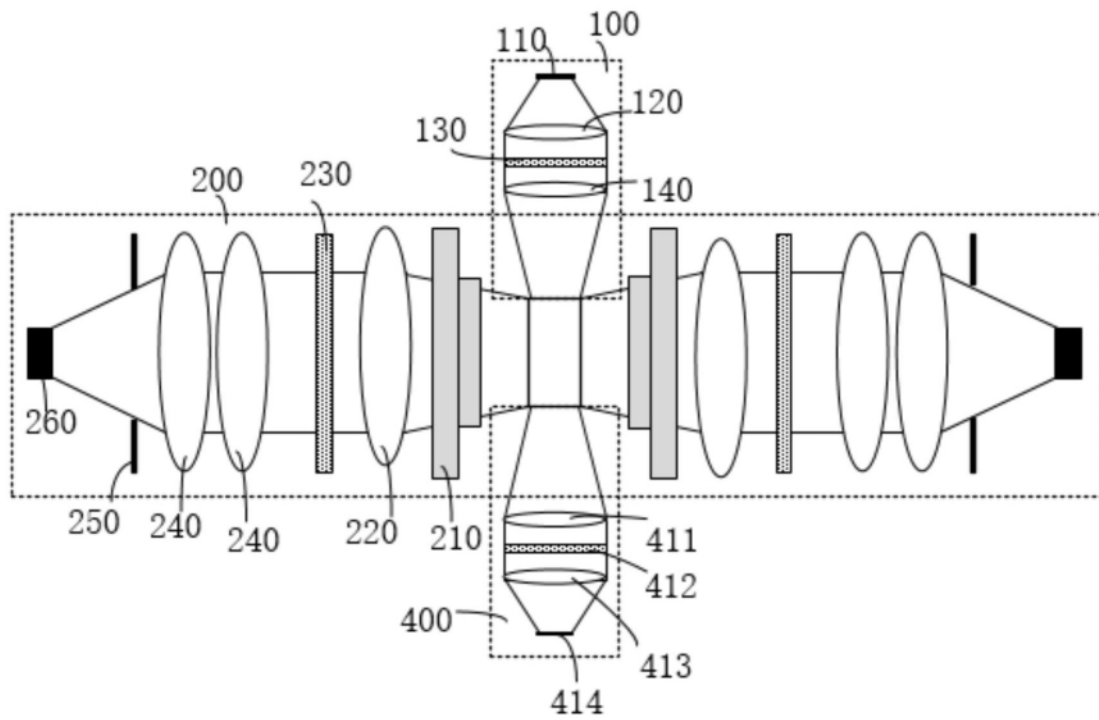


图2

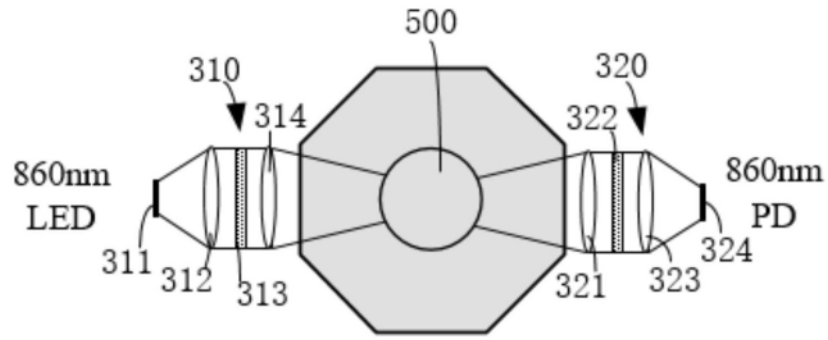


图3

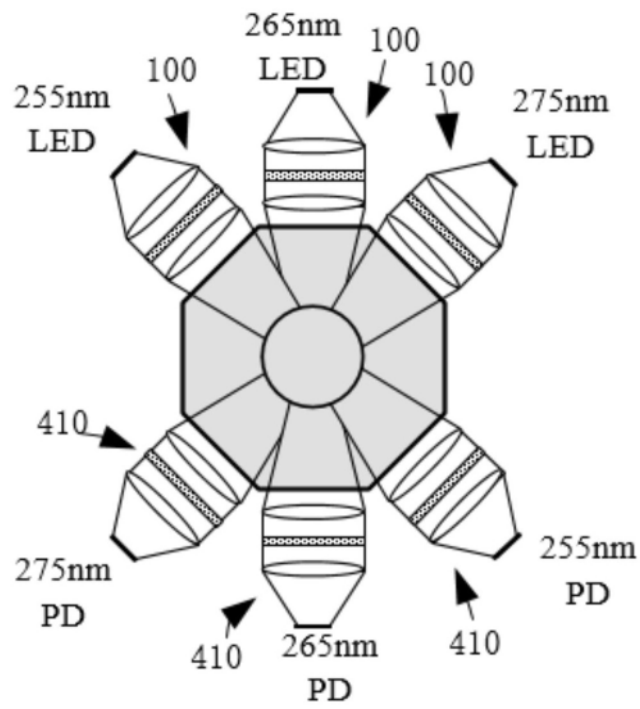


图4

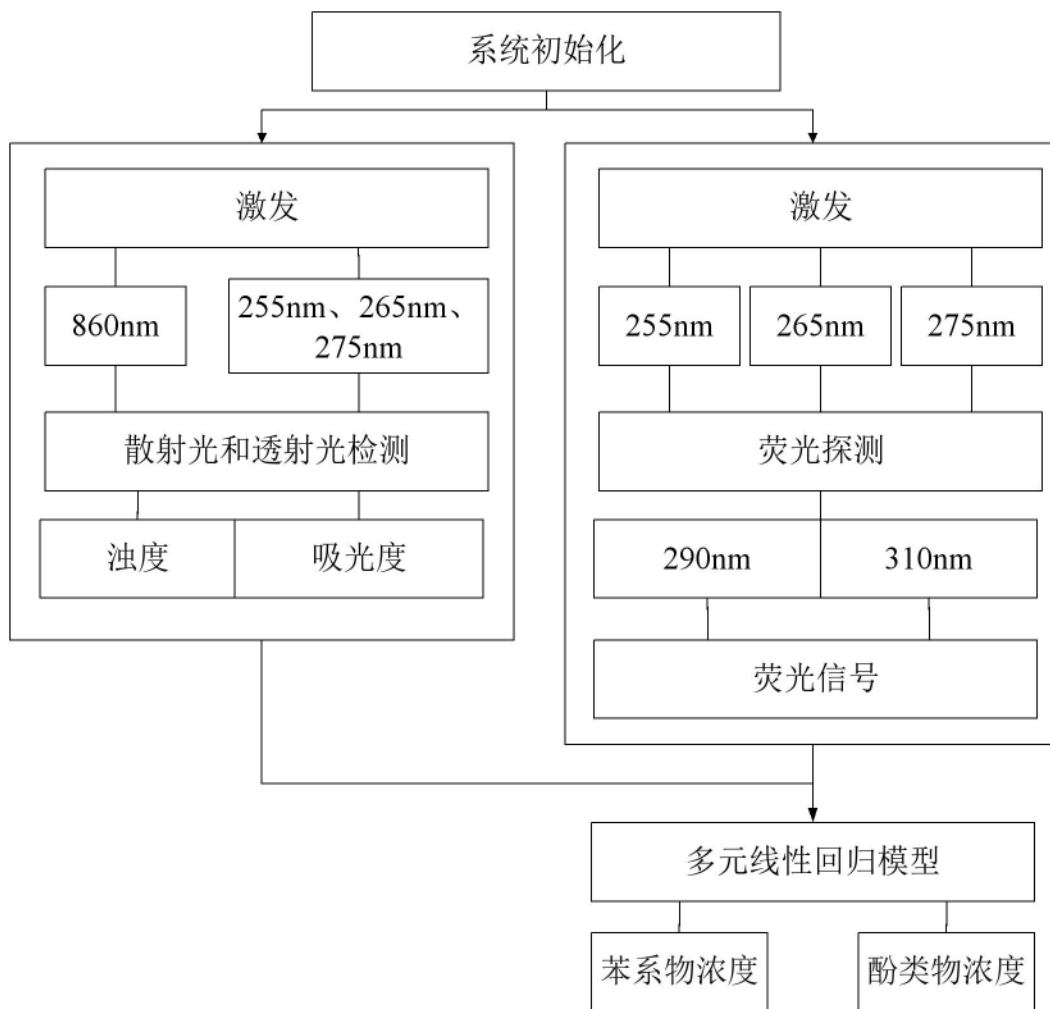


图5