



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102359951 A

(43) 申请公布日 2012.02.22

(21) 申请号 201110182035.8

(22) 申请日 2011.06.30

(71) 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路 3888 号

(72) 发明人 王彪 王立军 曹军胜 刘云 宁永强 秦莉

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 陶尊新

(51) Int. Cl.

G01N 21/39(2006.01)

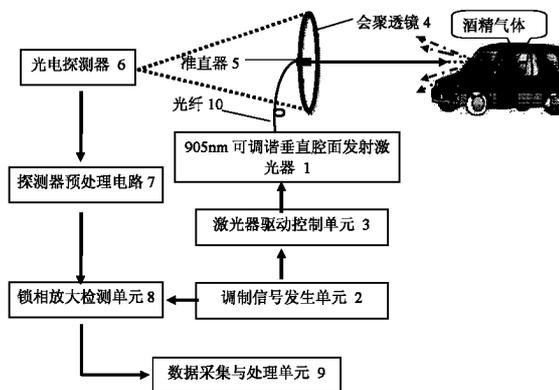
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种酒驾遥感快速激光自动预检装置

(57) 摘要

一种酒驾遥感快速激光自动预检装置,涉及一种乙醇气体浓度检测装置,它解决了现有预检装置无法在检测过程中检测出合适的光谱特征吸收峰位和激光器的核心光源,进而无法减小检测干扰的问题,该装置包括 905nm 可调谐垂直腔面发射激光器、调制信号发生单元、激光器驱动控制单元、会聚透镜、准直器、光电探测器、探测器预处理电路、锁相放大检测单元、数据采集与处理单元以及光纤;通过本发明装置可有效的对路面过往车辆内的乙醇浓度进行预检,交警可通过预检结果进行有针对性的排查,提高执法效率,节省警力资源。



1. 一种酒驾遥感快速激光自动预检装置,其特征是:包括核心光源为 905nm 的可调谐垂直腔面发射激光器(1)、调制信号发生单元(2)、激光器驱动控制单元(3)、会聚透镜(4)、准直器(5)、光电探测器(6)、探测器预处理电路(7)、锁相放大检测单元(8)、数据采集与处理单元(9)和光纤(10);所述准直器(5)安装在会聚透镜(4)中心位置;所述调制信号发生单元(2)、激光器驱动控制单元(3)和 905nm 可调谐垂直腔面发射激光器(1)通过信号传输线依次连接;所述 905nm 可调谐垂直腔面发射激光器(1)和准直器(5)通过光纤(10)相连接;所述光电探测器(6)设置在会聚透镜(4)的焦点位置;所述光电探测器(6)、探测器预处理电路(7)、锁相放大检测单元(8)和数据采集与处理单元(9)通过信号传输线依次连接;所述调制信号发生单元(2)还通过信号传输线与锁相放大检测单元(8)相连接。

2. 根据权利要求 1 所述的一种酒驾遥感快速激光自动预检装置,其特征在于:所述激光器驱动控制单元(3)根据调制信号控制激光器(1)的注入电流在 1A ~ 6A 范围内,控制激光输出波长调谐在 902nm ~ 909nm 的范围内,扫过 905nm 中心波长。

3. 根据权利要求 1 所述的一种酒驾遥感快速激光自动预检装置,其特征在于:所述调制信号发生单元(2)发出锯齿波和正弦波叠加的调制信号,所述锯齿波频率为 1 ~ 100Hz,所述正弦波频率为 1KHz ~ 1MHz,所述正弦波同时输入到锁相放大检测单元(8)作为参考信号。

4. 根据权利要求 1 所述的一种酒驾遥感快速激光自动预检装置,其特征在于:所述激光器驱动控制单元(3)包括 ARM 微控制器。

5. 根据权利要求 1 所述的一种酒驾遥感快速激光自动预检装置,其特征在于:所述光电探测器(6)为红外锗探测器。

6. 根据权利要求 1 所述的一种酒驾遥感快速激光自动预检装置,其特征在于:所述探测器预处理电路(7)包括运算放大器 LTC6244、电阻 R1、R2、R3、电容 C1、C2、C3,所述运算放大器 LTC6244 正极输入信号 IN 为光电探测器(6)转化的微弱电流信号,输出信号 OUT 为放大后所转换得到的电压信号,其正负电源 VCC+ 和 VCC- 分别通过电容 C1、C2 接地,其正负极分别串接电阻 R1、R2 后接地,所述输出信号 OUT 串接电阻 R3 后反馈到运算放大器 LTC6244 负极,所述电阻 R3 并联电容 C3。

7. 根据权利要求 1 所述的一种酒驾遥感快速激光自动预检装置,其特征在于:所述锁相放大检测单元(8)包括锁相放大电路和锁相倍频电路。

8. 根据权利要求 7 所述的一种酒驾遥感快速激光自动预检装置,其特征在于:所述锁相放大电路包括锁相放大器 AD630、电阻 R4 ~ R9,所述锁相放大器 AD630 的 16 脚和 17 脚的接入信号 Vin 是光电转换后的带有气体浓度信息的高频信号,12、13、14 脚的输出 Vout 是锁相后的输出信号,9 脚的接入信号 SIN_200K 为高频正弦二倍频信号,15、17、19 脚短接在一起,1 脚接地,VS+ 接 15V+,VS- 接 15V-,15V+ 经 R4、R5 串联分压后接入 10 脚,3 脚 ~ 6 脚分别串接 R6 ~ R9 后接 15V-。

9. 根据权利要求 7 所述的一种酒驾遥感快速激光自动预检装置,其特征在于:所述锁相倍频电路包括锁相环 CD4046、D 触发器 74HC74、电阻 R10 ~ R12、电容 C4、C5;所述 D 触发器 74HC74 构成二分频电路,其 5 脚输出 Q 接锁相环 CD4046 的 3 脚,时钟信号 CLK 接锁相环 CD4046 的 4 脚产生的正弦二倍频信号 SIN_200K,2 脚与 6 脚短接,1 脚、4 脚、14 脚接 5V+,7 脚接地;所述锁相环 CD4046 的 14 脚接入调制信号发生单元产生的正弦波,其 6 脚串接电容

C4 后接入 7 脚, 11 脚串接 R10 后接地, 5 脚、8 脚接地, 16 脚接 5V+, 13 脚的输出经 R11、R12 及 C5 滤波后输入到 9 脚。

10. 根据权利要求 1 所述的一种酒驾遥感快速激光自动预检装置, 其特征在于: 所述数据采集与处理单元 (9) 包括 DSP 微处理器。

一种酒驾遥感快速激光自动预检装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种乙醇气体浓度检测装置,具体涉及一种酒驾遥感快速激光自动预检装置。

背景技术

[0002] 近年来,我国酒后驾车所导致的惨烈车祸在屡屡曝光之后而又频频发生。传统排查方式和检验设备——“呼吸式酒精检测仪”无针对性、效率低,还影响路面车辆正常行使,同时也造成了大量一次性检验设备和警力资源的浪费。

[0003] 专利公开号为 CN101936896A 的专利文件公开了一种乙醇气体浓度激光遥测装置,由激光器控制和发射系统与信号接收、分析及显示系统组成。其实质是一种应用可调谐半导体二级管激光吸收光谱技术(TDLAS)对酒精浓度进行检测的装置。然而对于乙醇气体浓度进行光谱检测的关键,在于要选择一个合适的特征吸收峰位,并且要使所选的吸收峰位与其它干扰物质分子(主要是水,玻璃等)的吸收峰不重叠,以此来减小检测干扰。该公开文献并未给出具体合适的光谱特征吸收峰位和激光器的核心光源,同时该装置的其他部件也未能给出详尽说明。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是提出一种酒驾遥感快速激光自动预检装置。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明提出一种酒驾遥感快速激光自动预检装置,包括 905nm 可调谐垂直腔面发射激光器、调制信号发生单元、激光器驱动控制单元、会聚透镜、准直器、光电探测器、探测器预处理电路、锁相放大检测单元、数据采集与处理单元和光纤;所述准直器安装在会聚透镜中心位置;所述调制信号发生单元、激光器驱动控制单元和 905nm 可调谐垂直腔面发射激光器通过信号传输线依次连接;所述 905nm 可调谐垂直腔面发射激光器和准直器通过光纤相连接;所述光电探测器设置在会聚透镜的焦点位置;所述光电参测器探测器预处理电路、锁相放大检测单元和数据采集与处理单元通过信号传输线依次连接;所述调制信号发生单元还通过信号传输线与锁相放大检测单元相连接。

[0006] 本发明的工作原理:所述激光器驱动控制单元控制调制信号发生单元向激光器发出调制信号,调制信号为锯齿波和正弦波叠加信号,锯齿波频率为 1-100Hz,正弦波频率为 1KHz-1MHz,正弦波同时输入到锁相放大检测单元作为参考信号,激光器驱动控制单元根据调制信号中的锯齿波控制激光器的注入电流,使其控制在 1A-6A 范围内,从而使激光输出波长调谐在 902nm-909nm 的范围内,扫过 905nm 中心波长。激光通过光纤并经由准直器对外发射,投射到乙醇气体上;激光经过乙醇气体吸收后所散射的光线通过会聚透镜会聚在光电探测器上,光电探测器将光信号转变成电信号,再依次经过探测器预处理电路、锁相放大检测单元、数据采集与处理单元后输出最终被测乙醇气体的浓度数据。

[0007] 本发明的有益效果:本发明给出了具体的适合检验酒驾的激光器,并确定了核心光源,同时给出了其他部件的具体构造。通过本发明装置可有效的对路面过往车辆内的乙

醇浓度进行预检,交警可通过预检结果进行有针对性的排查,提高执法效率,节省警力资源。

附图说明

- [0008] 图 1 为本发明示意图;
- [0009] 图 2 为乙醇的红外吸收光谱;
- [0010] 图 3 为本发明的探测器预处理电路;
- [0011] 图 4 为本发明的锁相放大电路;
- [0012] 图 5 为本发明的锁相倍频电路。

具体实施方式

[0013] 下面结合图 1 至图 5 说明本实施方式,一种酒驾遥感快速激光自动预检装置,参见图 1 所示,本发明包括 905nm 可调谐垂直腔面发射激光器 1、调制信号发生单元 2、激光器驱动控制单元 3、会聚透镜 4、准直器 5、光电探测器 6、探测器预处理电路 7、锁相放大检测单元 8、数据采集与处理单元 9 和光纤 10;所述准直器 5 安装在会聚透镜 4 中心位置;所述调制信号发生单元 2、激光器驱动控制单元和 905nm 可调谐垂直腔面发射激光器 1 通过信号传输线依次连接;所述 905nm 可调谐垂直腔面发射激光器 1 和准直器 5 通过光纤 10 相连接;所述光电探测器 6 设置在会聚透镜 4 的焦点位置;所述光电探测器 6、探测器预处理电路 7、锁相放大检测单元 8 和数据采集与处理单元 9 通过信号传输线依次连接;所述调制信号发生单元 2 还通过信号传输线与锁相放大检测单元 8 相连接。

[0014] 本实施方式中所述激光器驱动控制单元 3 负责对激光器 1 进行驱动,它将由调制信号发生单元 2 所产生的正弦波和锯齿波的叠加信号加载到激光器 1 上,并通过激光注入电流控制部分进行激光调制和扫描。调制信号的组成为两部分:一部分是锯齿波,其频率为 10Hz;另一部分是正弦波,其频率为 5KHz;锯齿波信号叠加在激光器 1 电流的直流上,用来对激光器 1 的波长进行扫描;正弦波信号叠加在锯齿波上,用来调制输出激光的频率,并同时作为参考信号同光电探测器 6 所输出的携带了被测乙醇气体浓度信息的电信号一起,输入到锁相放大检测单元 8 内。本实施例的激光器 1 为 905nm 可调谐垂直腔面发射激光器,其发出的激光经光纤 10 传输到准直器 5 上,经准直后进行对外发射。本实施例最前端是会聚透镜 1,用于收集由入射到驾驶室内部的激光经乙醇气体吸收后所散射的光线,并将其汇聚到光电探测器 6 上,由光电探测器 6 将光信号转变成相应的电信号,之后依次通过探测器预处理电路 7 和锁相放大检测单元 8 后,经数据采集与处理单元 9 输出最终被测乙醇气体的浓度数据。

[0015] 三角波 (10Hz) 和正弦信号 (5KHz) 叠加后,送入半导体激光器 1 的调制信号输入端,实现对半导体激光器 1 的调制。三角波用来完成对乙醇光谱吸收线的扫描,三角波不仅影响中心谱线的位置,也影响信号的幅度,随着三角波幅度的增加,气体的光谱吸收线变宽,吸收峰的位置也随之发生偏移。因此,三角波的幅度取值不可过大。正弦信号作为调制信号,完成气体吸收光谱的谐波检测。调制信号通过直接数字频率合成实现,由数模转换器转换为模拟电流信号输出。采用这种方式的最大优点在于,使用数字锁相放大器进行检测时,可以直接生成参考信号,不需要对调制信号进行采集,避免了 AD 的量化误差及采样时

间波动对锁定检测的影响。

[0016] 可以假设将三角波的一个周期分为若干很小的时间段,在每一个时间段内,可以将叠加后的调制信号认为是纯正的正弦信号。在此时间段内叠加信号的基线基本不变,这一点非常重要。因为,如果叠加信号的基线变化很大,则基线对应的吸收谱线的频率相差会很大,从而导致吸收系数发生很大的变化,进而引起很大的检测误差。在每个时间段内通过锁相放大检测单元 8 检测出一次和二次谐波的幅度,在每个三角波周期内,通过二次谐波幅度的最大值可以确定气体的光谱吸收峰,然后通过此处一次和二次谐波的幅度可以反演得到被测气体的浓度。

[0017] 本实施方式中以注入电流控制的可调谐垂直腔面发射半导体激光器 1,通过控制注入电流在 1A-6A 范围内变化,可使激光输出波长调谐在 902nm-909nm 的范围内,并且具备最大 70mW 的输出功率和最小 1mm 的输出光斑直径。

[0018] 本实施方式中探测器预处理电路 7、锁相放大电路、锁相倍频电路,如图 3、图 4、图 5 所示,其中探测器预处理电路 7 中 $R1 = R2 = 1K$, $R3 = 2K$, $C1 = C2 = 0.1\mu F$;锁相放大电路中 $R4 = 51K$, $R6 \sim R9 = 5.1K$, $R5 = 10K$;锁相倍频电路中 $R10 = R12 = 100K$, $R11 = 1M$, $C4 = 56pF$, $C5 = 1\mu F$ 。

[0019] 本实施方式所述的探测器预处理电路,主要为信号放大电路。一般系统中需要探测的光电流信号比较微弱,因此需要对光电探测器出来的光电流信号进行放大,并转化为相应的电压信号以便进行测量。其结构如图 3 所示,包括运算放大器 LTC6244、电阻 R1、R2、R3、电容 C1、C2、C3,运算放大器 LTC6244 的正极输入信号 IN 为光电探测器转化的微弱电流信号,输出信号 OUT 为放大后的电压信号,其正负电源 VCC+ 和 VCC- 分别通过电容 C1、C2 接地,其正负极分别串接电阻 R1、R2 后接地,输出信号 OUT 通过串接电阻 R3 后反馈到运算放大器 LTC6244 负极,电阻 R3 并联一个电容 C3。其中,LTC6244 是一个双路运算放大器,可对大型或小型光电二极管、精准积分器和滤波器等进行信号放大,并具有 50MHz 的增益带宽,它的最大失调电压仅为 $300\mu V$ 。采用了独特架构的 LTC6244,具有低噪声和仅为 $2.1pF$ 的输入电容,极低的输入电容使其在高频率下具有高输入阻抗和低噪声的超群性能。同时还具有卓越的 DC 精度。在 $25^{\circ}C$ 条件下,它具有 $1pA$ 的偏置电流和低于 $100\mu V$ 的输入失调电压。偏压漂移低于 $2.5\mu V/^{\circ}C$,高达 120dB 的电压增益可使系统误差趋于最小化。LTC6244 的工作电源电压低可至 2.8V,高可达 12V,并且具有轨至轨输出摆幅。

[0020] 结合图 4 说明本实施方式,本实施方式所述的锁相放大检测单元包括锁相放大电路和锁相倍频电路。锁相放大电路,主要采用的是 AD630 作为锁相放大器, V_{in} 是光电转换后的带有气体浓度信息的高频信号; SIN_200K 是高频正弦的二倍频信号,是锁相放大器的参考信号; V_{out} 是锁相后的输出信号。锁相倍频电路如图 5 所示,锁相倍频电路的作用是产生与光源驱动信号严格同步的二倍频信号,为锁相放大器 AD630 提供同步参考信号。我们采用 CD4046 锁相环做锁相倍频电路,其内部集成相位比较器、压控振荡器、线性放大器、源跟随器、整形电路等。锁相倍频电路用 D 触发器 74HC74 构成二分频电路,信号输出和 CLK 输入分别接 CD4046 的 3 脚和 4 脚。输入信号 U_i 从 14 脚输入后,经内部放大器进行放大、整形后加到内部相位比较器的输入端,相位比较器将从 3 脚输入的比较信号 U_o 与输入信号 U_i 作相位比较,并输出可以反映出两者相位差的误差电压 U_m ,其经 R11、R12 及 C5 滤波后得到一控制电压 U_d ,并加至压控振荡器的输入端 9 脚,调整压控振荡器的振荡频率 f_2 ,使 f_2 迅

速逼近输入信号频率 f_1 。压控振荡器的输出又经除法器再进入相位比较器,继续与 U_i 进行相位比较,最后使得 $f_2 = f_1$,即两者的相位差为一定值,从而实现了相位锁定倍频的功能。

[0021] 本实施方式中光电探测器 6 优选红外锗探测器。美国 Judson 公司的 J16 红外锗探测器是高质量的锗材料光电二极管探测器,波长探测范围在 800nm 到 1800nm,可以完全覆盖 905nm 及其附近波段;并且其可在室温 (25℃) 下长期稳定工作;而且其响应度在 1010 以上,具有很高的灵敏度。

[0022] 本实施方式中采用 ST 公司生产的 STM32 系列 ARM 微控制器,和 TI 公司生产的 TMS320 系列 DSP 微处理器来协同工作。

[0023] STM32 系列 ARM 微控制器具有突破性的 Cortex-M3 内核,该内核是专门设计于满足集高性能,低功耗于一体的嵌入式领域的要求。其所具备的 Thumb-2 指令集带来了更高的指令效率和更强的性能;通过紧耦合的嵌套矢量中断控制器,对中断事件的响应比以往更迅速,所有这些又都融入了业界领先的功耗水准。

[0024] TMS320 系列 DSP 微处理器是一种高性能 32 位的数字信号处理器,其具有哈佛结构,流水线操作,专用的硬件乘法器,特殊的 DSP 指令,快速的指令周期。这些特点使得 TMS320 系列 DSP 可以实现快速的 DSP 运算,并使大部分运算能够在一个指令周期完成。

[0025] 本发明的检测手段采用可调谐半导体二极管激光吸收光谱技术 (Tunable Diode Laser Absorption Spectrometry) 简称为 TDLAS 技术。该技术是利用激光能量被气体分子“选频”吸收形成吸收光谱的原理来测量气体浓度的一种技术。具体来说,半导体激光器发射出的特定波长的激光束穿过被测气体时,被测气体对激光束进行吸收导致激光强度产生衰减,激光强度的衰减与被测气体含量成正比,因此,通过测量激光强度衰减信息就可以分析获得被测气体的浓度。

[0026] 乙醇气体吸收峰的确定在本发明中至关重要,一个合适的特征吸收峰位与其它干扰物质分子 (主要是水,玻璃等) 的吸收峰不重叠。这个峰位的选取在宏观上来讲有三个波段可供选择,分别是紫外、可见、红外这三个波段。紫外波段的激光对人体伤害太大,不可取。太阳光会对可见光波段的激光产生严重的不可避免的检测影响,因此亦不可取。作为红外波段的光线,小功率的红外光对人体是没有危害的,并且在我们进行酒驾检测的环境中,所存在的红外干扰光线很少,所以相比之下选择红外波段作为检测波段是不二之选。在实验中,对乙醇做红外 850-1000nm 波段吸收光谱扫描发现,乙醇存在 3 个明显的峰位,其分别位于 905nm、935nm 和 960nm 处,如图 2 所示。乙醇在 905nm 处出现甲基的 C-H 伸缩振动 3 倍频吸收带,在 935nm 处的肩峰是亚甲基的 C-H 伸缩振动 3 倍频吸收带,在 960nm 左右出现乙醇中 O-H 的 3 倍频吸收带。对于 935nm 处的肩峰来讲,其代表了被测乙醇中的杂质吸收,不适合用作对乙醇的特征检测;对于 960nm 处的 O-H 吸收带来讲,水的吸收峰也位于此处,其将会对被测乙醇形成严重的干扰,因此也不适合于选择此处对乙醇进行特征检测;最后对于 905nm 处的 C-H 吸收带来讲,其所代表的是甲基的 C-H 伸缩振动 3 倍频吸收带,在此位置处其吸收谱线比较单一,少有其它物质吸收谱线的干扰,因此本发明中选用激光器核心光源的波长为 905nm。

[0027] 因为本发明的目标是对汽车内气体进行远程遥感探测,进而检测其内部是否含有酒精成分,从而实现激光酒驾预检。为了进行激光的远距离探测,所以需要激光器的发射功率要相对大一些 (在对人体不产生任何伤害的最低限度下)、发散角相对要小一些;作为

整个应用系统而言,其系统结构要相对简明一些,体积要相对小一些,以便于移动和安装调试,方便于实际应用。因此通过对比气体激光器、全固态激光器和半导体激光器这几类常见的激光器,半导体激光器在系统结构和体积上独占优势,而作为半导体激光器家族成员的“垂直腔面发射激光器”更是在发射功率和发散角方面具备无可比拟的优点,因此对于核心光源为 905nm 的激光器本发明优选“垂直腔面发射激光器”。垂直腔面发射激光器是一种垂直表面出光的新型激光器,其光束是圆形对称的,不需要复杂的光束整形系统,光纤耦合效率远高于普通边发射激光器。同时由于是表面出光,很容易制成二维列阵,散热结构简单,易于获得高功率的输出。

[0028] 为了使本发明的各组成部分能够有机高效地工作,本发明将 ARM 和 DSP 两种处理器相结合,发挥其各自的优点来完成整个装置的电子及光信号的处理工作。利用 ARM 优异的控制特性,来完成本系统中激光器驱动信号调制加载任务;利用 DSP 的快速运算性能,来完成本系统中被测光信号的二次谐波检测任务。

[0029] 显然,本发明的上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明所作的举例,而并非是对本发明的实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无法对所有的实施方式予以穷举。凡是属于本发明的技术方案所引伸出的显而易见的变化或变动仍处于本发明的保护范围之列。

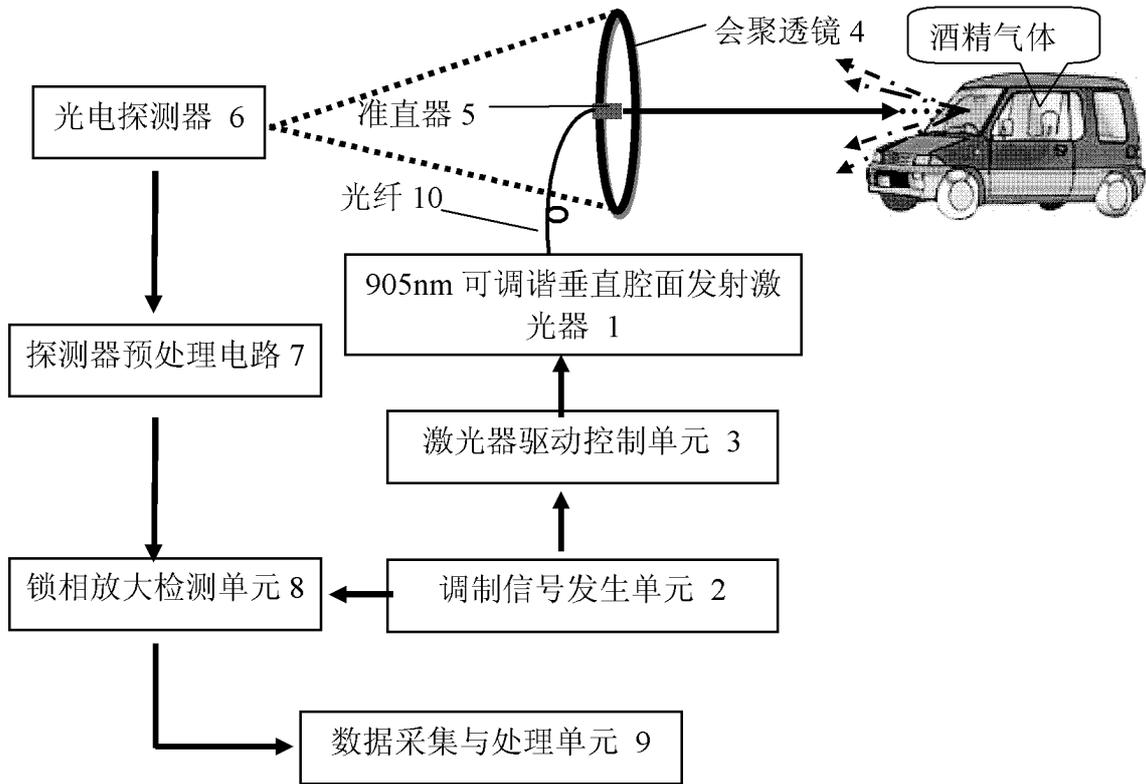


图 1

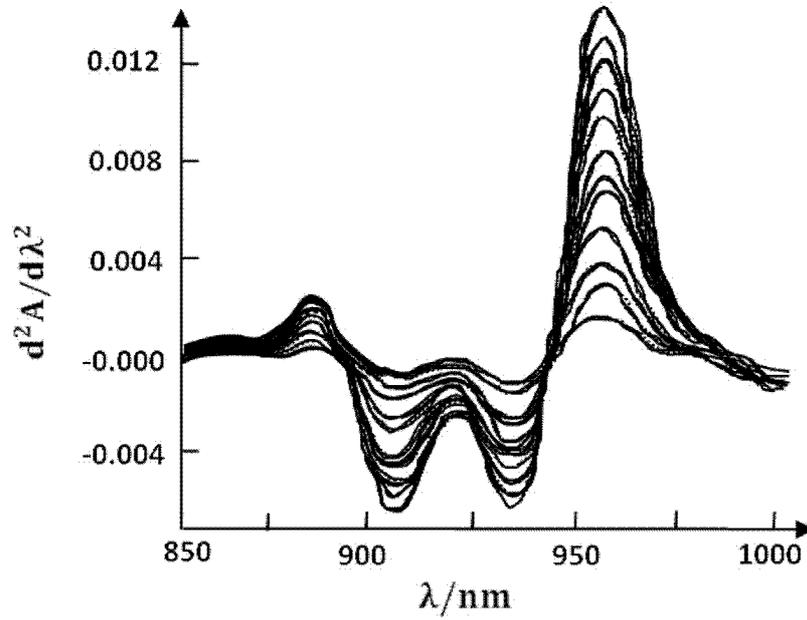


图 2

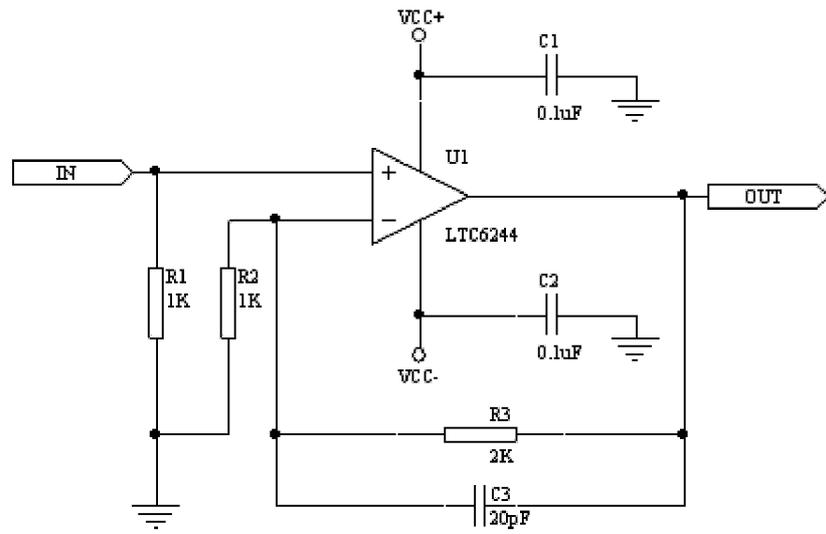


图 3

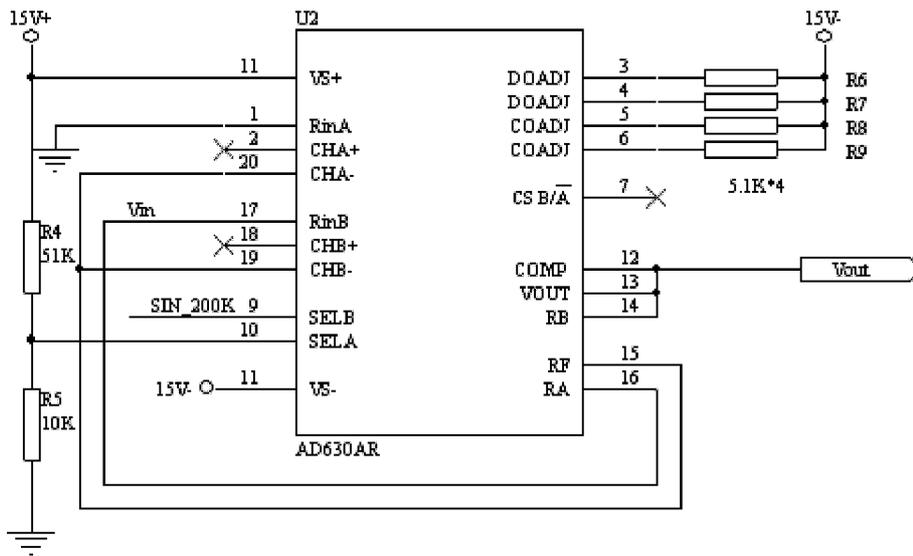


图 4

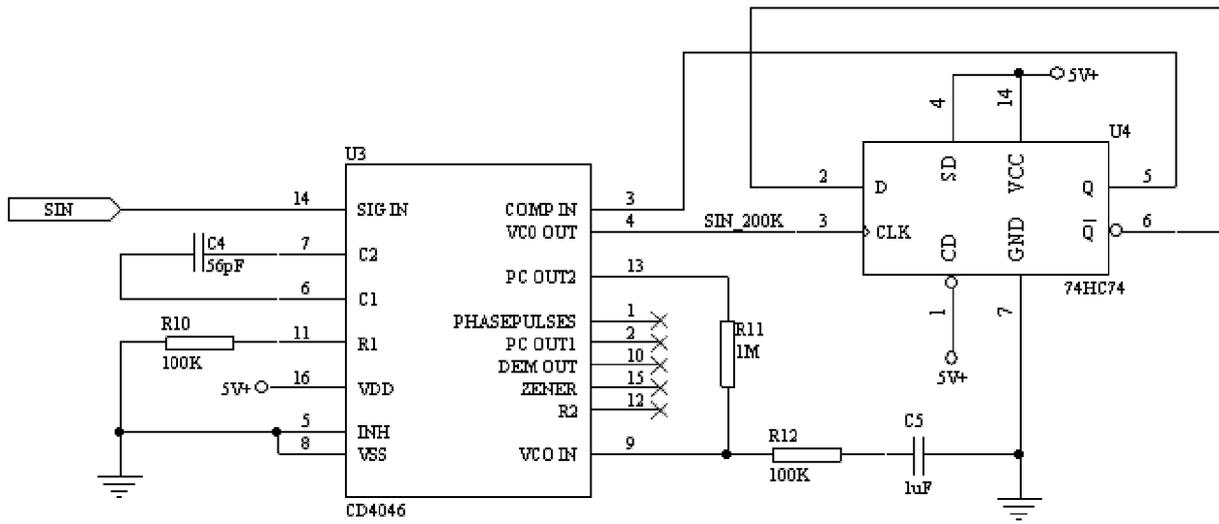


图 5