



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102254402 A

(43) 申请公布日 2011. 11. 23

(21) 申请号 201110182030. 5

(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.

G08B 21/02(2006. 01)

G01N 21/35(2006. 01)

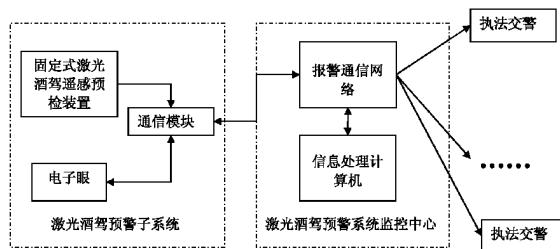
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 4 页

(54) 发明名称

一种酒驾遥感快速激光自动预检系统

(57) 摘要

一种酒驾遥感快速激光自动预检系统，涉及一种交通监控系统，它解决了现有监控系统无法实现自动预检酒后驾车的问题，本发明由激光酒驾预警子系统和激光酒驾预检系统监控中心构成；激光酒驾预警子系统包括固定式激光酒驾遥感预检装置、电子眼、通信模块，其被架设在道路上对过往车辆进行监控；激光酒驾系统监控中心包括信息处理计算机和报警通信网络。本发明优越性在于将固定式激光酒驾遥感预检装置同计算机识别和网络化信息处理相结合，使酒驾检测的技术水平跨上了一个新台阶。此系统可以实现全天候、无干预、全自动的检测，这在降低人工劳动强度、提高管理效率、增加管理的客观性方面起到了巨大的推动作用。



1. 一种酒驾遥感快速激光自动预检系统,其特征是:由激光酒驾预警子系统和激光酒驾预检系统监控中心构成;所述激光酒驾预警子系统包括固定式激光酒驾遥感预检装置、电子眼和通信模块,所述固定式激光酒驾遥感预检装置和电子眼通过信号传输线与通信模块相连接;所述激光酒驾预警子系统被架设在道路上对过往车辆进行监控;所述激光酒驾系统监控中心包括信息处理计算机和通信网络,所述信息处理计算机通过信号线连接到通信网络;所述通信模块与通信网络将激光酒驾预警子系统与激光酒驾预检系统监控中心连接。

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系统,其特征在于:所述固定式激光酒驾遥感预检装置包括激励激光器(101)、探测激光器(102)、调制信号发生单元(2)、激光器驱动控制单元(3)、会聚透镜(4)、激励激光准直器(501)、探测激光准直器(502)、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)以及光纤 I(1001) 和光纤 II(1002);所述激励激光准直器(501) 和探测激光准直器(502) 安装在会聚透镜(4) 中心位置;所述调制信号发生单元(2) 通过信号传输线与激光器驱动控制单元(3) 连接;所述激光器驱动控制单元(3) 通过信号传输线分别与激励激光器(101) 和探测激光器(102) 连接;所述激励激光器(101) 通过光纤 I(1001) 与激励激光准直器(501) 连接;所述探测激光器(102) 通过光纤 II(1002) 与探测激光器准直器(502) 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)、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。

3. 根据权利要求 2 所述的一种酒驾遥感快速激光自动预检装置,其特征在于:所述激励激光器(101) 的核心光源处在乙醇气体吸收峰上,所述激励激光器(101) 是 905nm 可调谐垂直腔面发射激光器;所述探测激光器(102) 核心光源不处在乙醇气体吸收峰上,所述探测激光器(102) 是 1064nm 可调谐垂直腔面发射激光器;所述激光器驱动控制单元(3) 包括 ARM 微控制器。

4. 根据权利要求 2 所述的一种酒驾遥感快速激光自动预检系统,其特征在于:所述光电探测器(6) 为红外锗探测器。

5. 根据权利要求 2 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。

6. 根据权利要求 2 所述的一种酒驾遥感快速激光自动预检系统,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信频电路。

7. 根据权利要求 6 所述的一种酒驾遥感快速激光自动预检系统,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+。

8. 根据权利要求 6 所述的一种酒驾遥感快速激光自动预检系统,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。

9. 根据权利要求 2 所述的一种酒驾遥感快速激光自动预检系统,其特征在于 :所述数据采集与处理单元 (9) 包括 DSP 微处理器。

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系统,其特征在于 :所述激光酒驾预检系统监控中心与各路段上的激光酒驾预警子系统构成酒驾预检网络。

一种酒驾遥感快速激光自动预检系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种交通监控系统,具体涉及一种酒驾遥感快速激光自动预检系统。

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] 随着科技的进步,电子眼、自动化监控系统等技术大量应用于道路交通监控上,大大提高了交通执法效率。但这些现有系统的监控功能仅仅限于监控闯红灯、超速等普通违章,没有一个监控系统可以自动预检酒后驾车这种情况。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是提供一种酒驾遥感快速激光自动预检系统。该系统可以实现全天候、无干预、全自动的检测,在降低人工劳动强度、提高管理效率、增加管理的客观性方面能起到了巨大的推动作用;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。

[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系统,由激光酒驾预警子系统和激光酒驾预检系统监控中心构成;所述激光酒驾预警子系统包括固定式激光酒驾遥感预检装置、电子眼、通信模块,所述固定式激光酒驾遥感预检装置和电子眼通过信号传输线与通信模块相连接;所述激光酒驾预警子系统被架设在道路上对过往车辆进行监控;所述激光酒驾系统监控中心包括信息处理计算机和通信网络,所述信息处理计算机通过信号线连接到通信网络;所述通信模块与通信网络将激光酒驾预警子系统与激光酒驾预检系统监控中心连接。

[0006] 本发明工作原理:架设在道路前端的若干个固定式激光酒驾遥感预检装置来对过往车辆进行酒精检测,如发现某辆车体内酒精浓度超标,则会自动通过配套的电子眼对其进行拍照,并将照片传送到激光酒驾系统监控中心,通过信息处理计算机将此车的车牌号码识别出来,然后经由通信网络发送到距离此处几百米远的交警执勤处,以声光报警方式对执勤交警发出预警。这样,收到预警的交警可以根据系统发过来的车牌号码在前方做好拦截“酒驾嫌疑车辆”的准备。在嫌疑车辆到来时,交警可以让其停车接受进一步的精确检查,以此来确定开车司机是否属于真正的酒驾。

[0007] 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 3 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,因此本发明中激光器核心光源的波长为 905nm。通过对乙醇吸收谱线的分析,可以看到其在 1064nm 处不存在特征吸收峰,因此本发明将 1064nm 确定为激光诱导光热反射光谱检测技术中乙醇气体的探测光源波长。

[0008] 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。

[0009] 固定式激光酒驾遥感预检装置的工作原理如图 4 所示,采用 TDLAS 和 LRPTS 两种检测方法结合的方式工作。

[0010] 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。

[0011] 激光诱导光热反射光谱检测技术 (Laser Reflex Photo-Thermal Spectrometry) 简称为 LRPTS 技术。是一种基于物质吸收特征波长激光后,通过无辐射弛豫所产生的热效应来进行检测的一类光谱分析方法,现已成为气态和凝聚态物质的高灵敏检测技术,多应用于材料、环境和生物等领域。光热反射光谱技术是一种探测“光激励热效应”的方法,可探测与温度有关的各种物理参数,如压力波、折射系数及吸收系数的变化等,还可监测同时发生的动态变化,是一种非接触性和非破坏性测量的检测方法。

[0012] 在应用 TDLAS 原理进行检测时,采用核心光源为 905nm 的激光进行检测,先对激光进行波长调制,调制信号为锯齿波和正弦波的叠加信号,锯齿波的频率为 1–100Hz,正弦波频率为 1KHz–1MHz,锯齿波通过改变激光器注入电流的方式使激光的输出波长调谐在 902nm–909nm 的范围内扫过 905nm 中心波长。激光经过准直后投射到乙醇气体上,激光经过乙醇气体吸收后所散射的光线携带了乙醇浓度信息,将该光信号会聚接收后转变为电信

号,再经过放大预处理、锁相放大处理、数据采集与处理后得到乙醇气体的浓度数据。

[0013] 在应用 LRPTS 原理进行检测时,将一束波长处于被测气体吸收峰处的激光进行光强调制,以获得一束光强度随调制信号发生周期性变化的激光,称此光束为“诱导激光”,或“激励激光”。这里采用波长为 905nm 的激励激光,将这束强度周期变化的激励激光入射到被测气体上,由于此激光光束的波长处于被测气体的吸收峰处,所以将会被气体强烈吸收,由此将光能转化为热能,最终被测气体将通过无辐射弛豫产生一个周期变化的热场分布。此时再由另一束波长不处于被测气体吸收峰处的“探测激光”入射到这一区域,这里采用波长为 1064nm 的探测激光。在探测激光经过这一区域时将会形成同频率周期变化的光热反射信号,此光热反射信号是交变温度场和乙醇气体浓度的加权和。将该光热信号会聚接收后转变为电信号,再经过放大预处理、锁相放大处理、数据采集与处理后得到乙醇气体的浓度数据。

[0014] 之后,以模糊数学为基础,应用模糊关系合成的原理,为了对乙醇气体浓度做出最终的系统评判,将一些共同影响两种不同检测方法的因素定量化,这种对乙醇气体浓度的模糊综合评判包括三个基本要素:因素集、评语集和权重集。

[0015] 因素集可以表示为 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_i, \dots, u_n\}$, 其中, u_i 为综合评判中需要考虑的各种单项评估指标,在本模型中其为 $U = \{\text{环境温度 } (u_1), \text{环境湿度 } (u_2), \text{检测距离 } (u_3), \text{环境光强度 } (u_4)\}$ 。

[0016] 评语集可以表示为 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_j, \dots, v_m\}$, 其中, v_j 为评价匹配算法性能优劣的一种评语,如 $V = \{\text{优 } (v_1), \text{良 } (v_2), \text{中 } (v_3), \text{差 } (v_4)\}$ 。

[0017] 权重是以某种数量形式对比、衡量因素集各元素对综合评估贡献大小的量值。依据不同的背景,各种因素对系统的重要程度是不一致的,对于环境温度、环境湿度、检测距离和环境光强度这 4 种因素的权重可以预先在实验中获取,采用权重集 $A = \{a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_n\}$ 为各因素分配权重,其中, a_i 为第 i 种单项评估指标的分配权重,一般地,它们满足归一化要求: $\sum_{i=1}^n a_i = 1$ 。

[0018] 对于这种待评估的匹配算法,根据实验数据可以确定一个从因素集 U 到评语集 V 的模糊关系 R ,即单因素评判矩阵 $R = (r_{ij})_{nm}$, $0 \leq r_{ij} \leq 1$, 其中 r_{ij} 表示从单项评估指标 u_i 着眼,该算法能被评价为 v_i 的隶属度。即最后的评判结果为 $B = (b_1, b_2, \dots, b_j, \dots, b_m)$, 其中, b_j 反映了该算法对第 j 种评语的隶属度。实际上,权重集 A 是 U 上的一个模糊子集(表示为 \tilde{A}),最终评价结果 B 是 V 上的一个模糊子集(表示为 \tilde{B}),模糊综合评判可表示为 $\tilde{A} \circ \tilde{R} = \tilde{B}$ 。其中,“ \circ ”是模糊合成算子 M ,本算法将采用 $M(\wedge, \vee)$ 算子计算综合评估结果。其中 $M(\wedge, \vee)$ 算子为:

[0019]

$$b_j = V_{i=1}^n (a_i \wedge r_{ij}) = \max_{1 \leq i \leq n} \{\min(a_i, r_{ij})\}, j = 1, 2, \dots, m .$$

[0020] 为了使固定式激光酒驾遥感预检装置的各组成部分能够有机高效地工作,我们将 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,来完成本系统中激励激光器和探测激光器驱动信号调制加载任务,并控制整个装置分时对被测气体进行基于 TDLAS 和 LRPTS 两种检验方法的检测;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,并应用步骤 S3 的方法对数据进行处理得出高精度的检测结果。

[0021] 本发明的有益效果：本发明优越性在于将固定式激光酒驾遥感预检装置同计算机识别和网络化信息处理相结合，使酒驾检测的技术水平跨上了一个新台阶。此系统可以实现全天候、无干预、全自动的检测，这在降低人工劳动强度、提高管理效率、增加管理的客观性方面起到了巨大的推动作用。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

- [0022] 图 1 为本发明系统结构示意图；
- [0023] 图 2 为固定式激光酒驾遥感预检装置示意图；
- [0024] 图 3 为乙醇的红外吸收光谱；
- [0025] 图 4 为固定式激光酒驾遥感预检装置工作流程图；
- [0026] 图 5 为本发明建立对乙醇气体浓度模糊综合评判模型的过程示意图；
- [0027] 图 6 为固定式激光酒驾遥感预检装置的探测器预处理电路；
- [0028] 图 7 为固定式激光酒驾遥感预检装置的锁相放大电路；
- [0029] 图 8 为固定式激光酒驾遥感预检装置的锁相信频电路。

具体实施方式

- [0030] 下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步详细的说明。
- [0031] 参见如图 1 所示。激光酒驾预检系统监控中心作为本系统的中枢，负责对各激光酒驾预警子系统发送过来的预警信息进行调度分配。假设激光酒驾预警子系统 A 发现了酒驾嫌疑车辆，并同时将信息发布给其管理区域内的执勤交警和激光酒驾预检系统监控中心。如果此时负责其管理区域内的交警正在执行其它任务，或者酒驾嫌疑车辆已经驶出此区域，那么这条预警信息将会由激光酒驾预检系统监控中心来发布调度命令给附近区域的激光酒驾预警子系统 X，以此来形成一个全自动网络化的酒驾遥感快速激光自动预检系统。
- [0032] 本实施方式中的核心器件是一台固定式激光酒驾遥感预检装置，如图 2 所示，包括激励激光器 101、探测激光器 102、调制信号发生单元 2、激光器驱动控制单元 3、会聚透镜 4、激励激光准直器 501、探测激光准直器 502、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 以及光纤 I 1001 和光纤 II 1002；所述激励激光准直器 501 和探测激光准直器 502 安装在会聚透镜 4 中心位置；所述调制信号发生单元 2 通过信号传输线与激光器驱动控制单元 3 连接；激光器驱动控制单元 3 通过信号传输线分别与激励激光器 101 和探测激光器 102 连接；所述激励激光器 101 通过光纤 I 1001 与激励激光准直器 501 连接；所述探测激光器 102 通过光纤 II 1002 与探测激光器准直器 502 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 连接。
- [0033] 本实施方式所述的激光器驱动控制单元 3 控制整个装置分时对被测气体分别进行基于 TDLAS 和 LRPTS 技术的乙醇气体浓度检测。
- [0034] 在对被测气体进行基于 TDLAS 技术的检测时，激光器驱动控制单元 3 负责对激励激光器 101 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

载到激励激光器 101 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；锯齿波信号叠加在调制激光器 101 电流的直流上，用来对调制激光器 101 的波长进行扫描，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；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；最前端的会聚透镜 1 将入射到驾驶室内的激光经乙醇气体吸收后所散射的光线会聚到光电探测器 6 上，由光电探测器 6 将光信号转变成相应的电信号后，依次通过探测器预处理电路 9 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。

[0035] 在对被测气体进行基于 LRPTS 技术的检测时，激励激光器 101 和探测激光器 102 分别是核心光源为 905nm 和 1064nm 的垂直腔面发射激光器。激光器驱动控制单元 3 负责对两台激光器进行驱动，它将由调制信号发生单元 2 所产生的正弦波调制信号加载到激励激光器 101 上，使激励激光器 101 发射的 905nm 激励激光的强度随正弦调制信号发生周期性变化，同时驱动探测激光器 102 发射连续的 1064nm 检测激光。激励激光和探测激光分别通过光纤 I 1001 和光纤 II 1002 后经由激励激光准直器 501 和探测激光准直器 502 对外发射。激励激光照射到乙醇气体分子上后，由于乙醇气体分子吸收激励激光后通过无辐射驰豫将产生周期变化的热场分布，探测激光通过热场区域后将会形成同频率周期变化的光热反射信号。此光热反射信号是交变温度场和乙醇气体浓度的加权和。本实施例最前端的会聚透镜 1 将光热反射信号会聚到光电探测器 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；锁相放大检测单元 8 将此检测信号与调制信号发生单元 2 送来的同频率参比信号进行锁相放大，最后经数据采集与处理单元 9 处理并最终输出被测乙醇气体的浓度数据。

[0036] 在通过两种检测方法得到的乙醇气体浓度数据的基础上，经数据采集与处理单元 9 按照步骤 S3 所述的方法对数据进行进一步处理。

[0037] 步骤 S3 中，如图 5 所示，通过以下步骤建立对乙醇气体浓度模糊综合评判的模型：

[0038] 步骤 S31，确定因素集 U。

[0039] 根据评估目的，从重点关心的问题出发，结合单项评估指标确定因素集。各因素集元素之间需尽量相对独立，且容易比较出相互之间的权重。因此选取了对 TDLAS 和 LRPTS 两种检测方法都具有影响力的 4 个影响因素组成因素集 U，它们是环境温度、环境湿度、检测距离和环境光强度。

[0040] 步骤 S32，确定评语集 V。

[0041] 根据所要评估内容，确定评语集中的元素，要使各元素层次分明，意义清晰。一般情况下，评语集中的元素个数取 [3, 7] 中的整数，这样便于给出被评事物的评语归属，如果评语集中的元素个数过大，那么语言难以描述且不易判断评语归属，本模型中采用常用的 {优，良，中，差} 作为评语集中的元素。

[0042] 步骤 S33，因素集元素权重分配。

[0043] 由于各评价因素对评估对象的重要程度不同，因此需要确定各因素的权重集 A =

$\{a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_n\}$, 其中 $0 \leq a_i \leq 1$, 且 $\sum_{i=1}^n a_i = 1$ 。权重集的选择与具体评估背景有关, 需要从实际检测所生成的数据库中抽取。

[0044] 步骤 S34, 得出单因素评判矩阵。

[0045] 逐个对每个因素集元素进行量化, 确定单因素对各评语的隶属度。

[0046] 假设使用一种匹配算法进行了 K 组目标匹配, 每组获得因素集上所有单项评估指标的一个值。设匹配概率均值大于等于 μ_1 的有 k_{11} 组, 落在 $[\mu_2, \mu_1)$ 、 $[\mu_3, \mu_2)$ 区间上的分别有 k_{12} 、 k_{13} 组, 小于的有 k_{14} 组, 则对该种匹配方法在匹配概率均值这一单项评估指标上的单因素评判结果为 :

$$[0047] \left[\frac{k_{11}}{k}, \frac{k_{12}}{k}, \frac{k_{13}}{k}, \frac{k_{14}}{k} \right] = \frac{1}{k} [k_{11}, k_{12}, k_{13}, k_{14}]$$

[0048] 类似地, 对于多种单项评估指标可以得出单因素评判矩阵 :

$$[0049] \tilde{R} = (r_{ij})_{nm}, 0 \leq r_{ij} \leq 1$$

[0050] 其中 :

$$[0051] r_{ij} = \frac{k_{ij}}{k}, (i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, m)$$

[0052] n 为因素集元素个数, m 为评语集元素个数。

[0053] 步骤 S35, 得出模糊综合评判结果 ;

[0054] 将表示各因素权重向量的 A 与各评价指标的隶属度矩阵 \tilde{R} 用合适的算子进行合成, 得到各被评价事物的模糊综合结果向量。 \tilde{R} 中的不同值表示不同指标对各级模糊子集的隶属度, 其与代表权向量的 A 进行合成, 可得到该被评价对象从总体上看对各等级模糊子集的隶属度, 即模糊综合评判的结果 :

[0055]

$$\tilde{B} = \tilde{A}^\circ \tilde{R} = (a_{ij})_{ln}^\circ [r_{ij}]_{nm}$$

[0056] 其中评判结果 B 为一个向量, 向量中的元素表明对每一种评语的隶属程度。

[0057] 步骤 S36, 评判结果向量以进一步分析输出 ;

[0058] 通过模糊综合评判, 得到的评判结果以向量的形式表达被评判对象对各评语的隶属度, 相比两种独立不相关的乙醇浓度检测算法, 采取这种综合评估匹配算法会得到更加丰富得结果信息。为了使评判结果更加简化且便于输出, 需要对评判结果向量做进一步处理。首先, 可以通过对评判结果向量的归一化来进行分析, 得到的等价结果表示各评语等级在综合评判结果中占的百分比。在此基础上, 将由 TDLAS 和 LRPTS 两种检测方法所得到的数据结果评语等级数量化, 最后采用加权平均法, 得到一个最终的被测乙醇气体浓度的系统评判值。

[0059] 本实施方式中, 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。

[0060] 本实施方式中探测器预处理电路 7、锁相放大电路、锁相信频电路, 如图 6、图 7、图 8 所示, 其中探测器预处理电路 7 中 $R1 = R2 = 1K$, $R3 = 2K$, $C1 = C2 = 0.1uF$; 锁相放大电路中 $R4 = 51K$, $R6 \sim R9 = 5.1K$, $R5 = 10K$; 锁相信频电路中 $R10 = R12 = 100K$, $R11 =$

1M, C4 = 56pF, C5 = 1uF。

[0061] 本实施方式中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 6 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 μV。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℃ 条件下，它具有 1pA 的偏置电流和低于 100 μV 的输入失调电压。偏压漂移低于 2.5 μV/℃，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；

[0062] 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信频电路。锁相放大电路，如图 7 所示，主要采用的是 AD630 作为锁相放大器，Vin 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；Vout 是锁相后的输出信号。锁相信频电路如图 8 所示，锁相信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 锁相环做锁相信频电路，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。锁相信频电路用 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 Ui 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 Uo 与输入信号 Ui 作相位比较，并输出可以反映出两者相位差的误差电压 Um，其经 R11、R12 及 C5 滤波后得到控制电压 Ud，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 f2，使 f2 迅速逼近输入信号频率 f1。压控振荡器的输出又经除法器再进入相位比较器，继续与 Ui 进行相位比较，最后使得 f2 = f1，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。

[0063] 本实施方式中所述的光电探测器 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 和 1064nm 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。

[0064] 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。

[0065] 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，低功耗于一体的应用领域的要求。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。

[0066] 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。

[0067] 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。

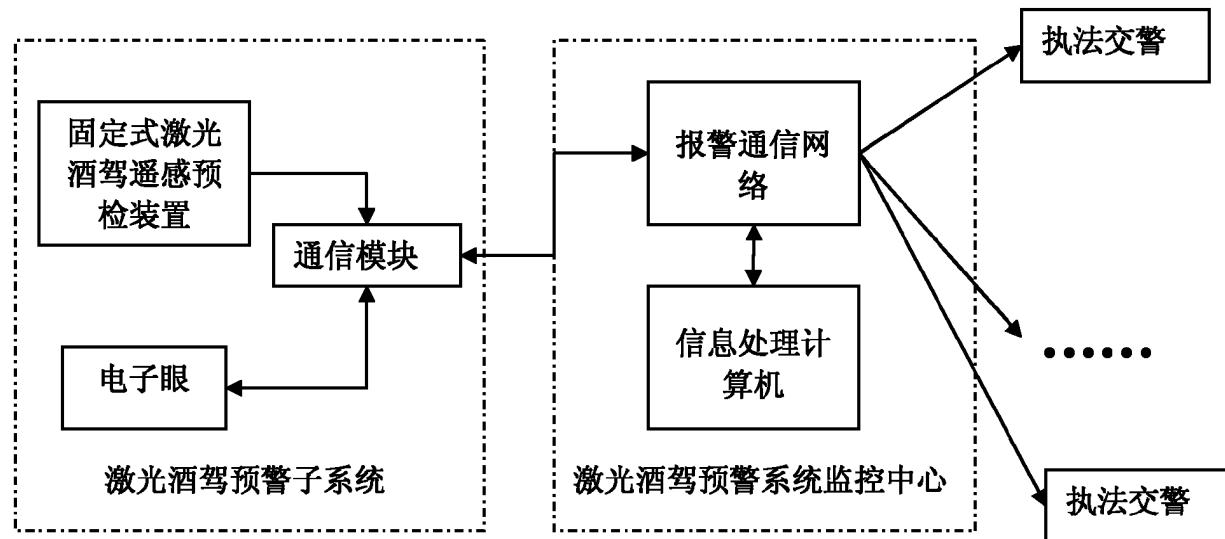


图 1

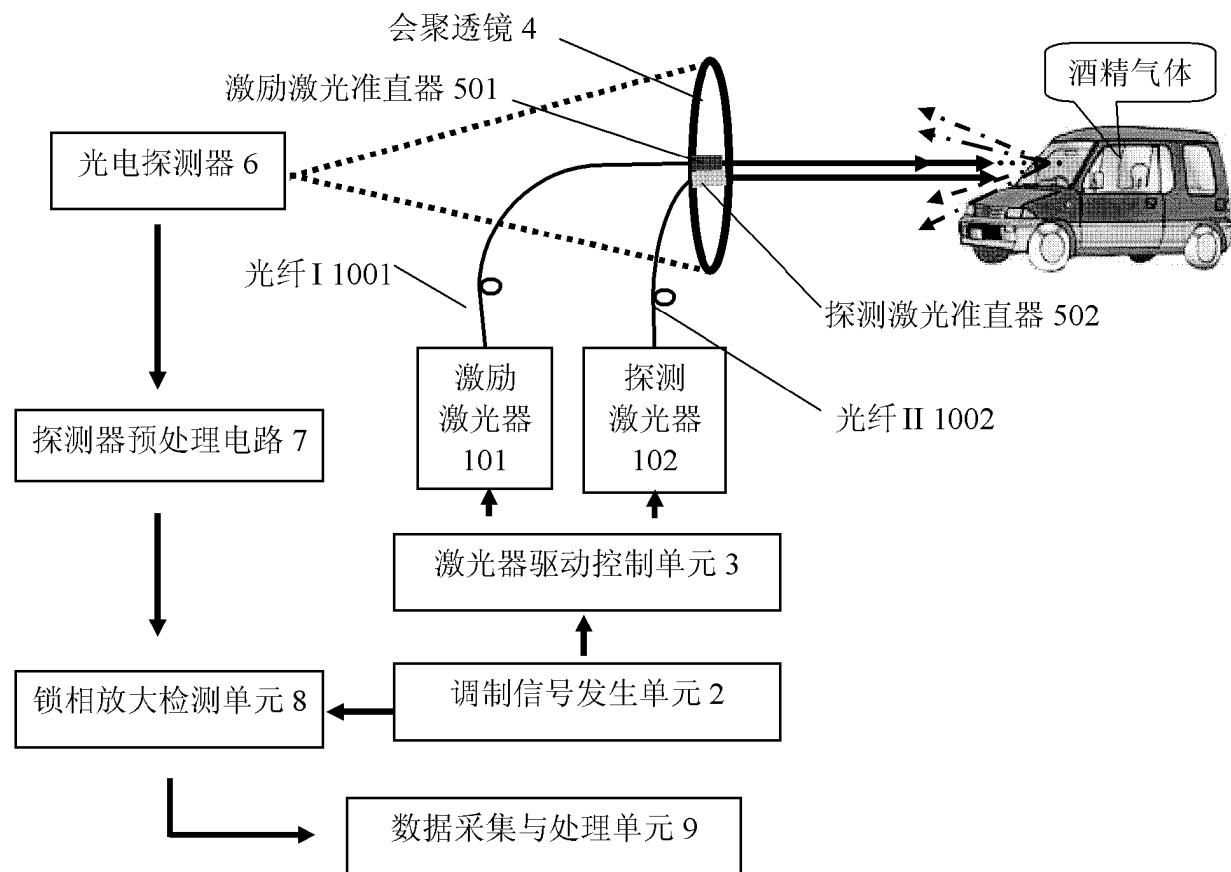


图 2

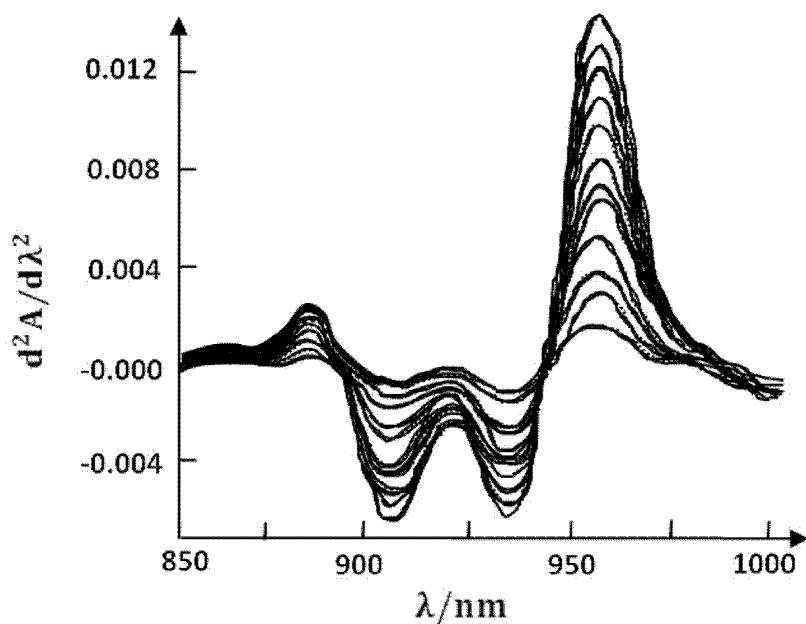


图 3

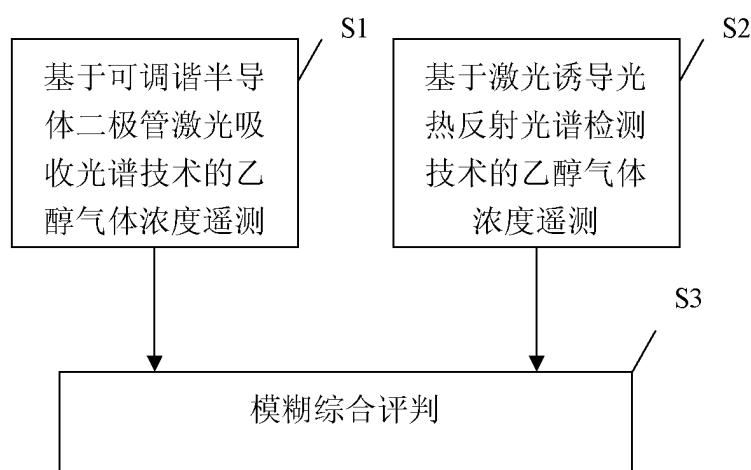


图 4

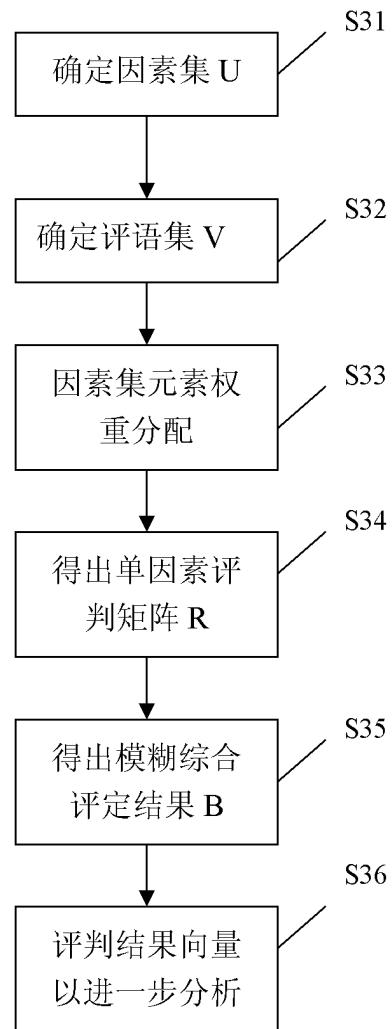


图 5

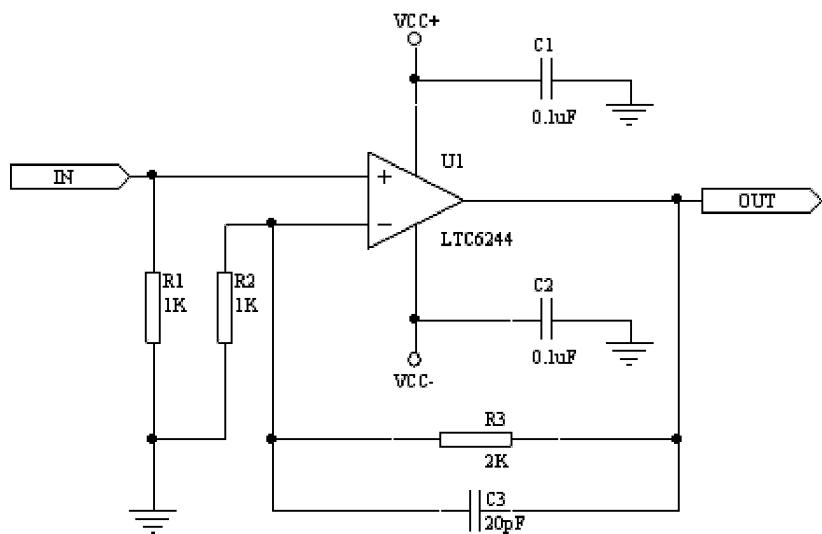


图 6

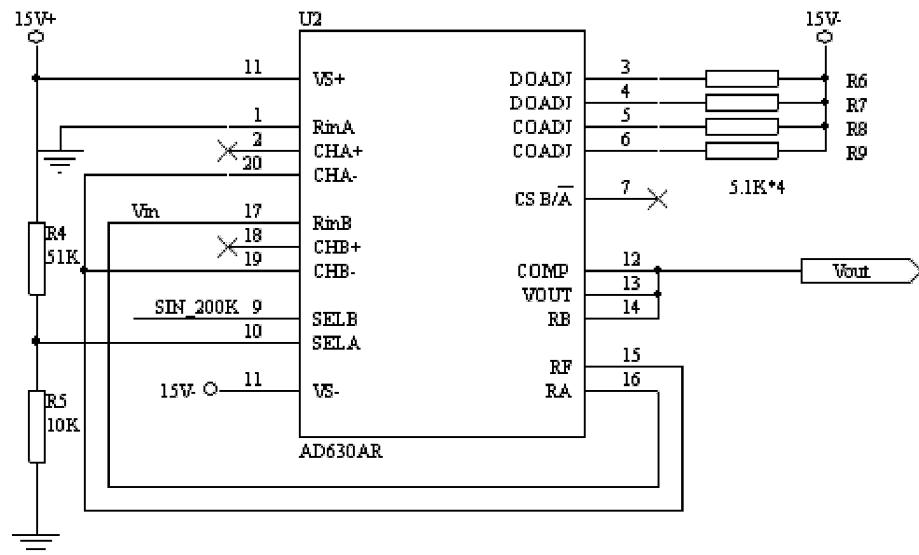


图 7

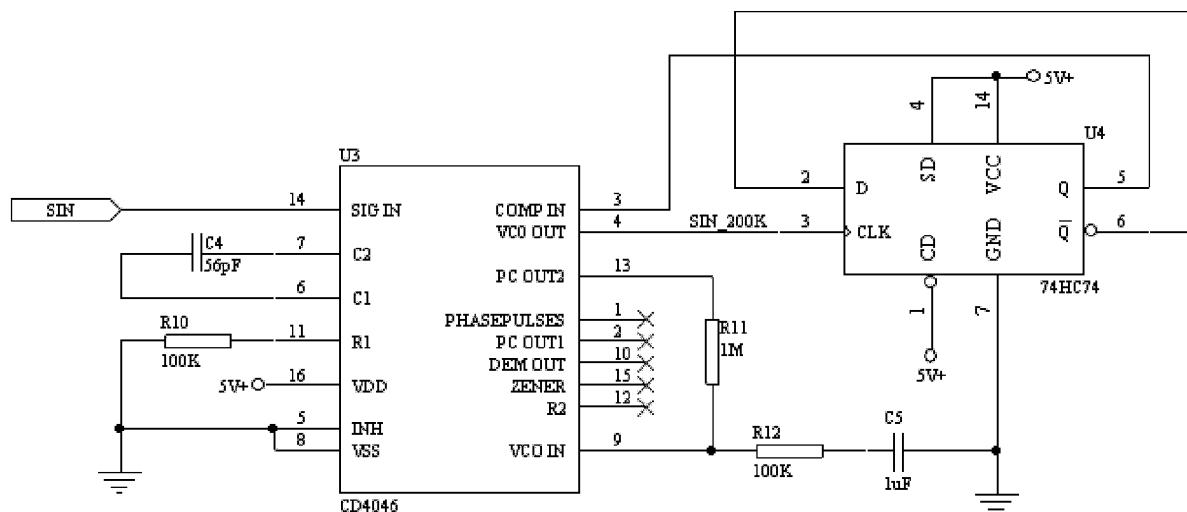


图 8