

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G01N 35/00

G01N 21/35 G01N 21/33



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03112747.9

[43] 公开日 2003 年 9 月 3 日

[11] 公开号 CN 1439880A

[22] 申请日 2003.1.21 [21] 申请号 03112747.9
 [71] 申请人 中国科学院安徽光学精密机械研究所
 地址 230031 安徽省合肥市科学岛
 [72] 发明人 刘文清 张玉钧 刘建国 陆亦怀
 齐 锋 谢品华 王亚萍 涂兴华
 汪世美 魏庆农 司福祺

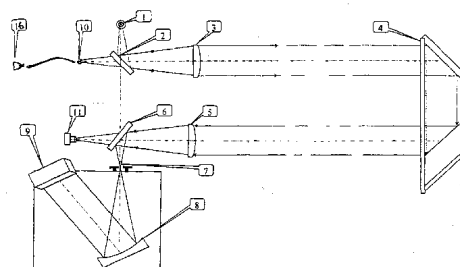
[74] 专利代理机构 合肥华信专利事务所
 代理人 余成俊 奚华保

权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 2 页

[54] 发明名称 机动车尾气多污染组份实时遥测方法和装置

[57] 摘要

本发明是一种机动车尾气多污染组份实时遥测装置和方法，属于环境科学和光谱学领域，机动车尾气占城市污染源的 80%，而通常的监测方法为双怠速排放法或简易工况法，无法进行实时现场多组份监测。本装置采用了红外调谐二极管激光光谱和紫外差分吸收光谱的联合使用，并使用了红外调谐二极管激光器的差分吸收，窄脉宽扫描和二次谐波检测。紫外差分吸收法采用全息光栅分光光谱仪和列阵探测器等光谱技术，实现了多光谱实时监测 CO、CO₂、HO、HC 和烟尘多种污染物的检测，具有 PPM 级高灵敏度、高分辨率和动态效应检测。



T
S
S
N
1
0
0
8
-
4
2
7
4

- 1、 一种机动车尾气多污染组份实时遥测方法，采用机动车识别系统，其特征在于采用红外调谐二极管激光光谱法、紫外差分吸收光谱法，微弱信号检测技术及计算机软件、硬件技术，完成对实际道路上行驶过程中机动车排放的尾气多种污染物一氧化碳 CO、二氧化碳 CO₂、一氧化氮 HO、碳氢化合物 HC 和烟尘进行自动监测。
- 2、 根据权利要求 1 所述的机动车尾气多污染组份实时遥测装置，其特征在于其装置结构由发射光机系统、接收光机系统和反射器组成，其中发射光机系统由红外调谐二极管激光器和紫外光源共同利用分束片和光学准直透镜发射出去，在距离发射光机系统 15~20 米处放置一角反射器，将光束反射回来至接收光机系统的聚光透镜和分束片上，分束片再将光束分成二路，一路红外光束会聚在红外探测器上，另一路紫外光束会聚在光谱仪的狭缝上，经光栅分光后，由列阵探测器接收，最后经数据采集和分析软件给出所测量的多组份浓度，红外调谐二极管激光器和紫外差分吸收光源各种频率的产生和时序也由计算机控制。
- 3、 根据权利要求 2 所述的机动车尾气多污染组份实时遥测装置，其特征在于红外调谐二极管激光器，其中心频率为 1.5um 附近，在一定红外光波内连续可调，对所测的污染物光谱具有 1/10 的窄带宽，并有调谐产生足够强的二次谐波功能。
- 4、 根据权利要求 2 所述的机动车尾气多污染组份实时遥测装置

和方法，其特征在于所述的角反射器为可调整的对红外光和紫外光兼容型空心角反射器。

- 5、 根据权利要求 2 所述的机动车尾气多污染组份实时遥测装置，其特征在于采用红外调谐二极管激光差分吸收光谱法和紫外差分吸收光谱法均用差分吸收光谱法。
- 6、 根据权利要求 2 所述的机动车尾气多污染组份实时遥测装置，其特征在于红外调谐二极管激光差分吸收光谱法，采用了窄线宽调谐的激光技术对于所测污染物光谱具有 1/10 的窄线宽度。
- 7、 根据权利要求 2 所述的机动车尾气多污染组份实时遥测装置，其特征在于红外调谐二极管激光差分吸收光谱法采用波长扫描调制的二次谐波检测技术使得检测污染物 CO、CO₂ 浓度与二次谐波成正比。
- 8、 根据权利要求 2 所述的机动车尾气多污染组份实时遥测装置，其特征在于紫外差分吸收光谱法使用的光谱仪，采用了狭缝输入、全息光栅光谱分光，列阵探测器采用光电二极管阵列加数字信号处理，同时探测器增益根据环境条件自适应调整，反演算法固化在数字信号处理的只读存储器中。
- 9、 根据权利要求 2 所述的机动车尾气多污染组份实时遥测装置，其特征在于红外调谐二极管激光光谱法测量 CO、CO₂ 和紫外差分吸收法测量 NO、HC 和烟尘，两种方法同时测量机动车尾气中的烟尘。

机动车尾气多污染组份实时遥测方法和装置

技术领域

本发明属于环境科学和光谱学领域，具体涉及一种机动车尾气多污染组份实时遥测装置和方法。

背景技术

机动车行驶燃烧汽油或柴油排出的大量有害废气是污染环境大气的主要流动污染源，研究表明，机动车尾气造成的污染占整个城市大气污染的 80%。汽车尾气通常的监测方法是通过采样后用常规仪器来进行分析，无法完全反映汽车尾气污染物的真实排放情况，主要方法有两种：

- 1、 双怠速排放法：是指在两种空转转速下进行污染物排放测量的方法，这两种空转转速，一种是普通怠速转速，即车辆使用说明书上规定的怠速转速；另一种是高怠速转速，我国国家标准规定为 50%额定功率转速。20 世纪 80 年代以来许多国家采用了双怠速排放标准，并且至今在世界上应用仍然比较广泛。无论是用怠速还是双怠速方法监测汽车的排放污染物，它只能检测一氧化碳和碳氢化合物的排放状况，且都是在无负荷的状态下进行。由于怠速检测时，车辆是静止不动的，无法反映机动车尾气的真实排

放情况。尤其是对氮氧化物污染物，必须在一定负荷和车速下才能反应出来。所采用的检测仪器或者是电化学传感器或者是非分散红外吸收原理的常规仪器，或者把钳夹式探头固定在排气管上测量，或者用采样管道在汽车排气管内取样后测量，但是不能提供汽车尾气释放实时变化的信息，此外水蒸气和颗粒物会影响测量结果。

- 2、 简易工况法：采用了国际上污染严重的大城市在上世纪 90 年代末推出的新方法和计算机网络技术相结合，由底盘测功率机、尾气分析仪、控制电脑三部分组成。可检测出以往怠速检测法中测不出的有害气体氮氧化物的含量，而且还可检测出车辆在模拟实际路况行驶情况下的尾气排放量。简易工况法测试时，车辆是运动的。车辆要开到底盘测功率机上，由计算机设定模拟路面的状况，汽车从启动到加速，大约需要一定的时间，完成检测过程需要几分钟。当车速稳定保持在 25 公里/小时、功率 50KW 和 40 公里/小时、功率 25KW 时，采用上面提到的常规尾气分析仪采集汽车尾气排放情况。尽管这种方法可以用计算机模拟车辆行驶的路况条件下检测尾气的排放情况，仍然需要对汽车排放的尾气采样，还是无法提供汽车尾气排放实时变化的情况。
- 3、 由于汽车总是流动的，而且汽车尾气污染物的排放与汽车的运行工况密切相关，因此，实时在线监测汽车尾气中的污染物具有很大的难度。

发明内容

本发明的目的在于发明了一种基于对城市中正在行驶的机动车尾气多污染组份在线实时遥测技术与自动监测系统,对机动车运转中排放的尾气多种污染物 CO、CO₂、NO、HC 和烟尘进行自动实时监测,确认尾气排放超标的机动车。发展新型的污染气体遥测技术,对环境中的高毒性和低剂量的持久性污染物进行高灵敏度遥测。

本发明发明了一种移动式可置于道路两侧对行驶车辆或者怠速运转车辆的尾气进行实时在线遥测的监测装置,多台装置组成一个网络系统则可实现对整座城市汽车尾气的实时监控。本发明采用先进的红外调谐二极管激光差分吸收光谱法、紫外差分吸收光谱法、微弱信号检测技术及计算机软硬件技术,完成对在实际道路上行驶过程中机动车排放的尾气多种污染物 CO、CO₂、NO、HC 和烟尘进行自动监测。系统由车牌照识别和车辆速度加速度测量单元、机动车识别系统、红外调谐二极管激光光谱法测量 CO、CO₂ 和紫外差分吸收光谱法测量 NO、HC、烟尘、电子学控制和多种气体分子计算分析软件单元组成。系统的核心是红外调谐二极管激光光谱法测量 CO、CO₂ 和紫外差分吸收光谱法测量 NO、HC、烟尘组合的装置和方法。

本发明包括机动车识别系统,其特征在于采用红外调谐二极管激光光谱法、紫外差分吸收光谱法,微弱信号监测技术及计算机软件、硬件技术,完成对实际道路上行驶过程中机动车排放的尾气多种污染物一氧化碳 CO、二氧化碳 CO₂、一氧化氮 NO、碳氢化合物 HC 和烟尘进行自动监测。

其装置结构由发射光机系统、接收光机系统和反射器组成,其发

射光机系统由红外调谐二极管激光器和紫外光源，共同利用分束片及光学准直透镜发射出去，在距离发射机光系统 15-20 米外放置一角反射器，将光束反射回来至接收光机系统的聚光透镜和分束片，分束片再将光束分成二路，一路红外光束会聚在红外探测器上，另一路紫外光束会聚在光谱仪的狭缝上，经光栅分光后，由列陈探测器接收，最后经数据采集和分析软件，给出所测量的多组份浓度。红外调谐二极管激光器和紫外差分吸收光源各种频率的产生和时序也由计算机控制。

红外调谐二极管激光器，其中心频率为 1.5 μm 附近，在一定红外光波内连续可调，对所测的污染物光谱具有 1/10 的窄带宽，并有调谐产生足够强的二次谐波功能。角反射器为可调整的对红外光和紫外光兼容型空心角反射器。

采用红外调谐二极管激光差分吸收光谱法（TDLAS）和紫外差分吸收光谱法均用差分吸收光谱法。

红外调谐二极管激光光谱法，采用了窄线宽调谐的激光技术对于所测污染物光谱具有 1/10 的窄线宽度，高分辨率。红外调谐二极管激光光谱法采用波长扫描调制的二次谐波检测技术使得检测污染物 CO、CO₂ 浓度与二次谐波成正比，反演快速准确。

紫外差分吸收光谱法使用的光谱仪，采用了狭缝输入、全息光栅光谱分光，列陈探测器采用光电二极管阵列加数字信号处理（PDA+DSP），同时探测器增益根据环境条件自适应调整，反演算法固化在数字信号处理的只读存储器（ROM）中，解决了实时性。

红外调谐二极管激光光谱法测量 CO、CO₂ 和紫外差分吸收法测量 NO、HC 和烟尘。两种方法同时测量机动车尾气中的烟尘可以消除烟尘对测量的影响,又由于红外和紫外所选用的工作波段内几乎没有水份和其它气体特征的吸收,因此所获得的特征光谱不受其它成份的影响,实用机动车尾气污染物指标可以作到百万分之一(PPM)级。

本发明的创新点及效果:

a、多光谱技术实时检测:

采用了先进的可调谐红外二极管激光器作为光源,用光谱法实时在线分析机动车尾气中 CO 和 CO₂ 污染物质的含量,采用紫外差分吸收光谱法在线分析汽车尾气中 HC 和 NO 的含量。克服了传统采样分析方法实时性差的缺点,实现了完全非接触在线自动监测,完全真实反映机动车辆尾气的排放情况。由于同时采用了紫外和红外波段测量尾气中的烟尘,可以消除汽车尾气中烟尘对测量结果的影响。

b、高灵敏度和高分辨率:

采用了目前分析微量元素的最好手段—光谱法,红外波段采用具有窄线宽的二极管调谐激光技术,精确获得污染气体的吸收谱线特征,浓度的反演方法采用吸收信号的二次谐波检测,这种方法具有消除直接吸收谱线的倾斜背景、减小 kHz 探测的低频噪声、提高宽带吸收分子的鉴别、零基线信号,消除在两个大信号间测量微小差别的要求。

紫外波段采用了高分辨率的光谱仪,并结合差分吸收光谱技术,获得了测量的高灵敏度和高分辨率。另外在红外和紫外所选用的工作

波段内几乎没有水分和其他气体的特征吸收，因此所获得的特征光谱不受其它成份的干扰。实用指标可以做到 ppm 量级。

c、同时分析多种污染物

应用调谐二极管激光器输出波长在一定范围内可调的优点，与传统的采样分析方法相比，通过输出波长范围的调节，可以同时分析多种污染物质。由于红外、紫外均采用了光学差分吸收技术，可消除烟尘及光源幅度慢变化对测量结果的影响。

d、动态高效检测

传统的机动车尾气检测技术是一种静态检测技术，且检测精度低。传统技术对于动态的机动车尾气排放检测无能为力。该技术能真实反映实时运行机动车尾气的排放情况，也是一种检测验证降低尾气排放设备有效性的高效手段。

附图说明

图 1 为车辆识别系统和红外紫外光谱法测机动车尾气污染物的总体结构示意图。

图 2 为本发明结构示意图。

图 3 为红外调谐二极管激光器的调谐线宽和吸收峰宽度的关系。

图 4 为二次谐波检测原理示意图。

具体实施方式

参见附图，其中 1、紫外光源，2、6、分光束，3、光学准直透镜，4、

角反射器，5、聚光透镜，7、狭缝，8、光栅，9、列陈探测器，10、红外光源发射端，11、红外探测器，12、红外调谐二极管激光光谱法测量 CO、CO₂ 和紫外差分吸收光谱法测量 NO、NH 和烟尘，13、电子学控制和多种气体分子计算分析软件，14、车牌照识别、车辆速度加速度、车身长度测量单元。

图 3 中 50MHZ 为调谐线宽，500MHZ 对应的是吸收峰宽度。

图 4 中 A 为直接吸收光谱，B 为一次谐波谱线，C 为二次谐波谱线。紫外光源 1 发出的光束，通过红外光全透过、紫外光全反射的分束片 2，在经过光学准直透镜 3 把发射光束变为平行光束发射出去。在距离发射机光系统 15-20 米处放置一角反射器 4，由角反射器反射回来的紫外光透过聚光透镜 5 和分束片 6 将反射回来的紫外光会聚在光谱仪的狭缝上，经光栅 8 分光后，由线阵二极管列陈探测器 9 接收，最后经数据采集与分析软件给出所测量的尾气中 NO、NC、烟尘的浓度。同样，由红外调谐二极管激光器 16 发出的光由光纤导入发射端 10，再通过红外光全透过、紫外光全反射的分束片 2，在经过光学准直透镜 3 把发散光束变为平行光束发射出去。在距离发射机光系统 15-20 米处放置一角反射器 4，由角反射器反射回来的激光透过聚光透镜 5 和分束片 6 会聚在红外探测器 11 上，最后经过数据采集与分析软件给出所测量的尾气中 CO、CO₂ 浓度。

本实施例中

- 1、 红外调谐二极管激光器 16 使用了红外调谐半导体二极管激光器，其中心频率为 1.5 微米。

- 2、 红外调谐二极管激光器 16 的调谐线宽和吸收峰宽度的关系如图 3 所示，被测污染物波峰宽度为 500MHZ，而 z 红外调谐二极管激光器的调谐线宽只有 500MHZ，二者之比为 10： 1。
- 3、 红外调谐二极管激光光谱法采用了差分吸收法，称为红外调谐二极管激光差分吸收光谱法（TDLAS）。
- 4、 红外调谐二极管激光光谱法，采用吸收光谱的调谐二次谐波检测法，如图 4，并使所检测的浓度与二次谐波成正比。
- 4、 机动车尾气多污染组份实时遥测装置的角反射器 4 为红外光与紫外光兼容型空心角反射器。
- 5、 紫外差分吸收光谱法中采用的光谱仪，采用狭缝 7，通过光栅 8 全息分光，列阵探测器为光电二极管加数字信号处理（PDA+DSP）系统设计方案。

同时列阵探测器 9 增益根据环境条件自适应调整，反演浓度的算法固定在数字信号处理的只读存储器（ROM）中，解决了实时性。

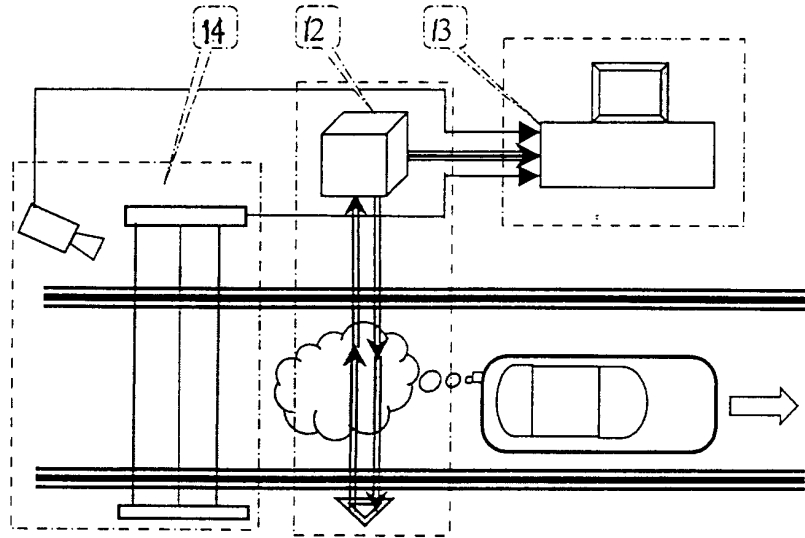


图 1

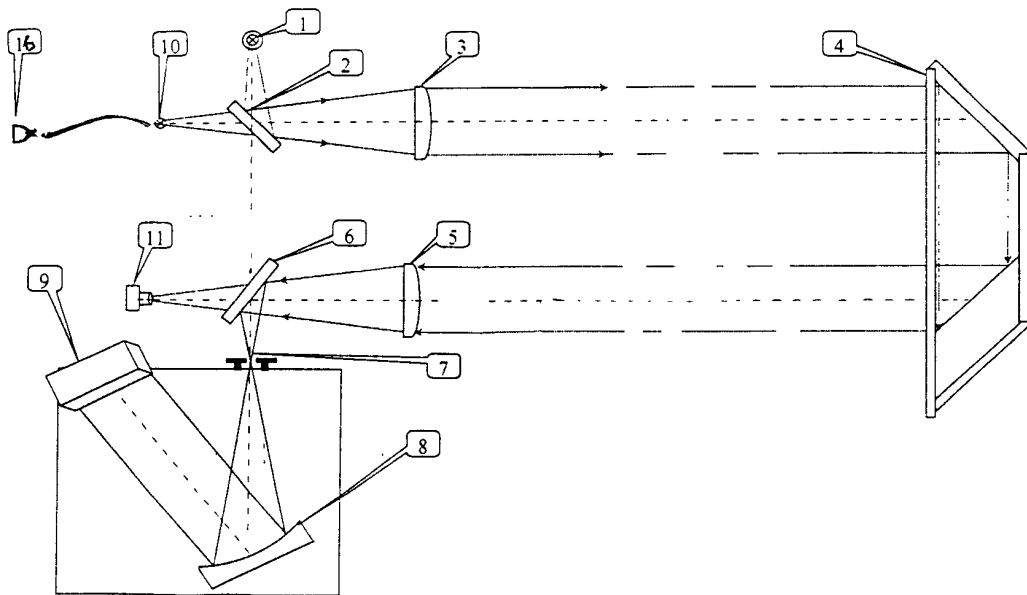


图 2

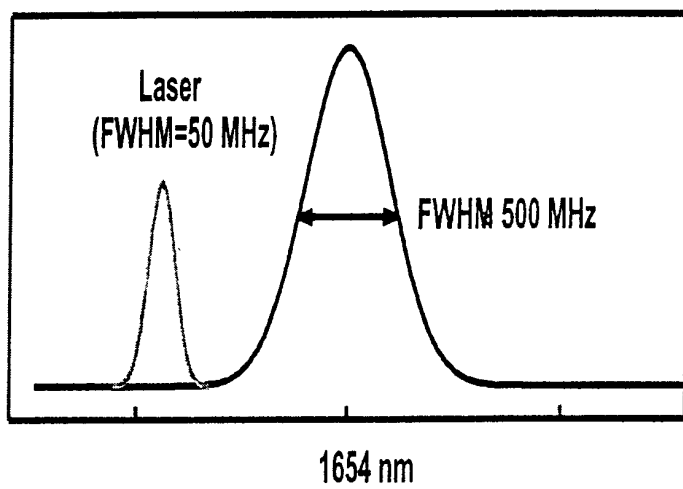


图 3

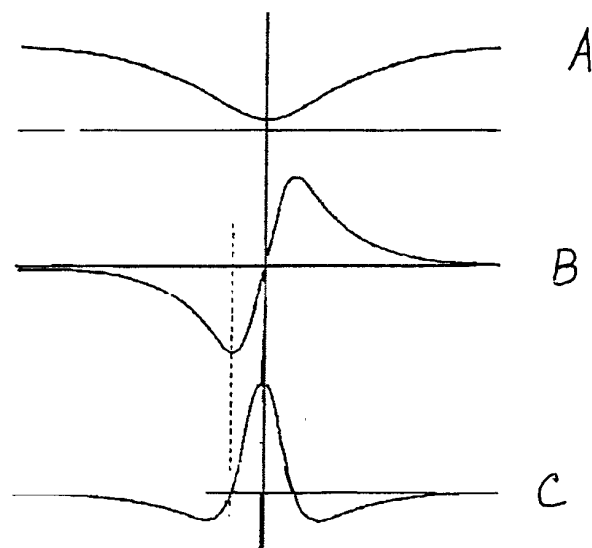


图 4