



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108303184 A

(43)申请公布日 2018.07.20

(21)申请号 201810065441.8

(22)申请日 2018.01.23

(71)申请人 哈尔滨工业大学

地址 150000 黑龙江省哈尔滨市南岗区西
大直街92号

(72)发明人 彭江波 于杨 马欲飞 吕泽方
李晓晖 常光 杨超博 樊荣伟

(74)专利代理机构 哈尔滨龙科专利代理有限公
司 23206

代理人 高媛

(51)Int.Cl.

G01J 9/00(2006.01)

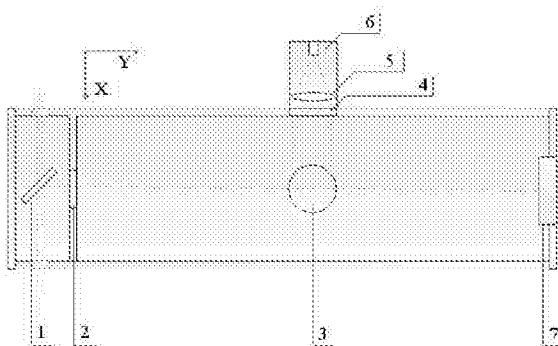
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种实时监测可调谐激光器输出激光波长
和能量的装置及方法

(57)摘要

本发明公开了一种实时监测可调谐激光器
输出激光波长和能量的装置及方法，所述装置由
分光镜、平凸柱透镜、平面燃烧器、滤光片、凸透镜、
光电倍增管和能量探头构成，激光光束沿X轴入射，经分光镜反射分出一束参考光，参考光通过
平凸柱透镜形成平面激光光束，平面激光光束穿
过平面火焰中心区域并进入能量探头；平面激光
光束穿过平面火焰中心区域时激发平面火焰
中的OH并产生荧光，凸透镜将滤光片截止范围内的
荧光收集并聚焦于光电倍增管探测区。本发明
可实时监测试验过程中可调谐激光器所输出的
波长和能量，避免因激光波长偏移而导致的试验
效果差甚至导致试验失败，同时实时获得的激光
脉冲能量可用于矫正激光能量波动而带来的试
验测量误差。



1. 一种实时监测可调谐激光器输出激光波长和能量的装置，其特征在于所述装置由分光镜、平凸柱透镜、平焰燃烧器、滤光片、凸透镜、光电倍增管和能量探头构成，其中：

所述平焰燃烧器、滤光片、凸透镜和光电倍增管沿X轴方向依次设置；

所述分光镜、平凸柱透镜、平焰燃烧器和能量探头沿Y轴方向依次设置；

所述平焰燃烧器接有甲烷/空气预混燃气供气系统，形成稳定的平焰火焰；

激光光束沿X轴入射，经分光镜反射分出一束参考光，参考光通过平凸柱透镜形成平行于Y-Z平面的平面激光光束，平面激光光束穿过平面火焰中心区域并进入能量探头；平面激光光束穿过平面火焰中心区域时激发平面火焰中的OH并产生荧光，凸透镜将滤光片截止范围内的荧光收集并聚焦于光电倍增管探测区。

2. 根据权利要求1所述的实时监测可调谐激光器输出激光波长和能量的装置，其特征在于所述平焰燃烧器、滤光片、凸透镜和光电倍增管为共轴形式存在。

3. 根据权利要求1所述的实时监测可调谐激光器输出激光波长和能量的装置，其特征在于所述分光镜、平凸柱透镜、平焰燃烧器和能量探头7为共轴形式存在。

4. 根据权利要求1所述的实时监测可调谐激光器输出激光波长和能量的装置，其特征在于所述分光镜与X轴呈45°。

5. 根据权利要求1所述的实时监测可调谐激光器输出激光波长和能量的装置，其特征在于所述平凸柱透镜的焦点位于平焰燃烧器的中心。

6. 根据权利要求1所述的实时监测可调谐激光器输出激光波长和能量的装置，其特征在于所述滤光片为中心波长308nm的窄带滤光片。

7. 根据权利要求1所述的实时监测可调谐激光器输出激光波长和能量的装置，其特征在于所述平面激光光束以及光电倍增管的探测区与凸透镜的距离等于凸透镜的焦距值。

8. 根据权利要求1所述的实时监测可调谐激光器输出激光波长和能量的装置，其特征在于所述分光镜采用石英白片，透射分光镜的激光能量大于总能量的95%。

9. 一种利用权利要求1-8任一权利要求所述的装置实现对可调谐激光器输出激光波长实时监测的方法，其特征在于所述方法步骤如下：

步骤一、点燃平焰燃烧器，形成稳定的平焰火焰；

步骤二、可调谐激光器输出的激光光束沿X轴入射，经分光镜反射的参考光经由平凸柱透镜聚焦形成平行于Y-Z平面的平面激光光束，平面激光光束通过平焰火焰中心区域产生荧光；

步骤三、凸透镜收集滤光片截止范围内的荧光信号，并焦距于光电倍增管的探测区；

步骤四、光电倍增管将获得的荧光信号转换为电信号，通过获得电信号强度的变化判断可调谐激光器输出的激光光束波长是否正确，当电信号数字最大时，输出波长正确。

10. 一种利用权利要求1-8任一权利要求所述的装置实现对可调谐激光器输出激光能量实时监测的方法，其特征在于所述方法步骤如下：

步骤一、标定分光镜的分光比例，绘制参考光和透射光的标定曲线；

步骤二、点燃平焰燃烧器，形成稳定的平焰火焰；

步骤三、可调谐激光器输出的激光光束沿X轴入射，经分光镜反射的参考光经由平凸柱透镜聚焦形成平行于Y-Z平面的平面激光光束，平面激光光束通过平焰火焰中心区域并进入能量探头中；

步骤四、能量探头实时获得并记录参考光能量,通过标定曲线计算透射激光能量;
步骤五、将透射光能量带入试验结果中,消除激光能量波动带来的试验误差。

一种实时监测可调谐激光器输出激光波长和能量的装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于激光光谱诊断技术领域,涉及一种实时监测可调谐激光器输出激光波长和能量的装置及方法。

背景技术

[0002] 今天,随着飞机的涡轮发动机、军用飞机超燃冲压发动机和火箭发动机内部燃烧室中燃烧场的研究日益深入,面对传统燃烧场测量方法的诸多弊端,激光光谱诊断技术已经成为一类非常热门的研究课题,该技术拥有替代传统燃烧场诊断技术的巨大潜力。

[0003] 激光光谱诊断技术虽然相对燃烧场诊断技术具有诸多优点,如时间分辨率高、非入侵式和可实现多组分同步测量等,但应用过程中可调谐激光器输出波长的偏移将直接影响试验数据的获得甚至导致试验失败,因此实时监测可调谐激光器输出激光波长就显得尤为重要。

[0004] 在发动机台架试验中,环境温度、湿度和试验过程中的振动等都会直接影响可调谐激光器输出激光波长和能量,因此设计一种实时监测可调谐激光器输出激光波长的装置及方法,可以实时监测激光器输出波长是否正确、能量是否稳定,确保获得可靠准确的试验数据。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种实时监测可调谐激光器输出激光波长和能量的装置及方法,可实时监测试验过程中可调谐激光器所输出的波长和能量,避免因激光波长偏移而导致的试验效果差甚至导致试验失败,同时实时获得的激光脉冲能量可用于矫正激光能量波动而带来的试验测量误差。

[0006] 本发明的目的是通过以下技术方案实现的:

一种实时监测可调谐激光器输出激光波长和能量的装置,包括分光镜、平凸柱透镜、平焰燃烧器、滤光片、凸透镜、光电倍增管、能量探头,其中:

所述平焰燃烧器、滤光片、凸透镜和光电倍增管沿X轴方向依次设置;

所述分光镜、平凸柱透镜、平焰燃烧器和能量探头沿Y轴方向依次设置;

所述平焰燃烧器接有甲烷/空气预混燃气供气系统,形成稳定的平焰火焰;

激光光束沿X轴入射,经分光镜反射分出一束参考光,参考光通过平凸柱透镜形成平行于Y-Z平面的平面激光光束,平面激光光束穿过平面火焰中心区域并进入能量探头;平面激光光束穿过平面火焰中心区域时激发平面火焰中的OH并产生荧光,凸透镜将滤光片截止范围内的荧光收集并聚焦于光电倍增管探测区。

[0007] 一种利用上述装置实现对可调谐激光器输出激光波长实时监测的方法,包括如下步骤:

步骤一、点燃平焰燃烧器,形成稳定的平焰火焰;

步骤二、可调谐激光器输出的激光光束沿X轴入射,经分光镜反射的参考光经由平凸柱透镜聚焦形成平行于Y-Z平面的平面激光光束,平面激光光束通过平焰火焰中心区域产生荧光;

步骤三、凸透镜收集滤光片截止范围内的荧光信号,并焦距于光电倍增管的探测区;

步骤四、光电倍增管将获得的荧光信号转换为电信号,通过获得电信号强度的变化判断可调谐激光器输出的激光光束波长是否正确,当电信号数字最大时,输出波长正确。

[0008] 利用上述装置实现对可调谐激光器输出激光能量实时监测的方法,包括如下步骤:

步骤一、标定分光镜的分光比例,绘制参考光和透射光的标定曲线;

步骤二、点燃平焰燃烧器,形成稳定的平焰火焰;

步骤三、可调谐激光器输出的激光光束沿X轴入射,经分光镜反射的参考光经由平凸柱透镜聚焦形成平行于Y-Z平面的平面激光光束,平面激光光束通过平焰火焰中心区域并进入能量探头中;

步骤四、能量探头实时获得并记录参考光能量,通过标定曲线计算透射激光能量;

步骤五、将透射光能量带入试验结果中,消除激光能量波动带来的试验误差。

[0009] 本发明中,平焰燃烧器和甲烷/空气预混燃气供气系统组成燃烧系统,形成的平焰火焰可长期稳定,可以认为火焰中OH浓度不变。

[0010] 本发明中,滤光片、凸透镜和光电倍增管组成荧光信号采集系统,将激发火焰中OH产生的荧光信号转换为电信号,实时监测荧光信号的强度变化。

[0011] 本发明将可调谐激光器输出激光分出一束作为参考光,根据激光激发平焰火焰所产生荧光的强度判断输出波长是否正确,由能量探头获得参考光脉冲能量来修正能量波动带来的试验误差。相比于现有技术,具有如下优点:

1、本发明利用平焰火焰中OH基可通过特定波长的激光(283.553nm)所激发而产生相应波长的荧光(中心波长308nm)这一特性,并通过光电倍增管实时监测荧光强度的变化从而判断激光器输出波长是否发生偏移。

[0012] 2、本发明中的能量探头可获得经由分光镜反射的激光能量,并通过标定分光镜的分光比例,从而实时获得可调谐激光器输出的激光脉冲能量。

[0013] 3、本发明适用于激光光谱诊断技术领域,可预置于试验光路中,在监测激光波长和能量时不会影响试验进程和状态。

[0014] 4、本发明通过激发光谱技术手段解决了试验过程中监测激光波长是否偏移的难题。

[0015] 5、本发明监测并记录试验过程中激光脉冲能量,便于试验数据的处理修正,消除激光能量波动带来的试验误差。

附图说明

[0016] 图1为本发明实时监测可调谐激光器输出激光波长的装置的立体图;

图2为本发明实时监测可调谐激光器输出激光波长的装置的主视图;

图3为本发明实时监测可调谐激光器输出激光波长的装置的俯视图。

具体实施方式

[0017] 下面结合附图对本发明的技术方案作进一步的说明,但并不局限于此,凡是对于本发明技术方案进行修改或者等同替换,而不脱离本发明技术方案的精神和范围,均应涵盖在本发明的保护范围中。

[0018] 具体实施方式一:如图1-3所示,本实施方式提供的实时监测可调谐激光器输出激光波长的装置由分光镜1、平凸柱透镜2、平焰燃烧器3、滤光片4、凸透镜5、光电倍增管6和能量探头7构成,其中:

所述平焰燃烧器3、滤光片4、凸透镜5和光电倍增管6沿X轴方向依次设置;

所述分光镜1、平凸柱透镜2、平焰燃烧器3和能量探头7沿Y轴方向依次设置;

所述平焰燃烧器3接有甲烷/空气预混燃气供气系统,形成稳定的平焰火焰;

激光光束沿X轴入射,经分光镜1反射分出一束参考光,参考光通过平凸柱透镜2形成平行于Y-Z平面的平面激光光束,平面激光光束穿过平面火焰中心区域并进入能量探头7;平面激光光束穿过平面火焰中心区域时激发平面火焰中的OH并产生荧光,凸透镜将滤光片截止范围内的荧光收集并聚焦于光电倍增管探测区。

[0019] 本实施方式中,所述分光镜1、平凸柱透镜2、平焰燃烧器3和能量探头7为共轴形式存在。

[0020] 本实施方式中,所述分光镜1与X轴呈45°,平凸柱透镜2的焦点位于平焰燃烧器3的中心。

[0021] 本实施方式中,所述平焰燃烧器3、滤光片4、凸透镜5和光电倍增管6为共轴形式存在。

[0022] 本实施方式中,所述滤光片4为中心波长308nm的窄带滤光片。

[0023] 本实施方式中,所述平面激光光束以及光电倍增管6的探测区与凸透镜5的距离等于凸透镜5的焦距值。

[0024] 本实施方式中,所述分光镜1采用石英白片,透射分光镜的激光能量大于总能量的95%。

[0025] 具体实施方式二:本实施方式提供了一种利用具体实施方式一所述装置实现对可调谐激光器输出激光波长实时监测的方法,所述方法步骤如下:

步骤一、平焰燃烧器3以一定当量比和流量的甲烷/空气预混燃气为燃料,点燃平焰燃烧器3,形成稳定的平焰火焰;

步骤二、将装置置于试验光路中,可调谐激光器输出的激光光束沿X轴入射,经分光镜1反射的参考光经由平凸柱透镜2聚焦形成平行于Y-Z平面的平面激光光束,平面激光光束通过平焰火焰中心区域产生荧光;

步骤三、凸透镜5收集滤光片4截止范围内的荧光信号,并焦距于光电倍增管6的探测区;

步骤四、光电倍增管6将获得的荧光信号转换为电信号,通过获得电信号强度的变化判断可调谐激光器输出的激光光束波长是否正确,当电信号数字最大时,输出波长正确。

[0026] 具体实施方式三:本实施方式提供了一种利用具体实施方式一所述装置实现对可调谐激光器输出激光能量实时监测的方法,所述方法步骤如下:

步骤一、标定分光镜1的分光比例,绘制参考光和透射光的标定曲线;

步骤二、平焰燃烧器3以一定当量比和流量的甲烷/空气预混燃气为燃料,点燃平焰燃烧器3,形成稳定的平焰火焰;

步骤三、将装置置于试验光路中,可调谐激光器输出的激光光束沿X轴入射,经分光镜1反射的参考光经由平凸柱透镜2聚焦形成平行于Y-Z平面的平面激光光束,平面激光光束通过平焰火焰中心区域并进入能量探头7中;

步骤四、能量探头7实时获得并记录参考光能量,通过标定曲线计算透射激光能量;

步骤五、将透射光能量带入试验结果中,消除激光能量波动带来的试验误差。

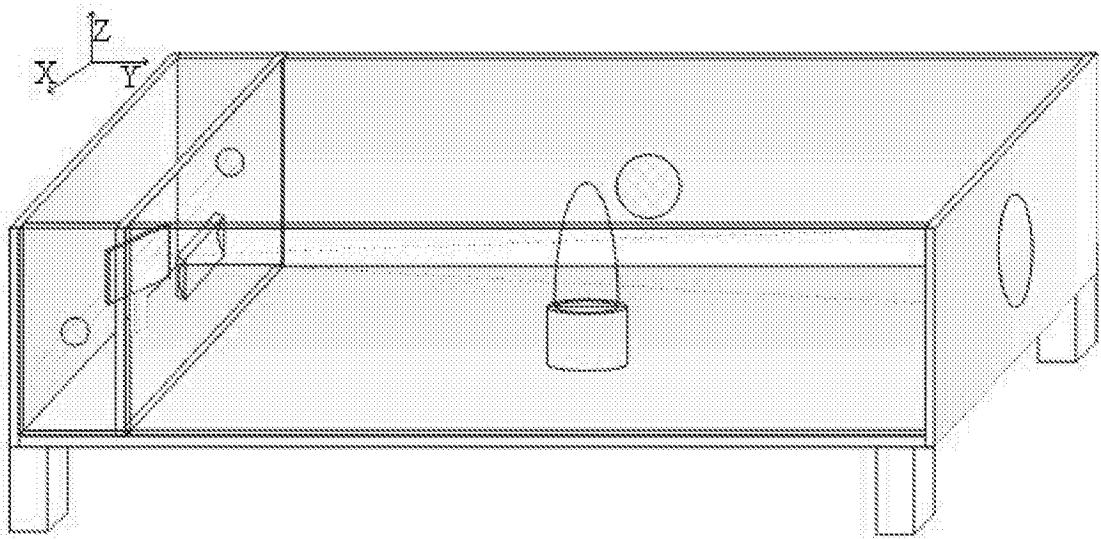


图1

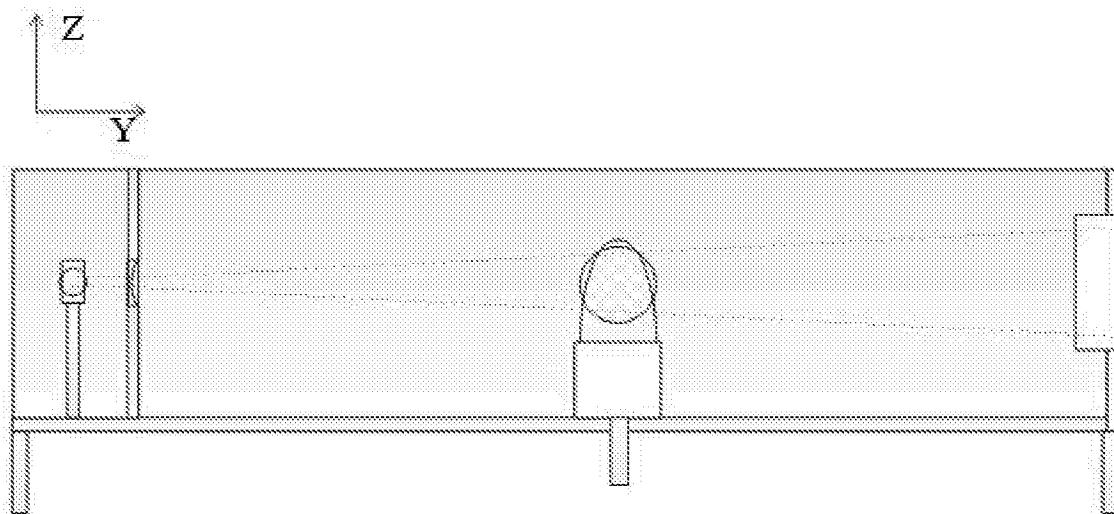


图2

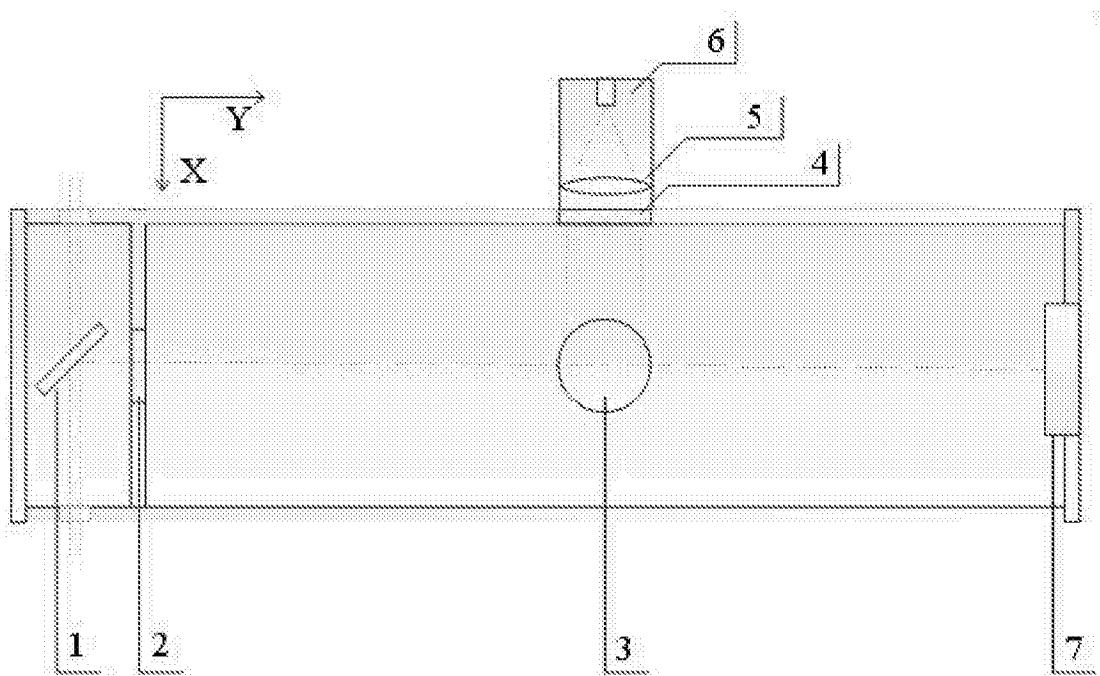


图3