



## (12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202330194 U

(45) 授权公告日 2012. 07. 11

(21) 申请号 201120462843. 5

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2011. 11. 18

(73) 专利权人 浙江工业大学

地址 310014 浙江省杭州市下城区朝晖六区

(72) 发明人 单晓杭 孙建辉 彭廷红 郑欣荣

(74) 专利代理机构 杭州天正专利事务所有限公司  
33201

代理人 王兵 王利强

(51) Int. Cl.

G01N 3/40(2006. 01)

G01N 3/02(2006. 01)

G01B 11/16(2006. 01)

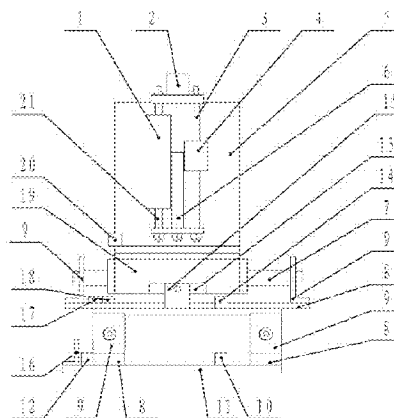
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

### (54) 实用新型名称

高低温箱内机械装置三维微小变形的高精度测量系统

### (57) 摘要

一种高低温箱内机械装置三维微小变形的高精度测量系统,测量系统包括细绳、三维气浮组件和三个方向的光电位移传感装置,各个气浮单元均包括气浮轴和气浮套,三个方向的光电位移传感装置分别安装在 x 向气浮单元、y 向气浮单元和 z 向气浮单元上,用以测量 x 向、y 向和 z 向位移;x 向气浮轴安装在固定板上,x 向气浮套可滑动地安装在 x 向气浮轴上,x 向气浮套与 y 向气浮轴固定连接,y 向气浮套可滑动地安装在 y 向气浮轴上,y 向气浮套与 z 向气浮套固定连接,z 向气浮轴可滑动地安装在 z 向气浮套上;细绳的上端与被测件连接,细绳的下端与三维气浮组件的 z 向气浮轴连接。本实用新型提供一种测量精度高的 高低温箱内被测件变形量的高精度测量系统。



1. 一种高低温箱内机械装置三维微小变形的高精度测量系统,其特征在于:所述测量系统包括细绳、三维气浮组件和三个方向的光电位移传感装置,所述三维气浮组件包括固定板、x 向气浮单元、y 向气浮单元和 z 向气浮单元,各个气浮单元均包括气浮轴和气浮套,所述三个方向的光电位移传感装置分别安装在 x 向气浮单元、y 向气浮单元和 z 向气浮单元上,用以测量 x 向、y 向和 z 向位移;x 向气浮轴安装在固定板上,x 向气浮套可滑动地安装在 x 向气浮轴上,所述 x 向气浮套与 y 向气浮轴固定连接,y 向气浮套可滑动地安装在 y 向气浮轴上,所述 y 向气浮套与 z 向气浮套固定连接,所述 z 向气浮轴可滑动地安装在所述 z 向气浮套上;

所述细绳的上端与被测件连接,所述细绳的下端与所述三维气浮组件的 z 向气浮轴连接。

2. 如权利要求 1 所述的高低温箱内机械装置三维微小变形的高精度测量系统,其特征在于:x 向光电位移传感装置由光栅尺和读数头组成;y 向光电位移传感装置包括 y 向光电转化发射器和 y 向接收器,z 向光电转化发射装置及接收装置包括一级 z 向光电转化发射器、一级 z 向光电转化接收器、二级 z 向光电转化发射器和二级 z 向光电转化接收器,其中,所述光电转化发射器由光栅尺和读数头组成,采用增量式光电编码器,所述接收器由两组光电发射和接收管构成。

3. 如权利要求 2 所述的高低温箱内机械装置三维微小变形的高精度测量系统,其特征在于:所述 x 向气浮套与 x 向气浮套连接板固定连接,所述 x 向气浮套连接板与 y 向安装板固定连接,所述 y 向气浮轴安装在所述 y 向安装板上,所述 y 向气浮套与 y 向气浮套连接板固定连接,所述 y 向气浮套连接板与 z 向固定挡板连接,所述 z 向气浮套通过 z 向气浮套固定板安装在所述 z 向固定挡板上,所述 z 向固定挡板上安装 z 向气浮轴连接板,所述 z 向气浮轴安装在所述 z 向气浮轴连接板上,所述 z 向气浮轴的上端安装与细绳连接的连接头;

所述一级 z 向光电转换发射器安装在 z 向固定挡板上,一级 z 向光电转换接收器和二级 z 向光电转换发射器均安装 y 向安装板上,二级 z 向光电转换接收器安装在固定板上;

y 向光电转换发射器安装在 y 向安装板上,y 向接收器安装在固定板上;

x 向光电位移传感装置安装在固定板上。

4. 如权利要求 1~3 之一所述的高低温箱内机械装置三维微小变形的高精度测量系统,其特征在于:各个气浮单元均包括两根气浮轴和两个气浮套,所述两根气浮轴平行设置。

## 高低温箱内机械装置三维微小变形的高精度测量系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及三维微小变形的高精度测量系统,尤其是一种用于高低温环境下机械装置的测量系统。

### 背景技术

[0002] 刚度试验时需要对被测件某方向施加作用力,在力或扭矩作用下,被测件产生变形,通过测量作用力方向的变形来计算刚度。但是被测件形状不规则,在外力作用下除了产生用于刚度计算方向的变形外,还可能会产生 x、y、z 三个方向的转动和其余两个方向的变形。由于刚度试验考核的是作用点的变形量,被测件绕某个轴作微小转动的情况对测量结果基本无影响,可不予考虑。但由于被测件本身的变形量很小,受力后其它方向的微小变形会对刚度试验结果产生影响,只有对三方向变形同时进行高精度高分辨率测量,通过后续数据处理获取用于刚度计算所需方向的变形量,才能得到准确的刚度测量结果。

[0003] 由于被测件处在一个无法直接安装传感器的高低温箱体内,因此,现有技术中无法实现高低温箱内机械装置的三维微小变形的精确测量。

### 发明内容

[0004] 为了克服已有用于高低温环境下机械装置的测量系统的测量精度较低的不足,本实用新型提供一种测量精度较高的高低温箱内机械装置三维微小变形的高精度测量系统。

[0005] 本实用新型解决其技术问题所采用的技术方案是:

[0006] 一种高低温箱内机械装置三维微小变形的高精度测量系统,所述测量系统包括细绳、三维气浮组件和三个方向的光电位移传感装置,所述三维气浮组件包括固定板、x 向气浮单元、y 向气浮单元和 z 向气浮单元,各个气浮单元均包括气浮轴和气浮套,所述三个方向的光电位移传感装置分别安装在 x 向气浮单元、y 向气浮单元和 z 向气浮单元上,用以测量 x 向、y 向和 z 向位移;x 向气浮轴安装在固定板上,x 向气浮套可滑动地安装在 x 向气浮轴上,所述 x 向气浮套与 y 向气浮轴固定连接,y 向气浮套可滑动地安装在 y 向气浮轴上,所述 y 向气浮套与 z 向气浮套固定连接,所述 z 向气浮轴可滑动地安装在所述 z 向气浮套上;

[0007] 所述细绳的上端与被测件连接,所述细绳的下端与所述三维气浮组件的 z 向气浮轴连接。

[0008] 进一步,x 向光电位移传感装置由光栅尺和读数头组成;y 向光电位移传感装置包括 y 向光电转化发射器和 y 向接收器,z 向光电转化发射装置及接收装置包括一级 z 向光电转化发射器、一级 z 向光电转化接收器、二级 z 向光电转化发射器和二级 z 向光电转化接收器,其中,所述光电转化发射器由光栅尺和读数头组成,采用增量式光电编码器,所述接收器由两组光电发射和接收管构成。

[0009] 更进一步,所述 x 向气浮套与 x 向气浮套连接板固定连接,所述 x 向气浮套连接板与 y 向安装板固定连接,所述 y 向气浮轴安装在所述 y 向安装板上,所述 y 向气浮套与 y 向

气浮套连接板固定连接,所述 y 向气浮套连接板与 z 向固定挡板连接,所述 z 向气浮套通过 z 向气浮套固定板安装在所述 z 向固定挡板上,所述 z 向固定挡板上安装 z 向气浮轴连接板,所述 z 向气浮轴安装在所述 z 向气浮轴连接板上,所述 z 向气浮轴的上端安装与细绳连接的连接头;

[0010] 所述一级 z 向光电转换发射器安装在 z 向固定挡板上,一级 z 向光电转换接收器和二级 z 向光电转换发射器均安装 y 向安装板上,二级 z 向光电转换接收器安装在固定板上;

[0011] y 向光电转换发射器安装在 y 向安装板上, y 向接收器安装在固定板上;

[0012] x 向光电位移传感装置安装在固定板上。

[0013] 更进一步,各个气浮单元均包括两根气浮轴和两个气浮套,所述两根气浮轴平行设置。

[0014] 本实用新型的技术构思为:通过细绳连接被测件,细绳下悬挂小质量块保证绳子竖直向下。由于绳子受力保持不变,因此认为绳子长度在整个过程中不发生变化。利用气浮组件连接绳子下悬挂的质量块,让小质量块能够在 x、y 和 z 三个方向无摩擦地跟随被测件运动,通过测量小质量块的运动轨迹来得到被测件的微小运动轨迹。

[0015] 专利《不受气管扰动影响的组合气浮装置》(申请号 201010165949.9,已授权)应用气浮技术具有摩擦阻力小、运动精度高、清洁无污染等特点,提供了一种有效避免摩擦力的附加影响、适应高精度场合的三维气浮随动装置。本实用新型在该专利的基础上,对气浮组件结构进行改动,克服使其适应当前测量要求。

[0016] 本实用新型的有益效果主要表现在:通过细绳连接被测件,以悬挂在细绳上的小质量块的运动轨迹代替被测件受力后的运动轨迹,设计了一套适用于高低温环境下被测件刚度测量的系统,有效克服了测量过程中附加摩擦力和元器件附加运动的影响,实现了高精度测量。

## 附图说明

[0017] 图 1 是三维气浮组件的主视图。

[0018] 图 2 是三维气浮组件的左视图。

[0019] 图 3 是三维气浮组件的轴侧视图。

[0020] 图 4 是 z 向信号传递过程的示意图。

[0021] 图 5 是 y 向信号传递过程的示意图。

## 具体实施方式

[0022] 下面结合附图对本实用新型作进一步描述。

[0023] 参照图 1~图 5,一种高低温箱内机械装置三维微小变形的高精度测量系统,所述测量系统包括细绳、三维气浮组件和三个方向的光电位移传感装置,所述三维气浮组件包括固定板 11、x 向气浮单元、y 向气浮单元和 z 向气浮单元,各个气浮单元均包括气浮轴和气浮套,所述三个方向的光电位移传感装置分别安装在 x 向气浮单元、y 向气浮单元和 z 向气浮单元上,用以测量 x 向、y 向和 z 向位移;x 向气浮轴安装在固定板上, x 向气浮套可滑动地安装在 x 向气浮轴上,所述 x 向气浮套与 y 向气浮轴 7 固定连接, y 向气浮套 19 可滑

动地安装在 y 向气浮轴 7 上,所述 y 向气浮套 19 与 z 向气浮套 1、4 固定连接,所述 z 向气浮轴 21、3 可滑动地安装在所述 z 向气浮套 1、4 上;

[0024] 所述细绳的上端与被测件连接,所述细绳的下端与所述三维气浮组件的 z 向气浮轴 21、3 连接。

[0025] x 向光电位移传感装置由 x 向光栅尺 23 和 x 向读数头 16 组成;y 向光电位移传感装置包括 y 向光电转化发射器 15 和 y 向接收器 14,z 向光电转化发射装置及接收装置包括一级 z 向光电转化发射器 20、一级 z 向光电转化接收器 18、二级 z 向光电转化发射器 17 和二级 z 向光电转化接收器 12,其中,所述光电转化发射器由光栅尺和读数头组成,采用增量式光电编码器,所述接收器由两组光电发射和接收管构成。

[0026] 所述 x 向气浮套与 x 向气浮套连接板 8 固定连接,所述 x 向气浮套连接板 8 与 y 向安装板 9 固定连接,所述 y 向气浮轴 7 安装在所述 y 向安装板 7 上,所述 y 向气浮套 19 与 y 向气浮套连接板 26 固定连接,所述 y 向气浮套连接板 26 与 z 向固定挡板 5 连接,所述 z 向气浮套 1、4 通过 z 向气浮套固定板 25 安装在所述 z 向固定挡板 5 上,所述 z 向固定挡板 5 上安装 z 向气浮轴连接板,所述 z 向气浮轴 19、3 安装在所述 z 向气浮轴连接板上,所述 z 向气浮轴 19、3 的上端安装与用于与细绳连接的连接头 2;

[0027] 所述一级 z 向光电转换发射器 20 安装在 z 向固定挡板 5 上,一级 z 向光电转换接收器 18 和二级 z 向光电转换发射器 17 均安装 y 向安装板 9 上,二级 z 向光电转换接收器 12 安装在固定板 11 上;y 向光电转换发射器 10 安装在 y 向安装板 9 上,y 向接收器 14 安装在固定板 11 上;x 向光电位移传感装置(x 向光栅尺 23 和 x 向读数头 16)安装在固定板 11 上。

[0028] 各个气浮单元均包括两根气浮轴和两个气浮套,所述两根气浮轴平行设置。

[0029] 本实施例中,三维气浮组件从下往上三层分别对应于 x、y 和 z 三个方向,其中细绳与被测件相连,细绳下面悬挂小质量块,绳子的长度根据测量的误差范围进行设计,保证被测对象与小质量块的位移偏差在所需测量精度范围内;三个方向的气浮组件均包括气浮轴和气浮套,x、y 方向气浮轴相对不动,气浮套运动,z 方向气浮轴运动,气浮套不动;x 方向的气浮轴固定在机架上,y 方向的气浮轴与 x 方向的气浮套通过安装座、安装板固连,z 方向的气浮套通过 z 向气浮套固定板与 y 方向的气浮套固连,z 向的气浮轴通过一接头与细绳相连,z 向的气浮轴起到了小质量块的作用。

[0030] x、y、z 三个方向分别设有两根气浮轴和两个气浮套,同一方向的气浮轴(套)固定在同一块固定板上,有效克服了小质量块受外力作用发生扭转的影响。气浮组件通气装置结构参考同专利《不受气管扰动影响的组合气浮装置》(申请号 201010165949.9,已授权),能够有效避免通气管对测量产生附加扰动。

[0031] 常规测量中,一般采用非接触式光电编码器来测量被测件的位移变化量。非接触式光电编码器由读数头由读数头和光栅尺组成。光栅尺无需供电也无导线连接,读数头必须由电源供电并通过导线将测量信号传输出去,读数头与光栅尺必须在所要求的间距下保证相对运动,从而获取位移信号。具体为,z 方向的读数头安装在气浮套上,光栅尺安装在气浮轴(小质量块)上,z 方向运动时气浮套相对不动,气浮轴运动。y 方向的读数头安装在 y 方向的气浮轴上,光栅尺装在 y 方向的气浮套上,y 方向读数头外接导线,y 方向运动时,气浮套运动,气浮轴和导线相对不运动。x 方向的读数头安装在 x 方向的气浮轴上,光栅尺

装在 x 方向的气浮套上, x 方向读数头外接导线, x 方向运动时, 气浮套运动, 气浮轴和导线相对不运动。

[0032] 但是, 由于测量信号通过导线传输, 被测点移动导致导线一头跟随运动, 而另一头因固定在测试仪器上, 因此导线绕动会对被测小质量块的运动带来附加力的影响, 从而改变小质量块的位置而产生测量误差。具体为: 除 x 方向因为读数头外接的导线相对机架无运动外, 由于 y 向气浮轴与 x 向的气浮套固连, 当小质量块沿 x 向运动时, 安装在 y 向气浮轴上的 y 向读数头上的导线将相对机架运动。同理, 由于 z 向气浮套与 y 向气浮套固连, 当 x 向和 y 向运动时, 安装在 z 向气浮套上的 z 向读数头的导线会相对机架和 y 向气浮轴运动。y、z 方向读数头外接导线的附加运动会对测量带来干扰, 产生测量误差。

[0033] 为了解决 y 方向和 z 方向导线运动产生的附加扰动, 提高测量精度, 本实用新型中 y、z 方向的读数头均不连接外接导线, 而是采用电池供电。z 方向读数头读取的数据经两级光电转换发射和接收装置将信号发送到 x 向气浮轴安装板上, y 方向读数头读取的数据经一级光电转换发射和接收装置将信号发送到 x 向气浮轴安装板上, x 向气浮轴安装板上接收到的数据经导线传回系统。

[0034] 其中, 光电转化发射装置和接收装置存在两大局限: 其一, 被测件位移变化大时, 超出光电接收管接收范围, 无法使用。其二, 被测件高速运动时, 由于光电发射和接收管的响应速度影响可能导致漏脉冲, 导致测量精度不高。但本系统主要用于测量被测件受外力后的微小变形, 因此位移变化量小, 且变化速度缓慢, 采用光电转化发射和接收装置满足测量要求。

[0035] 具体地, 光电转化发射装置由光栅尺和读数头组成, 选用增量式光电编码器。光电转化发射装置的读数头输出的信号为两组 TTL 方波信号, 合成后得到相对位移量。光电转化接收装置由两组光电发射和接收管构成, 每组实现一路 TTL 方波信号的处理。

[0036] 其中 z 向两级光电转换发射和接收装置包括安装在 z 向气浮套固定板上的一级 z 向光电转换发射器、安装在 y 向气浮套组件安装座上的一级 z 向光电转换接收器和二级 z 向光电转换发射器、安装在 x 向气浮组件安装座上的二级 z 向光电转换接收器。

[0037] 其中的 y 向光电转换发射和接收装置包括安装在 y 向气浮组件安装座上的 y 向光电转换发射器和安装在 x 向气浮组件安装座上的 y 向光电转换接收器。

[0038] 本实用新型以小质量块 (z 向气浮轴起到质量块作用) 的变形代替被测件受力后的变形, 当被测件受外力作用发生微小变形时, 小质量块会相应地发生微小位移, 并将该微小位移传递到三维气浮组件中。具体为: 发生在 z 向的微小位移通过小质量块直接传递到在 z 向气浮轴上, z 向气浮轴相对 z 向气浮套运动, 两级 z 向光电转换装置编码器完成 z 向位移量的读取和无导线附加扰动的传输。发生在 y 向的微小位移直接传递到在 y 轴气浮套上, y 向气浮套相对 y 向气浮轴运动, y 向光电转换装置完成 y 向位移量的读取和无导线附加扰动的传输。发生在 x 向的微小位移直接传递到在 x 向气浮套上, x 向气浮套相对 x 向气浮轴运动, 安装在 x 向气浮轴上的编码器测出该微小位移量, 并将数据传递回去, 从而实现测量 x、y、z 三个方向微小变形的功能。

[0039] y、z 方向被测件位移数据传回系统的工作原理为: 一级 z 向光电转换装置发射器中的读数头读取 z 向光栅尺数据后将数据转化为两组 TTL 方波信号发送给一级 z 向光电转换接收器, 一级 z 向光电转换接收器内的两组光电接收管, 分别处理接收到的两路 TTL 方波

信号,并经一级 z 向光电转换接收器的光电发射管、二级 z 向光电转换装置的的光电转换发射器、接收器,由导线传回系统,两组信号合成后得到 z 向相对位移量;y 向光电转换装置的读数头读取 y 向光栅尺数据后转化两组 TTL 方波信号,发送给 y 向光电转换接收器,y 向光电转换接收器内的两组光电接收管分别处理接收到的两路 TTL 方波信号,再由导线传回系统,系统将信号合成后就得到了 y 向相对位移量,从而实现了无导线附加扰动的高精度测量。

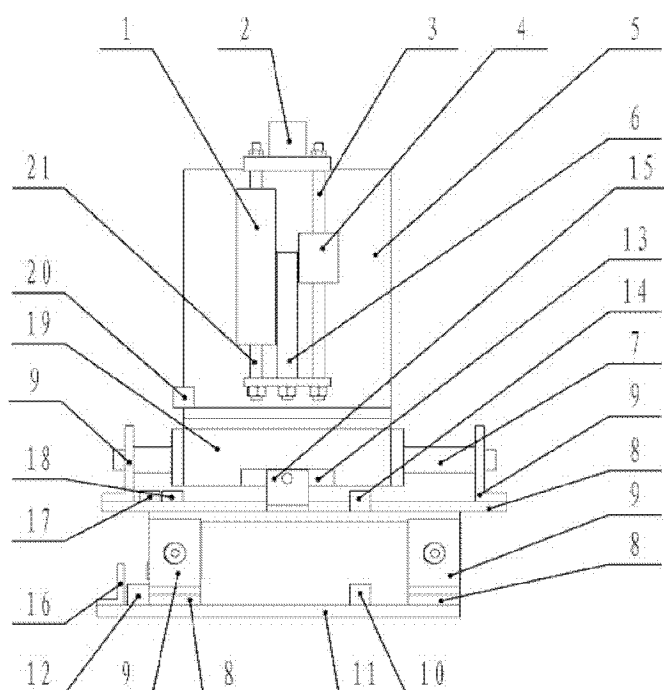


图 1

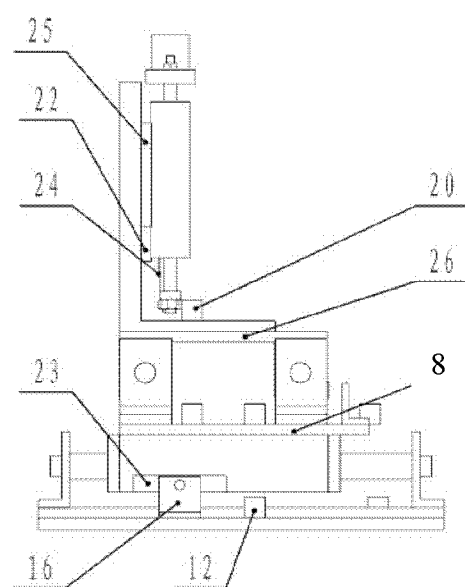


图 2

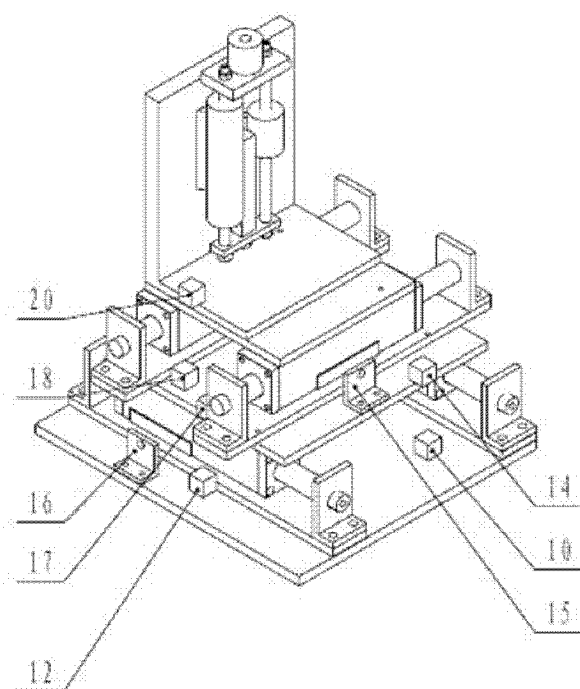


图 3

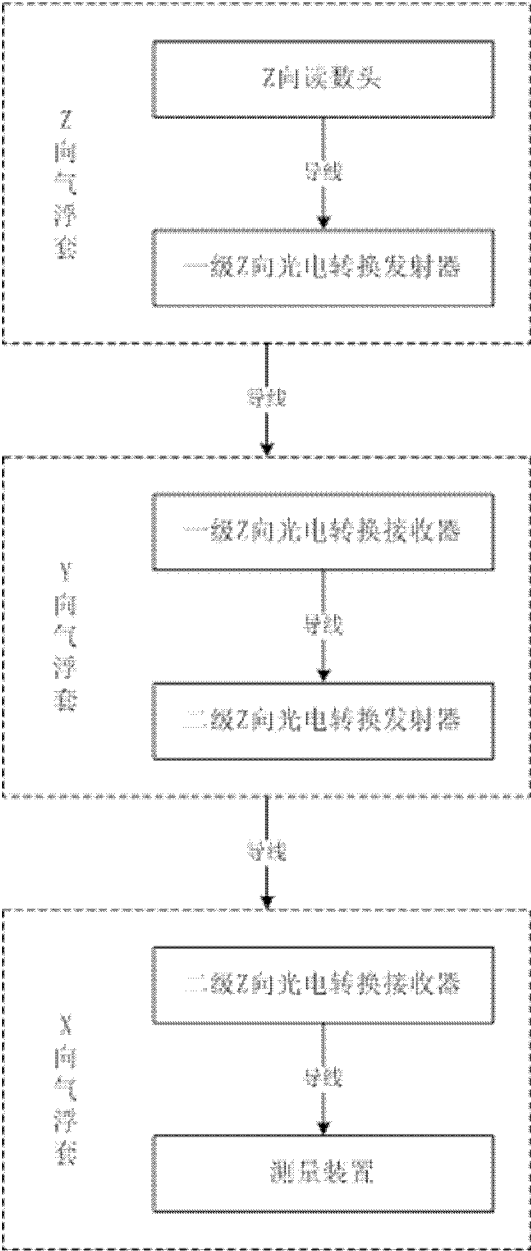


图 4

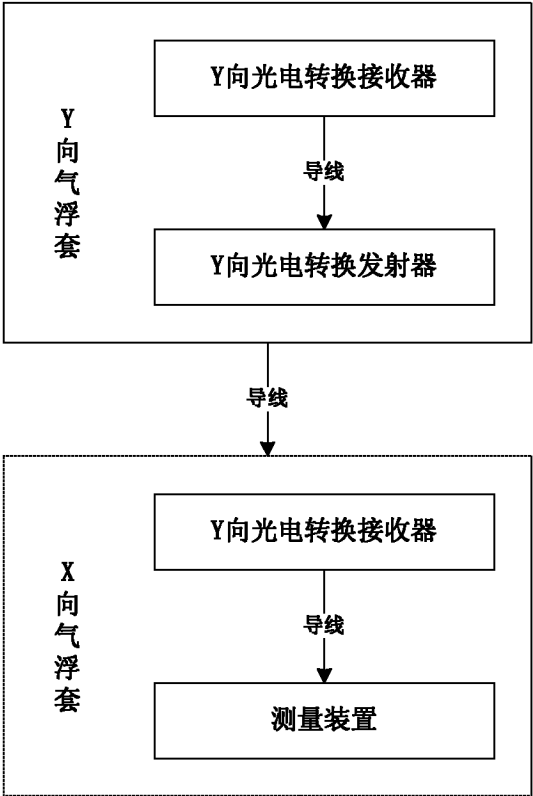


图 5