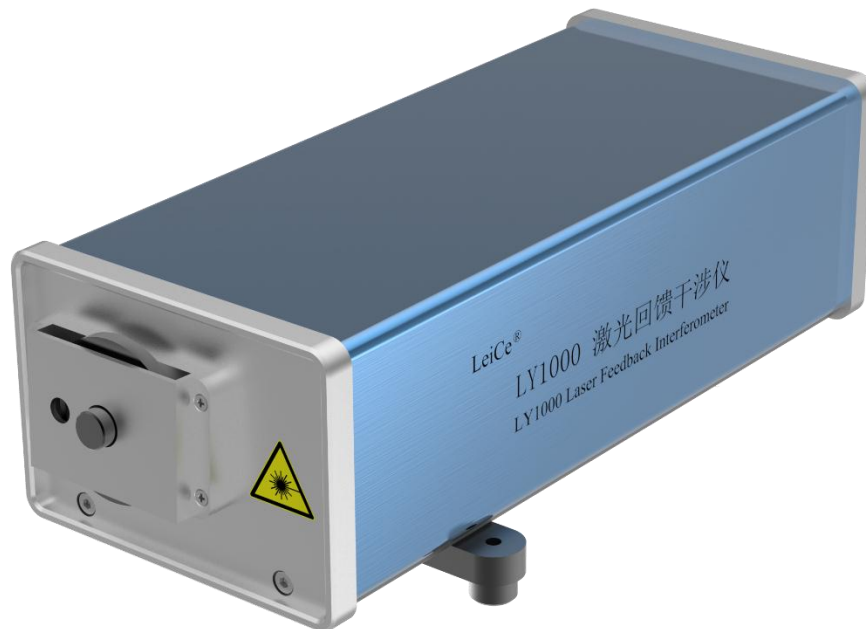


# LY1000 激光回馈干涉仪 使用手册



北京镭测科技有限公司

清华大学精密测试技术及仪器国家重点实验室

## 申明

为了保证仪器的正常运转和使用，保证人身安全，使用仪器前请先阅读该文件。本公司对因仪器使用不当造成的任何仪器损坏、人身伤害和其他损失不负任何责任。

该文件所列的所有参数、操作、状态、描述都经过了严肃和合格的验证测试，力求达到了最佳的精确度。但不保证该文件的完全准确性，请审慎地使用该文件。本公司有权更改其中的内容而不事先通知。任何问题请及时联络本公司。

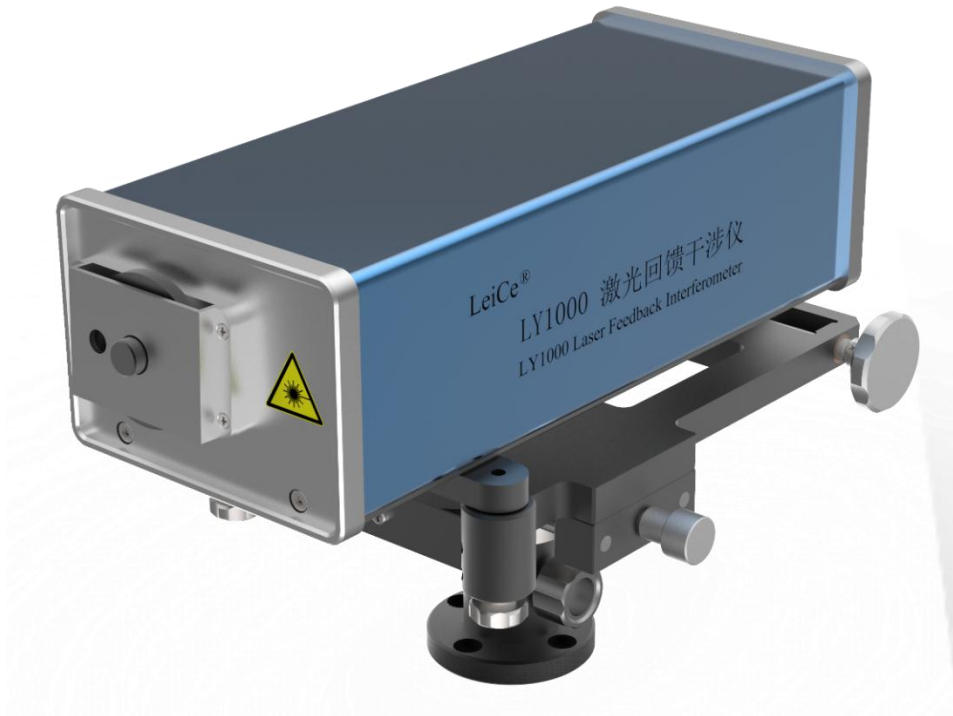
本公司对该文件拥有版权，未经许可不得擅自复印、转载和传播。本公司保留追究一切责任的权利。

## 目录

一 产品概述.....	- 4 -
1.1 系统综述.....	- 4 -
1.2 产品特点.....	- 4 -
1.3 系统组件.....	- 6 -
1.3.1 激光头.....	- 7 -
1.3.2 信号处理电箱.....	- 7 -
1.3.3 云台、三脚架.....	- 8 -
1.3.4 环境补偿单元.....	- 9 -
1.4 安全须知.....	- 11 -
1.4.1 光学安全须知.....	- 11 -
1.4.2 电器安全须知.....	- 11 -
1.5 使用步骤.....	- 12 -
1.5.1 连线.....	- 12 -
1.5.2 开机预热.....	- 12 -
1.5.3 光路调节.....	- 12 -
1.5.4 调光步骤.....	- 13 -
二 硬件驱动安装说明.....	- 15 -
2.1 相位卡驱动安装.....	- 15 -
2.2 传感器适配卡驱动安装.....	- 17 -
三 激光回馈干涉仪测量程序说明.....	- 18 -
3.1 软件功能界面介绍.....	- 18 -
3.1.1 菜单栏.....	- 19 -
3.1.2 环境参数显示窗口.....	- 19 -
3.1.3 设备状态监测窗口.....	- 19 -

## 一 产品概述

### 1.1 系统综述



LY1000 激光回馈干涉仪实现位移测量的基本原理是微片激光器的移频光回馈效应和外差式相位测量方法，该产品可实现非配合目标的非接触式测量。

### 1.2 产品特点

#### 1.2.1 高灵敏度，可实现对非配合目标的非接触式测量

在光学测量领域，配合目标是指目标表面光滑且反射率很高的目标。而非配合目标则是指表面反射率很低或粗糙度较高的物体。基于激光回馈效应，被测物表面产生的微弱反射或散射光信号就可以对激光器产生一定幅度的功率调制，这使得激光回馈干涉仪不需要像传统激光干涉仪那样需要靶镜反射光信号才能进行测量。

柔软、高温、微小的物体以及液面等这种无法安装靶镜的目标，传统的激光干涉仪无法使用，回馈干涉仪可以满足这些领域的测量需求。

### 1.2.2 有较高的分辨率和较大量程，测量结果可以溯源

与传统非接触测量方法相比，LY1000 激光回馈干涉仪的分辨率可达纳米量级，量程可达 3-5m，如果加扩束镜量程可进一步提升。同传统激光干涉仪一样，测量结果可以溯源到光波长，从而无需标定。

传统的非接触测量方法分辨率和量程无法兼顾，如激光三角法虽然可进行非接触测量，但分辨率一般都在微米量级，量程在厘米量级，而且需要标定，无法满足一些高精度测量场合。

### 1.2.3 固体微片激光器光源，寿命长

LY1000 使用半导体激光器泵浦的固体微片激光器作为光源，相比传统 He-Ne 气体激光器寿命更长。

### 1.2.4 环境补偿，保证测量高精度

LY1000 激光回馈干涉仪配有环境传感器，长距离测量时可以进行实时环境参数补偿，提高测量精度。

### 1.2.5 拥有自主知识产权，售后保障可靠

激光回馈干涉仪的性能指标如表 1.1 所示。

表 1 LY1000 激光回馈干涉仪的性能指标

指标	技术参数
激光头尺寸	300×126×90mm
激光器类型	Nd:YVO <sub>4</sub> 微片激光器
激光波长	1064nm
稳频精度	~10 <sup>-7</sup> (典型值)
开机预热时间	5min
分辨率	2nm
线性测量范围	1-5m (视具体工况而定)
最高测量速度	50mm/s

### 1.3 系统组件

LY1000 激光回馈干涉仪主要包括：激光头、信号处理电箱、云台、环境传感器、三脚架等组件。

表 2 主要系统组件

	
<p>激光头</p>	<p>信号处理电箱</p>
	
<p>云台</p>	<p>三脚架</p>
	
<p>仪器箱</p>	<p>三脚架携带包</p>
	
<p>传感器适配卡</p>	<p>环境传感器</p>

### 1.3.1 激光头

激光头为光源，发射激光，同时用于信号接收，内部集成高精度温控模块用于稳频，保证输出激光的频率稳定性。

LY1000 激光回馈干涉仪的激光头发射两种波长的激光，一束是波长为 1064nm 的红外光，是测量光；另一束为可见红光波长 650nm，用于指示光路。激光头前端装有衰减片，调整旋转角度可以调整衰减倍率，用于调整信号强度。



图 2LY1000 激光头

### 1.3.2 信号处理电箱

信号处理电箱为 LY1000 激光回馈干涉仪的信号处理单元，内部集成了数据采集卡。电箱通过一条线缆与激光头相连，为激光头供电，接收激光头测量的位移信号，通过电箱前部的 USB 接口将处理后的信号数据传输到电脑。电箱前部有 5 个信号指示灯，用于指示被测物产生的光信号的强度。



图 3 LY1000 信号处理电箱

### 1.3.3 云台、三脚架

云台用于固定激光头，可精确调整激光头的俯仰和偏摆角度以及平移，便于测量时调整激光头的位置，使测量光对准被测目标。

云台可以通过转接器安装在三脚架上，方便调整仪器的摆放位置，三脚架上有升降调节机构，可以调整仪器的高低。



图4 云台及三脚架



### 1.3.4 环境补偿单元

激光干涉仪的最佳测量精度取决于已知的激光光束的波长精度。激光波长不仅取决于激光的稳定性，而且还取决于激光穿过空气时的空气折射率。空气折射率主要取决于空气的温度、压力和相对湿度。

在进行线性位移测量时，空气折射率的变化会导致很大的误差。测量光束和参考光束的相位差是可以计算的，因此测量光束在空气中产生的任何波长变化都必须在激光读数中给以校正。

LC-2000 环境补偿单元能够自动测量这三个关键的环境参数，并将数据通过 USB 送到计算机软件中，在此补偿波长的任何综合变化(必要时，可以进行连续补偿)。

LC-2000 环境补偿单元最多可以接受三个材料传感器测量的温度数据。假设把合适的材料热膨胀系数输入了计算机的话，那么全部的测量结果都是归一化到机床温度(即材料温度)为 20°C 时的状况。

LC-2000 环境补偿单元无需单独电源，通过计算机 USB 接口取电。使用 LC-2000 环境补偿单元时，线性位移测量精度会高于  $\pm 0.5\text{ppm}$ 。



a 传感器适配卡



b 材料传感器

c 环境传感器

图 2 LC-2000 环境补偿单元

## 1.4 安全须知

### 1.4.1 光学安全须知

#### 警告

- 1.使用控制开关或调整装置时，说明书规定之外的操作程序会导致光辐射的危险暴露。
- 2.同理，拆卸 LY1000 激光头会造成辐射光束的暴露，并造成眼睛的永久损害。

#### 警告

1. 不要直视输出光束，否则会伤害眼睛。
2. 当调整系统时，应确保激光光束不能直接、或经由一个光学元件反射、或经由其它任何高反射平面反射进入操作者或周围人员的眼睛。

从侧面观看激光是相当安全的。

### 1.4.2 电器安全须知

#### 警告

地线必须在电源线供电端接地。  
若地线没有有效地接地的话，会有触电(电击伤)的危险。  
电网稳定性因地区差异有很大不同，为确保仪器的正常运行，强烈建议用户配接地线。

#### 警告

零线不用保险丝。各装置在与电源连接时，务必保证正确的芯线接到火线上，特别是连接裸端电源线或加入任何一种接长电缆时要尤为当心。

## 1.5 使用步骤

### 1.5.1 连线

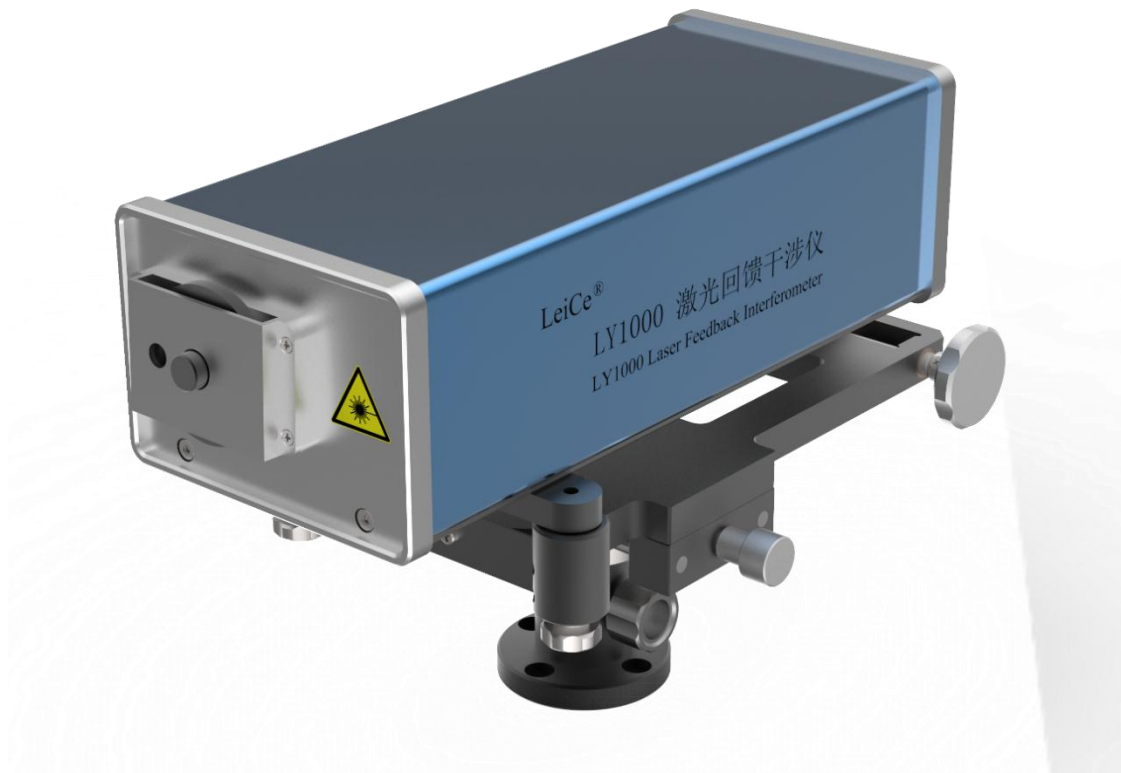
- (1) 将激光头尾部的接口与电箱后端对应的接口用线缆相连
- (2) 将电箱与电脑用 USB 线相连

### 1.5.2 开机预热

激光头后端有红绿黄三个稳频指示灯，用于显示稳频温度值的高低。激光器温度过高或过低时红灯和黄灯分别点亮，激光器温度达到设定的稳频温度值后绿灯亮。一般开机预热约 5 分钟激光器温度将达到稳频设定温度值。

### 1.5.3 光路调节

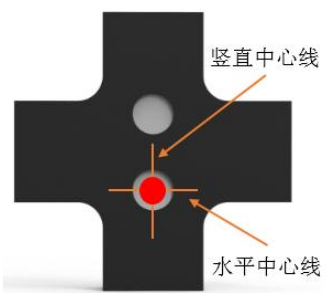

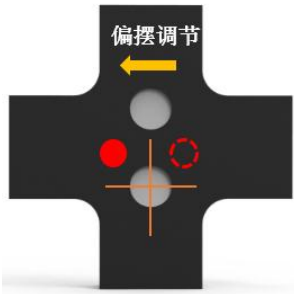
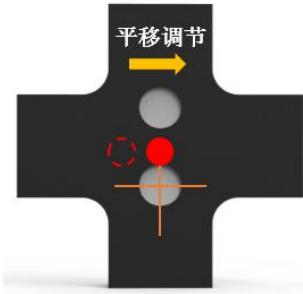
光路调节时会用到各种调节机构，使激光头具备平移、升降、偏摆、俯仰这些功能。LY1000 激光回馈干涉仪发射的激光为波长 1064nm 的红外光，为方便用户使用，在仪器内部加入了与红外光重合的可见的红光作为指示光。使用时，将红光的激光光点打在待测目标上即可。光路调节时避免直视出光口，否则可能对眼睛造成损伤。


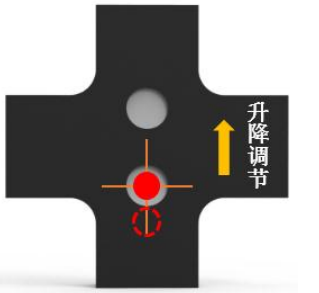
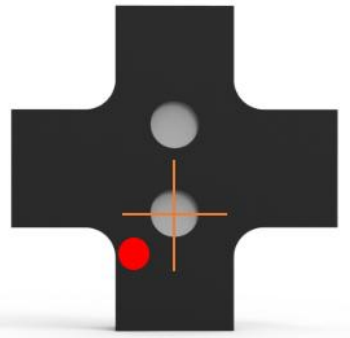



近距离测量调光时，观察指示红光即可，但由于红光和红外光很难做到完全共光路，因此在长距离测量时仍需按照红外光进行调光。此时推荐使用四象限光斑位置探测器进行调光。

调整回馈干涉仪的激光头的俯仰偏摆角度以对正被测目标，调节时观察电箱的信号指示灯。电箱有 5 个信号指示灯，指示被测物产生的光信号的强度。不放物体时有 0 个或 1 个灯亮。放好被测物并调整，两个以上的灯亮时仪器方可正常工作。建议调节物体与仪器的相对角度使得 3 个、4 个灯亮，此时仪器处于最佳工作状态。当 5 个灯全亮时信号处于饱和状态，可能造成测量误差较大，可调节仪器出光口处的衰减片以衰减信号强度，使得 4 个灯亮，避免信号饱和。衰减片为易碎光学元件，避免碰撞，并保持衰减片的清洁。

### 1.5.4 调光步骤

	
1) 导轨近端，调整云台和三脚架使光斑对正白点中心	2) 移动导轨运动台，反射镜远离激光头后光斑位置发生偏离，停止移动导轨
	
3) 调节偏摆旋钮，使光斑移动至竖直中心线对称位置	4) 调节平移旋钮，使光斑中心对正竖直中心线

	
<p>5) 调节俯仰旋钮，使光斑移动至水平中心线对称位置</p>	<p>6) 调节升降手柄，使光斑对正白点中心</p>
<p>7) 沿运动轴移动反射镜，使其继续远离激光头。当光斑再次偏离光靶白点中心后停止。重复步骤 2 到 6，直到反射镜到达导轨运动轴末端。</p>	
	
<p>8) 光斑在导轨末端对正白点中心后，将反射镜移回导轨近端，光斑与白点中心可能会发生偏离</p>	<p>9) 调节平移和升降，使光斑对正白点中心</p>
<p>10) 重复步骤 2 到 9，直到光斑在整个运动行程内都能保持在光靶白点的中心。</p>	

**提示 1:** 先调平移再调升降；三脚架主轴升降时会发生角度偏转，此时需要调整云台的偏摆旋钮，使光斑对正白点中心；

**提示 2:** 若光线已经与运动轴平行，如需平移激光头使光斑对正白点中心，也可以通过调整反射镜在运动台上的水平位置来实现；若是升降调节光斑位置，可以通过调整反射镜的固定高度使光斑对正白点中心。

## 二 硬件驱动安装说明

LY1000 激光回馈干涉仪使用前需要安装两个硬件驱动，相位卡驱动以及环境补偿传感器适配卡驱动。

### 2.1 相位卡驱动安装

第一步，准备驱动程序，驱动程序在文件夹名为”driver”的下面。

第二步，用 USB 线将电箱与计算机相连，计算机提示发现新硬件。

第三步，右键单击“我的电脑”打开“设备管理器”，找到发现的相位卡硬件 PHASEH，测试图标上有一个感叹号，双击，手动更新驱动。

驱动安装成功后可以在计算机管理中找到，安装步骤如图所示。

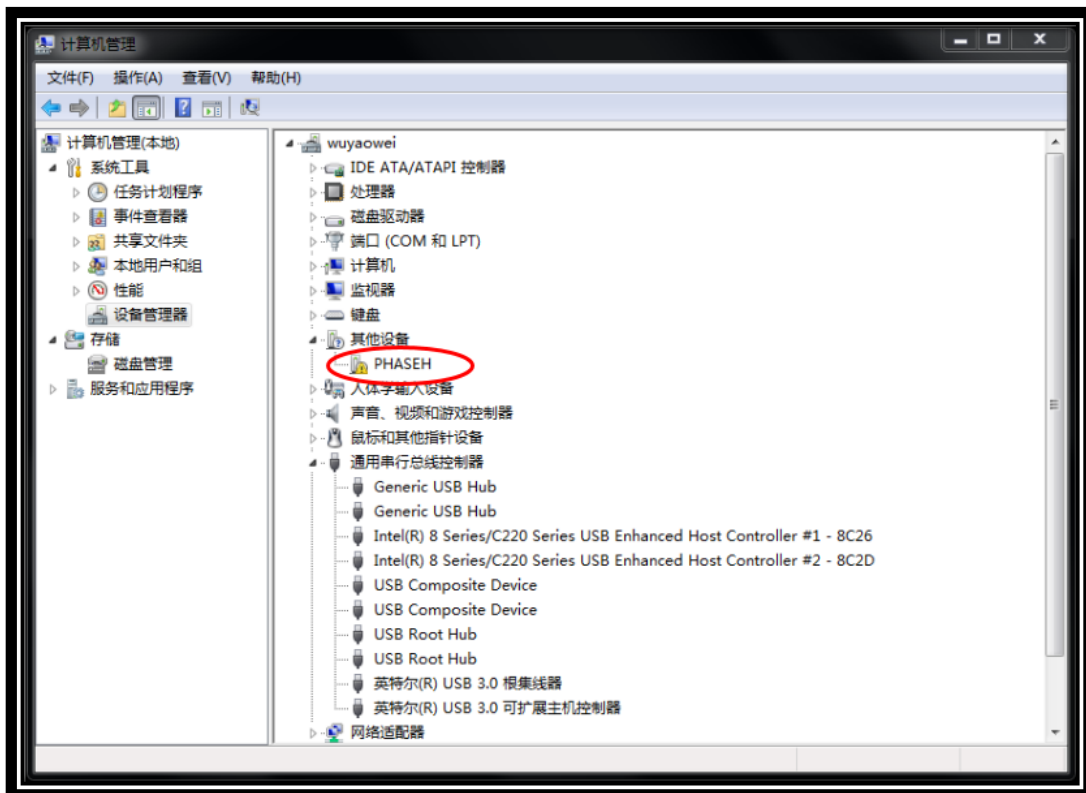


图 2.1 连接电脑与电箱发现新硬件

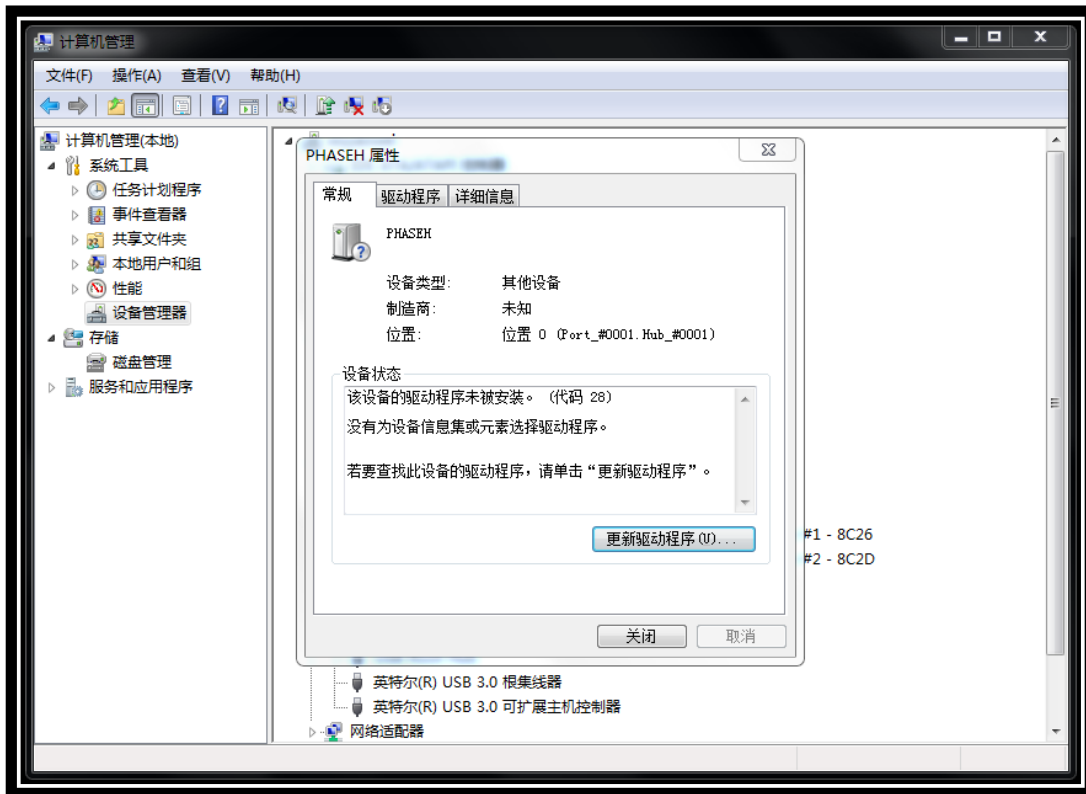


图 2.2 双击图标安装驱动程序

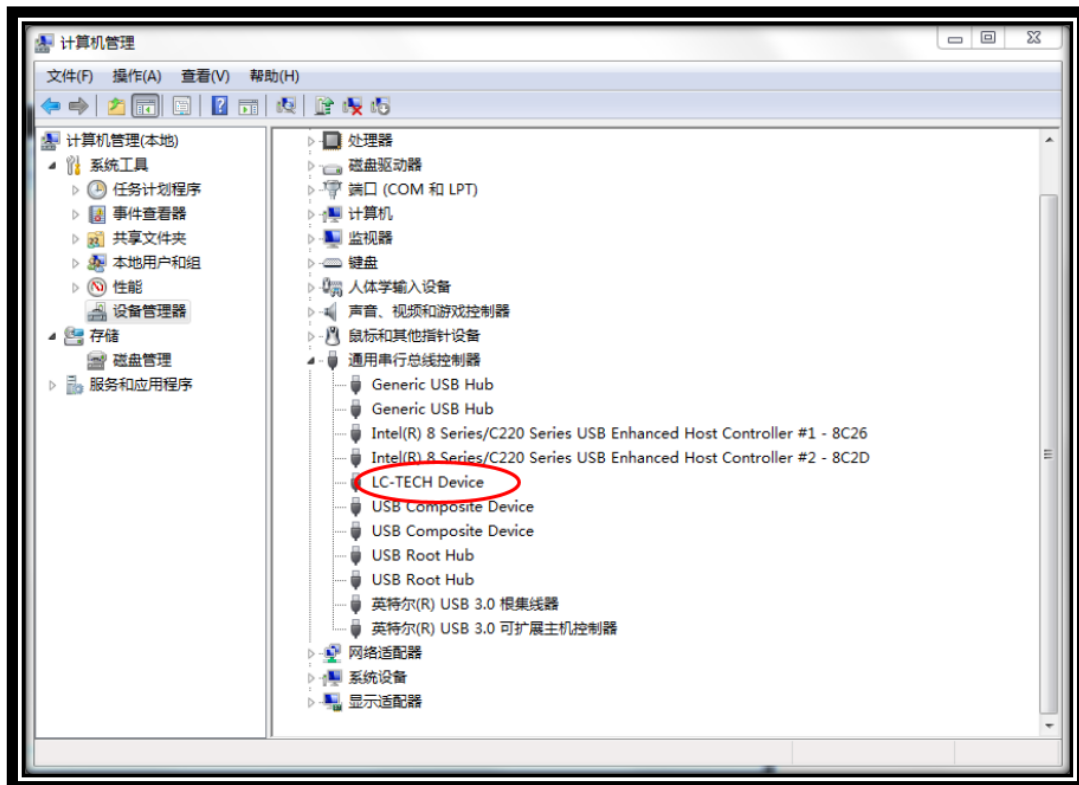


图 2.3 程序安装完成



## 2.2 传感器适配卡驱动安装

第一步，准备驱动程序，驱动程序在文件夹名为“driver”的下面。

第二步，用USB线将环境传感器适配卡与计算机相连，计算机提示发现新硬件。

第三步，右键单击“我的电脑”打开“设备管理器”，在栏目下找到发现的新硬件，图标上有一个感叹号。

第四步，双击，手动更新驱动，找到驱动所在文件夹，安装驱动即可。

驱动安装成功后可以在计算机管理中找到，安装步骤如图所示。

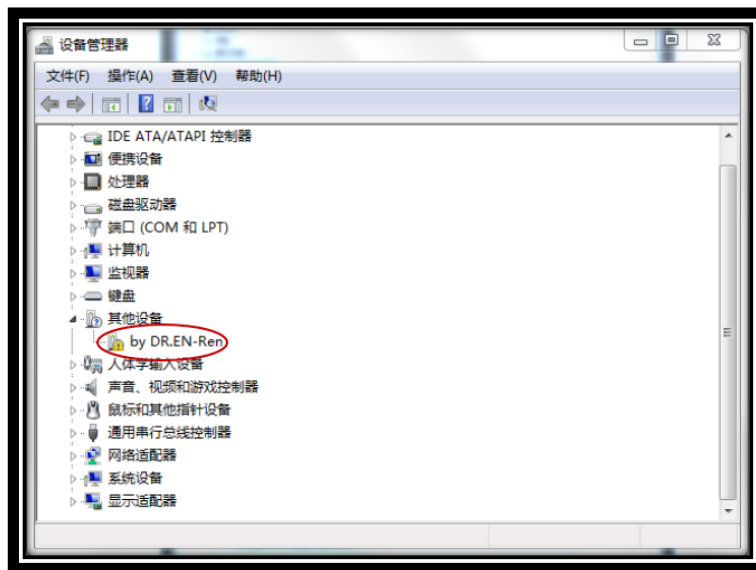


图 2.4 连接电脑与适配卡发现新硬件

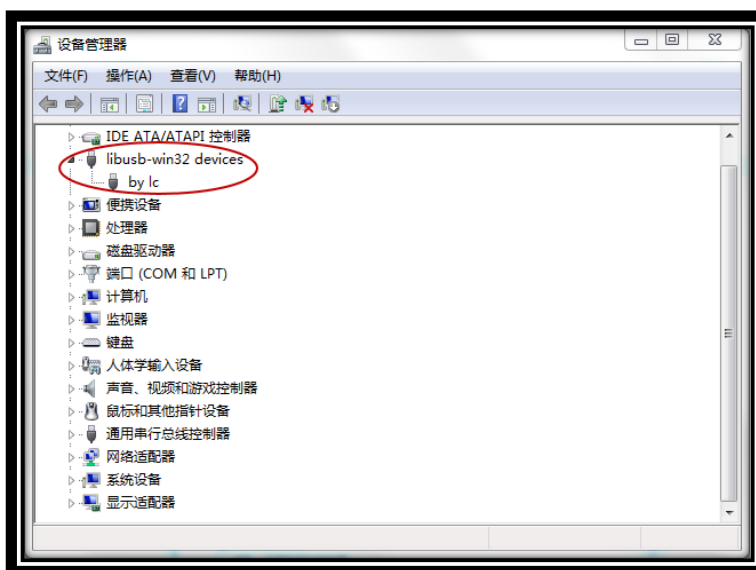


图 2.5 双击图标安装驱动程序，完成驱动安装

### 三 激光回馈干涉仪测量程序说明

#### 3.1 软件功能界面介绍



图 3.1 软件操作界面

序号	功能
1	菜单栏，设置采样参数，保存数据等
2	数值显示窗口，显示最终数值及曲线
3	数值显示窗口，显示测量光路数值及曲线
4	数值显示窗口，显示参考光路数值及曲线
5	环境补偿数据显示窗口
6	设备状态监测窗口，显示信号强度，波长

### 3.1.1 菜单栏



名称	功能
触发模式	触发模式选择，包括内触发、外触发，默认内触发
光学模式	设置光学测量类型，默认为线性测量
小数位数	设置数值显示的小数位数
单位切换	切换显示单位，mm、 $\mu\text{m}$ 、nm 等
设置初值	设置开始测量时的初始数值
复位测量	数据显示清零
数据存储	记录测量数据，数据保存位置为软件安装根目录
采样率设置	设置数据保存的采样频率，设置范围 1~200

### 3.1.2 环境参数显示窗口

温度( $^{\circ}\text{C}$ )	<input type="text" value="20"/>	湿度(%)	<input type="text" value="50"/>	物体膨胀效应补差(ppm/ $^{\circ}\text{C}$ ):	<input type="text" value="11.7"/>
压力(kPa)	<input type="text" value="101.325"/>	温度1:	<input type="text" value="20"/>		

显示环境补偿传感器采集到的环境参数，空气的温度、湿度、压强，以及被检测物体的温度。未连接环境补偿单元时默认显示标准参数。

### 3.1.3 设备状态监测窗口

<input type="checkbox"/>	83 %	<input checked="" type="checkbox"/> CHx SHOW ID
<input type="checkbox"/>	98 %	
<input type="button" value="启动测量"/>	修正: 1.0639625788um	基准: 1.0642487400um

显示两路测量信号的强度，显示激光波长，其中 CHx 窗口勾选后会在软件界面显示测量光路及参考光路的数值显示窗口，不勾选则不显示。

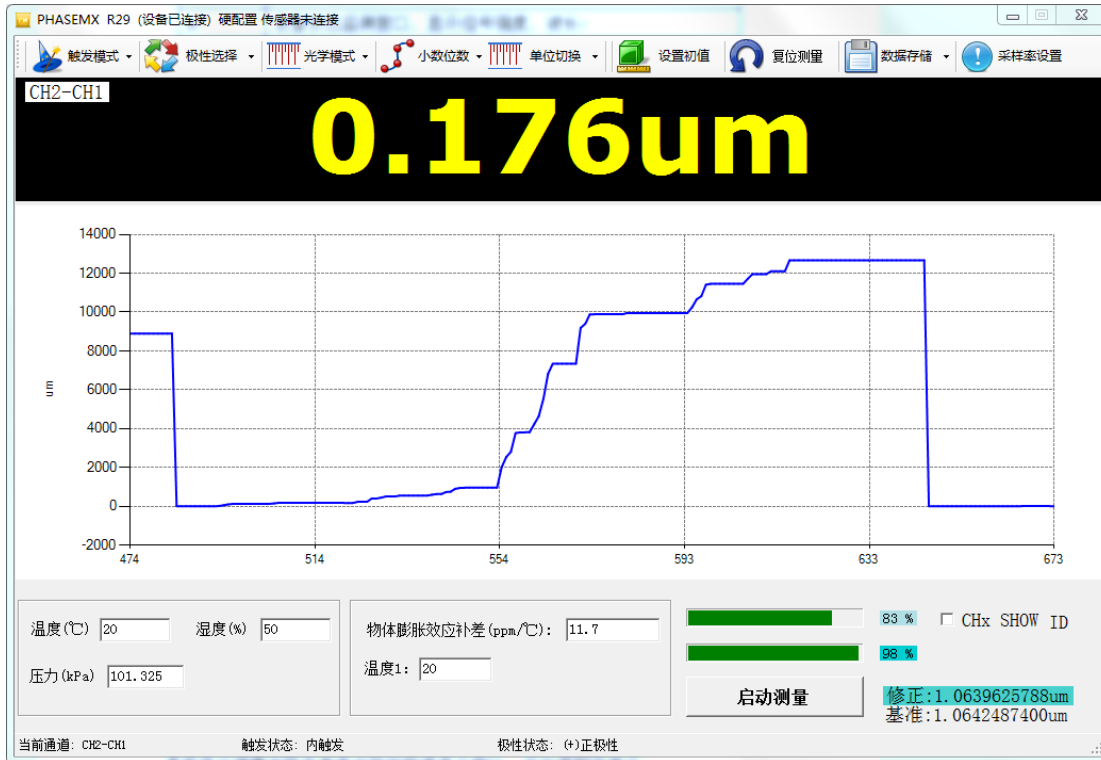


图 3.2 不勾选 CHx SHOW