

# LIBSProbe

研发用水下 LIBS 仪器



## 用户手册

November 2020  
Doc. Ref.: UM/0356-01/01



**Applied Photonics 公司**

Unit 8 Carleton Business Park, Skipton, North Yorkshire BD23 2DE, United Kingdom  
Tel +44 (0) 1756 708900 Fax +44 (0) 1756 708909 Web: [www.appliedphotonics.co.uk](http://www.appliedphotonics.co.uk)

# 目录

	Page
1. 简介	3
2. 安全	3
2.1 激光	3
2.2 辐射	5
3. 概述	6
3.1 描述	6
3.2 仪器控制台和控制面板	7
3.3 水下 LIBS 探测器	9
3.4 激光扩束器和等离子体光收集光学器件	10
4. 水下 LIBS 的操作方法	12
5. 操作前准备LIBSProbe设备	14
6. 一般工作程序	21
7. 关闭程序	23
8. 保养和检查	23
9. 运输和储存	24
10. 故障排除/故障发现	26
附录	
A1 合格证书	27

# 1 简介

LIBSProbe是一种新型水下LIBS仪器，它能记录水中固体物质的LIBS光谱。这是近20年前Applied Photonics 公司早期设计的一个先进版本的水下LIBS 探测器。与早期使用光纤传输激光辐射的设计不同，LIBSProbe探测器由一个紧凑坚固的激光与潜水探测器集成。与目前的设计不同，这款产品的其优势是拥有更高的脉冲能量和更好的激光束聚焦，可以拍摄出高质量的 LIBS 光谱。

LIBSProbe 中使用的激光电源和多通道光谱仪集与我们的LIBSCAN 25+和LIBSCAN EDU-50产品中使用的相同。该激光器是一种风冷的，闪光灯泵浦被动Q-switched Nd:YAG，标称输出脉冲能量为50至60 mJ，在高达1 Hz的脉冲重复频率。进一步的细节将在本用户手册中提供。

LIBSProbe采用了与我们早期设计的水下 LIBS 探针相同的气体吹扫原理。这包括向探针提供气体(通常是压缩空气)，使其从喷嘴孔中排出，从而从激光束到样品的路径中清除水，以便在气体(空气)而不是液体(水)环境中有效地进行浸没材料的 LIBS 分析。这在后面的用户手册中有更详细的描述。

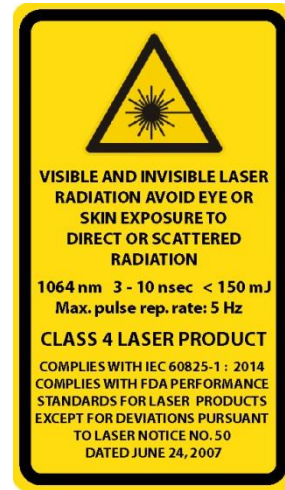
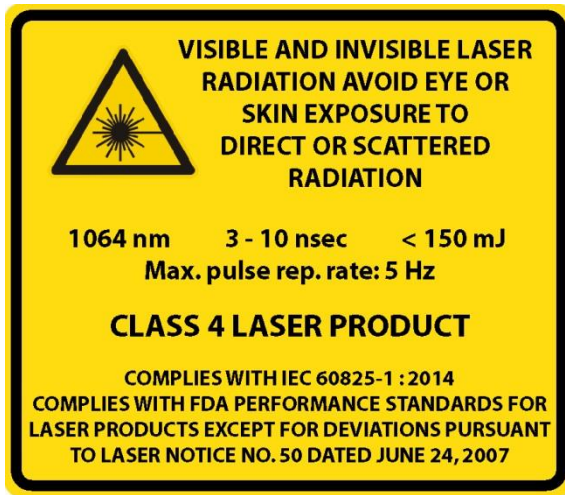
重要提示:

LIBSProbe是4级激光产品，必须进行相应的处理。在操作设备之前，请阅读本使用手册第2节中的安全信息。本用户手册提供了配置 LIBSProbe仪器和安全使用它所需的必要信息。假定使用者熟悉使用高功率激光器所产生的安全问题，并最好接受过安全使用激光产品的培训。理想情况下，您的组织将有一个指定的激光安全主任，在这种情况下，这个人应该咨询之前操作的 LIBSProbe 仪器。

## 2 安全

### 2.1 激光

**LIBSProbe**包含高功率调Q-switched Nd:YAG激光器(类别4，名义上50mJ@1064nm，3-10ns 脉冲长度，1Hz脉冲重复率)。有见可见，负责使用及维修该等设备的人士必须受过适当训练及经验丰富，并充分了解这类高功率激光设备所固有的危险。还必须在使用设备之前进行适当的风险评估，评估的方式应考虑到操作人员的技能水平、设备的拟议使用情况、设备的操作环境以及设备的使用可能对没有直接参与设备拟议使用的人产生的影响。此外，对于LIBSProbe探测器的损坏或功能不正确，必须由具有适当激光安全经验的人员(例如指定的激光安全官员)定期检查。



激光产品分类标签应用于 LIBSProbe 的实例

LIBSProbe 的设计满足相关欧洲标准(BS EN 60825)和美国标准(ANSI Z136.1)的激光安全要求。

与人体暴露于激光辐射有关的最严重危险是眼睛损伤，因为 LIBSProbe 所使用的激光产生的直接或散射激光辐射可对眼睛造成严重和永久性损伤，包括失明——这种损伤可能是瞬间的。所有的使用者应该知道这种4类激光产品所固有的危险。



## 重要

- 在操作 LIBS 设备前，请先阅读及了解本使用手册。
- 记住 LIBSProbe 配备了锂离子电池，因此可以在不连接主电源的情况下进行操作。因此，为了使设备“激光安全”，必须去掉激光钥匙。从主电源断开 LIBSProbe 并不能阻止激光器的发射。
- 确保在 LIBS 设备投入运作前，已就你的个别申请进行适当的风险评估。有关这方面的意见，请向你的激光安全主任及/或 Applied Photonics 公司查询。
- 只有合格及获授权的人士才可操作 LIBS 设备。当设备不在使用时，应将钥匙从激光按键开关上取下，并交由指定的激光负责人保管。
- 操作 LIBS 设备时，应使用合适的激光安全防护眼镜-你应就此征询你的激光安全主任的意见。
- 在不使用激光器时，必须关掉激光器，并从激光电源的按键开关上取下钥匙，以防止未经授权而启动激光器。
- 使用前应彻底检查仪器是否有损坏。



- 切勿让未经授权及/或未经训练的人士操作 LIBS 设备。
- 切勿在可能存在爆炸性气体混合物的地方操作 LIBS 设备。
- 切勿在拆除任何通道盖、面板或保护窗的情况下操作 LIBS 设备。
- 切勿将潜水 LIBS 探头置于可能存在易燃液体或任何其他可能引起易燃/易爆气体混合物的物质的环境中。在这些条件下激光的激活可能导致爆炸，造成严重的人身伤害和/或火灾危险。记住激光诱导的等离子体是点火源。
- 千万不要将激光束对准人(即使关闭激光)，尤其是眼睛，即使对方戴着激光安全眼镜。除非关闭激光按键开关并取出按键，否则激光应被视为“有效”。

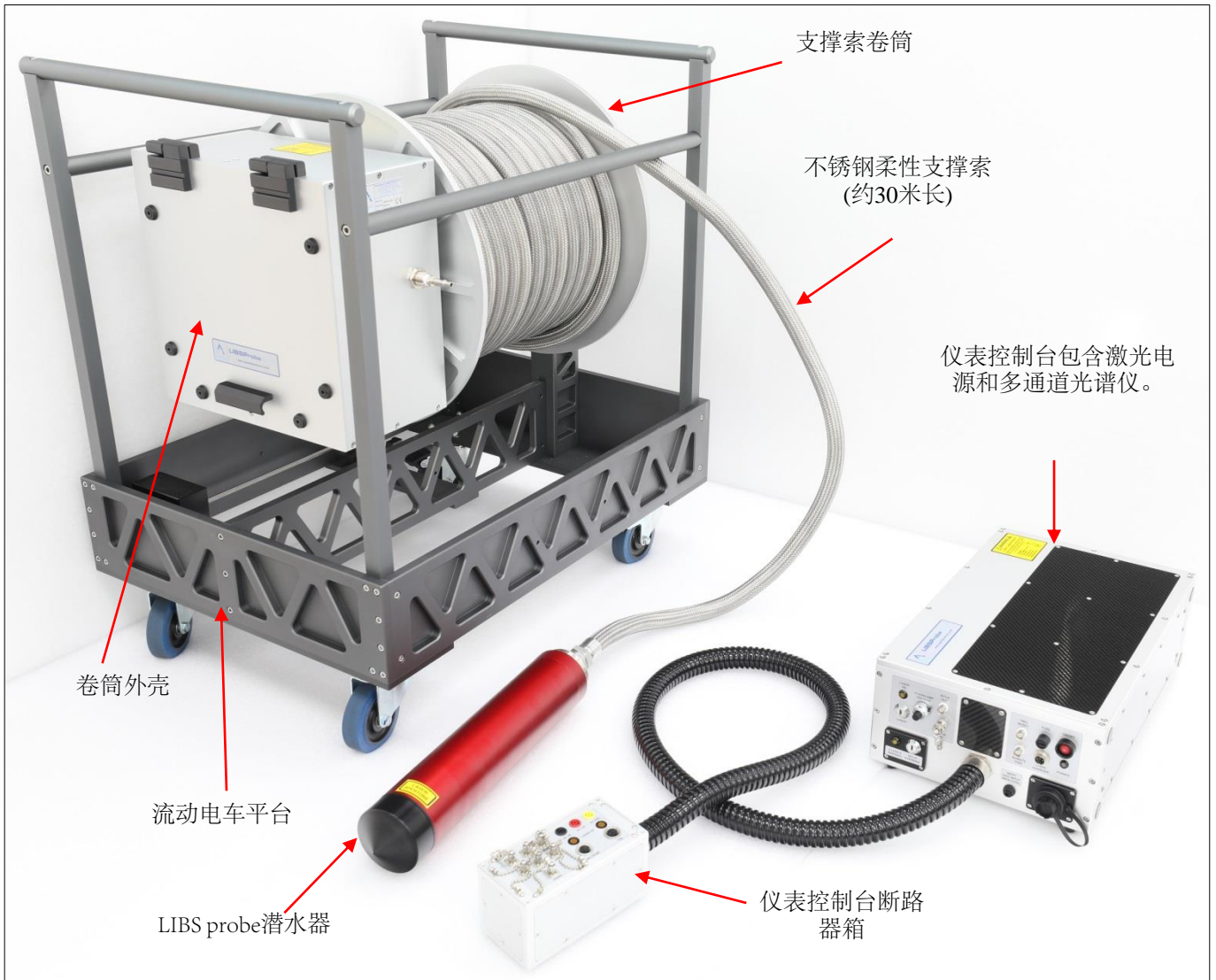
## 2.2 辐射

LIBSProbe 仪器的大多数内部电气元件在12 VDC下工作，最大电流约为3.0 Amp。集成激光器和相关电源工作在高达1,000 VDC。因此，如果设备被拆除，就会有触电的危险。在 LIBSProbe 仪器中没有用户可维护的部件，因此不应拆卸设备(这样做将使保修无效，并让用户暴露于电力和/或激光辐射危险)。对于维修和修理，设备应退还给制造商或授权代理商。

### 3 概述

#### 3.1 描述

下图中说明了LIBSProbe 的主要组件。

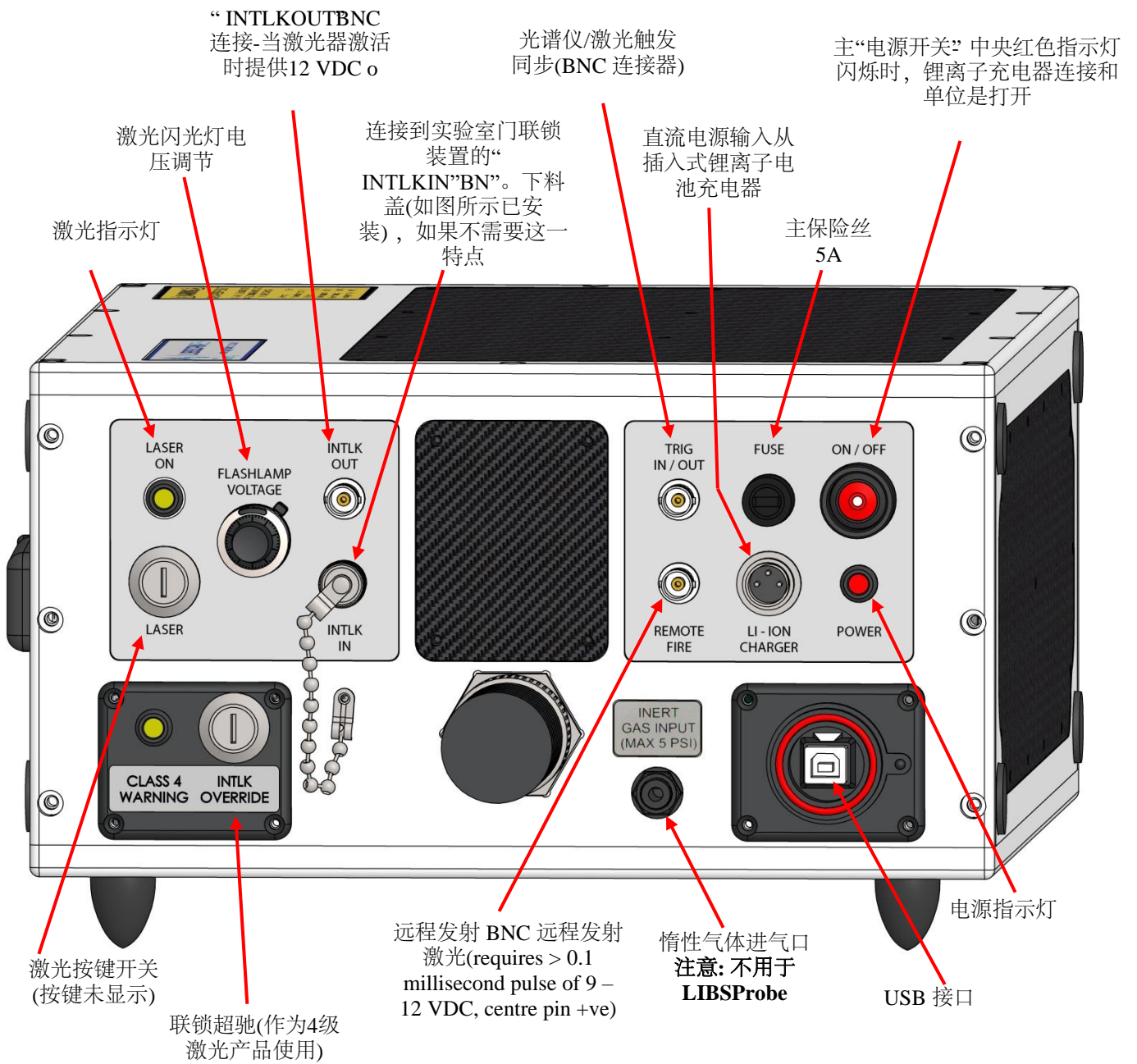


图片说明了 LIBSProbe仪器的主要部件

仪器控制台包括光学光谱仪(最多可安装六个光谱仪)、激光电源、锂离子电池和各种电气/电子元件。LIBS probe探头由激光头、激光扩束器光学元件和等离子体光收集器光学元件组成，仪器控制台采用长度约为1.6米的柔性电缆，电缆端部装有断路器。在将潜水探头卷出到所需的长度后，断路器盒连接到卷筒外壳上(这在本用户手册后面有解释)。仪表控制台的控制面板提供与仪表操作相关的各种开关和电气连接，其详细情况将在本使用手册后面解释。

### 3.2 仪表控制台和控制面板

下图显示了位于控制面板上的各种连接器、开关等。



#### 联锁控制

位于LIBSProbe 仪器控制台控制面板上的联锁超驰按钮开关必须为激光操作激活。这是因为LIBSProbe 只能作为4级激光产品使用。联锁覆盖按钮开关应该通过按顺时针方向转动按钮来“打开”。当联锁覆盖按钮开关被激活时，按钮开关左侧的橙色/黄色 LED 指示灯(标记为4级警告)将持续闪烁。为了防止未经授权的激活，应该从联锁覆盖按钮开关中删除密钥。

“INTLKIN”端口需要在一个闭合电路(即。短路)条件激活前的激光是可能的。当LIBSProbe 仪器没有连接到外部激光安全联锁系统时，采用落料盖来实现这一条件。该“INTLKOUT”端口提供了一个12伏直流输出(中心管脚 + 五)每当激光器是通过按钮开关打开。因此，这个口可能是用来

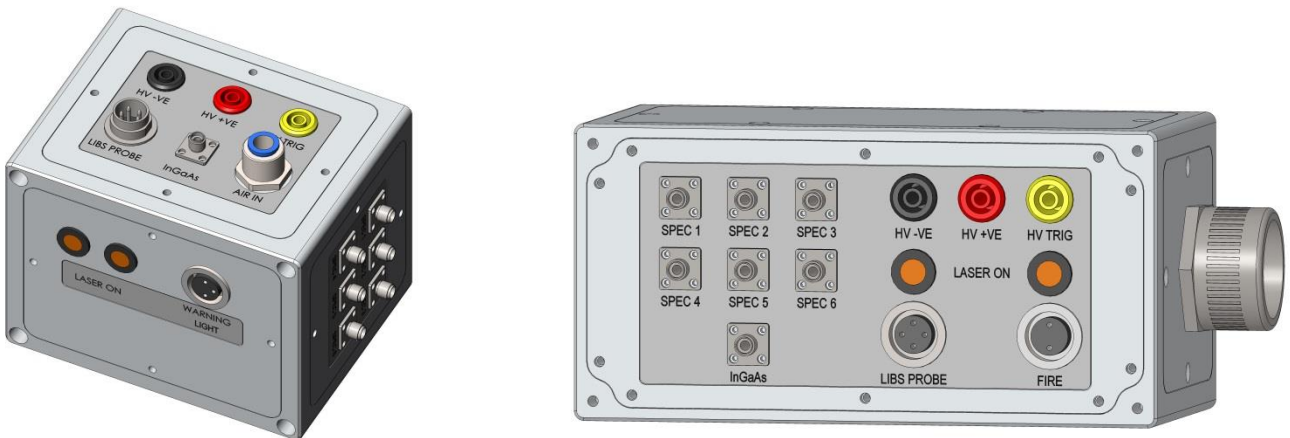
照亮适当的警告灯或驱动继电器。从这个端口流出的电流应该限制在小于大约250毫安—— 电流最终受限于安装在 LIBSProbe仪器控制台后面板上的主保险丝(3安培防浪涌)。

“闪光灯电压”控制是工厂设置的刻度读数通常为750至850，每个仪器的实际价值正在相关的测试报告中说明。注意刻度读数(即0至1000)不等于实际电压(可调电压范围约为500至1000伏直流)。降低闪光灯电压将最终导致激光器不发射，同时增加闪光灯电压将最终导致激光器在“双脉冲”模式下工作(即每个大约50mJ 的2个脉冲，在时间上相隔几十um)。请注意，这种类型的“双脉冲”操作通常不适合 LIBS 测量。重要: 闪光灯电压不应该调整，除非有一个很好的理由这样做。请联系应用光子有限公司，以获得有关此事的建议。如果闪光灯电压高于其工厂设定值，则应相应地降低激光器的重复频率/占空比。

标有“ REMOTE FIRE”的 BNC 端口为用户提供了远程发射激光的选择，而不是使用连接到 LIBSProbe 仪器控制台的断路器的“激光发射”触发按钮的正常发射激光的方法。“远程点火” BNC 端口可以通过持续时间至少为0.1毫秒、振幅为9至12伏直流(中心引脚 + ve)的电压脉冲激活。请注意，适用于此端口的绝对最大电压必须限制在12伏直流。标记为“ TRIG IN/OUT”的端口可以按以下两种方式使用。当不使用激光时，可以通过连接 TTL 兼容触发器到“ TRIG IN/OUT”端口从外部源触发光谱仪。当使用激光时，“ TRIG IN/OUT”端口提供一个与激光脉冲同步的 TTL 脉冲(这是用于触发位于 LIBSProbe仪器控制台内的光谱仪的同一脉冲)。

请注意，在正常使用中，不使用“ REMOTEFIREBNC 端口和“ TRIGIN/OUTBNC” 端口。它们是为设备的特殊应用而提供的。

仪表控制台断路器箱仪表控制台有一个短的灵活的支撑索终端与一个断路器箱，如下所示的权利。

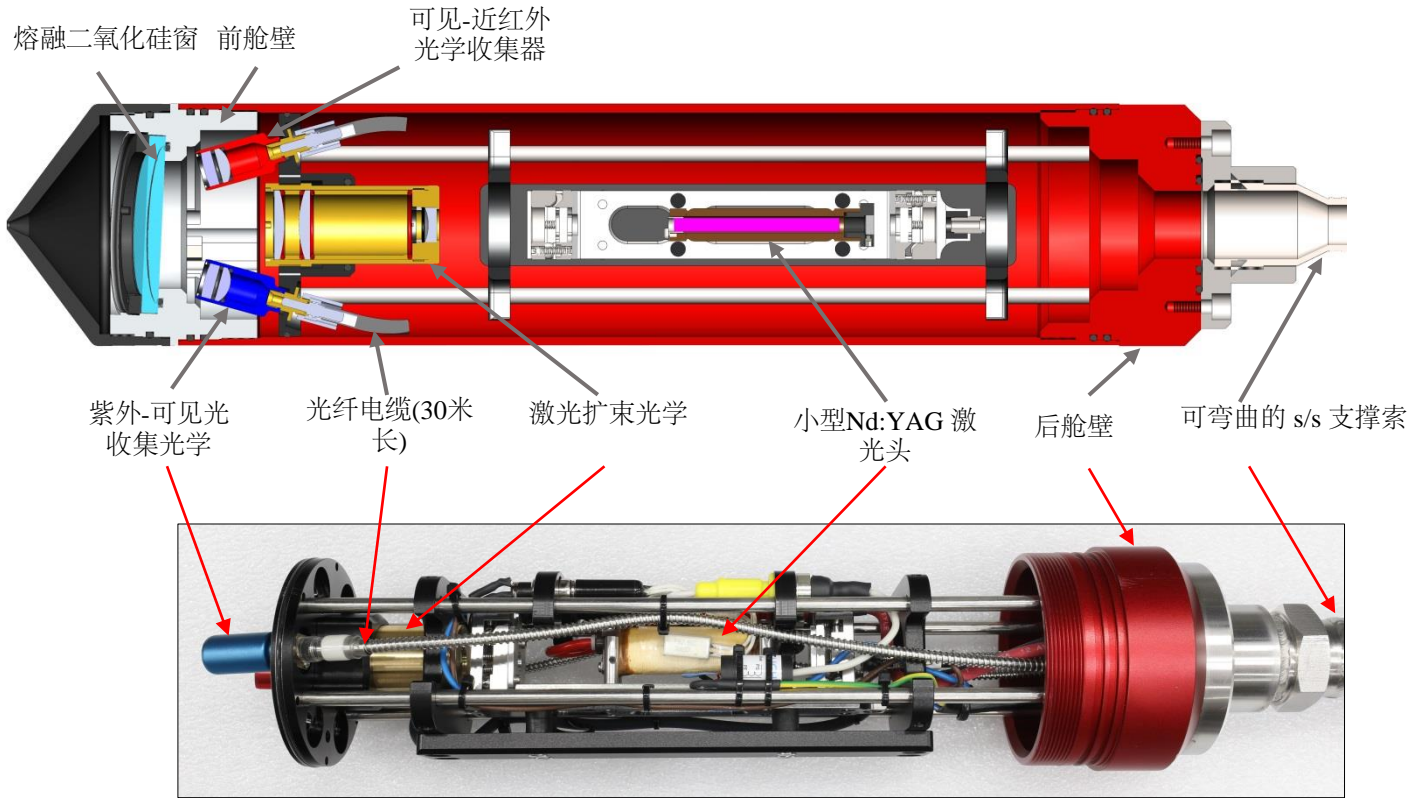


接线盒的设计是连接到卷筒外壳(如本使用者手册第5节所述)，并可使用所提供的光纤和电缆接线线连接到位于卷筒外壳内的相应接线盒(如左图所示)。请注意，这两个断路器箱配备了双激光警告灯，这是照明时，激光键盘开关被激活。



### 3.3 水下LIBS 探测器

水下LIBS 探测器包含激光束聚焦到样品所需的激光头和相关光学元件，以及用于将等离子体光传输到位于LIBSProbe仪器控制台内的光谱仪的等离子体光收集光学元件和相关光纤。下面的示意图和潜水器探头内件的图像说明了主要部件。



该集成激光器是一种工作在1064nm 波长范围的被动Q-switched Nd:YAG激光器，标称输出脉冲能量为50-60mJ，实际输出的脉冲能量在不同的激光器中会有所不同，可高达70mJ，LIBSProbe提供的测试报告将详细说明实际的激光脉冲能量。脉冲能量的激发-激发变化通常优于10%（稳定性测量详见LIBSProbe提供的测试报告）。注意，由于激光器的设计，不可能调整激光脉冲能量。为用户提供了调节闪光灯电压(仪表控制台控制面板上有刻度指示器的10圈电位器)的设备，以便随着闪光灯的使用而降低，在必要时可以提高电压。如果闪光灯电压太低，即使闪光灯点火，激光器也不会点火。如果电压过高，激光器可能开始以双脉冲模式工作，在这种情况下，激光器的每个“点火”将产生两个脉冲，每个脉冲名义上为50 mJ，脉冲间隔可变为几十微秒。如果使用标准脉冲激光能量计测量，双脉冲输出将看起来是一个单脉冲能量接近在单脉冲操作中获得的两倍。因此，激光分类标签附加到 LIBSProbe仪器控制台状态的最大能量为150 mJ。

#### 重要提示:

激光器不应使用双脉冲模式，因为这将大大降低激光器的寿命。未经与设备制造商(Applied Photonics 公司)或其指定代理商联系，闪光灯电压不得从工厂设定值(详见 LIBS 设备提供的测试报告)调整。未能遵守此规定将使保修失效。

虽然激光器能够以大约1Hz 的脉冲重复频率发射，但是为了延长闪光灯的寿命，建议激光器的工作频率不要超过大约0.5 Hz。如果激光器以高于0.5Hz的频率工作，则不能在至少1分钟的冷却周期的情况下，激光器不得工作超过大约60个脉冲。违反程序将导致激光过热，这将降低性能，并将减少闪光灯的寿命。激光头装有一个温度传感器，当温度超过正常操作水平时，该传感器将使激光失效。如果发生这种情况，必须关闭 LIBS 设备，至少15分钟内不得再次操作。如果在这些限制范围内操作，闪光灯的寿命预计至少为300,000脉冲。更换闪光灯需要将 LIBSProbe仪器退还给制造商或授权的当地代理商。

在 LIBSProbe仪器控制台的后面板上的脉冲计数器(见下面的 CAD 图像)用于记录已经发射的激光脉冲的总数。计数器显示器上的红色按钮用于重置计数器，但已被禁用，以便记录激光脉冲的真实总数。两个保险丝(3A 防浪涌)用于保护内部电子设备免受过电流(例如由内部短路引起的)的影响。内部的锂离子电池能够提供几十安培，因此，这是至关重要的，这些保险丝被取代，只有相同的额定和类型的保险丝原来安装。



LIBSProbe仪器控制台的后面板显示激光脉冲计数器和锂离子电池熔断器1和2

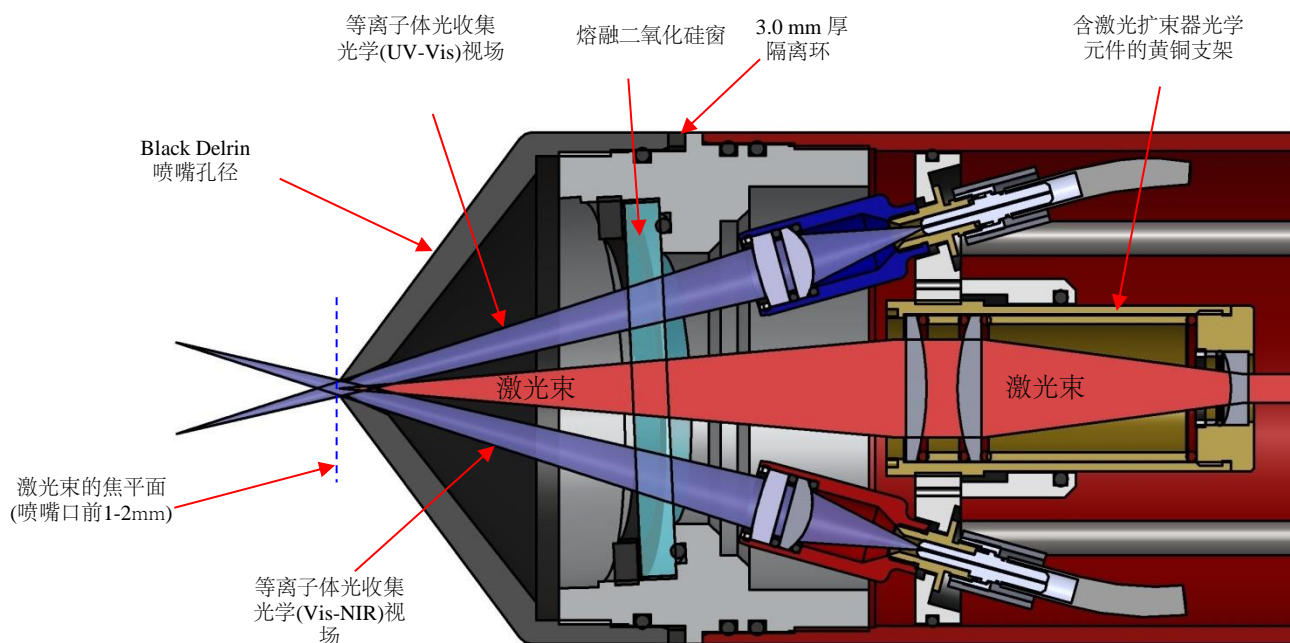
### 3.4 激光扩束器和等离子体光收集光学器件

下图示意说明了LIBSProbe仪器中使用的光学配置。激光光束扩展器由三个透镜组成，用于在距离光束扩展器孔径名义上100 mm处提供紧密聚焦的激光光束。装有扩束镜头的黄铜管件是螺纹的，因此旋转它可以使激光束的焦平面移动。一个特殊的工具是用来旋转黄铜管件后，首先删除接近激光聚焦出厂设置，不应该要求用户调整。

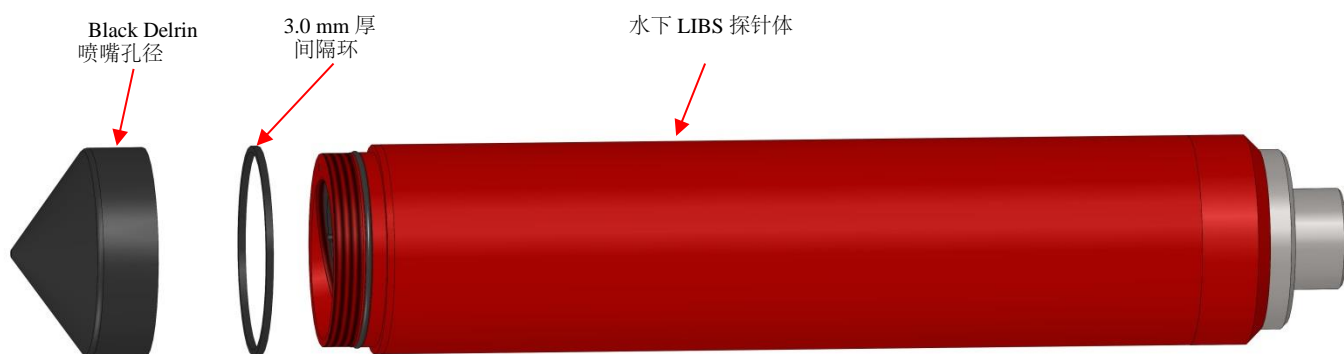
等离子体光收集光学(Blue = UV-Vis, Red = Vis-NIR)的角度使得每个收集透镜的视场收敛点与激光束的焦平面重合，如下图所示。



使用直径为2 mm 的喷嘴孔径(Black Delrin塑料)来设置样品的正确位置，即被分析的样品与喷嘴孔径接触)。喷嘴孔径还提供了吹扫气体的容器，以确保当探针浸入水中时，样品表面和激光诱导的等离子体区域能够有效地吹扫水。气体吹扫探头的工作原理在本用户手册的其他地方有描述。



3.0 mm 厚的间隔环用于为Black Delrin喷嘴孔径提供一个止点(也就是说，Black Delrin喷嘴孔径被旋入潜水探头，直到它到达间隔环)。另外提供了两个间隔环-一个厚度为2.5mm，另一个厚度为3.5mm。这些间隔环的使用允许喷嘴孔径设置位置被  $\pm 0.5$  mm 调整，从而调整样品表面相对于激光束焦平面的位置。在工厂测试期间，3.0mm间隔环在记录的光谱质量方面提供了最好的性能。

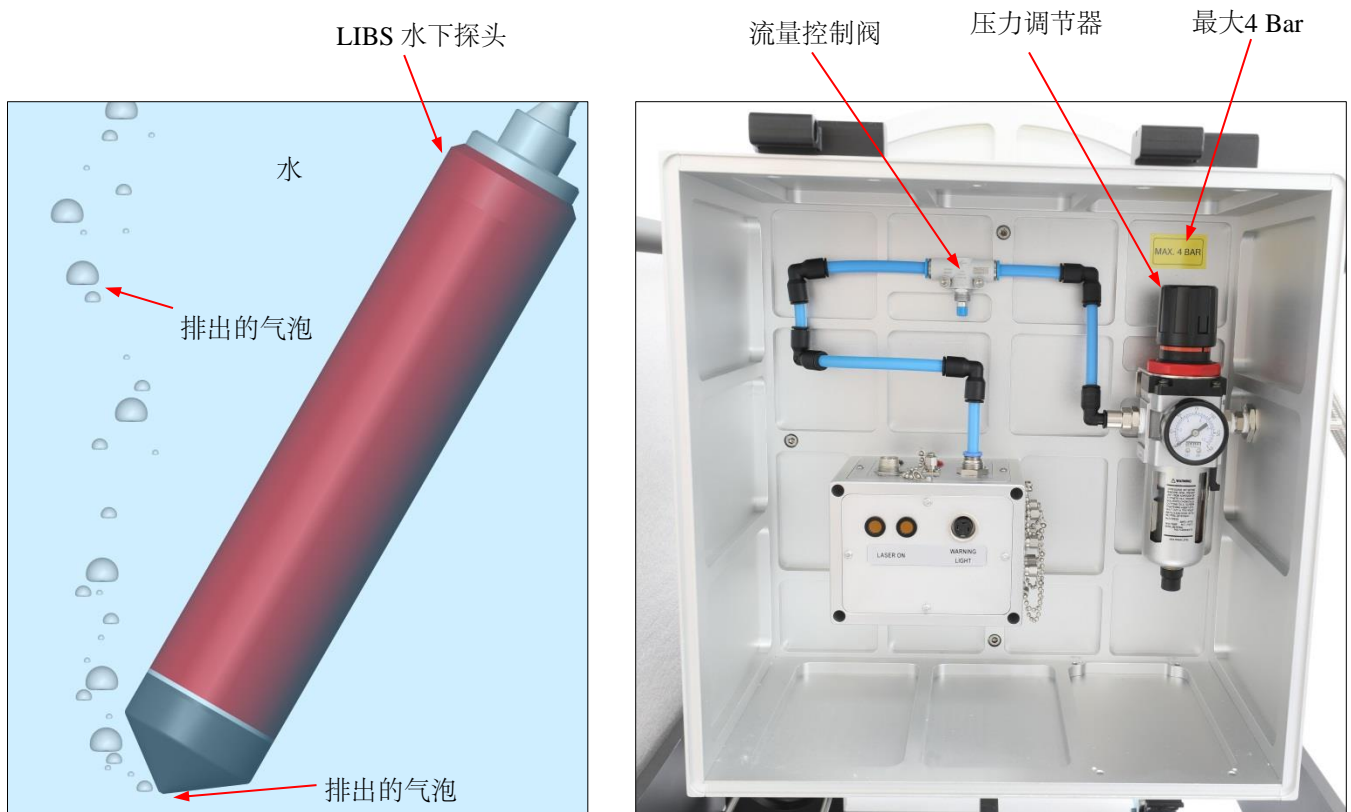


## 4. 水下LIBS 的操作方法

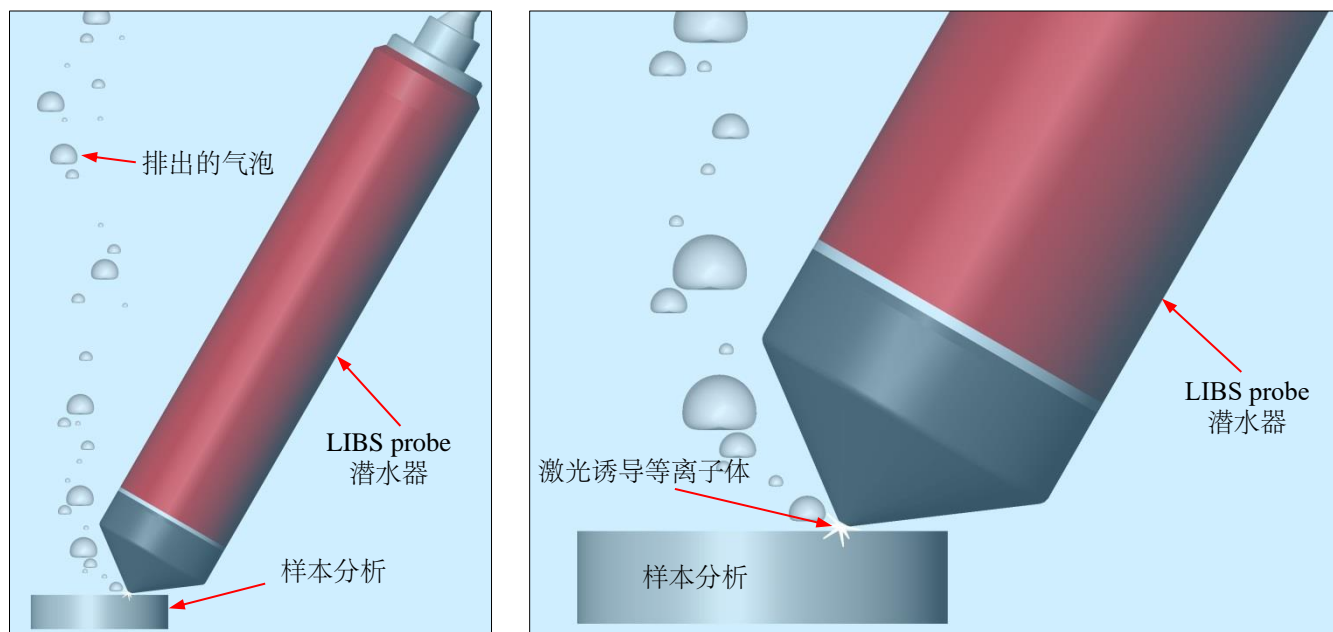
水下LIBS 探测器采用气体吹扫技术，以维持 LIBS 探测器的光学和被分析样品之间的气体环境。由单独的电动压缩机提供的压缩空气通过柔性不锈钢脐带送入水下LIBS。空气从探针的孔中排出，即在Black Delrin塑料喷嘴孔的末端的2毫米直径的孔。探头内的气压必须始终大于探头浸入的水的压力。每10米水头的水压增加大约1巴(表压)，因此LIBSProbe可能存在的最高水压是3巴，因为最大深度受到脐带长度(通常为30米)的限制。LIBSProbe配有压力调节器和可调节流量控制阀。压力调节器设置为4巴，不应调整。流量控制阀可以进行调节，以提供足够的空气流量，从而使空气始终从探头的喷嘴孔中排出。如果不遵循这一点，将导致探头的喷嘴末端充满水。

重要提示：

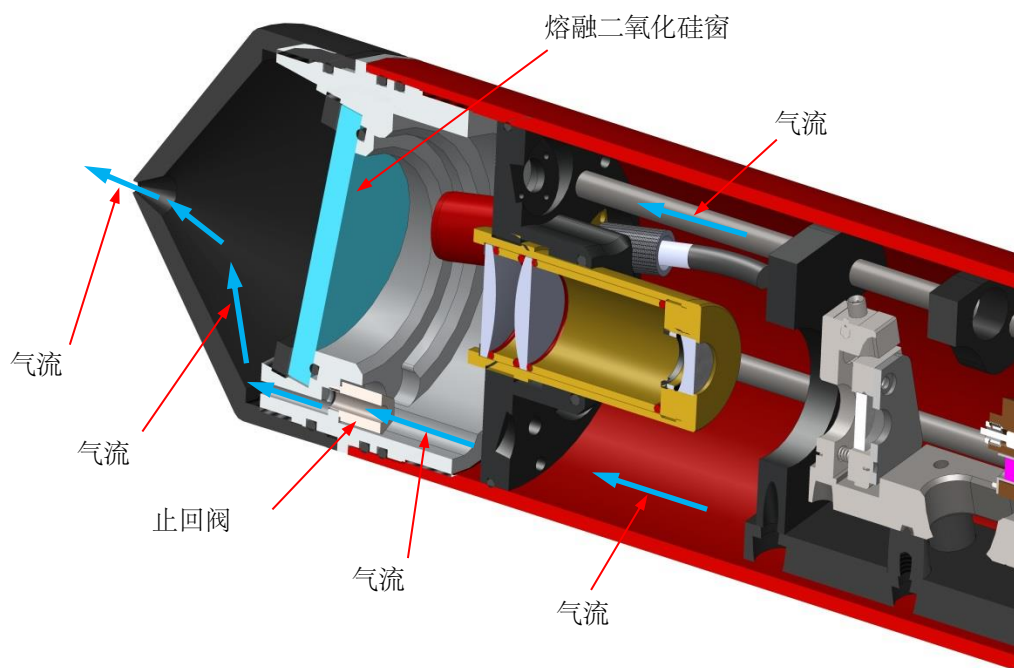
- 1.必须始终保持充足的空气供应(最大10 Bar)。建议使用两个独立的空气压缩机来提供故障保护。空气流量将需要增加根据水深的水下探头部署。在这方面需要进行一些试验。
- 2.当潜入水中时，重要的是水下探头的方向，使喷嘴孔径始终是最低点(即探头需要保持在接近垂直向下的位置，如下图所示)。
- 3.水下探头必须慢慢降低，以便空气供应有足够的时间来维持探头内部和脐带内部的充足气压。如果探测器下降得太快，探测器可能会泛滥。探测孔出现的气泡必须始终存在。



水下探头必须与待分析的固体物体接触，如下图所示。探头接近样品表面的法线进行定位，尽管如图所示可能有小角度。气体吹扫将水从光路排出到样品中，因此 LIBS 分析是在气体(空气)介质而不是液体介质中进行的。这显著提高了记录的 LIBS 光谱的质量。



原则上，气体净化方法应该足以防止水下探头浸水，但是，探头已被设计成与探头前端black Delrin喷嘴孔内的空隙分开的水密性。在探头的设计中包括一个 O 形环密封的6 mm厚的熔融石英窗，以防止可能意外进入喷嘴孔径的水到达各种光学和激光头所在的区域。通过支撑索送入探针的压缩空气充满探针的整个内部空间，并通过一个小止回阀到达喷嘴孔内的空隙中，如下图所示。



## 5. 操作前准备LIBSProbe设备

在将仪表控制台的断路器盒连接到支撑索卷筒组件之前，首先需要根据给定应用程序的需要将支撑索从卷筒中解开。注意，在不需要的情况下，不需要解开所有的支撑索。配置设备的步骤如下所述。建议采用两人操作以下步骤：一人操作水下探头，另一人操作支撑索卷筒。

### 重要提示

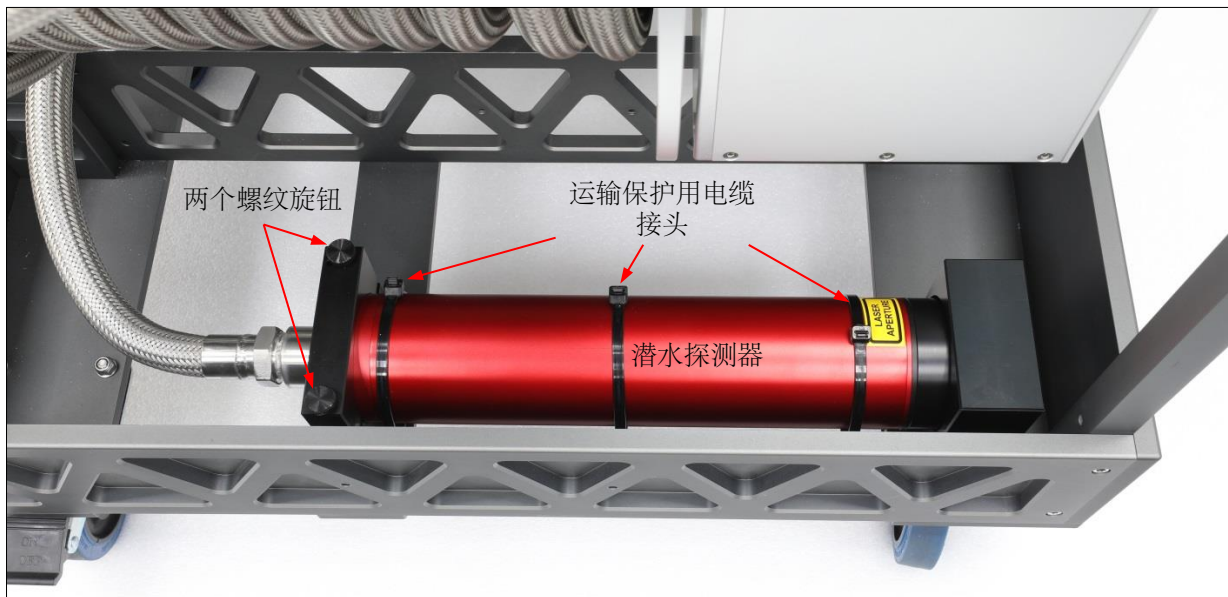
禁止完全从卷轴上解开支撑索，至少卷轴上至少留下一圈支撑索。如果不遵守指示，可能会导致永久性损坏支撑索内的光纤电缆。

### 第一步

将水下探头从移动小车底座上的支架上拆卸下来，切断用于传输保护的电缆系带，然后拧下两个有花纹的黑色螺旋旋钮卸下保持探头位置的軛架。

### 重要提示

由于水下探头含有敏感的光学元件(激光头等)，因此在任何时候都必须小心处理。在使用过程中，必须保护激光头不受冲击，否则激光头可能会失去光学对准，从而导致激光输出减少甚至为零。由于暴力操作造成的潜水探头损坏不在设备保修范围之内。



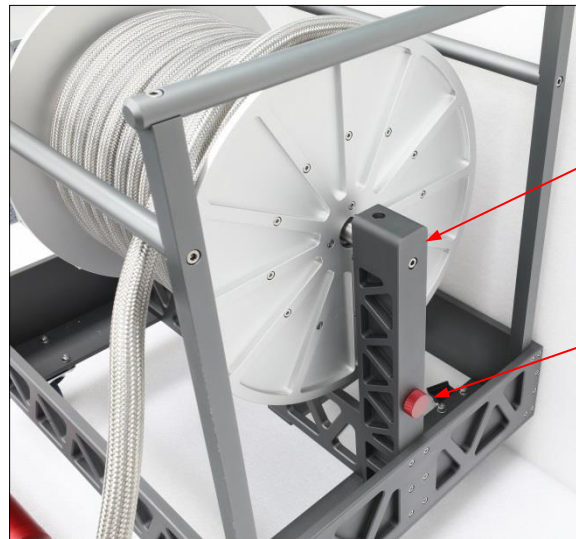
### 重要提示

注意不要过度扭转不锈钢支撑索。如果弯得太紧，它就会“扭结”，结果就是永久性的损坏。潜水探头和支撑索必须小心处理，以避免损坏。



## 第二步

解锁支撑索卷轴，使其自由旋转。锁定销位于卷轴支柱中，如下图所示。



卷轴轴支撑支柱

通过逆时针旋转红色有花纹的旋钮拧松锁定销，直到销子离开支撑索卷轴。在卷筒上有一个定位孔，当锁定位置时，锁定销适合于该定位孔。

此时，设备如下所示，与支撑卷轴自由旋转。



现在可以将支撑索从卷筒解开到所需的长度，要尽可能多的解开支撑索，否则会导致更大的风险损害的支撑索(例如，多余的支撑索可能会处理不当，过度弯曲和扭结)。一旦解开所需的支撑索长度，卷筒应该如上所述使用锁定销锁定。

### 第三步

使用4 mm AF Allen 钥匙，打开位于支撑索卷轴一侧的矩形外壳门上的六个门闩。把门打开一部分，向右滑动，这样铰链就分开了。把门可以放在一边，拧下位于底部的四个拇指螺丝，从外壳地板的右侧拆卸面板。



外壳底板可拆卸面板



如图所示，在外壳内临时存储面板和四个拇指螺丝钉

### 第四步

用四个拇指螺丝，将断路器盒安装到卷筒外壳上，如下图所示。

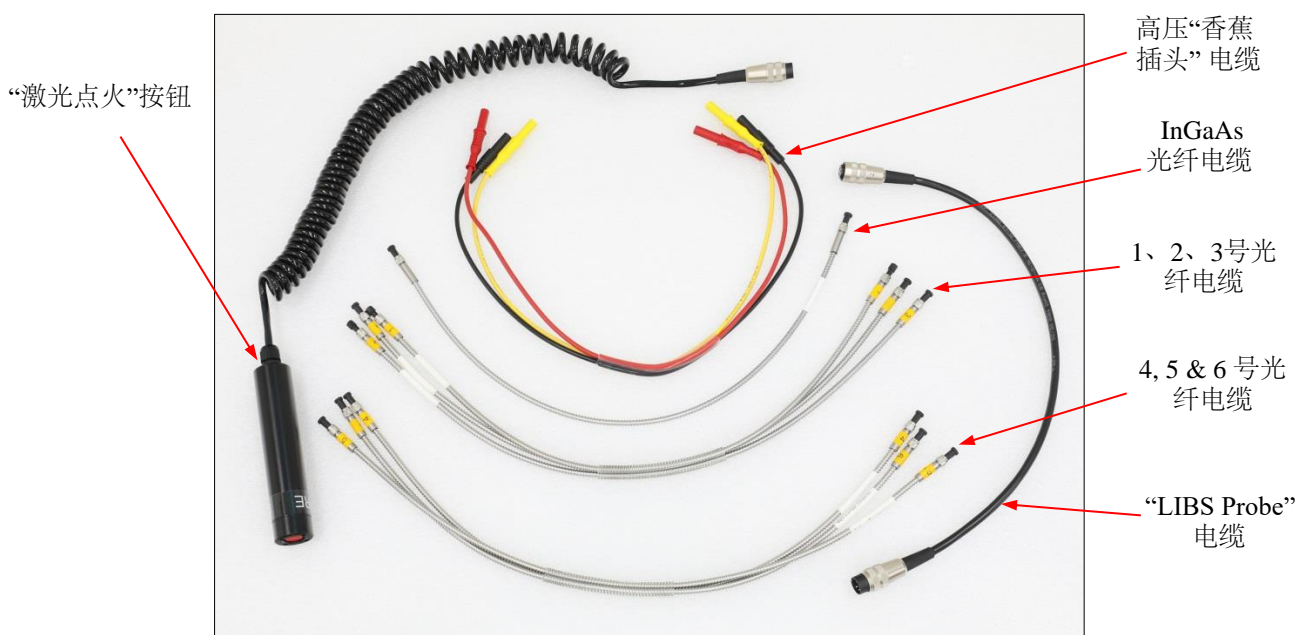


断线盒安装在卷筒外壳上，并使用与断线盒一起提供的四个拇指螺丝固定在适当的位置



### 第五步

找到光纤接线，电气连接线和“激光点火”按钮，如下图所示。



如下图所示，从光纤 SMA 连接器上拆卸防尘盖，并安装光纤贴片线1、2和3。将规格1连接到规格1，规格2连接到规格2，规格3连接到规格3。



从光纤 SMA 连接器上拆卸防尘盖。



如图所示，安装1、2及3号光纤电缆至规格1、规格2及规格3连接器

## 第六步

如下图左侧所示，安装光纤补丁线4,5和6。将规格4连接到规格4，规格5连接到规格5，规格6连接到规格6。然后，如右边的下图所示，将单根光纤贴片线安装到标记为 InGaAs 的 SMA 连接器上。



## 第七步

如左下图所示，连接三根高压“香蕉插头”电缆。观察颜色编码-红色到红色，黑色到黑色，黄色到黄色。然后连接“LIBS 探测器”电缆，如右图所示。



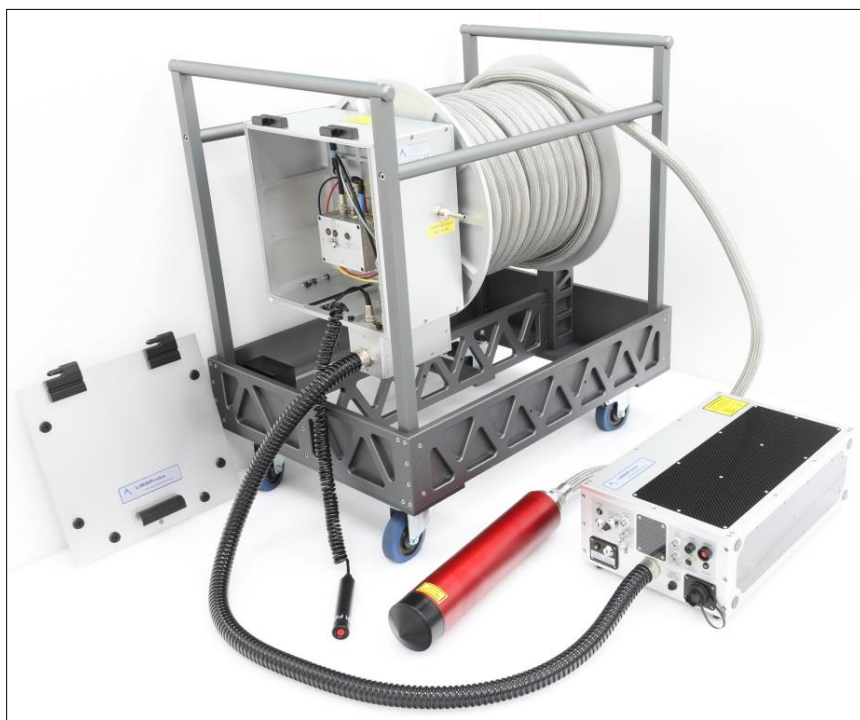


## 第八步

如下图所示，将“激光点火”按钮连接到标有“点火”的断路器盒上的连接器。



“激光点火”按钮连接到断路器上的“点火”连接器



设备应该如上图所示

## 第九步

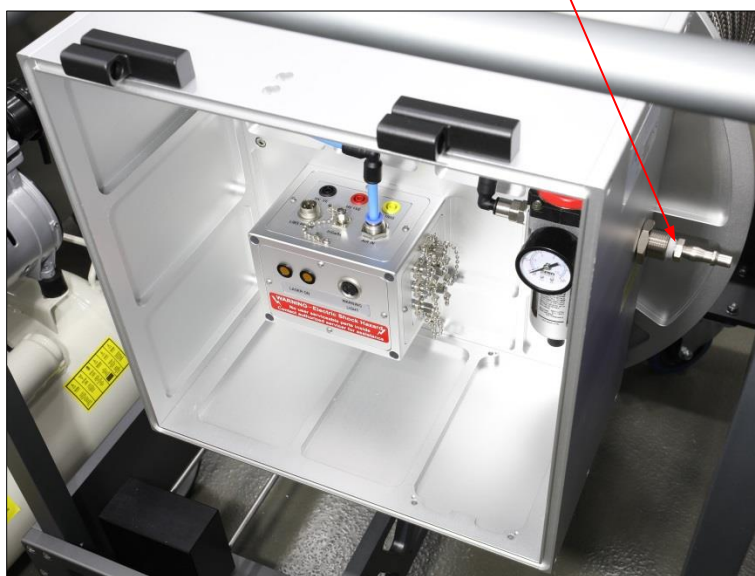
利用所提供的空气管道(下图中的红色)将适当的空气压缩机连接到卷筒外壳侧面的进气口。

便携式空气压缩机

进气道 (最大10 bar)



空气管



## 重要提示

应使用无油型空气压缩机，否则水下探头内的光学元件有被油污染的危险。

## 关于空气压缩机额定值的说明

空气压缩机应该能够提供6 Bar到10 Bar的压力，并且应该有一个至少20L的储气罐(容器)。压缩机必须是“无油”类型，以避免污染内的水下LIBS 探头的光学器件。压缩机的流量必须足以达到使用LIBS 探针的深度。当探头浸入水中至深度不超过2m时，其流量须至少为每分钟30L(以1 Bar计)。如探头浸入30m深(环境压力 = 3 Bar gauge或3 Bar G) ，压缩机的“自由空气”流量必须至少为每分钟120L。

请注意，LIBS 设备所提供的空气压缩机只应在探头浸没至较浅的深度(即少于10m)时使用。这种空气压缩机的流量不足的情况下，探头可能被淹没到更大的深度。此外，我们强烈建议两台压缩机并联使用，以便在一台压缩机发生故障时，流向潜水探头的空气不会中断。

与 LIBSProbe 一起供应的空气压缩机的规格如下：

制造商:	Hyundai
电源:	230 VAC, 750 Watts (单相)
通用设计:	“无油”型
储罐(接收器)容量:	24 L
最大压力:	7 Bar (100 psi)
空气排量:	每分钟5.2立方英尺 (CFM) /每分钟150 L minute

(注意，实际的自由空气流量将小于给出的位移数字)

### 理想的压缩机规格:

两台独立的“无油”压缩机并联配置，用于冗余。

每台压缩机具有以下最小规格:

压力:	6 bar - 10 Bar
位移:	每分钟至少10 CFM/300L

## 第十步

检查位于仪表控制台后面板的两个3 Amp 保险丝是否安装完毕(为了安全隔离内部锂离子电池，它们被移除以便运输)。使用提供的 USB 引线将系统计算机/便携式计算机连接到仪表控制台。将插件式锂离子电池充电器连接到仪表控制台的前面板。确保激光键从仪表控制台前面板上的按键开关上移除，然后打开主要的“开/关”按钮。在计算机上启动 LIBSoft 软件。

## 第十一步

当准备发射激光时，遵守安全措施(穿戴合适的激光防护眼镜，控制进入使用 LIBS 设备的区域)，然后打开激光按键开关和联锁覆盖按键开关。激光现在已经准备好使用“激光发射”按钮发射。将一个测试样品(例如设备提供的测试样板)直接放在水下 LIBS 探头的喷嘴口径的正前方并与之接触。在 LIBSoft 中设置测量条件后(参见软件用户手册)，该设备现在可以记录测试样品的 LIBS 频谱。

## 6. 一般操作程序

### 第一步

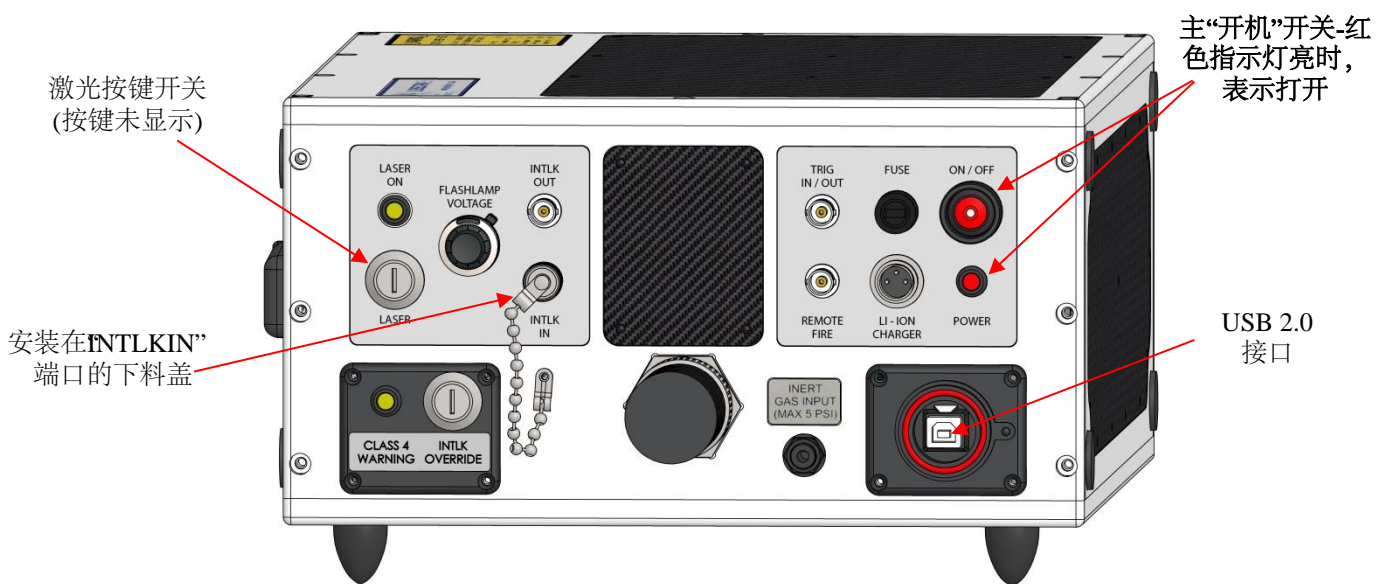
请参阅LIBSoft 用户手册，在一台计算机上安装 LIBSoft (如果一台计算机提供了 LIBS 设备，LIBSoft 将预先安装在该计算机上)。一旦软件安装，连接计算机的 USB 2.0端口位于控制面板的 LIBSProbe 仪表控制台(见下图)。这个操作过程的其余部分涉及到 LIBSProbe 硬件，而不是 LIBSoft 软件。设备还提供了一个单独的 LIBSoft 用户手册。LIBSoft 还有一个通过该软件可访问的全面辅助文件。

### 第二步

将锂离子电池(12 VDC, 8 Ah)安装在 LIBSProbe 仪器控制台就可以准备启动装置了。仪表控制台上的主电源开关(见下图)用于激活仪表。在启动仪器之前，激光按键开关应切换至关闭位置(即垂直位置的按键-只有在关闭位置时才能取下)。使用一个单独的开关为激光器允许用户激活光谱仪而不必激活激光器。

重要提示: 联锁覆盖钥匙也必须被激活，以便激光准备发射。正如本用户手册前面所讨论的，LIBSExplorer60-6是一种4级激光产品，因此必须这样对待。确保 LIBS 设备的安全运行是用户的责任。

如果您想要连接LIBSProbe仪器到自己的激光实验室的门联锁系统，可以使用一个 BNC导线连接到控制台上的“INTLKIN”端口(见下图)。首先需要移开安装在“INTLKIN”端口的下料盖。



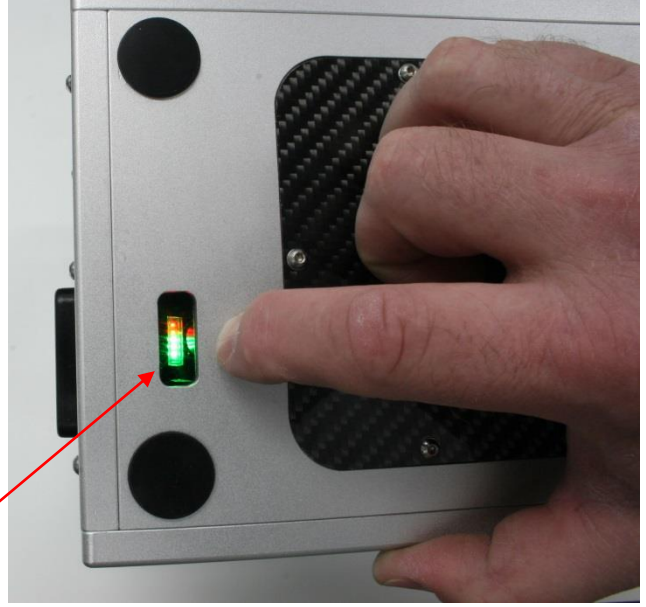
### 第三步

由于 LIBSProbe 可以使用内置的锂离子电池工作，因此除非电池耗尽，否则没有必要将其连接到电源上。然而，在实验室使用时，建议将锂离子电池充电器连接至仪器，以保证锂离子电池处于充满状态，但为避免锂离子电池过度充电的可能性，在仪器不使用(即关闭)时，充电器不应与 LIBSProbe 仪器连接超过8小时。内部锂离子电池的充电状态可以通过按下仪表控制台侧板上的按钮并通过窗口查看指示灯来检查，如下图所示。



锂离子电池充电  
状态指示器

按黑色按钮激活  
状态指示灯



2 红+ 3 绿:	75 - 100%
2 红+ 2 绿:	50 - 75%
2 红 + 1 绿:	20 - 50%
2 红*	: 10 - 20%
1 红** :	低于 10% c
不亮***:	没电
* 尽快充电	
** 电池即将没电, 以防止过度放电	
*** 12小时内充电	



## 7. 关闭程序

- 第一步** 关掉激光安全按键开关及联锁覆盖按键开关，取下两个按键并存放于安全地方，以防止未经授权而使用设备。
- 第二步** 关闭计算机上的 LIBSoft 应用程序后，关闭 LIBSProbe 仪器控制台上开关的主电源。
- 第三步** 断开压缩空气供应(只有当潜水探头从水中取出时)。参见第5节，步骤9
- 第四步** 锂离子电池充电器可以连在 LIBSProbe 仪器上充电。充电8小时后电池就会充满。不要长时间充电会损坏电池。
- 第五步** 如果要将支撑索绕回到卷筒上，断开并从卷筒外壳上拆卸断路盒(参见第5节，步骤3至8)，以获得连接断路盒的说明——断开和拆卸基本上与所述步骤相反)。

## 8. 维护和检查

应定期检查LIBSProbe否有损坏或磨损的迹象，应检查水下探头及不锈钢软支撑索是否有损坏，如发现损坏，应拍摄怀疑损坏的照片与制造商 Applied Photonics 公司或其指定的本地代理商联络，以获取进一步的意见。

激光闪光灯的使用寿命有限，因此需要根据设备的使用情况定期更换。闪光灯不是用户可使用的部件，因此有必要将LIBSProbe仪器退回Applied Photonics 公司或授权的当地代理商更换闪光灯。

用户有必要偶尔拧下black Delrin塑料喷嘴孔清洁熔融二氧化硅窗内的水下探头(见下图)。



传统的相机镜头擦拭和空气除尘器是清洁熔融二氧化硅窗的最佳手段。请注意，不要移动要进行清洁的熔融二氧化硅窗，就在原位置进行清洁即可。

激光闪光灯的使用寿命有限，因此需要根据设备的使用情况定期更换。闪光灯不是用户可使用的部件，因此有必要将LIBSProbe仪器退回Applied Photonics 公司或授权的当地代理商更换闪光灯。

## 9. 运输和储存

**LIBSProbe** 仪器配备了专用转运箱，在运输设备时要始终使用转运箱。转运箱不用时，设备应保持在一个清洁干燥的室温环境中，设备(特别是仪表控制台和 水下探头)包含敏感的光学和光电元件要防止过度振动或冲击。

在包装设备之前，要拆了仪表控制台后面板上的两个3Amp保险丝， 这就会安全地隔离内置锂离子电池。在运输过程中，**LIBSProbe** 仪器及相关部件的包装应能防止冲击或振动造成的损坏(特别是水下**LIBSProbe**和仪器控制台)，并防止灰尘进入。

**LIBSProbe** 使用的激光器是风冷而不是水冷，因此在运输/储存之前不需要特别的预防措施(例如不需要排出液体冷却剂)。

请注意，**LIBSProbe** 包含一个锂离子电池(12 VDC, 8 Ahr)，并且这些类型的电池被归类为危险货物(危险货物分类 UN 3481)。在装运设备之前与装运代理商核对一下。



转运箱外壳，用于装置仪表控制台及相关部件和附件。



The transit case can then be turned back upright, as shown in the image on the right. Note also the transit straps (orange colour) which are used to support the reel. The procedure for fitting these is explained on the following page.

注意，电动手推车应放置的在的转运箱的侧面，以便把电动手推车推进去,如左图所示。随后转运箱可以向后翻过来，如右图所示。还要注意用来固定卷轴的固定带(橙色)。安装这些装置的步骤将在下页中进行说明。

### 重要提示

在运输 LIBSProbe 卷轴成套部件/电动手推车之前，使用我们提供的固定带来固定卷轴是很重要的。不这样做可能会导致卷轴或者支持支柱损坏。

我们会随设备一起发出两条橙色的固定带，他们可以用于已定卷轴卷轴成套部件，如下图所示。



## 10. 故障排除/故障发现

### 激光无法激活:

1. LIBSProbe仪器是否已打开，激光按键开关和联锁覆盖按键开关是否已激活？
2. 内置锂离子电池有电吗？
3. 短路帽是否安装在 INTLK IN 连接器上，请参阅本使用手册第3.2节
4. 样品是否直接放置在水下探头的喷嘴孔口前面？
5. 如果样本对激光束的吸收能力较弱(例如塑胶、玻璃等)，可尝试使用金属样本(LIBS 设备已提供这类样本)，
6. 如果在LIBSProbe断路器盒上激光警示灯亮了，激光仍然不点火，可以尝试增加闪光灯电压，这一步每次增加大约25。如激光器在达到刻度指示器设定值900后仍未发射，请停止使用该设备，并与制造商或其授权的当地代理商联系，征求意见。

### 在部分或所有的光谱仪通道上观察到信号不佳，但激光诱导的等离子体似乎具有足够的强度:

1. LIBSoft 软件的数据采集设置是否正确？
2. 样品的成分是否在部分或所有的光谱仪通道上都看不到发射线？如果是，那就使用一个有发射线的替代样品 (铜、锌或钢等含铁物料) 检查 LIBSProbe仪器的正确操作建议使用 LIBS 设备提供的样品测试板对仪器进行测试，然后将记录的 LIBS 光谱与设备提供的测试报告中包含的光谱进行比较。
3. 样品相对于激光束焦点的位置是否正确？如果喷嘴孔径先前已经从原设定的位置调整过，那么可能需要调整喷嘴孔径的位置。

### 记录的光谱显示一些发射线使探测器饱和(“平顶”外观发射线):

1. 通过 LIBSoft 软件增加光谱仪集成延迟，最小值为0.9  $\mu\text{s}$   
但是，当发射线特别强烈时，为了防止分光计探测器饱和有必要增加这个数值。对于某些材料，可能需要将值增加到10 $\mu\text{s}$ 。有必要进行一定程度的实验来建立最佳设置的光谱仪积分延迟。

### 记录的光谱显示一些发射线遭受“自反转”即发射线中心的“下降”:

1. 遵循与饱和探测器相同的程序。



Certificate of Conformity



Applied Photonics Limited  
Unit 8 Carleton Business Park  
Skipton North Yorkshire  
BD23 2DE United Kingdom

**EC**  
**符合规定声明书**

Applied Photonics 公司声明，下列产品的设计和制造符合下列有关标准:

产品名称: 水下 LIBS 仪器 LIBSProbe

型号: LIBSProbe

**激光产品安全**

通过应用以下标准，本装置符合激光产品安全的主要目标: **BS EN 60825-1:2014**和 **BS EN 207:2017**和 **ANSI Z136.12014**

**电气安全**

产品装置符合由**2014/35/EU** 修订的欧洲指令**73/23/EEC** 的主要安全目标，由**1994**年《电气设备(安全)规例》实施，应用以下标准: **BS EN 61010-1:2010**。

**电磁兼容性**

该装置符合欧洲指令(89/336/EEC)的主要目标，该指令由91/31/EEC 和93/68/EEC 以及2014/30/EU 修订，由 EMC 条例(SI 1992 No. 2372和修订 SI 1994 No. 3080和 SI 2006/3418)实施，通过应用以下标准: **BS EN 61326-1:2013**

Year of affixation of the CE Marking: 2020

Signed: 

Name: Andrew I. Whitehouse

Title: Managing Director

Place: Applied Photonics Ltd, Unit 8 Carleton Business Park, Skipton, North Yorkshire BD23 2DE, United Kingdom

Date: November 2020