

## MX2

## 激光准绳仪

## 用户手册



# OEABT

## 关于本公司

Oeabt-广州基座光学科技有限公司是一家初创科技企业。我们致力于实验与教学用途光学器材、光机械、光元件及检测仪器的开发、制造和销售。主要服务于高等院校、科研院所及高端精密制造产业客户。

我司拥有专业的光、机、电及其关联学科技术团队，具有完备的光学器材和仪器仪表设计、研发和制造能力。企业已通过ISO9001:2015质量体系认证。主营产品包括光学实验元件、光机械、光功率计、光频率计、精密运动平台、运动辅助工具、实验光源和光束质量分析系统等，同时承接各类非标光学仪器仪表定制开发。

## 商标

OEABT®是广州基座光学的注册商标。

## 产品保修

*光电、辅助工具、光学元件、亚微米定位产品线。*

基座光学对上述产品线提供一年保修期，保证产品的正常使用与维护。

在保修期内，基座光学会修理或更换上述任何缺陷或不合格产品。请用户联系我们，以便最有效地获得退换货、保修或维修服务。

对于不在保修范围内的退回维修产品，除运输费用外，我们会向用户适当收取维修工本费。此维修费用将在服务开始前向客户报价。

## 修订历史

发行号	日期	摘要
1	202007	首次发行
2	202103	修订版
3		
4		
5		
6		

<b>1 安全须知</b> .....	<b>3</b>
安全性信息.....	3
与MX2激光准绳仪相关的警告信息.....	3
有关激光光源的一般预防措施.....	4
合格检验/服务与维修.....	4
维修须知.....	5
服务声明.....	5
保修声明.....	6
综合条款.....	6
保修限制.....	6
<b>2 概述</b> .....	<b>7</b>
简介.....	7
技术原理.....	8-15
<b>3 入门</b> .....	<b>16</b>
机械安装.....	16
包装清单.....	17
使用/存储环境条件.....	17
平台安装方式.....	17-18
电气安装.....	18
电池充电.....	18
电池/充电器技术参数.....	19
电池安装.....	20

接下页。。。

---

<b>4 操作</b> .....	<b>21</b>
简介 .....	21
准备工作 .....	21-22
测量和确定光轴高度 .....	22-23
批量校正光轴高度 .....	23
批量校正光轴同轴度 .....	<b>24</b>
校正光元件俯仰角偏差 .....	25-27
其他操作 .....	28
校正单个光机组件安装垂直度 .....	28
跨平台大型光路辅助搭建 .....	28

## 附录

<b>A 预防性维护</b> .....	<b>29</b>
安全测试 .....	29
清洁 .....	29
<b>B 规格及相关产品</b> .....	<b>30</b>
规格 .....	30
<b>C 工程图</b> .....	<b>31</b>
工程图 (MX2) .....	31

## 1.1 安全性信息

---

为确保操作人员的人身安全，并保护产品本身，操作员应注意本手册中的警告、小心和注意事项。

本手册中使用以下安全符号：



**警告** 提醒注意受伤甚至导致死亡风险的指示。



**小心** 提醒注意产品、工艺或环境损坏风险的说明。



**注意** 说明或附加信息的延伸解释。

---

## 1.2 与MX2激光准绳仪相关的警告信息

---



**警告。**

- 本工具采用坚硬的金属制成，并且有数个尖角和棱边。操作者使用时应防止跌落和对人体的撞击，以免造成人身伤害。同时也应避免因跌落、碰撞和重压造成本工具变形、精度缺失甚至损坏。
  - MX2设计用于辅助搭建实验光路，其内置的激光器为IIIB类激光产品，符合IEC/EN 60825-1和FDA 21 CFR 1040.10和1040.11的要求以及Laser Notice 50。激光在可选的380-760nm可见波长范围工作，最大发射功率为10mW。
  - 激光因其独特属性可能会引起安全危害，不能简单地视为其他光源，所有操作或接近激光器的人员必须注意到这些特殊的危害。因此，基座光学强调：对本产品进行操作、维护等过程中，请严格遵本手册中出现的所有警告内容及安全提示，以确保操作安全和最佳的使用性能。
  - 只有接受过本产品维修和维护培训的人员能拆下产品外壳或进行维修。
  - 如果以制造商未规定的方式使用本产品，则产品可能会意外受损。不要使用额定电压要求以外的电池。尤其是在过于潮湿的环境中，可能会损害本产品，并造成安全事故。
  - 本装置适用的工作环境温度为5℃—40℃，相对湿度为20%—80%。
-

## 1.3 有关激光光源的一般预防措施

---

### 警告.

- 不恰当地使用任何Oeabt中高功率激光光源产品, 都可能导致永久性眼睛损伤或皮肤表面灼伤。
- 为防止人身伤害, 操作或接近这些产品时必须按照国家标准《GB7247. 1-2001激光类产品安全用户指南》使用。
- 不要直接凝视光束。也不要将激光直接对准人或动物, 并注意减少非必要的镜面反射。
- 不要使用光学仪器(例如望远镜, 显微镜)直视激光器, 光学仪器会聚焦激光, 对眼睛或皮肤造成伤害。



图1.1 激光警示标牌

### 小心.

- 在正常运行期间, Oeabt中型功率激光器产品的外壳温度最高会比环境温度高出约5°C(包含电池放电时产生热量的因素)。
- 为防止外壳温度升高, 产品的操作环境应存在空气对流空间, 以利于激光器通过金属外壳被动散热。
- 长时间不使用激光器时, 应关闭激光器。以延长激光管及电池的使用寿命。

## 1.4 合格检验

基座光学保证, 产品在装运发出之前, 对该产品已进行全面测试及检查并符合公布的技术指标。请您在收到产品后, 检查是否因运输过程出现包装和配件的损坏, 如有明显损坏, 请立即联系基座光学。

### 维修须知

#### 注意：

本产品无用户需自行维修的零件、部件或与组件，所有检修作业需基座光学的专业人员完成。

为保障您的权益，请您务必在发现故障后尽快与基座光学或当地经销商联系，并申请产品维修或更换服务，经基座光学授权后，请将保修品妥善包装后，再寄回基座光学。

当收到产品后发现任何损坏，必须留有证明文件，以便向承运商主张权利。

#### 重要：

在未经沟通确认的情况下，请勿寄送任何产品回基座光学。  
如产品不在保修期或保修范围内，请客户承担产品维修费用。

#### 更改：

基座光学享有对产品的设计或结构进行更改的权利，如有变更恕不另行通知。

### 服务声明

关于基座光学产品安全、设置、操作或维护等问题，请仔细阅读本手册，严格遵循操作指引解决。

如有问题，请致电基座光学客户服务部： 020-34792351

#### 客户报修以及咨询需要提前准备的信息

- ( 1 ) 已确定故障产品的型号/序列号，用于报修 ；
- ( 2 ) 故障现象描述；
- ( 3 ) 客户公司名称、地址、联系人及联系电话。

您反馈的问题,经基座光学客户服务部确认后,将由技术支持小组专项跟进。如果您的问题在通过与技术支持小组沟通后,仍无法解决,您可能需要将产品寄回基座光学,以进行深入检修。

### 综合条款

广州基座光学科技有限公司对合同保修期内因材料或生产工艺引起缺陷的产品，提供保修服务，并保证产品正常使用下，符合文档所提及的相关质量和规格要求。

广州基座光学科技有限公司对合同保修期内，因材料或生产工艺引起故障的产品提供维修或更换服务，在保修范围内的产品的维修或更换，仍按照原产品剩保修期限进行保修。

### 保修限制

产品、部件（包括电源适配器）或产品在以下情况不在保修范围内：

- (1) 被基座光学以外的人员人为篡改、打开、拆解或改造的；
- (2) 因不正当使用、疏忽或意外造成损坏的；
- (3) 在超出产品规格和技术要求范围外使用的；
- (4) 因用户电源或接口造成故障从而间接导致辅助工具损坏的；
- (5) 因不正确安装、维修或本手册未包含的其它非正常操作条件下使用的；
- (6) 包装及填充物不在保修的范围内。

以上信息，客户有责任明了并按照用户手册进行操作，否则引起的产品故障将不包括在保修范围内。

#### **重要：**

在保修范围内，客户必须在发现故障的 31 天内进行反馈。

基座光学没有授予任何第三方单位或个人对我司产品进行维修或更换的权利。



### 2.1 简介

MX2激光准绳仪是一款用于实验光路搭建的辅助工具。它利用了激光亮度高、发散性小，准直度高的特性，以360°发射的激光光线为参考准绳，实现多种辅助测量和光路校准功能。其结构和功能具备独创性，现已申请国家发明专利，专利受理号：202010734498X。

本仪器结构简单，功能丰富，支持自由空间、轨道与笼式系统光路应用。可用于辅助判断实验光路的光轴高度，可校准单个光机组件的安装垂直度，也可以批量校准多个光机组件间的相互平行度、光元件中心高度和水平位置的一致性，从而实现较高的光路同轴度。此外，还可以用于辅助纠正光学元件的安装俯仰角和摆动角偏差，并支持将搭建在两个或两个以上的隔震台上的大型光路校正至同一光轴高度。

MX2激光准绳仪由准绳仪本体，激光器和专用高度尺三部分构成。准绳仪本体及配套高度尺可以通过磁力吸附或手拧螺丝固定在光学平台上，准绳仪顶面和其中一个立面上各有一条内嵌导磁材料的V型槽。使用时，激光器通过磁力吸附在准绳仪本体上的V型槽内，可上下或左右滑动，作用是调整激光参照线的水平和垂直向投影位置。专用高度尺的作用是当激光参照线投射在此高度尺上时，可以清晰的读识此参照线或实验光源光束与光学平台表面的高度差（即光轴高度）。

用户可增购激光器和高度尺各一件，采用双激光器和高度尺有助于提高光路搭建效率。



图2.1带 激光准绳仪应用场景（自由空间系统）

激光器采用一颗ICR 16340 DC3.7V/1200mAh的锂离子圆柱电池供电，oeabt还提供了配套的充电器附带在产品包装内。

在本手册的其余部分，第3章描述了工具的组合和安装，第4章描述了装置的操作。

## 2.2 技术原理

### 2.2.1 基础知识

本节内容介绍实验光路及光轴高度、光元件、光机组件、光学平台、激光器等背景知识，对此已有了解的用户可略过本章节内容。

#### 1) 光路

光路是指光的传播路径，包括光在传播中发生折射，反射等变化后的路线。如下图为一个典型的光路图，反映了光的传播路径。

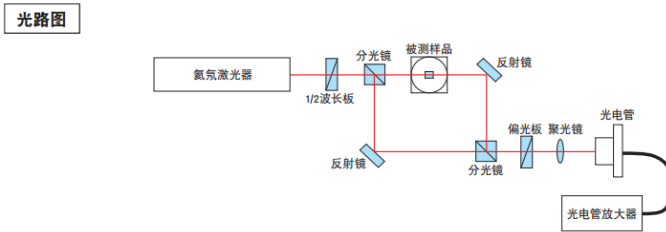


图2.1 光路图

#### 2) 光轴高度

光轴高度即实验光束距离光学平台表面的高度,是一个以安装平面为0基准的相对值。因为激光光源的发散角小,准直度高,相干性好。所以被广泛应用于光学实验和教学用途中的光路搭建。而且通常都是光谱范围在400 700nm左右的可见光,可以直接被肉眼观察到。如下图中,红线表示的就是可见的一束红色激光,它与隔震台平面(0基准)之间的相对高度即光轴高度。

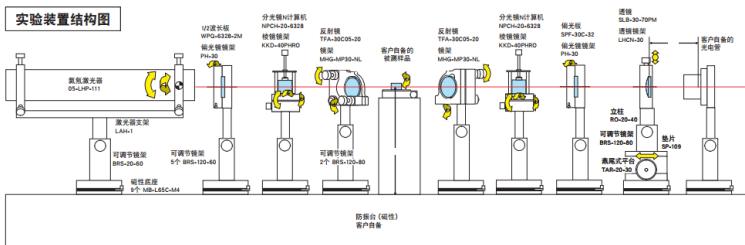


图2.2 光路与光轴高度示意图

(续上页)

### 3) 光学元件

光学元件是光学系统的基本组成单元，又称光学零件。大部分光学零件起成像的作用，如透镜、棱镜、反射镜等。另外还有一些在光学系统中起特殊作用（如分光、传像、滤波等）的零件，如分划板、滤光片、光栅、光学纤维件等。全息透镜、梯度折射率透镜、二元光学元件等，是近一二十年来出现的新型光学零件。光学零件由玻璃或其他晶体类矿物质制成，为标准圆形、正方形、矩形或立方体外观，极少一部分为异型。常用尺寸从0.5英寸至2英寸不等，并且还有其他非标规格，绝大部分光学元件安装在金属材料的外框或支架内使用，而这些外框和支架则属于光学机械的范畴。

### 4) 光机组件

光机组件是光学元件和光学机械组合套件的简称，其作用是对光进行反射、透射、折射、衍射、过滤、分离、耦合、整形、换向、汇聚、分散、准直、偏转、传导、衰减、吸收……等处理，以完成对光学的实验、研究、测试、教学等用途。如图2-2中搭建光路所用到的各种实验装置就属于光机组件的范畴。

### 5) 光学隔振台与面包板

光学隔振台外观类似一张钢制桌子，台面为厚度20-30mm的430高导磁不锈钢材料，并且经过精密研磨，其平面度达到 $\pm 0.01\text{mm}$ 。此台面通过氮气弹簧或气囊与底部四脚支架相连，目的是隔离环境振动，以确保高精度的光机组件在平台表面不因振动而产生误差和损坏。由于隔振台面与脚架是柔性连接，故安装时并不要求台面与水平面完全水平（实际应用时，因台面负载重量分布的不均匀，也不可能达到与水平面平行的标准。）更重要的反而是安装在台面的单个光机组件须保持较高的垂直度、多个光机组件之间须保持较高的平行度，以及光线经过多个光机组件，光路仍可保持较高的同轴度（即不同大小的光学元件的圆心或中心点尽可能位于同一轴线上）。

光学面包板则是一种简易化的光学平台，其有标准螺纹孔呈矩形阵列排布，表面经过阳极氧化发黑处理，能以最大程度地减少表面反射。面包板没有隔振功能，同样也没有严格的水平度安装要求。但对安装在其上的光机组件的垂直度、相互平行度、光路同轴度要求与光学隔振台是一致的。



图2.3 光学隔振台与面包板

(续上页)

## 6) 360° 全方位一字线激光器

360° 全方位一字线激光发生器是一种特殊的激光光源，它利用了激光的亮度高，发散角小，准直度高的特性，将可见光光谱范围内的红色、绿色激光经过锥形棱镜折射，可以在三维空间中，垂直于锥形棱镜的平面方向，投射出一圈360° 圆环状激光光线，任意形状的非黑体物质<sup>1</sup>表面均能反映出清晰可见的激光参照线。因此，该类型的激光发生器常用于激光水准仪及其他标定仪器。

(注 1：黑体物质指的是完全吸收光的物质，即反光率 0%，自然界并不存在 100% 吸光率的完美黑体，目前人造黑体最大吸光率为 99.965%)

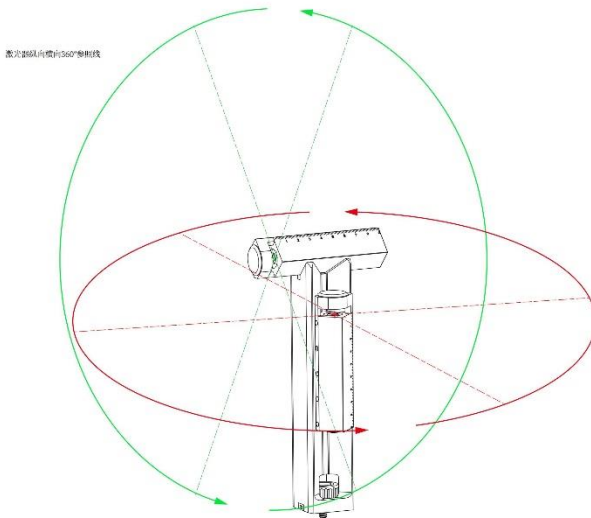


图2.4 激光水准仪在三维空间中的光线方向示意图

★ 注意：本产品采用了 360° 全方位一字线激光器作为激光参照线的光源，共有两种波长可供选择。

(续上页)

### 2.22 光路同轴度控制的传统方法

传统的光机组件位置、角度、光轴高度、同轴度；光学元件俯仰角，摆动角等进行调节的方法一般如下：

#### 1) 调整实验激光器的光束高度和位置的方法

在光学平台上，在激光束预定通过的位置上做好 2 个标记。如果平台上有矩阵排列的螺纹孔时，最好把螺纹孔作为光束方向的参照物，这样比较方便。

设置好激光器后，发射激光束。用一把垂直于平台的直尺确认激光束的位置。先把直尺竖立在靠近激光器的标记处，上下左右调整。然后，把直尺移到远离激光器的另一个标记处，调节激光器的角度，使激光束照射在尺子的相同高度上。

如此反复多次调整激光器的角度和位置，就可得到一束其光轴在希望的高度上的，并且平行于台面的激光束了。

激光器调整完毕后，固定好激光器的位置，防止光轴偏移。

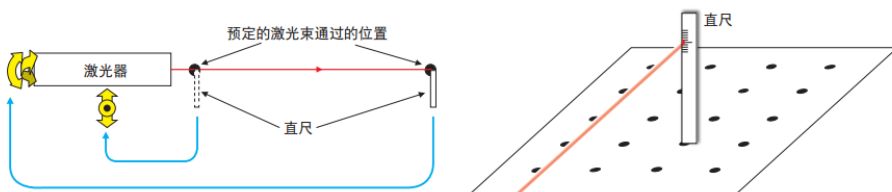


图2.5 调整实验激光器光束高度和位置的方法

#### 2) 调整激光束和光学元器件相对位置的方法

激光束照射到光学元器件的表面上时，通常只能看到很弱的散射光。调整元器件的位置使其散射光出现在元器件的中心位置。但是，如果激光较弱或元器件的表面透过率很高时，我们也可能观察不到散射光束。在这种情况下，如图所示，我们可以用成像板或高反射率纸张的一角故意使光束散射，便于确认和调整激光束的位置。

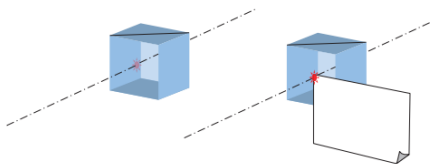


图2.6 调整激光束和光学元器件相对位置的方法

(续上页)

### 3) 调整激光束垂直入射光学元件的方法

激光束照射到平面形状的光学器件时，该平面器件会将光束反射回光源处的，此时可确认反射光斑的位置判断是否垂直。复杂的光学系统，会出现多个反射光斑，这时可使用遮光板把其他器件的反射光束遮挡掉后，调整某特定器件的反射光束。

调整元器件的角度使激光束反射回到激光光源的出口附近。

当几个元器件同时反射回几个光束时，调整元器件的角度，使它们的反射光斑的中心位置处于激光发射口附近。

**注意：**假如反射光束被完全反射回激光器发射口的话，会导致激光器的输出不稳定。把反射光束调节至发射口的附近，并以可看到完整光斑为准。

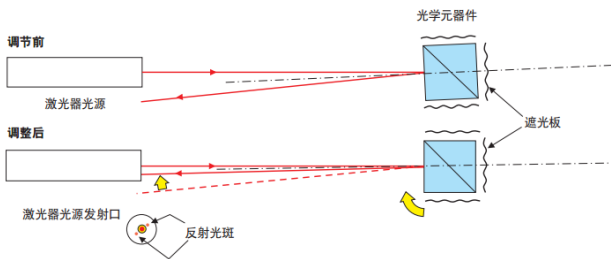


图2.7 调整激光束垂直入射光学元件的方法



#### 注意：

上述对激光束垂直入射（ $0^\circ$ 角入射）的调整，其实质为调整光学元件的安装是否垂直和平行，不垂直会产生垂直方向的俯仰角差，不平行则产生水平方向的摆动角差，这两种角度差都会直接影响光路的同轴度，并造成杂散光的反射光污染。采用传统方法，只适合校正靠近光源的第一个光元件的俯仰角，基本无法纠正光路上其他远端的光元件的俯仰角偏差（因为远端光元件的返回光被遮挡）。存在极大局限性。

### 4) 设置45度入射角的元器件

首先在光学平台上，追加反射镜的位置和直角反射光束通过位置标记。

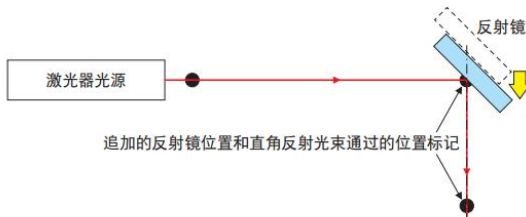


图2.8 设置45度入射角的元器件

(续上页)

然后在反射光束和反射镜位置连线的延长线上设置反射镜,使反射表面中心处在这条直线上。在这个延长线上平行移动反射镜镜架,当激光束照射到反射镜反射面的中心位置上时固定反射镜。最后,调整反射镜的光学调整架的水平和垂直方向的角度,使反射光束通过反射光束标识位置上的指定高度,使激光光束与平台平行。

### 5) 调整透镜光轴

当激光器的照射位置偏离透镜的光轴时,穿过透镜的光束相对于光轴是倾斜的。所以,为了使透过的激光光束与光轴方向一致,需要在YZ轴方向调节透镜位置。同时,一般还要使激光光束聚焦到某指定位置,所以还需要X轴方向的调整。这种X轴方向的调整机构一般不需要微调的,我们推荐选用能够在较大范围快速调整的燕尾槽平台。

(注意:如果是显微物镜那样的短焦距镜头,X轴方向也是需要精密调节的。)

在一般的光学系统中,通常不需要精密调整透镜的倾斜的。如果透镜中心在激光光束的光轴上,即使透镜稍有些倾斜,激光光束的前进方向也不变的。但是,在干涉仪或激光加工等精密的光学系统里,镜片的倾斜所产生的光学象差也需要关注时,可以通过观察波面或光斑的强度分布,调整镜片的倾斜,使其达到最佳状态。

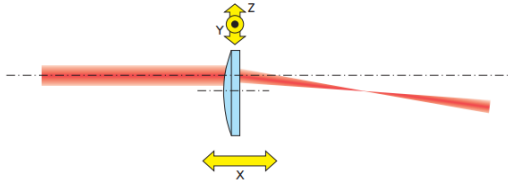


图2.9 调整透镜光轴

### 6) 调整分光镜的透射光路

当激光光束垂直照射到平行平面的元器件时,透射光路并不会改变。然而当元器件倾斜于光轴时,出射光路相对入射光路会平行移动。元器件的折射率,厚度和入射的角度不同时,其偏移量也不同。在已经调整好的光路中,插入倾斜的分光镜时,相对器件或镜架,光束的中心位置会产生偏移。因此,如果需要倾斜插入分光镜等时,必须事先考虑激光束的偏移,配置光学元器件的位置。

例如,固定分光镜后方的光学元器件时,使用可以自由调节位置的底板,使其不受平台安装孔位置的限制。

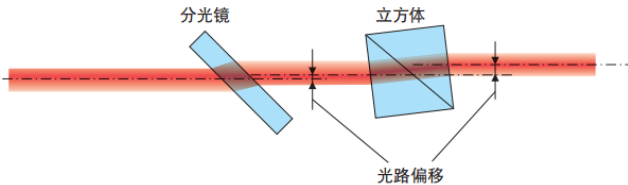


图2.10 调整分光镜的透射光路

### 2.23 MX2激光准绳仪的功能原理和优势

综观上一小节关于传统光路校正方法的描述,在光路搭建过程中,对光轴高度的统一,光路同轴度的调整,光元件俯仰和摆动角偏差的纠正等作业,传统方法仅依赖目视判断及直尺等简易工具,存在各种局限和弊端。而MX2激光准绳仪恰是针对这些不足而设计的产品,其功能原理和优势主要体现在如下几个方面。

- 采用亮度高,发散性小,准直性高的可见光谱激光作为参照准绳,精确度和效率大幅优于目视和使用直尺等工具。
- 激光准绳仪本体的底面与立面经加工和调校,具备较高的垂直度,当用于测量光轴高度或光元件中心位置时,准绳仪底部与光学平台表面为面接触,从而避免了传统方式中,采用薄板状的直尺,测量时因放置时倾斜而产生的偏差。
- 通过识读激光准绳仪本体上的刻度,从而得到直观和可记录的光轴高度,并结合准绳仪本体和专用高度尺来判断光路是否经过光元件中心,而无须用成像板或纸张人为散射激光来放大光斑,从而准确度更高。
- 传统方式下,光路同轴度调节以实验激光源的出射光为唯一参照线,故只能沿光路走向逐一添加和调整光机组件,容易因先安装的光机组件位置或角度偏差,造成后安装的光机组件进一步累积误差至光路偏移超出预期,只能逐个回溯,甚至返工重头开始,费力费时,效率低下。而激光准绳仪由自带的光源发射辨识度更高的激光参照线,并且可插入光路中任何段落甚至光路外侧进行测量和辅助调节。精确度和灵活性优势明显。
- 若光路搭建追求紧凑,特别是较复杂光路的场景中,光机组件的排列间隙较密,且不同光机组件的通光口径、镜架和支架的外径或规格尺寸各异。造成实际操作时的诸多不便,如无法放入直尺测量,或放入的直尺遮挡了实验激光光线,以至于无法确定光机组件的位置是否准确等,故现有方式很难随意改变、增减光路上的光机组件的数量和排列顺序;而激光准绳仪可以插入光路中任何段落甚至光路外侧进行测量和辅助调节,从而可以批量的校准每个光机组件上的光元件中心位置是否与光路重合,因此可以弥补传统方式的不足。
- 当光路复杂,光机组件数量多至需要跨两个或两个以上平台搭建时,传统的工具和手段更加捉襟见肘,因为平台间存在高度差,必须要与基准平台中直尺测量的光轴高度进行相加、相减计算。计算费工费时且容易出现错误。而激光准绳仪采用高准直性激光线作为参照,在数十平方米空间内的误差极小,从而可以支持较大型的,跨多个光学平台的光路辅助搭建。



⑬	纵向激光器参照线
⑭	横向激光器参照线

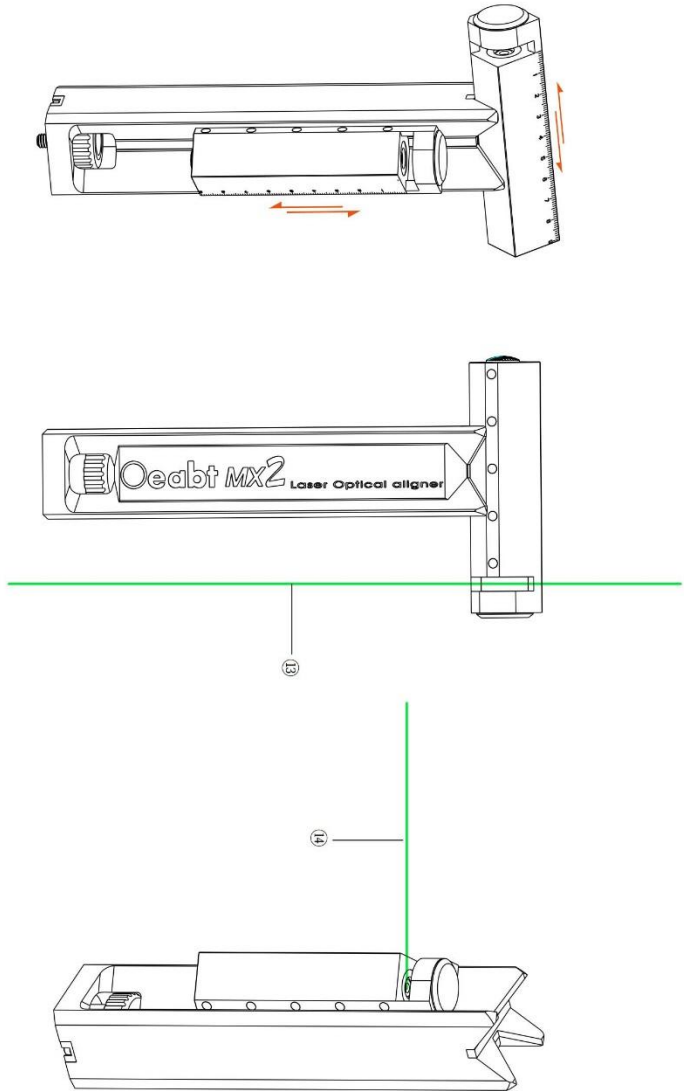


图2.11 激光准绳仪作用原理图

## 3.1 机械安装

### 3.1.1 包装清单

下表是激光准绳仪包装内组件的清单：

编号	品名型号	数量	编码	备注
1	MX2激光准绳仪本体	1件		
2	MX2 L360激光器	1件		可增购
3	MX2 HR专用高度尺	1件		可增购
4	ICR 16340锂离子可充电电池	2件		同CR123A
5	锂离子电池充电器LTL K127	1件		双槽
6	内六角扳手（适用M2/M6螺丝）	2件		
7	擦拭软布	1件		
8	使用说明书	1册		本文档
9	防潮箱（含防潮剂）	1个		

表 3.1 包装清单





图2.12 激光准绳仪套装示意图

### 3.1.2 使用/储存环境条件

- 产品及其相关组件必须在0℃—40℃的温度范围内使用。超出此范围,可能无法保持指定的精度。
- 31℃时最大湿度小于80%RH(非冷凝)
- 由于光束偏转效应,强大的热源或靠近激光束的蒸汽可能会影响测量的准确性。使用时请远离热源及水蒸气。
- 避免将产品暴露于直射阳光下。
- 请使用Oeabt提供的防潮箱储存和运输产品,若长时间不使用,请将电池从激光器组件中取出并单独存放。
- 产品及相关组件适宜存放在阴凉,干燥且通风良好的环境内。温度范围-20℃—50℃。

### 3.1.3 平台安装方式

MX2 激光准绳仪本体和高度尺的底面均经过精密研磨,并镶嵌有4颗强力磁铁④,可以稳固的吸附在具有430导磁材质的光学平台上,若需要把准绳仪本体长时间固定在光学平台上,或需要安装在铝制的无磁光学面包板上时,可在安装面上选择对应的螺纹孔,拧紧下图所示的手拧螺丝③,把准绳仪主体锁定在光学平台或面包板上。

手拧螺丝与底座间带有弹簧,可以消除螺纹间隙和增强紧固效果。

激光准绳仪及专用高度尺仅适合垂直吸附或安装在水平向的平台上使用。

(续上页)

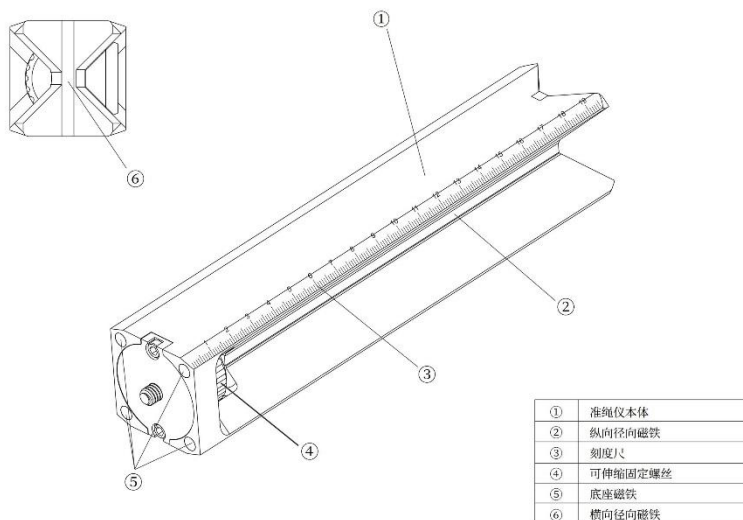


图3.1 激光准绳仪本体结构

## 3.2 电气安装

### 3.2.1 电池充电

激光准绳仪组件之一的MX2-L360激光器,采用一颗ICR 16340锂离子电池(CR123 A)供电。0eabt提供了两颗此型号电池及专用充电器。方便客户轮替使用。包装及发货时,电池为单独包装。用户在使用前需要先对电池充电。

请按如下步骤对电池充电。

- 1) 从包装中取出充电器、AC电源线和电池。
- 2) 拆除电池热缩膜。
- 3) 将AC电源线8字尾插插入充电器尾座,再将电源线插头插在电源插板或壁式电源插座上。
- 4) 充电器指示灯亮,未放入电池和电池充满时,指示灯颜色为绿色。
- 5) 将电池放入充电槽内充电,请注意电池极性与充电槽上正负极标记符号相对应。

(续上页)

- 6) 充电器可一次充1-2颗 ICR 16340电池。
- 7) 充电器开始对电池充电，指示灯颜色由绿色变为红色。
- 8) 当电池充满后，指示灯颜色恢复绿色，用户可取下电池备用。
- 9) 请勿将充满电的电池长期放在充电槽内，当电池充电饱和后，请及时从充电器上取出，并断开充电器的电源。

### 3.2.2 电池/充电器技术参数

#### 电池技术参数：

电池类型： 锂离子可充电池  
电池型号： ICR 16340 (CR123A)  
工作电压： DC 3.7V  
空载电压： DC 4.2V  
电池容量： 1200mAh  
续航时间：  $\approx$ 25H (用于激光准绳仪，非连续使用)  
循环寿命：  $\geq$ 500次充放

#### 充电器技术参数：

输入电压： AC110-240V 50/60Hz  
输出电压： DC 4.2V  
充电电流： DC 350mA  
使用环境温度： 0-40℃  
使用环境湿度：  $\leq$ 95% (非冷凝)  
储存环境温度： -20—50℃  
储存环境湿度：  $\leq$ 85% (非冷凝)  
执行标准： GB4706.18-2014  
安规认证： CE 3C



#### 注意

- 不能将充电电池与干电池及不同容量或型号的电池进行混合充电，以免发生爆炸和起火事故。
  - 请勿将泄露、短路、或受到机械损伤变形的电池充电，以免损坏充电器。
  - 请勿拆卸、敲击充电器或将其置于热源附近。
  - 电池充电时发出微热属于正常现象，待电池充满后，温度会自动恢复至常温。
  - 本品仅限于ICR 16340 (CR123A) 锂离子3.7v电池充电，请勿对其他型号及非充电电池充电。
-

### 3.2.3 电池安装

MX2激光准绳仪包装及发货时，激光器内未安装电池。请用户对电池充电后，按如下步骤完成电池安装。

- 1) 取出激光器，并将有橙色开关按钮的底面朝上。
- 2) 激光器有两条倒角边，均镶嵌了圆形强力磁铁。
- 3) 在其中一条倒角边靠近开关方向约1cm处，有一沉孔，孔内装有一颗M2紧定螺丝。
- 4) 使用附赠的M2六角扳手，拧松此螺丝，仅需逆时针旋转1/4-1/2圈。
- 5) 调转激光器，将有橙色开关按钮的底面朝下。
- 6) 轻轻上下晃动激光器，使开关尾座滑出少许。
- 7) 取出开关尾座，将电池正极朝内，负极朝外放入激光器电池仓。
- 8) 请注意区分电池极性，带有凸头的一端为正极。
- 9) 再将开关尾座放入电池仓，注意开关尾座的朝向，铜触点向内，橙色按键帽朝外。
- 10) 因铜触点内部有弹簧，开关尾座放入后会突出于激光器底面。
- 11) 用拇指按压开关尾座的边缘，使开关尾座下沉至与激光器底面平齐。
- 12) 使用附赠的M2六角扳手，将紧定螺丝顺时针拧紧1/4-1/2圈，锁紧开关尾座。
- 13) 按下激光器底部的开关，若激光器发光，则电池安装完成。

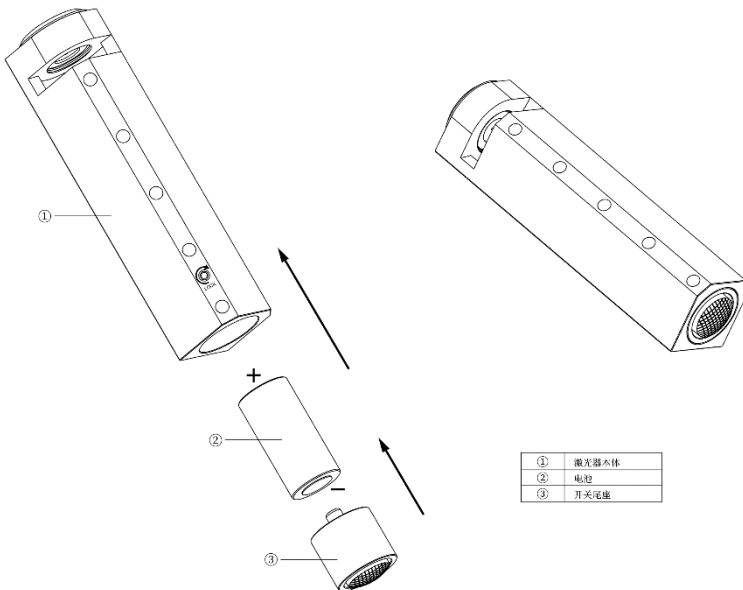


图3.2 激光器电池安装示意图

## 第四章 操作

---

### 4.1 简介

MX2激光准绳仪是适用于实验光路搭建的辅助工具，尤其适用于自由空间系统下的光路搭建。使用它不但可以快速提高搭建效率，而且还可以提高光路同轴度，校正光元件俯仰和摆动角偏差，同时也支持跨平台的大型光路的辅助搭建和校正。

以下说明以自由空间光路搭建为例，需要依循一定的步骤顺序，请用户结合实践进行学习。

---

### 4.2 准备工作

激光准绳仪经过精密加工和校准，其底面与立面有较高的相互垂直度。如果光学平台上有细微的不平整，如个别螺纹孔表面存在未清理干净毛刺，或者准绳仪底部与光学平台表面间有颗粒状的杂质。这些不良因素经过杠杆效应后会数十倍放大垂直度偏差，造成测量误差。因此，在使用准绳仪辅助光路搭建之前，需要先检查准绳仪的垂直度偏差，即平台与准绳仪底部接触面的局部平整度，如发现存在较大偏差则需采取必要的纠正措施。

- 1) 用附带的软布擦拭准绳仪底部和需要放置准绳仪的平台表面局部位置，去除可能附着的杂质。
- 2) 将准绳仪吸附在光学平台表面的一角，如光学平台较大，也可以在中心或其他位置。
- 3) 将专用高度尺吸附在距离准绳仪约1米距离的位置，但无须在同一行或同一列螺纹孔上对齐。
- 4) 打开激光器开关，并将其吸附在准绳仪本体立面上的V型槽内。使参照激光线投影在专用高度尺的刻度之上，并识读刻度值。
- 5) 手握准绳仪本体底部，原地绕轴旋转 $180^\circ$ ，使另一侧出光窗口发射的激光参照线投影在高度尺刻度上，并识读刻度值。
- 6) 对比两次刻度值的误差，若误差小于1mm或接近无误差，则可判断准绳仪的垂直度未受到平台接触面平整度的影响。
- 7) 若误差大于1mm或更高，则表明光学平台表面局部存在不平整的螺纹孔毛刺或其他瑕疵，可再挑选几个位置进行测试，以便找到适合放置准绳仪使用的区域。产生垂直度偏差的位置，可以用记号笔进行标注，在使用时回避。或进行简单研磨去除螺纹孔毛刺后，再通过上述测试方法检查一遍，确定此位置可供准绳仪使用。
- 8) 为回避螺纹孔毛刺，准绳仪底部的中间区域，设计为比四角凹入少许。使用时，尽量不要将准绳仪底部四角置于任一螺纹孔之上，而是尽可能使螺纹孔对正准绳仪底部内凹的中间区域。

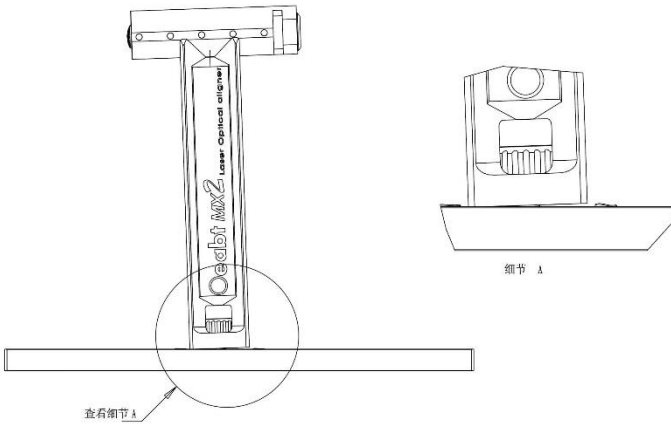


图4.1 光学平台表面不平整造成的倾斜误差

### 4.3 测量及确定光轴高度

以下描述的自由空间光路搭建，特指狭义的，在室内光学平台或面包板等平面上进行的光路搭建。

由于光机械的形态多样化，以及常用光元件涵盖了0.5—2英寸等不同规格。具有圆形、方形、棱柱、立方体及其它不规则形状（如晶体），因此光机组件的安装高度具有较大的差异和可调范围。在光路搭建之前，测量和确定一个能满足所有光机组件中心共轴的光轴高度是首要任务。

使用MX2激光准绳仪可以快速测量和确定适用于全局的光轴高度，而无需逐一测量光机组件高度和加减计算。具体操作步骤如下：

- 1) 将实验光路中需要用到的光机组件随意垂直摆放在光学平台上。（建议使用薄型磁座，以便于位置调整）
- 2) 将MX2激光准绳仪本体吸附在同一光学平台上，建议放置在光机组件群的外侧以便观察。
- 3) 打开激光器电源开关，使激光器出射一字线。
- 4) 将激光器出射窗口朝上，吸附在准绳仪本体立面的V型槽内。
- 5) 上下推动激光器在V型槽内滑动，同时观察水平向的激光参考线在光机组件镜框，支架或光元件上的投影位置。
- 6) 在若干光机组件中选择高度最低，可调范围最小的个体为全局参照基准。并将其高度调至适中，一般为可调范围间的居中位置。
- 7) 调整激光器在准绳仪V型槽内的位置（向上或向下滑动），使激光参照线的投影位置与选定的基准光机组件的光元件中心高度一致。即观察参照线的投影落在光元件圆形镜



(续上页)

框或支架**水平向**的1/2分割线上。

- 8) 部分光学镜框的环形面上有环绕一周的刻度线,或绕圆周每隔 $90^\circ$ 标刻的十字线,参照这些标刻线可以提高调节准确度和效率。
- 9) 若激光参照线与基准光机组件间存在其他遮光物体,影响观察的,可移开遮光物或移动基准光机组件的位置,以便于观察和调节。
- 10) 观察激光器出光口处的0标刻线,与激光准绳仪立面棱边上的刻度线对应的高度值,或查看专用高度尺的激光参照线投影刻度,可识读出全局光轴高度。

### 4.4 批量校正光轴高度(校正光元件中心垂直向偏差)

- 1) 将已确定基准的激光参照线作为准绳,将其余的光机组件光元件中心高度位置调整至一致。
- 2) 将已确定基准的激光参照线作为准绳,安装实验光源,并调整其出射光线的高度与激光参照线等高。
- 3) 采用激光准绳仪本体和专用高度尺,分别靠近和远离实验光束出口光,测量近端和远端的光轴高度,并调整至已确定的全局光轴高度。若近端和远端的光轴高度测量值不相等,则说明光束与光学平台表面不平行,需调整实验光源的支架俯仰角度至平行为止。

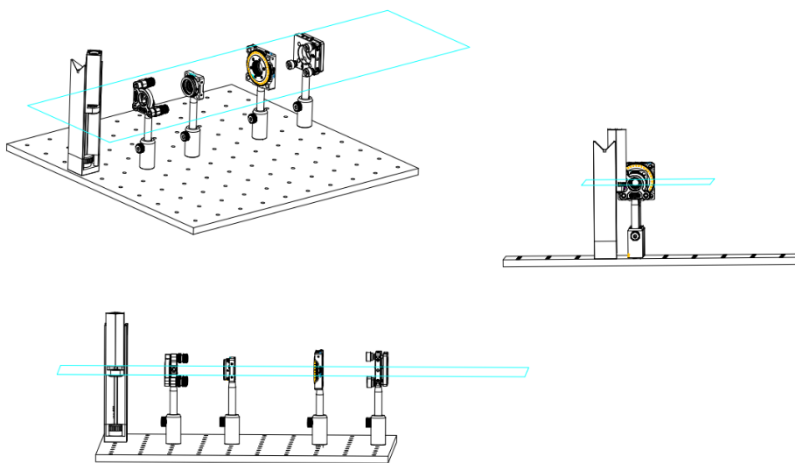


图4.2 批量校正光轴高度

#### 4.5 批量校正光轴同轴度（校正光元件中心水平向偏差）

经过上一小节所述步骤，光机组件群的光元件中心高度已经调整至基本一致，继续按如下步骤，调整光元件中心的水平位置同轴。

- 1) 按照预先设计好的光路图，将若干光机组件沿实验光束方向摆放成一列（若光路中有分光， $90^\circ$  或其他角度的反射等则为多列或阵列形式）。建议使用薄型磁座，以便于位置调整。
- 2) 将激光准绳仪摆放实验光源器后方，打开激光器电源，射出激光参照线，并将激光器吸附于准绳仪顶部的V型槽上。
- 3) 激光器投射出垂直向的激光参照线，投影在光机组件和光学平台的表面。且与实验光路方向互为垂直关系。
- 4) 推动激光器在准绳仪顶部的V型槽内左右滑动，同时目测激光参照线在光源器圆柱表面的投影，并使其投影在实验光源器柱面的轴向居中位置。若实验光束为可见光，则可通过俯视角度的观察和左右滑动激光器调整，至实验光束与激光参照线相交为止。
- 5) 观察激光参照线在光机组件，特别是在圆形镜框上的投影，移动光机组件，使参照线的投影落在光元件圆形镜框或支架垂直向的1/2分割线上。
- 6) 部分光学镜框的环形面上有环绕一周的刻度线，或绕圆周每隔 $90^\circ$  标刻的十字线，参照这些标刻线可以提高调节准确度和效率。
- 7) 如存在分光或角度反射的光路，会有多行/列的光机组件存在。按如上方法，逐个调节整列或整行光机组件中的其他组件位置。
- 8) 采用如上步骤，可逐行/列调整光机组件的位置，以尽可能消除光路上全部光元件，其中心在水平向的位置偏差。

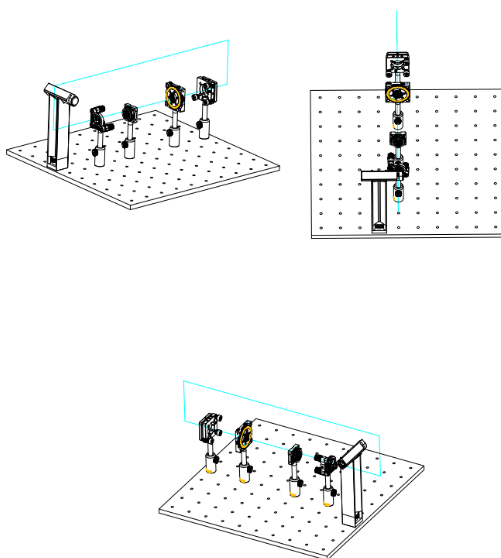


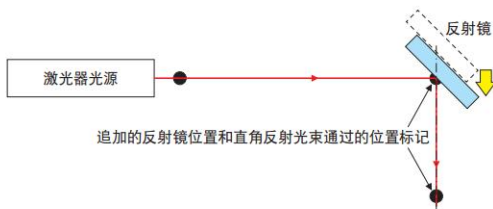
图4.3 批量校正光轴同轴度

## 4.6 校正光元件俯仰角偏差

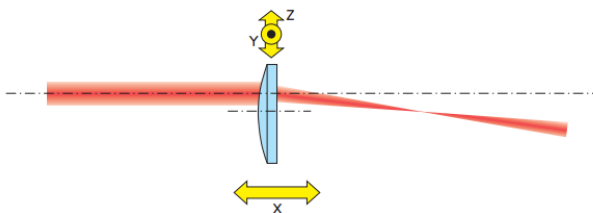
经过上述4.4和4.5小节描述的步骤对光路进行调整后，光路上的光元件中心已基本调整到与实验光束重合，即获得了比较高的光路同轴度。

如需更加精确的对光路进行调整，则必须尽量消除光学元件安装在光机械上时存在的相对位置偏差，在本文第一章《概述》2.22小节，对传统光路调整方式中第3-6项。描述了如下四种在光路调整过程中常见的问题：

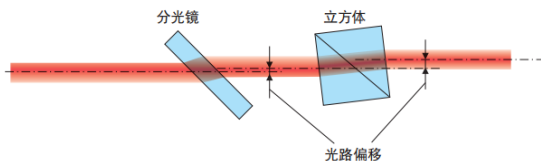
### A: 光束经过直角反射镜后需要进行的调整



### B、光束经过倾斜的透镜后需要进行的调整



### C、光束经过倾斜的分光器件后需要进行的调整



## D、 光束需要以0度入射时需要进行的调整

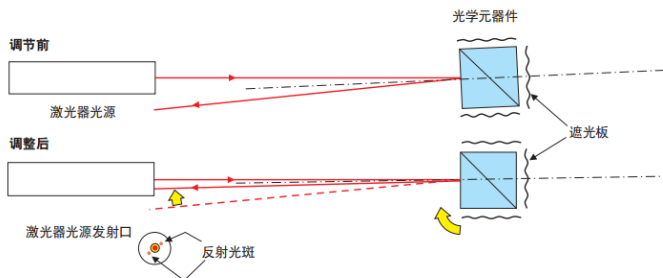


图4.4 传统方式校正原件俯仰角偏差组图

上述四种情况，其原因都是因为光学元件在光机械上的安装位置、角度并非固定的，在实际应用中，通常要对光学元件的位置和角度进行一定程度的微调校正，所以可调整镜架、支架等光机械上，一般都配置有微分螺丝或微分头手柄。在传统方式中，主要依赖操作人员技术和经验来进行这些调整，其中对于光学元件的倾角偏差，调整起来尤为困难。因为光学元件的角度姿态存在下列三种偏差：

- a: 俯仰角偏差
- b: 摆动角偏差
- c: 俯仰角偏差和摆动角偏差共存

针对上述难点本产品采用了通过刻度尺测量返回光位置来校正光学元件倾角的方法。其原理是，几乎所有的光学元件，即使是透过激光的镜片，也有2%~15%的光线会反射，称为返回光，当返回光的光路与入射光重合，即表示入射光以 $0^\circ$ 入射角照射光学元件，且被照射的光学元件的受光面是与光学平台表面精确垂直的。根据如上原理，采用MX2激光准绳仪，就可以准确的校正光学元件姿态，基本消除俯仰角和摆动角偏差，从而进一步提高光路的同轴度和准直性。具体操作方法如下：

## 对光元件俯仰角偏差的调整步骤：

- 1) 打开激光发生器电源开关，并将其吸附至准绳仪立面的垂直V型导槽内。
- 2) 以激光发生器的出射光作为参照光线，较近距离照射被测光学元件。
- 3) 若光学元件的返回光线与激光发生器旁的0刻度线重合，即表示光学元件的返回光与入射光完全重叠，即光学元件受光面与光学平台表面呈垂直状态。
- 4) 若返回光不在激光发生器0刻度线上，则调节光机组件对应轴上的微分螺丝等，使光学元件的俯仰角度发生变化，直至返回光线与激光发生器0刻度线重合，即完成了光学元件俯仰角的调整和与光学平台表面垂直度的校正。

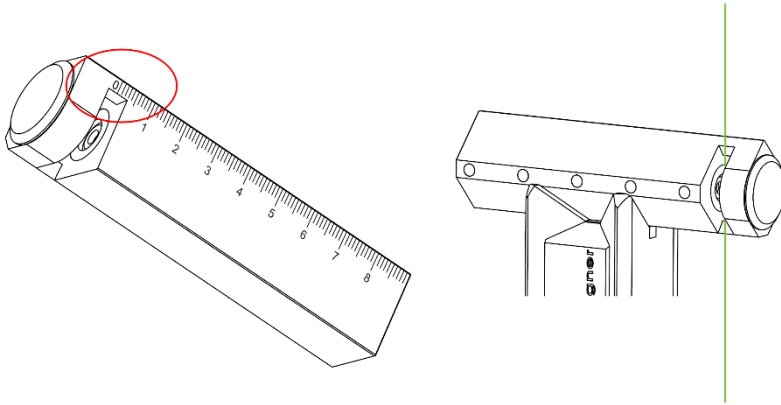


图4.5 参照0刻度线调整光学元件俯仰角差

### 对光元件摆动角偏差的调整步骤：

- 1) 打开激光发生器电源开关，并将激光发生器吸附至准绳仪顶部的水平V型导槽内。
- 2) 以激光器发生器的出射光作为参照光线，较近距离照射被测光学元件，其返回光会投射在光学平台表面，如果返回光与入射光投射在光学平台表面上的光线完全重合，即表示光学元件在水平方向的摆动角为 $0^\circ$ ，基本无偏转。
- 3) 若返回光与入射光在光学平台上的投射存在一个夹角，则证明光学元件的摆动角有正或负值的角度偏差。
- 4) 调整光机组件对应轴上的微分螺丝等，使光学元件的摆动角发生变化，直至返回光与入射光投射在光学平台表面光线之间的夹角消失，两条光线完全重合，即完成了光学元件摆动角的调整 and 与光路方向平行度的校正。

上述两种方法交替使用，可以基本解决光学元件存在的俯仰角偏差和摆动角偏差问题，达到理想的光路同轴度和准直性。

## 4.7 其他操作

MX2激光准绳仪还可用于校正单个光机组件安装垂直度，以及对跨两个或多个光学平台的大型光路进行辅助搭建。具体操作方式如下：

### 校正单个光机组件安装垂直度

如下图所示，单一的光机组件，或用于实验的其他被测物，放置在光学平台上时，需要与光路形成垂直关系时，可以单独使用MX2 L360激光器进行测量和校准，而无需配合准绳仪主体使用。具体操作方式为，将激光发生器平放于光学平台表面，磁力面朝下，打开激光开关，投射出激光一字线，并照射到需要校正垂直度的光机组件或物品，通过目视观察和对比激光光线和光学平台表面的角度，以及被测物体上反映的激光参照线与其边界的平行度，即可快速判断垂直度偏差，并做相应调整，完成单个光机组件或被测物与光学平台表面垂直度的校正。

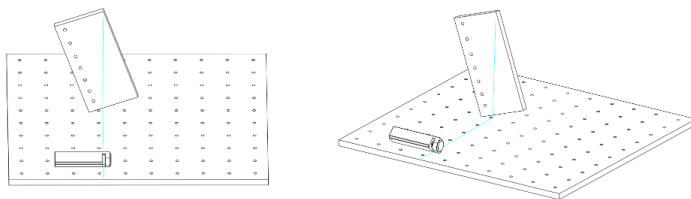


图4.6 校正单个光机组件安装垂直度

### 跨平台大型光路辅助搭建

由于本产品采用激光光线作为参照线，所以克服了采用直尺等工具作为测量工具的诸多弊端，使得在两个或者两个以上光学平台上构建大型光路，并且简便快捷的调整光路至理想状态成为可能。因为激光的准直性优势，MX2激光准绳仪在激光功率安全的前提下，参照光线可清晰覆盖数十平方米内区域，所以只要使用范围内的光学平台高度差不悬殊（如 $\leq 10\text{cm}$ ），就可以实现大型光路的搭建和调校。具体操作方法比较简单，在第一个光学平台的光路搭建和调校完成后，沿实验激光光源光线方向至第二个光学平台，随后在第二个光学平台上测量光轴高度，并以此高度作为标准搭建在第二个光学平台上的光路，其批量校正光轴高度、批量校正光路同轴度、校正光学元件俯仰角、摆动角等操作与在第一个平台上的操作方式是相同的，只需要按照准绳仪投射的激光参照线进行调整即可，而无须进行光学平台间的高度差补偿计算。同理，这些方法也适用于第3 n个光学平台上光路的搭建和调校。

## 预防性维护

---



### 警告

产品不包含用户可维修部件，并存在电气风险。

如果在拆除外壳的情况下操作产品，则可能会受到电击。只有经过Oeabt授权并接受过本产品维护培训的人员才能拆卸产品或进行维修和调整。维护仅限于以下章节所述的安全测试和清洁。

---

### B.1 安全测试

根据使用者当地法规或组织内部的仪器仪表管理制度，本辅助工具应定期进行PAT测试（日常使用的仪器通常每年进行一次）。

---

### B.2 清洁

---



### 警告

- 清洁本机前请断开电源。
- 不要让水进入壳体。
- 不要使装置超负荷应用。
- 不要使用任何类型的研磨材料、擦洗粉或溶剂，例如酒精或苯类。

可以使用软布或清洁专用皮革，用水或温和的中性清洁剂稍微润湿后轻轻擦拭。

---

## 规格参数

规格参数表

编号	规格名称	参数
01	本体型号	MX2
02	激光器型号	MX2-L360
03	专用高度尺	MX2-HR
04	本体标尺范围	0-200mm
05	激光器标尺范围	0-40mm
06	组合测量标尺范围	0-240mm
07	专用高度尺标尺范围	0-240mm
08	激光器波长	520nm/648nm 可选
09	激光器功率	20mW $\pm$ 2%
10	光路高度目测分辨率	$\pm$ 1mm
11	水平平行度校准分辨率	$\pm$ 1°
12	垂直平行度校准分辨率	$\pm$ 1°
13	光路同轴度校准分辨率	X,Y,Z 三轴均 $\leq$ 2%
14	光元件安装俯仰角校准分辨率	$\pm$ 1°
15	光元件安装偏摆角校准分辨率	$\pm$ 1°
16	固定方式	磁力底座/手拧螺丝 双模式
17	材质	7075 铝镁合金(硬质阳极氧化表面)
18	表面硬度	$\geq$ HV420
19	基准面精度	$\pm$ 25 $\mu$ m
20	热膨胀系数	(20-100°C) $\mu$ m/m.k
21	组合质量	1625 g ( $\pm$ 1% 含防潮箱)
22	电池	ICR 16340 DC3.7V 1200mAh
*以上测量数据基于 r=50cm 平面度 $\pm$ 0.02mm 隔振平面内测试所得(非真空)		





## 光机组件/光元件/光学仪器

光学和光学机械元件  
光学支架和轨道透镜，棱镜和滤光片以及偏振光学元件  
激光器二极管  
实验用激光器和PWM辅助工具实验用LED光源器和线性辅助工具

激光二极管的高精度电流和TEC辅助工具

光束质量分析仪  
用于光路搭建辅助的激光准绳仪

光学面包板和隔振工作站

手动定位系统、电机和压电驱动转换器、平台和底座组件  
直流有刷/无刷，步进电机和压电辅助工具微米到亚微米尺度的集成多轴运动控制系统

## 软件系统

基于windows系统的运动控制软件  
PWM脉宽调制软件  
光束质量分析系统

## OEABT

## 技术支持/Technical Support

Oeabt提供全面的售后服务。通过您当地的经销商或以下地址与我们联系：

广州基座光学科技有限公司.

**地址：**广州市番禺区大石街群贤东路2号晋诚大厦4楼420室 **电话：**020 34792351

**传真：**020 39935335

**网址：**www.0eabt.com

**Email：**sales@0eabt.com

**技术支持：**techsupport@0eabt.com

Guangzhou Oeabt Optical Technology Co.,Ltd.

**Addr:** Room 420, 4th Floor, Jincheng Building, No. 2 Qunxian East Road, Dashi Street, Panyu District, Guangzhou (CHINA)

**Tel:** +86 (0) 20 34792351

**Fax:** +86 (0) 20-39935335

**Web:** www.0eabt.com

**Email:** sales @Oeabt.com

**Support:** techsupport @Oeabt.com

## 客户意见反馈

基座光学希望获得有关客户遇到的任何问题的详细而准确的信息。

我们欢迎您对产品 和说明手册的任何方面提出意见或建议。