

LBTEK

空间光调制器

用户手册



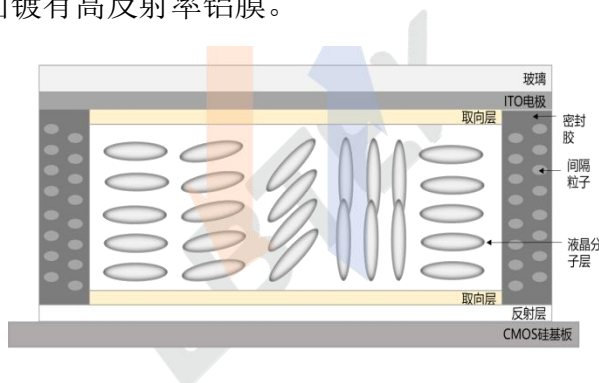
目录

1、简介	3
2、产品信息	4
2.1 产品参数	4
2.2 参数定义	5
2.2.1 分辨率	5
2.2.2 像元大小	5
2.2.3 开口率/填充因子	5
2.2.4 相位范围	5
2.2.5 衍射效率	5
2.2.6 响应时间	5
2.2.7 相位稳定性	5
2.2.8 光学利用率	5
2.2.9 刷新频率	6
2.2.10 灰度等级	6
2.2.11 损伤阈值	6
2.3 产品尺寸	6
2.4 相位-灰度曲线	7
3、发货清单	7
4、使用说明	8
4.1 基础操作	8
4.2 外甩安装方法	10
4.3 常见光路搭建方法	11
4.4 SLM 使用技巧	12
4.5 SLM 控制软件	13
4.6 SLM 调试软件	14
5、常见问题&解决方法	15
5.1 空间光调制器无调制作用	15
5.2 对话框/屏幕的显示	18
5.3 空间光调制器图案显示	19
5.4 软件使用问题	21

1、简介

空间光调制器（Spatial Light Modulator, SLM）可以实现对光波空间分布的调制，它可以将信息加载到光学数据场上，这个数据场可以是一维的，也可以是二维的。空间光调制器作为数字光学技术应用的产品载体，可在随时间变化的电驱动信号和其他信号的控制下，改变空间上光分布的振幅、偏振态或相位，或者把非相干光转化为相干光，可以方便的将特定的信息写入光波中，达到光波调制的目的。通过图像信号动态实时的控制每个像素的电压，从而实现对光波进行调制。广泛应用于光束控制、全息显示、光镊技术、激光加工等领域。

反射式空间光调制器的液晶光阀结构如下图所示，上下两个极板之间充有向列液晶层，透明的取向层紧贴着液晶层的上下内表面，作用是使得液晶分子的取向平行于取向模表面。最上层覆盖透明玻璃，透明玻璃的内表面涂有透明导电层，最下层是硅基板，上面刻蚀有可独立寻址电极，电极上面镀有高反射率铝膜。



本产品技术指标如下：

- 类型：反射式相位型
- 光谱范围：涵盖420-1700 nm（根据不同型号）
- 高分辨率：支持2048×2048分辨率
- 刷新频率：60 Hz

2、产品信息

2.1 产品参数

型号	SLM-P1910HR-VIS	SLM-P2020-VIS	SLM-P2020HR-VIS	SLM-P2020-VISIR1	SLM-P2020-VISIR2	SLM-P2020HP-IR
调制类型	反射式相位型	反射式相位型	反射式相位型	反射式相位型	反射式相位型	反射式相位型
光谱范围	420nm-650nm	420nm-700nm	420nm-650nm	420nm-1700nm	420nm-1700nm	1000nm-1100 nm
灰度等级	8 位, 256 阶	8 位, 256 阶	8 位, 256 阶	8 位, 256 阶	8 位, 256 阶	8 位, 256 阶
分辨率	1920×1080	2048×2048	2048×2048	2048×2048	2048×2048	2048×2048
像元大小	8.0μm	6.4μm	6.4μm	6.4μm	6.4μm	6.4μm
有效区域	0.69" 15.36mm×8.64mm	0.73" 13.1mm×13.1mm	0.73" 13.1mm×13.1mm	0.73" 13.1mm×13.1mm	0.73" 13.1mm×13.1mm	0.73" 13.1mm×13.1mm
填充因子	0.87	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
反射率	95%	45%	95%	80%	85%	90%
光学利用率	90±5%@420-650nm	45±5%@420~700 nm	90±5%@420-650nm	45±5%@420~900nm 80%±5%@900~1100 nm&1500~1700 nm	45±5%@420~1000nm 80±5%@1000~1100nm 85±5%@1500~1700nm	90%±5%@1064 nm
相位范围	≥2π @637nm	≥2π @637nm	≥2π @637nm	≥2π@1064nm	≥2π @1550nm	≥2π @1064 nm
相位稳定性	≤0.06π @637nm	≤0.05π@637 nm	≤0.08π@637 nm	≤0.03π@1064 nm	≤0.03π@1550 nm	<0.03π@1064nm
刷新频率	60Hz	60Hz	60Hz@单色 180Hz@彩色	60Hz	60Hz	60Hz
响应时间	≤45 ms@637 nm	≤40 ms@637 nm	≤60 ms@637 nm	≤120 ms@1064 nm	≤700 ms@1550 nm	~50ms
衍射效率	637nm 80±5%@ L16	637nm 60±5%@ L16	637nm 80±5%@ L16	1064nm 70±5%@ L16	1550nm 65±5%@ L16	1064 nm 72%@ L16
损伤阈值	20W/cm²(无水冷) 100W/cm²(水冷)	20W/cm²(无水冷) 100W/cm²(水冷)	20W/cm²(无水冷) 100W/cm²(水冷)	20W/cm²(无水冷) 100W/cm²(水冷)	20W/cm²(无水冷) 100W/cm²(水冷)	1000 W/cm2 (水冷)
数据接口	HDMI	HDMI	HDMI	HDMI	HDMI	HDMI
电源输入	12V 3A	12V 3A	12V 3A	12V 3A	12V 3A	12V 3A
gamma校正	支持	支持	支持	支持	支持	支持
相位校正	支持	支持	支持	支持	支持	支持
面型校正	支持	支持	支持	不支持	不支持	不支持

2.2 参数定义

2.2.1 分辨率

水平及垂直方向像素单元的数量，如1920×1080，2048×2048

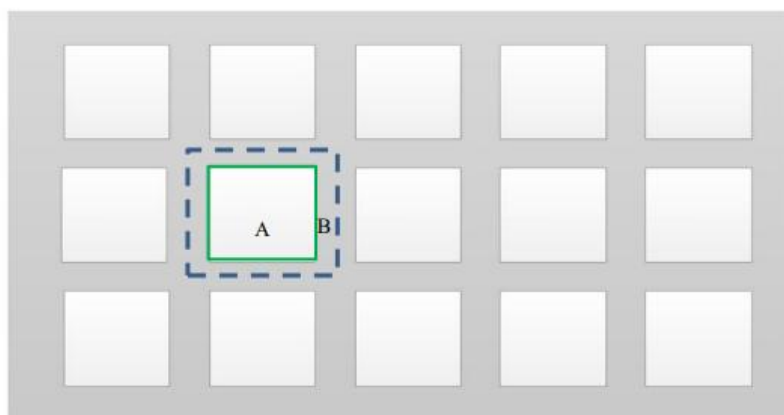
2.2.2 像元大小

单个像素的大小

2.2.3 开口率/填充因子

单个像素有效面积占总面积的比值。

填充因子=SA/SB



2.2.4 相位范围

空间光调制器能实现的最大相位调制量。

2.2.5 衍射效率

空间光调制器加载闪耀光栅，一级衍射光的功率占不加载闪耀光栅时零级光功率的百分比，其定义公式为：

$$\text{衍射效率} = P_{1th}/P_{0th} \times 100\%$$

其中， P_{1th} 是加载闪耀光栅时一级光的功率； P_{0th} 是不加载闪耀光栅时零级光的功率。

2.2.6 响应时间

响应时间为上升时间与下降时间的和。其中，上升时间为在加载电压后液晶盒亮度从90%变化到10%时，液晶所需要的扭转时间；下降时间：不加载电压时液晶盒亮度从10%变化到90%时，液晶所需要的恢复时间。

2.2.7 相位稳定性

加载同一电压时，相位的稳定程度。

2.2.8 光学利用率

空间光调制器正常工作时，出射光强与入射光强的比值。

2.2.9 刷新频率

空间光调制器显示的场频，即垂直扫描频率。

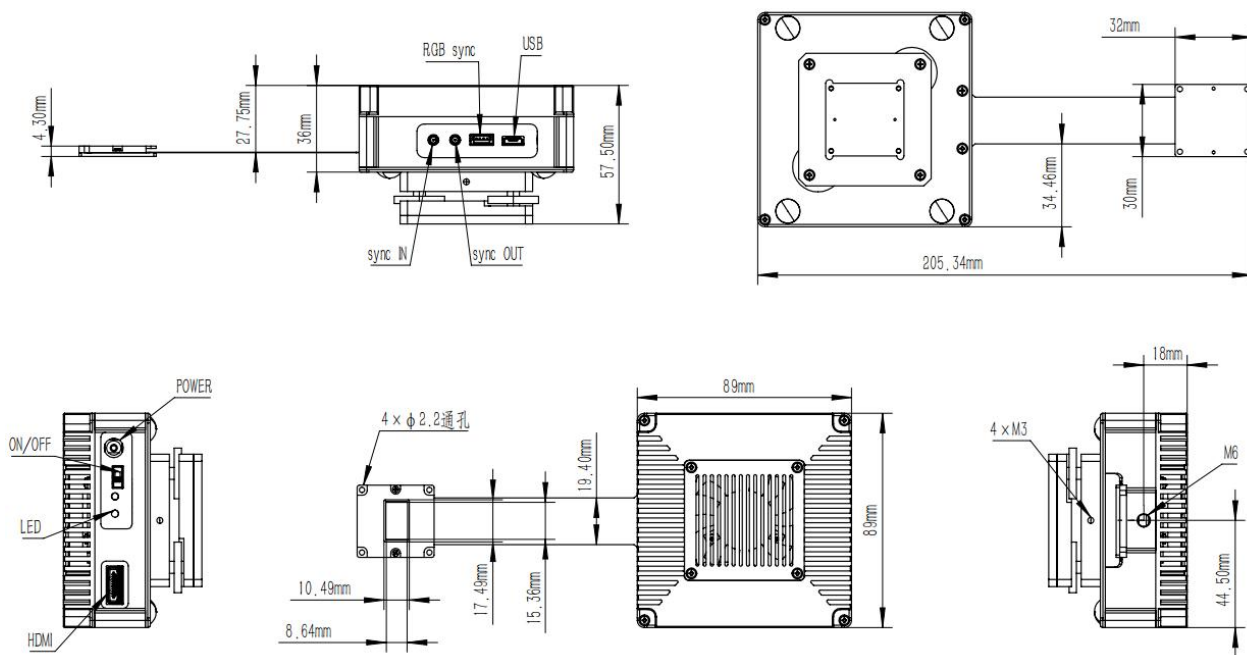
2.2.10 灰度等级

空间光调制器具有从黑到白256级灰度色阶或等级，用8位数据表示。

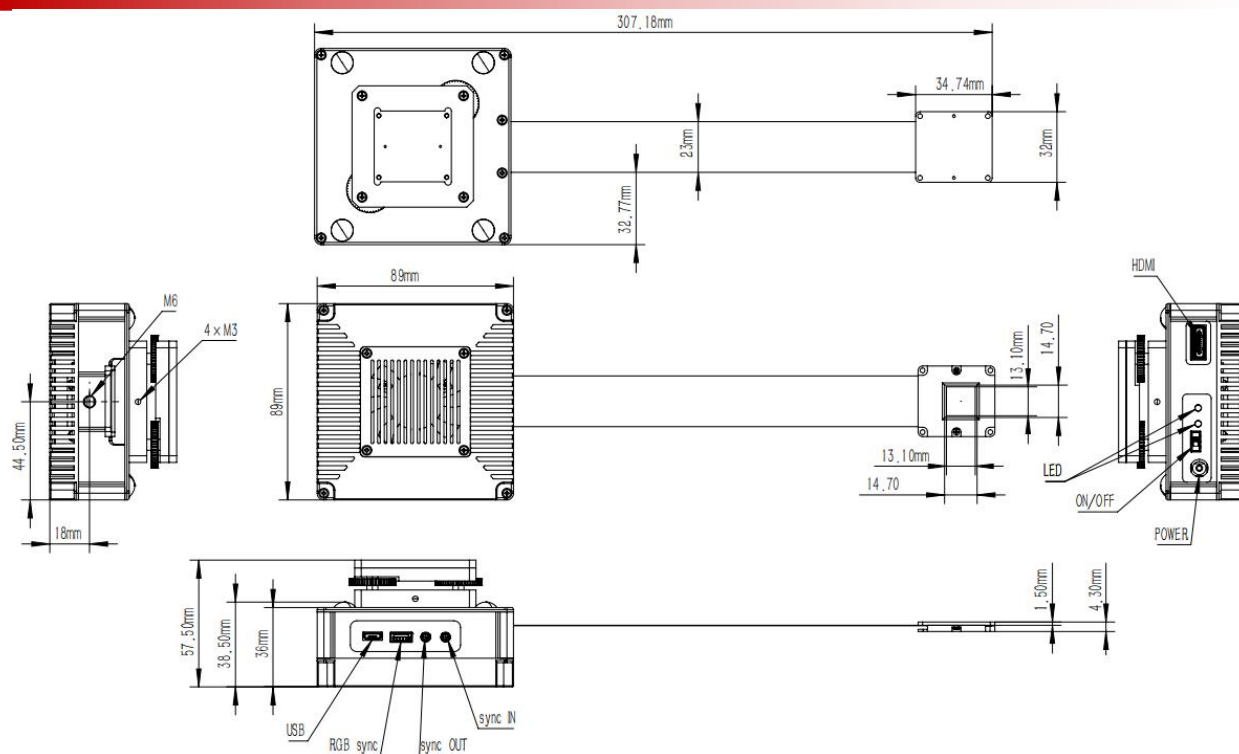
2.2.11 损伤阈值

空间光调制器可以承受的最大光功率密度，单位为： W/cm^2 。

2.3 产品尺寸

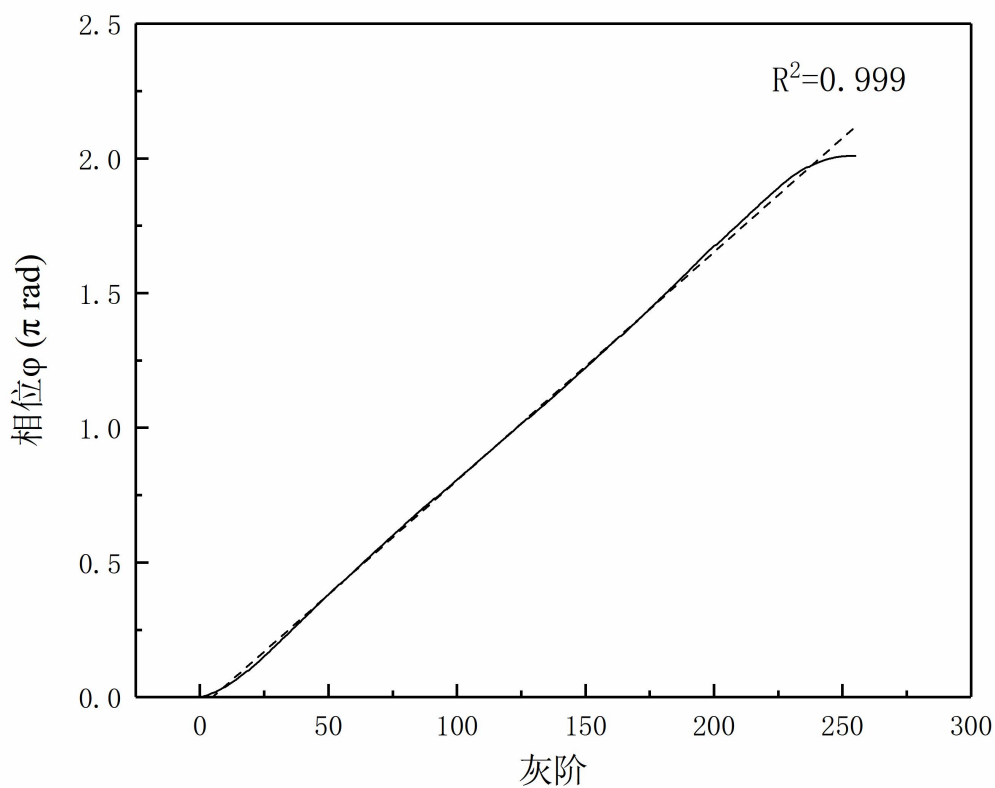


SLM-P1910HR-VIS 尺寸图



SLM-P2020xxxx 尺寸图

2.4 相位-灰度曲线



3、发货清单

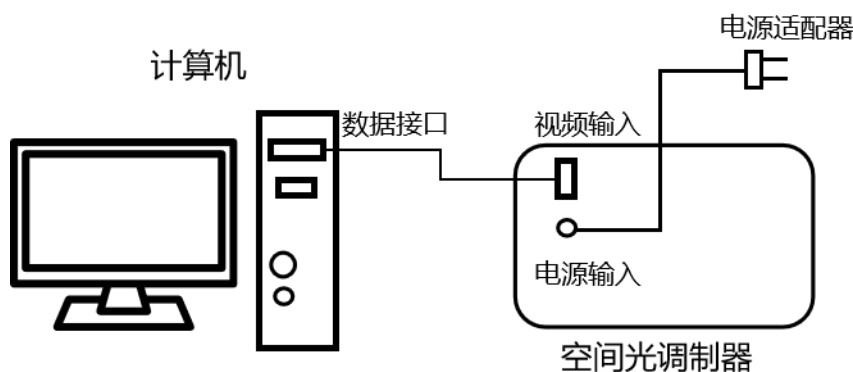
空间光调制器系列的定制包装箱用于产品运输及安全保护。出厂时包装箱内应该包含如下表格所列部件。收货时请检查包装箱是否完好，资料是否有缺失；如果有异常，请勿使用该产品并及时联系麓邦处理。

序号	名称	规格型号	单位	数量
1	空间光调制器	SLM-xxxxxx	套	1
2	电源适配器	12V 3A	个	1
3	视频传输线	1.5m	条	1
4	Micro USB 线	/	条	1
5	偏振片	检验用	个	1
6	U 盘	内含控制软件、SDK、 使用说明书	个	1
7	资料	合格证、使用说明书、验收报告	套	1

4、使用说明

4.1 基础操作

- 启动计算机
- 将空间光调制器与计算机、电源适配器连接，打开电源开关。



注意：

1. 先连接视频线（需与电脑显示器连接一致，即同时连接在显卡或主板），再连接电源线。
注：断电时，先断开电源线，再断开视频线。（即不要在有电的状态下，插拔视频线）
2. 空间光调制器的电源为专用电源，切勿与其他电源混用，损坏调制器。

- 以Windows系统为例，在桌面右击，点击“屏幕分辨率”，识别当前显示器，单击另一个显示器，将屏幕分辨率设置为1920×1080或2048×2048（根据空间光调制器的分辨率设置），将“多显示器”中设置为“拓展这些显示”，点击“应用”，然后点击“确定”，此时完成将桌面图像扩展到第二个显示器的设置。
- **检验：**在空间光调制器液晶光阀表面放置偏振片（出货配置观察用偏振片），旋转偏振片，观察液晶光阀中显示的图像是否正常（确保计算机桌面的图片顺利扩展到第二个显示器上，可用LED光源（或手电筒替代）从侧面给光观察，若图像显示不正常，检查接线）。
- 将空间光调制器用配置的支架固定在光学平台上（**注意：尽量使用随设备配置的螺钉，使用过长螺钉容易顶坏电路板，损坏调制器。**）。
- 搭建所需的光路（该款调制器使用时要求入射光的偏振方向与排线方向垂直）。
- 根据需要更换桌面图像。方法为右击桌面，单击“个性化”，点击下方“桌面背景”，找到所需的图像单击，根据需要设置“图片位置”，一般建议设置为“平铺”。也可直接找到所需扩展的图像，单击右键，单击“设置为桌面背景”（建议使用分辨率与SLM分辨率相同的图片）。
- 利用SLM控制软件实现对扩展到空间光调制器上图像的控制。

注意：

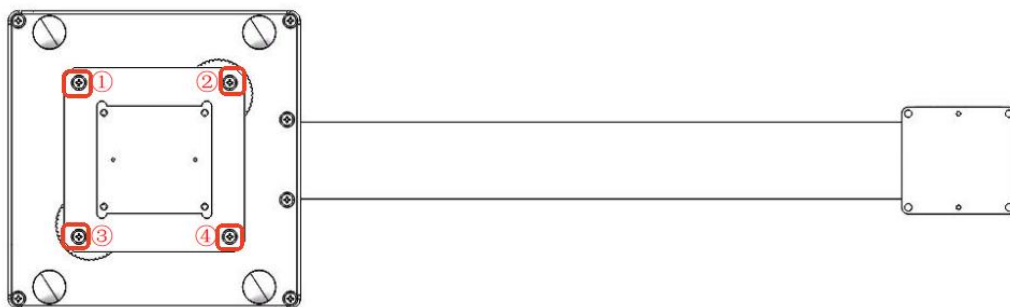
请勿私自拆机，以免影响调制器的工作状态以及后期维修事宜；切勿用手触摸液晶面板，如有灰尘，可用气皮球轻轻吹去；如有污点，可用棉签沾取酒精和乙醚的混合液（3:1）擦拭效果较好。

使用注意事项：

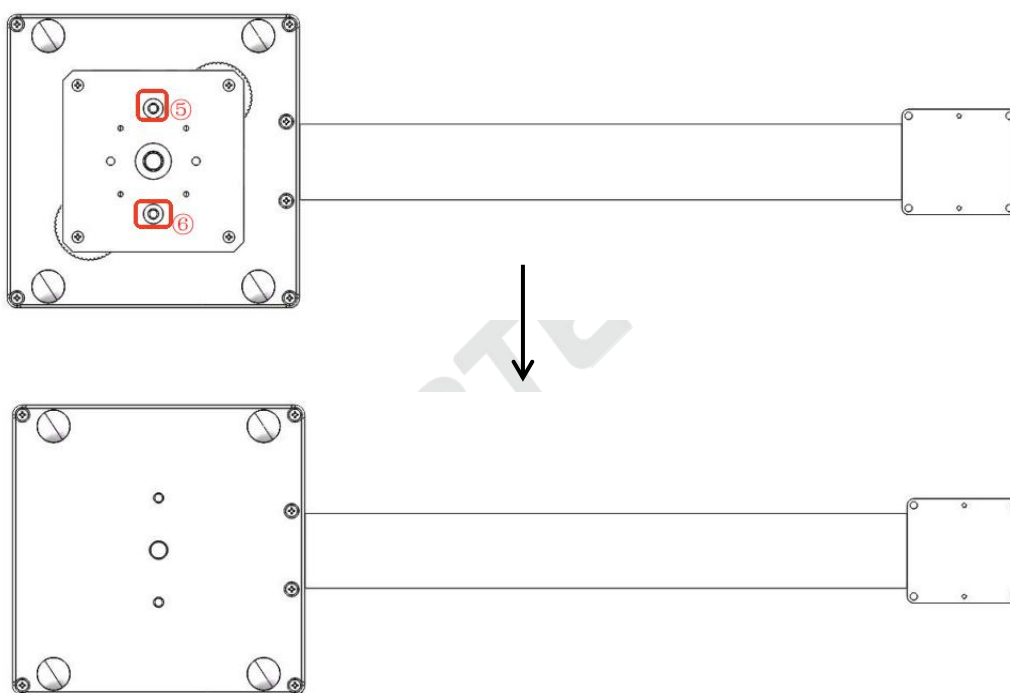
序号	事项	建议
1	空间光调制器先上电，后连接视频信号线，导致空间光调制器连接电脑无响应，或者加载图像无显示。	使用空间光调制器时先连接视频信号线，后上电开机。
2	空间光调制器电源混用，未使用专配规格电源连接，导致驱动控制板相关芯片烧坏，无法使用。	空间光调制器的电源为专用电源，切勿与其他电源混用，损坏空间光调制器。
3	未保护液晶光阀面板，导致残留异物或划伤等，影响探测结果。	若发现液晶光阀面板上留有异物，用气皮球轻轻吹去，或者用无尘棉签蘸取酒精轻轻擦拭。
4	空间光调制器通电运行时频繁插拔视频线，导致驱动板损坏	插拔视频线时应先断电，然后操作，尽量不要热插拔

4.2 外甩安装方法

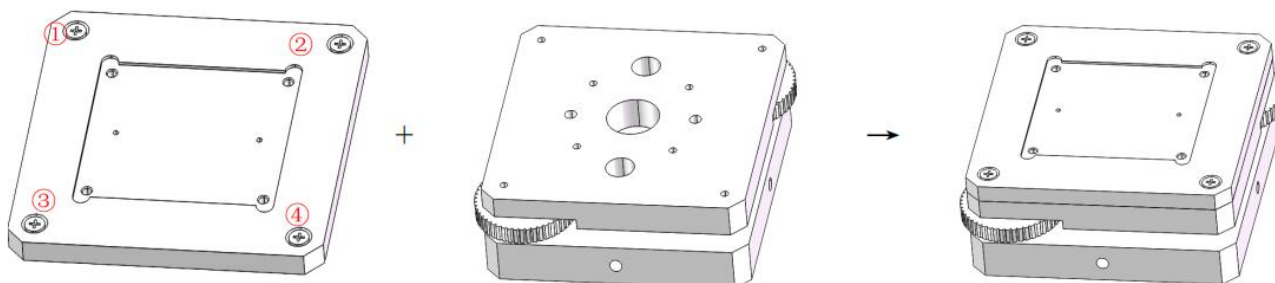
1、使用十字螺丝刀取下①②③④处位置的螺丝，然后拿下上盖



2、取下⑤⑥位置处的螺丝



3、将前两步取下的盖板通过第一步取下的 4 颗螺丝固定在一起

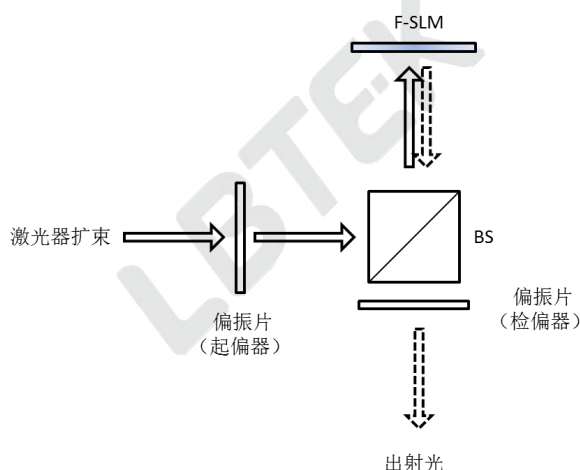


4、分别使用接杆固定即可

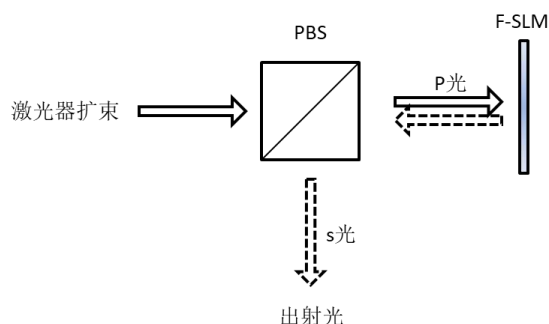


4.3 常见光路搭建方法

光路 1：调节偏振片，使入射光偏振方向垂直于排线方向，检偏器可加可不加



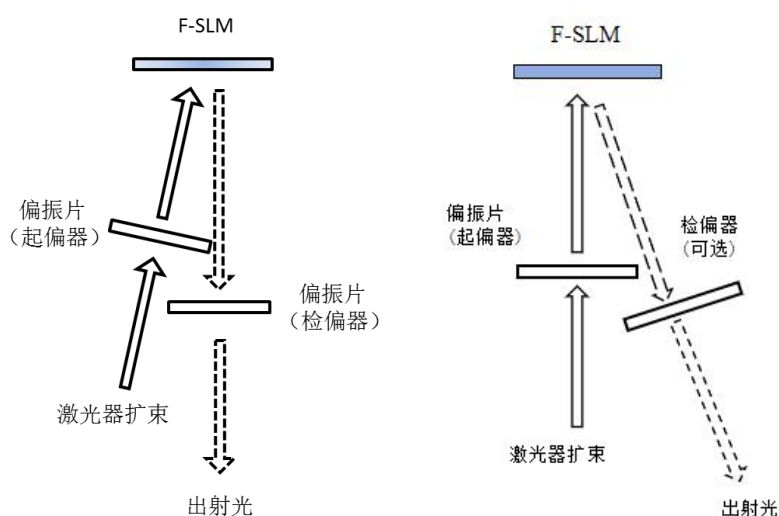
光路 2：直接使用 PBS 产生水平线偏光入射到 SLM 上



光路 3：斜入射，垂直出射；垂直入射，斜出射；斜入射，斜出射

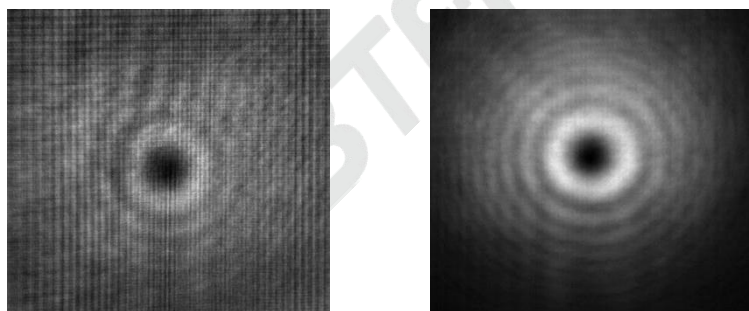
调节偏振片，使入射光偏振方向垂直于排线方向，检偏器可加可不加，光入射角度一般小于 5° （或者入射角+反射角小于 10° ），若入射角度偏大，会影响 SLM 的衍射效率以及

相位调制量等性能。



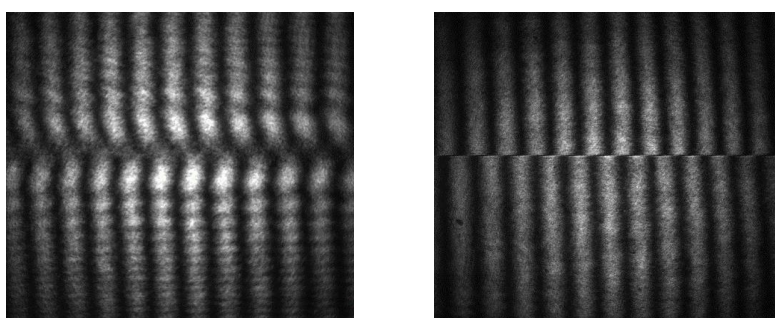
4.4 SLM使用技巧

- ✧ 实验中，光束垂直打在空间光调制器液晶光阀正中心，光斑直径不超过液晶光阀短边长度。



激光光斑直径超过液晶面尺寸（左） 激光光斑直径小于液晶短边尺寸（右）

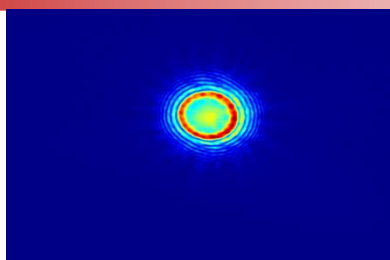
- ✧ 接收光路中加透镜成像及小孔滤波，可以提高成像质量。



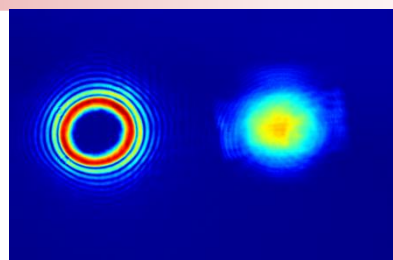
加透镜前（左）

加透镜后（右）

- ✧ 通过叠加闪耀光栅或者菲涅尔透镜相位图可以消除零级光，有效避免零级光对实验结果的影响。



未叠加闪耀光栅 (左)



叠加闪耀光栅 (右)

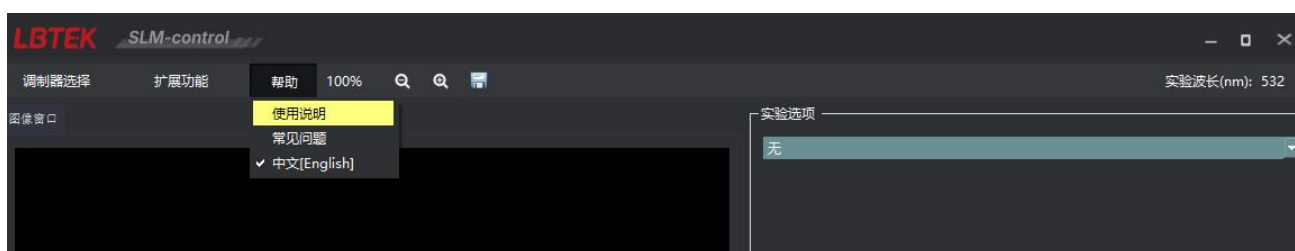
- ✧ 通过更改显卡设置实现产品本身的对比度：以 NVIDIA 显卡为例，NVIDIA 显卡控制面板-显示-更改分辨率（屏幕 2）-应用以下设置-使用 NVIDIA 颜色设置-输出动态范围为完全。还可以通过光路优化提升对比度：1）选择偏振度更高的偏振器件；2）增加 1/4 波片，调整经过 SLM 调制后光的偏振态。
- ✧ 当空间光调制器的相位调制量较大时，可通过更改灰度范围进行相位校准。
- ✧ 在合适的光源（波长）下使用空间光调制器才能获得最优参数，若更换光源，需使用调试软件校准调制量。

4.5 SLM控制软件

- 基于 C/C++开发，运行环境：Windows7 sp1 及以上，32bits/64bits;
- 软件整体界面由 5 部分组成，包括图像显示区、实验选择区及控制区、实验功能操作说明区、菜单栏及状态栏；
 - （1）图像显示区：用于呈现对应实验选择项的灰度图；
 - （2）实验选择及控制区：用于呈现空间光调制器支持的实验选项，用户可根据实际需求进行选择，实验参数可根据需要进行调节；
 - （3）实验功能操作说明区：用于对当前所选实验项目进行说明；
 - （4）菜单栏：调制器选择下拉列表中可以选我所有类型空间光调制器产品；扩展功能提供图像变换功能，例如水平翻转、垂直翻转、灰度翻转、gamma 矫正等；帮助中包括软件的帮助说明及软件的中英文切换；菜单栏中还包括图像的放大缩小、保存以及波长设置功能；
 - （5）状态栏：用于显示当前所选空间光调制器的连接状态、分辨率、像元以及当前的时间信息；
- 集成各种特定光场调控功能：
 - ✓ 衍射光场：单缝、异形孔、光栅等；
 - ✓ 无衍射光场：贝塞尔光束、艾里光束等；

- ✓ 结构光场：涡旋光束及涡旋光束叠加态；
- ✓ 光场调控：全息、整形光束等；
- 集成的实验项目包括：双缝干涉实验、一维光栅、二维光栅、异形孔衍射实验、灰度对比实验、灰度实验、菲涅尔波带片、全息计算、涡旋光束、矢量光束、拉盖尔光束、涡旋光束叠加态、拉盖尔光束叠加态、整形光束、艾里光束、贝塞尔光束、菲涅尔透镜、柱面波透镜、轴棱锥透镜、闪耀光栅、达曼光栅以及泽尼克多项式（35 项）、图像加载、视频加载；同时支持全息计算、涡旋光束、矢量光束、拉盖尔光束、艾里光束、整形光束、贝塞尔光束、菲涅尔波带片以及图像加载实验功能下与菲涅尔透镜、柱面透镜、轴棱锥透镜、闪耀光栅、达曼光栅或泽尼克多项式的叠加；
- 可实时在线调节和控制各类光场参数；
- 根据实际需求快速矫正波前像差；
- 可自主扩展，以外部输入模式动态展示；
- 自主选择播放模式，实现高速刷新播放；
- 无安装绿色运行模式，直接解压即可运行；
- 开放程序接口，软件以 SDK 的形式开放了图像处理部分的功能接口，包括多种图片选择方式、多播图片的播放控制以及窗口管理功能，开发者可以按照接口提供的函数功能进行基本的图像控制编程操作；SDK 支持多种开发语言，包括 Labview、C/C++、C#、VB.net、python、Matlab，并提供完整的 Demo 程序。

具体介绍可查看软件界面的“帮助→使用说明”



4.6 SLM调试软件

- 调试软件主体功能由 2 个模块组成：线性度和调制量模块、时序模块；
- 软件环境：Windows7 sp1 及以上，Qt5 及 Microsoft Visual C++依赖动态库；
- 线性度和调制量模块包含 6 个分区：串口选择控制区、发送/接收文本显示区、gamma 曲线绘制区、功能控制区、电压控制区、日志信息区；

1) 串口选择控制区：用于选择通信端口；

2) 发送/接收文本显示区：用来显示本地导入的 gamma 曲线所下发的数据/下位机上发的通信数据；

3) gamma 曲线绘制区：用于显示 0~255 灰阶的像素值经过归一化、预补偿、反归一化计算后的输出曲线；

4) 功能控制区：用于实现本地导入、贝塞尔曲线生成的两种 gamma 曲线的控制操作，以及软件版本和内存更新操作；

5) 电压控制区：用于调节 VITO 和 VPIX 的电压值（调节范围 00~FF），以得到最优相位调制量；

6) 日志信息区：预留显示带有年月日时分秒的信息交互数据；

● 时序模块包含 4 个分区：时序控制区、时序排列显示区、时序代码显示区、日志信息区；

1) 时序控制区：用于控制位平面时序的排列；

2) 时序排列显示区：用于显示排列好的序列；

3) 时序代码显示区：用于显示所排列时序的代码序列；

4) 日志信息区：预留显示带有年月日时分秒的信息交互数据。

5、常见问题&解决方法

5.1 空间光调制器无调制作用

1、首先在桌面右键-显示设置中查看是否显示有两个屏幕：



若无则代表空间光调制器未被电脑识别到，需：

①检查视频信号线是否固定紧，重新插拔；

②更换其他电脑连接;

③重启电脑。

2、空间光调制器已被电脑识别到, 用附带的观察用偏振片检查液晶显示面是否有图案显示:



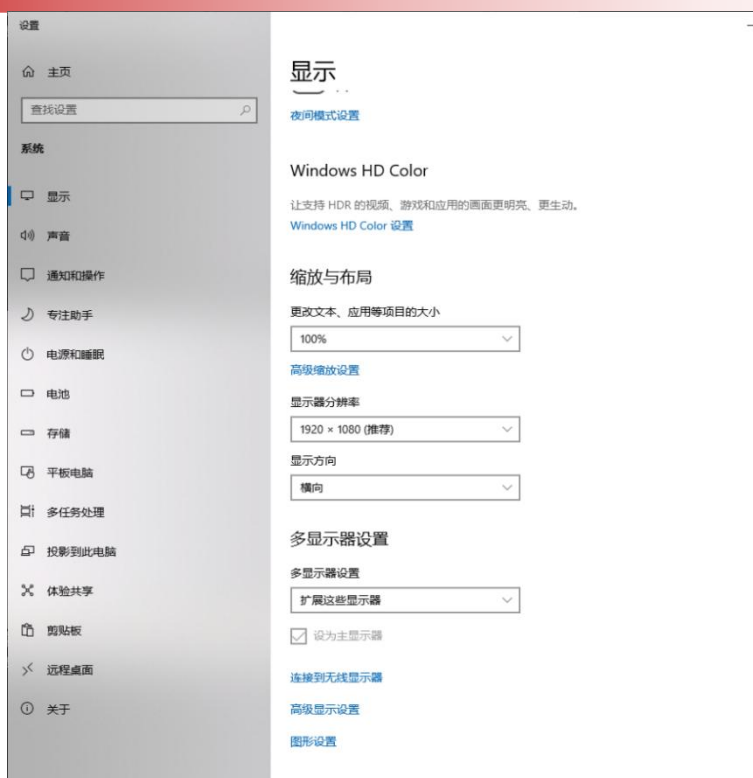
若无图案显示, 则代表视频信号未正常传输至空间光调制器, 需:

①检查视频信号线连接是否牢固;

②以 NVIDIA 显卡为例, 桌面右键-NVIDIA 显卡控制面板, 检查调制器 (第二屏幕) 分辨率是否为对应的空间光调制器分辨率, 且刷新率为调制器对应刷新率, 如不对应, 更改参数并应用。

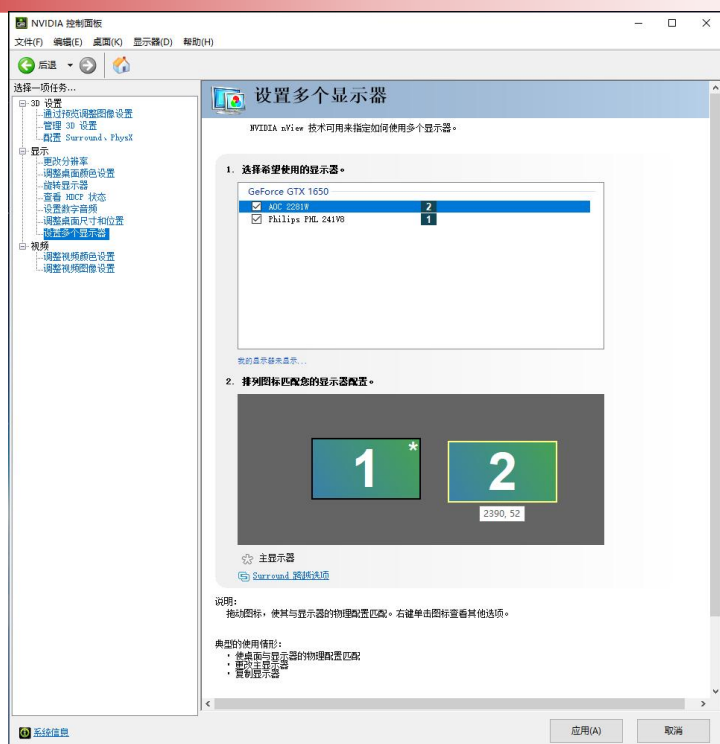


③若无显卡驱动, 可以在桌面右键-显示设置中更改分辨率:



④若依然无图案显示，在 NVIDIA 显卡控制面板-设置多个显示器-2.排列图标匹配您的显示器配置中，鼠标移动至标号屏幕上后会变为手形，按住拖动显示器一段距离，直至右下角显示应用键，松开并点击应用：





3、若空间光调制器显示正常，但无调制作用，需：

- ①查看光斑是否打在了空间光调制器液晶光阀正中心，如果光斑太细打在液晶封装边缘，则无调制效果；
- ②空间光调制器使用时入射光需为线偏振光，且线偏振光的偏振方向需要与空间光调制器的配向角的方向一致，检查起偏器的角度是否正确。

5.2 对话框/屏幕的显示

①打开文件或设置弹出在了第二屏幕：

解决：在底部任务栏选中在第二屏幕上的对话框（图标背景高亮），然后使用快捷键 **Shift+Win+→** 实现在两块屏幕间切换：



② 主屏幕与第二屏幕切换

空间光调制器连接电脑后电脑将其设为主屏幕，电脑显示器设为第二屏幕：

解决：桌面右键打开显示设置，此时对话框出现在调制器上，并非显示器上，选择设置（任务栏图标背景高亮），按快捷键 **Shift+Win+→**，可以将对话框切换回第二屏幕，再将电脑显示器设为主显示器：

③显示器黑屏

连接空间光调制器后显示器黑屏，空间光调制器上显示桌面：

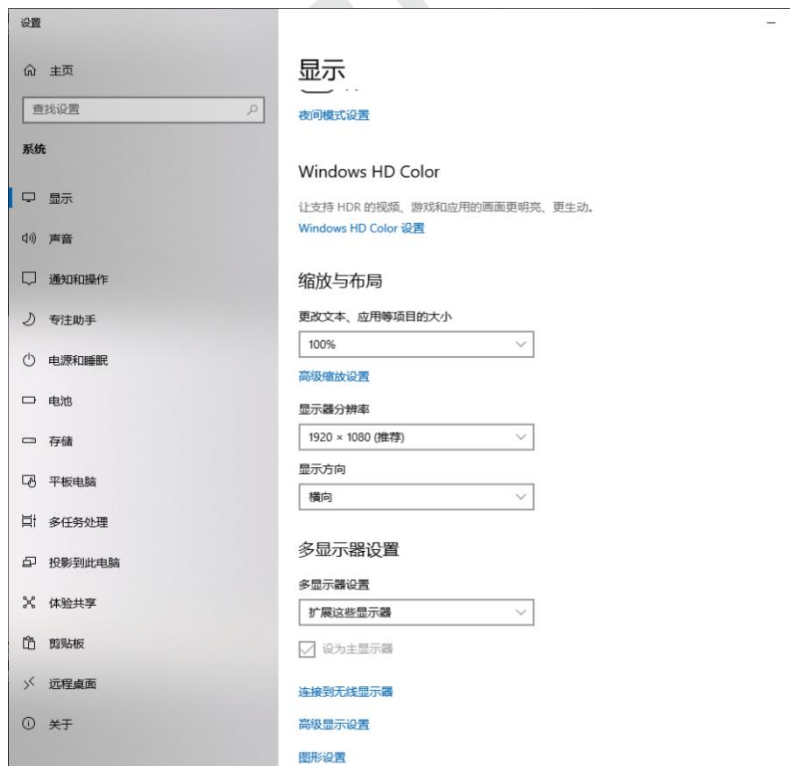
解决：此种情况是因为在双屏显示中默认设置为仅在第二屏幕显示，请在空间光调制器连接情况下用 Win+P 快捷键选择扩展屏幕。



5.3 空间光调制器图案显示

① 空间光调制器图案显示不在中间

解决：a)在桌面右键-显示设置-缩放与布局中，检查更改文本、应用等项目的大小，1、2 两块屏幕都设置为 100%。



b)若方法 a)未解决，请打开桌面右键-显示设置-高级显示设置，查看空间光调制器显示器的桌面分辨率与有源信号分辨率是否一致：



高级显示设置

选择显示器

选择一个显示器以查看或更改设置。

显示器 2: HDMI2VGA V101

显示器信息

HDMI2VGA V101
显示器 2: 已连接到 Intel(R) UHD Graphics 630

桌面分辨率 1024 × 768

有源信号分辨率 1920 × 1080

刷新频率(Hz) 59.940 Hz

位深度 8 位

颜色格式 RGB

颜色空间 标准动态范围(SDR)

[显示器 2 的显示适配器属性](#)

刷新频率

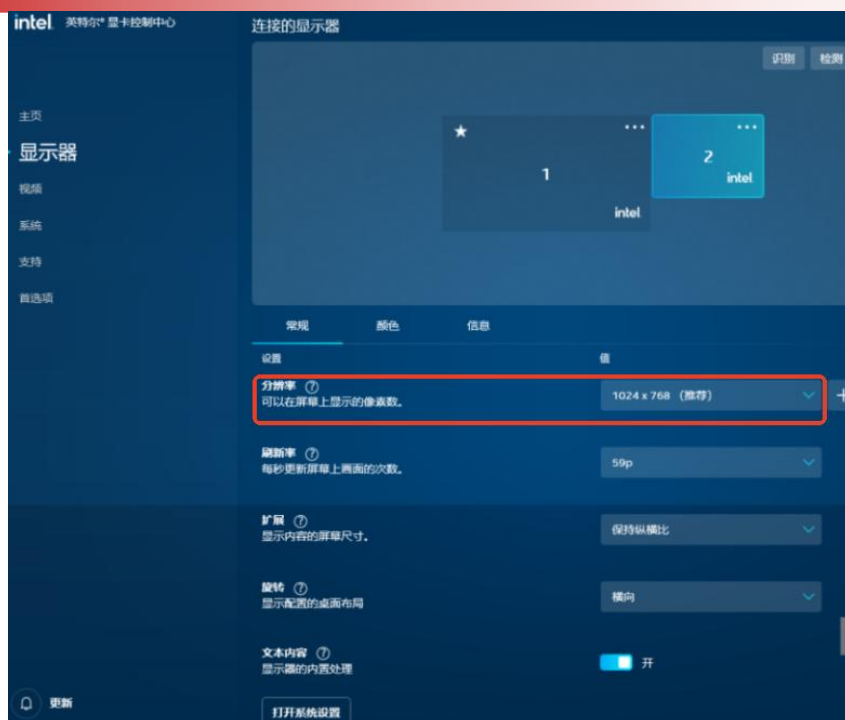
选择显示器的刷新频率。较高的速度可提供更流畅的运动，同时也会使用更多的电量。

刷新率

59.940 Hz

[了解详情](#)

若桌面分辨率与有源信号分辨率不一致，请打开显卡控制中心，先将屏幕 2 的分辨率先设置为与有源信号一致，然后再更改为与空间光调制器对应分辨率。

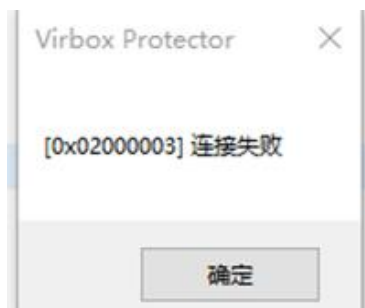


c)尝试在桌面右键-显示设置，将扩展屏幕与主屏幕设置顶部对齐。

5.4 软件使用问题

①在安装用户工具.exe 文件时，弹出木马防护，此为杀毒软件误报，忽略或者先关掉安全卫士等其他防护软件，若已被拦截，可从拦截历史中添加信任或者恢复；若拦截后无法恢复，可在网址：<https://lm.virbox.com/tools.html>，选择对应版本下载并安装 virbox 用户工具。

②运行控制软件程序时，弹出连接失败对话框，请先安装用户工具。



③运行控制软件程序时，弹出许可已到期等字样，请联系我司确认是否需要购买延期。



- ④运行控制软件程序时，弹出空间光调制器参数不匹配，软件即将关闭，或者显示等待连接，请确认是否已连接好空间光调制器。
- ⑤运行控制软件程序时，弹出“配置丢失，请联系管理员”或者显示为灰色无法进行操作，请联系我司技术人员解决。
- ⑥运行控制软件程序时，显示连接成功，但空间光调制器液晶光阀无显示，请确认空间光调制器对应的扩展屏幕是否在主屏幕的右侧。

声明:

1. 长沙麓邦光电科技有限公司致力于产品的不断改善和功能升级，用户手册提供资料如有变更，恕不另行通知！
2. 此文件包含的一切信息的所有权归长沙麓邦光电科技有限公司所有，接收此文件即表明接收人同意在未得到麓邦授权前，不得将该文件透露的信息及它的任何部分进行复制、转化到其他文件，或者由于用于制造或其他目的而使用或者泄露给第三方！



麓邦公众号

产品上新/商城活动/技术文章/展会会议

麓邦商城 — 您身边的光电实验好帮手!

深圳市麓邦技术有限公司

Shenzhen LUBON Technology Co.,Ltd.

地址：深圳市南山区打石一路深圳国际创新谷6栋A座2103

电话：400-060-6986

官网：www.lubon.com

邮箱：service@lbtek.com ; sales@lbtek.com

长沙麓邦光电科技有限公司

Changsha LUBON Photoelectric Technology Co.,Ltd.

地址：长沙市岳麓区环创企业广场A6栋

电话：400-060-6986

官网：www.lbtek.com

邮箱：service@lbtek.com ; sales@lbtek.com

 **400-060-6986**