

空间光调制器

产品手册

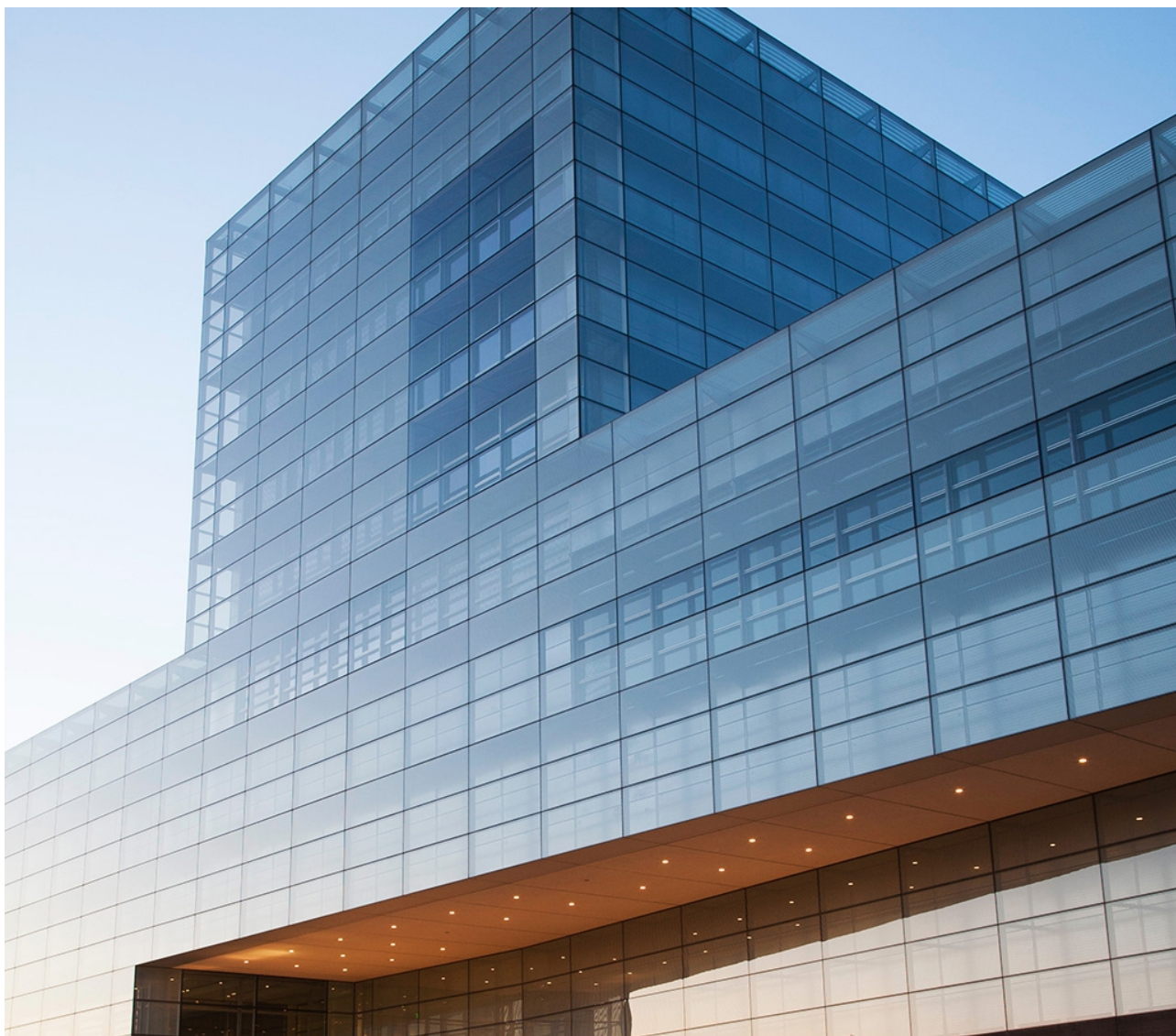


EXPLORE
PHOTONS
ARCANE

EXPLORE
PHOTONS
ARCANE



探 索 光 子 奥 义



企业简介

上海瑞立柯信息技术有限公司 (UPOLabs) 十余年专注探索光子奥义，致力打造领先的光波相位器件及技术服务，服务全球科研人员及技术工作者。

UPOLabs 自主品牌涵盖空间光调制器、结构光产品两大类产品线，100多种型号，应用到激光光束整形、计算光学、自适应光学、全息显示、激光加工、机器视觉等前沿技术领域。UPOLabs 已服务全球数百所高校及科研单位，并以高品质的实验系统和光机电模块为基础，为客户提供卓越的解决方案。UPOLabs 以产品为桥梁，构建产学研闭环合作路径，将高校研究成果推广到工业领域。

目录

01 LCOS液晶空间光调制器总览 01-02

02 高稳定性液晶空间光调制器 03-06

03 TEC温控版液晶空间光调制器 07-08

04 工业智能版液晶空间光调制器 09-10

05 4K高分辨率液晶空间光调制器 11-14

06 普惠版液晶空间光调制器 15-16

07 MagicHolo光场调控实验软件 17-18

LCOS液晶空间光调制器总览

HDSLM80R系列

0.003 π @24h相位稳定性 | 1920*1200分辨率 | 8 μ m像素 | 科研级波段全覆盖



HDSLM80R Plus



HDSLM80R Pro



HDSLM80R Smart



HDSLM80RT (定制)

产品参数

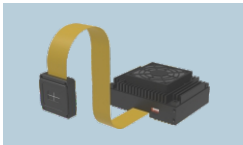
版本差异	型号	适用波长	调制类型
位深8bit	HDSLM80R	420~1100nm 1064 \pm 100nm (NIR*近红外) 1550 \pm 100nm (TEC*通信波段) 532nm \pm 50nm (G*特殊镀膜)	相位型或振幅型 (A*)
位深8bit/10bit可配置	HDSLM80R Plus		
TEC温控版	HDSLM80R Pro		
工业智能版	HDSLM80R Smart		
透射版 (定制)	HDSLM80RT		

*当产品镀膜为近红外波段时，则在产品型号中字母R的后面加上-NIR，例如HDSLM80R-NIR。
*当产品镀膜为通信波段时，则在产品型号中字母R的后面加上-TEC，例如HDSLM80R-TEC。
*当产品镀膜为绿光波段时，则在产品型号中字母R的后面加上-G，例如HDSLM80R-G。
*当产品调制类型为振幅型时，则在产品型号中字母R的后面加上字母A，例如基础振幅型产品型号为HDSLM80RA。

4K高分辨率系列

HDSLM36R系列

3.6 μ m/3.8 μ m | 4K分辨率 | 小像素 | 适合全息算法研究



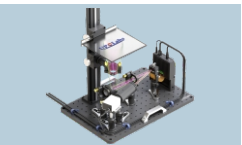
HDSLM36R



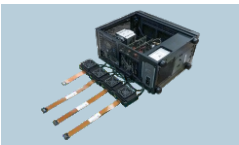
HDSLM36R Lite



HDSLM38R



HDSLM36R Kit



HDSLM36R PCIe

产品参数

版本级别	型号	适用波长	调制类型
高速基础版	HDSLM36R	420~700nm (VIS)	相位型或振幅型 (A)
高速全息套装	HDSLM36R Kit		
高速紧凑版	HDSLM36R Lite		
PCIe多通道	HDSLM36R PCIe		
高稳定版	HDSLM38R	420~1100nm 近红外1064±100nm (NIR)	

普惠版系列

HDSLM45R/HDSLM64R/HDSLM64RA系列

4.5μm/6.37μm | 1080P高清分辨率 | 适合商业化的动态全息研究 | 提供OEM版本



HDSLM45R/HDSLM45R分体式



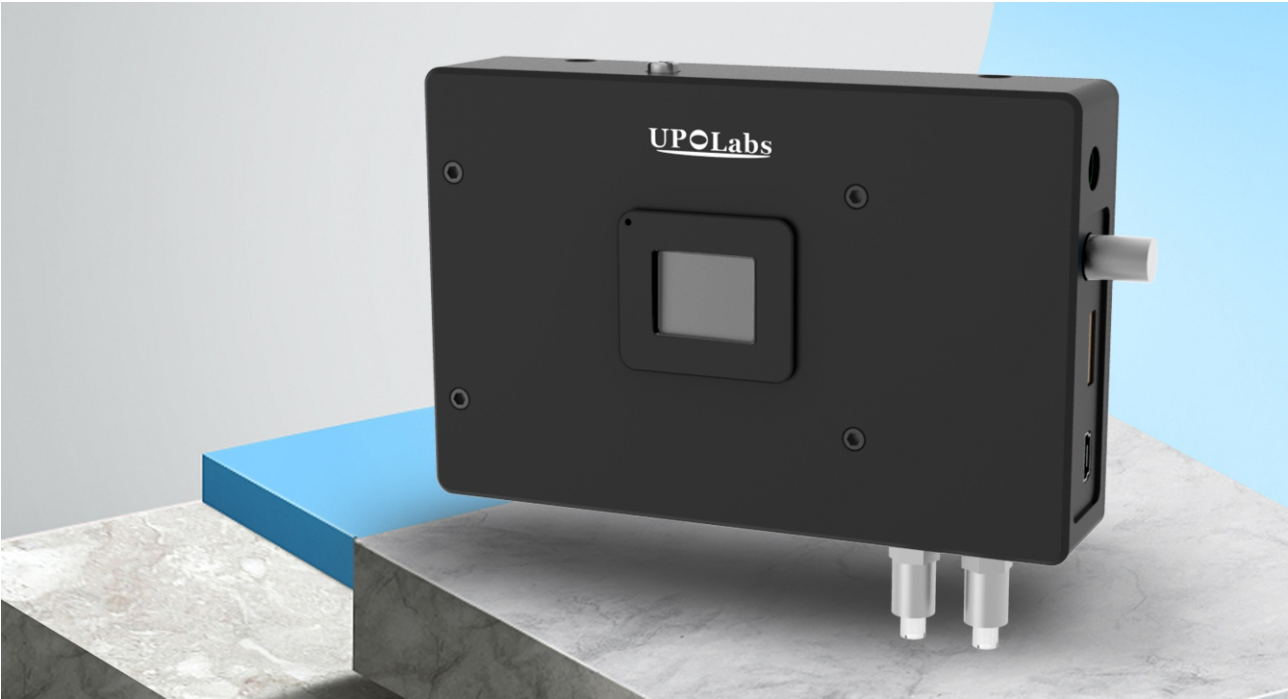
HDSLM64R/HDSLM64RA

产品参数

产品类型	型号	适用波长	调制类型
超高帧率版	HDSLM45R	420~700nm	相位型
全能版	HDSLM64R	420~700nm	相位型
	HDSLM64RA		振幅型

高稳定性液晶空间光调制器

HDSLM80R系列



科研级全波段覆盖420nm~1550nm范围，相位调制深度 $>2\pi$ ，满足红外波段、1550nm通信波段的相位需求。根据镀膜优化设计的不同，分为四个纯相位子型号，一个纯振幅型号，满足不同课题需求。8 μm 像素大小，分辨率1920*1200，产品性能已被上海交大、中船重工等知名高校和企业客户严格验证，HDSLM80R是您的卓越之选。

产品参数

产品型号	调制模式	分辨率	最大刷新率	像素大小	数据位深	填充因子	振幅对比度	相位能力	适用波长
HDSLM80R	纯相位	1920*1200	60Hz	8 μm	8bit	$> 95\%$	/	$> 5.8\pi@532\text{nm}$	420~1100nm
HDSLM80R-NIR								$> 2\pi@1064\text{nm}$	1064 \pm 100nm
HDSLM80R-TEC								$> 2\pi@1550\text{nm}$	1550 \pm 100nm
HDSLM80R-G								$2\pi@532\text{nm}$	532 \pm 50nm
HDSLM80RA	纯振幅						1000: 1	/	450~700nm

相位稳定性：0.003 $\pi@24\text{h}$ 。

线性度：99.9%【测试方法：功率测试解调相位，25 $^{\circ}\text{C}$ 环境温度、532nm激光源】。

损伤阈值 $> 5\text{W}/\text{cm}^2$ ，水冷版本10W/cm2以上。

应用领域

适合于从事光场调控、光通信、光存储与光计算机研究的课题组和开发全息光镊、纳米光刻机、光通信WSS模组、激光切割隐切设备的厂家采购，支持定制化开发和大规模商业开发。

激光隐切

可应用到硬薄脆透明材料切割设备中，损伤阈值超过10W以上连续功率、140μJ飞秒激光都得到验证，已在浙大、上交大等课题应用，且通过了大型激光加工设备企业的评估。

投影光刻

低功率2W/cm²的405nm波长投影光刻，振幅型号是开发3D打印机、曝光机的核心器件，相位型号可用于开发全息打印与纳米光刻应用设备。

WSS开发

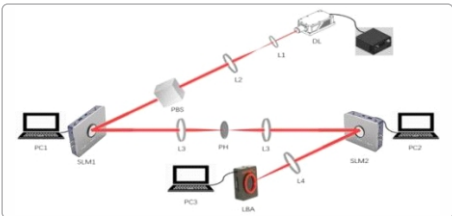
以低于海外竞品0.36dB的插值损耗脱颖而出，是开发WSS、TOF等光器件产品的核心部件。

光束偏转

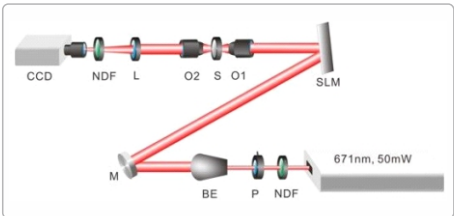
1550nm型号是开发多点激光跟踪仪、测振仪的核心光束控制器件，高稳定的光束指向能力配合可调谐激光源能实现长时间的高精度跟踪。

论文案例

1. 《Generalized phase calibration method of liquid crystal spatial light modulator with absolute reference system of obnoxious background light》，Optics and Lasers in Engineering 132 (2020) 106132.
2. 《Single-shot wavelength-selective quantitative phase microscopy by partial aperture imaging and polarization-phase-division multiplexing》，Optics Express Vol. 28, Issue 23, pp. 34825-34834 (2020).
3. 《Multi-beams engineered to increase patterns of vortex lattices by employing zero lines of the coherent non-diffracting field》Optics Express Vol. 27, Issue 15, pp. 21652-21666 (2019).
4. 《Polygonal shaping and multi-singularity manipulation of optical vortices via high-order cross-phase》，Optics Express Vol. 28, Issue 18, pp. 26257-26266 (2020) .
5. 《Reprogrammable meta-hologram for optical encryption》，Nature Communications volume 11, Article number: 5484 (2020).



西安交通大学光束整形实验案例



西安电子科技大学涡旋光束轨道角动量检测实验案例

高稳定性液晶空间光调制器

HDSLM80R Plus系列



HDSLM80R Plus集成式

- ▶ 体积小，便于集成
- ▶ LCoS角度可俯仰调节
- ▶ 机身可升降调节
- ▶ 内置水冷



HDSLM80R Plus分离式

- ▶ SLM屏与驱动板分离式设计，搭建光路灵活
- ▶ 热稳定性好



HDSLM80RT透射式（定制）

- ▶ 无需反复调试，光路搭建一步搞定
- ▶ 创新结构设计，使用便捷
- ▶ 基于Plus的入射出射光路共轴版本

HDSLM80R Plus系列对比HDSLM80R系列位深灰阶升级到了10bit位深1024灰阶，可一键切换8/10bit，图像切换同步脉冲，编程控制GPIO，内置零级偏离。本系列有多种结构版本，分别是集成式、分离式、透射式（需定制）。

产品参数

产品型号	调制模式	分辨率	最大刷新率	像素大小	数据位深	填充因子	振幅对比度	相位能力	适用波长
HDSLM80R Plus	纯相位	1920*1200	60Hz	8μm	8bit 10bit 可自由配置	> 95%	/	5.8π@532nm	420~1100nm
HDSLM80R Plus-NIR								2π@1064nm	1064±100nm
HDSLM80R Plus-TEC								2π@1550nm	1550±100nm
HDSLM80R Plus-G								/	532±50nm
HDSLM80RA Plus	纯振幅						1000: 1	/	450~700nm

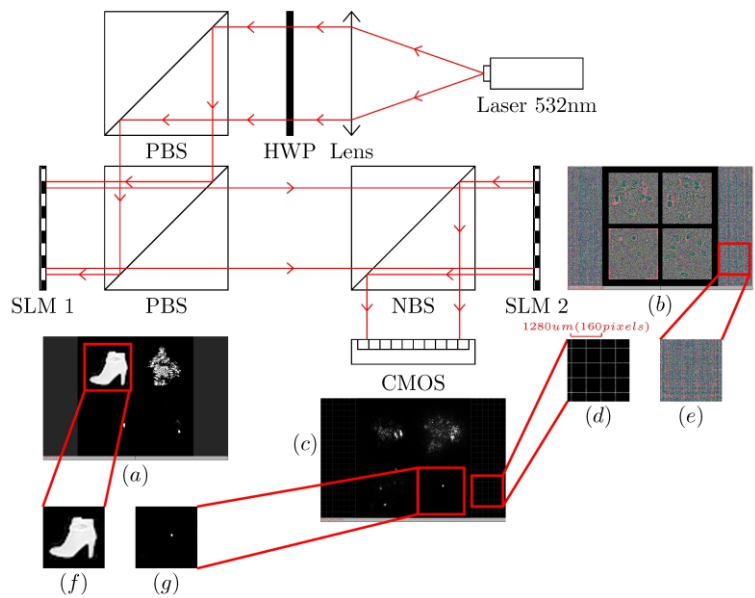
相位稳定性: 0.003π@24h 线性度: 99.9%【测试方法: 功率测试解调相位, 25°C环境温度、532nm激光源】。

应用领域

激光加工、投影光刻、全息应用、光场调控、激光器、显微镜、光神经网络计算等领域

论文案例

《Partitionable High-Efficiency Multilayer Diffractive Optical Neural Network》Sensors 2022, 22, 7110.

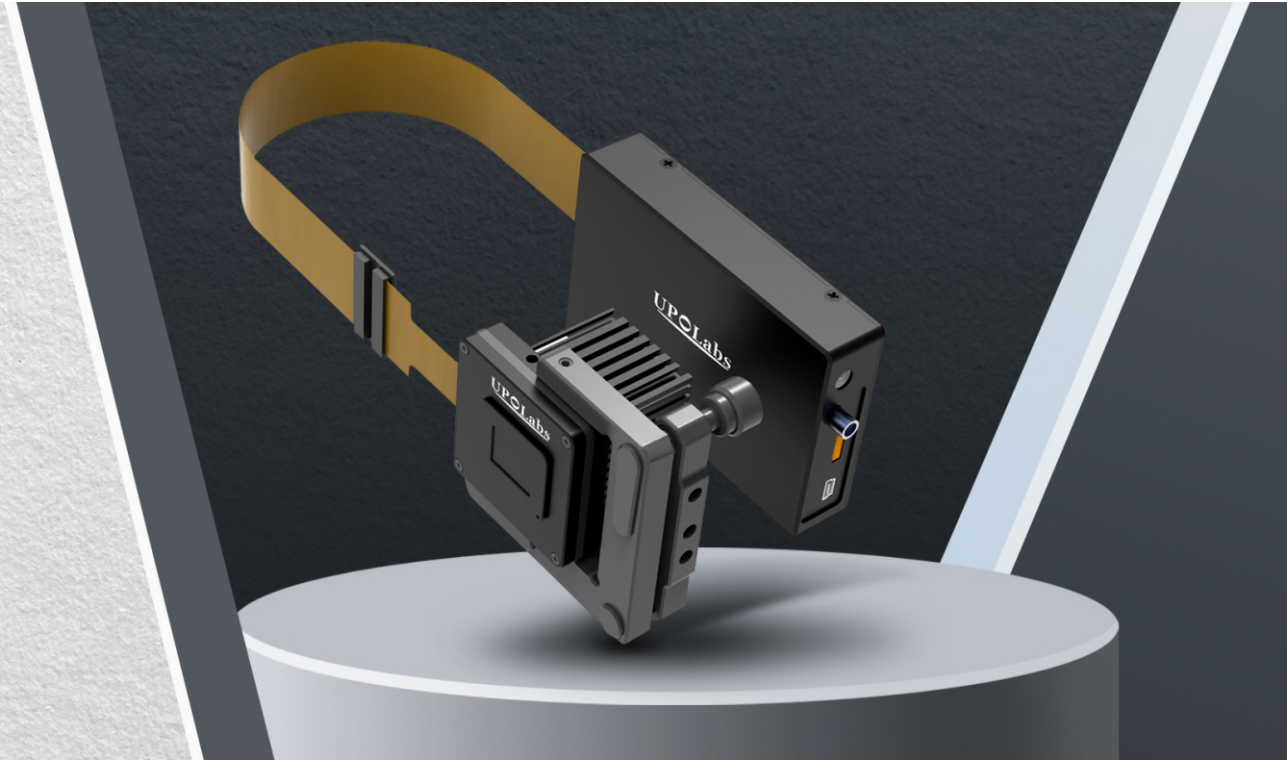


本论文光学实验系统

TEC温控版液晶空间光调制器

HDSLM80R Pro系列

HDSLM80R Pro液晶空间光调制器由驱动器、FPC柔性排线、LCoS温控器组成，搭配TEC控制器和LETO TEC CONTROLLER软件使用，可根据使用场景需求设定LCoS光学芯片工作温度，从而发挥理想的使用效果。



产品参数

产品型号	调制模式	分辨率	最大刷新率	像素大小	数据位深	填充因子	振幅对比度	相位能力	适用波长
HDSLM80R Pro	相位型	1920*1200	60Hz	8μm	8bit 10bit	> 95%	/	> 5.8π@532nm	420~1100nm
HDSLM80R Pro-NIR								> 2π@1064nm	1064±100nm
HDSLM80R Pro-TEC								> 2π@1550nm	1550±100nm
HDSLM80R Pro-G								> 2π@532nm	532±50nm
HDSLM80RA Pro	振幅型						1000: 1	/	420~1100nm

相位稳定性: 0.003π@24h

线性度: 99.9%【测试方法: 功率测试解调相位, 25℃环境温度、532nm激光源】

损伤阈值 > 5W/cm2 水冷版本10W/cm2以上。

温控系统

LCoS光学芯片的温度设定通过温控系统实现，温控系统由LCoS温控器、TEC控制器及LETO TEC CONTROLLER温控软件组成，三者共同作用，以实现LCoS光学芯片温度调节与恒定。此外，该系统为模块化结构，可以根据要求和应用轻松更换。

温控系统	
温度设置范围	30°C~55°C
目标温度设定精度	±0.1°C内
工作环境温度范围	室温
最大入射激光功率	10W/cm ² (被动散热模式下)



LCOS温控散热头

- ▶ 在室温下运行，可使LCoS光学芯片背板工作温度恒定在30°C~55°C任一温度值，最高可加热到65°C。(注:除非特别定制，市面上大部分LCoS芯片在65°C性能会下降)
- ▶ 利用被动散热片和环境进行热量交换，避免使用风冷模式引入风扇震动
- ▶ 带二维调整架，可微调LCoS光学芯片的俯仰/偏转角度



TEC控制器

- ▶ 连接LCoS温控散热头与上位机，发送软件指令到LCoS温控散热头，控制LCoS温控散热头运行
- ▶ 最大工作温度65°C



LETO TEC CONTROLLER 软件系统

- ▶ LCoS光学芯片温度设定、算法调整、实时显示温控曲线，记录温度测试记录等
- ▶ 读取LCoS光学芯片的温度，并与硬件系统一起作用使其稳定在设定的温度下

应用领域

空间光通信、量子研究、冷原子控制等对相位精度和稳定性要求高的场景

工业智能版液晶空间光调制器

HDSLM80R Smart系列

HDSLM80R Smart系列液晶空间光调制器突破传统，千兆以太网口设计，可支持多个SLM同时运行，开放JTAG接口并为客户配置技术开发服务支持团队以协助客户定制个性化光束调控功能并集成，适用于光场调控、全息计算、光束操控、超快激光加工、光计算、生物成像、量子操控和空间光通信等。



产品参数

	HDSLM80R Smart	HDSLM80R Smart -NIR	HDSLM80R Smart -TEC	HDSLM80R Smart-G	HDSLM80RA Smart
调制类型	相位型				振幅型
分辨率	1920*1200				
最大刷新率	60Hz				
像素大小	8μm				
数据位深	8/10bit				
填充因子	> 95%				
振幅对比度	/	/	/	/	1000: 1
相位能力	> 5.8π@532nm	> 2π@1064nm	> 2π@1550nm	> 2π@532nm	/
适用波长	420~1100nm	1064±100nm	1550±100nm	532±50nm	420~1100nm
功率损伤阈值	10W/cm ²				
存储空间	128GByte（等效>3.4万张位图）				
内存空间	1GByte（等效>300张位图）				
数据接口	千兆以太网口				
控制接口	千兆以太网口/USB2.0 /TTL电平接口				
触发接口	4个标准SMA接口				
计算容量	百万级计算逻辑门资源/JTAG开放				

产品特点

自适应硬件驱动技术

- ▶ 水冷机制，24小时相位稳定性 0.003π
- ▶ 网络接口和PLC电平控制
- ▶ 无图化操作的相位寻址机制

公有协议及私有接口的IP保护机制

- ▶ 相位控制模型可私有加密，难以破解
- ▶ 纯电平信号控制协议，直接对接PLC控制
- ▶ FPGA内置映射表和私有密钥机制

适合激光器闭环控制接口设计

- ▶ 可集成到光纤激光器
- ▶ 4个SMA接口可自定义功能属性
- ▶ 可对接传感器信号闭环控制

应用领域

科研领域

光场调控、全息计算、光束操控、光计算、生物成像、量子操控、空间光通信等

工业领域

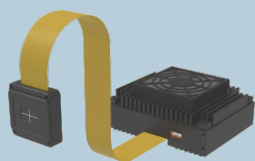
超快激光加工，可完成光波相位补偿、光束整形、隐切系统动态多焦点控制等功能，适合开发如下设备系统：

薄膜类激光并行加工系统/精密微纳加工系统/精密金属表面结构化淬火、改质系统/智能晶圆隐切加工系统/冷原子囚禁操控、量子研究/双光子、多光子显微成像及光遗传系统/生物3D打印系统/全息光镊及智能显微镜照明控制模块

4K高分辨率液晶空间光调制器

HDSLM36R 系列

3.6 μ m小像素，25厘米长FPC排线设计，满足多台拼接需求，应用到光信息处理、全息再现、光场显示等领域，具有设计灵活性和安装便捷性。4K分辨率时可以实现60Hz三色时序刷新，180Hz单色刷新率，大视场角（特定波长超过10°），是目前为止像素尺寸很小的商用相位空间光调制器。



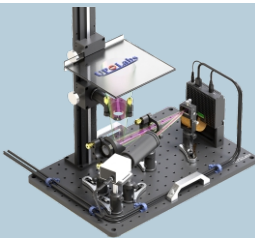
HDSLM36R/HDSLM36RA高速基础版

- ▶ LCoS光学芯片部分可左右旋扭和上下俯仰
- ▶ 长FPC数据线，LCoS光学芯片部分体积小，易集成
- ▶ 高空间带宽积，成像分辨率高



HDSLM36R- Lite 高速紧凑版

- ▶ FPC排线采用可拔插模式设计
- ▶ 分离式结构设计，小尺寸控制板，适合紧促空间使用



HDSLM36R- Kit 高速全息套装

- ▶ 集成式设计，无需搭光路
- ▶ 通电即可直接使用



HDSLM36R- PCIe PCIe多通道

- ▶ 一个驱动器集成4个LCoS头
- ▶ 适合拼接8K4K应用，最多支持16K8K拼接控制
- ▶ 适合多SLM级联光计算应用，振幅相位混合调制
- ▶ 分离式结构设计

产品参数

产品型号	调制模式	分辨率	最大刷新率	像素大小	数据位深	填充因子	振幅对比度	相位能力	适用波长
HDSLM36R	相位型	4096*2240 (3840*2160)	180Hz	3.6μm	8bit	> 90%	/	> 2.1π@670nm	420~670nm
HDSLM36R-TEC								> 2π@1550nm	1550±100nm
HDSLM36RA	振幅型						1000:1	/	420~670nm

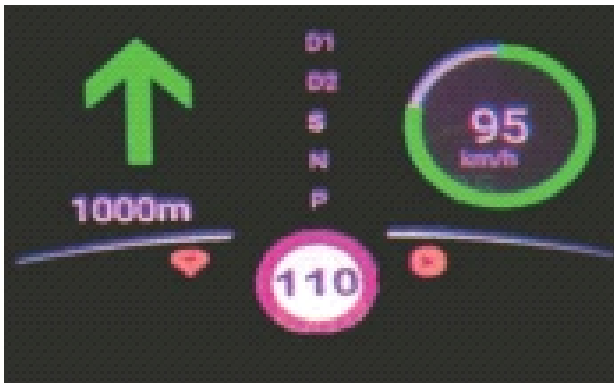
注：使用波长不同主要是镀膜参数和液晶盒厚度不同，延伸出不同子型号。

HDSLM36R LCoS 数据接口仅支持3840*2160分辨率。

应用领域

光场调控、光束偏转、光分插复用、自由空间光通信、超高分辨率成像、激光加工/3D打印、计算全息、全息投影、全息存储

全息案例图



论文案例

- 1.《Conjugate wavefront encoding: an efficient eyebox extension approach for holographic Maxwellian near eye display》Optics Express Vol. 29, Issue 4, pp. 4927-4935 (2021).
- 2.《Generation of distortion-free scaled holograms using light field data conversion》Optics Express , Vol. 29, Issue 1, pp. 487-508 (2021).

4K高分辨率液晶空间光调制器

HDSLM38R系列



3.8μm小像素，紧凑尺寸集成设计，集成度高；LCoS屏幕可左右调节和上下俯仰；兼有1064nm和1550nm波段镀膜版本；自主研发的Gamma校正方法，实时Gamma和高线性度。

产品参数

产品型号	调制模式	分辨率	最大刷新率	像素大小	数据位深	填充因子	振幅对比度	相位能力	适用波长
HDSLM38R	纯相位	4096*2160	60Hz	3.8μm	8bit	> 90%	/	> 2.3π@532nm	400~640nm
HDSLM38R-NIR								> 2π@1064nm	1064±100nm
HDSLM38R-TEC								> 2π@1550nm	1550±100nm
HDSLM38RA	纯振幅						1000:1	/	420~700nm

应用场景

光场调控

全息投影

超高分辨率成像

激光加工/3D打印

光分插复用

自由空间光通信

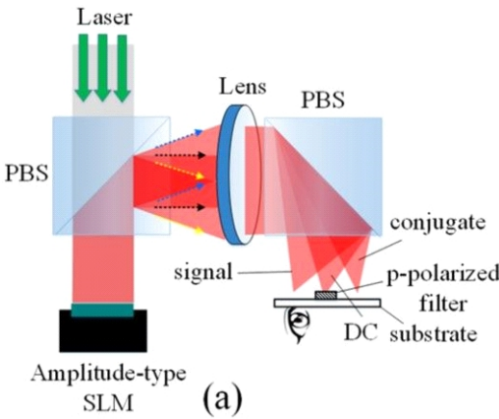
计算全息

光束偏转

全息存储

论文案例

- 1、武汉大学：用于全息研究及超表面微纳结构研究；
- 2、中国地质大学：光场调控研究；
- 3、西安交通大学：光束操控和光束偏转研究；
- 4、合肥工业大学全息显示实验案例。



《Conjugate wavefront encoding: an efficient eyebox extension approach for holographic Maxwellian neareye display》
所提出的NED的实验装置

普惠版液晶空间光调制器



HDSLM45R系列

- ▶ 1080P分辨率，4.5μm小像素，大衍射角
- ▶ 彩色模式60Hz，单色模式180Hz
- ▶ 可见光波段 $> 2\pi$ 的相位调制
- ▶ 体积小，便于集成



HDSLM64R系列

- ▶ 1080P分辨率，6.37μm像素， $> 93\%$ 的填充因子
- ▶ Panel角度可俯仰调节
- ▶ 体积小，便于集成

HDSLM高帧率液晶空间光调制器刷新速度快、体积小、易集成，有4.5μm、6.37μm两种像素大小，非常适合对速度要求高的课题使用。该系列产品优势在刷新速度，并仅针对可见光应用优化，大幅降低成本，使得人人皆可随手购买，性价比高。

产品参数

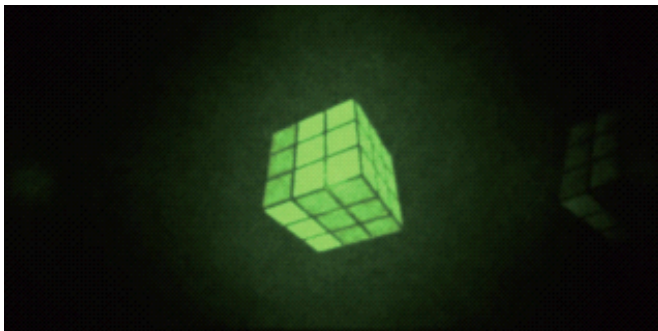
产品型号	调制模式	分辨率	最大刷新率	像素大小	数据位深	填充因子	振幅对比度	相位能力	适用波长
HDSLM45R	纯相位	1920*1080	180Hz	4.5μm	8bit	> 91%	/	> 2.1π@650nm	420~650nm
HDSLM64R			60Hz	6.37μm		> 93%		> 2.1π@633nm	420~700nm
HDSLM64RA	振幅型						500:1	/	

产品特点

- ▶ RGB时序整体刷新率高，适合彩色全息应用；
- ▶ 有4.5μm像元尺寸，是1080P中尺寸很小的产品；

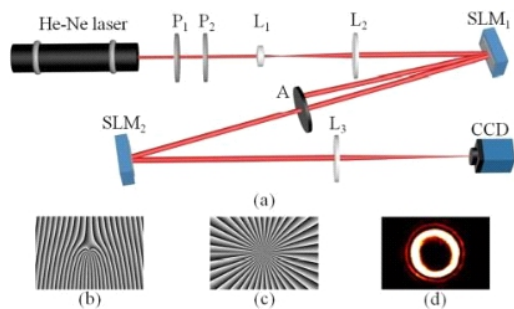
- ▶ 配套RGB光源和时序控制，方便快速搭建实验平台；
- ▶ 自主开发的Gamma可时序动态变化；

全息案例图

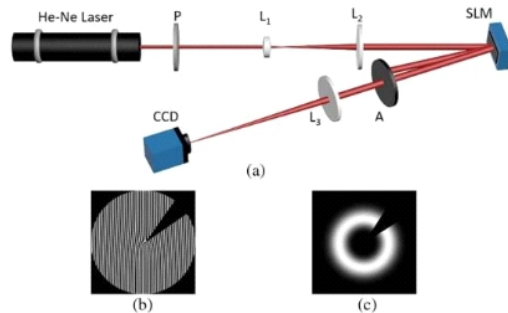


论文案例

1. 《Controllable rotation of multiplexing elliptic optical vortices》 Journal of Physics D: Applied Physics, Volume 52, Number 49.
2. 《Phase retrieval exact solution based on structured window modulation without direct reference waves》 Optics and Lasers in Engineering 122 (2019) 89–96
3. 《Generation of coherence vortex by modulating the correlation structure of random lights》 Photonics Research Vol.7, Issue12, pp.1485-1492 (2019)
4. 《Scalable detection of photonic topological charge using radial phase grating》 APPLIED PHYSICS LETTERS 112, 122602 (2018)
5. 《Detecting the topological charge of optical vortex beams using a sectorial screen》 Applied Optics Vol. 56, Issue 16, pp. 4868-4872 (2017)



中国科学技术大学轨道角动量测量



中国科学技术大学，代顿大学，上海科技大学涡旋光束拓扑电荷检测实验

MagicHolo光场调控实验软件

MagicHolo光场调控实验软件是针对SLM空间光调制器的应用软件，它尽可能地集合了各种光场调控算法，可以适用于任意分辨率和像素大小的液晶空间光调制器。该软件融合了数十篇光场调控相关论文成果，不仅可以生成各种常用的特殊光场，还可以进行空间叠加和功能叠加，实现各种变换。



物理光学



衍射光学元件



数字全息



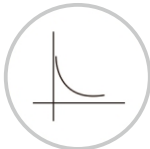
涡旋光束



无衍射光束



彩色动态全息



液晶光电特征测量



计算鬼成像



湍流模拟



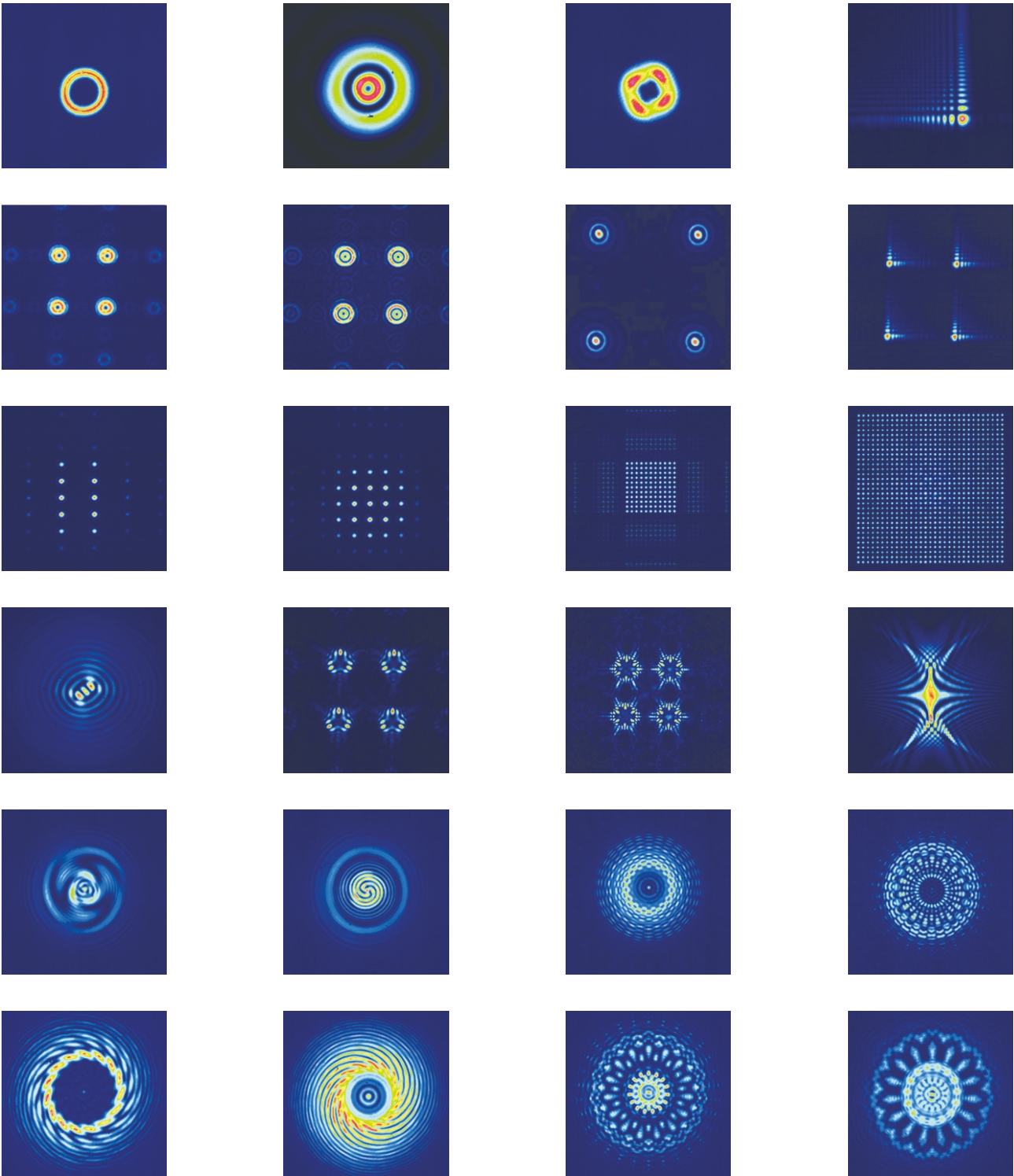
光场调控

产品参数

螺旋相位	位错光栅	特调光束	DOE模拟	像差
基础螺旋相位	平面波位错光栅	一维艾里光束	闪耀光栅	球差
高阶螺旋相位	球面波位错光栅	二维艾里光束	正弦光栅	慧差
限制螺旋相位有效区	阵列位错光栅	贝塞尔光束	棋盘格	像散
二元螺旋相位	轴锥位错光栅	皮尔斯光束	随机相位	离焦
阵列螺旋相位	菲涅尔位错光栅	超高斯光束	小孔模拟	倾斜
轴锥螺旋		对称艾里涡旋	空间平分阵列	
菲涅尔螺旋		平顶光	轴锥透镜	
双螺旋相位		艾里阵列	达曼光栅	
		贝塞尔阵列	柱透镜	
			焦距随机叠加阵列	

*列表中的相位pattern为MagicHolo光场调控软件中常用的一部分，更多其他pattern由客户自由叠加组合。

MagicHolo光场调控实例



上海瑞立柯信息技术有限公司
Shanghai Realic Information Technology Co.,Ltd.

☎ 400-990-8850

✉ sales@realic.cn

🔗 www.upolabs.com

