

# Coherent 结构光激光器产品型录



## 公司简介

### Coherent, Inc

美国 Coherent, Inc 成立于 1966 年，是世界第一大激光器及相关光电子产品生产商，产品服务于科研、医疗、工业等多个行业；秉承 50 多年的激光制造经验和创新精神，致力于提供一流的商业化激光器，促进科学研究不断进步、生产制造行业生产力和加工精度的不断提高。Coherent 针对机器视觉应用开发的结构光激光器及激光光源，以其高可靠性、高性价比的独特优势享誉业界，已被广泛应用于各种 2D/3D 视觉测量和检测系统中。

[www.Coherent.com](http://www.Coherent.com)

### 大恒图像

成立于 1991 年的大恒图像是专业的机器视觉核心部件供应商，同时也是专业的机器视觉应用系统集成商和解决方案提供商。自成立之日起，大恒图像一直坚持走以技术开发为主的道路，致力于图像视觉领域的技术研发，拥有众多自主知识产权的机器视觉产品。同时，作为 A3 会员厂商，公司以其三十多年的专业积累深得各国同行信赖，已与业内众多世界级厂商建立了长期稳定的业务合作关系。作为国内最早从事机器视觉技术应用与开发的高科技企业，大恒图像在三维视觉测量和重建领域早已具备丰富经验，与 Coherent, Inc 的合作能让中国用户在享受国际最新技术的同时得到本土化的高质量技术支持和快捷的服务响应。

[www.daheng-imaging.com](http://www.daheng-imaging.com)



# 目录

	结构光激光器应用入门.....2
	StingRay 系列.....4
	Mini 系列.....11
	ULN 系列.....14
	VLM 系列.....15
	StingRay 开发者套件.....18
	Coherent 产品技术白皮书.....19

# 结构光激光器应用入门

## 什么是结构光？

结构光是从已知角度将某种特定光图案（如平面、网格或更复杂的形状）投射到物体上形成的投影，多用于视觉测量。最常使用的光图案（light pattern）是由某一光束沿扇面展开后形成的一面光（a sheet-of-light），当这面光与物体相交时就会在物体表面形成一条可见的亮线。从某已知角度来观测这条亮线的图像，根据看到的该线的扭曲变形情况就能计算出物体表面的高度变化。

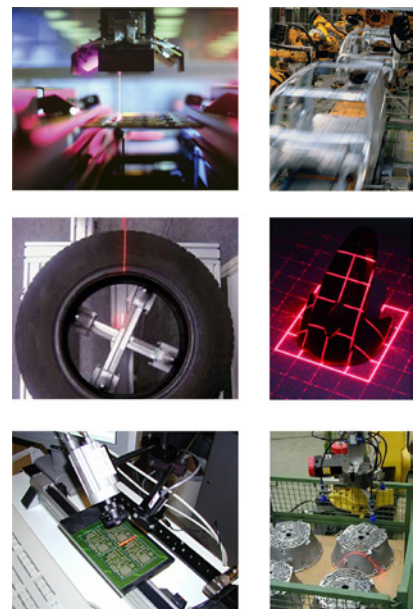
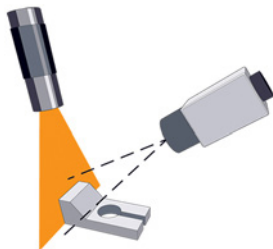
## 获取三维信息

用结构光扫描被测物以获取关于被测物的三维形状信息，这仅是对三维机器视觉以及能感知深度的机器所涉及技术的一种简化阐述。在此类应用中，结构光扫描也被称作主动三角测量。

在机器视觉应用中，采用结构光扫描能确定物体的三维信息，因此它也被用于对场景中的目标进行识别和定位，进而实现自动流水线生产中的过程控制和质量控制，此种应用多是借助结构光扫描来对目标进行缺陷检测或三维定位。基于结构光的视觉系统正在彻底改变制造业的面貌，它可以降低制造过程中的产品间差异，提高产量，实现装配生产过程全自动化，提高装配精度并大幅降低产品的总体生产成本。尽管其它类型的光源也可以用于结构光扫描，但激光仍是构造结构光系统的最佳选择，尤其是对精度和可靠性要求很高的各类应用。

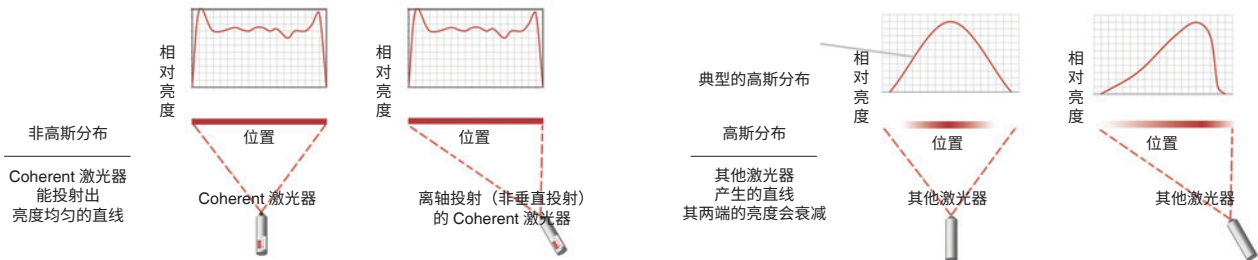
## 结构光的应用

Coherent 系列激光器能用于对被测物进行外形轮廓重建 (contour mapping)，表面缺陷检测，深度测量，拾取装配，边缘检测和定位，也可用于线阵相机照明。



## 非高斯分布

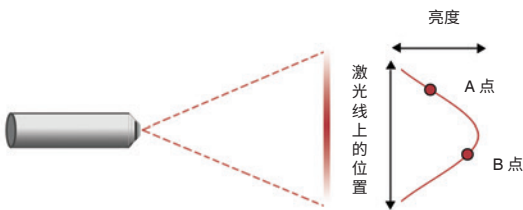
市场上的大多数的线激光器采用柱面光学组件来产生激光线，而 Coherent 采用特制镜头系统产生的激光线，即使是在激光器非垂直投射时其整条线上的亮度都是均匀分布（非高斯分布）的。高斯或非高斯分布是指投射出的激光线上的能量分布情况。高斯分布（也称正态分布）是统计学术语，其描述的是一种钟型分布的曲线。



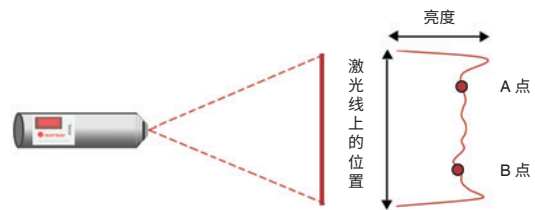
## 激光线亮度分布均匀的重要性

非高斯分布的激光线更高效

亮度高斯分布的激光线会出现亮度衰减，越靠近直线两端时亮度越低，最终能量会衰减到不能被图像传感器识别而造成视觉系统“无视”这部分信息。虽然调整成像设备或优化处理算法可以改善这种不足，但在采用高斯分布的激光器作为结构光时仍然有 50% 以上的能量被最终浪费掉。



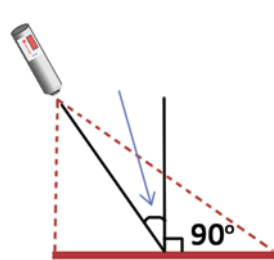
其他激光器 - 投射出的激光线两端出现能量衰减而线段中央的能量最大，如激光线上 A 点和 B 点各自对应的亮度有较大差异。



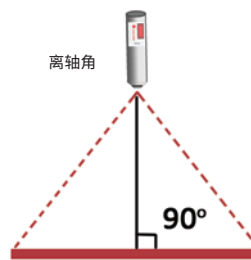
Coherent Laser-Coherent 激光器产生的直线具有均匀的亮度，如线上 A 点和 B 点各自对应的亮度基本一致。

非高斯分布的激光线更容易标定

由于亮度在高斯激光线上是不均匀分布的，所以不易实现 CCD 相机的标定，必须对图像中的高亮区域和过渡区域分布进行处理来完成标定，而直线上亮度过低的部分对完成标定根本没有帮助，因为在拍摄到的图像中根本“看不到”这些亮度过低的区域。



激光器与投射平面不垂直，存在离轴角



激光器与投射平面垂直

激光的离轴投射是指激光器与投射平面不垂直时将激光投射到此平面上。

## StingRay 系列

### 结构光图案激光器



#### 特性

- 光谱范围: 405 nm 到 830 nm
- 功率最大可至 200 mW
- 亮度均匀度高达 95%
- 支持外部调焦
- 指向性 <math><10 \mu\text{rad}/^\circ\text{C}</math>
- 微处理器控制
- 高级服务监测
- 可通过 GUI 控制 RS-232 接口
- 自动将输入电源降至 5~24 VDC
- 可选 StingRay  $\mu$ Focus 版本, 线宽比 StingRay 标准版本减少 2 倍

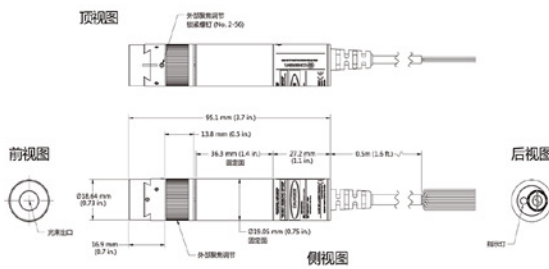
#### 应用

- 非接触式高度测量
- 汽车生产
- 挤压测量
- 医疗 / 牙科
- 交通运输
- 木材加工
- 钢铁生产
- 微电子检测
- 食物分类 / 检验
- 玻璃检测

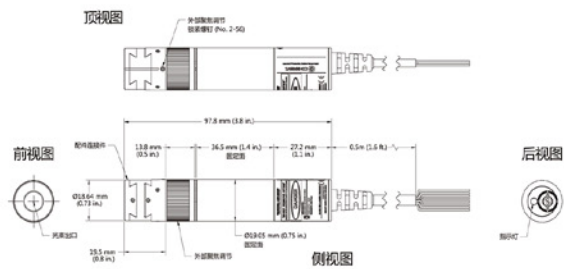
### 机械规范

#### 机械规范 (一体式)

##### 标准配置

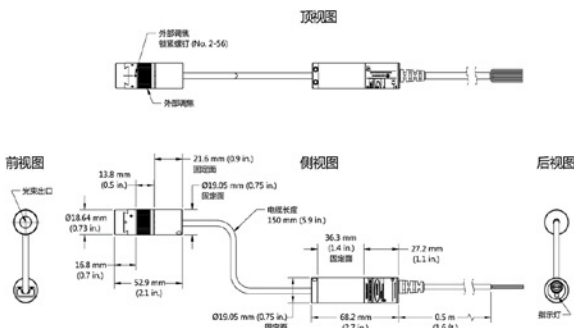


##### 可扩展配置

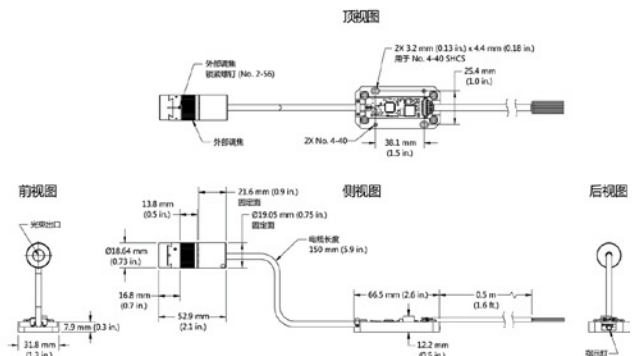


#### 机械规范 (分体式)

##### 标准配置



##### OEM配置<sup>1</sup>



<sup>1</sup> Coherent StingRay OEM配置未经过CE认证, 仅作为部件提供。

## 系统规格

规格	StingRay-405	StingRay-450	StingRay-488	StingRay-520	StingRay-525	StingRay-639
波长 <sup>1</sup> (nm)	405	450	488	520	525	639
波长容差 (±nm)	±5	±10	±10	±10	±5	+9/-4
输出功率 (mW <sup>2</sup> )	20, 35, 50, 100	10, 20, 35, 50	20, 50	5, 10, 20, 35, 50	5, 10, 20, 25, 50, 75	1, 5, 10
空间模式	TEM00					
M <sup>2</sup> (光束质量)	<1.5					
扇形角 <sup>7</sup> (度, 选取整体的 80%)	1, 5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 75					
直线度 (%) >25 mm 光线	0.1					
指向稳定性 (μrad/° C)	<10					
RMS 噪声 (%) (20 Hz ~ 20 MHz)	<0.5					
峰峰值噪声 (%) (20 Hz ~ 20 MHz)	<1					
长期功率稳定性 (%) (8 小时, ±3° C)	<2					
预热时间 (分钟) (冷启动)	<5					
激光驱动模式	CW, 模拟, 数字, 快速数字					
数字调制						
最大带宽 (kHz)	100 (恒定功率)					
上升时间 (10% ~ 90%) (nsec)	<1000, 500 (典型值)					
下降时间 (90% ~ 10%) (nsec)	<1000, 500 (典型值)					
调制深度 (%)	100					
工作范围 (VDC)	0 ~ 1 关 - 4 ~ 5 开 / 0 ~ 1 开 - 4 ~ 5 关					
快速数字调制 <sup>3</sup>						
最大带宽 (MHz)	2					
上升时间 (10% ~ 90%) (nsec)	<150					
下降时间 (90% ~ 10%) (nsec)	<150					
调制深度 (%)	100					
工作范围 (VDC)	0 ~ 1 关 - 4 ~ 5 开 / 0 ~ 1 开 - 4 ~ 5 关					
模拟调制						
最大带宽 (kHz)	500 (恒定功率)					
上升时间 (10% ~ 90%) (nsec)	<1000, 500 (典型值)					
下降时间 (90% ~ 10%) (nsec)	<1000, 500 (典型值)					
调制深度 (%)	100					
线性范围 (VDC)	0.5 ~ 5 / 0 ~ 4.5					
工作电压 <sup>4</sup> (VDC)	5 ~ 24					
工作电流 (mA) (-25° C 时的最大值)	200					
连接件 (选配)	Hirose HR-10P-12S					
慢启动延迟 <sup>5</sup> (sec)	5					
输入电阻 (Ohm)	1.5					
光束夹角 (mrad)	<3					
静电防护	EN61326-1 (8 kV 隔空放电, 4 kV 接触放电)					
功耗 (W)	<5W					
环境温度						
工作状态 <sup>6</sup> (° C)	-10 ~ 50					
非工作状态 (° C)	-20 ~ 60					
抗冲击性 (g) (6 ms)	30					

<sup>1</sup> 25° C 中心波长                      <sup>2</sup> 输出功率                      <sup>3</sup> 仅恒定电流配置

<sup>4</sup> 520nm 激光在 >12 VDC 时具有最佳效率, 400nm-525nm 波长的激光器的最小工作电压是 6V DC                      <sup>5</sup> 如果启用

<sup>6</sup> 450nm、520nm、525nm 激光为 10° C ~ 40° C

<sup>7</sup> StingRay μFocus 版本激光器只支持扇形角 30°, 45°, 60°

## 系统规格

规格	StingRay-640	StingRay-655	StingRay-660	StingRay-685	StingRay-785	StingRay-830
波长 <sup>1</sup> (nm)	640	655	660	685	785	830
波长容差 (±nm)	±6	+10/-5	±5(≥50 mW), +2/-8 (<50 mW)	±15	±19	±15
输出功率 (mW)	20, 35, 100	1, 5	10, 20, 35, 50, 100, 140, 180	20, 35, 50	20, 35, 50, 75, 90	75, 100, 150, 200
空间模式	TEM00					
M <sup>2</sup> (光束质量)	<1.5					
扇形角 (度, 选取整体的 80%)	1, 5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 75					
直线度 (%) >25 mm 光线	0.1					
指向稳定性 (μrad/° C)	<10					
RMS 噪声 (%) (20 Hz ~ 20 MHz)	<0.5					
峰峰值噪声 (%) (20 Hz ~ 20 MHz)	<1					
长期功率稳定性 (%) (8 小时, ±3° C)	<2					
预热时间 (分钟) (冷启动)	<5					
激光驱动模式	CW, 模拟, 数字, 快速数字					
<b>数字调制</b>						
最大带宽 (kHz)	100 (恒定功率)					
上升时间 (10% ~ 90%) (nsec)	<1000, 500 (典型值)					
下降时间 (90% ~ 10%) (nsec)	<1000, 500 (典型值)					
调制深度 (%)	100					
工作范围 (VDC)	0 ~ 1 关 - 4 ~ 5 开 / 0 ~ 1 开 - 4 ~ 5 关					
<b>快速数字调制<sup>2</sup></b>						
最大带宽 (MHz)	2					
上升时间 (10% ~ 90%) (nsec)	<150					
下降时间 (90% ~ 10%) (nsec)	<150					
调制深度 (%)	100					
工作范围 (VDC)	0 ~ 1 关 - 4 ~ 5 开 / 0 ~ 1 开 - 4 ~ 5 关					
<b>模拟调制</b>						
最大带宽 (kHz)	500 (恒定功率)					
上升时间 (10% ~ 90%) (nsec)	<1000, 500 (典型值)					
下降时间 (90% ~ 10%) (nsec)	<1000, 500 (典型值)					
调制深度 (%)	100					
线性范围 (VDC)	0.5 ~ 5 / 0 ~ 4.5					
工作电压 (VDC)	5 ~ 24					
工作电流 (mA) (25° C 时的最大值)	200					
连接件 (选配)	Hirose HR-10P-12S					
慢启动延迟 <sup>3</sup> (sec)	5					
输入电阻 (Ohm)	1.5					
光束夹角 (mrad)	<3					
静电防护	EN61326-1 (8 kV 隔空放电, 4 kV 接触放电)					
功耗 (W)	<5W					
<b>环境温度</b>						
工作状态 (° C)	-10 ~ 50					
非工作状态 (° C)	-20 ~ 60					
抗冲击性 (g) (6 ms)	30					

<sup>1</sup> 25° C 中心波长 <sup>2</sup> 仅恒定电流配置 <sup>3</sup> 如果启用

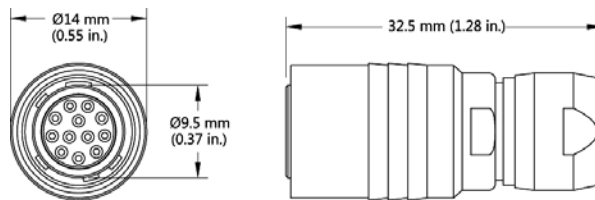


## 机械规范

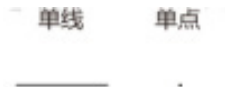
重量 (g)	长度 (mm)	直径 (mm)	材质
<70	95/98 <sup>1</sup>	19.05	黑色铝制, AL 6061 T1

## 管脚定义

颜色	描述	Pin ( 选配 Hirose 连接器 )
<b>标准</b>		
红	Vin	9
黑	Vin Gnd	1
绿	Fault	10
<b>选配</b>		
白	RS232 Recv	4
白 / 黑	RS232 Gnd	5
橙	RS232 Trans	6
蓝	Vmod	2
红 / 黑	Vmod Gnd	3



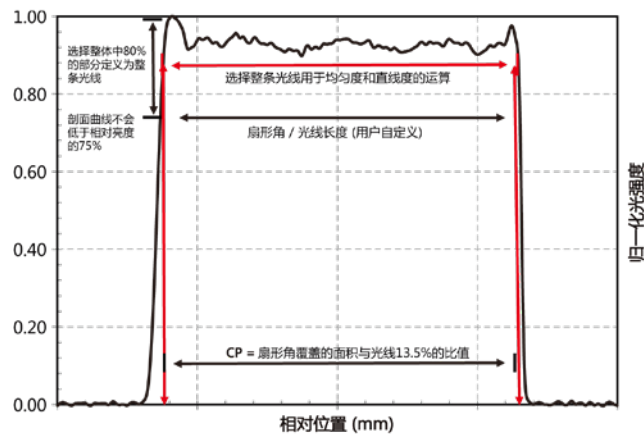
## 可选图案<sup>2</sup>



<sup>1</sup> 标准配置 95mm，用于配件配置的单点激光可达 98mm

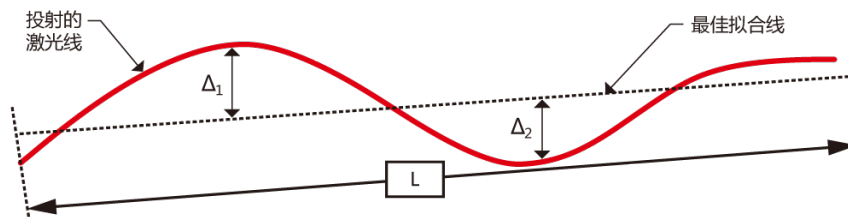
<sup>2</sup> 其他图案可定制，请联系技术支持。

## 平顶亮度剖面图



## 定义

<b>亮度差异度</b>
测量光线的最大相对亮度变化 $U = (I_{\max} - I_{\min}) \div (I_{\max} + I_{\min})$
<b>负载功率</b>
选取整条物理光线的 80% 部分的功率负载与 13.5% 部分的功率负载的比值 $CP = 80\%P \div 13.5\%P$
<b>光线长度 / 扇形角</b>
FA 定义为总投射角度的 80% 测量光线长度定义为给定工作距离投射出的光线物理长度的 80%
<b>相对光照层</b>
定义为整条光线上任意点的最小相对亮度 测量结果是归一化光强度的百分比
<b>平直度</b>
与最佳拟合线的偏离度 $\Delta = \Delta_1 + \Delta_2$ $S = \Delta / L \times 100$



## 故障状态

内置的微控制器可以探测 ADC 电路的关键参数，如：

- 温度
- 光电二极管输出电压
- 激光二极管电压
- 激光二极管电流
- 在 StingRay-AM 和 StingRay-DM 产品选配件中的反向调制和正向调制的信号值。

基于参数测量的结果，微控制器可以判断以下故障状态：

- 过热
- 电路故障
- 缺少调制信号输入
- 由于老化导致的关键激光二极管输出功率下降

## 故障输出电路

故障输出是一个开路集电极晶体管，可以实现在电缆连接处与其他设备的故障信号进行或 (OR) 运算的功能。输出电压最高可达 30V，输出电流最高可达 100mA。使用可恢复保险丝进行电路的过流保护。电源和开路集电极输出之间应连接一个负载，见图 1。

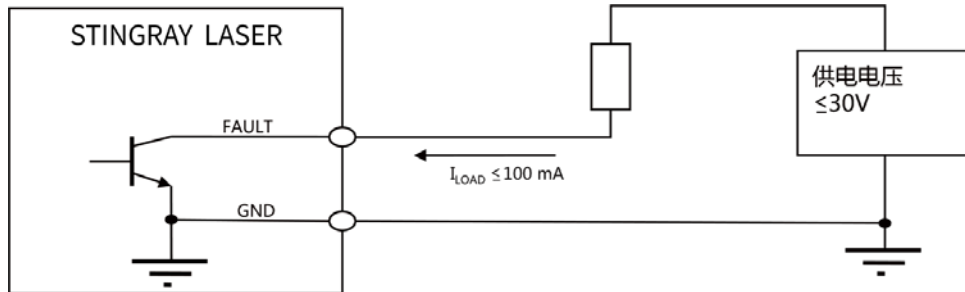
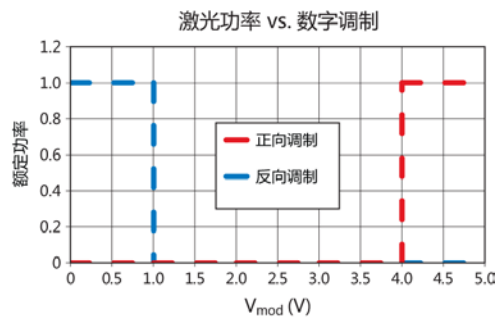
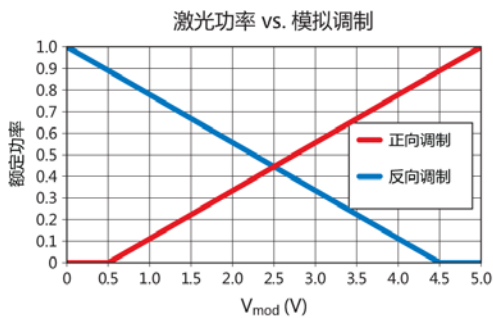


图 1

## 调制时序

调制	F max	正向调制 (VDC)	反向调制 (VDC)
模拟	500 KHz	0 ~ 0.5	4.5 ~ 5
		激光关闭	
		0.5 ~ 5	0 ~ 4.5
		线性区域	
TTL	100 KHz	0 ~ 1	4 ~ 5
		激光关闭	
		4 ~ 5	0 ~ 1
		激光打开	
		1 ~ 4	1 ~ 4
		未定义	
Fast TTL	2 MHz	0 ~ 1	4 ~ 5
		激光关闭	
		4 ~ 5	0 ~ 1
		激光打开	
		1 ~ 4	1 ~ 4
		未定义	



选型表: STR- 波长 - 功率 - 调制 - 电缆 - 光学组件 - 光束内夹角 - 扇形角 - 调焦 - 通讯 - 选配件

产品线	波长	功率	调制	电缆
STR	405	功率选型详见 [ 订货信息 ] 表	A <sup>1</sup> RA <sup>3</sup> T <sup>5</sup> FT <sup>7</sup> RT <sup>9</sup> RFT <sup>10</sup> CW <sup>11</sup>	FL <sup>2</sup> HR <sup>4</sup> P <sup>6</sup> B <sup>8</sup>
	450			
	488			
	520			
	525			
	639			
	640			
	655			
	660			
	685			
	785			
830				

光学组件	光束内夹角	扇形角	调焦 <sup>12</sup>	通讯	选配件
光学组件选型详见 [ 订货信息 ] 表	光束内夹角 选型详见 [ 订货信息 ] 表	1	S <sup>13</sup> E <sup>15</sup>	Tx <sup>14</sup>	1 - 定制焦距 2 - 测量均匀度 / 平直度 3 - 调整输出功率 / 安全等级 4 - 分体式 ( 标准 ) 5 - 分体式 (OEM) 6 - 预校准  更多信息请咨询技术人员
		5			
		10			
		15			
		20			
		30			
		45			
		60			
		75			

订货信息			
	L <sup>16</sup> 01	D <sup>17</sup> 01	定制
图案	1 线	1 点	
光束内夹角	-	-	

波长	450	520	639	640	655
二极管功率	10, 20, 35, 50	5, 10, 20, 35, 50	1, 5, 10	20, 35, 100	1, 5
波长	660	685	785	830	-
二极管功率	10, 20, 35, 50, 100, 150, 200	20, 35, 50	20, 35, 50, 75, 90	75, 100, 150, 200	-

<sup>1</sup> A = 模拟      <sup>2</sup> FL = 飞线电缆      <sup>3</sup> RA = 反向模拟      <sup>4</sup> HR = Hirose 电缆      <sup>5</sup> T = TTL  
<sup>6</sup> P = 传统电源电缆      <sup>7</sup> FT = 快速 TTL      <sup>8</sup> B = 传统电源和 BNC 电缆      <sup>9</sup> RT = 反向 TTL  
<sup>10</sup> RFT = 反向快速 TTL      <sup>11</sup> CW = 连续      <sup>12</sup> "S" 聚焦于快轴; "E" 聚焦于慢轴  
<sup>13</sup> S = 标准      <sup>14</sup> Tx = 选配 RS-232      <sup>15</sup> E = 扩展      <sup>16</sup> L = 直线      <sup>17</sup> D = 点

# Mini 系列

## 紧凑型结构光图案激光器

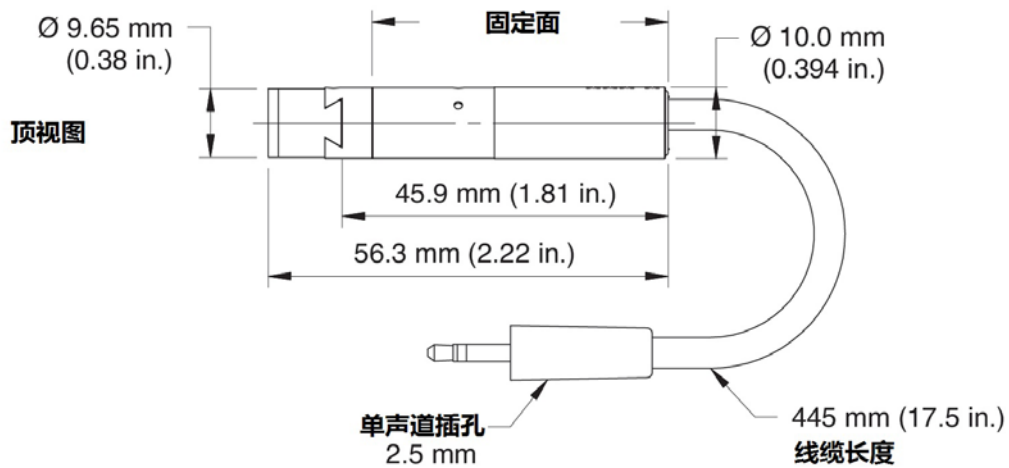


### 特性

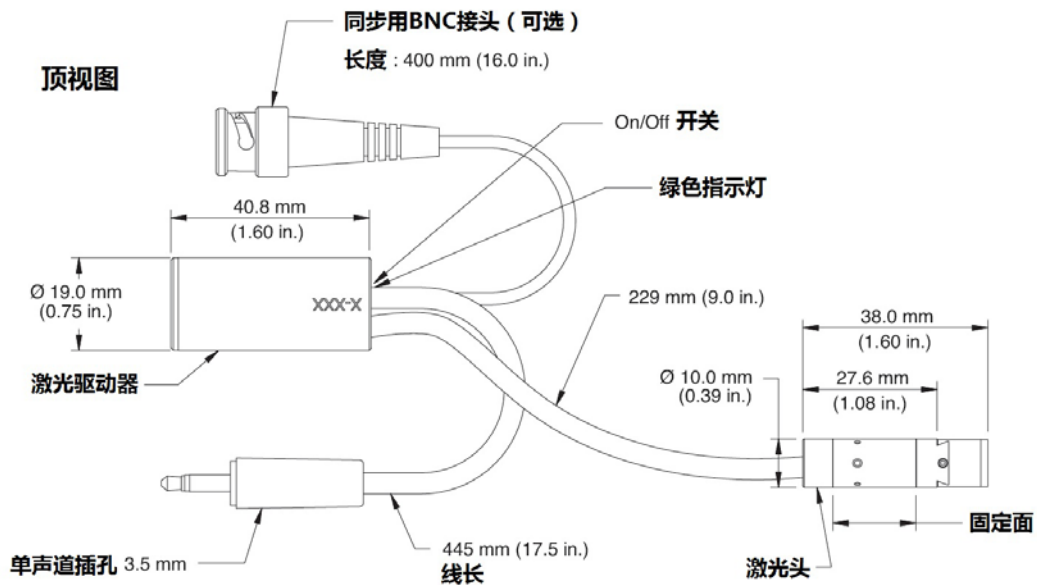
- 结构紧凑轻巧
- 光谱范围：635 nm 到 785 nm
- 多种功率、图案和扇形角可选
- 可调焦
- 静电防护，过热保护，过压保护及反相保护
- 亮度均匀分布的激光线

### 机械规范

标准 Mini 激光器



光电分体式 Mini 激光器



## 系统规格

规格	Mini 640	Mini 660	Mini 685	Mini 785
波长 (nm)	640	660	685	785
波长容差 (nm)	+3/-5	±6	±15	±10
输出功率 (mW)	1, 5, 10	1, 5, 10, 20, 35	20, 35	20, 35
空间模式	TEM00			
M <sup>2</sup> (光束质量)	<1.5			
扇形角	1°, 5°, 10°, 20°, 30°, 45°, 60°, 75°			
直线度	≤0.10			
预热时间 (分钟)	<5			
工作电压 (VDC)	5 (6V 带可选配的独立驱动器)			
工作电流 (ma)	<200			
输入阻抗 (kohm)	> 1			
连接器	单通道插头或可选飞线			
光束发散角 (mrad)	<3			
静电防护	4 级			
工作温度 (° C)	10 ~ 50			
储存温度 (° C)	-20 ~ 60			
调制选项	<p>S (正向同步) 或 RS (反向同步)            DC: 10 kHz            线性振幅: 1 V ~ 4.0 V            上升 / 下降时间: &lt;10 μs            T (TTL) 或 RT (反向 TTL)            DC: 10 kHz            上升 / 下降时间: &lt;10 μs</p>			

## 订货信息

Mini 激光器订货使用以下订货号:

MINI- 图案 (光束间夹角) - 波长和电源选项 (如适用) - 二极管功率 - 扇形角 - 光电分离选项 (如适用)

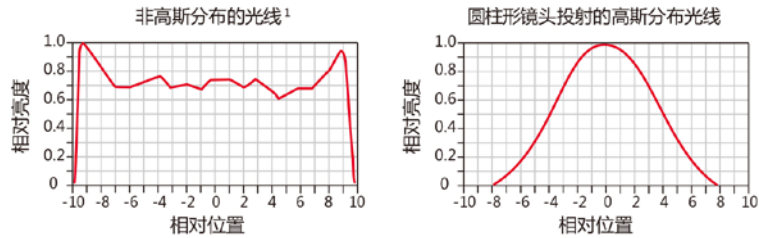
如 MINI-503L-1.5-635S-20-SD。更多信息请咨询技术人员。

订货信息			
	501L 或 701L	503L 或 703L	533L 或 733L
图案 <sup>1</sup>	1 行	3 行 (640nm, 660nm)	33 行 (660nm)
光束间夹角	-	1.5°	0.38°

<sup>1</sup> 图案也支持点, 订单代码中用 "D" 替换 "L"

## 亮度均匀

传统的激光线图案通常是由一个圆柱形光学器件产生，其剖面为高斯曲线，中心较亮，而边缘较暗。Coherent 专利的光束整形技术使整行光线的亮度均匀分布，从而产生一个清晰、均匀、两端锐利的光线。



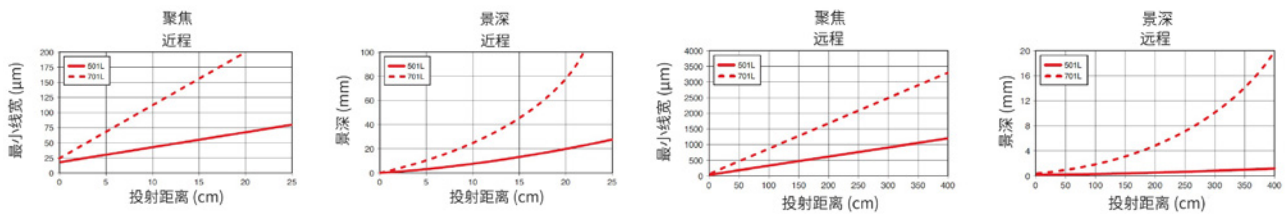
光线长度方向的相对亮度及相对位置关系图

¹ 典型亮度剖面图

## 聚焦性能

下图展示了 Mini 激光线发生器的典型聚焦和景深性能。聚焦图 (Focusing) 显示在不同投射距离可达到的最小线宽 (在  $1/e^2$  时)。景深 (Depth-of-field) 定义为从最小线宽处调整到倍最小线宽处时对应移动距离的两倍。

聚焦和景深性能



¹ 典型剖面图

## 可选图案



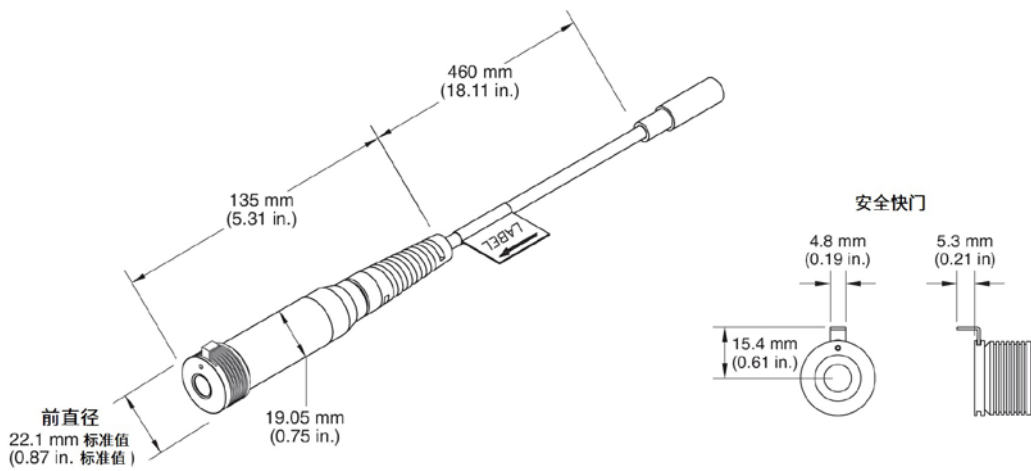
### 极低噪声激光器模块



#### 特性

- RMS 噪声 <0.06% (带宽 10 Hz ~ 10 MHz)
- 圆形光束
- 无跳模 (mode-hop) 噪声
- 无预热时间
- 波长: 635 nm (5 mW)
- 使用寿命长

#### 机械规范



#### 系统规格

规格	ULN 635 nm 5 mW
波长 (nm)	635
波长容差 (nm)	+7/-2
输出功率 (mW)	5
CDRH 等级	Class IIIb, 非标准
IEC 60825-1	3b
光斑尺寸 (mm)	1
发散角 (mrad)	1
激光驱动	超低噪声 (ULN)
预热时间 (分钟)	<5
电源	自带 (双电压)
连接器	5-pin DIN



# VLM 系列

## 小型二极管激光器模块

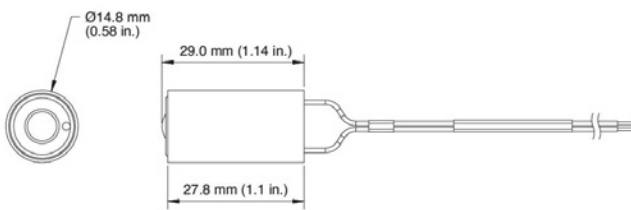


### 特性

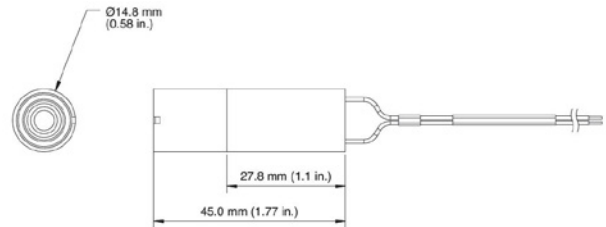
- VLM2 和 VLM3 类型封装
- 635 nm, 650 nm, 670 nm 波长
- 可选圆形或椭圆形光束
- 可选多种扇形角

### 机械规范

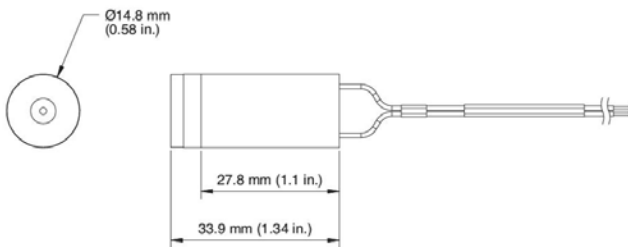
VLM2-8L 机械尺寸图



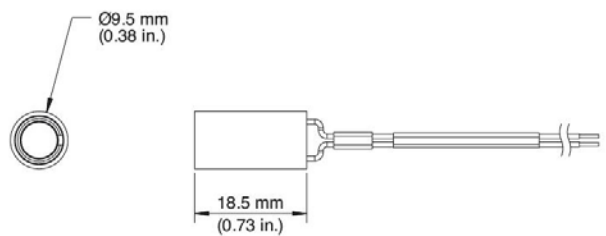
VLM2-3RL 机械尺寸图



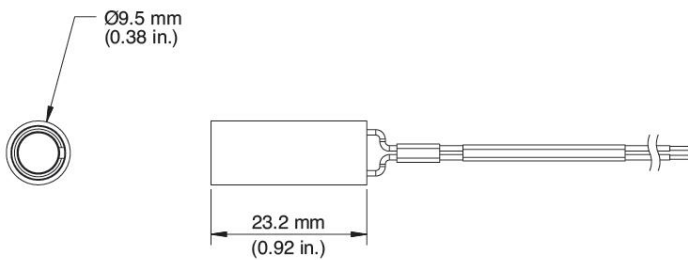
VLM2.3-4L、VHK2-1L、VHK2.3-1L 机械尺寸图



VLM3-5L、VLM3-1L、VLM3.5-2L 机械尺寸图



LG3-85D、LG3-60D、LG3-30D、LG3.3-60D、LG3.3-40D 机械尺寸图



## 系统规格

规格	VLM2-3RL, 2mW, 670nm	VMB2.3-4L, 4mW, 635nm	VHK2.3-1L, 1mW, 635nm	VHK2-1L, 1mW, 670nm	VLM2-8L, 7.5mW, 670nm
模块类型	VLM2	VLM2	VLM2	VLM2	VLM2
波长 (nm)	670	635	635	670	670
波长容差 (nm)	±5	+7/-2	+7/-2	±5	±5
输出功率 (mW)	2.3	4.2	0.95	0.95	7.5
CDRH 等级	IIIa	IIIa	II	II, 非标准	IIIb, 非标准
光斑尺寸 (mm)	3	1.3	1.1	1.3	3.4 × 1.3
波束形状	圆形	圆形	圆形	圆形	椭圆形
发散角 (mrad)	0.4	0.7	0.7	0.7	0.3 × 0.8
激光驱动模式	CW	CW	CW	CW	CW
电源 (VDC)	5 ~ 10	5 ~ 10	5 ~ 10	5 ~ 10	5 ~ 10
推荐电源电压 (V)	5	5	5	5	5
机身外径 (mm)	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8
机身长度 (mm)	45	34	34	34	28
线缆长度 (mm)	914	914	914	914	305
连接器	无	无	无	无	无

规格	VLM3.5-2, 1.6mW, 650nm	VLM3-1L, 1mW, 670nm	VLM3-5L, 5mW, 670nm
模块类型	VLM3	VLM3	VLM3
波长 (nm)	650	670	670
波长容差 (nm)	±5	±5	±5
输出功率 (mW)	1.6	0.95	4.2
CDRH 等级	IIIa, 非标准	II	IIIa
光斑尺寸 (mm)	1.3	1.3 × 4.6	4.6 × 1.3
波束形状	圆形	椭圆形	椭圆形
发散角 (mrad)	0.8	0.7 × 0.2	0.2 × 0.7
激光驱动模式	CW	CW	CW
电源 (VDC)	3 ~ 6	3 ~ 6	3 ~ 6
推荐电源电压 (V)	3.3	3.3	3.3
机身外径 (mm)	9.5	9.5	9.5
机身长度 (mm)	26	19	19
线缆长度 (mm)	914	914	914
连接器	无	无	无

## 系统规格

规格	LG3-85D, 4mW, 670nm	LG3-60D, 3.5mW, 670nm	LG3-30D, 2.5mW, 670nm	LG3.3-60D, 1mW, 635nm	LG3.3-40D, 1.5mW, 635nm
模块类型	VLM3	VLM3	VLM3	VLM3	VLM3
扇形角	85°	60°	30°	60°	40°
线宽 (mm)	1	1	1	1	1
波长 (nm)	670	670	670	635	635
波长容差 (nm)	±5	±5	±5	+7/-2	+7/-2
输出功率 (mW)	3.8	3.5	2.5	0.8	1.5
CDRH 等级	II	II	II	II	II
激光驱动模式	CW	CW	CW	CW	CW
电源 (VDC)	3 ~ 6	3 ~ 6	3 ~ 6	3 ~ 6	3 ~ 6
推荐电源电压 (V)	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
机身外径 (mm)	9.52	9.52	9.52	9.52	9.52
机身长度 (mm)	23.2	23.2	23.2	23.2	23.2
线缆长度 (mm)	914	914	914	914	914
连接器	无	无	无	AMP 87175-6	无

# StingRay 开发者套件



Stingray 开发者套件设计用于让终端用户、集成商、研究人员以及科研实验室能够快速评估多种配置并确定最适合自身应用的激光器解决方案。开发者套件支持 8 种不同模式配置，可选多种激光器、光束整形元件及相关配件。开发者套件具有极高的性能、灵活性和可靠性，用户能够利用其快速轻松地进行配置、搭建并获取结果数据。

## 特性

- 660 nm StingRay 激光器
- 520 nm StingRay 激光器
- 远程供电
- 八种不同的光学头
- Coherent 连接软件
- 散热器底座
- USB 电缆
- 焦距锁定工具
- 快速入门指南
- 应用笔记

## 可选图案

椭圆点

单线



开发工具内容	光学头
660 nm 100 mW 激光器 × 1	30° 线, 标准焦距 (红光)
520 nm 50 mW 激光器 × 1	30° 线, 扩展焦距 (红光)
CDRH 控制器 × 1	30° 线, 标准焦距 (绿光)
CDRH 控制器电源 × 1	30° 线, 扩展焦距 (绿光)
Coherent StingRay 散热支架 × 1	60° 线, 标准焦距 (红光)
USB 线缆 × 1	60° 线, 扩展焦距 (红光)
焦距锁定工具 × 1	45° 线, 扩展焦距 (红光)
通用光学头 × 8	5° 线, 扩展焦距 (红光)



# Coherent 产品技术白皮书

## 3D 激光扫描——激光与机器视觉

机器视觉是一个集成了多种技术的应用领域,其主要用途在于实现自动化质量保证。一般情况下,激光作为照明光源,实现准确、简单、灵活的物体表面检测,特殊的情况下,会把激光作为结构光来使用。

为了解结构激光的优势、用法并最终做出合适的选择,需要了解其背后的理论知识。

结构激光应用的核心原理是三角测量法。三角测量法原理的关注点在于识别或使用任意空间内一个点或物体的高度或位置信息。

### 简介

在几何学和三角学中,空间中任一点的位置的计算过程被称为三角测量法。三角测量法是计算从已知固定基准线上的两个端点到空间中某一点和基准线之间的夹角,而不是直接测量点的距离。由于已知一条边和两个内角角度,则这个点可以作为三角形的第三个点被固定下来。

### 通过测量两个固定的角度确定一个点的距离

三角测量法可被用来计算从基线 AB 到点 P 的距离和坐标。(见图 1)

在位置 A 的观测点可以通过基线 AB 和 AP 计算出夹角  $\alpha$ , 同理在位置 B 观测点的可以得到夹角  $\beta$ 。

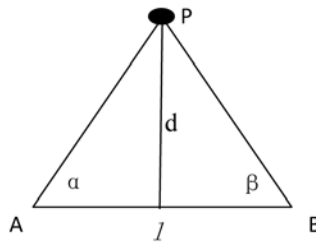


图 1

由于 A 和 B 的坐标以及长度 l 已知,则根据正弦定理可以获得点 P 的坐标和距离 d。

计算方法:计算目标是确定用户自定义的已知物体表面上任意给定点的距离 d。首先,我们要定义长度 l,即已知的两个观测点之间的距离,以及这两个观测点和物体上给定点之间的角度。

$$l = d/\tan\alpha + d/\tan\beta$$

求解 d:

$$d = 1/((1/\tan\alpha + 1/\tan\beta))$$

利用三角等式  $\tan\alpha = \sin\alpha/\cos\alpha$  和  $\sin(\alpha+\beta) = \sin\alpha \cos\beta + \cos\alpha \sin\beta$ , 则可以推导出:

$$d = (l \sin\alpha \sin\beta) / \sin(\alpha+\beta)$$

根据这个公式,可以很轻松地从一个观测点的位置计算出未知点的距离,以及最终完整的坐标。

### 在工业应用中的实现

光学 3D 测量系统采用三角测量原理来确定物体的空间尺寸和几何形状。基本配置包括两个用于观测的设备,其中一个通常是数字相机,而另一个是光投影器。

将两个设备各自的投影中心和物体表面的参考点定义为一个(空间)三角形。在这个三角形中,两个设备之间的距离就是基线 AB,这个距离必须是已知的。通过确定投影射线和基线之间的夹角,其交叉点和 3D 坐标可以根据三角关系计算得出。

## 在此过程中如何使用激光器？

事实上，您会发现这些坐标是非常有用的，在实际工作中利用这种原理能够创造价值。

哪些工作会涉及这个原理？通常是那些需要导出信息，建立一个坐标系，并评估给定物体的“坐标”，判断被测物是好的还是坏的、正确的还是错误的、可控的还是不可控的，然后调用某个特定的机制。

根据这种三角测量原理提取坐标值，需要一个能够提供来自被测物的“实时”数据并有利于判断的物理系统。原则上，知道如何找到一个点确实有其实用价值，但会造成处理速度缓慢。逐点建立一个表面坐标图的效率非常低。以切片或多个切片的方式进行查找会更有效率，被测物的还原也更精确。坐标图的精度以及根据坐标图做出的判断，取决于切片的厚度。如果被测物的特征小于切片厚度，则无法出现坐标上的变化。这会导致被测物的坐标图不能提供做出有效判断的信息。

在 3D 物体表面投射一个窄带光，会产生一条光线，这条光线相对于原始投射光会出现一定的变形。这些变形的点可被提取用于表面形状的重建。

在一个典型的 3D 三角测量传感器中，激光线提供被测物的 3 维中的 2 维信息。第 3 维信息通过被测物和传感器之间的相对运动获得。另一种更快的方法是一次性投射一个由多条直线或任意条纹组成的图案。这种方法可以同时获取多个样本信息。从不同的视角进行拍摄，图案能够显示物体表面形状的几何变形。

下面的图 2 中显示了单一条纹投射到一个简单的 3D 表面的几何变形。通过光线的位移可以获取出物体表面上任何细节的精确 3D 坐标。

虽然结构光有许多种图案变化，但应用最广泛的还是单条直线或多条平行线。如果被测物所呈现的条纹或直线亮度不均匀，则会影响测量的精确度。和切片的密度一样，返回信号的强弱被解释为表面的变化。一条不均匀的光线（相对强度）会使相机拍摄的物体表面上，有些区域的亮度和其他区域有明显的变化。如果这种变化足够明显，则在获得的坐标图上将这种区域视为一条缝隙或物体的高度变化。

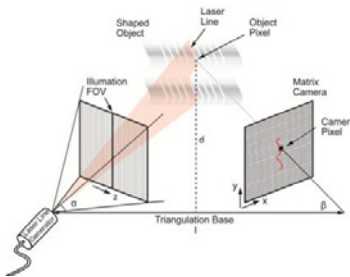


图 2

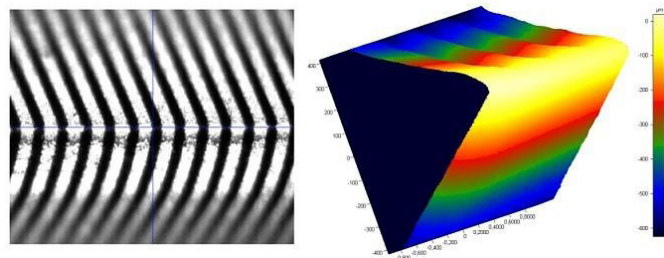


图 3 伪彩色高度映射图

## 结论

正常大小的纵模激光器可以产生切片最薄、功率密度最高且最易控制的投射光。在制造过程中，采用基于激光的结构光三角测量法，是一种简单且成本低的监控、测量和实施方法，能够最大化的降低成本，让客户获得最大的收益。

# Coherent 产品技术白皮书

## 高斯光束到矩形非高斯光束的高效转换

Coherent 的光束整形产品提供了一种高效的方法，可以将光强呈高斯球面分布的激光束转换为在一维（线形）或二维（矩形）方向均匀分布的激光束。其出色的性能和极高的性价比可完全替代其他的同类技术，对于系统工程师极具吸引力。

### 概述

现在使用的大多数激光器类型所产生的输出光束截面是圆形或椭圆形，其亮度多为高斯或类高斯分布。对于需要将激光束集中于一中的应用，这种高斯亮度分布的光束无疑是可接受的方案甚至是最佳方案。然而还有对多其他类型的应用，采用亮度均匀分布（常称为“平顶”）的激光束能获得更好的结果。例如，在材料加工过程中，均匀分布的亮度能够保证激光能够均匀的照射到要处理的整个区域。这也适用于那些主要用激光来进行照明的工作场合。因为只要材料的表面特性一致，在均匀照明下就会呈现相同的亮度，与其在照明区域的位置无关，从而简化了图像处理步骤并提高了对比度和分辨率。这使得那些采用广义“照明”的遍及各个行业的应用都可以利用平顶激光的这种优势，适用领域包括机器视觉、流式细胞仪、检测以及其他医学应用。

将高斯光束转换为亮度均匀分布（一维和二维）的光束有许多方法。其中基于鲍威尔 (Powell) 透镜的方法是最强大、最灵活的。这本白皮书将简要回顾其他光束亮度均匀化技术，然后详细介绍 Coherent 的基于鲍威尔透镜的光束平顶技术。

### 均匀照明的实现

最简单直接的将高斯光束转换为亮度均匀分布光束的方法是使光束通过一个小孔，使得只有光束中心最为均匀的部分能被投射出去，其他部分均被阻断（见图 4）。这种方法有两个缺点。首先，这造成约有 75% 的激光效率损失。其次，最终获得的光束亮度分布仍是从中心到边缘递减的。此外，还需要采用其他措施消除激光在小孔边缘衍射产生的光斑。

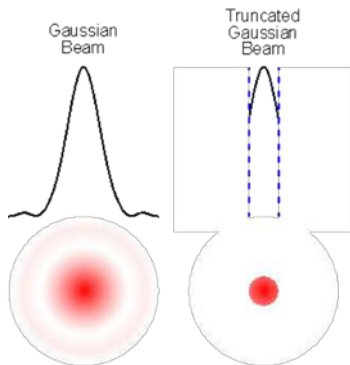


图 4 将高斯分布的光束转换为均匀分布的光束最简单的方法就是截断它，但这种做法会导致最差的结果。

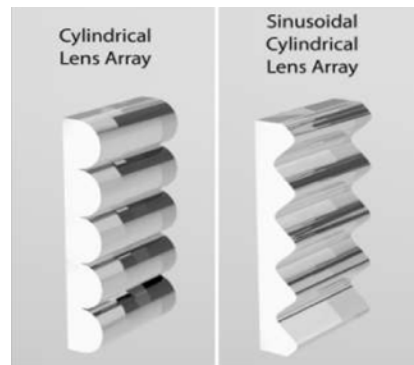


图 5 柱面透镜阵列两种配置方法

将高斯光束几乎无损地转换成平顶光束需要从技术上改变亮度从中心到边缘的分布，而不是简单地阻断它。这可以通过衍射或折射技术实现。

衍射光学元件为高斯亮度分布整形提供了一种非常强大的方法，理论上可以用于产生任意的亮度分布，包括近似平顶光束以及多种图案类型，如点或线阵列、十字线、圆形、同心圆、方形等。

衍射光学元件的工作就是通过创建不同衍射等级之间的干涉重新分配亮度分布。当然，衍射效应本质上是对波长的高度依赖，因此一个特定的组件仅能在一个狭窄的波长范围内工作。当衍射光学元件与二极管激光器配合使用时，这种波长敏感性将可能带来麻烦，因为和其他类型的激光相比，激光二极管的光谱带宽较大。此外，还有一些激光二极管的输出波长相对普通激光而言存在量级的变化（如从纳米到微米）。

在整形的过程中，衍射光学元件总会把一些光分散到不必要的衍射等级中。二进制蚀刻光栅是最简单且成本最低的用于光束整形的衍射光学元件。不幸的是，由于这种光学元件存在制造公差，会导致一定的能量损耗；对于衍射型光束整形器而言，转换效率不低

于 70% 即可认为其性能比较优秀。同样，衍射光学元件所产生的激光图案的均匀度等级（波动）也受限于光栅的制造公差。最后，实现二维亮度均匀分布的衍射光学元件的工作距离通常相对有限，超出该距离将不能产生需要的亮度分布。

另一种完全不同的方式是采用柱面透镜（见图 5）阵列构建一个纯粹的折射光束整形系统。入射光束通过若干微型透镜，每个透镜的输出图案在远场叠加，从而得到所需的均匀亮度分布。

柱面透镜阵列经常用于准分子激光的均匀化处理，这种激光的输出光束截面为矩形，可以与透镜阵列良好匹配。这类阵列也可用于圆形截面的高斯光束，但此时输出光束的亮度分布均匀度不够高，且通常有一定量的高频波动。采用微型透镜阵列的光束整形系统通常也有工作距离的限制。

技术	优势	劣势
光束截取	简单、成本低	放弃效率获得均匀性的折中方案，损耗大量的功率
衍射	不受输入光束的大小约束，样式灵活	安装成本高，效率低，波长依赖性强，波动噪声高
鲍威尔透镜	效率高、均匀性高、波长依赖性低、波动较低	受输入光束的大小约束

## Coherent 的平顶整形技术

为了避免上述限制，Coherent 采用基于鲍威尔透镜的光束整形技术，将高斯光束转换为亮度矩形均匀分布的光束（见图 6）。鲍威尔透镜是一种非球面柱形透镜，当高斯准直光束通过透镜时，其方向会出现定向的改变，使得光束的能量在远场有效地从中心到边缘进行重新分布（远场一般距离透镜的后镜面 100mm 以上）。光线能量分布图清楚地展示了这一过程（见图 7）。由于鲍威尔透镜是一种柱形透镜，它仅能在一维方向上对亮度分布进行均匀化处理。因此，对于需要亮度径向对称均匀分布的需求，我们使用两个镜面轴线互成直角的鲍威尔透镜组，光束先后通过这两的透镜并最终形成一种均匀的二维分布。该项技术已经获得专利。



图 6 鲍威尔透镜是一种非球面柱形透镜。

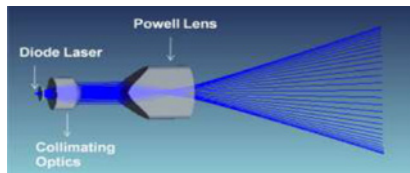
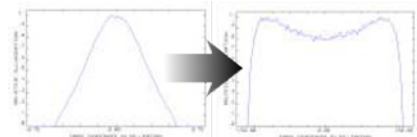


图 7 鲍威尔透镜将输入的高斯光束有效转换为一维的平顶光束。



这种方法的性能几乎在各方面都超越了衍射，尤其是应用在二极管激光上。特别值得一提的是，Coherent 的光束平顶整形技术具有很高的效率（超过 90%），并且图案边缘锐利，图案区域以外的部分几乎不存在残余光能量。这种结构对输入光波长敏感性低，这意味着即使二极管激光的波长出现量级的变化也不会造成多大的影响，同时也不受光源的固有带宽和温度的影响。这类光束整形产品无需选择特定的波长或配置特殊二极管激光器，即可实现亮度均匀分布的特定图案，整个图案的亮度差仅为  $\pm 5\%$ 。（见图 8）

鲍威尔透镜仅工作在一维方向的特性可用于二极管激光的均匀化和整形。二极管激光一般沿快轴和慢轴的不同方向有很大的差异性。因此，可以使用两块不同特性的鲍威尔透镜，使快轴和慢轴方向的亮度分布均匀化获得最优化的结果。



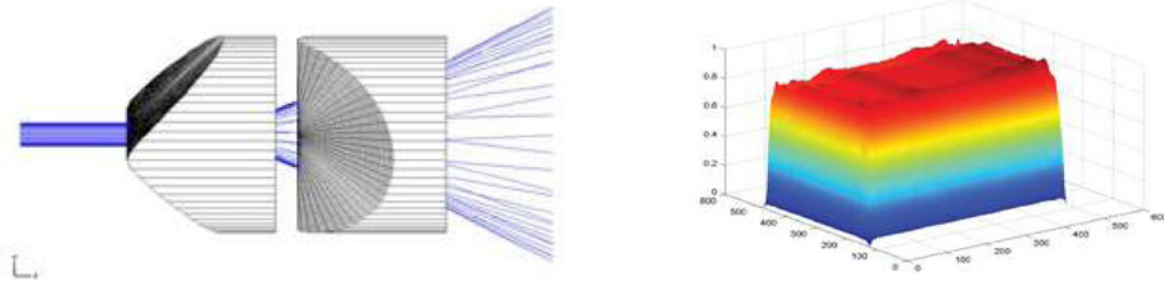


图 8 利用两个鲍威尔透镜将二极管激光输出的非对称光束转换为方形或任意宽高比的矩形。

从设计的角度看，Coherent 的光束平顶整形技术具有很高的灵活性，可以只经过简单的调整即满足特殊需求。例如，可以设计光束发散角（角度  $1^{\circ} \sim 120^{\circ}$ ），或加入额外的透镜调整输出光束的聚焦或准直，使最终的输出图案具有多种宽高比。系统同样可设计为透镜配合不同形状和尺寸的输入光束一起使用，以便匹配用户已有的光学系统。

## 设计要素

所有 Coherent 光束平顶整形系统都采用定制以满足用户的具体需求。了解这些系统基本参数可以使用户更好地向 Coherent 的工程师描述自己的需求，为工程师提供设计光束平顶整形系统的所有必要信息，使设计的光学系统能顺利地与应用系统集成。

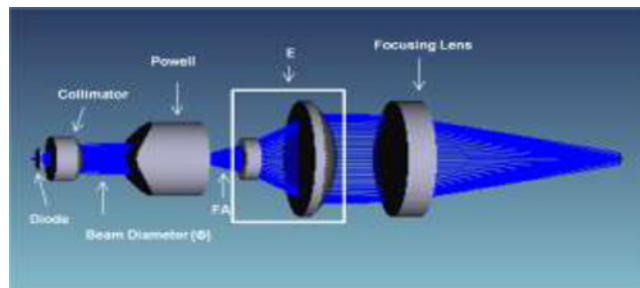


图 9 平顶整形系统的参数定义

图 9 显示了一个基本的一维光束平顶整形系统的结构示意图。结合这幅图，可以定义下述若干变量：

$\Phi_i$ ：在  $1/e^2$  时输入光束的直径

FA：鲍威尔透镜的输出全扇角（发散角）

E：光束扩展能量，即扩展器的输出光束直径和其输入光束直径的比值

f：焦距

WD：工作距离

由这些变量确定平顶光束的一些重要性能参数：

发散平顶： $[DFTS]_{(x,y)} = 2 \cdot \tan([FA]_{(x,y)}/2) \cdot WD$

聚焦平顶： $[FTS]_{(x,y)} = (2 \cdot \tan([FA]_{(x,y)}/2) \cdot f_{(x,y)}) / E_{(x,y)}$

能量分布均匀时的深度 DOU： $[DOU]_{(x,y)} = ([FTS]_{(x,y)} \cdot f_{(x,y)}) / (2 \cdot \phi_{-1})$

能量分布均匀时的深度特指聚焦的平顶图形区域内的最大亮度变化。

## 结论

Coherent 的光束平顶整形技术为将圆形或椭圆形的高斯输入光束转换为高均匀度的矩形聚焦图案提供了一种强大的解决方案。这些光学系统尤其适用于二极管激光，即使光源波长出现量级的改变或在工作过程中发生变化也能够保持出色的性能。

# 大家风范·恒久品质

中国大恒(集团)有限公司北京图像视觉技术分公司

www.daheng-imaging.com

#### 北京总部

地址：北京市海淀区苏州街3号大恒科技大厦北座12层  
电话：010-82828878

#### 深圳办事处

地址：深圳市宝安区海秀路23号龙光世纪大厦B座8层  
电话：0755-83479565

#### 成都办事处

地址：成都市锦江区二环路五段华润广场A508室  
电话：028-86925034

#### 上海办事处

地址：上海市普陀区怒江北路598号红星世贸大厦1808室  
电话：021-35312826

#### 武汉办事处

地址：湖北省武汉市洪山区文华路2号长江通信工业园综合楼二楼206室  
电话：027-87223690

#### 西安办事处

地址：西安市高新区唐延路35号旺座现代城F座1601  
电话：029-84501012

#### 厦门办事处

地址：福建省厦门市集美区软件园三期诚毅北大街5号B03栋803-1室  
电话：0592-5500803

#### 珠海办事处

地址：珠海市高新区唐家湾镇新港路88号珠海信息港D栋503-1室  
电话：0756-6328683

#### 广州办事处

地址：广州市番禺区石壁街创源路22号万融创裕科技园C栋506室  
电话：029-84501012

#### 苏州办事处

地址：江苏省苏州市苏州工业园区奇业路68号明富工业园二号楼3层  
电话：0512-69882038



微信服务号



抖音官方号



微信订阅号