

CARBIDE

工业和科研用飞秒激光器

特性

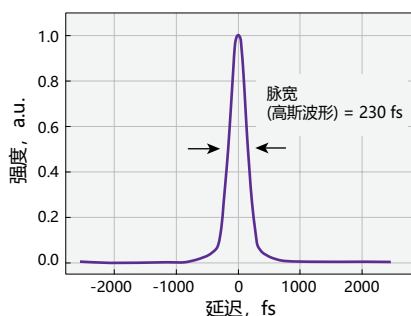
- <290 fs – 10 ps 连续可调脉宽
- >800 μ J 单脉冲能量
- > 80 W 输出功率
- 60 – 2000 kHz 可调基本重复频率
- 包括脉冲选择器, 用于按需脉冲分频
- 坚固耐用的工业级机械设计
- 风冷或水冷
- 自动谐波发生器 (515 nm, 343 nm, 257 nm)
- 科学的操作界面, 增强了系统灵活性



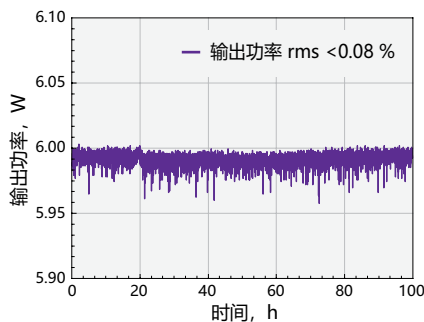
CARBIDE-CB3

CARBIDE 飞秒激光器在波长 1030 nm 时的输出功率 >80 W。激光器发出的放大自发辐射背景光 (ASE) 脉冲小于 10^{-9} , 在不影响光束质量的条件下单脉冲能量显著提高, 有着适应不同环境条件下的工业级可靠性和光束稳定性。60 kHz – 2 MHz 内连续可调的重复频率, 结合内置的符合输出脉冲时序的脉冲选择器, 配合 <20 ms 响应时间的全范围能量控制, 实现了

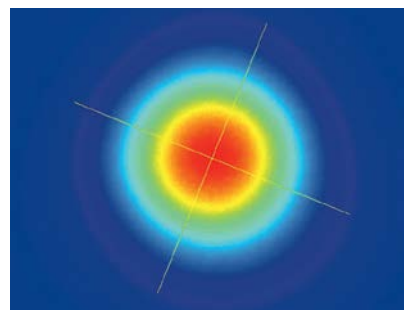
任意脉冲发射。290 fs – 10 ps 的脉宽可调范围。卓越的功率稳定性, 标准为 <0.5% RMS。激光输出可被分割为一组脉冲串, 该脉冲串内包含多个间隔为皮秒的以及间隔为纳秒的子脉冲, 脉冲串波包 (包络线) 也随之改变。选配的谐波发生器可调不同的波长。参数完全由软件调节。



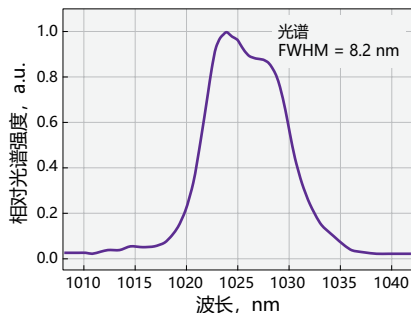
CARBIDE 激光的典型脉宽



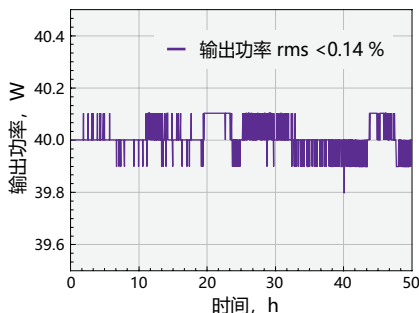
CARBIDE-CB5 的长期功率稳定性



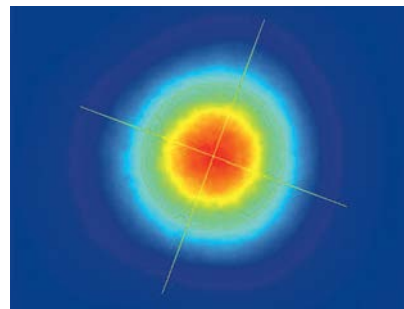
CARBIDE-CB5 的典型光斑。
60 kHz, 5 W



CARBIDE 激光的典型光谱



CARBIDE-CB3 的长期功率稳定性



CARBIDE-CB3 的典型光斑

规格参数

新品

型号	CB3-40W		CB3-80W	CB5	
输出特性					
冷却方式	水冷			风冷 ¹⁾	
最大平均功率	> 40 W	> 80 W		> 6 W	> 5 W
最小脉宽(高斯光束)	< 290 fs				
脉宽调谐范围	290 fs – 10 ps				
最大单脉冲能量	> 0.4 mJ	> 0.8 mJ		> 100 μJ	> 83 μJ
基础重复频率 ²⁾	100 – 2000 kHz			60 – 1000 kHz	
脉冲选择方式	单脉冲, 按需脉冲, 任意基础频率整除				
中心波长 ³⁾	1029 ± 5 nm				
偏振	竖直方向线偏振				
光束质量	TEM ₀₀ ; M ² < 1.2				
输出脉冲间的稳定性 ⁴⁾	< 0.5 % rms 超过 24 小时				
输出功率稳定性	< 0.5 % rms 超过 100 小时				
光束指向稳定性	< 20 μrad/°C				
脉冲选择器	FEC ⁶⁾			有	有, 增强对比度 AOM ⁵⁾
脉冲选择器漏光	< 0.5 %			< 2 %	< 0.1 %

可选扩展

谐波发生器	集成, 可选 (见第14页)	
输出波长	515 nm, 343 nm, 257 nm	
光学参数放大器	集成, 可选 (见第15页)	
调谐范围	640 – 4500 nm	
双脉冲串模式	可调 GHz 和 MHz 脉冲串含子脉冲串功能, 可选 (见第9页)	n/a
GHz-模式 (P)		
脉冲串间隔	~ 440 ± 40 ps ⁷⁾	
脉冲个数	1 .. 10 ⁸⁾	
MHz-模式 (N)		
脉冲串间隔	~ 16 ns	
脉冲个数	1 .. 10	

尺寸

激光头	632 (长) × 305 (宽) × 173 (高) mm	631 (长) × 324 (宽) × 167 (高) mm
电控箱	280 (长) × 144 (宽) × 49 (高) mm	220 (长) × 95 (宽) × 45 (高) mm
冷水机	590 (长) × 484 (宽) × 267 (高) mm	无

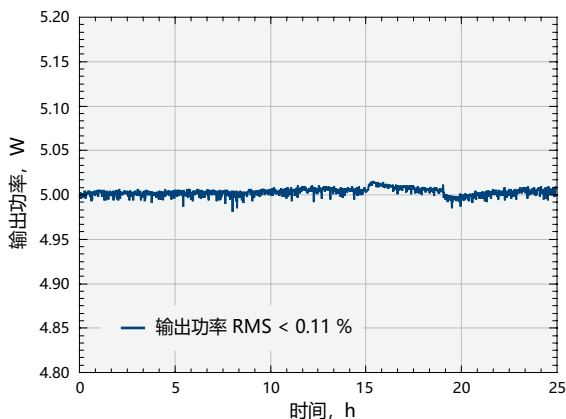
环境和使用要求

使用温度	15 – 30 °C (59 – 86 °F)	17 – 27 °C (62 – 80 °F)
相对湿度	< 80 % (非冷凝)	
电力	110 – 220 VAC, 50 – 60 Hz	
额定功率	600 W	1000 W
功耗	500 W	700 W

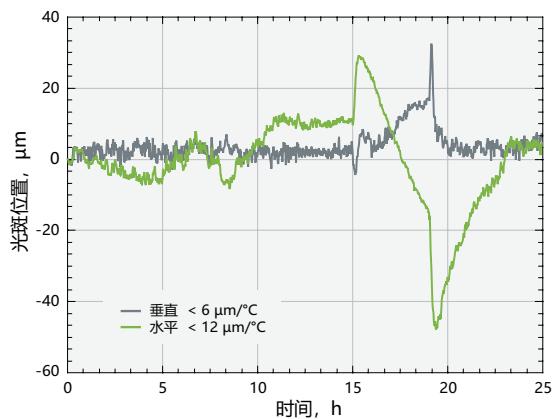
¹⁾ 可根据要求提供水冷版本。²⁾ 通过控制脉冲选择器可以获得较低的重复频率。³⁾ 也可提供第二 (515 nm) 和第三 (343 nm) 谐波输出。⁴⁾ 在稳定的环境条件下。⁵⁾ 提供输出脉冲序列的快速幅度控制。⁶⁾ 提供快速的能量控制; 外部模拟控制输入可用。响应时间-下一个可用的RA脉冲。⁷⁾ 可应要求自定义间距。⁸⁾ 脉冲串脉冲的最大数量取决于激光重复率。可定制自定义脉冲数。

危险: 有可见 / 不可见激光的辐射 / 反射 / 散射, 避免眼睛和皮肤直接暴露在其中
4 类激光产品

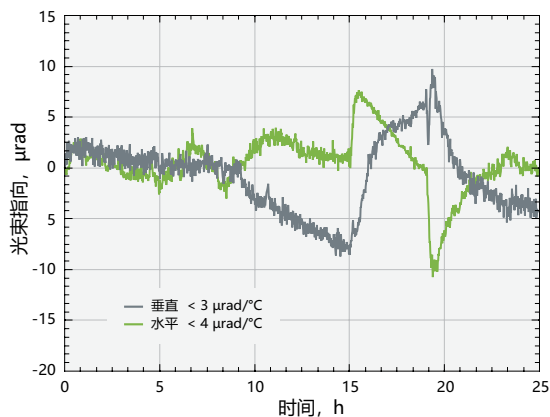
稳定性测量



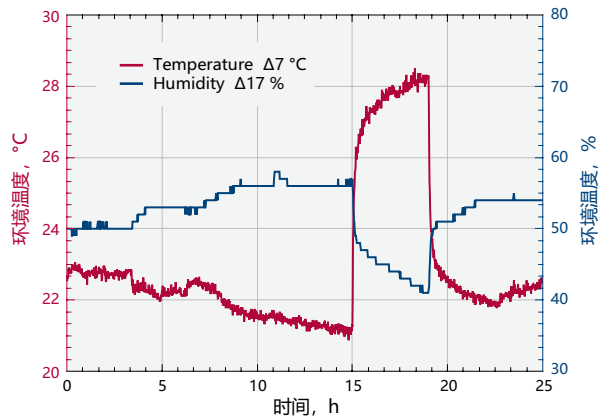
CARBIDE-CB5 恶劣环境条件下的输出功率稳定性



CARBIDE-CB5 恶劣环境条件下的光束位置

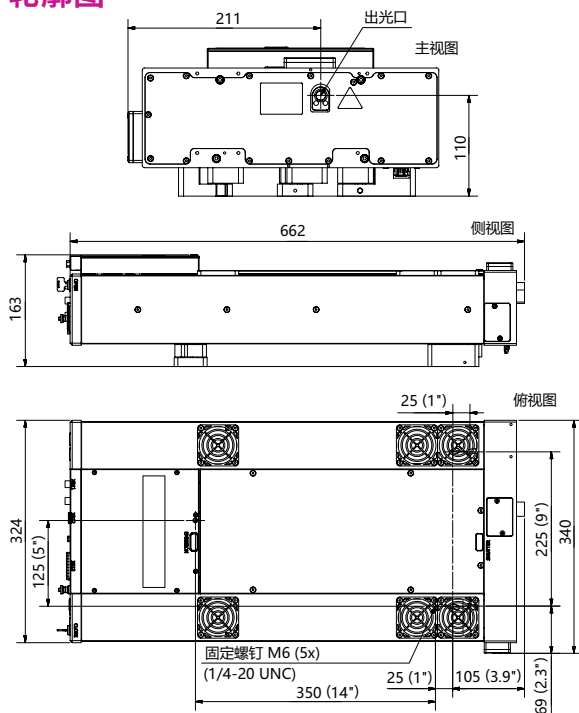


CARBIDE-CB5 恶劣环境条件下的光束指向

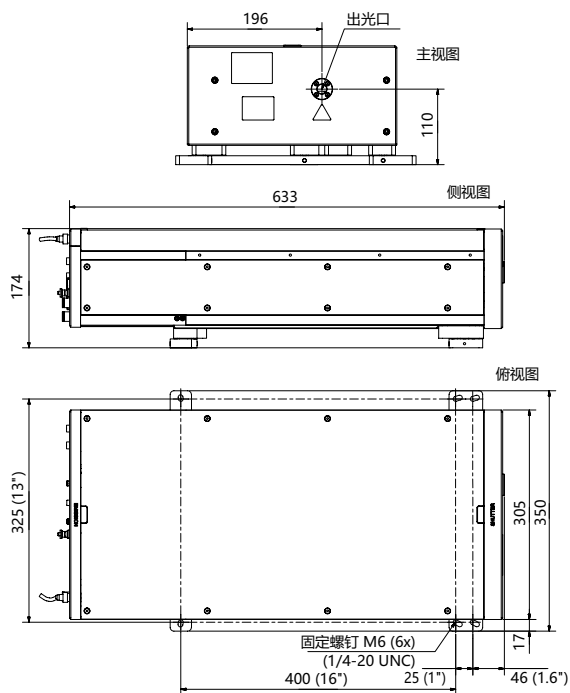


CARBIDE-CB5 的恶劣环境条件

轮廓图



带衰减器的风冷 CARBIDE-CB5 的轮廓图



CARBIDE-CB3 的轮廓图

SCI-M | CARBIDE

CARBIDE 科研接口模块

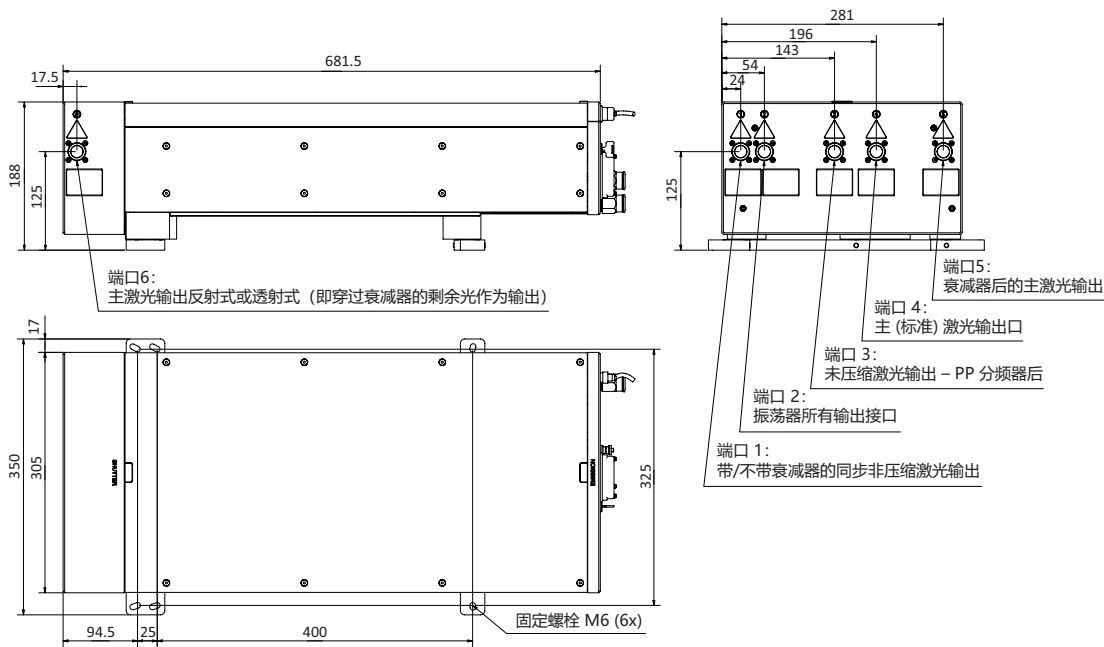
特征

- 由外部 OSC (FLINT) 激光种子源驱动
- 未压缩激光输出接口
- 提供同步 OSC 输出
(± 65 Mhz, ± 100 fs, ± 100 mW 输出功率)
- 可选配分光功能



CARBIDE 科研接口模块是激光器的选配附加组件, 该模块拓展了工业级激光器参数的灵活性, 专门对接科研应用。模块内还包含多重选项, 其中包含同步或分步震荡器输出, 二级压缩或未压缩主放大器输出, 以及外部振荡器作为种子源的选项。

比如模块由另一个自带振荡器的 CARBIDE 激光器作为种子源, 以此保证两台激光器实现精确的光学同步。所有提到的放大器输出端都可配备自动化功率衰减器, 并且多种选项之间彼此兼容。



带有科研接口的 CARBIDE-CB3-40-200 轮廓图

HG | CARBIDE

自动谐波发生器

特性

- 515 nm, 343 nm 和 257 nm
- 软件上选择输出波长
- 直接安装在激光器头上并集成一体式
- 坚固耐用的工业级机械设计



风冷型
CARBIDE-CB5
配备自动谐波发生器

CARBIDE 激光器可配备自动谐波模块。通过控制软件可以选择基础波长 (1030 nm), 二次谐波 (515 nm), 三次谐波

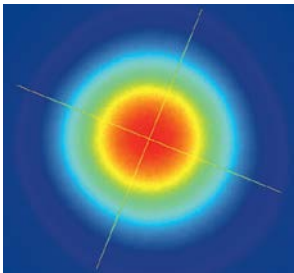
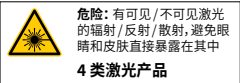
(343 nm) 或是四次谐波 (257 nm) 波长输出。谐波发生器专为用到单一波长输出的工业应用设计。

参数

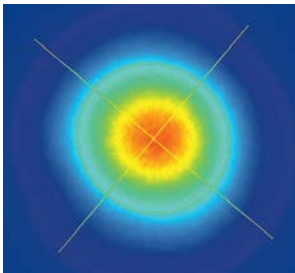
型号	2H	2H-3H	2H-4H
输出波长 ¹⁾ (自动选择)	1030 nm 515 nm	1030 nm 515 nm 343 nm	1030 nm 515 nm 257 nm
输入单脉冲能量	20 – 800 μJ	50 – 800 μJ	20 – 800 μJ
泵浦脉宽	< 300 fs		
转换效率	> 50 % (2H)	> 50 % (2H); > 25 % (3H)	> 50 % (2H); > 10% (4H) ²⁾
光束质量 (M ²) ≤ 400 μJ 泵浦光	< 1.3 (2H), 典型 < 1.15	< 1.3 (2H), 典型 < 1.15 < 1.4 (3H), 典型 < 1.2	< 1.3 (2H), 典型 < 1.15 n/a (4H)
光束质量 (M ²) > 400 μJ 泵浦光	< 1.4 (2H)	< 1.4 (2H); < 1.5 (3H)	< 1.4 (2H); n/a (4H)

¹⁾ 取决于泵浦激光型号。

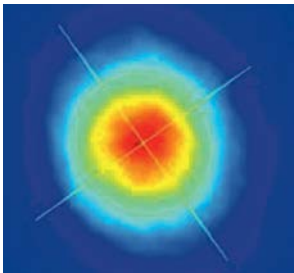
²⁾ 最大输出功率 1 W。



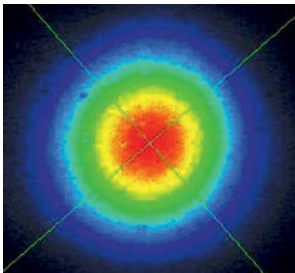
典型的 1H 光斑
CARBIDE-CB5 60 kHz, 5 W



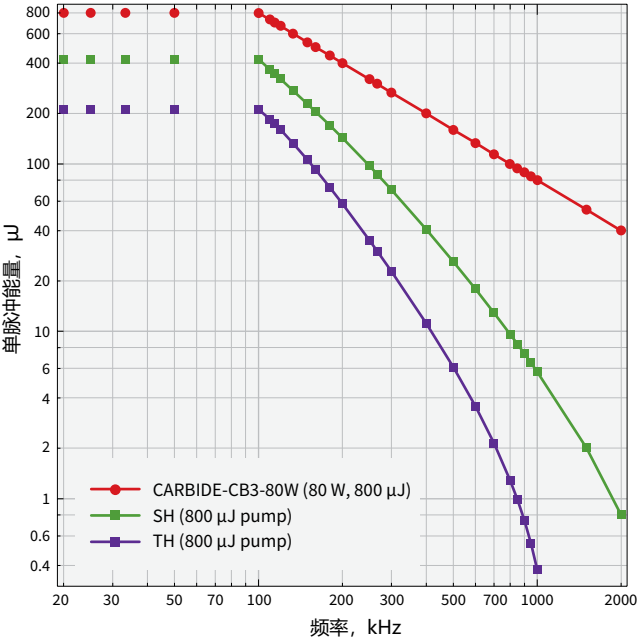
典型 2H 光斑
CARBIDE-CB5 100 kHz, 3.4 W



典型的 3H 光斑
CARBIDE-CB5 100 kHz, 2.2 W



典型的 4H 光斑
CARBIDE-CB5 100 kHz, 100 mW



CARBIDE-CB3-80W 激光器的谐波能量与脉冲重频的关系

I-OPA

工业级光参量放大器

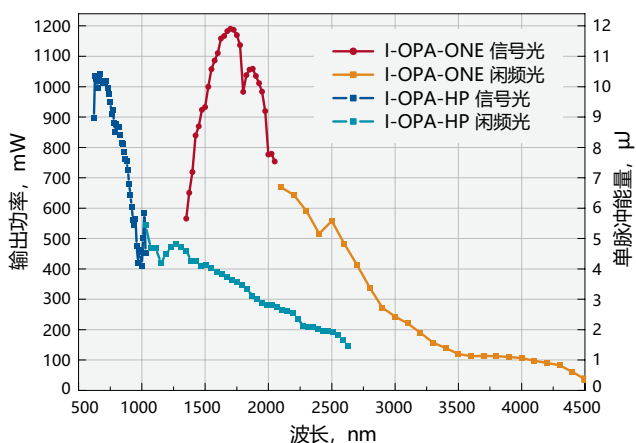
特征

- 可选择自动调节波长或固定波长
- 坚固、集成的机械设计
- 即插即用、安装简洁
- 简洁易操作的用户界面
- 高达 2 MHz 的重频, 可运行单脉冲模式
- 高达 40 W 的泵浦功率
- 可选超短脉宽 (<100 fs)
- 配有泵浦光集成可调分束器

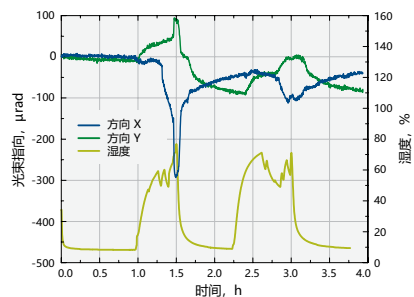
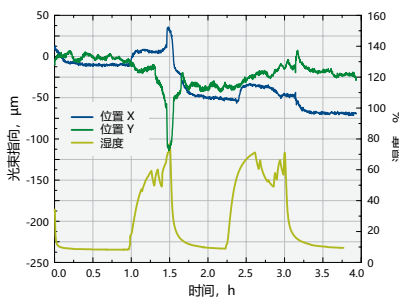
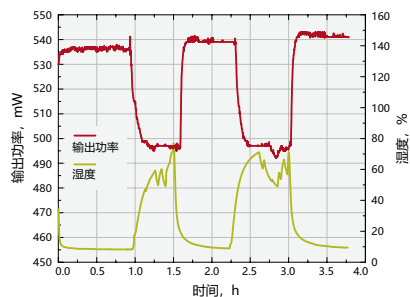


可调谐 I-OPA-TW 模块连接到风冷 CARBIDE-CB5 机身上

I-OPA 系列光参量放大器标志着波长可调的飞秒光源领域进入全新的时代。基于对 ORPHUES 系列光参量放大器 10 年的生产经验, 该解决方案结合了波长可调的灵活性以及坚固的工业级设计。初始的 I-OPA 是装在 PHAROS 激光器上的坚固模块, 具有可以与工业倍频模块相比拟的长期稳定型。而新改进的可调版本, 可以与 PHAROS 或 CARBIDE 系列的飞秒激光器结合使用, 主要用于对稳定性要求较高的光谱和显微应用领域。其中 -HP 型号旨在结合 HARPIA 系列使用, 可用作超快泵浦-探测光谱的泵浦光源。而 -F 型号主要用作多光子显微设备的光源。还有 -ONE 型号在中红外光谱领域以及其他对红外波段的单脉冲能量要求较高的应用领域非常有用。所有这些型号可用于微加工和其他工业应用; 波长可调的 I-OPA 是科研系统的理想选择, 而波长固定的 I-OPA 将是大规模工业生产的高性价比解决方案。



典型的 I-OPA 模块能量转换曲线。
泵浦: PHAROS-10W、100 μJ、100 kHz

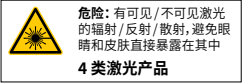


在恶劣的环境条件下(湿度和温度循环)固定波长 I-OPA-FW 光束指向和输出功率测量

波长可调 I-OPA 规格

型号	I-OPA-TW-HP	I-OPA-TW-F	I-OPA-TW-ONE
基于 ORPHEUS 型号	ORPHEUS	ORPHEUS-F	ORPHEUS-ONE
泵浦功率	高达 40 W		
泵浦单脉冲能量	10 – 400 μ J		20 – 400 μ J
脉冲重复频率	高达 2 MHz		
可调范围, 信号光	640 – 1010 nm	650 – 900 nm	1350 – 2060 nm
可调范围, 闲频光	1050 – 2600 nm	1200 – 2500 nm	2060 – 4500 nm
峰值转换效率, 信号光波长	> 7 % @ 700 nm		> 9 % @ 1550 nm
其他选配	n/a	SCMP: 信号光脉冲压缩器 ICMP: 闲频光脉冲压缩器 PCMP: 预啁啾色散补偿器	n/a
脉冲带宽 ¹⁾	80 – 220 cm^{-1} @ 700 – 960 nm	200 – 750 cm^{-1} @ 650 – 900 nm 150 – 500 cm^{-1} @ 1200 – 2000 nm	60 – 150 cm^{-1} @ 1450 – 2000 nm
脉宽 ²⁾	120 – 250 fs	< 55 fs @ 800 – 900 nm < 70 fs @ 650 – 800 nm < 100 fs @ 1200 – 2000 nm	100 – 300 fs
波长扩展选项	SHS: 320 – 505 nm SHI: 525 – 640 nm 峰值转换效率 1.2%	联系 sales@lightcon.com	DFG: 4500 – 10000 nm ³⁾
应用	微加工 显微镜 光谱	非线性微结构 超快光谱	中红外光谱 原子力 (AFM) 显微镜

¹⁾ I-OPA-F 输出外部压缩的宽带脉冲。
²⁾ 输出脉宽取决于波长和泵浦激光脉宽。I-OPA-F 要求配备脉冲压缩器实现短脉宽。
³⁾ 使用外部差频发生器可达到 16 μ m 的波长调节范围。



固定波长 I-OPA 与可调版本与标准 ORPHUES 系列设备相比, 仅少了用计算机控制的选择波长功能。另一方面, 安装在激光器内部的设计, 保证了机械稳定性, 且消除了空气扰动的影响, 从而确保了其长期稳定的运行并最大限度减小能量波动。



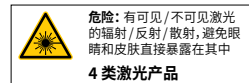
固定波长 I-OPA-FW 模块连接到 PHAROS 机体上

固定波长 I-OPA 的规格

型号	I-OPA-FW-HP	I-OPA-FW-F	I-OPA-FW-ONE
泵浦功率	达到 40 W		
泵浦单脉冲能量	10 – 500 μJ	10 – 500 μJ	20 – 1000 μJ
脉冲重复频率	达到 2 MHz		
波长范围, 信号光	640 – 1010 nm	650 – 900 nm	1350 – 2060 nm
波长范围, 闲频光	1050 – 2600 nm	1200 – 2500 nm	2060 – 4500 nm
峰值转换效率, 信号光波长	>7 % @ 700 nm	>7 % @ 700 nm	>9 % @ 1550 nm
脉冲带宽 ¹⁾	80 – 220 cm^{-1} @ 700 – 960 nm	200 – 750 cm^{-1} @ 650 – 900 nm 150 – 500 cm^{-1} @ 1200 – 2000 nm	60 – 150 cm^{-1} @ 1450 – 2000 nm
脉宽 ²⁾	120 – 250 fs	< 55 fs @ 800 – 900 nm < 70 fs @ 650 – 800 nm < 100 fs @ 1200 – 2000 nm	150 – 300 fs
应用	微加工 显微镜 光谱	非线性微结构 超快光谱	微加工 中红外波段

¹⁾ I-OPA-F 输出外部压缩的宽带脉冲。

²⁾ 输出脉宽取决于波长和泵浦激光脉宽。
I-OPA-F 需要外部脉冲压缩器来实现短脉宽。

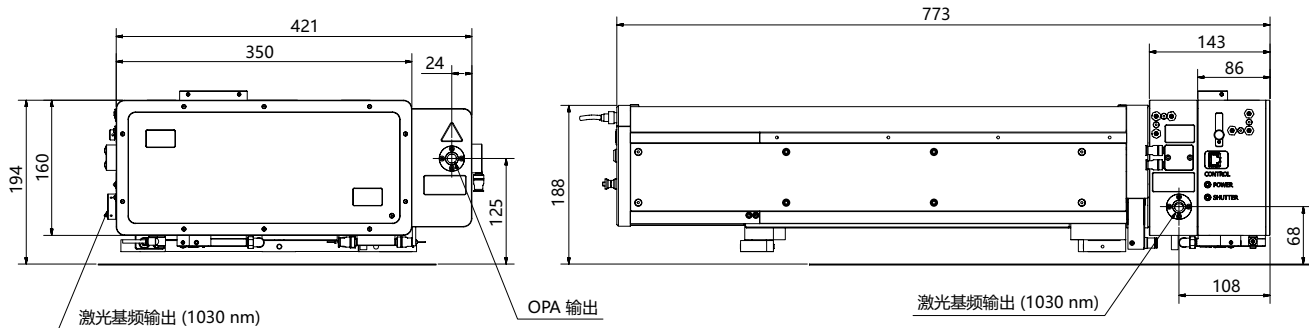


同其他类型的飞秒、皮秒激光器对比

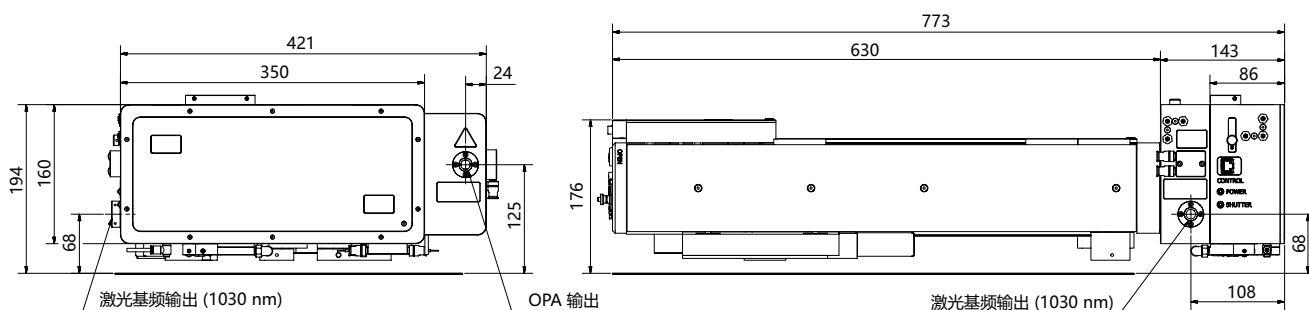
激光技术	我们的解决方案	HG 或 HIRO	I-OPA-FW-F	I-OPA-FW-ONE
		单脉冲能量参数, 使用的 PHAROS-10W 激光器, 重频为 100 kHz		
准分子激光器 (193 nm, 213 nm)	PHAROS 五次谐波 (205 nm)	5 μJ	n/a	n/a
统一此处的激光器名称, 全英文或是全中文 (266 nm)	PHAROS 四次谐波 (257 nm)	10 μJ		
Nd:YAG 的四次谐波 (355 nm)	PHAROS 三次谐波 (343 nm)	25 μJ		
Nd:YAG 的二次谐波 (532 nm)	PHAROS 二次谐波 (515 nm)	50 μJ	35 μJ	
Ti:Sa (800 nm)	OPA 输出 (750 – 850 nm)	n/a	10 μJ	
Nd:YAG (1064 nm)	PHAROS 输出 (1030 nm)	100 μJ		
铬: 镁橄榄石 (1240 nm)	OPA 输出 (1200 – 1300 nm)	n/a	5 μJ	n/a
钪 (1560 nm)	OPA 输出 (1500 – 1600 nm)		3 μJ	15 μJ
铥/钬 (1.95 – 2.15 μm)	OPA 输出 (1900 – 2200 nm)		2 μJ	10 μJ
其他源 (2.5 – 4.0 μm)	OPA 输出			1 – 5 μJ

请注意, 脉冲能量在很宽的泵浦参数范围内呈线性变化。例如, 50 kHz (400 μJ 能量) 的 PHAROS PH1-20 激光器将增加两倍的输出功率, 脉冲能量与上面的参考表相比增加 4 倍。在所有情况下, 输出的脉宽 <300 fs。OPA 输出不限于这些特定的操作范围, 如能量转换曲线所示, 它是连续可调的。

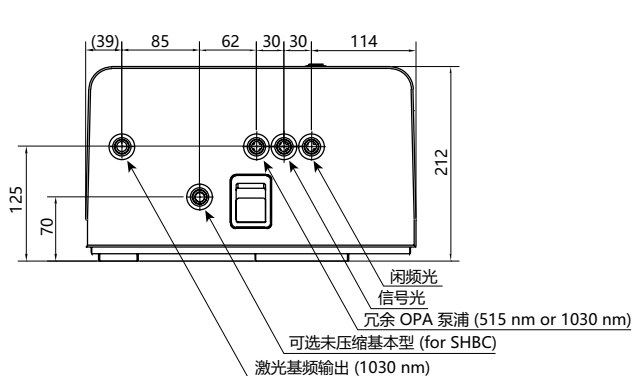
轮廓图



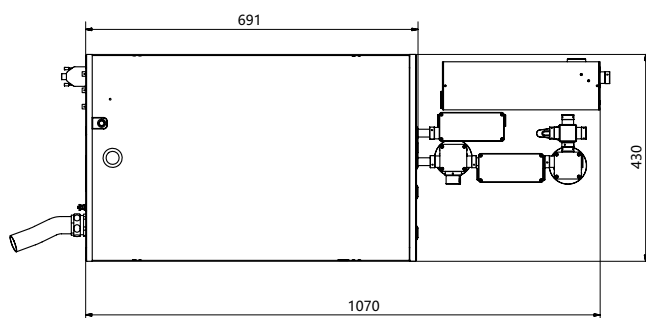
配有可调 I-OPA-TW-HP 的 CARBIDE-CB3 激光器的轮廓图及出光口



配有可调 I-OPA-TW-HP 的 CARBIDE-CB5 激光器的轮廓图及出光口



配有固定波长 I-OPA-FW 的 PHAROS 激光器的出光口



配有固定波长 I-OPA-FW-F 和压缩器的 PHAROS 激光器，用于信号光和闲频光

BiBurst

可调谐 GHz 和 MHz 脉冲, 具有脉冲串包含子脉冲串功能

PHAROS 和 CARBIDE 40W (CB3) 可以选配 BiBurst (双脉冲串) 功能, 即有可调的 GHz 脉冲串和 MHz 脉冲串, 脉冲串内套有子脉冲串。MHz 脉冲串中, 两组脉冲串的间距为纳秒 (ns) 级别, 这一层级的脉冲串用 N 表示。GHz 脉冲串中, 两组脉冲串的间距为皮秒 (ps) 级别, 这一层级的脉冲串用 P 表示。在脉冲模式下, 脉冲以一定的固定频率发射。在脉冲串模式下, 间隔固定时间发射一组 P 脉冲串, 每一组脉冲串内包含多个等时间间距的脉冲。

高单脉冲能量的 PHAROS 和 CARBIDE 飞秒激光器可灵活配备 BiBurst (双脉冲串) 功能, 这为高科技制造业带来了新的生产能力, 可以应用于消费电子行业、集成光电子芯片制造、支架切割、表面加工、未来显示器制造和量子计算等领域。

BiBurst 材料加工领域包括:

- 脆性材料钻孔和切割
- 深雕
- 选择性消融
- 透明材料体积修改
- 隐藏标记
- 表面功能重构

规格参数

型号		CARBIDE-CB3 (40 W)	PHAROS	PHAROS-SP
P, GHz-模式	脉冲串内脉冲间距 ¹⁾	~440 ± 40 ps	~200 ± 40 ps	~500 ± 40 ps
	最大脉冲个数 ²⁾	1 .. 10	1 .. 25	1 .. 10
N, MHz-模式	脉冲串内脉冲间距	~16 ns		
	最大脉冲个数	1 .. 10	1 .. 9, (有 FEC 时, 最大值为 7)	1 .. 9, (有 FEC 时, 最大值为 7)

¹⁾ 可应要求自定义间距。

²⁾ 最大脉冲数量取决于激光重复率。可定制脉冲个数。

