

### 2.3.3 TIMART 系列通用型条纹相机



条纹相机是一种同时具备高时间分辨（皮秒）与高空间分辨（微米）的瞬态光学过程测量仪器，既可直接用来测量超短光脉冲辐射的强度 - 时间 - 空间关联波形，也可以作为高时间分辨的图像记录设备和其它仪器，如显微镜、光谱仪等，构成联合诊断系统，实现超快空间 - 强度 - 时间分辨或能谱 - 强度 - 时间分辨的关联参数测量，是超快光化学、光物理、荧光过程、超短激光技术等研究领域研究的关键工具。

TIMART 系列条纹相机 是中国科学院西安光学精密机械研究所面向普通科研市场最新研制成功的通用型条纹相机。该系列条纹相机采用国际先进的同步扫描条纹变像管，集成了数字化同步扫描模块和单次触发扫描模块，国际首次实现程控切换单次扫描和同步扫描功能，极大的降低了用户使用难度，拓宽了相机使用范围。配合卓立汉光的光谱测试系统，可实现 200nm 到 850nm 光谱范围高灵敏时域光谱测量。同步扫描模式最高可实现 300MHz 同步测量，单次扫描模式可实现 1kHz 重复触发，使得条纹相机真正实现了通用化，走进普通实验室！

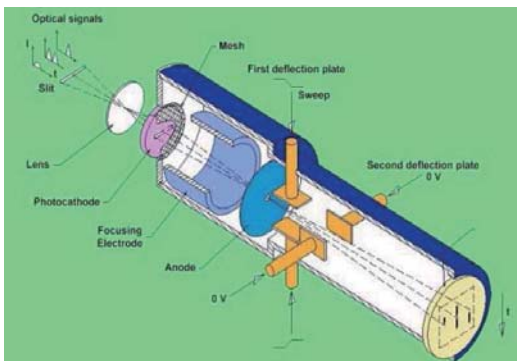


图 1: 条纹相机工作原理示意图



图 3: 同步扫描条纹管及机械尺寸图

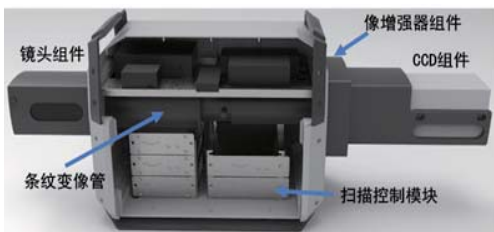


图 2: 条纹相机结构图

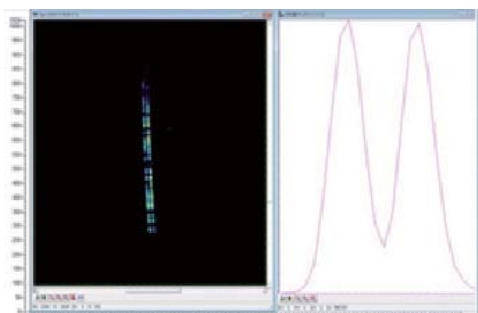
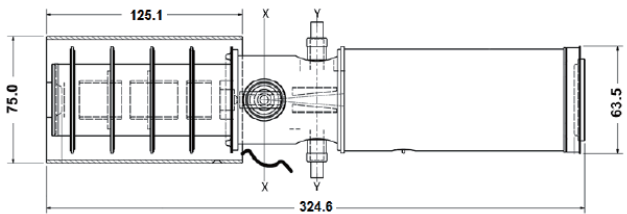


图 4: 2ps 时间分辨率测量

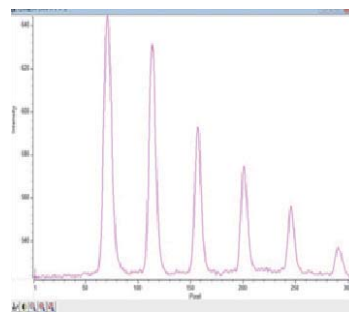


图 5: 扫描非线性 <math>< 5\%</math>

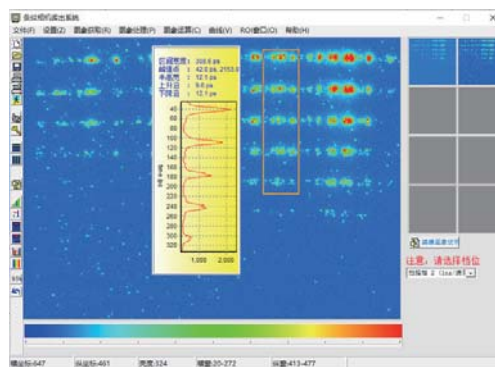
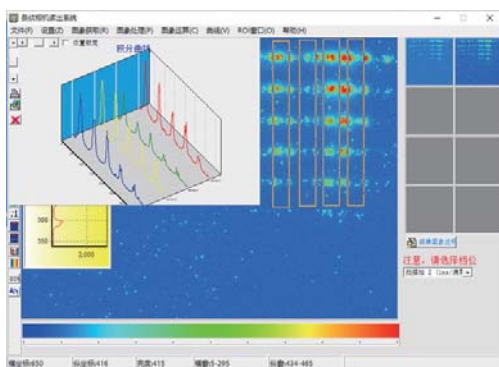
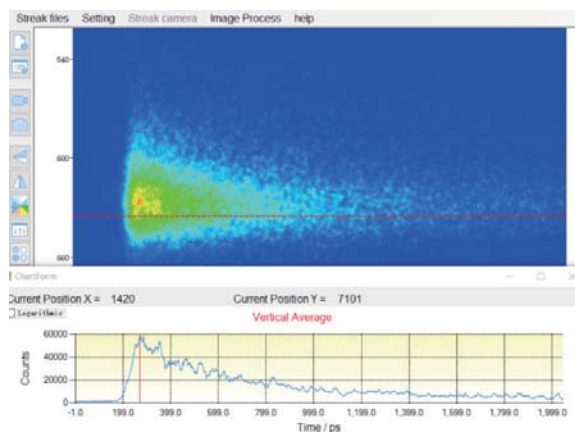


图 6: 条纹相机软件读出系统界面

典型特点:	
紫外至近红外光谱响应, 2ps 时间分辨	条纹管多种光阴极可选, 覆盖 UV-VIS-NIR 宽光谱范围, 最高 2ps 的时间分辨率以及 50lp/mm 空间分辨率
主流核心部件, 国际成熟品质保障	条纹管模块, 增强器模块及相机耦合读出模块均选用主流厂家成熟产品, 实现优异性能的同时, 保障了量产稳定性和一致性
兼容两种工作模式	同步扫描模块与单次低频扫描模块程控切换, 可实现单次发光现象到高重频 (300MHz) 发光现象高灵敏度、高时间分辨获取, 提升了系统通用性
优化系统配置, 提供超高灵敏度	可以提供双级联 MCP 增强器作为信号增强, 提供 103-105 信号增益以改善弱信号探测灵敏度; 采用科研级大面阵制冷型相机作为读出单元, 16 bits 输出, >10000:1 动态范围; 光纤面板耦合读出方式, 相比镜头耦合读出系统提升超过 20 倍的耦合效率。
专业软件控制界面	一体化相机控制界面, 可定制化集成 ccd、光谱仪一体化控制, 流程清晰, 操作简单; 专业条纹图像采集、增强显示与数据处理软件, 帮助实现数据深度挖掘
本地化专业技术支持服务, 免除后顾之忧	无需苦等出口许可, 超短交货期! 专业售后支持, 本地技术团队快速响应! 可预约免费样机、样品测试!
与光谱仪连用, 提供完整时域光谱测试解决方案	条纹相机与光谱仪配合使用, 可实现光谱、光强与时间信息同时测量, 完整方案可快速实现从 ps 到 s 量级宽范围时间分辨光谱测试



#### 主要应用方向:

- 超快化学发光
- 超快物理发光
- 超快放电过程
- 超快闪烁体发光
- 时间分辨荧光光谱, 荧光寿命,
- 半导体材料时间分辨 PL 谱
- 钙钛矿材料时间分辨 PL 谱
- 瞬态吸收谱, 时间分辨拉曼光谱测量
- 光通讯, 量子器件的响应测量
- 自由电子激光, 超短激光技术
- 各种等离子体发光
- 汤姆逊散射, 激光雷达

条纹相机选型参数列表:

系列号	ST10		T40	T40-HDR
推荐型号	ST10-1L ST10-2L	ST10-1F ST10-2F	T40-1F	T40-1F-HDR
条纹管阴极有效狭缝长度	8 mm	8 mm	35 mm	30 mm
光学狭缝长度	12 mm	12 mm	35 mm	35 mm
光学狭缝宽度	0~3 mm 手动可调 10 um 调节精度	0~3 mm 手动可调 10 um 调节精度	0~3 mm 手动可调 20 um 调节精度	0~3 mm 手动可调 20 um 调节精度
阴极类型	S20(200-850 nm), BB(200-900 nm), S25(350-900 nm)			
荧光屏	P20,P43 ( P46,P47 更多可选 )			
同步扫描 (S) 频率	40-300MHZ		NA	NA
触发 (T) 频率	单次或 < 10 kHz		单次或 < 1 kHz	单次或 < 1 kHz
条纹管时间分辨率 (典型值)	<=2 ps ( 400 fs 最小 )		50 ps ( 10 ps 最小 )	10 ps
条纹管空间分辨率 (典型值)	50 lp/mm		50 lp/mm	20 lp/mm
扫描时间轴范围	0.5 ns-1/6 fs @ 同步扫描 - 三挡可选 1ns-1ms@ 触发扫描 三挡可选		1 ns-1ms@ 触发扫描 六挡 可选	1ns-1ms@ 触发扫描 六挡可选
像增强器	-1: 25mm 单 MCP; -2: 25mm 双 MCP		40mm 单 MCP	40mm 单 MCP
像增强器增益 (P20)	-1: ≤1.00E+04; -2: ≤3.00E+05		≤1.00E+04	≤1.00E+04
读出相机耦合方式	镜头耦合	1:1 光纤面板	1:1 光纤面板	1:1 光纤面板
阵面	2048*2048	2048*2048	4096*4096	4096*4096
像素	6.5um*6.5um	11um*11um	9um*9um	9um*9um
探测面尺寸	13.3*13.3mm	22.5*22.5mm	36.8*36.8mm	36.8*36.8mm
像素阱深	>=30000e-	>=70000e-	>60000e-	>60000e-
动态范围	>30000:1	>30000:1	>15000:1	>15000:1
制冷方式	风冷或水冷		水冷	水冷
最低制冷温度	0度 @ 风冷, -10度 @ 水冷		-20度	-20度
帧速	50fps	>18fps	>3fps 16bit	>3fps 16bit
通讯方式	USB3.0		USB3.0+ 以太网	
灵敏度效率	一般	高	高	高
典型特点	同步扫描 + 触发扫描 高时间分辨 较低耦合效率 高性价比	同步扫描 + 触发扫描 高时间分辨 高耦合效率 高灵敏度 高性价比	超长狭缝 高灵敏度 触发扫描	超长狭缝 大动态范围 高灵敏度 触发扫描 电磁屏蔽设计

通用型 XSC 系列条纹相机选型指南:

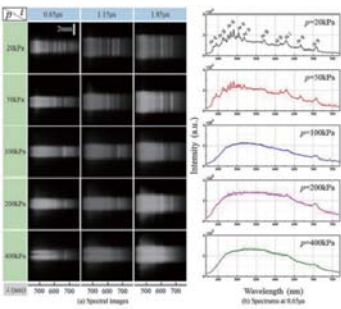
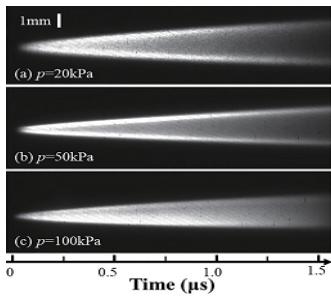
- S--- 高重频同步扫描
- T--- 单次、低重频扫描
- F--- 光纤面板耦合读出
- L--- 镜头耦合读出
- 10,20,40--- 条纹管狭缝长度尺寸
- -1/-2---- 单级或双级联 MCP 像增强
- -HDR--- 高动态范围

光谱仪建议选型参数列表:

光谱仪型号	Omni- λ 2002i	Omni- λ 3008i	Omni- λ 5008i	Omni- λ 7508i
光谱仪焦距	200mm	320mm	500mm	750mm
相对孔径	F/3.5	F/4.2	F/6.5	F/9.7
光谱分辨率 ( 1200l/mm )	0.3nm	0.1nm	0.08nm	0.05nm
波长准确度	+/-0.2nm	+/-0.2nm	+/-0.15nm	+/-0.1nm
倒线色散 (1200l/mm)	3.6nm/mm	2.3nm/mm	1.7nm/mm	1.1nm/mm
光栅尺寸	50*50mm	68*68mm	68*68mm	68*68mm
光栅台	双光栅	三光栅	三光栅	三光栅
与条纹相机耦合	中继光路耦合			
光谱仪入口选项	光纤及光纤接口, 标准荧光样品室, 镜头收集耦合等			

典型应用实例：

1: 金属丝电爆炸试验 (不同气氛压力下)  
(西安交通大学 <https://doi.org/10.1063/1.5078811>)



2: 有机小分子 ASE 寿命测试  
(华南理工大学 DOI: 10.1002/adom.201900701, Adv. Optical Mater.)

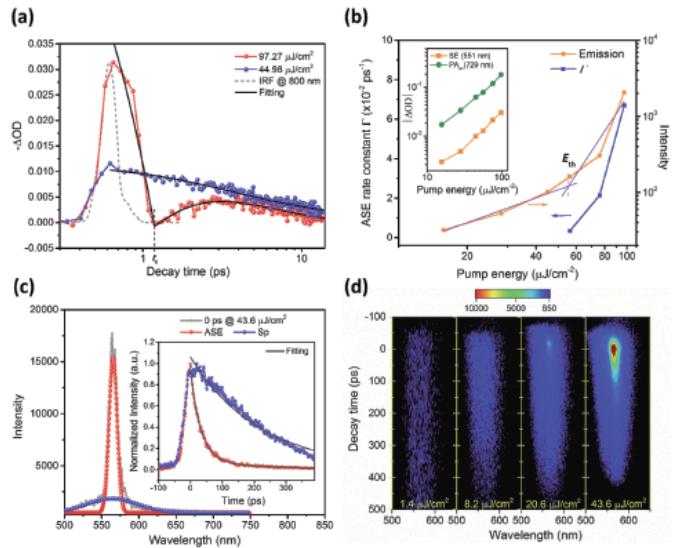
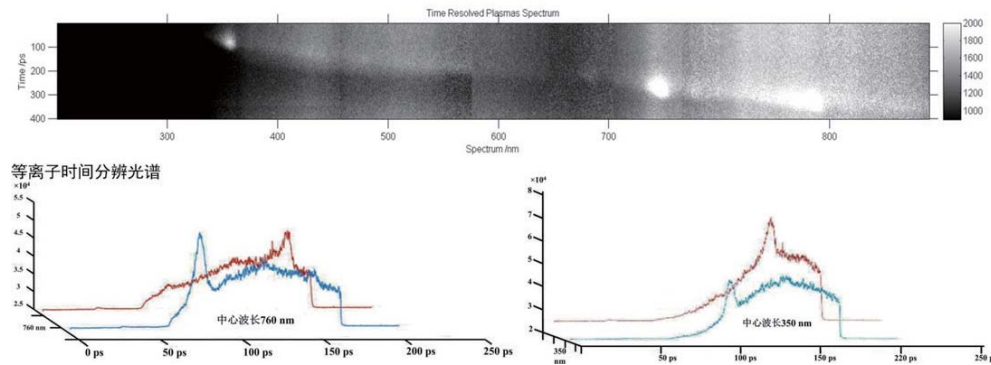
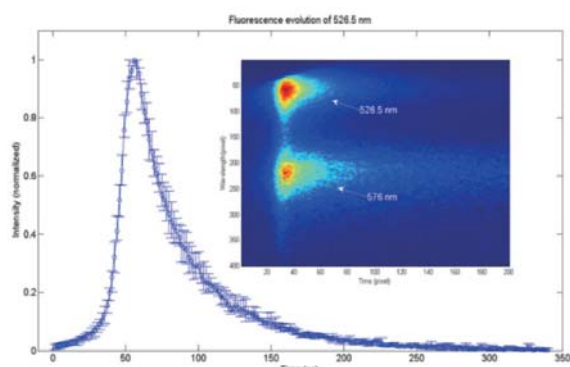


Figure 3. a) Solid lines with scatters are TA decays for the SE (551 nm) under different excitation energies, solid line is the corresponding fitting and dashed line is the IRF at 800 nm; b) emission intensity at ASE wavelength of the sample for TA measurement and the rate constant  $\Gamma$  obtained by the  $\ln(\text{netic})$  model as a function of pump energy. Inset shows the pump energy dependence of the TA signal for the SE and  $P_{A_{th}}$ ; c) the transient PL spectrum and the fitted peaks assigned as the ASE component and the spontaneous emission (Sp) component at an excitation of  $43.6 \mu\text{J}/\text{cm}^2$ ; d) real camera patterns under different excitations. Inset shows their decays curve and the fitting by a single or double exponential function.

3: 激光电离空气等离子体全光谱测量



4: 荧光寿命测试—某钙钛矿 PL 时间分辨光谱测试



5: Cs4PbBr6 以及 CsPbBr3 钙钛矿材料的超快荧光组分寿命测试  
(2019年10月9日的 Physical Chemistry Letters, 兰州大学)

