

光学延迟线



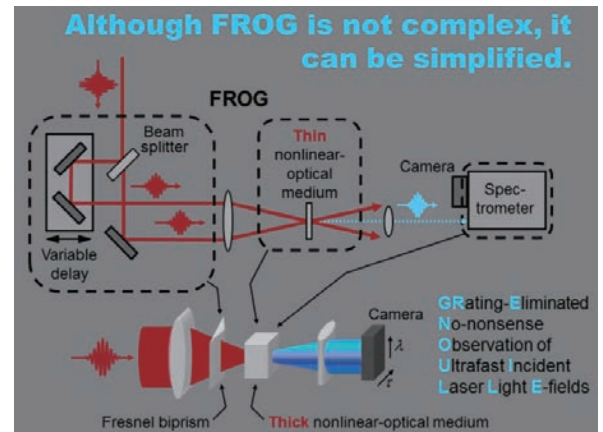
高分辨率转镜式光学延迟线，延时分辨率 1fs；无加速 / 减速导致的线性误差；波长范围：400~5000nm

- FR-203/130ps: 130ps 延时范围，占空比 10% 或 50%
- FR-203/400ps: 400ps 延时范围，占空比 6%
- FR-203/900ps: 900ps 延时范围，占空比 50%

3.6.3 GRENOUILLE 及 FROG

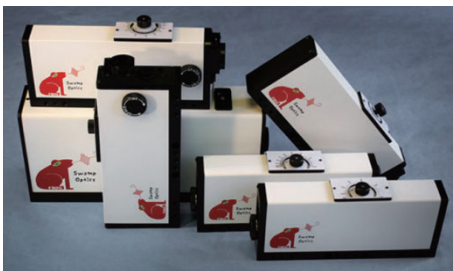
作为超快激光频谱及位相测试方法的一种，FROG (Frequency Resolved Optical Gating) 是一种比 SPIDER 更为简便的方法，通过分析单次自相关信号的光谱，并辅以拟合运算程序来反解飞秒激光的时频特征。Swamp Optics 公司多年来致力于 FROG 类测量仪器的研制，并推出了功能更为强大、使用更为方便的 GRENOUILLE 测量仪。

- 脉冲强度 / 位相随时间变化
- 光谱与频域位相
- 真实脉冲测量，而非人为设计
- 激光空间模式
- 空间啁啾
- 波前倾斜
- 自相关函数
- 无需假设
- 无需准直
- 高灵敏度
- 实时强度位相反演



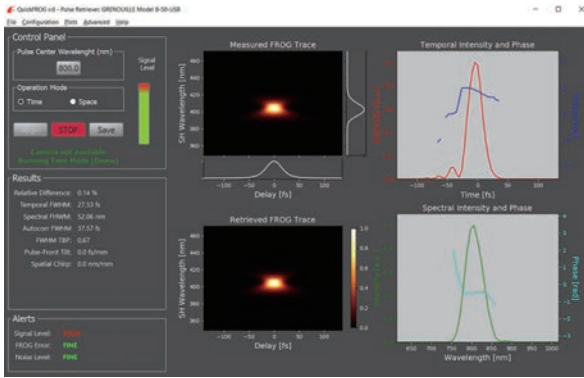
FROG (上) 与 GRENOUILLE (下)

GRENOUILLE/FROG 测量仪



Swamp 提供两种型号的 FROG/ GRENOUILLE，分别用于钛宝石 (800nm) 和 Yb、Nd、Er (1030~1064nm, 1550nm) 飞秒激光器：

近红外 GRENOUILLE/ FROG				
型号	8-4	8-9-USB	8-20-USB	8-50-USB
中心波长	700 ~900nm	700~1100nm		
脉冲宽度	4 ~ 80fs	10 ~ 100fs	19 ~ 340fs	35 ~ 680fs
延时分辨	0.4fs/pixel	0.8fs/pixel	0.9fs/pixel	1.2fs/pixel
时间量程	250fs	460fs	500fs	1900fs
光谱分辨率 @ 800nm	4nm	0.7nm	1.4nm	0.7nm
光谱分辨率 @ 1050nm	NA	0.9nm	5.2nm	2.6nm
光谱覆盖 @ 800nm	600nm	250nm	140nm	50nm
光谱覆盖 @ 1050nm	NA	330nm	360nm	130nm
脉冲复杂程度	时间 - 单宽积 < 10			
强度准确度	2%			
位相准确度	0.01 rad (强度权重的位相误差)			
单发运行	是	可选	是	
灵敏度 (单发)	200μJ	100μJ	1μJ	
灵敏度 (1kHz)	100mW	500μW	100μW	
灵敏度 (100MHz)	300mW	50mW	10mW	
空间啁啾精度 dx/dλ	NA	1μm/nm		
波前倾斜精度 dt/dx	NA	0.05fs/mm		
偏振	垂直	任意 (旋转设备即可)		
输入光斑	>2mm			
调节旋钮	多个	免		
尺寸	45 × 45 × 15cm	33 × 7.5 × 17cm	26 × 4.5 × 11.5cm	
重量	~10kg	3kg	1.2kg	



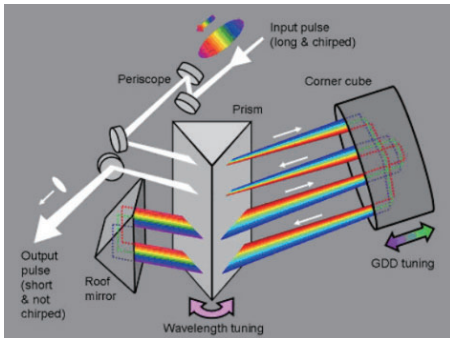
FROG 数据反解软件（可单独提供）

红外 GRENOUILLE/ FROG				
型号	10-100-USB	10-300-USB	15-40-USB	15-100-USB
中心波长	900~1100nm	900~1100nm	1300~1650nm	1300~1650nm
脉冲宽度	60fs ~ 1ps	200fs ~ 3ps	40fs ~ 500fs	70fs ~ 1.5ps
延时分辨率	1.2fs/pixel	4fs/pixel	2.2fs/pixel	4.4fs/pixel
时间量程	3.8ps	6ps	1.2ps	3.4ps
光谱分辨率	0.8nm @ 1050nm	0.3nm @ 1050nm	3.2nm @ 1550nm	1.1nm @ 1550nm
光谱覆盖	55nm @ 1050nm	50nm @ 1050nm	150nm @ 1550nm	110nm @ 1550nm
脉冲复杂程度	时间 - 单面积 < 10			
强度准确度	2%			
位相准确程度	0.01 rad (强度权重的位相误差)			
单发运行	是	可选	是	是
灵敏度 (单发)	100μJ			
灵敏度 (1kHz)	100μW			
灵敏度 (100MHz)	10mW			
灵敏度 (10GHz)	100mW			
空间啁啾精度 dx/dλ	1μm/nm			
波前倾斜精度 dt/dx	0.05fs/mm			
偏振	任意 (旋转设备即可)			
输入光斑	>2mm			
调节旋钮	免			
尺寸	26 × 4.5 × 11.5cm			
重量	1.2kg			

脉冲压缩及色散补偿

飞秒激光传输过程中会因介质色散而导致脉冲展宽。很多实验中需要补偿色散以实现短脉宽。

SWAMP 采用单棱镜 + 角反射器设计色散补偿 / 脉冲压缩模块，相对于双棱镜的普通设计，体积更为紧凑、使用更为方便。如需更高色散补偿 (百万 fs²)，Swamp 可订制光栅色散的产品，所有产品都可选电脑控制电动调节。



- 针对宽波长范围的色散补偿
- GDD 范围适合大多数多光子显微镜
- 接近于 100% 的透过率
- 易于使用和调谐
- 适应紫外 ~ 红外飞秒激光 (175~1700nm)
- 小体积
- 可容许高带宽



型号	BOA-800	BOA-1050	BOA-1300	BOA-1550
波长范围	700~1100nm	900~1200nm	1200~1450nm	1400~1700nm
中心波长最大 GDD	-38,000fs ²	-14,000fs ²	-44,000fs ²	-20,000fs ²
透过率: 最短波长	>80%			
中心波长	>70%			
最大带宽: 最大 GDD	40nm	110nm	65nm	120nm
一半 GDD	70nm	190nm	110nm	200nm
最高峰值功率	500MW			
总额外光程	<1.5m			
附加角色散 dθ/dλ	0			
附加波前倾斜 dt/dλ	0			
附加空间啁啾 dx/dλ	0			
1D 光束放大倍率	1			
出 / 入光束偏摆	<10mrad			
输入偏振	水平			
偏振旋转	<0.1°			
输入光斑直径	1 ~ 4mm 准直光束			
输入径向允许偏离	1mm			

光栅色散补偿器参数示例:

型号	BOA-G-800	BOA-G-1050	BOA-G-1550
波长范围	750~850nm	1010~1050nm	1525~1575nm
中心波长最大 GDD	-2.5 × 10 ⁶ fs ²	-2 × 10 ⁸ fs ²	-2.4 × 10 ⁷ fs ²
透过率: 最短波长	>60%	>70%	>60%
中心波长	>70%	>80%	>70%
最大带宽: 最大 GDD	20nm	2nm	20nm
一半 GDD	50nm	5nm	35nm