

美国 Swamp Optics GRENOUILLE 超短脉冲测量仪背景

成立于 2001 年, Swamp Optics 提供最新发明的创新和高性价比用于测量超短激光脉冲的装置. 我们专门研究频率分解光栅 frequency-resolved optical gating (FROG), 最坚固和可靠地用于测量超短脉冲时间依赖强度和相位的方法. FROG 严密, 综合的, 和相对简单的, 已成为一项非常成功的技术, 有着非常多的成功案例.

Swamp Optics 创始人是 Rick Trebino, 是超短激光脉冲 ultrashort-laser-pulse 测量领域的专家, 他还是乔治亚理工学院乔治亚超快光波物理学学者研究联盟主席. Rick Trebino 是美国佐治亚理工学院超快光物理学教授, 是频率分辨光栅 (FROG) 的发明人之一, 也是光栅消除超快入射激光电场实际观察 (GRENOUILLE) 的发明者. 2001 年, Rick Trebino 教授成立美国 Swamp 光学公司开发新型超短脉冲测量仪器. Rick Trebino 教授开发的高精度和高重复性 GRENOUILLE 飞秒脉冲测量仪可以测量各项光脉冲指标, 赢得了 R&D100 大奖及 Photonics Spectra 评选的 TOP 25 最佳发明奖. GRENOUILLE 不仅可以测量超短激光脉冲的宽度, 而且能测量脉冲相位和时空畸变, 代表了超短脉冲测量领域的一个巨大进步.

Trebino 教授是 FROG 的联合发明者之一, GRENOUILLE 以及一系列其他巧妙地测量超短激光脉冲技术的发明人. 他因超快测量技术曾获得 SPIE 的 **Edgerton Prize** 奖项.



Rayscience Optoelectronic Innovation Ltd
Tel: 86 21 34635258/59/61/62 Fax: 86 21 34635260
Email: saleschina@rayscience.com <http://www.rayscience.com/>

世界上最强有力的和最易于使用的超短激光脉冲测量装置

21 世纪了，你还在用 20 世纪的方法来测量超短激光脉冲吗？

发明于 19 世纪 60 年代的**自相关仪**直到现在也没有多大改变，仍然只能粗略地测量超短激光脉冲的宽度，更糟糕的是，完全不能测量脉冲相位，甚至无法测出脉冲的时空畸变。

自相关仪非常复杂，安装费时，并且需要稳频。为消除伴随超快脉冲的像空间啁啾，脉冲前沿倾斜等时空畸变的严重干扰，自相关仪的结构将更加复杂。

而最新研制的 GRENOUILLE 可以非常简便地测量你想知道的各项光脉冲指标，没有任何臆测的成分。另外，GRENOUILLE 结构简洁紧凑，适用于超短脉冲的各项指标测量。



**R&D 100
Award Winner 2003**



**Circle of Excellence
Award Winner 2004**



The BOA Compressor received the SPIE Prism award as the Most Innovative Product in Optics in 2009!

该产品赢得了 R&D 100 大奖，并赢得了 Photonics Spectra 评选的 TOP 25 最佳发明奖。GRENOUILLE 代表了超短脉冲测量领域的一个巨大进步。



Rayscience Optoelectronic Innovation Ltd
Tel: 86 21 34635258/59/61/62 Fax: 86 21 34635260
Email: saleschina@rayscience.com <http://www.rayscience.com/>



GRENOUILLE 可以测从最低强度的振荡器到最高强度的放大器的很宽范围的脉冲源。可为Ti:Sapphire laser pulses提供 5款 **GRENOUILLE**，测量范围从 10fs到5ps。也可提供测量 1μm, 1.3-1.6μm脉冲的 **GRENOUILLE**。

GRENOUILLE model :	8-9USB	8-20USB	8-50USB	8-300USB	8-500USB
波长范围 :	700-1100nm				
脉冲宽度范围 @ 800nm:	~10~100fs	~18~180fs	~50~500fs	~0.3fs~2ps	~0.5fs~5ps
脉冲宽度范围 @ 1050nm:	~8~80fs	~15~80fs	~30~100fs	~0.1fs~1ps	na
时间分辨率 @800nm:	3.7fs	12fs	17fs	50fs	90fs
时间分辨率 @1050nm:	2fs	9fs	13fs	41fs	na
延迟增量@相机满帧分辨率	0.95fs/pixel	0.85fs/pixel	1.145fs/pixel	11.5fs/pixel	11.5fs/pixel
时间范围1:	336fs	480fs	1.9ps	19ps	19ps
光谱分辨率 @ 800nm:	5nm	4nm	2nm	0.23nm	0.05nm
光谱分辨率 @1050nm:	6.5nm	15nm	7nm	0.8nm	na
光谱范围 @ 800nm1:	300nm	160nm	50nm	8nm	10nm
光谱范围 @1050nm1:	400nm	400nm	125nm	20nm	na
脉冲复杂性:	Time-bandwidth product<~10				
强度精确度 :	2%				
相位精确度 :	0.01rad (强度加权相位误差)				
是否可单脉冲测量	请电话询问2	是。(自由运行模式和单脉冲触发均为标准模式)			
灵敏度(单脉冲):	请电话询问2	1μJ			
灵敏度@108 pps:	50mW(500pJ)	10mW(100pJ)			
灵敏度@ 103 pps:	500μW(500nJ)	100μW(100nJ)			
空间分布精确度 :	<0.2% (相机参数: 8bit 480×640像素)				
空间啁啾精确度 (dx/dλ):	1 μm / nm				
脉冲波前倾斜精确度 (dt/dx):	0.05fs/mm				
输入偏振要求:	任何偏振态 (通过旋转GRENOUILLE)				
输入光束尺寸要求:	2-4mm(校准后)				



FROG 超短脉冲测量装置

输入光束侧向位移公差:	>1mm				
校准旋钮数量:	无				
建立时间 (触发器):	~10 minutes				
尺寸(L×W×H) 单位cm w/camera:	33×7.5×16.5	33×7.5×16.5	33×4.5×11.5	45×7.5×16.5	61×7.5×16.5
重量:	3kg	3kg	1.2kg	3kg	6kg



Rayscience Optoelectronic Innovation Ltd
Tel: 86 21 34635258/59/61/62 Fax: 86 21 34635260
Email: saleschina@rayscience.com <http://www.rayscience.com/>

New! GRENOUILLE LITE

全球最便宜、最多用的超短脉冲测量装置！



GRENOUILLE和FROG设备一样，可以测出脉冲强度及相位随时间的关系，以及谱图和谱相位，具有高精度和高重复性，对脉冲测量不做任何假设。

结合FROG软件，可以进行实时测量。

借助GRENOUILLE，可以花很少的精力得到很多的信息。

特点

脉冲强度和相位-时间特性

脉冲光谱和光谱相位-波长特性

自相关

无须假设

脉冲前沿倾斜

几乎不需调整，便于操作

高灵敏度

实时强度和相位数据获取

测不同的脉冲长度和波长，修改方案经济简单

重量轻，体积小

USB接口，可电脑控制

低成本

Grenouille系列可以测量各种光源脉冲，从低能量的光振荡器到高能量的光放大器。



Rayscience Optoelectronic Innovation Ltd
Tel: 86 21 34635258/59/61/62 Fax: 86 21 34635260
Email: saleschina@rayscience.com <http://www.rayscience.com/>

GRENOUILLE-LITE 参数

型号	8-50-USB-L	8-200-USB-L	15-40-USB-L	15-100-USB-L
波长范围	700-900nm		1.4-1.6 μ m	
脉宽范围	~50fs~500fs	~200fs~2ps	~40fs~400fs	~100fs~1ps
延迟增量 ¹	1.37 fs/pixel	6.1 fs/pixel	1.4 fs/pixel	3.4fs/pixel
时间范围 ²	1.7ps	6.5ps	1.9ps	3.8 ps
光谱分辨率 ³	0.7nm	0.23 nm	8.7 nm	4.1nm
光谱范围 ²	50nm	20 nm	150 nm	150 nm
脉冲复合性	时间带宽积<~10			
强度精度	3%			
相位精度	0.02rad (强度比重的相位误差)			
单脉冲操作	NA			
灵敏度(10 ³ pps)	100 μ W(100nJ)			
灵敏度(10 ⁸ pps)	10mW (100 μ J)			
空间分布精度	NA			
空间啁啾精度 (dx/d λ)	NA			
脉冲前沿精度 (dt/dx)	NA			
输入偏振	任意 (旋转GRENOUILLE)			
输入光斑	2-4mm (准直)			
输入光斑侧向偏移容差	>1mm			
建模时间	~10分钟			
尺寸(LxWxH)	38cmx4cmx12cm	48cmx4cmx12cm	30cmx4cmx12cm	30cmx4cmx12cm
重量	1kg	1.2 kg	1 kg	1 kg
1. 最高相机分辨率. 2. 时间和光谱范围是全部范围, 并非最大的脉冲长度 3. 获得优化的光谱分辨需要光谱反卷积计算, 可提高光谱分辨率约3倍.				



GRENOUILLE超短脉冲测量仪

全球最强大、最方便使用的超短脉冲测量装置！



作为FROG设备，GRENOUILLE可以测出脉冲强度及相位随时间的关系，以及谱图和谱相位，具有高精度和高重复性，对脉冲测量不做任何假设。并且，GRENOUILLE还可用来测量光束强度分布。

同时，GRENOUILLE可以测量时间-空间畸变，空间啁啾和脉冲前沿倾斜，这些在超短脉冲中都会出现，但大多无法测量。GRENOUILLE是目前仅有的一款用于测量这些畸变的商用产品，并且能准确分析脉冲前沿倾斜。

GRENOUILLE还可以得出脉冲的绝对波长值。

结合FROG软件，可以进行实时测量。

值得一提的是，该设备免调节，即可简单地放置于光路中进行测量。

重量仅有1kg左右，体积小、重量轻，结构紧凑。

参考近些年的专利发明，GRENOUILLE是测量超短脉冲的一次巨大跨越。

特点

脉冲强度和相位-时间特性

脉冲光谱和光谱相位-波长特性

光强空间分布

空间啁啾

脉冲前沿倾斜

高精度，高重复性

高敏感度，实时

体积小，重量轻

免调整，便于操作

USB接口，可电脑控制

Grenouille系列可以测量各种光源脉冲，从低能量的光振荡器到高能的光放大器。测量脉



Rayscience Optoelectronic Innovation Ltd

Tel: 86 21 34635258/59/61/62 Fax: 86 21 34635260

Email: saleschina@rayscience.com http://www.rayscience.com/

冲从10fs到5ps。最近又推出新产品，波长可覆盖1um，1.3~1.6um。

参数

型号	8-9USB	8-20USB	8-50USB	8-300USB	8-500USB
波长范围	700 – 1100 nm			700 – 900 nm	
脉宽范围@800nm	~10– ~150fs	~20–~200fs	~50–~500fs	~0.3– ~2ps	~0.5– ~5ps
脉宽范围@1050nm	~8– ~130fs	~15– ~80fs	~30– ~100fs	~0.1– ~1ps	na
延迟增量 ¹	0.95 fs/pixel	0.85 fs/pixel	1.15fs/pixel	11.5 fs/pixel	11.5 fs/pixel
时间范围 ³	336 fs	480 fs	1.9 ps	19 ps	19 ps
光谱分辨率 ⁴ @800nm	2 nm	1.5 nm	0.7 nm	0.08 nm	0.02 nm
光谱分辨率 ⁴ @1050nm	2.2 nm	5 nm	2 nm	0.3 nm	na
光谱范围@800nm ³	300 nm	160 nm	50 nm	8 nm	10 nm
光谱范围@1050nm ³	400 nm	400 nm	125 nm	20 nm	na
脉冲复合性	时间-带宽 乘积 < ~10				
强度精度	2%				
相位精度	0.01 rad (强度比重的相位误差)				
单脉冲操作	可选 ²	是; 自由运行模式&触发模式.			
灵敏度(单脉冲操作)	0.1mJ	1 μJ			
灵敏度(10 ³ pps)	500μW(500nJ)	100 μW (100 nJ)			
灵敏度(10 ⁸ pps)	50mW (500pJ)	10 mW (100 pJ)			
空间分布精度	< 0.2 % (相机 8 bits 和 480 x 640像素)				
空间啁啾精度(dx/dλ)	1 μm/nm				
脉冲前沿精度(dt/dx)	0.05 fs/mm				

输入偏振	任意 (仅旋转GRENOUILLE即可!)
输入光斑	2 – 4 mm (准直)
输入光斑侧向偏	> 1 mm



Rayscience Optoelectronic Innovation Ltd
 Tel: 86 21 34635258/59/61/62 Fax: 86 21 34635260
 Email: saleschina@rayscience.com http://www.rayscience.com/

移容差					
建模时间	~ 10分钟				
尺寸 (LxWxH) 含相机	33 cm x 7.5 cm x 16.5 cm	33cmx7.5cm x 16.5 cm	33cmx4.5cm x 11.5 cm	45 cm x 7.5 cm x 16.5 cm	61 cm x 7.5 cm x 16.5 cm
重量	3 kg	3 kg	1.2 kg	3 kg	6 kg
<p>1.最高相机分辨率.</p> <p>2.8-9USB通过使用薄的晶体可以实现单脉冲测量, 使敏感性要求降低一个量级;</p> <p>3.时间和光谱范围是全部范围, 并非脉冲半宽</p> <p>4.获得优化的光谱分辨需要光谱反卷积计算, 可提高光谱分辨率约3倍.</p>					



Rayscience

Rayscience Optoelectronic Innovation Ltd

Tel: 86 21 34635258/59/61/62 Fax: 86 21 34635260

Email: saleschina@rayscience.com <http://www.rayscience.com/>

IR GRENOUILLE 红外光超短脉冲测量装置!

全球最强大、最方便使用的、适用于红外光脉冲的超短脉冲测量装置!



作为FROG设备，GRENOUILLE可以测出脉冲强度及相位随时间的关系，以及谱图和谱相位，具有高精度和高重复性，对脉冲测量不做任何假设。并且，GRENOUILLE还可用来测量光束强度分布。

同时，GRENOUILLE可以测量时间-空间畸变和空间啁啾。型号10-100还可以测试光束空间分布。

结合FROG软件，可以进行实时测量。

借助GRENOUILLE，可以花很少的精力得到很多的信息。

值得一提的是，该设备免调节，即可简单地放置于光路中进行测量。

标准型号是自由空间输入，也可以配置成光纤耦合输入。

重量仅有1kg左右，体积小、重量轻，结构紧凑。

特点

脉冲强度和相位-时间特性

脉冲光谱和光谱相位-波长特性

光束空间分布（1 μ m波段模块）

空间啁啾

脉冲前沿倾斜

自相关

无须假设



Rayscience Optoelectronic Innovation Ltd

Tel: 86 21 34635258/59/61/62 Fax: 86 21 34635260

Email: saleschina@rayscience.com <http://www.rayscience.com/>

免调整，便于操作
 高灵敏度
 实时强度和相位数据获取
 重量轻，体积小
 USB接口，可电脑控制
 低成本

Grenouille系列可以测量各种光源脉冲，从低能量的光振荡器到高能量的光放大器。

IR GRENOUILLE 参数

型号	10-100-USB	15-40-USB	15-100-USB
波长范围	0.9-1.1 μm	1.22-1.62 μm	1.32-1.62 μm
脉宽范围	~0.1-~1ps	~40-~400fs	~0.1-~1ps
延迟增量 ¹ (分辨率)	1.145 fs/pixel	2.25 fs/pixel	5.41fs/pixel
时间范围 ²	1.9ps	1.9ps	3.8 ps
光谱分辨率 ³	0.4 nm	3 nm	0.6 nm
光谱范围 ²	35 nm	150 nm	60 nm
脉冲复合性	时间带宽积<10		
强度精度	2%		
相位精度	0.01rad (强度比重的相位误差)		
单脉冲操作	是 (标准为自由运行模式&触发模式)		
灵敏度(单脉冲操作)	1 μJ		
灵敏度(10^3 pps)	100 μW (100nJ)		
灵敏度(10^8 pps)	10mW (100pJ)		
灵敏度(10^{10} pps)	100mW (10pJ)		

空间分布精度	<0.2% (8bits;480x640 pixels)	NA
空间啁啾精度	1 $\mu\text{m}/\text{nm}$	



Rayscience Optoelectronic Innovation Ltd
 Tel: 86 21 34635258/59/61/62 Fax: 86 21 34635260
 Email: saleschina@rayscience.com <http://www.rayscience.com/>

(dx/dλ)			
脉冲前沿精度 (dt/dx)	0.05 fs/mm		
输入偏振	任意（旋转GRENOUILLE）		
光纤耦合	不可	可选	
输入光斑	2-4mm（准直）	2-4mm（非光纤耦合时）	
输入光斑侧向偏移容差	1mm（非光纤耦合时）		
建模时间	~10分钟		
尺寸(LxWxH)	33cmx4.5cmx11.5cm	26cmx4.5cmx11.5cm	26cmx4.5cm x 11.5 cm
重量	1.2 kg	1.2 kg	1.2 kg
<p>4. 最高相机分辨率.</p> <p>5. 时间和光谱范围是全部范围，并非脉冲半宽</p> <p>6. 获得优化的光谱分辨需要光谱反卷积计算，可提高光谱分辨率约3倍.</p>			



Rayscience

Rayscience Optoelectronic Innovation Ltd

Tel: 86 21 34635258/59/61/62 Fax: 86 21 34635260

Email: saleschina@rayscience.com <http://www.rayscience.com/>

近红外超短脉冲测量仪 NEAR-IR GRENOUILLES

GRENOUILLE 可以测从最低强度的振荡器到最高强度的放大器的很宽范围的脉冲源。NEAR-IR GRENOUILLES 提供 3 款 GRENOUILLE, 测量范围从 10fs ~ 2ps。

作为 FROG 设备, GRENOUILLE 可以测出脉冲强度及相位随时间的关系, 以及谱图和谱相位, 具有高精度和高重复性, 对脉冲测量不需做任何假设。并且, GRENOUILLE 还可用来测量光强分布。

同时, GRENOUILLE 可以测量时间-空间畸变, 空间啁啾和脉冲前沿倾斜, 这些在超短脉冲中都会出现, 但大多超短脉冲测量仪无法测量。GRENOUILLE 是目前仅有的一款用于测量这些畸变的商用产品, 并且能准确分析脉冲前沿倾斜, GRENOUILLE 是测量超短脉冲的一次巨大跨越。GRENOUILLE 还可以得出脉冲的绝对波长值。结合 FROG 软件, 可以进行实时测量。

此外, 该设备免调节, 简单地放置于光路中即可进行测量。重量仅有 1kg 左右, 体积小、重量轻、结构紧凑。

特点

- 脉冲强度和相位-时间特性
- 脉冲光谱和光谱相位-波长特性
- 自相关
- 无须假设
- 脉冲前沿倾斜
- 便于操作
- 高灵敏度
- 实时强度和相位数据获取
- 测不同的脉冲长度和波长, 修改方案经济简单
- 重量轻, 体积小
- USB 接口, 电脑控制
- 成本低



技术参数

型号	8-9USB	8-20USB	8-50USB
波长范围	700-1100nm		
脉冲宽度范围 @ 800nm	~10~100fs	~18~180fs	~50~500fs



Rayscience Optoelectronic Innovation Ltd
 Tel: 86 21 34635258/59/61/62 Fax: 86 21 34635260
 Email: saleschina@rayscience.com <http://www.rayscience.com/>

FROG 超短脉冲测量装置

脉冲宽度范围 @ 1050nm	~8~80fs	~15~80fs	~30~100fs
时间分辨率 @800nm	3.7fs	12fs	17fs
时间分辨率 @1050nm	2fs	9fs	13fs
延迟增量@相机满帧分辨率	0.95fs/pixel	0.85fs/pixel	1.145fs/pixel
时间范围	336fs	480fs	1.9ps
光谱分辨率 @ 800nm	5nm	4nm	2nm
光谱分辨率 @1050nm	6.5nm	15nm	7nm
光谱范围 @ 800nm	300nm	160nm	50nm
光谱范围 @1050nm	400nm	400nm	125nm
脉冲复杂性	Time-bandwidth product<~10		
强度精确度	2%		
相位精确度	0.01rad (强度加权相位误差)		
是否可单脉冲测量	电话咨询	是。(自由运行模式和单脉冲触发均为标准模式)	
灵敏度(单脉冲)	0.1mJ	1μJ	
灵敏度@103 pps	50mW(500pJ)	10mW(100pJ)	
灵敏度@ 108 pps	500μW(500nJ)	100μW(100nJ)	
空间分布精确度	<0.2% (相机参数 8bit 480×640 像素)		
空间啁啾精确度(dx/dλ)	1 μm/nm		
脉冲波前倾斜精确度(dt/dx)	0.05fs/mm		
输入偏振要求	任何偏振态 (通过旋转 GRENOUILLE)		
输入光束尺寸要求	2-4mm(准直后)		
输入光束侧向位移公差	>1mm		
校准旋钮数量	无		
建立时间(触发器)	~10 minutes		
尺寸(L×W×H) 单位 cm3 w/camera	33×7.5×16.5	33×7.5×16.5	33×4.5×11.5
重量	3kg	3kg	1.2kg



Rayscience Optoelectronic Innovation Ltd
Tel: 86 21 34635258/59/61/62 Fax: 86 21 34635260
Email: saleschina@rayscience.com <http://www.rayscience.com/>

红外超短脉冲测量仪 IR GRENOUILLES

作为 FROG 设备, IR GRENOUILLE 可以测出脉冲强度及相位随时间的关系, 以及谱图和谱相位, 具有高精度和高重复性, 对脉冲测量不做任何假设。并且, IR GRENOUILLE 还可用来测量光束强度分布。

同时, IR GRENOUILLE 可以测量时间-空间畸变和空间啁啾。型号 10-100 还可以测试光束空间分布。结合 FROG 软件, 可以进行实时测量。借助 IR GRE, NOUILLE, 花很少的精力可以得到大量的信息。标准型号是自由空间输入, 也可以配置成光纤耦合输入。重量仅有 1kg 左右, 体积小、重量轻, 结构紧凑。

特点

- 脉冲强度和相位-时间特性
- 脉冲光谱和光谱相位-波长特性
- 光束空间分布 (1 μ m 波段模块)
- 空间啁啾
- 脉冲前沿倾斜
- 自相关
- 无须假设
- 免调整, 便于操作
- 高灵敏度
- 实时强度和相位数据获取
- 重量轻, 体积小
- USB 接口, 可电脑控制
- 低成本



技术参数

型号	10-100-USB	15-40-USB	15-100-USB
波长范围	0.9 – 1.1 μ m	1.22 – 1.62 μ m	1.22 – 1.62 μ m
脉冲宽度范围	~0.1 – ~1 ps	~40 – ~400 fs	~0.1 – ~1 ps
延迟增量	1.145fs/pixel	2.25fs/pixel	5.41fs/pixel
时间范围	1.9ps	1.9ps	3.8ps
光谱分辨率	0.4nm	3.0nm	1.0nm
光谱范围	35nm	150nm	100nm



Rayscience Optoelectronic Innovation Ltd
 Tel: 86 21 34635258/59/61/62 Fax: 86 21 34635260
 Email: saleschina@rayscience.com <http://www.rayscience.com/>

FROG 超短脉冲测量装置

脉冲复杂性	Time-bandwidth product < ~10		
强度精确度	2%		
相位精确度	0.01rad (强度加权相位误差)		
是否可单脉冲测量	是。(自由运行模式和单脉冲触发均为标准模式)		
灵敏度(单脉冲)	1μJ		
灵敏度@ 103 pps	100μW(100nJ)		
灵敏度@108 pps	10mW(100pJ)		
灵敏度@ 1010 pps	100mW(100pJ)		
空间分布精确度	<0.2% (8bit ;480×640 像素)	na	
空间啁啾精确度(dx/dλ)	1 μm/nm		
脉冲波前倾斜精确度(dt/dx)	0.05fs/mm		
输入偏振要	任何偏振态 (通过旋转 GRENOUILLE)		
是否可接光纤	不可接	可接	
输入光束尺寸要求	2-4mm(准直后)		
输入光束侧向位移公差	>1mm		
校准旋钮数量	无		
建立时间 (触发器)	~10 minutes		
尺寸(L×W×H) 单位 cm3 w/camera	33×4.5×11.5	26×4.5×11.5	26×4.5×11.5
重量	1.2kg	1.2kg	1.2kg



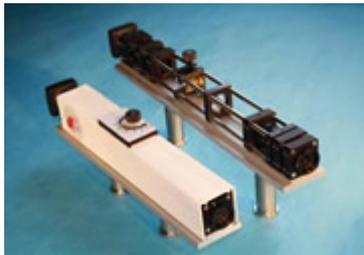
Rayscience Optoelectronic Innovation Ltd
Tel: 86 21 34635258/59/61/62 Fax: 86 21 34635260
Email: saleschina@rayscience.com <http://www.rayscience.com/>

精减版超短脉冲测量仪 LITE GRENOUILLES

LITE GRENOUILLES 是全球最便宜、最多用的超短脉冲测量装置。LITE GRENOUILLE 和 FROG 设备一样，可以测出脉冲强度及相位随时间的关系，以及谱图和谱相位，具有高精度和高重复性，对脉冲测量不做任何假设。结合 FROG 软件，可以进行实时测量。借助 GRENOUILLE，可以花很少的精力得到很多的信息。GRENOUILLE 系列可以测量各种光源脉冲，从低能量的光振荡器到高能的光放大器。

特点

- 脉冲强度和相位-时间特性
- 脉冲光谱和光谱相位-波长特性
- 自相关
- 无须假设
- 脉冲前沿倾斜
- 几乎不需调整，便于操作
- 高灵敏度
- 实时强度和相位数据获取
- 测不同的脉冲长度和波长，修改方案经济简单
- 重量轻，体积小
- USB 接口，可电脑控制
- 低成本



技术参数

型号	8-50-USB-L	8-200-USB-L	14-50-USB-L	15-100-USB-L
波长范围	700-900nm		1.4-1.6μm	
脉冲宽度范围	~50~500fs	~0.2~2ps	~40~400fs	~0.1~1ps
延迟增量@相机满帧分辨率	1.37fs/pixel	6.1fs/pixel	1.4fs/pixel	3.4fs/pixel
时间范围	1.7ps	6.6ps	1.9ps	3.8ps
光谱分辨率	0.7nm	0.23nm	8.7nm	4.1nm
光谱范围	50nm	20nm	150nm	150nm
脉冲复杂性	Time-bandwidth product < ~10			
强度精确度	3%			
相位精确度	0.02rad (强度加权相位误差)			



Rayscience Optoelectronic Innovation Ltd
 Tel: 86 21 34635258/59/61/62 Fax: 86 21 34635260
 Email: saleschina@rayscience.com <http://www.rayscience.com/>

FROG 超短脉冲测量装置

是否可单脉冲测量	NA			
灵敏度@103 pps	100 μ W(100nJ)			
灵敏度@ 108 pps	10mW(100pJ)			
空间分布精确度	NA			
空间啁啾精确度(dx/d λ)	NA			
脉冲波前倾斜精确度(dt/dx)	NA			
输入偏振要求	任何偏振态 (通过旋转 GRENOUILLE)			
输入光束尺寸要求	2-4mm(准直后)			
输入光束侧向位移公差	>1mm			
建立时间 (触发器)	~10 minutes			
尺寸(L×W×H) 单位 cm ³	38×4×12	48×4×12	30×4×12	30×4×12
重量	1kg	1.2kg	1kg	1kg



Rayscience Optoelectronic Innovation Ltd
Tel: 86 21 34635258/59/61/62 Fax: 86 21 34635260
Email: saleschina@rayscience.com <http://www.rayscience.com/>

可见光超短脉冲测量仪 VISIBLE GRENOUILLE

作为 FROG 设备，VISIBLE GRENOUILLE 可以测出脉冲强度及相位随时间的关系，以及谱图和谱相位，具有高精度和高重复性，对脉冲测量不做任何假设。并且，VISIBLE GRENOUILLE 还可用来测量光束强度分布。同时，GRENOUILLEVISIBLE 可以测量时间-空间畸变和空间啁啾结合 FROG 软件，可以进行实时测量。借助 VISIBLE GRENOUILLE，花很少的精力可以得到大量的信息。

特点

- 脉冲强度和相位-时间特性
- 脉冲光谱和光谱相位-波长特性
- 自相关
- 无须假设
- 脉冲前沿倾斜
- 几乎不需调整，便于操作
- 高灵敏度
- 实时强度和相位数据获取
- 测不同的脉冲长度和波长，修改方案经济简单
- 重量轻，体积小
- USB 接口，可电脑控制
- 低成本



技术参数

型号	6-30-USB	6-200-USB
波长范围	460-700nm	
延迟增量@相机满帧分辨率	0.95fs/pixel	0.85fs/pixel
时间范围	480fs	5ps
光谱分辨率 @ 500nm	0.55nm	0.05nm
光谱分辨率 @600nm	1.3nm	0.13nm
光谱分辨率 @700nm	3.0nm	0.25nm
光谱范围 @ 500nm	42nm	4.1nm
光谱范围 @600nm	80nm	7.8nm
光谱范围 @ 700nm	130nm	12.5nm
脉冲复杂性	Time-bandwidth product < ~10	



Rayscience Optoelectronic Innovation Ltd
 Tel: 86 21 34635258/59/61/62 Fax: 86 21 34635260
 Email: saleschina@rayscience.com <http://www.rayscience.com/>

FROG 超短脉冲测量装置

强度精确度	2%	
相位精确度	0.01rad (强度加权相位误差)	
灵敏度@103 pps	30 μ W(30nJ)	
灵敏度@ 108 pps	30mW(30pJ)	
空间分布精确度	<0.2% (相机参数 8bit 480 \times 640 像素)	
输入偏振要求	任何偏振态 (通过旋转 GRENOUILLE)	
输入光束尺寸要求	2-4mm(准直后)	
输入光束侧向位移公差	>1mm	
校准旋钮数量	无	
建立时间 (触发器)	~20 minutes	
尺寸(L \times W \times H) 单位 cm3 w/camera	43 \times 25 \times 13	30 \times 4 \times 12
重量	6kg	1kg



Rayscience Optoelectronic Innovation Ltd
Tel: 86 21 34635258/59/61/62 Fax: 86 21 34635260
Email: saleschina@rayscience.com <http://www.rayscience.com/>

由于紫外波段并不产生二次谐波，传统方法很难测得紫外超短脉冲的参数，UV TG FROG 采用瞬态光栅中的三阶非线性效应很好地解决了这个问题。作为 FROG 设备，UV TG FROG 可以测出脉冲强度及相位随时间的关系，以及谱图和谐相位，具有高精度和高重复性，对脉冲测量不做任何假设。并且，UV TG FROG 还可用来测量光束强度分布。

特点

- 脉冲强度和相位-时间特性
- 脉冲光谱和光谱相位-波长特性
- 自相关
- 无须假设
- 脉冲前沿倾斜
- 几乎不需调整，便于操作
- 高灵敏度
- 实时强度和相位数据获取
- 测不同的脉冲长度和波长，修改方案经济简单
- 重量轻，体积小
- USB 接口，可电脑控制
- 低成本



技术参数

型号	TG FROG-UV-S	TG FROG-UV-L	TG FROG-DUV-S	TG FROG-DUV-L
波长范围	315-400nm		240-315nm	
脉冲宽度范围	~50~500fs	~0.2~2ps	~50~500fs	~0.2~2ps
延迟增量@相机满帧分辨率	1.3fs/pixel	6.1fs/pixel	1.6fs/pixel	6.1fs/pixel
时间范围	1.6ps	6.5ps	1.6ps	6.5ps
光谱分辨率	0.2nm	0.05nm	0.1nm	0.02nm
光谱范围	20nm	5nm	10nm	3nm
脉冲复杂性	Time-bandwidth product < ~10			
强度精确度	3%			
相位精确度	0.02rad (强度加权相位误差)			



Rayscience Optoelectronic Innovation Ltd
 Tel: 86 21 34635258/59/61/62 Fax: 86 21 34635260
 Email: saleschina@rayscience.com <http://www.rayscience.com/>

FROG 超短脉冲测量装置

灵敏度@103 pps	50mW(50μJ)	100mW(100μJ)
灵敏度@ 108 pps	100W(100nJ)	
输入偏振要求	任何偏振态 (通过旋转 GRENOUILLE)	
输入光束尺寸要求	8mm(准直后)	
尺寸(L×W×H) 单位 cm3	30×30×15	



Rayscience Optoelectronic Innovation Ltd
Tel: 86 21 34635258/59/61/62 Fax: 86 21 34635260
Email: saleschina@rayscience.com <http://www.rayscience.com/>

GRENOUILLE 可以测从最低强度的振荡器到最高强度的放大器的很宽范围的脉冲源。NEAR-IR GRENOUILLES 提供 3 款 GRENOUILLE，测量范围从 10fs ~ 2ps。

作为 FROG 设备，GRENOUILLE 可以测出脉冲强度及相位随时间的关系，以及谱图和谱相位，具有高精度和高重复性，对脉冲测量不需做任何假设。并且，GRENOUILLE 还可用来测量光强分布。

特点

- 脉冲强度和相位-时间特性
- 脉冲光谱和光谱相位-波长特性
- 自相关
- 无须假设
- 脉冲前沿倾斜
- 几乎不需调整，便于操作
- 高灵敏度
- 实时强度和相位数据获取
- 测不同的脉冲长度和波长，修改方案经济简单



技术参数

型号	8-1-pico GRENOUILLE	10-1-pico GRENOUILLE	15-1-pico GRENOUILLE
波长范围	790nm-810nm	1055 - 1075nm	1540 - 1560nm
脉冲宽度范围	~1ps - ~1.2ps		
延迟增量	~30fs/pixel		
时间范围	35ps		
光谱分辨率	0.003nm	0.004nm	0.01nm
光谱范围	3nm	4nm	10nm
脉冲复杂性	Time-bandwidth product < ~20		
强度精确度	2%		
相位精确度	0.01rad (强度加权相位误差)		
是否可单脉冲测量	是。(自由运行模式和单脉冲触发均为标准模式)		
灵敏度@ 103 pps	100μJ		
灵敏度@108 pps	30nJ		
输入偏振	任何偏振态 (通过旋转 GRENOUILLE)		



Rayscience Optoelectronic Innovation Ltd
Tel: 86 21 34635258/59/61/62 Fax: 86 21 34635260
Email: saleschina@rayscience.com http://www.rayscience.com/

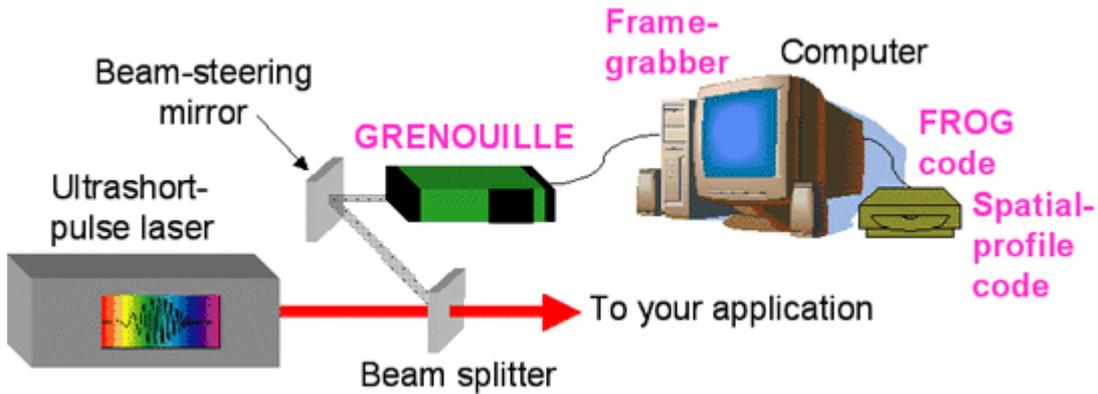
FROG 超短脉冲测量装置

输入光束尺寸要求	2-4mm(准直后)
输入光束侧向位移公差	>1mm
校准旋钮数量	无
建立时间 (触发器)	~20 minutes
尺寸(L×W×H) 单位 cm3 w/camera	61cm x 7.5cm x 16.5cm
重量	6kg



Rayscience Optoelectronic Innovation Ltd
Tel: 86 21 34635258/59/61/62 Fax: 86 21 34635260
Email: saleschina@rayscience.com <http://www.rayscience.com/>

精准测量超短脉冲技术展望



关键字：超短脉冲，激光测量

Rick Trebino 是美国佐治亚理工学院超快光物理学教授，他是**频率分辨光栅**（FROG）的发明人之一，也是光栅消除超快入射激光电场实际观察（GRENOUILLE）的发明者，2001年，Trebino 成立美国 Swamp 光学公司开发新型超短脉冲测量仪器。以下内容是 Optics.org 报道 Rick Trebino 分析精准测量超快脉冲技术的摘译：

1、超短脉冲测量技术

超短脉冲是脉冲持续时间小于 1ns 的光脉冲，自 1960 年激光器问世以来，就可以产生这种比最快电子的时间分辨率还短的超短脉冲，随后出现了超短脉冲测量技术。由于超短脉冲持续时间极短，只能采取自测量的办法，基于这一思想的早期测量技术只能记录脉冲强度相关曲线，不能提供脉冲内相位的相关信息。

在 20 世纪 90 年代发展了一种新的脉冲测量技术即频率分辨光栅（FROG）技术。频率分辨光栅不仅能测量脉冲形状，而且能提供光相位和频率啁啾沿脉冲变化的信息。FROG 算法是在普通自相关算法的基础上，测量光谱分辨的自相关函数，即脉冲的瞬时频率作为时间函数的二维谱图，并能同时得出脉冲时间宽度、光谱宽度、电场形状、光谱形状以及相应的相位等信息的一种新型飞秒脉冲诊断技术。

2、研究超短脉冲激光测量技术的意义

超短脉冲激光的首要应用是**超快光谱**，另外一个重要应用就是**多光子显微镜**。脉冲激光的完整时空测量是重要的，因为其空间宽度决定了空间分辨率，时间宽度决定灵敏度。其他的应用还包括超高强度激光器、微机械加工、高带宽通信、化学反应的相干控制。

3、如何将超短脉冲激光推广至实际应用

由于脉冲激光测量仪器自身的复杂性且需要经常重新调整，往往只能测量比较简单的脉冲，而且测量结果也缺乏反馈，大多数超短脉冲激光测量仪器难以商业化。为解决上述问题，开发了一种简易、不受校准参量影响的方法。这种方法对于出现的错误能够及时反馈，用户可以跟踪脉冲的时空失真。这些新方法很简洁，在大量测量时可靠性也很高，价格便宜，还可以嵌入到绝大多数的超快激光器系统中。这一点对于眼科应用尤为重要，校正脉冲对于视力安全是很重要的。

4、该领域的最新进展

最近实现了超短脉冲激光时空电磁场的完整测量。实验小组已经验证了两种不同的技术，一种是基于光谱干涉测量，另外一种是基于全息术。第一种方法能够测量致密聚焦脉冲，能够观察到各种各样复杂畸变引起的时空失真；第二种方法可以测量单射的未聚焦脉冲。这两种方法都可以简洁地、低成本地测量较为复杂的脉冲，对于大多数应用是较为理想的。



Rayscience Optoelectronic Innovation Ltd
 Tel: 86 21 34635258/59/61/62 Fax: 86 21 34635260
 Email: saleschina@rayscience.com <http://www.rayscience.com/>

5、仍然存在的挑战

最近开发了一些测量阿秒脉冲的技术，包括急需的测量鉴别技术，但仍然存在一些问题，其中的一个问题是培训使用超短脉冲的技术人员。

6、技术展望

目前已经解决了脉冲测量的大多数问题，能够测量随机超短脉冲的完整时空电磁场。利用最新开发出来的技术创新应用，改善原有应用技术。

