

飞秒超快实验站简介

在物质科学研究中，原子、分子运动的时间尺度多在飞秒量级，飞秒激光因此成为研究原子分子动力学最重要的工具。飞秒超快实验站是基于飞秒激光光源的用于超快科学研究的综合实验平台，它将为用户提供宽光谱范围、高能量、高重复频率、多用途的超快科学研究装置，在飞秒时间尺度上研究原子、分子、液体中弱键相互作用的分子体系以及固体中晶格的动力学行为。实验站由时间分辨吸收光谱实验单元、时间分辨原子分子物理实验单元、极端非线性光学超快实验单元和飞秒时间分辨荧光光谱实验单元组成。

时间分辨吸收光谱实验单元
Time-resolved transient absorption spectrum
experimental unit



飞秒驱动激光与光参量放大器
Femtosecond driving laser and
optical parametric amplifier



瞬态吸收光谱仪
Transient absorption spectrometer

时间分辨原子分子物理实验单元
Time-resolved atomic and molecular physics
experimental unit



极端非线性光学超快实验单元
Extreme nonlinear optics experimental unit



前级激光器
High temporal contrast front end



放大器与实验腔室
Main amplifier and experiment chamber

时间分辨荧光光谱实验单元
Time-resolved fluorescence spectroscopy
experimental unit



实验站照片

其中时间分辨吸收光谱实验单元配备钛宝石飞秒激光放大器、光参量放大器与瞬态吸收光谱仪，将用于开展可见光、近红外与太赫兹波段的瞬态吸收光谱测量。采用重复频率 1 kHz，中心波长 800 nm，脉冲宽度小于 40 fs，脉冲能量 7 mJ 的飞秒激光作为驱动激光，结合光参量放大器输出波长在 1100-2600 nm 之间可调谐的红外飞秒激光作为泵浦光与探测光，实现泵浦光波长 400-1500 nm，探测光波长覆盖 350-2600 nm 的瞬态吸收光谱仪，也可以通过 800 nm 激光空气成丝产生 0.1-10 THz 的太赫兹脉冲作为探测光。测量系统延时精度优于 5 fs，延时范围 2 ns。在该装置上，可以开展能量传递、电荷转移、化学键的生成与断裂、构

型弛豫和异构化过程等研究。

时间分辨原子分子物理实验单元配备钛宝石飞秒激光放大器，少周期脉冲宽度压缩器以及复合速度成像谱仪，将用于开展飞秒时间分辨的原子分子物理研究。采用重复频率 1 kHz，中心波长 800 nm，脉冲宽度小于 50 fs，能量大于 20 mJ 的钛宝石激光放大器作为驱动激光，也可以分出一部分能量进行非线性压缩实现脉冲能量 5 mJ，脉冲宽度小于 10 fs 的少周期超短脉冲作为驱动激光。复合速度成像谱仪使用超声分子束与空心针进样，在电子离子复合测量模式下，电子能量范围 10-100 eV，分辨率 1 % @ 40-80 eV；离子能量范围 1-13 eV，分辨率 4 % @ 13 eV，质谱分辨率 $m/\Delta m \geq 100$ 。而在离子高分辨测量模式下，实现离子能量范围 1-13 eV，分辨率：1.5 %，质谱分辨率： $m/\Delta m \geq 1000$ 的测量精度。该单元可用于飞秒时间分辨的原子、分子电离/解离的超快动力学研究。同时配备了显微共聚焦拉曼光谱仪，可用 325 nm、532 nm、785 nm 三波长激发，用于样品表征。

极端非线性光学超快实验单元配备大能量钛宝石飞秒激光器与真空压缩打靶系统。采用重复频率 1 kHz，中心波长 800 nm，脉冲能量 7 mJ 的飞秒激光器作为前级光源，通过 XPW 技术提升时间对比度，后续放大得到重复频率 1 Hz，脉冲能量 6 J，脉冲宽度 30 fs 的 200 TW 高对比度钛宝石激光，与同步输出的 1 kHz、2 mJ、30 fs 飞秒激光作为辅助探测光。实验靶区配备内径 1.5 m 的真空实验腔体和高压脉冲气体喷嘴，可用于激光加速、相对论强度下激光等离子体相互作用研究。同时 1 kHz 飞秒激光部分配备了二维加工平台，可以实现精度 10 μm 的精密加工制备样品。

时间分辨荧光光谱实验单元配备钛宝石飞秒激光器、光参量放大器与瞬态荧光光参量放大光谱仪，可以用于飞秒时间分辨的瞬态荧光光谱研究。采用重复频率 2 kHz，中心波长 800 nm，脉冲宽度小于 100 fs 的钛宝石激光放大器作为驱动激光，结合光参量放大器输出波长宽范围可调谐的可见光波段飞秒激光作为泵浦光，配合瞬态荧光光参量放大光谱仪进行测量。典型设置可以测量 500-900 nm 范围内的瞬态荧光信号，时间分辨率优于 100 fs，时间范围 fs-1 ns。该单元可以用于研究激发态弛豫、能量传递以及电荷转移等光化学过程。

飞秒超快实验站主要性能指标

实验单元	指标	
时间分辨吸收光谱实验单元	重复频率	1 kHz
	探测光调谐范围	1.1-2.6 μm
	脉冲能量	>1 mJ@1.3 μm
	泵浦光脉冲宽度	<40 fs
	延时精度	5 fs
	延时范围	2 ns
时间分辨原子分子物理实验单元	重复频率	1 kHz
	驱动光波长	800 nm
	脉冲宽度	<50 fs@20 mJ, <10 fs@5 mJ
	电子能量范围	10-100 eV
	电子能量分辨率	1 %@40-80 eV
	离子能量范围	1-13 eV
	离子能量分辨率	4 %@13 eV
	质谱分辨率	$m/\Delta m \geq 100$
极端非线性光学超快实验单元	重复频率	1 Hz
	驱动光波长	800 nm
	脉冲能量	6 J
	脉冲宽度	30 fs
时间分辨荧光光谱实验单元	重复频率	2 kHz
	荧光光谱范围	500-900 nm (400 nm 泵浦)
	时间分辨率	<100 fs
	时间测量范围	fs-1 ns

实验站联系人:

王老师, 邮箱: xzwang@iphy.ac.cn。