

附件：

大科学装置及平台简介

一、绵阳研究堆及其中子科学平台

1.装置简介

中国绵阳研究堆及其中子科学平台位于四川省绵阳市，由中国工程物理研究院核物理与化学研究所运行和管理。2012 年反应堆建成投入运行，能提供高注量率的冷、热、快中子辐照场。2014 年一期中子科学平台建成开放，包括 8 台中子科学装置：衍射、小角散射、反射、三轴和成像等，目前还有 5 台中子装置正在建设。作为公共科研平台可应用于物理、化学、材料和生物等多学科前沿问题研究，已在航空航天、核能等工程领域发挥重要作用。

2.主要参数指标

略

3.可开放机时安排

绵阳研究堆运行天数约 180 天/年，各中子科学装置对外开放束流平均时间约 50%，最少不低于 30%。

4.联系人

张少华 0816-2484220

孙光爱 0816-2493337, sunguangai@caep.cn

二、星光-III激光装置

1.装置简介

星光-III激光装置由中国工程物理研究院激光聚变研究中心承制，于 2013 年 12 月通过验收并投入运行，该装置依托高温高密度等离子体物理国防科技重点实验室进行管理。

星光-III激光装置是国际首台具备“零抖动”同步输出纳秒、皮秒和飞秒三种脉冲宽度，527nm、1053nm 和 800nm 三种波长激光的多功能激光装置，具备三种脉冲多组合、多角度配置的物理实验能力，该装置配备有针孔相机、电子谱仪、单光子 CCD 等先进齐备的诊断设备，装置的依托单位可提供不同特征尺度和类

型实验用靶的设计和制备。可为高能量密度物理、强辐射源产生、天体物理等领域等及极端物理过程的基础实验研究提供有利条件。

利用星光-III激光装置纳秒束为泵浦源，激光聚变研究中心于 2017 年建成全光参量啁啾脉冲技术路线的 PW 级超高峰值激光实验平台。该装置主要激光波长 800nm，脉冲宽度约 30fs，信噪比大于 $10^{10}:1$ (50ps 之外)，聚焦功率密度大于 $10^{20}\text{W}/\text{cm}^2$ 。该平台目前已经基本具备 PW 量级的物理实验能力，将成为我国高能量密度物理和强辐射源研究的重要实验平台。

2. 主要参数指标

星光-III激光装置常规运行参数

| | 飞秒束 | 皮秒束 | 纳秒束 |
|----------|---|-----------------------------------|---|
| 口径 | $\Phi 160\text{mm}$ | $240\text{mm}\times 240\text{mm}$ | $190\text{mm}\times 190\text{mm}$ |
| 波长 | 800nm | 1053nm | 527nm |
| 能量 | 8J~10J | 80J~120J (峰值 150J) | 150J~200J |
| 脉宽(FWHM) | 小于 50fs | 小于 1ps | $1.1\text{ns}\pm 0.2\text{ns}$ (独立光源 $1.5\text{ns}\sim 3\text{ns}$ 可调) |
| 焦斑半宽 | 小于 10 μm | 小于 20 μm | 小于 144 μm (配备 CPP, $\Phi 1\text{mm}$ 均匀远场) |
| 能量集中度 | 大于 30% (3 倍衍射极限) | 大于 30% (3 倍衍射极限) | |
| 纳秒信噪比 | 大于 $10^8:1$ | 大于 $10^7:1$ | |
| 同步抖动 | 约 1ps, 调节范围 $\pm 500\text{ps}$ (纳秒独立光源调节范围 $\pm 5\mu\text{s}$, 同步抖动小于 100ps) | | |

PW 级 OPCPA 实验平台运行参数

| | | | |
|--------|----------------------------------|-------|------------------------------|
| 激光波长 | 800nm | 偏振态 | S |
| 输出脉冲宽度 | $30\pm 10\text{fs}$ | 输出能量 | $30\pm 10\text{J}$ |
| 信噪比 | 大于 $10^{10}:1$ (50ps 之外) | 能量集中度 | $\Phi 10\mu\text{m}$ 内大于 50% |
| 聚焦功率密度 | 大于 $10^{20}\text{W}/\text{cm}^2$ | | |

3. 可开放机时安排

预计 100 发次/年。

4. 联系人

赵宗清 0816-2497455 zhaozongqing99@caep.cn

章芷若 0816-2490490 zzr2012@126.com

三、高平均功率太赫兹自由电子激光装置

1.装置简介

高平均功率太赫兹自由电子激光装置 (CTFEL)，建成于 2017 年 8 月，位于成都市双流区银河 596 科技园，由中国工程物理研究院应用电子学研究所牵头，北京应用物理与计算数学研究所、北京大学、清华大学等单位联合研制。该装置由科技部国家重大科学仪器设备开发专项“相干强太赫兹源科学仪器设备开发”项目支持，是国内首台光腔型自由电子激光强太赫兹源用户装置。

CTFEL 主要基于半导体光阴极直流高压电子枪、超导加速器、平面型摇摆器与太赫兹光腔技术，太赫兹输出频率位于 1 THz~4THz，重复频率为 54MHz，时间长度约为 1ps。具有高功率、高峰值亮度、光束质量接近衍射极限、重复频率高、占空比可调等特点，主要应用于超快物理过程、材料、生物医学等方面研究。例如：由高平均功率 THz 光诱导电子、光电子材料中的非线性光电特性研究，在半导体基低维电子系统中的 THz 共振光吸收、光致热电子效应、动态 Franz-Keldysh 效应、光诱导量子隧穿效应、多光子吸收效应、磁子-声子-光子共振效应、光调制回旋共振效应，不同波长太赫兹光的生物效应、以及含能材料检测等。国际上类似装置（德国的 ELBE 装置）发表的部分应用文章请查询 <https://www.hzdr.de/db/Cms?pNid=2817>。

此外，还可以充分利用 CTFEL 的加速器和电子束的特点，开展依托于装置的新原理、新方法和新技术研究。

2.主要参数指标

CTFEL 电子束和太赫兹辐射的参数

| 电子束 | | 太赫兹辐射 | |
|--------------------|--------------|-------------|---------|
| 电子束能量 | 6~8.5 MeV | 中心频率/THz | 1~4 |
| 电荷量/pC | 93 | 谱半高宽 | ~2% |
| 微束团长度/ps | 5~10 | 峰值功率/MW | >0.5 |
| 发射度/ π mm mrad | < 10 | 平均功率/W | >10 |
| 能散/% | <0.75 (FWHM) | 微脉冲间隔 /ns | 18.5 |
| 重复频率/MHz | 54.17 | 初始发散角/mrad | 28 |
| 平均电流/mA | 5 | 纵向均方根长度 /fs | 300~500 |

| | |
|-------------|--|
| 宏脉冲模式调节范围 | 脉冲宽度 20 μ s~10ms 连续调节 重复频率可在 1Hz、5Hz、10Hz 和 20Hz 档位运行 |
| THz 宏脉冲间一致性 | 优于 95% |
| THz 最小光斑直径 | 小于 1mm |
| THz 横向分布 | 近圆高斯分布，圆度大于 95% |

3.可开放机时安排

预计 CTFEL 装置全年对外可开放机时 600 小时。

4.联系人

李 鹏 0816-2486534/18681622098 burnlife@sina.com

黄银虎 0816- 2493378/18140342207

四、微纳工艺平台

1. 装置简介

微纳工艺平台，英文名 Micro-Nano Fabrication Facility (MNFL) 位于成都市双流区银河 596 科技园，是中国工程物理研究院微系统与太赫兹研究中心下属的一个大型的开放式科研平台，包括纳米加工、MEMS 工艺和集成封装三大部分，同时具备化合物半导体微纳工艺、微机电系统 MEMS 工艺、芯片级先进封装与集成能力。平台包括：三层洁净实验室，其中洁净面积 3400m²（含 900m² 百级实验室）；拥有国际主流和先进的大型工艺设备约 130 台/套，涵盖微纳器件制备、微系统集成以及芯片封装的绝大部分工艺手段；拥有一支近 30 人专职工艺研究团队。希望利用平台的硬件和工艺能力优势，与不同学科不同方向的科研人员合作，通过学科交叉，共同开展前沿探索性科学研究。

纳米加工平台，具备较为完善的基于化合物半导体材料的微纳器件制备和表征能力，可以广泛应用于微电子学、化学、生物科学、医药学、材料科学等领域研究，实现如亚百纳米结构加工与表征、微纳功能器件制备与测试等。

MEMS 工艺平台，具备多种相关应用领域的工艺研究与器件开发能力，包括微型传感器（压力传感器、加速度传感器、微机械陀螺、微型悬臂梁传感器等）、微型执行器（静电/压电执行器、电热执行器、微泵等）、射频 MEMS（开关、微机械谐振器、滤波器、THz 超材料等）、光学 MEMS（微镜、光通信器件、显示器件、可调激光器等）、生物医学 MEMS（药物释放、生物医学传感器、神经微

电极与探针、微流控芯片 LOC 等)。

集成封装平台,技术上分为器件级封装、模块微组装(MCM)、系统集成(SIP)三个层次,能够完成高压、高频、MEMS、光电、硅基数字电路的微系统集成,解决微系统的小型化、多功能高密度集成需求。

2. 主要参数指标

纳米加工平台

| | 项目 | 能力 | 备注 |
|---|-------------|--|------|
| 1 | 衬底(基片) | | |
| | 尺寸 | 6 英寸及以下 | |
| | 材料 | GaN、InP、GaAs、SiC 及其他半导体材料 | |
| 2 | 湿法 | | 工艺能力 |
| | 清洗 | 基片清洗: 酸碱清洗、丙酮、乙醇、IPA 光刻胶剥离: 丙酮、NMP | |
| | 腐蚀 | 介质腐蚀: SiO ₂ 、SiN 等 金属腐蚀: Au、Al、Ti、W、Cr、Ni 等 半导体腐蚀: GaAs、InP 等 | |
| 3 | 光刻(电子束/紫外) | | 工艺能力 |
| | 涂胶/显影 | 旋涂: 10nm~10um | |
| | 曝光 | EBL: CD=8nm 紫外: CD=0.8um, 双面对准 | |
| 4 | 金属薄膜生长 | | 工艺能力 |
| | 磁控溅射 | 独立靶室: Ti、Ni、Au、Al 共溅射: 常见金属或者化合物 | |
| | 电子束蒸发 | Ti、Ni、Au、Al 等常见金属 | |
| | 原子层沉积 (ALD) | Pt、Au 等 | |
| 5 | 非金属薄膜生长 | | 工艺能力 |
| | ICP-CVD | SiO ₂ 、SiN, <200℃ | |
| | ALD | Al ₂ O ₃ 、Ta ₂ O ₅ 、ZrO ₂ 、TiO ₂ | |
| 6 | 干法材料/薄膜刻蚀 | | 工艺能力 |
| | RIE | SiO ₂ 、SiN 等、金属 | |
| | ICP | GaN、InP、GaAs、SiC 等、金属 | |
| | 光刻胶去除/灰化 | | |
| 7 | 表征 | SEM、台阶仪、椭偏仪/反射光谱仪、超景深显微镜、测量显微镜、方阻仪、半导体参数测试仪 (10000V、1500A)、高压探针台、温控探针台 | |
| 8 | 亚百纳米工艺 | 多种纳米结构功能器件 | 工艺整合 |

MEMS 工艺平台

| | 项目 | 能力 | 备注 |
|---|--------|----|----|
| 1 | 衬底(基片) | | |

| | | | |
|----|-------------|--|------|
| | 尺寸 | 6 英寸及以下 | |
| | 材料 | Si、SOI、PZT、金属、有机聚合物等 | |
| 2 | 湿法清洗/刻蚀 | | 工艺能力 |
| | 清洗 | 基片清洗：SC1、SC2、H ₂ SO ₄ 、丙酮 光刻胶剥离：丙酮 表面亲水/疏水处理 | |
| | 腐蚀 | 介质腐蚀：SiO ₂ 、SiN 等 金属腐蚀：Au、Al、Ti、W、Cr、Ni 等 体硅腐蚀：KOH 体硅释放 | |
| 3 | 紫外光刻 | | 工艺能力 |
| | 涂胶/显影 | 旋涂：1um~10um 喷胶：20um | |
| | 曝光 | 紫外：CD=1um，双面对准 | |
| 4 | 金属薄膜生长 | | 工艺能力 |
| | 磁控溅射 | PEPVD：Ti、Cu，深宽比>10:1 溅射：Ti、Pt、Au、Al | |
| | 电子束蒸发 | In、Ti 等金属 | |
| | 电镀 | Ni、Cu、Au | |
| 5 | 非金属薄膜生长 | | 工艺能力 |
| | PECVD | SiO ₂ 、Si _x N _y 等 | |
| | LPCVD | SiN、poly-Si 等 | |
| | 氧化 | 干氧化、掺氯氧化、氢氧合成氧化 | |
| | 扩散 | 硼扩散、磷扩散、RTP | |
| 6 | 干法材料/薄膜刻蚀 | | 单项工艺 |
| | RIE | SiO ₂ 、SiN | |
| | DRIE | 最大晶圆 6 英寸，深宽比 30:1 | |
| | 光刻胶去除/灰化 | SU8 去胶、有机聚合物去除 | |
| 7 | 晶圆键合 | Si-Si 直接键合、Si-Glass 阳极键合、粘接键合等 | 工艺能力 |
| 8 | 表征 | 台阶仪、反射光谱仪、测量显微镜、激光共聚焦显微镜、接触角测试仪 | |
| 9 | 体硅/表面硅工艺 | 硅基标准工艺 | 工艺整合 |
| 10 | 压电 MEMS 工艺 | 压电材料微加工 | 工艺整合 |
| 11 | 聚合物 MEMS 工艺 | 软光刻技术：有机聚合物图形制备与转移 | 工艺整合 |

集成与封装平台

| | 项目 | 能力 | 备注 |
|---|----------|-----------------------|------|
| 1 | 激光加工 | | 工艺能力 |
| | 皮秒激光精细加工 | 硅、玻璃、陶瓷、金属等，最小线宽 15um | |
| | 激光焊接 | 各种金属 | |
| 2 | 芯片分离 | | 工艺能力 |
| | 砂轮划片 | 最大晶圆 6 英寸 | |
| | 金刚石解理 | 最大晶圆 4 英寸 | |

| | | | |
|---|------------------|---------------------------------------|------|
| 3 | 减薄与抛光 | | 工艺能力 |
| | 临时键合 | | |
| | 去键合 | | |
| | 机械减薄 | 最大晶圆 6 英寸，最薄 100um | |
| | CMP | 最大晶圆 6 英寸，Ra<5nm | |
| 4 | Chip-on-board 工艺 | | 微组装 |
| | 贴片 | 共晶贴片、环氧贴片 | |
| | 引线键合 | 手动、自动，金丝、金带，球焊、楔焊 | |
| 5 | Flip chip 工艺 | | 微组装 |
| | 倒装焊 | 键合后精度±0.5μm | |
| | 植球 | 球径范围 0.2mm-0.76mm，放置精度±50um | |
| | 丝网印刷 | 精度±20μm | |
| | 回流焊 | 10 个温区，±0.1℃ | |
| | 点胶 | 点胶精度±50um | |
| 6 | TXV 工艺 | TSV、TCV、TGV | 微组装 |
| 7 | 密封 | | 工艺能力 |
| | 平行缝焊 | 管壳大小长宽不超过 8 英寸，圆形 6 英寸 | |
| | 真空烧结 | 真空度 0.05mbar，空洞率小于 2% | |
| 8 | 可靠性测试 | 拉力剪切力测试、超声扫描、X 光影像、红外热成像、颗粒噪声碰撞、氦质谱检漏 | |

3. 可开放机时安排

每个课题可提供 2-3 个月的相关设备和工艺流程的开放机时，同时配备相应的工艺研发人员合作开展科研工作。

4. 联系人

罗 毅 028-65726021 luoyi@mtrc.ac.cn
王 曦 028-65726018 wangxi@mtrc.ac.cn