



SUPERNOVA-100

# 微型化双光子显微镜

探索大脑，点亮未来



# SUPERNOVA-100

## 微型化双光子显微镜

提供完整的活体成像解决方案，助力神经科学研究

以媲美传统台式双光子显微镜的成像分辨率，实现对自由运动动物的大脑神经元和神经突触清晰稳定的成像。SUPERNOVA-100 为神经科学家提供了一款革命性的新工具，开创了神经科学研究的新范式。

集成于 SUPERNOVA-100 的 FHIRM 系列微型化探头使自由运动小动物活体成像成为现实。SUPERNOVA-100 目前已被应用于学习记忆、认知、注意力、感知运动等各类神经环路和神经疾病的研究中。

### Small: “戴着跑”的显微镜

- 2.6g 微型化探头，小动物轻松佩戴
- 一体化设计的高度集成系统

### Superior: 卓越的成像性能

- 成像分辨率可达  $0.65\ \mu\text{m}$ ，实现对神经元单个树突棘成像
- 大视野  $1\ \text{mm} \times 0.87\ \text{mm}$ ，可同时对数以千计的神经细胞成像
- 成像深度高达  $800\ \mu\text{m}$ ，实现对小鼠大脑各皮层成像

### Smart: 灵活适配，轻松使用

- 适配各品牌飞秒激光器
- 标准化流程，微型化探头简易佩戴
- 可与 EEG、EMG、DBS 等多模态信号同步记录

成像工作站

飞秒激光器  
激光耦合适配器

SUPERNOVA-100

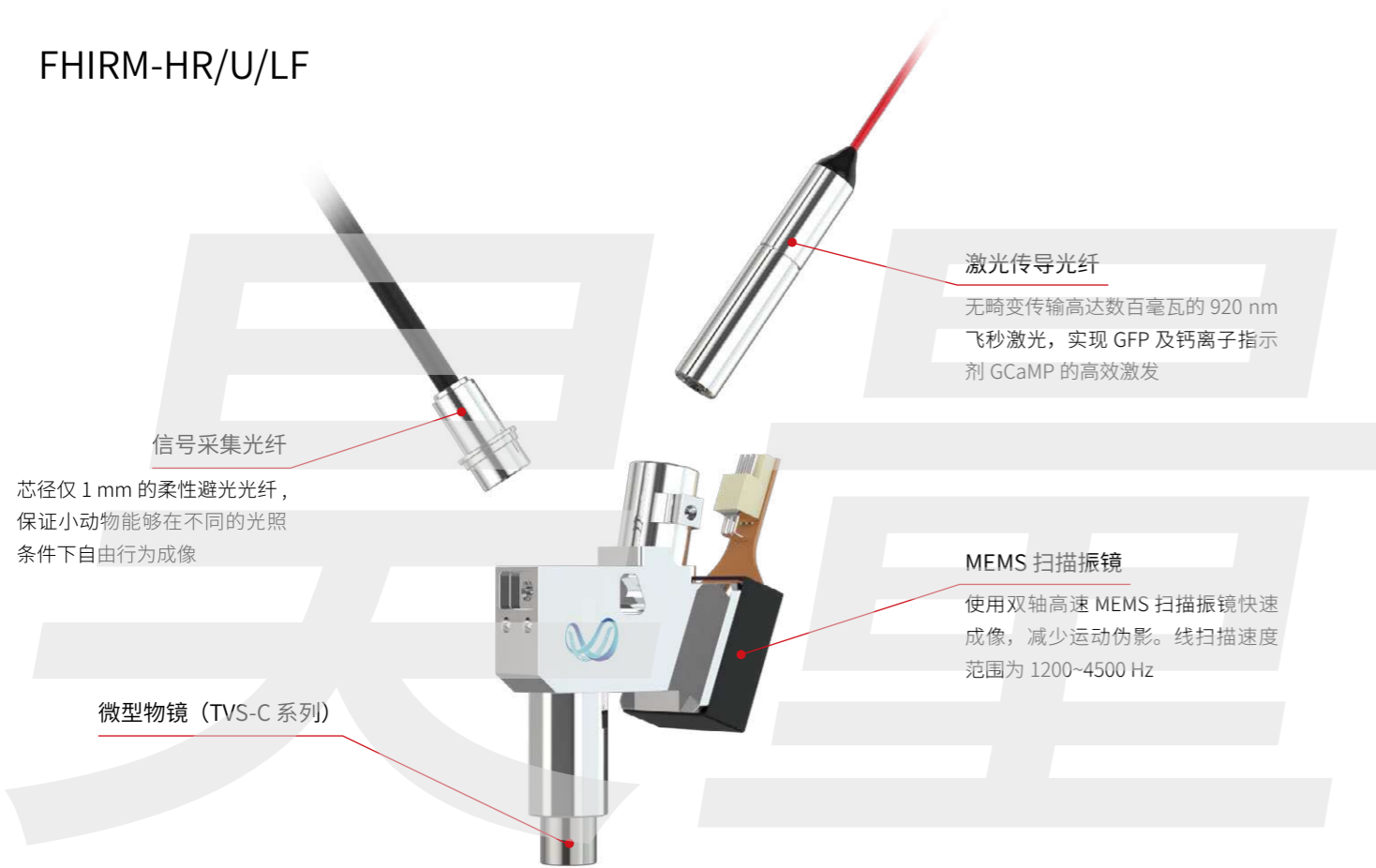
微型化探头

# Small

## 2.6g 微型化探头

高度集成的微型化探头具备对飞秒激光脉冲的无畸变传输、微小空间内的高速扫描、高质量激光会聚、高效率的荧光激发和收集等特点，保证了对自由运动小鼠大脑神经元和神经突触活动的高分辨成像。

### FHIRM-HR/U/LF



	FHIRM-HR	FHIRM-U	FHIRM-LF
横向分辨率 @920 nm	0.65 $\mu\text{m}$	0.85 $\mu\text{m}$	1.38 $\mu\text{m}$
轴向分辨率 @920 nm	3.9 $\mu\text{m}$	7.1 $\mu\text{m}$	-
成像视野 (对角线)	418 $\mu\text{m}$	640 $\mu\text{m}$	1.33 mm
工作距离		1.08 mm	
成像速度		9 Hz@600×500 18 Hz@300×250	
重量		2.6g	

## 微型物镜

### TVS-C 系列

TVS-C 系列物镜直径仅 3.6 mm，具备高分辨率、大视野、长工作距离、色差校正以及针对深散射组织成像优化等特点。

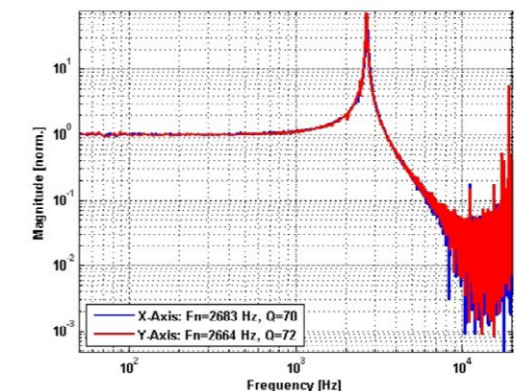
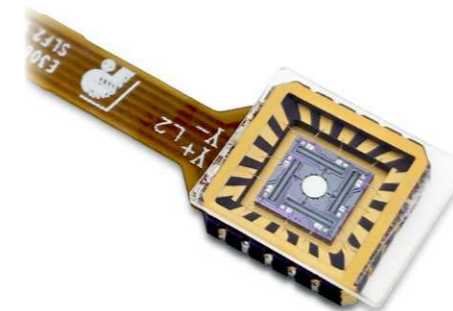


TVS-C 系列	4.65X	3X	1.6X
横向分辨率 @920 nm	0.65 $\mu\text{m}$	0.85 $\mu\text{m}$	1.38 $\mu\text{m}$
轴向分辨率 @920 nm	3.9 $\mu\text{m}$	7.1 $\mu\text{m}$	-
成像视野 (对角线)	418 $\mu\text{m}$	640 $\mu\text{m}$	1.33 mm
浸没液体	水 / 硅油	水 / 硅油 / 甘油 / 油	水 / 硅油 / 甘油 / 油
波长		400~1100 nm	
工作距离		1.08 mm	
直径		3.6 mm	
长度		11.7 mm	

## MEMS 扫描振镜

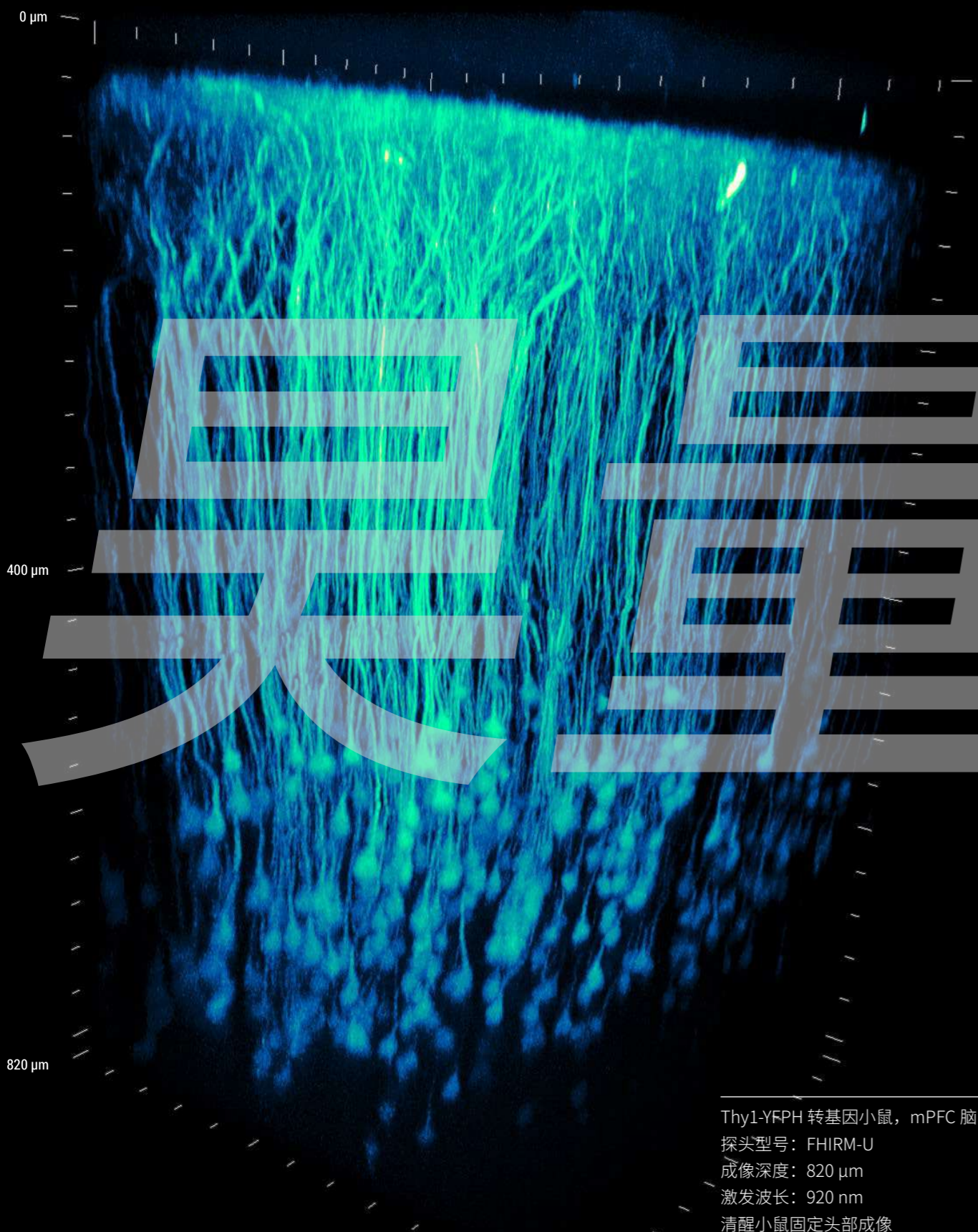
### TVS-SMM 系列

TVS-SMM 系列扫描振镜将无万向节制动结构集成在一起，整体加工制造而成。封装尺寸为 8.89 mm×8.89 mm×1.65 mm，可提供 0.8 至 2.0 mm 的一系列可选镜面尺寸。谐振频率可达 1200~4500 Hz。



# Superior

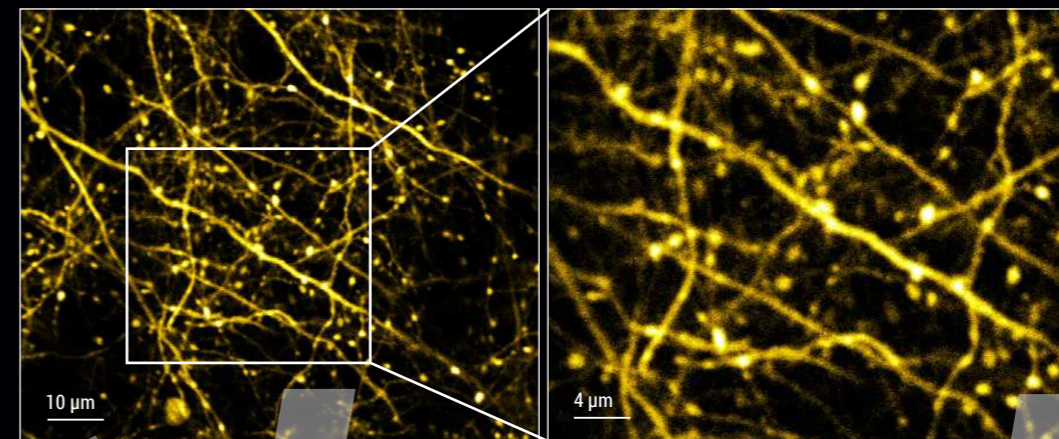
## 小鼠大脑全皮层观察



Thy1-YFPH 转基因小鼠, mPFC 脑区  
探头型号: FHIRM-U  
成像深度: 820  $\mu\text{m}$   
激发波长: 920 nm  
清醒小鼠固定头部成像

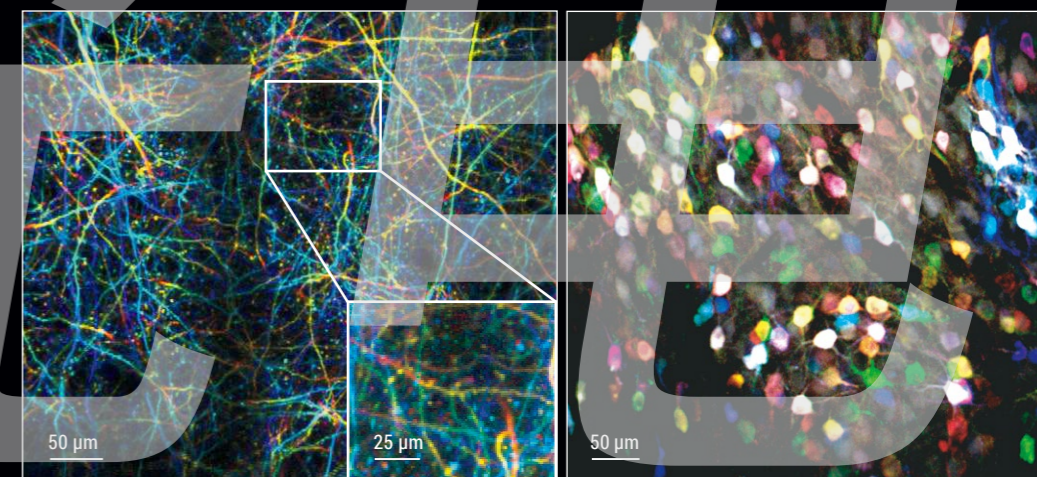
## 动物自由运动成像

### 418 $\mu\text{m}$ (对角线) 视野下超微细节分辨



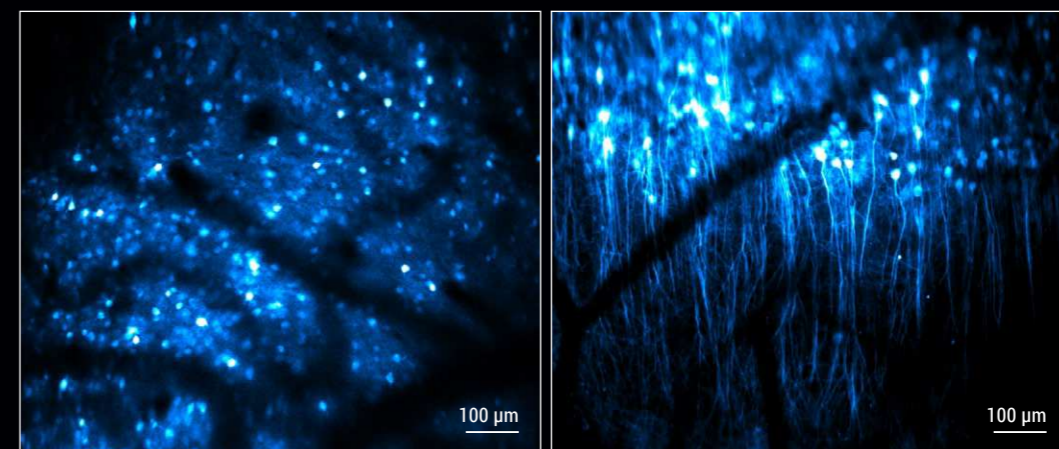
Thy1-YFPH 转基因小鼠  
探头型号: FHIRM-HR  
成像深度: 60  $\mu\text{m}$   
激发波长: 920 nm  
小鼠自由活动成像

### 640 $\mu\text{m}$ (对角线) 视野下单树突棘级分辨



Thy1-YFPH 转基因小鼠 (左)  
野生型小鼠大脑皮层注射 AAV-hSyn-GCaMP6s 病毒 (右)  
探头型号: FHIRM-U  
成像深度: 0~60  $\mu\text{m}$  Projection (左)  
200~260  $\mu\text{m}$  Projection (右)  
激发波长: 920 nm  
小鼠自由活动成像

### 1.33 mm (对角线) 视野下神经元轴突和亚细胞结构分辨



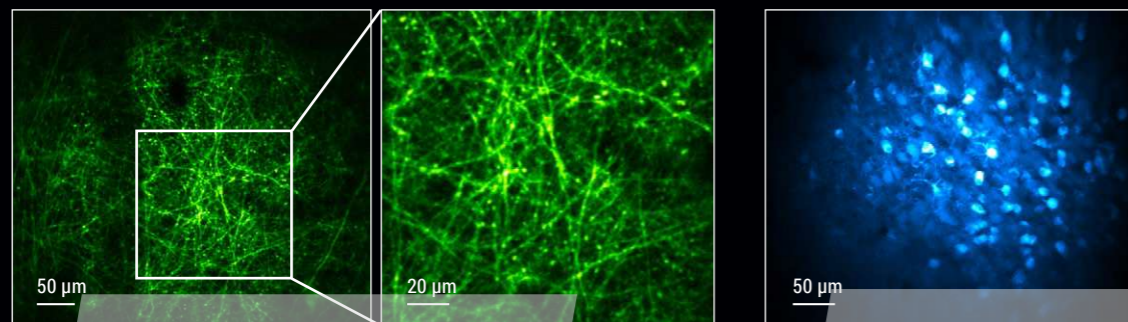
小鼠大脑皮层注射 AAV-hSyn-GCaMP6s 病毒 (左)  
Thy1-YFPH 转基因小鼠 (右)  
探头型号: FHIRM-LF  
成像深度: 450  $\mu\text{m}$  (左)  
300  $\mu\text{m}$  (右)  
激发波长: 920 nm  
小鼠自由活动成像

# Superior

## 多种成像模式

### GRIN Lens 深脑成像

FHIRM-U 探头对 GRIN Lens 进行优化设计，通过 GRIN Lens 后可实现单树突棘分辨。

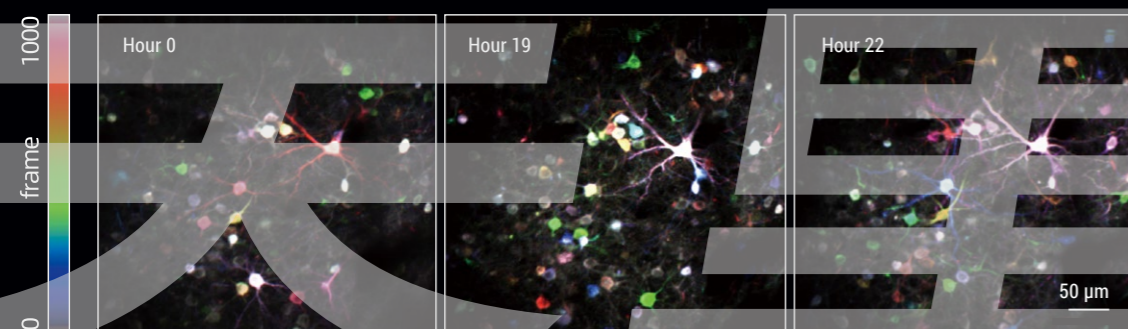


Thy1-YFPH 转基因小鼠大脑皮层，通过 GRIN Lens 成像

对 hSyn-GCaMP6s 病毒注射的小鼠大脑  
海马神经元成像

### 不间断连续成像

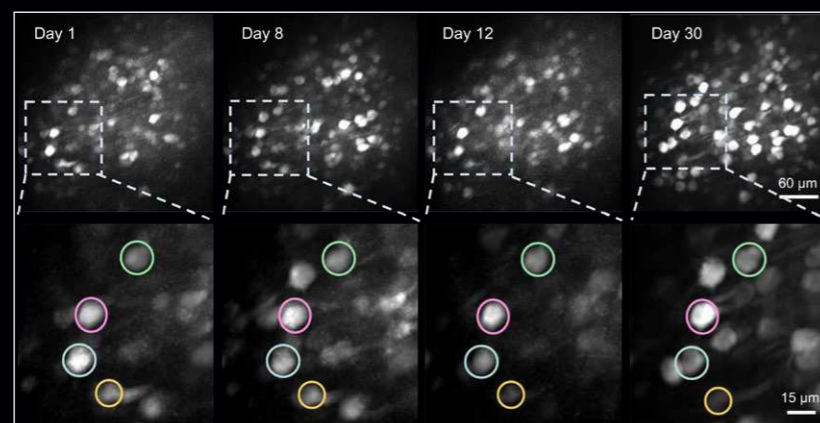
在 5 Hz 的成像速率下进行 24 小时不间断连续成像。



hSyn-GCaMP6s 病毒注射的小鼠

### 长时程成像

长时程成像可对同一个神经细胞群体进行长达 30 天的持续追踪。



hSyn-GCaMP6s 病毒注射的小鼠

### 双收集通道成像

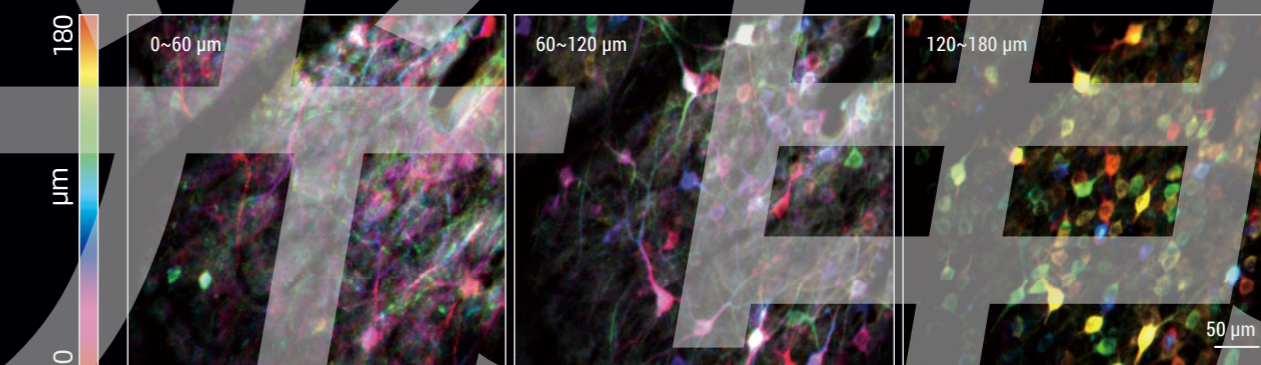
使用单波长 920 nm 激光进行双通道收集成像。



斑马鱼细胞和血管成像，GFP 标记神经细胞，mCherry 标记血管

### 三维成像

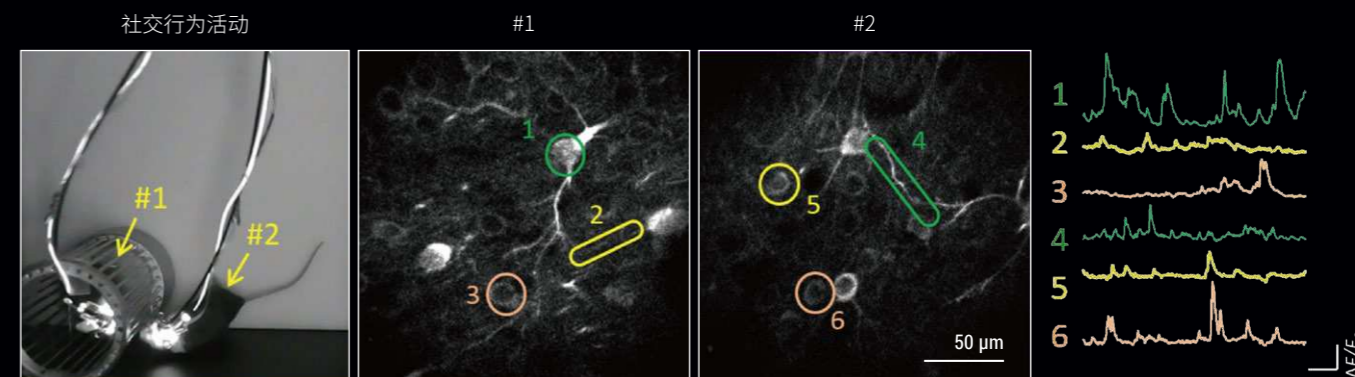
利用微型化三维变焦模块采集不同焦平面的图像，进行三维成像。



hSyn-GCaMP6s 病毒注射的小鼠

### 多视野成像

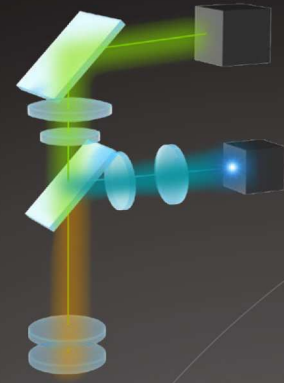
可在不同动物上装配微型化探头（FHIRM-HR）进行同步成像，也可在同一动物上装配多个探头进行不同脑区同时成像。



hSyn-GCaMP6s 病毒注射的小鼠  
社交行为活动中的前额叶皮层神经细胞活性

# Smart 一体化设计

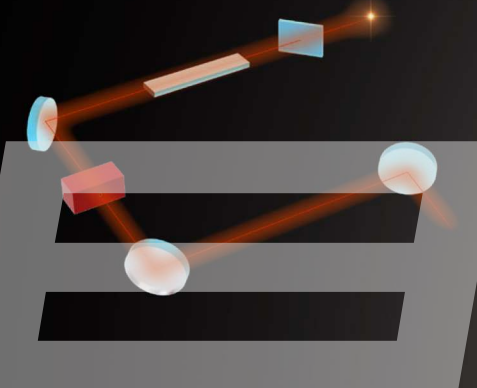
一体化集成设计的 SUPERNOVA-100 主机，占地体积仅 0.6 m<sup>3</sup>，便于灵活使用、任意放置及运输。



- 宽场荧光成像模块
  - 3 mm × 3 mm 大视场宽场成像，快速定位目标成像区域



- 探头存储模块
  - 有效保护光纤和微型化探头
  - 系统状态指示



- 光纤耦合模块
  - 具备脉冲色散补偿功能，以保证最优的脉冲宽度
  - AOM 激光功率快速调制，降低边缘部分光漂白
  - 自动光纤耦合，保证长时间激光稳定输出



- 成像模式切换模块
  - 切换宽场荧光模式和双光子成像模式
  - 简易的标准化探头装配流程

- 跑步机型小动物固定支架
  - 有效减少实验动物应激反应
  - 操作简单，无需辅助工具

- XYZ-载物台
  - 微米级步进精度

- 触摸屏
  - 详细展示系统状态

- 微型化探头储存盒
  - 适用多类型探头 FHIRM-HR/U/LF

- 避光门
  - 自带避光门，提供成像所需黑暗环境



1. 快速固定小鼠并放置于载物台上

2. 利用宽场荧光模式确定目标成像区域

3. 切换至双光子成像模式

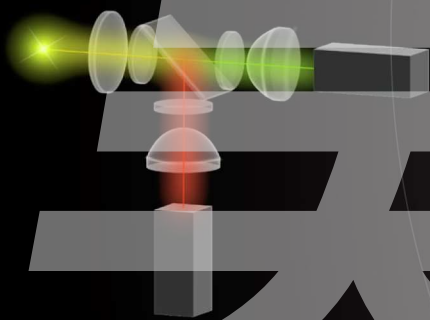
4. 释放小鼠并进行自由运动成像

# Smart

稳定与兼容

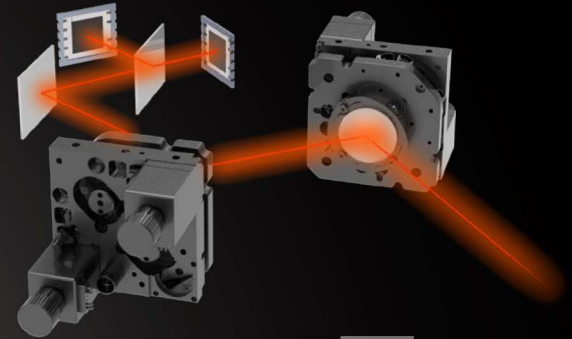
## • 荧光检测模块

- GaAsP 光电倍增管为微弱荧光信号提供高灵敏探测
- 优化的光学设计系统保证散射荧光光子的有效收集



## • FPGA 实时控制采集

- 详细展示系统状态
- 16-bit 精度扫描控制
- 120 Msps 高速信号采样
- 纳秒级同步



## • 内置飞秒激光束稳定系统

- 实时监测激光指向
- 闭环锁定设计，实现最小化光路漂移

## • 主机 - 适配器连接光纤

- 柔性光纤连接，主机可灵活放置

## • 激光适配器

- 配置光束调节和整形装置
- 适配各品牌的飞秒激光器

# Smart

## 易于使用

### SUPERGIN 系统控制采集软件

SUPERGIN 简单易用，具备设备控制、图像采集、处理、注释和基本分析功能。模块化的软件平台易于学习，且能以多维度、多时间点采集及处理分析图像。非破坏性的图像处理、存储和实验管理确保实验结果的可重复性，并可随时检查与回溯实验过程。



**控制区**

- 硬件系统设置
- 样本参数设置
- 多模式同步化记录：成像及行为学数据采集

**视图区**

- 图像采集参数设置
- 多通道图像实时展示
- 图像缩放及拼接功能

**图像工具**

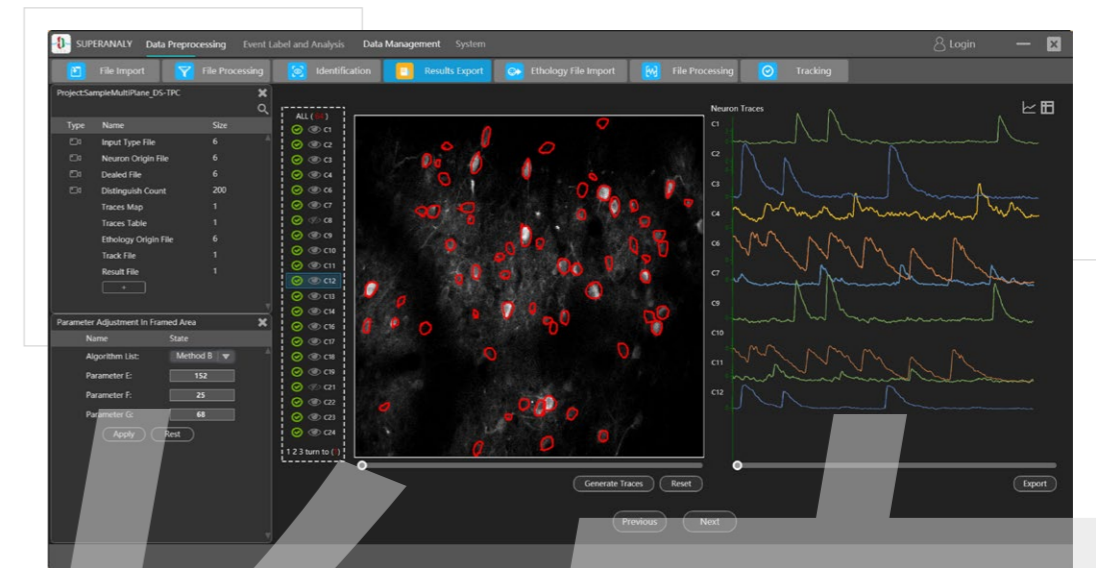
- 实时展示设置
- 伪彩和 ROI 工具
- 实时图像直方图信息

**实验管理**

- 轻松管理图像数据
- 实验备注
- 一键导出数据以供分析

### SUPERANALY 数据处理与分析软件

SUPERANALY 具有成像数据处理、细胞自动识别与校对、荧光信号提取以及动物行为学轨迹生成和分析等功能。可支持各类数据的对比展示，同步分析外部输入信号、神经元细胞活动状态与动物行为事件之间的关联关系。此外软件支持不同文件的导出格式，可适用于多种图像处理和数据分析软件。



神经元自动识别与轨迹生成

智能化的数据处理流程

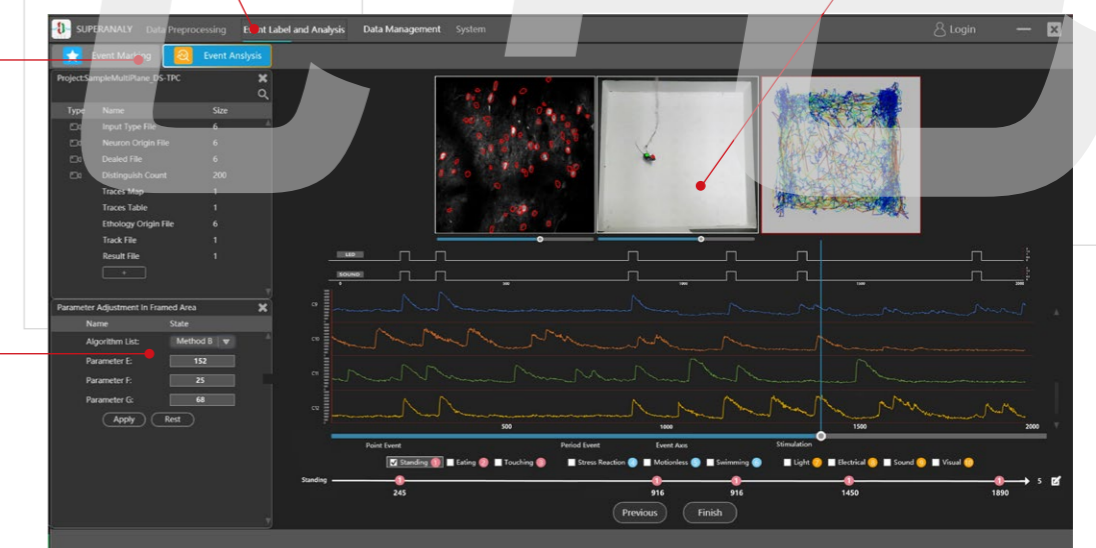


菜单区

流程区

操作及结果显示区

参数设置区



关联成像数据与动物行为学事件

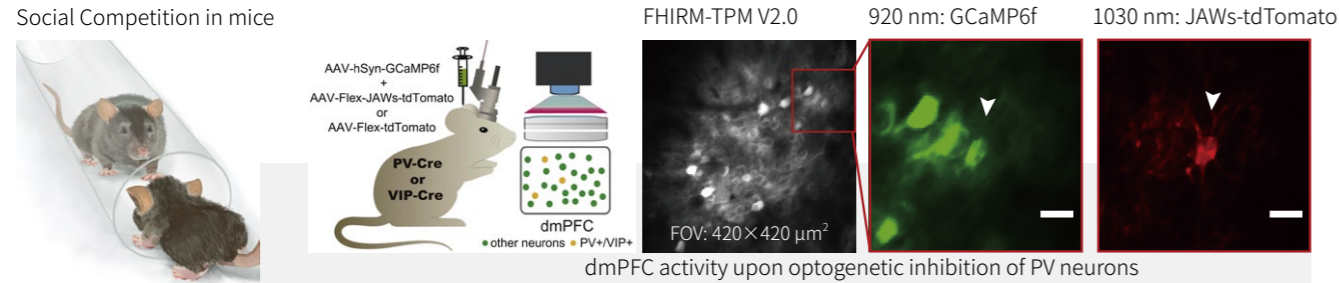
### 软件特点

1. AI 算法：拥有 AI 算法内核，随着样本训练数的增加，运算结果将更加精准。
2. 算法池：强大且可扩展的算法池，可支持多种应用计算。
3. 功能强大：具有精准的事件标定方式、多维度的关联关系分析功能、较高的文件适配性和兼容性。
4. 操作简便：提供一键式预处理和分步式预处理两种模式，使处理更简便。



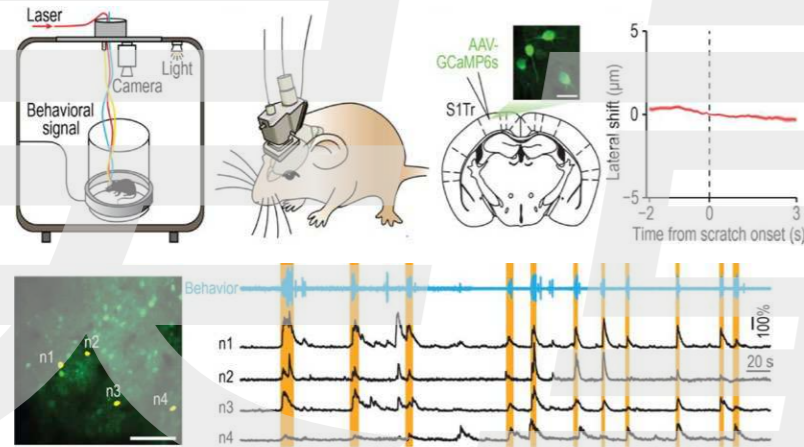
# 应用

社会竞争在决定个体的社会地位方面起着关键作用。动物行为学实验发现获胜行为与血管活性肠多肽 (VIP) 顺序启动的锥体 (PYR) 神经元和细小白蛋白 (PV) 中间神经元的钙活动相关。在清醒小鼠中使用微型双光子显微镜和光学记录, 发现 VIP 刺激直接导致 PYR 和 PV 神经元快速抑制后激活的两阶段活动模式, 这种去抑制 VIP-PV-PPYR 基序形成了 dmPFC 微环路的核心, 以控制社会竞争行为。



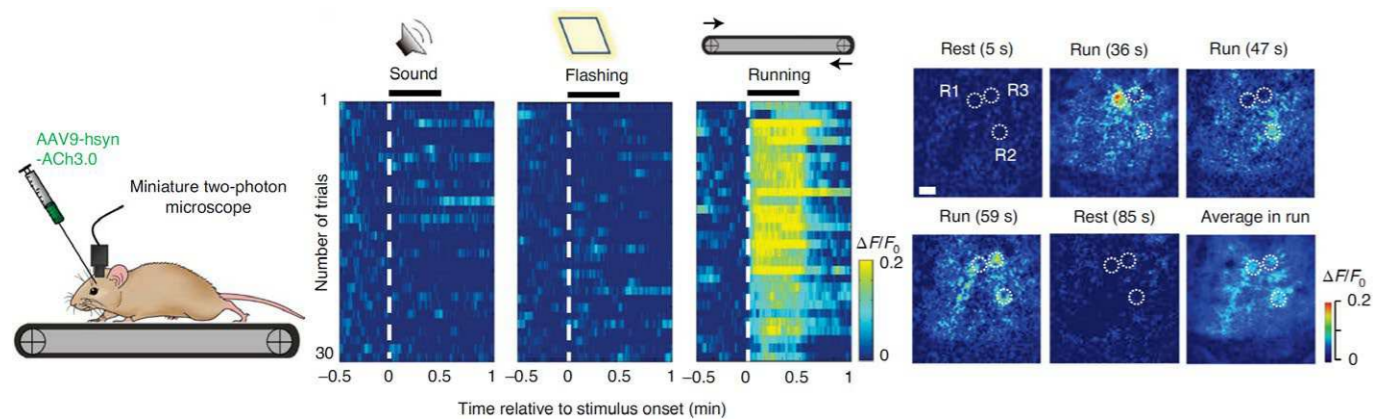
Chaoyi Zhang et al. | Neuron | February 2, 2022

研究自由行为动物的瘙痒感知需要极小的感知刺激输入。微型双光子显微镜使神经钙成像能够用于瘙痒研究。通过操纵脊髓中的 GRPR 神经元诱发瘙痒, 微型化双光子成像技术用于记录小鼠抓挠时 S1Tr 神经元的活动。



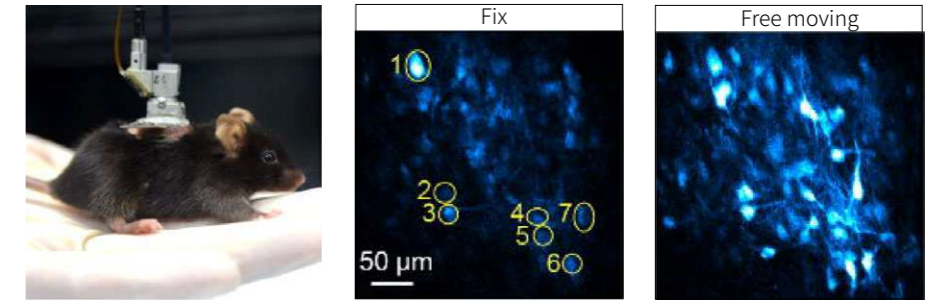
Xiao-Jun Chen et al. | National Science Review | June, 2022

直接测量乙酰胆碱 (ACh) 释放的能力是理解其生理功能的重要步骤。微型化双光子成像被利用于检测 ACh 传感器, 以灵敏指示在执行各种行为的小鼠多个大脑区域中的单次 ACh 动态。



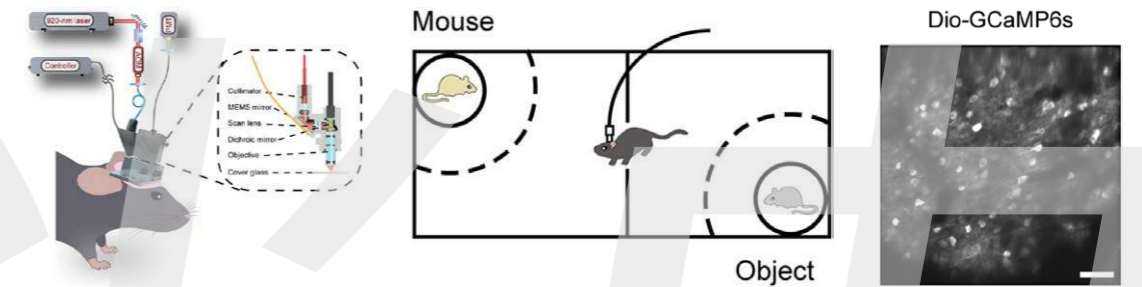
Miao Jing et al. | Nature Methods | September 28, 2020

对自由行为的小鼠脊髓进行长期成像被证实是可行的, 利用微型双光子显微镜可对脊髓参与的自由行为小鼠感觉知觉及相关疾病作用机制进行研究。



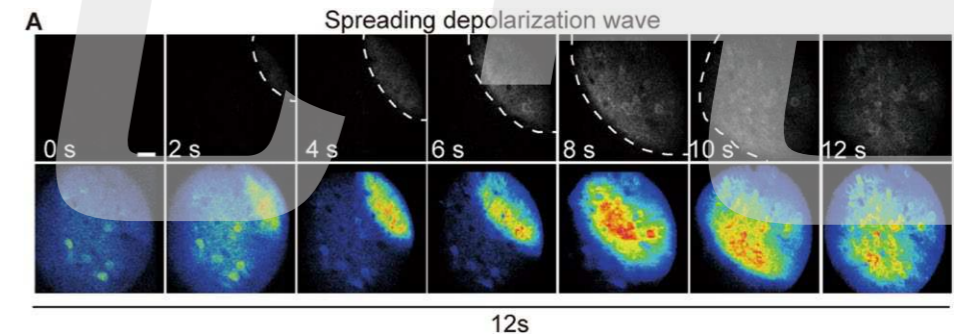
Furong Ju et al. | bioRxiv preprint | January 11, 2022

社会行为研究需要动物处于行为自由的状态。使用微型双光子显微镜 (mTPM) 观察自由行为小鼠 PrL 与社会行为相关的神经元活动, 发现 GABA 能神经元的  $Ca^{2+}$  瞬变与社会行为的相关性比谷氨酸能神经元的更高。



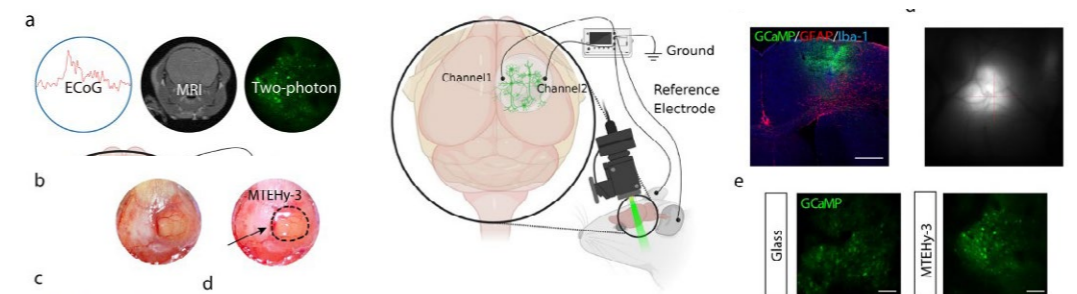
Zhe Zhao et al. | Science Advances | August 31, 2022

利用快速高分辨率的多模态微型化双光子显微镜, 结合脑电图 EEG 信号多模态记录和行为评估, 用于研究自由活动小鼠注射红藻氨酸诱发癫痫发作的开始和传播。



Zhuoran Zhang et al. | Neurosci. Bull | May 11, 2022

水凝胶广泛应用于神经组织修复, 具有良好的组织相容性。微型化双光子显微镜可通过柔性多峰透明电生理水凝胶 (MTEHy) 电极成像, 以记录自由行为动物的神经元  $Ca^{2+}$  活性。

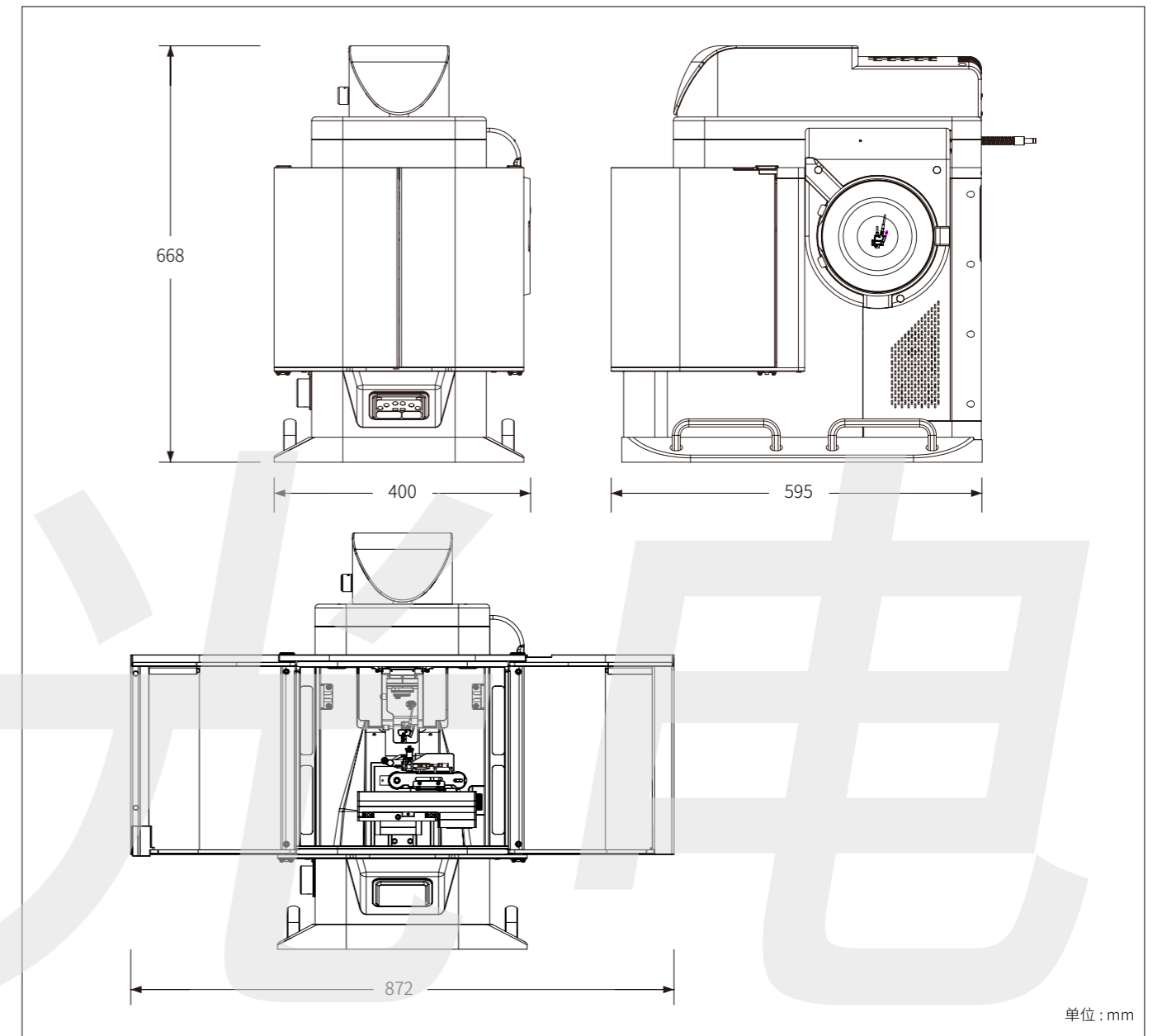


Wei Wei et al. | Acta Biomaterialia | August 28, 2022

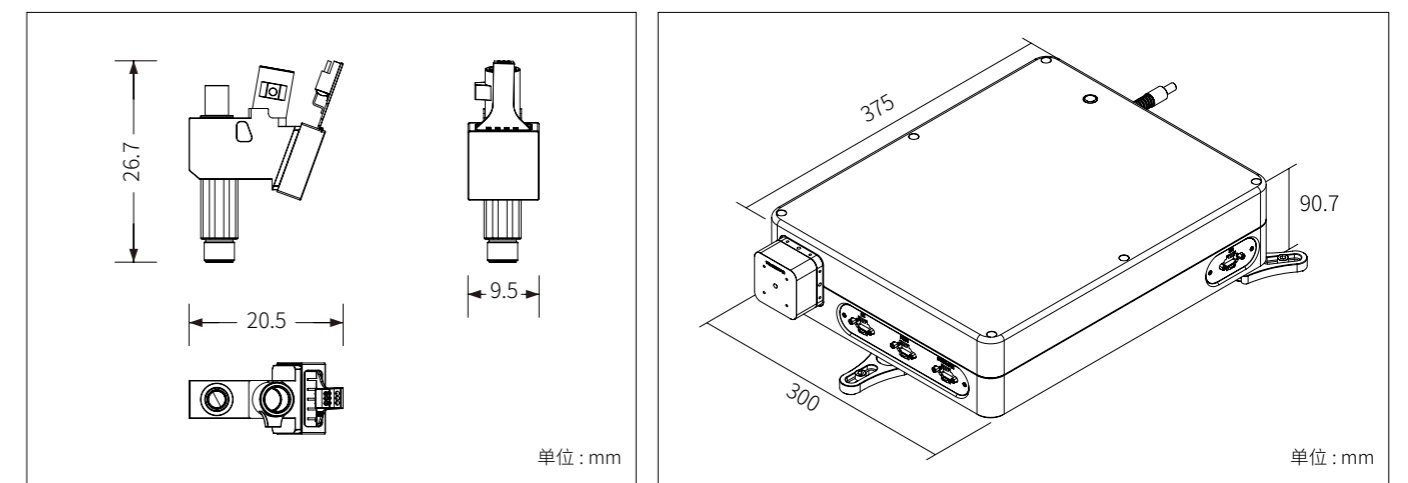
## 技术参数

微型化探头	FHIRM-HR	FHIRM-U	FHIRM-LF
分辨率	0.65 $\mu\text{m}$	0.85 $\mu\text{m}$	1.38 $\mu\text{m}$
成像视场 (对角线)	418 $\mu\text{m}$	640 $\mu\text{m}$	1.33 mm
工作距离		1.08 mm	
成像速度		9 Hz@600×500 18 Hz@300×250	
重量		2.6g	
荧光检测模块	高灵敏 GaAsP PMT 采集波长范围: 300~720 nm 绿色荧光通道: 520+/-25 nm (GCaMP6 / GFP) 红色荧光通道: 625+/-25 nm (RCaMP/tdTomato/mCherry)		
控制器	采样率 $\geq$ 120 Msps	模拟输入分辨率 $\geq$ 14 bit	模拟信号带宽 $\geq$ 60 MHz
光纤耦合模块	内置 AOM, 响应时间 < 250 ns; 带激光快门保护		
成像模式切换模块	XYZ 载物台, 双向重复精度: 1 $\mu\text{m}$ 用于寻找成像视野和定位成像区域		
荧光检测模块	激发波长 470 nm		
软件	CCD 相机, 分辨率 1920×1200 像素, 全视野成像速度 $\geq$ 40 Hz		
系统安装体积	SUPERGIN: 系统控制采集软件 SUPERANALY: 数据处理与分析软件		
系统安装体积	595×400×668 mm <sup>3</sup>		
微型化三维变焦模块 (可选)	~50 $\mu\text{m}$	~150 $\mu\text{m}$	~500 $\mu\text{m}$
飞秒激光器 (可选)	920 nm 飞秒激光器 可适配各品牌飞秒激光器		
成像工作站 (可选)	成像工作站 推荐配置: OS-Win10、RAM-32G、HDD-512 SSD 和 2T HDD		
动物行为学装置 (可选)	动物行为学装置可适用于大多数小鼠行为学实验		
防震台 (可选)	推荐尺寸: 1200×750×750 mm <sup>3</sup>		
安装条件	温度: 20~30 °C, 湿度 < 60%		

## 系统尺寸

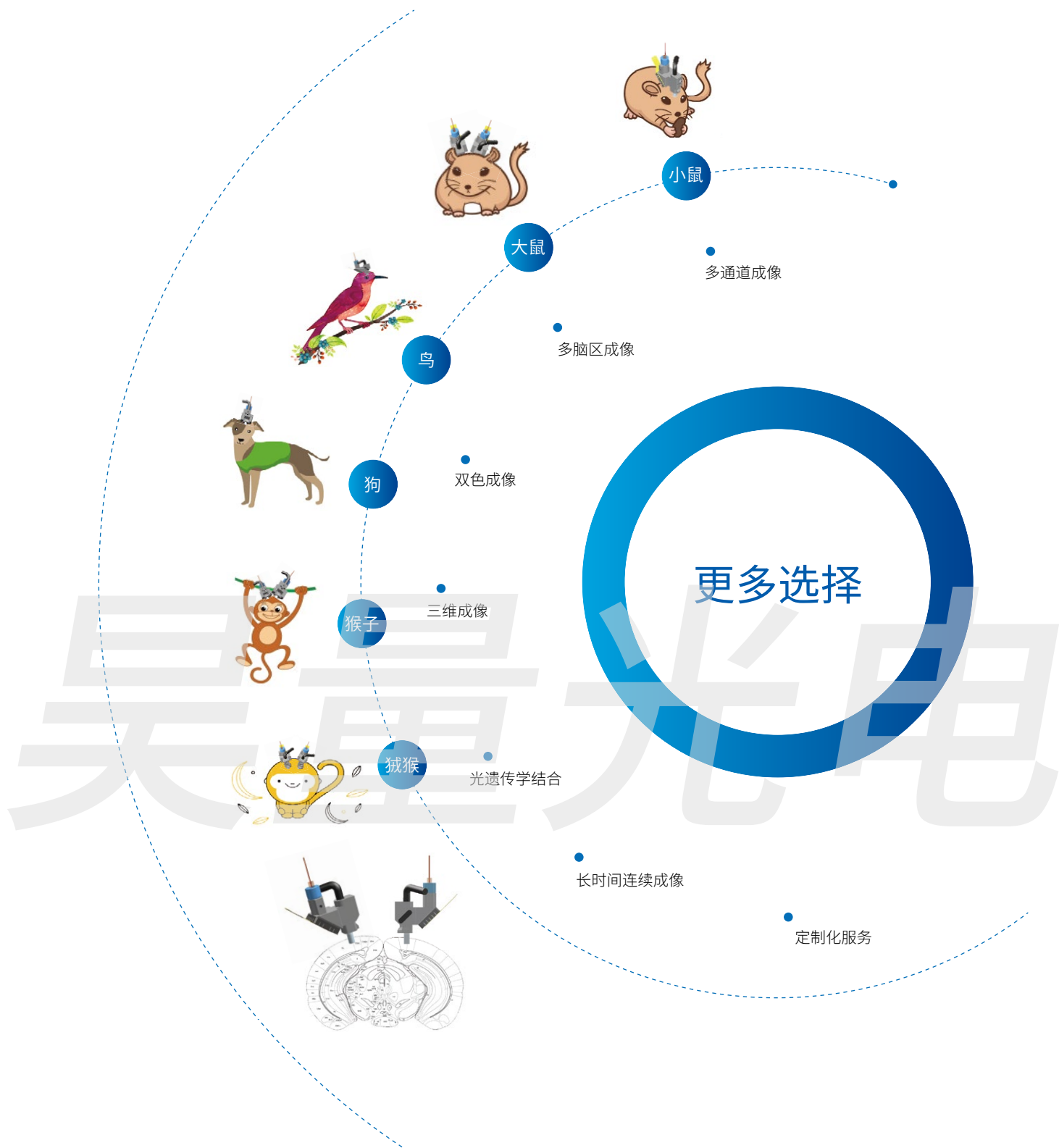


SUPERNOVA-100 尺寸



微型化探头尺寸

激光适配器尺寸



上海昊量光电设备有限公司

电话: 400 888 532

邮件: info@auniontech.com

网址: www.auniontech.com

地址: 上海市徐汇区虹梅路2007号远中产业园三期6号楼3楼