把共聚焦“搬上桌面”：解读 Aurox UNITY 一体式免激光转盘共聚焦

导语：共聚焦显微镜（confocal microscope，一种只收集焦平面信号、把上下层“雾气”滤掉的荧光显微镜）是细胞生物学的常用工具，但它通常依赖激光、暗室和专人维护。英国 Aurox 公司推出的 UNITY 走了另一条路：用 LED 照明加上一张带条纹的旋转盘，把光学切片、活细胞培养、相机和数据存储装进一个桌面机箱，用 iPad 操作。本文梳理它的工作原理、官方规格和已发表文献中的实际使用情况，并说明哪些说法目前还缺少独立证据。

一、它是什么：一台“自带暗室”的一体机



图1｜UNITY 整机外观。上方红色盖板内是低倍总览镜头和样品台，机身侧面小屏显示 CO_2、湿度、温度读数。来源：Aurox Unity 官方宣传册（Ver 1.8.24，2024，经授权经销商 Micro-Optics 发布）封面。

按厂商资料，UNITY 是一台封闭式桌面共聚焦：

- **封闭机身**：样品仓不透光，因此不需要暗室；整机不到 25 kg，只接一根电源线，CO_2 气路从背板接入。
- **活细胞环境**：红色培养样品台可加热（官网写 25–37 °C，部分经销商资料写 35–37 °C），并提供 CO_2 接口；官网注明需另配外部加湿器与 CO_2 混气装置。

- **无线操控**：随机配 iPad，经专用私有无线网络发送指令；iPad 只显示压缩预览，完整原始数据存在机内 4 TB 固态硬盘上，也可接网络存储。
- **采集模式**：时间序列、Z 轴层扫（Z-stack，即沿深度方向逐层拍摄）、拼图扫描、多位点、多通道；支持载玻片、培养皿和 6–384 孔板；配红外硬件自动对焦和图像软件自动对焦。

二、原理：条纹盘如何“分辨”焦内与焦外

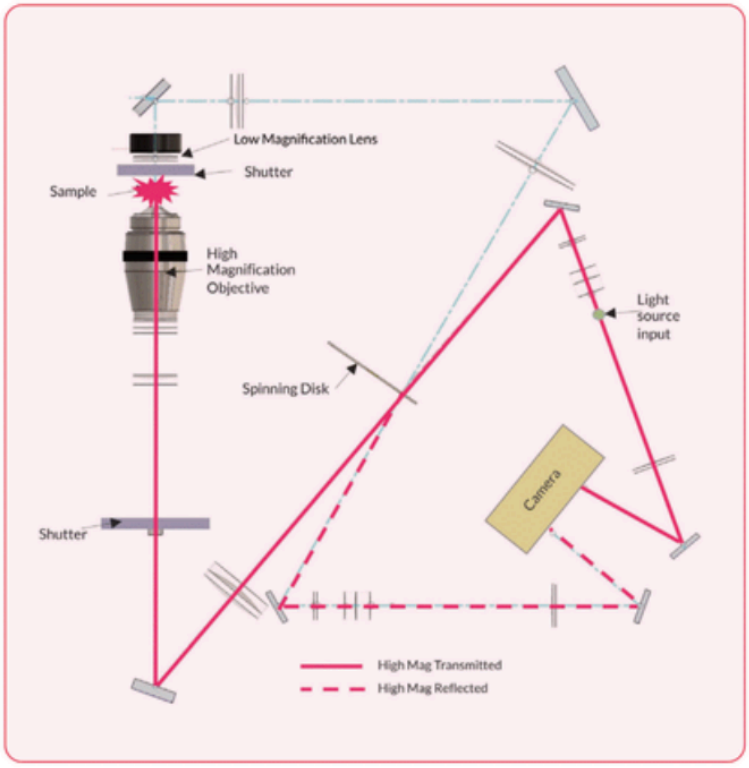


图2｜UNITY 光路示意。样品上方是 3.25× 低倍总览镜头，下方是高倍物镜；LED 光经旋转盘照向样品，返回的荧光一路透过盘（实线）、一路被盘反射（虚线），最终都进入相机。来源：Aurox Unity 官方宣传册（2024）第 5 页。

传统转盘共聚焦用的是带上千个小孔的尼普科夫盘（Nipkow disk），只有很小比例的光能穿过小孔，因此一般需要高功率激光。Aurox 的做法源自牛津大学 Tony Wilson 团队 1996 年发表于 *Nature* 的“孔径相关”（aperture correlation）思路，属于**光学切片型结构照明**（OS-SIM）：

1. 旋转盘上刻着透光、反光相间的平行条纹，约一半面积透光，因此对普通白光或 LED 光源的利用率较高；
2. 条纹被投射到样品上，**只有焦平面上图案清晰**，焦外区域受到的照明基本是均匀的；
3. 荧光返回旋转盘时，焦面信号与条纹对齐，主要**透过**盘（T 像）；焦外信号已被模糊，大致在“透过”和“反射”（R 像）两路之间平分；
4. 两幅像相减（T−R）得到光学切片像，相加（T+R）得到普通宽场像。

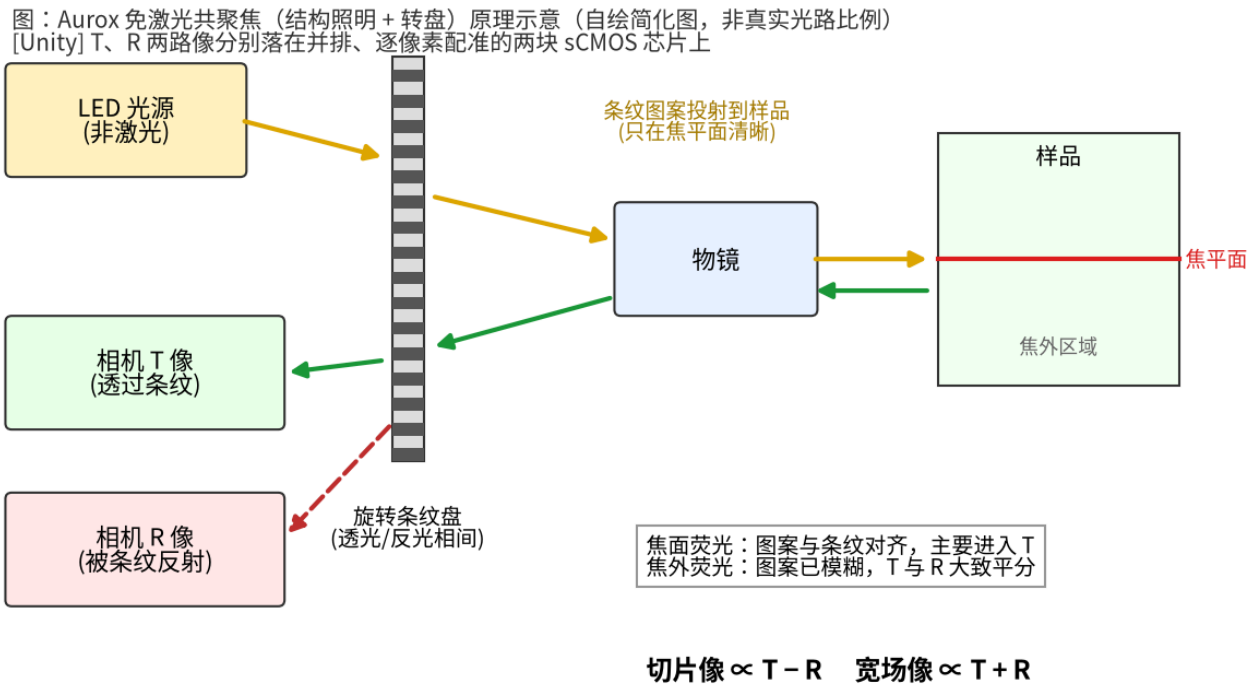


图3｜结构照明转盘的简化原理（自绘示意，非真实光路比例）。公式关系见 Hussain 等，J Microsc 2022。

UNITY 的特殊之处在于相机：与 XIMEA 合作定制的两块 2048×2048 sCMOS 芯片（sCMOS 是一种低噪声、高速的科学级相机传感器）并排装在同一块电路板上、逐像素配准，分别接收 T 像和 R 像。由于两幅像是同时拍下的，**宽场与共聚焦切换靠软件计算，不需要机械动作**。需要说明的是，这里的“结构照明”目的是去除焦外模糊，**不能突破衍射极限**，与提升分辨率的超分辨 SIM 并非一回事（Manton, 2022）。

三、官方规格：版本之间有出入

项目	官方/经销商资料
光源	内置多光谱 LED；激发 370–700 nm，发射 410–750 nm
光学切片	0.6 μm（FWHM，1.4 NA 油镜；2024 宣传册）；官网现版写 0.9 μm（100×/1.45 NA，以薄荧光层轴向响应半高宽定义）
分辨率	横向 275 nm × 轴向 700 nm（1.45 NA，官网现版）
速度	单色最高 40 帧/秒；三色 13 帧/秒（2024 宣传册）或 22 帧/秒（官网现版）；最短曝光 20 ms
通道	早期资料为 DAPI/FITC/TRITC 三通道，现为四通道（Pinkel 滤光片组），切换 <1 ms
视野/倍率	总览模式约 4 mm × 4 mm；高倍物镜可在订购时定制（经销商 icit.bio 页面写 20–60× 尼康镜头，官网写 4–100× 成像模式）

> 提示：上表全部来自厂商或经销商，未见独立评测复核。不同年份资料的数值不一致，采购或写方法学时应以合同技术附件和实测为准。

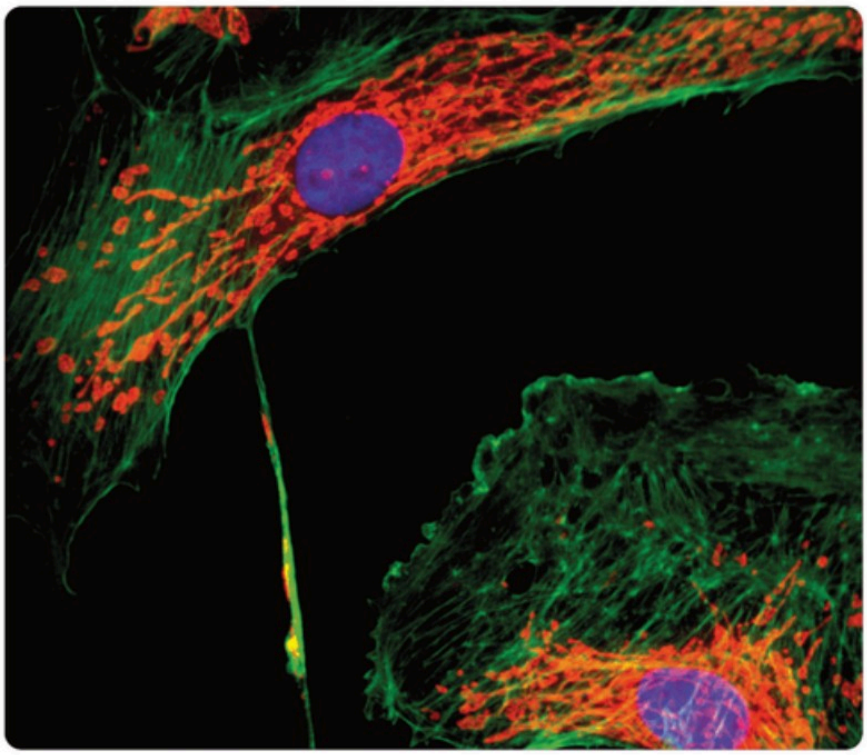


图4｜厂商提供的多色细胞示例图（蓝：细胞核；绿：细胞骨架；红：线粒体样结构）。宣传册未注明样品制备、物镜和处理方式，仅作效果示意。来源：Aurox Unity 宣传册（2024）第 4 页。

四、已发表研究：用 UNITY 做了什么

检索 Europe PMC 全文库（含 PubMed Central 与预印本）后，明确写明使用 UNITY 的同行评议论文目前只有少数几篇，且集中在德国吉森大学 M. L. Schmitz 课题组及其合作者：

- **Pfisterer 等，*Open Biology* 2024**：在 HCT116 等细胞中研究有丝分裂期组蛋白 H2B 第 6 位丝氨酸磷酸化的时空分布，共聚焦图像在 UNITY 上采集，并用反卷积软件处理。
- **Deutschmeyer 等，*International Journal of Cancer* 2024/2025**：研究 SIAH3 基因的表观沉默与线粒体代谢，部分共聚焦图像由 UNITY 拍摄。
- **Dreute 等，*Cell Death & Differentiation* 2025**：用 60×/1.4 NA 物镜、0.15×0.15×0.3 µm 体素对表达 COX8-GFP 的细胞做线粒体三维成像，统计线粒体数量和分支长度；同机还用于 Lamin B1 染色的核形态分析。

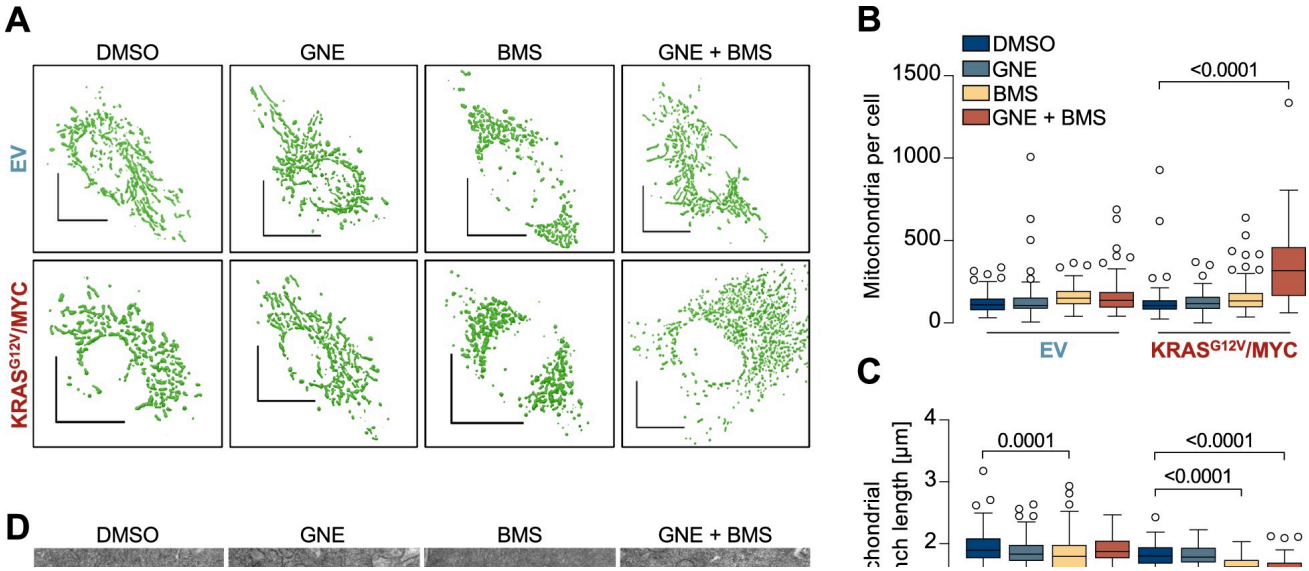


*图5｜文献实例：用 UNITY 采集的 Z 轴层扫重建出线粒体三维表面（A），并定量每个细胞的线粒体数目（B）与平均分支长度（C），比较药物处理和致癌基因表达的影响。注意样品为**固定后**成像。来源：Dreute J 等，Cell Death Differ 2025，Fig. 5A–C（CC BY 4.0，已裁剪）。*

怎样理解这些证据：它们说明 UNITY 能产出达到期刊发表要求的固定样品三维荧光数据，可用于线粒体形态、核形态等常规定量；但这些论文都把显微镜当作工具，**没有系统比较它与激光共聚焦的分辨率、信噪比或光毒性**。另有一篇 2022 年意大利帕多瓦会议摘要把 UNITY 列为可用于活细胞成像的紧凑型显微镜，但没有给出数据。

五、与激光共聚焦相比：取舍而非替代

- **成本与维护**：LED 寿命长、无需激光器，也不需要按激光安全等级管理，厂商据此强调使用成本低。具体价格未公开，难以独立核实。
- **光毒性**：光毒性（强光照射对活细胞造成的损伤）主要与照射的峰值强度和总光剂量有关。与点扫描相比，转盘类方法同时照亮整个视野，单点光强更低，这一点有综述支持（Icha 等，2017；Laissue 等，2017）。但“UNITY 光毒性更低”目前**只有厂商表述，未见针对该机型的实测发表**。
- **生物安全实验室**：官网称机身封闭、便于常规消毒，“适合 CAT-3 实验室”（英国三级防护，大致对应我国 BSL-3/P3）；国内代理也宣传可远程操控、减少人员进出。这是合理的设计取向，但未见相关认证或使用报告，入驻前须经本单位生物安全评估。
- **灵活性**：激光点扫描共聚焦可调针孔、做光谱拆分、光漂白恢复（FRAP）等光操控实验；一体机的物镜、滤光片和扩展性相对固定，这类需求仍需传统平台。

六、局限

1. **减法带来的噪声**：T–R 能去掉焦外信号的“平均亮度”，却去不掉它的光子随机涨落（散粒噪声）。背景越亮、样品越厚，切片像越“颗粒”，这是这类方法的通用限制。
2. **深度有限**：激发为宽场式照明，在强散射组织中，图案会迅速变模糊，不适合替代双光子等深层成像手段。

3. **证据面窄**：已发表的使用来自少数课题组，样品多为固定细胞；长时程活细胞成像、可比性评测尚属空白。
4. **规格不统一**：不同年份资料的切片厚度、帧率、通道数存在差异。

七、该仪器对研究的相关性及重要性

对多数细胞生物学实验室来说，UNITY 的意义不在于“性能最强”，而在于**降低获得光学切片数据的门槛**：

- **适合谁**：需要日常做细胞器形态、蛋白定位、Z 轴层扫、孔板多位点和中短时程活细胞观察，但不想长期排队用平台共聚焦的课题组；空间紧张、没有暗室的实验室；以及希望把成像设备放进防护区、减少人员进出的感染性病原研究团队（需另行评估）。
- **价值所在**：一机同时得到宽场与切片像，便于快速比较；封闭环境加自动对焦，有利于长时间无人值守采集；数据集中存储，便于远程查看和多人共享。
- **使用建议**：采购前用自己的典型样品（尤其是厚样品、弱荧光样品）与现有激光共聚焦做同条件对比；在论文方法部分如实写明“结构照明/孔径相关式免激光转盘共聚焦”、物镜和切片模式，便于他人复现。

总体而言，UNITY 把一种已有近 30 年历史、原理清楚的光学切片技术做成了易用的桌面产品。它适合作为高频、常规成像的“第一台共聚焦”，而对极限分辨率、深层组织或光操控实验，激光共聚焦和其他专用平台仍不可替代。

主要参考来源

官方及经销商资料 1. Aurox Ltd. Unity 产品页（规格、CAT-3、iPad、环境控制）. aurox.co.uk, 2026 访问. https://www.aurox.co.uk/aurox-unity.php 2. Aurox Ltd. *Unity – The All-in-One Benchtop Confocal* 宣传册 Ver 1.8.24, 2024（Micro-Optics 发布）. https://cdn.shopify.com/s/files/1/0823/6194/2303/files/Aurox_Unity_Brochure_-_Micro-Optics.com.pdf 3. Aurox. Unity 产品页（早期规格：3 通道、13 fps、CoolLED 光源）. laserfreeconfocal.com. https://laserfreeconfocal.com/product/aurox-unity/ 4. XIMEA. Case study: Aurox Unity – laser free confocal microscope, 2020. https://www.ximea.com/case-study-aurox-unity-laser-free-confocal-microscope 5. 北京欧浩科技. Unity 一体化活细胞转盘共聚焦（中国区代理产品页）. https://www.ohhktech.com/Unity/103.html

使用 UNITY 的已发表研究 6. Pfisterer M, et al. The Aurora B-controlled PP1/RepoMan complex determines the spatial and temporal distribution of mitotic H2B S6 phosphorylation. *Open Biol.* 2024;14:230460. doi:10.1098/rsob.230460 7. Deutschmeyer VE, et al. SIAH3 is frequently epigenetically silenced in cancer and regulates mitochondrial metabolism. *Int J Cancer.* 2025;156(2):353–367. doi:10.1002/ijc.35202 8. Dreute J, et al. Synergistic targeting of cancer cells through simultaneous inhibition of key metabolic enzymes. *Cell Death Differ.* 2025;32:2239–2256. doi:10.1038/s41418-025-01532-5 9. Sweeney HL, et al. 2022 Padua Days on Muscle and Mobility

Medicine: collection of abstracts. *Eur J Transl Myol*. 2022;32:10440. doi:10.4081/ejtm.2022.10440（会议摘要，仅提及）

原理与通用背景（非 UNITY 专属研究） 10. Juskaitis R, Wilson T, Neil MAA, Kozubek M. Efficient real-time confocal microscopy with white light sources. *Nature*. 1996;383:804–806. doi:10.1038/383804a0 11. Wilson T, Juskaitis R, Neil MAA, Kozubek M. Confocal microscopy by aperture correlation. *Opt Lett*. 1996;21:1879–1881. doi:10.1364/OL.21.001879 12. Neil MAA, Juskaitis R, Wilson T. Method of obtaining optical sectioning by using structured light in a conventional microscope. *Opt Lett*. 1997;22:1905–1907. doi:10.1364/OL.22.001905 13. Hussain SA, et al. Wavefront-sensorless adaptive optics with a laser-free spinning disk confocal microscope. *J Microsc*. 2022;288:106–116. doi:10.1111/jmi.12976 14. Manton JD. Answering some questions about structured illumination microscopy. *Phil Trans R Soc A*. 2022;380:20210109. doi:10.1098/rsta.2021.0109 15. Oreopoulos J, Berman R, Browne M. Spinning-disk confocal microscopy: present technology and future trends. *Methods Cell Biol*. 2014;123:153–175. doi:10.1016/B978-0-12-420138-5.00009-4 16. Icha J, et al. Phototoxicity in live fluorescence microscopy, and how to avoid it. *BioEssays*. 2017;39:1700003. doi:10.1002/bies.201700003 17. Laissue PP, et al. Assessing phototoxicity in live fluorescence imaging. *Nat Methods*. 2017;14:657–661. doi:10.1038/nmeth.4344

图片说明：图1、2、4 来自 Aurox 官方宣传册，版权归 Aurox Ltd.，公开发表前建议取得厂商或代理商书面许可；图3 为自绘示意；图5 来自 CC BY 4.0 开放获取论文，转载须保留署名与许可信息，并建议发表前再次确认期刊转载政策。

本文为对公开资料与文献的解读整理，非厂商官方译文。

北京欧浩科技有限公司（英国 AUROX 中国区代理）
咨询邮箱：lili@ohhktech.com　网站：www.aurox.com.cn

北京欧浩科技有限公司

ORIENTAL HORIZON TECHNOLOGY CO., LTD.

AUROX UNITY 一体式转盘共聚焦

更多规格、应用案例与演示申请，请访问欧浩科技官网

https://www.ohhktech.com

电话：13511029964 / 010-81311551

邮箱：judy.cheung@ohhktech.com

地址：北京市丰台区航丰路1号时代财富天地 A座2703

德国 MMI · 英国 AUROX · 法国 INSCOPER 中国区授权代理

本页由北京欧浩科技添加，便于索取资料后继续了解产品与售后支持。