

# 高校共享平台中转盘共聚焦系统的培训模式探索

张梦馨\*

(温州医科大学科研实验中心, 温州 325035)

**摘要:** 转盘式激光共聚焦显微镜是应用范围十分广泛的光学仪器, 本文以温州医科大学科研实验中心大型仪器技术平台的活细胞转盘共聚焦系统为例, 介绍了该仪器的简单技术原理、开放共享情况, 并根据实际运行情况探索了培训内容和方式, 以进一步提高培训模式的有效性和可行性, 供相关技术人员作参考。

**关键词:** 转盘共聚焦; 培训模式; 高校仪器平台; 开放共享

## Exploration of the spinning disk confocal microscope training mode in the university sharing platform

ZHANG Meng-Xin\*

(Scientific Research Center, Wenzhou Medical University, Wenzhou 325035, China)

**ABSTRACT:** Spinning disk confocal microscope is a widely used optical instrument. This article takes the live cell spinning disk confocal system of the large-scale instrument sharing platform of Wenzhou Medical University as an example, to introduce the basic technical principles and open sharing status of this instrument. Based on actual operating conditions, this article explores the content and methods of training to further improve the effectiveness and feasibility of the training mode, providing a reference for relevant technical personnel.

**KEY WORDS:** spinning disk confocal; training mode; university instrument platform; open sharing

## 0 引言

建设世界一流大学和一流学科是我国高等教育的重大战略部署, 对推动高等教育强国建设具有十分重要的意义<sup>[1]</sup>。高校在“双一流”建设中起着坚实的支撑作用, 同时也是目前我国大型仪器设备的重要集聚地, 随着国家的大量投入, 高校大型仪器设备的体量、种类和先进性不断上升<sup>[2]</sup>, 大型仪器开放共享已成为必然趋势。温州医科大学科研实验中心大型仪器技术平台是由学校投入资金建设的校级大型仪器共享平台, 为学校科技创新、学科建设、人才培养提供助力。

转盘式激光共聚焦显微镜 (Spinning Disk Confocal Microscopy)

是随着激光共聚焦显微镜的发展而逐步发展起来的<sup>[3-4]</sup>, 专为快速三维超高分辨成像和活细胞长时间观察设计, 应用范围广, 是本平台中使用频率最高的形态学仪器之一。该仪器为科研工作者在活细胞观察及大视野成像方面提供了更多的可能和机会, 而如何提升该仪器的使用效益, 促进大型仪器开放共享, 对技术人员在日常管理和应用培训等方面提出了更多元化的要求。本文介绍了本平台活细胞转盘共聚焦系统的共享情况及日常培训形式, 供相关管理人员及技术人员借鉴。

## 1 活细胞转盘共聚焦的技术原理

传统的单光子激光共聚焦显微镜是由一个窄激光束照射样

\* 通信作者: 张梦馨, 硕士, 实验员, 研究方向: 形态学相关大型仪器应用与管理。E-mail: zhangmx@wmu.edu.cn

\*Corresponding author: ZHANG Meng-Xin, Master, Experimentalist, Scientific Research Center, Wenzhou Medical University, Wenzhou 325035, China. E-mail: zhangmx@wmu.edu.cn

品上的一个聚焦点，通过移动激光束照射的位置完成样本的扫描，利用针孔来排除非焦面信号进入探测器，经过信号采集以及信号处理输出到计算机上得到整个图像<sup>[5]</sup>。而在转盘共聚焦中，如图1所示，由一个扩展的激光束照射在第一个圆盘上的微透镜阵列上，每个微透镜都有一个与之共轴并位于第二个圆盘上的针孔，当两个圆盘同步高速旋转时，一组激光束即可扫描整个视野。当样本上信号被激发后，信号沿着显微镜光路返回，穿过针孔阵列时实现共聚焦过滤杂信号。每次扫描后，高灵敏

相机 (sCMOS) 就可以对整个视野进行面成像，不再需要为每个聚焦位置记录单独的图像并在软件内进行图像重构<sup>[6-7]</sup>。

本平台使用的是奥林巴斯活细胞转盘共聚焦系统 (SpinSR)，配备高速成像的 sCMOS、活细胞工作站、超高分辨技术 (OSR)、TruSight 反卷积算法以及硅油物镜，使其在短暂的电生理过程 (如钙火花) 捕捉、活体模式动物血流检测、活细胞长时程监测、亚细胞结构观察、厚组织样本 3D 深层次成像等应用上具有一定的优势。

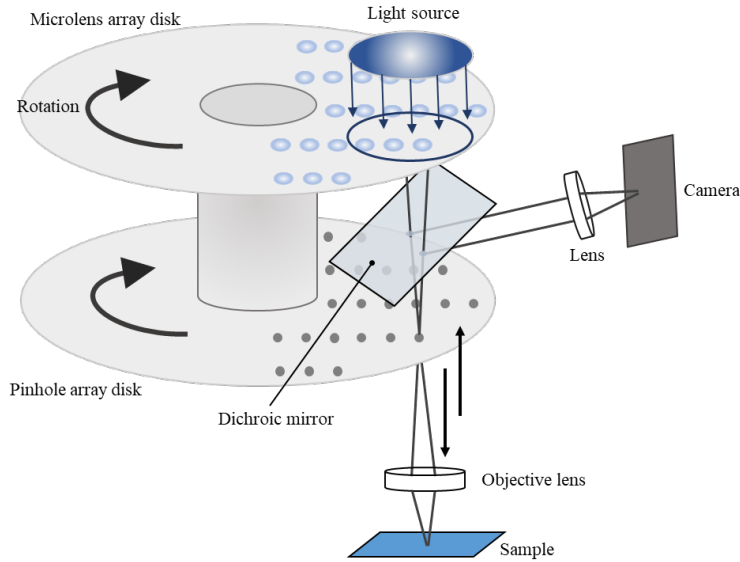


图1 转盘共聚焦显微镜示意图

Fig.1 Schematic of spinning disk confocal microscope

## 2 平台中活细胞转盘共聚焦的开放共享情况

随着科研工作中高质量成像的需求量不断增长，活细胞转盘共聚焦系统的使用量也持续提高。平台的活细胞转盘共聚焦系统自 2021 年开放运行，年平均使用机时超 1000 小时，总使用次数达 2100 余次，服务校内外三十余个课题组，为用户提供上机测试、数据分析、培训指导等技术服务，涵盖了药理学、肿瘤学、血管生物学、小鼠脑图谱建立、活体模式动物血流观察等多个研究方向，为学科建设及发展提供了坚实的保障。

网络化管理模式也显著地促进了仪器的开放共享<sup>[8]</sup>。平台使用系统预约制度进行仪器预约使用，在大型仪器共享管理系统内登录用户账号，通过相应仪器培训后由技术人员授权预约使用的权限，在预约的时间段内由本人持校园一卡通刷卡上机使用；若未及时参加培训，无预约使用资格的用户，则需在仪器空闲时间段内预约送样，全程由技术人员操作进行实验。这样的管理模式增强了大型仪器的信息透明度，用户可在系统内查询到仪器的品牌信号、技术指标、技术人员联系方式等信息，且可以直观地查看仪器的预约情况，以便用户安排自己的实验计划。实现从仪器选择—报名培训—预约使用全程一体化管理，

有效整合大型仪器资源，提升活细胞转盘共聚焦系统的整体使用量。

平台上的活细胞转盘共聚焦系统开放共享使用中主要存在以下三个问题。

### 2.1 实验条件难以摸索

该仪器的用户量较大，且实验样本及实验目的均不同，实验设计复杂，同品牌同型号仪器可参考的文献较少，每位用户均需多次尝试并调整参数，摸索最合适自己的实验条件以及实验方法。例如，使用该仪器做活体小鼠的肝脏成像时，市面上无售卖的相应适配器，因此需要用户在工程师的指导下自主制作小鼠固定装置，并且通过各种组合模式调试出最适宜的软件内拍摄参数。

### 2.2 用户难以自主上机

该仪器功能较多，操作较传统激光共聚焦显微镜更为复杂、繁琐，用户理论基础、应用水平参差不齐，难以在短时间内驾驭一台大型仪器，并且容易操作失误对仪器造成伤害，此时需要技术人员在旁辅助操作。

### 2.3 技术人员一人多管

本平台每位技术人员同时管理多台大型仪器，负责相应仪

器的用户培训及仪器运行维护管理工作，工作量较大，难以准确掌握每台仪器的即时情况。因此更加高效的培训方式可有效提高大型仪器设备的利用率，并减轻技术人员的工作压力。

### 3 多种形式的技术培训模式

#### 3.1 理论培训

用户在参加技术培训的第一步就是接受理论培训，了解活细胞转盘共聚焦系统的相关基础知识，为上机培训打下一个扎实的基础，平台的理论培训共分为以下三种模式：

(1) 根据平时仪器使用情况及各个课题组反馈的实验需求，平台每月安排一次常规理论培训，由用户于大型仪器技术平台预约系统内自主报名，按照每个课题组不超过3人，近期有使用需求的课题组优先报名的原则选取用户参加。

理论培训内容包括：介绍荧光成像原理，仪器结构部件，仪器工作原理，基础功能，仪器配置，仪器使用注意事项等。

(2) 开设大型仪器应用技能课程，供新入学研究生选修，课程中包含共聚焦显微镜和超高分辨显微镜理论课。研究生可通过该课程了解激光共聚焦显微镜的基础理论知识，包括共聚焦显微镜基本构造、基础功能及光学成像原理。

(3) 不定期邀请技术专家开展仪器相关理论专题讲座，紧跟前沿新方法。2023年平台举办大型仪器开放日——活细胞转盘共聚焦系统研修班，其专题讲座内容包括显微图像数据采集与分析、转盘共聚焦成像特点及应用案例介绍，线上线下同步进行，并且保留直播回放供用户后续进行深入学习。

三种理论培训模式，增加了用户接触与掌握转盘共聚焦系统拍摄技能的途径，提高了用户对于转盘共聚焦系统的认知；从各个角度及培训深度让不同需求的用户选择合适自己的培训方式，更加全面地介绍转盘共聚焦系统的功能，并且使得用户能够直观地了解平台上各类显微镜的功能与各自擅长的研究领域。与此同时，能够有效减轻技术人员的常规培训压力。

#### 3.2 上机培训

上机培训是培训中最重要的一环，从最基础的硬件开关机，到软件内的高级应用操作，都需要在上机培训的过程中让用户理解并消化掌握，平台的上机培训通过以下三个方面开展。

(1) 通过报名并参加过平台每月定期开展的理论培训的用户将在培训的第二阶段参加上机培训，采取小班制模式，每场培训由一名技术人员演示及指导，八名用户进行上机操作学习。

由技术人员演示开机步骤，依次介绍各硬件部分名称、作用，并开启软件，介绍软件内相应模块。介绍各类样品的不同放置方式及注意事项，并用事先准备好的生物样品演示拍摄过程：将样品置于载物台上，选择合适的物镜及荧光通道，使用倒置显微镜寻找合适的视野与焦平面后，在软件内使用激光扫描预览该区域，在按住ctrl键的同时利用鼠标滚轮细调焦平面，

调整激光功率、曝光时间以达到最佳成像效果。技术人员演示并讲解多通道扫描，Z轴层扫，XY多点拍摄，大图拼接，时间序列，自动对焦等功能，并让用户上手尝试，指导用户进行拍摄，纠正使用过程中的不规范操作。

(2) 用户在经过基础理论培训及常规上机操作培训后，可自主上机操作仪器。然而在实际拍摄过程当中，由于缺乏经验以及操作不熟练，会出现许多问题，此时用户可即时寻求技术人员的协助。平台设立形态学研究室，负责形态学相关仪器（如激光共聚焦显微镜、活细胞转盘共聚焦系统、超快速双光子在体成像系统等光学大型仪器）的开放运行，除活细胞转盘共聚焦系统配备的两位技术人员外，研究室内各技术人员轮转学习，做到每位技术人员均能为用户答疑解惑，帮助用户巩固该仪器的拍摄技能。技术人员的及时辅助可以为用户的科研顺利保驾护航，帮助用户克服对于掌握一台大型仪器的恐惧，提高仪器的使用效益，并且避免了新手错误操作造成仪器的损害。

(3) 用户在掌握基础应用功能后，对于高级复杂的拍摄形式及数据分析技能的需求逐步增多。在平台举办的大型仪器开放日——活细胞转盘共聚焦系统研修班活动上，各学院的师生用户在现场工程师指导下，针对用户的个性化样品及需求，探索荧光标记活细胞的长时程显微成像、高分辨率共聚焦和超高分辨细节成像、在体实验动物荧光功能性成像及变化过程信号捕捉等实验技术。同时进行相应的实验数据分析指导，辅助用户共同完成结果解读，并建立一套针对此类实验的完整分析方法。该活动在原有的设备与技术基础上，结合了资深工程师的经验与见解，为用户进一步科学研究工作的开展提供了很大的帮助。

通过有针对性的培训方式，层层递进，保证每一位用户都得到相应的辅助，且能够独立完成自己实验相关的正确仪器操作。一方面提高了用户掌握该仪器的效率，另一方面也为解决新兴技术难题提供了更加全面的思路，拓宽仪器的应用范围，提升仪器的使用率。

#### 3.3 高级用户考核

平台设置高级用户制度，通过考核并授权的高级用户可在非工作时段内（含节假日）预约仪器并自主进行仪器使用。

用户达到使用活细胞转盘共聚焦系统5次以上且使用时长超过10小时后，即可申请参加该仪器的高级用户考核。在技术人员通过该用户的日常使用情况及其是否能够熟练掌握使用方法进行初步评估后，筛选符合技术要求的用户参与高级用户考核。参与考核的用户首先应完成并通过大型仪器共享系统上相关仪器的在线理论考试，并在规定时间内参加线下上机实操考核。考核由两位技术人员共同参与，主要考核内容分为以下三部分。

(1) 仪器原理掌握情况，主要考核用户对于该仪器基本原理、配置的激光器情况以及对于油镜理论知识掌握情况。

(2) 上机操作情况, 主要内容为: 开关机步骤, 不同样品的放样方式, 实际操作找到正确的视野、焦平面并在软件内完成多通道成像、大图拼接、Z轴层扫、时间序列、多点拍摄等操作, 并在拍摄完成后导出数据, 完成下机步骤。

(3) 问题处理能力, 主要考核用户对于使用过程中可能出现的扫描时显微镜无激光或软件中无荧光图像、载物台失控等问题是否有自主解决的能力。

在用户通过理论及上机实操考核后, 技术人员向其讲解高级用户使用注意事项, 用户及其导师共同签订科研实验中心大型仪器独立操作承诺书, 由技术人员开通其高级用户权限。高级用户的开通增加了仪器的开放时长, 缓解了工作日内仪器的预约压力, 有利于仪器的良好持续运转, 同时该模式有效地鼓励用户更加迅速且扎实地掌握全方位的仪器操作技能, 减轻技术人员的工作负荷。

### 3.4 技术人员培训

在新形势的要求下, 实验技术人员必须主动学习先进的技术和经验, 掌握前沿研究方法和技术, 才能为用户提供更全面的学术和技术指导<sup>[9]</sup>。技术人员全程参与活细胞转盘共聚焦系统的装机及调试流程, 与厂家工程师建立良好的合作关系, 学习仪器的硬件及软件各方面知识。装机完成后, 由厂家安排应用培训及上机实操培训, 系统掌握该仪器的正确使用方法及各类不同场景下的应用, 了解仪器的维护及日常使用注意事项。在仪器开放运行后, 及时就用户使用中产生的问题与工程师进行沟通并解决, 充当好用户的疑问与工程师的答案之间的“桥梁”, 并从中吸收丰富的经验。

与此同时, 平台也非常注重对技术人员的先进技术能力培养。平台不定期选派技术人员参加校外技术论坛、讲习班等高阶技能培训班, 加强与优秀同行深度交流、与专业工程师的技术探讨, 更新知识, 深入学习和掌握各类光学相关技术的前沿动态, 更好地为学校师生做好科研服务工作。

## 4 结束语

通过多渠道多角度培训模式相结合, 本平台逐渐摸索出一套相对完整且高效的活细胞转盘共聚焦系统的培训模式, 面对不同基础的用户进行有针对性的培训与管理。然而作为一个医科类院校的大型仪器共享平台, 面对的用户类型复杂, 其中就有难以安排工作时间参与仪器常规培训的附属医院师生, 针对此类用户, 今后平台仍将不断完善培训模式, 例如录制仪器培训内容视频, 供用户线上随时随地观看学习, 或提供定制化培训。

合理有效的培训方法是促进大型精密仪器开放共享的有效

途径<sup>[10]</sup>, 本平台的活细胞转盘共聚焦培训模式有效地帮助用户开展实验, 且极大地减轻了技术人员的管理压力。不仅能够避免用户因操作不当导致仪器损坏, 延长大型仪器使用寿命, 同时, 也拓宽了技术人员对于该仪器的管理及应用开发思路, 以更好地为学校师生提供服务, 该仪器的开放共享效益得到了较大的提升。

## 参考文献

- [1] 孙熠, 宗怡. “双一流”建设视角下的高校实验室管理[J]. 江苏科技信息, 2023, 40(20): 69-71, 80.
- [2] 张晶, 施芝元, 郭志福, 等. 共享经济下高校大型仪器对外开放共享的研究与探索[J]. 实验室研究与探索, 2023, 42(06): 288-292, 323.
- [3] 张彦丽, 代亚丽, 陈亚兰, 等. 利用转盘共聚焦显微镜进行快速实验的新方法[J]. 现代生物医学进展, 2019, 19(19): 3784-3788.
- [4] PERIASAMY A. Fluorescence resonance energy transfer microscopy: a mini review [J]. J Biomed Opt, 2001, 6(03): 287-291.
- [5] 李红娟, 宋鑫宏, 程建青, 等. LSCM880 with Airyscan和转盘共聚焦成像特点及应用比较研究[J]. 科技创新与应用, 2020, (32): 8-11.
- [6] MARK N, JONATHAN L, MARK T, *et al.* Spinning Disk Confocal Microscopy of Calcium Signalling in Blood Vessel Walls [J]. Microsc anal (Americas ed), 2010, 24(02): 5-8.
- [7] 李翔宇. 自动估参双步反卷积算法与三维多色活细胞超分辨成像研究[D], 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2022.
- [8] 周颖, 田在宁, 龙加福, 等. 融合多种管理模式完善仪器平台建设[J]. 实验技术与管理, 2017, 34(11): 243, 254.
- [9] 孟思璇. “四有”标准下高校实验技术人员自我提升措施[J]. 化工管理, 2021, (26): 5-6.
- [10] 吴美玲, 刘尚明. 转化医学共享平台大型仪器设备培训方法探索[J]. 山东化工, 2021, 50(23): 193-195.

## 作者简介



张梦馨, 硕士, 实验员, 研究方向: 形态学相关大型仪器应用与管理。