



山东大学
SHANDONG UNIVERSITY

大型仪器公共技术平台

CORE FACILITIES SHARING PLATFORM

结构成分与物性测量平台

先进材料测试与制造平台

转化医学共享平台

生命环境研究公共技术平台

高性能计算云平台

冷冻电镜平台



平台介绍

INTRODUCTION

山东大学大型仪器公共技术平台在学校“大型仪器设备专家委员会”的指导下，采取统筹配置、集约管理、有偿使用的方法，构建符合多校区、多学科的综合大学仪器设备共享体系。

在创建世界一流大学的建设中，高水平仪器平台既是一流学科建设的物质基础，也是学校培养创新型、复合型人才和开展高水平科研工作的关键条件。根据学校学科规划和人才引进的需求，优先对学科通用性需求进行支持，统筹规划并建设高水平校级公共技术平台，配备高端仪器设备，培养并发展专业化技术队伍，面向全校师生统一仪器共享权限、预约方法和收费标准。并围绕某些学科（群），依托学院构建学科共享平台，鼓励实验室或课题组专业设备在条件允许下开放共享，采取统管共享和专管共享的模式，实现统分结合、分类管理，为培养创新人才和开展高水平科学研究工作提供支撑和保障。

具备条件的仪器均纳入“实时管理系统”，运用信息化手段，与校园卡联动，实现网络预约和实名登录，有条件的实行全天候共享使用。用户在培训后获得授权，自主使用仪器开展科研实践。各分平台定期开展系列学术活动，举办技术培训，邀请相关领域的研究学者和仪器应用专家开展前沿讲座介绍相关技术的国际最新进展和应用以促进前沿技术的交流、推广和应用。

大型仪器公共技术平台坚持“以科研服务为宗旨、资源共享为主线、技术引领为核心、提升技术能力为重点”的原则，实现大型仪器的专业化管理，推动高精尖仪器设备在科学研究、人才培养中发挥更大作用，为学校“双一流”建设提供条件支撑。



Under the guidance of the “Large Instrument and Equipment Expert Committee” , large-scale instrument public technology platform of Shandong University adopts the method of overall allocation, intensive management and paid use. The aim is to build a comprehensive university instrument and equipment sharing system that is multi-campus and multidisciplinary.

In the construction of a world-class university, the high-level instrument platform is not only the material basis for the construction of first-class disciplines, but also the key condition to cultivate innovative, compound talents and carry out high-level scientific research. According to the needs of discipline planning and talent introduction, Shandong University gives priority to supporting the general needs of disciplines, planning and building a high-level public technology platform, equipping with high-end instruments and equipment, and cultivating professional technical teams. The platform is open to teachers and students of the whole school, unifying instrument sharing authority, appointment method and charging standard. Focusing on certain disciplines (groups), relying on the college to build disciplinary sharing platforms. We encourage the professional equipment of the laboratory or the research group to open and share under the conditions, and adopt the mode of unified management sharing and special management sharing, to realize the integration

and classification management, providing support and guarantee for cultivating innovative talents and carrying out high-level scientific research.

All qualified instruments are included in the “real-time management system” . By means of information technology and linkage with campus card, network reservation, real name login and conditional implementation of shared use around the clock can be realized. After the training, the user is authorized to use the instrument to carry out scientific research practice. Each platform conducts a series of academic activities, holds technical training, invites research scholars and instrument application experts in relevant fields to conduct cutting-edge lectures, introducing the latest international developments and applications of related technologies to advance the exchange, promotion and application of frontier technologies.

The large-scale instruments public technology platform adheres to the principle of “taking scientific research service as the purpose, resource sharing as the main line, technology leading as the core, and improving technical ability as the key” , realizes the specialized management of large-scale instruments and equipment, promotes the high-end instruments and equipment to play a greater role in scientific research and talent cultivation, and provides the condition support for the “double first-class” construction of the school.

常见问题

COMMON QUESTIONS

您在使用中可能会遇到一些问题，我们为您准备了常见问题的解决办法，供您参考

You may encounter some problems during use, we have prepared a solution for common problems for your reference.

◎ 如何在系统上注册账号？

● 输入网址 <https://cfms.sdu.edu.cn/>，点击网页上‘进入仪器预约系统’。校内用户点击“统一身份认证登录”，输入学工号和密码后登录，注册完善信息，系统自动激活课题组负责人账号，学生注册成功后联系课题组负责人激活账号。校外用户点击登录框底部的“没有账号？点击注册”，点击“注册课题组”或“注册用户”，完善信息，课题组负责人注册成功后联系中心管理员进行激活，用户联系课题组负责人激活。

Q: How to register an account on the system?

A: Enter the URL <https://cfms.sdu.edu.cn/> and click the button ‘Enter Instrument Reservation System’ on the webpage. For users within the institution: Click "Login via Central Authentication," enter your employee or student ID and password to log in, then complete the registration details. The system will automatically activate the Principal Investigator (PI) account. After students successfully register, they should contact their PI to activate their individual accounts. For external users: Click "No account? Register here" at the bottom of the login box, then choose either "Register a Research Group" or "Register as a User," and fill in the required information. Once PIs have completed registration, they must contact the center administrator for account activation. Regular users need to contact their PI to activate their accounts.

◎ 如何预约使用仪器?

- 登录系统后, 在仪器资源查找仪器, 在仪器预约里预约使用的时间段。在预约时间段内在客户端输入用户名密码登录使用。只能送样预约的仪器, 在系统申请送样, 然后在与仪器负责人约定的时间内送样品, 负责人做完实验后取回实验结果。

02

Q: How to make an appointment to use the instrument?

A: After logging in to the system, look up the instrument in the 'Instrument Directory' and schedule the time period in the 'Instrument Appointment'. Enter the username and password to log in to the client during the appointment period. For instruments that can only send samples for reservation, first apply for samples in the system, and then send samples within the time agreed with the person in charge of the instrument. The responsible person retrieves the results after completing the experiment.

03

◎ 注册账号后登录, 为什么还是显示填写注册信息页面?

- 您的账号还没有激活, 请联系您的课题组老师或者联系平台系统中心管理员为您激活。

Q: After registering an account and logging in, why is it still showing the registration information page?

A: Your account has not been activated yet. Please contact the project leader or the platform system administrator to activate it for you.

客户端左下角显示无法连接远程服务器或者无法输入用户名怎么办?

- 请联系仪器管理员为您打开仪器电脑, 或者拨打 400-017-5664, 请技术支持帮您处理。

04

Q: What if the client does not connect to the remote server or can't enter the username?

A: Please contact the instrument administrator to open the instrument computer for you, or call 400-017-5664 for technical support.

05

◎ 用账号密码登录时，提示用户名密码输入错误是怎么回事？

● 请依次排查是否为以下原因造成，若均不是，请拨打 400-017-5664, 技术支持将帮您处理。

- 确认仪器是否需要预约使用
- 用户是否在预约时间内使用仪器
- 账号是否在上一次使用仪器时没有填写反馈信息
- 仪器是否需要通过培训才能使用
- 账号是否是激活账号
- 账号所在课题组是否有财务中心帐号
- 财务中心账号是否有充足的经费
- 财务中心账号余额是否满足该仪器对使用仪器的余额限制
- 账号是否在仪器黑名单中或平台黑名单中

Q: Why does the system prompt user name or password error when logging in with the account password?

A: Please check whether it is caused by the following reasons. If not, please call 400-017-5664, and technical support will help you deal with it.

- Confirm whether the instrument needs to be reserved for use
- Whether the user uses the instrument within the scheduled time
- Whether the account did not fill in the feedback information when using the instrument last time
- Whether the instrument can be used only after training
- Whether the account is activated
- Whether the research group has a financial center account
- Whether the financial center account has sufficient funds
- Whether the account balance of the financial center meets the balance limit of the instrument
- Whether the account number is in the instrument blacklist or platform blacklist

◎ 使用账号密码登录时，提示我无权使用仪器是怎么回事？

● 请查看你登录时是否在预约的时间以内，如果是，请登录系统查询自己是否上一次使用仪器后没有填写反馈信息。如果已填写反馈信息，请查看自己所在课题组是否有充足的经费。

06

Q: When I log in with the account password, what's the matter with the prompt that I have no right to use the instrument?

A: Please check whether you log in within the appointment time. If so, please log in the system to check whether you filled in the feedback information after the last use of the instrument. If you have filled in the feedback information, please check whether your research group has sufficient funds.

07 ◎ 刷卡时，读卡器显示未联网仪器怎么办？

- 请联系仪器负责人为您打开 / 关闭仪器。或者拨打 400-017-5664 电话。

07

Q: When swiping the card, what should I do if the card reader shows that the instrument is not connected to the Internet?

A: Please contact the person in charge of the instrument to turn the instrument on / off for you. Or call 400-017-5664.

08

08 ◎ 仪器在使用中，读卡器显示未联网仪器未知用户 ???-24:00 怎么办？

- 您可以在使用仪器完毕后，刷一次卡使其恢复正常，如不能恢复，拨打 400-017-5664, 请技术支持为您处理该情况。

Q: When using the instrument, what should I do if the card reader displays “Unknown user” “Non networked instruments” ?

A: After using the instrument, you can swipe the card once to make it return to normal. If it can't be restored, call 400-017-5664, and ask technical support to handle it for you.

09 ◎ 读卡器显示正常，但是刷卡没有反应是怎么回事？

- 请您查看您刷的卡是否是平常您刷卡使用的那张 IC 卡，如果是，请拨打 400-017-5664, 请技术支持为您解决。

09

Q: The card reader is normal, why is there no response when swiping the card?

A: Please check whether the card you swipe is the IC card you usually swipe. If so, please call 400-017-5664, and ask technical support to solve the problem for you.



转化医学共享平台

TRANSLATIONAL MEDICINE SHARING PLATFORM

转化医学共享平台是山东大学推动学科交叉及重大转化医学科研成果产出的综合性技术服务平台，包含流式分析、分子影像 / 行为学、多因子检测和显微表征四个技术方向。平台拥有专业技术团队提供测试服务，定期开展培训和讲座开拓师生视野。秉承严谨细致的科研服务宗旨，着力建设以科研及创新为目标的研究型技术装备体系。立足转化医学国际研究前沿，面向国家和人类健康重大需求，围绕人类重大疾病，通过合作共建、资源整合，联动医学科研和医疗产业。



The translational medicine sharing platform is a comprehensive technical service platform for Shandong University to promote the intersection of disciplines and major transformational medical research results. It includes four technical directions: Flow analysis, molecular image / behavior, multi factor detection and microscopic characterization. The platform has a professional technical team to provide testing services, regular training and lectures to develop a vision of teachers and students. Adhering to the rigorous and meticulous scientific research service tenet, we strive to build a research-oriented technical equipment system with scientific research and innovation as its goal. The platform bases on the international research frontier of translational medicine, facing the major needs of the country and human health, focusing on major human diseases, through cooperation and resource integration link medical research and medical industry.



CONTENTS

流式中心 >>>

- 流式细胞仪 (Gallios) // P01
- 流式细胞分析仪 (趵突泉校区) (CytoFLEX S) // P02
- 分析流式细胞仪 (千佛山校区) (CytoFLEX S) // P03
- 流式细胞分析仪 (Agilent Novocyte Quanteon) // P04
- 高端多色分析流式细胞仪 (FACSymphony A3) // P05
- 分选流式细胞仪 (CytoFLEX SRT) // P07
- 流式细胞分选仪 (FACSMelody) // P09
- 流式细胞仪 (MoFlo Astrios EQS) // P11
- 高纯度流式细胞分选仪 (FACSAria Fusion) // P13



分子影像与行为学中心 >>>

- 小动物活体断层扫描系统 (Quantum GX2) // P15
- 小动物活体光学成像系统 (IVIS Spectrum) // P17
- 小动物超声光声影像系统 (Vevo LAZR) // P19
- 小动物磁共振成像系统 (BioSpec 117/16 US) // P20





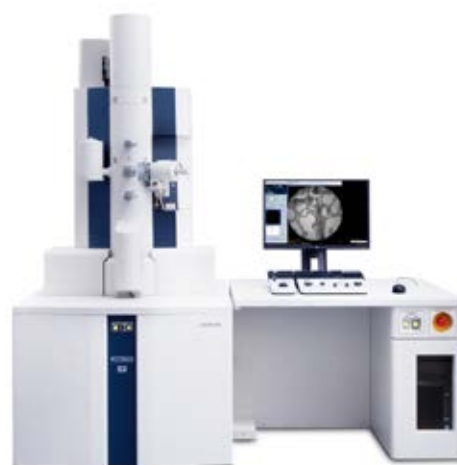
- 活体动物身体组分分析仪 (LF90II) // P23
- 全自动五分类动物血细胞分析仪 // P24
- 小动物 PET/CT (122S) // P26
- X 射线辐照仪 // P27
- 高分辨率小动物活体三维成像系统 // P29
- 多功能整合型精细行为识别系统 (HomeCageScan 等) // P31
- SMART3.0 豪华版行为学视频分析系统 // P33
- 条件恐惧震惊视频分析系统 // P35
- 美国 Columbus 实验动物代谢系统 // P38

显微表征中心 >>>



- 高清病理切片全景扫描与图像分析系统 // P41
- 肿瘤微环境原位分析系统 // P42
- 数字切片扫描仪 (VS200) // P43
- 高清病理切片全景扫描系统 Zeiss Scan7 // P44
- 荧光显微光学切片断层成像仪 fMOST // P45
- 空间多组学分析系统 // P46

- 活细胞超高分辨显微镜 // P47
- 超高分辨共聚焦显微镜 STED // P51
- 随机光学重构超分辨显微镜 (Elyra7) // P53
- 激光共聚焦显微镜 (LSM980) // P55
- 双光子扫描显微镜 // P57
- 双光子激光共聚焦显微镜 // P60
- 双转盘激光共聚焦高内涵成像及分析系统 // P62
- 罕见细胞检测分析仪 // P63
- 激光共聚焦显微镜 (FV3000) // P65
- 活细胞成像工作站 (CD7) // P66
- 长时程活细胞成像与分析系统 // P67
- 图像处理工作站 (ZEN2012) // P69
- 图像处理工作站 TG // P70
- 图像处理工作站 Imaris // P71
- 扫描电子显微镜 // P72
- 透射电子显微镜 // P74



多因子检测中心 >>>

- 生物分子相互作用分析系统 // P76
- 无标记生物分子互作分析系统 // P78
- MST 微量热泳动仪 (Monolith) // P79
- 细胞能量代谢分析系统 (Seahorse XFe 96) // P81
- 细胞能量代谢分析系统 (Seahorse XFe 24) // P82
- 多标记微孔板检测系统 // P84
- 荧光共振能量转移测试系统 // P85
- 多功能酶标仪 // P87
- 荧光定量 PCR 仪 (LightCycler 96) // P89
- 实时荧光定量 PCR 系统 (QuantStudio 1 Plus) // P90
- 高通量数字 PCR 分子定量系统 // P92
- 超速离心机 // P94
- 高速离心机 // P95
- 全自动密度梯度制备和分离系统 // P97
- Amersham™ Typhoon™ 生物分子成像仪 // P99
- 液相色谱与四极杆飞行时间串联高分辨质谱联用仪 // P101
- 液质联用仪 Itq orbitrap elite Velos // P103
- 液质联用仪 (Orbitrap Eclipse) // P105
- 液质联用仪 (Q Exactive Plus) // P109



1-1 流式细胞仪 (Gallios)

ANALYZER //

仪器型号	Gallios	联系人	王立梅 张 岩
生产厂家	Beckman Coulter	联系电话	0531-88381718
安装地点	山东大学趵突泉校区综合科研楼321	电子邮箱	flowcytometry_sdu@163.com



◎ 样品要求

- 最佳检测和分选细胞大小范围：0.2-40 μm 。
- 细胞种类：真核细胞（组织分离细胞、细胞系、血液、骨髓、体液细胞）等。

◎ 仪器配置

- 3根激光器:488nm、638nm、405nm,3激光10色。
- 滤光片系统：
488nm: 525/40, 575/30, 620/30, 675/20 ,
695/30, 755LP ;
638nm: 660/20,725/20,755LP ;
405nm: 450/40,550/40 。

◎ 性能指标

- 内部温度控制：Gallios 流式细胞仪具有仪器内部温度调节功能，保证仪器始终处于恒定温度下，确保检测结果的准确性和可比性。
- 激光光路设计：该仪器采用了卡槽式激光光路设计，便于激光器的整合。
- 前向角散射光检测：Gallios 流式细胞仪拥有三种前向角散射光检测能力，能够分别针对不同大小的颗粒进行优化检测。
- 信号处理能力：Gallios 流式细胞仪具备 20bit 信号处理能力和 40MHz 的超高数字信号处理能力，能够高速同时进行 10 色荧光分析。
- 可 32 管连续进样，上样前单管自动混匀样本，防止管路堵塞。

◎ 主要应用

- 主要应用于细胞绝对计数、活性、存活率、细胞凋亡、凋亡通路相关蛋白、细胞增殖活性、细胞生理功能、细胞防御功能、免疫功能、药物筛选、抗体研发中微生物鉴定和活性分析等研究中。

1-2 流式细胞分析仪（趵突泉校区）（CytoFLEX S）

ANALYZER //

仪器型号	CytoFLEX S	联系人	王立梅 张 岩
生产厂家	Beckman Coulter	联系电话	0531-88381718
安装地点	山东大学趵突泉校区综合科研楼321	电子邮箱	flowcytometry_sdu@163.com

◎ 样品要求

- 最佳检测和分选细胞大小范围：0.1–40 μm 。
- 细胞种类：真核细胞（组织分离细胞、细胞系、血液、骨髓、体液细胞）等。

◎ 仪器配置

- 4 根激光器：488nm、640nm、405nm、561nm。
- 滤光片系统：
 - 488nm: 525/40, 690/50；
 - 638nm: 660/20, 712/25, 780/60；
 - 405nm: 450/45, 525/40, 610/20, 660/20；
 - 561nm：585/42, 610/20, 690/50, 780/60。

◎ 主要应用

- 细胞绝对计数、活性、存活率研究。
- 细胞凋亡、凋亡通路相关蛋白研究。
- 细胞增殖活性研究；细胞周期、DNA 倍体分析。
- 细胞生理功能研究（细胞内 pH 值、细胞内钙流、膜电位）。

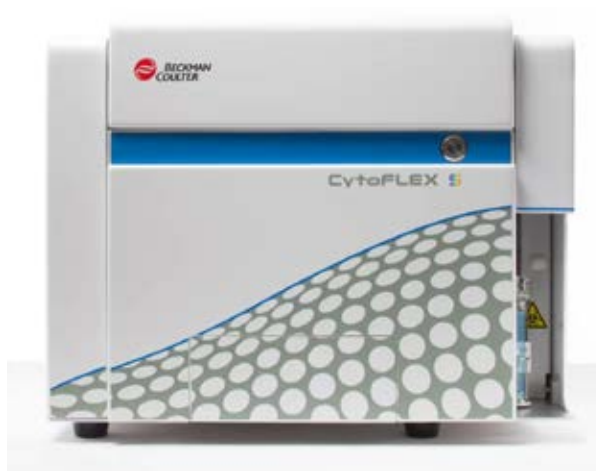


- 细胞防御功能研究（吞噬功能、呼吸氧爆发）。
- 免疫功能研究（包括淋巴细胞亚群分析、细胞绝对计数、细胞活化、细胞因子、调节性 T 细胞、树突细胞、抗原特异性 T 细胞、Th17 细胞等）。
- 药物筛选（功能性化合物筛选、药物机制、药理学研究、药物毒副作用研究）。
- 抗体研发中应用（克隆筛选、特异性评价、活性评价、功能性研究、基因工程抗体研究）。
- 微生物鉴定、活性分析。

1-3 分析流式细胞仪（千佛山校区）（CytoFLEX S）

ANALYZER //

仪器型号	CytoFLEX S
生产厂家	Beckman Coulter
安装地点	山东大学千佛山校区十号楼 106
联系人	王立梅 张 岩
联系电话	0531-88381718
电子邮箱	flowcytometry_sdu@163.com



◎ 样品要求

- 最佳检测和分选细胞大小范围：0.1–40 μm 。
- 细胞种类：真核细胞（组织分离细胞、细胞系、血液、骨髓、体液细胞）等。

◎ 仪器配置

- 4 根激光器：488nm、640nm、405nm、561nm。
- 滤光片系统：
 - 488nm: 525/40, 690/50；
 - 638nm: 660/20, 712/25, 780/60；
 - 405nm: 450/45, 525/40, 610/20, 660/20；
 - 561nm：585/42, 610/20, 690/50, 780/60。

◎ 仪器主要应用

- 细胞绝对计数、活性、存活率研究。

- 细胞凋亡、凋亡通路相关蛋白研究。
- 细胞增殖活性研究；细胞周期、DNA 倍体分析。
- 细胞生理功能研究（细胞内 pH 值、细胞内钙流、膜电位）。
- 细胞防御功能研究（吞噬功能、呼吸氧爆发）。
- 免疫功能研究（包括淋巴细胞亚群分析、细胞绝对计数、细胞活化、细胞因子、调节性 T 细胞、树突细胞、抗原特异性 T 细胞、Th17 细胞等）。
- 药物筛选（功能性化合物筛选、药物机制、药理学研究、药物毒副作用研究）。
- 抗体研发中应用（克隆筛选、特异性评价、活性评价、功能性研究、基因工程抗体研究）。
- 微生物鉴定、活性分析。

1-4 流式细胞分析仪 (Agilent Novocyte Quanteon)

ANALYZER //



仪器型号	Novocyte Quanteon
生产厂家	Agilent
安装地点	山东大学综合楼 321
联系人	王立梅 张 岩
联系电话	0531-88381718
电子邮箱	flowcytometry_sdu@163.com

◎ 样品要求

- 最佳检测和分选细胞大小范围：0.1–40 μm 。
- 细胞种类：真核细胞（组织分离细胞、细胞系、血液、骨髓、体液细胞）等。

◎ 仪器配置

- 4 根激光器：488nm、640nm、405nm、561nm，4 激光 20 色。
- 滤光片系统：
 - 488nm: 525/45, 586/20, 615/20, 695/40;
 - 638nm: 667/30, 725/40, 780/60;
 - 405nm: 445/45, 530/30, 586/20, 615/20, 660/20, 725/40, 780/60;
 - 561nm: 586/20, 615/20, 660/20, 695/40, 725/40, 780/60。

◎ 性能指标

- 最多可进行 20 色分析，为设计检测方案提供了

极大的灵活性。优化的检测器设置无需人工调节，数据获取过程极为简单。

- FSC / SSC 检测光学元件和信号处理元件已经过优化，可以用于尺寸小至 0.1 μm 的颗粒检测，可以轻松识别和分析血小板，细菌和各种亚微米颗粒。
- 全自动清洗和关机功能使操作更加简单。
- NovoSampler Q 自动上样系统，可满足高通量和自动化样品采集的要求。
- 简便易用的 NovoExpress 软件提供自动补偿功能、细胞周期分析模块、细胞增殖模块、热图和批处理功能。
- 兼容 40 管流式管架、24/48/96/384 孔板等多种上样方式。

◎ 仪器主要应用

- 可用于细胞凋亡、免疫表型、细胞增殖、细胞因子、细胞内蛋白、细胞周期等分析。

1-5 高端多色分析流式细胞仪 (FACSymphony A3)

ANALYZER //



仪器型号	FACSymphony A3
生产厂家	BD
安装地点	山东大学趵突泉校区综合科研楼 321
联系人	王立梅 张 岩
联系电话	0531-88381718
电子邮箱	flowcytometry_sdu@163.com

◎ 样品要求

- 最佳检测和分选细胞大小范围：0.1–40 μm 。
- 细胞种类：真核细胞（组织分离细胞、细胞系、血液、骨髓、体液细胞）等。

◎ 仪器配置

- 5 根激光器：355nm、488nm、640nm、405nm、561nm，5 激光 28 通道。
- 滤光片系统：
355nm：379/28, 515/30, 580/20, 605/20, 670/25, 735/30, 810/40；
488nm：530/30, 610/20, 670/30, 710/50, 780/60；
638nm：670/30, 730/45, 780/60；
405nm：450/50, 525/50, 586/15, 605/40, 677/20, 710/50, 750/30, 780/60；
561nm：586/15, 610/20, 670/30, 710/50, 780/60。

◎ 性能指标

- 光路系统：5 激光立体空间激发方式，实现 28 色荧光同时分析。
- 电子系统类型：超低噪 VPX 电子系统，确保极低含量样本有效检出。

- 检测器类型：配备 Hamamatsu 高性能 PMT，配置了十角形全反射检测器，可最多完成对单激光器十个光信号的收集，检测器配置可灵活更换。
- 分辨率：PI 标记鸡红细胞核，G0/G1 期全峰宽 CV<3%。
- 荧光检测灵敏度：FITC $\leq$ 80MESF，PE $\leq$ 30MESF。
- 样本获取速度：70000 个细胞 / 秒。
- 交叉污染率 <0.5%。
- 荧光补偿：机器具备自动多色荧光补偿功能。
- 质控系统：具备 LED pulsing 质控装置，完善的质控确保能有效检测和控制背景噪音，保证数据检测的准确性和可重复性。

◎ 仪器主要应用

- 细胞表面标志的检测；
- 细胞内离子浓度检测；
- 细胞核成分检测：细胞周期、DNA 总量分析等；
- 细胞膜：流动性、膜电位、膜通透性等；
- 细胞功能：如细胞死活判定、pH 值、增殖与凋亡、抗药性等；
- 基因表达：内源及外源基因表达，荧光报告基因的表达和转染效率判定。



1-6 分选流式细胞仪 (CytoFLEX SRT)

SORTER //

仪器型号	CytoFLEX SRT	联系人	王立梅 张 岩
生产厂家	Beckman Coulter	联系电话	0531-88381718
安装地点	山东大学趵突泉校区综合科研楼 314	电子邮箱	flowcytometry_sdu@163.com



◎ 样品要求

- 最佳检测和分选细胞大小范围：0.1-40 μm 。

◎ 仪器配置

- 4 根激光器：488nm、640nm、405nm、561nm，4 激光 15 通道。
- 滤光片系统：
 - 488nm:525/40,690/50；
 - 638nm:660/10,712/25,780/60；
 - 405nm:450/45,525/40,610/20,660/10,780/60；
 - 561nm:610/20,780/60,585/42,710/50,675/30。

◎ 性能指标

- 激光配置：配置 3 根或以上激光器，必配激光波长：488nm、640nm、405nm。488nm 激光功率 $\geq 50\text{mW}$ 、640nm 激光功率 $\geq 100\text{mW}$ 、405nm 激光功率 $\geq 90\text{mW}$ 。
 - 荧光通道：具备 FS、SS 及 10 个或 10 个以上荧光检测器，荧光检测器采用 APD 检测器。
 - 荧光灵敏度：FITC ≤ 30 MESF，PE ≤ 10 MESF。
 - 荧光补偿：全矩阵荧光补偿，可脱机补偿，离线分析，具有补偿库功能，无需每次实验重复做单染实验。
 - 最小检测颗粒：0.2 μm 。
 - 检测速度：40,000 events/s (全参数和补偿)。
- 液流系统：
- 系统压力： $\leq 15\text{PSI}$ 。
 - 上样流速控制：10 -100 $\mu\text{L}/\text{min}$ 可调，调节精度 1 μL 。
 - 可自主供气，不需外接气瓶。
 - 气泡检测器防止气泡进入，样本跑空遇气泡能自动报警并自动终止分析分选。

细胞分选系统：

- 可进行 1-4 路分选。
- 分选速度：10000-30000 events/sec。
- 分选纯度： $\geq 99\%$ 。
- 分选回收率： $\geq 90\%$ ；100% 泊松分布。
- 分选细胞活性：分选细胞系和人外周血单个核细胞，细胞均可存活，并有增殖。
- 分选喷嘴：100 μm 长寿命陶瓷喷嘴，U 盘式安装简单快捷，满足各种不同大小细胞样本检测需求。
- 配备高通单克隆分选系统：可以使用载玻片、微孔板（必须能使用 6-96 孔板、384 孔板），可以进行精确的单细胞克隆分选。
- 分选收集模式：提供富集模式、纯度模式和单细胞模式。具有混合分选功能（在一次分选中可同时对不同的分选通道采用不同的分选收集模式，也可在一次分选中对同一群细胞同时采用富集和纯度两种分选模式，从而使纯度与回收率得到完美的保证）。
- 可进行不加电垂直分选，保护敏感细胞机能。

◎ 仪器主要应用

- （1）免疫细胞精细分类功能研究；
- （2）细胞增殖、活性和凋亡研究；
- （3）疾病细胞如炎症细胞、肿瘤细胞等的发生、发展和转归研究；
- （4）基因表达和表达调控研究；
- （5）细胞内信号传导和生物大分子间相互作用研究；
- （6）各种病原体如结核、细菌和病毒等基础和致病性和致病机理研究；
- （7）干细胞研究；
- （8）移植和细胞治疗研究等。分选用途主要是分选出上述各种活细胞、病原体直接培养、诱导、增殖、分化、活化和移植等进行更深一步的功能和治疗研究。

1-7 流式细胞分选仪 (FACSMelody)

SORTER //

仪器型号	FACSMelody	联系人	王立梅 张 岩
生产厂家	BD	联系电话	0531-88381718
安装地点	山东大学趵突泉校区综合科研楼 312	电子邮箱	flowcytometry_sdu@163.com

◎ 样品要求

- 最佳检测和分选细胞大小范围：0.1–40 μm 。

◎ 仪器配置

- 3 根激光器：405nm、488nm、640nm, 3 激光 9 通道。
- 滤光片系统：
488nm:527/32,576/21,586/42,700/54,783/56；
638nm:660/10,783/56；
405nm:488/45, 525/45。

◎ 性能指标

- 激光器：488nm 蓝色激光器，640nm 红色激光器，405nm 紫色激光器，同时为避免对细胞损伤、保证细胞活性，所有激光功率都小于 55mw。
- 检测参数：9 个光电倍增管荧光检测器和前向角、侧向角 2 个散射光检测器，共检测 11 个流式参数，荧光收集采用七角形和三角形连续反射收集



系统，荧光信号直接通过光纤导入检测系统，避免荧光信号的损失，提高检测灵敏度。

- 探测器类型：全数字化，数据分辨率 262144。
- 平台设置：仪器采用一体化设计，所有元件及核心部分均整合到统一密闭的空间中，避免关键元件裸露在空气中，便于日常维护和保养，消除外界环境因素对仪器和实验的影响。
- 光路系统：光路固定光路系统采用光纤传导，整个光路固定，无需进行人为调节，开机无需调节光路，不用每天调试，开机后即可处理样品。
- 流动检测池：光胶耦合物镜石英杯，采用光胶耦合物镜石英杯，液流固定于石英杯中心，采用石英杯激发检测模式。

- 荧光检测灵敏度：FITC $\leq$ 80ESF、PE $\leq$ 30MESF。
- 最小检测颗粒直径：0.5–50 μm 。
- 一体化电荷式分选系统：最大分选速度 34000 个细胞 / 秒。
- 液滴时间延迟：通过专利红色激光器自动确定、实时监测液滴时间延迟，无需显微镜肉眼观察进行繁琐的人工设定。
- 荧光补偿模式：智能荧光补偿，无需每次都做补偿实验。增加荧光染料无需再做补偿、不同机器间补偿条件可通用。
- 数据处理系统：全数字化数据处理。
- 分析软件：可脱机进行全数字化分析、处理。
- 能自动完成开关机仪器的清洗工作，可对液流自动监测并有堵塞报警功能。
- 温度控制系统：进样系统的温度由软件控制，可调节为 4、20、37 或 42 度。
- 具备完善的 CS&T 智能全程质控系统。
- 可放置在普通实验室内，无需特殊的洁净环境，仪器在环境温度发生变化时无需调校。

◎ 仪器主要应用

- (1) 免疫细胞精细分类功能研究；
- (2) 细胞增殖、活性和凋亡研究；
- (3) 疾病细胞如炎症细胞、肿瘤细胞等的发生、发展和转归研究；
- (4) 基因表达和表达调控研究；
- (5) 细胞内信号传导和生物大分子间相互作用研究；
- (6) 各种病原体如结核、细菌和病毒等基础和致病性和致病机理研究；
- (7) 干细胞研究；
- (8) 移植和细胞治疗研究等。分选用途主要是分选出上述各种活细胞、病原体直接培养、诱导、增殖、分化、活化和移植等进行更深一步的功能和治疗研究。

1-8 流式细胞仪 (MoFlo Astrios EQS)

SORTER //

仪器型号	MoFlo Astrios EQS	联系人	王立梅 张 岩
生产厂家	Beckman Coulter	联系电话	0531-88381718
安装地点	山东大学趵突泉校区综合科研楼 314	电子邮箱	flowcytometry_sdu@163.com

◎ 样品要求

- 最佳检测和分选细胞大小范围：0.1–40 μm 。

◎ 仪器配置

- 5 根激光器：355nm、405nm、488nm、561nm、642nm,5 激光 17 通道。
- 滤光片系统：
 - 355nm:488/59,620/29,692/75;
 - 405nm:488/59,546/20;
 - 488nm:513/26,576/21,620/29,664/22,710/45,795/70;
 - 561nm:579/16,614/20,692/75;
 - 642nm:671/30,722/44,795/70。

◎ 性能指标

- MoFloAstrios EQ 光学性能
 - a. 双光程增强型前向光散射系统 (eFCS) 可同时收集。
 - b. 前向光散射光信号波长可选 (355nm 紫外激光除外)。



c. 具有 S、M 和 P 3 类 7 种 eFCS Mask，及客户自定义 Mask 可选。所有 Mask 可两两自由组合。

d. 7 激光—7 Pinhole 激发系统, 可选激光包括：355nm、405nm、488nm、532nm、561nm、592nm、642nm。

e. 所有激光信号及散射光由光纤传导 (355nm 紫外激光除外)。

f. 最多可选包含散射光信号内的 51 个参数的信号 (同时采集 32 个参数信号)。

g. 所有激光可配置独立的侧向散射光 (SSC) 收集通道 (355nm 紫外激光除外)。

- MoFlo Astrios EQ 分选性能：

a. 理论最大分选速度：200,000 细胞 / 秒。

b. 分选纯度： $>99\%$ （使用 $70\mu\text{m}$ 喷嘴在 7 万每秒的速度，60psi 压力，纯化分选模式下分选目的细胞含量 1% 的样品）。

c. 回收率： $>$ 理论预计分选细胞的 90%。

d. 分选活性：在不同的喷嘴，鞘液和压力下，分选出的培养细胞均可在分选后几天内开始增殖。

e. 有效获取速度： >100000 细胞 / 秒。

f. 有效分选速度： >70000 细胞 / 秒。

g. CyClone(克隆分选)：

h. 板式分选：预设 6–1536 孔板，用户自定义孔板类型，分选精细度最高可达 250dpi，水浴温度控制，可进行加热或制冷（可选）。

i. 管式分选：最高 6 路分选。

2 路分选：1.5, 5, 15, 50mL 样品管接收。

4 路分选： $4 \times 5\text{mL}$ ， $3 \times 5\text{mL} + 1 \times 50\text{mL}$ 样品管接收。

6 路分选：1.5 或 5mL 样品管接收。

水浴温度控制，可进行加热或制冷（可选）。

j. 玻片分选：预设高至 1536 点，用户可自定义点矩阵类型，分选精细度最高可达 250dpi。

◎ 仪器主要应用

- 可进行细胞的定量分析，如细胞内 pH 值、蛋白总含量、DNA 及 RNA 含量、免疫表型、细胞周期动力学、细胞特殊配体、细胞生物活性鉴定、细胞凋亡研究、细胞功能分析等。还可进行目标细胞的分选，可进行标准的二路分选和四路分选，适合各种大小的细胞收集管（如微量管、 $12 \times 75\text{mm}$ 管和 15mL 管），同时还可以将细胞分选到微孔板（6，24，48，96 及 384 孔）和载波片上，用于继续培养或者制备细胞芯片。可进行不加电分选，保证细胞活性。

1-9 高纯度流式细胞分选仪 (FACS Aria Fusion)

SORTER //

仪器型号	FACS Aria Fusion	联系人	王立梅 张 岩
生产厂家	BD	联系电话	0531-88381718
安装地点	山东大学趵突泉校区综合科研楼312	电子邮箱	flowcytometry_sdu@163.com

◎ 样品要求

- 最佳检测和分选细胞大小范围：0.1-40 μm 。

◎ 仪器配置

- 5 根 激 光 器：355nm、405nm、488nm、561nm、640nm, 5 激光 18 通道。
- 滤光片系统：
 - 355nm：450/50, 488/10, 525/50；
 - 405nm：450/50, 525/50, 610/20, 660/20, 710/50, 780/60；
 - 488nm：530/30, 695/40；
 - 561nm：582/15, 610/20, 670/14, 780/60；
 - 640nm：670/30, 730/45, 780/60。



◎ 性能指标

- 5 根固体激光器：488nm/561nm/640nm/355nm/405nm；2 个散射光信号和 18 个荧光信号。
- 荧光灵敏度：FITC $\leq$ 85MESF, PE $\leq$ 29MESF。
- 分选速度：70,000 cell/sec, 分析速度：100,000 cell/sec, 分选纯度：>99%。
- 分选通路：4 路，可 0.2-50mL 离心管接收。
- 单克隆分选模块：6-384 微孔板，玻片或任意规格矩阵。

- 喷嘴种类：4 种，70 μm 、85 μm 、100 μm 、130 μm 。特殊设计的喷嘴采用插槽式，即插即用，易于更换。
- 分选液滴分析精度：1/32，使得细胞所在位置的判断更加精准，分选的纯度和得率得到最佳平衡和兼顾。
- 自动实时液滴延迟全自延迟时间计算。Sweet spot 能够及时识别并全自动调节控制参数，维持断点的稳定，以确保分选结果的可靠性。
- 全自动标准化的无菌清洗流程。BD FACSDiva 软件向导自动完成启动、关闭、清洗和消毒程序，无需任何人工调节，保证无菌分选结果。

◎ 仪器主要应用

- 可进行细胞的定量分析，如细胞内 pH 值、蛋白总含量、DNA 及 RNA 含量、免疫表型、细胞周期动力学、细胞特殊配体、细胞生物活性鉴定、细胞凋亡研究、细胞功能分析等。还可进行目标细胞的分选，可进行标准的二路分选和四路分选，适合各种大小的细胞收集管（如微量管、12 $\times$ 75mm 管和 15mL 管），同时还可以将细胞分选到微孔板（6，24，48，96 及 384 孔）和载波片上，用于继续培养或者制备细胞芯片。

2-1 小动物活体断层扫描系统 (Quantum GX2)

MICRO CT FOR SMALL ANIMALS

仪器型号	Quantum GX2	联系人	于 洋
生产厂家	PerkinElmer (美国)	联系电话	0531-88381716
安装地点	山东大学的突泉校区模式动物中心 208	电子邮箱	yangyu@sdu.edu.cn



◎ 样品要求

- 离体组织器官、斑马鱼、昆虫、小鼠、大鼠、豚鼠及兔子等活体小动物。

◎ 性能指标

- 利用微焦点 X 射线对离体或活体动物进行局部高分辨率或整体快速的 CT 成像，能够在活体水平或不损坏样本结构的情况下以低辐射剂量得到样品精细的三维微米级结构，并且能够对样品进行定量分析。常用于各种大小物种的骨架结构成像、关节炎、骨质疏松、骨折骨痂、肺部以呼吸系统的功能型评价、肺肿瘤、肺纤维化、动脉粥样硬化、心功能评价和血管结构成像、脂肪成像、肝脏肾脏脾脏的造影成像、肝肿瘤成像；离体内耳系统成像等一系列结构成像。同时该系统可以与 PerkinElmer 公司的小动物活体光学进行多模式影像融合，可以帮助 3D 光学信号进行体内定位。

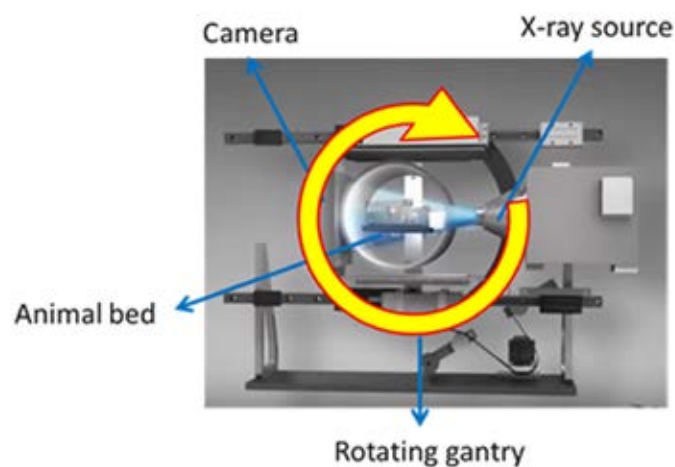
◎ 产品参数

分辨率	2.3 μm (最高)
扫描视野 (X, Y)	18–86mm
X– 光源最大电压	90kVp
X– 光源最大电流	200 μA
X– 光源最大输出功率	8W
检测器类型	CMOS 平板检测器 2944 $\times$ 2352pixel, 14bit
检测器帧频	117fps (最大)
成像仓内径	163mm
扫描时间	快速 : 3.9s, 8s 标准 : 18s, 2min 高分辨率 : 4min, 14min, 57min

◎ 主要应用

- 骨结构成像和骨相关疾病研究：骨质疏松、关节炎、骨畸形等。
- 呼吸系统疾病研究：肺和气管的结构成像、肺气肿、肺纤维化等。
- 脂肪与代谢研究：脂肪的分布与体积测定、肥胖、糖尿病。
- 心脏与血管相关疾病研究：动脉粥样硬化、心功能评价。
- 肿瘤相关成像：肺肿瘤、肝肿瘤造影、肿瘤光学与 CT 融合成像。

◎ 仪器原理说明



2-2 小动物活体光学成像系统 (IVIS Spectrum)

LIVING IMAGE SYSTEM

仪器型号	IVIS Spectrum	联系人	于 洋
生产厂家	PerkinElmer (美国)	联系电话	0531-88381716
安装地点	模式动物研究中心 208	电子邮箱	yangyu@sdu.edu.cn



◎ 仪器介绍

- IVIS Spectrum 小动物活体光学成像系统同时具备二维及三维断层水平的生物发光、荧光、切伦科夫辐射成像功能，能够无创伤地在活体动物水平对疾病的发生发展及治疗、细胞的动态变化、基因的实时表达进行长期观测。基于顶级的硬件配置，系统具备了业内公认最高灵敏度的生物发光及荧光成像性能，并且是目前唯一同时具备生物发光和荧光三维成像性能的系统，因此能够和其它模式的三维影像系统（如 MRI、CT 及 PET 等）联合使用，将不同模式的三维影像进行融合，实现功能性成像与结构性成像的结合。

◎ 样品要求

- 包括小鼠、大鼠、鸡、猴、兔、猫、鱼、南美栗鼠、雪貂等。

◎ 预约链接

- <https://gxpt.sdu.edu.cn/lims/!equipments/equipment/index.707>

◎ 主要功能

- 具备高灵敏度的生物发光及荧光二维成像功能。
- 具备生物发光及荧光三维成像功能。
- 具备基于切伦科夫辐射原理的放射性同位素成像功能。

◎ 设备特色

- 最高灵敏度的生物发光成像。
- 强大的荧光成像性能。
- 利用先进的光谱分离技术实现多光谱成像。
- 3D 成像可对光学信号在体内进行精确定量和定位。
- 多模式影响融合功能。

◎ 技术参数

- 具备生物发光及荧光三维成像功能；具备高灵敏度的生物发光及荧光二维成像功能；
- 具备高品质滤光片及光谱分离多种算法，可实现自发荧光扣除及多探针成像；
- 具备多模式成像功能，可与 CT、MRI、PET/SPECT 等其他分子影像系统联用；
- 具备国际公认的光学信号定量方法；以动物体表面积单位时间、单位面积、单位弧度发出的光子数作为定量单位，保证在不同成像参数获得的结果一致；
- 具备高通量成像能力，可同时成像至少 5 只小鼠或 3 只大鼠；
- 采用背照式、背部薄化科学一级 CCD，工作温度达到绝对 -90°C ，温度可视化；
- CCD 芯片尺寸不小于 $2.7\text{cm} \times 2.7\text{cm}$ ，有效像素数量不少于 400 万；
- CCD 量子效率不低于 85% (500–700nm)；
- 采用定焦镜头，最大光圈可达 f/1.1；

- 系统最小检测光子数不高于 70 光子 / 秒 / 弧度 / 平方厘米；
- 荧光光源采用高能氙灯或近红外增强型金属卤素灯，功率不低于 150 瓦；
- 同时具备荧光反射及超强光源成像模式，能有效进行浅层及深层荧光信号的成像；
- 激发光滤片转轮可同时装载至少 10 个滤片，标配滤片数量不少于 10 个；发射光滤片转轮可同时装载至少 18 个滤片，标配滤片数量不少于 6 个；
- 具备荧光光谱分离功能；
- 内置数码 X 光光源：与荧光、发光成像完全兼容，确保不存在小鼠体位移动的现象，进行精确定位。
- 成像视野范围可调，最大视野范围不低于 $20\text{cm} \times 20\text{cm}$ ；
- 动物载物台温度可控 ($20^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C}$)，且即时温度可通过软件显示；
- 标配软件包含图像获取及数据分析模块，具备生物发光及荧光三维结果定量方法，能给出光学信号在体内的深度、发光体积、定位、三维发光强度等三维定量信息，并结合细胞或荧光探针的体外微孔板成像结果，给出体内发光细胞的数量或荧光探针的浓度信息；
- 软件可输出或载入 DICOM 影像格式，具备完成多模式影像融合的功能，能实现三维光学影像与 CT、PET、SPECT 及 MRI 等影像结果的融合叠加。

2-3 小动物超声光声影像系统 (Vevo LAZR)

SMALL ANIMAL ULTRASOUND
PHOTOACOUSTIC IMAGING SYSTEM //



仪器型号	Vevo LAZR
生产厂家	VisualSonics (加拿大)
安装地点	模式动物研究中心 208
联 系 人	蔡玉玲
联系电话	0531-88381716
电子邮箱	sdu_amri@163.com

◎ 预约链接

- <https://gxpt.sdu.edu.cn/lms/!equipments/equipment/index.683>

◎ 仪器介绍

- Vevo LAZR 采用光声成像技术，成像整合了光声信号和超声的解剖学影像，兼具光学成像的高灵敏性与超声成像的高分辨率。Vevo LAZR 支持 2D 和 3D 的实时在体成像，可追踪体内的快速变化，同时提供光声影像和超声影像的共配准，精确的给出光声信号的体内来源。

◎ 主要功能

- Vevo LAZR 可以测定体内的血氧饱和度、血红蛋白含量；结合造影剂和纳米颗粒，可以检测

淋巴结、生物标志分子及基因表达等。

- Vevo LAZR 光声成像系统可用于肿瘤微环境、血流动力学、纳米医学材料、肿瘤标记物分子等领域的研究，为研究人员提供实时、高分辨率、高灵敏度的在体影像。

◎ 技术特色

- 多模态高频超声和光声成像技术；
- 专用的 LZ 系列换能器，集成光 - 声传递；
- 实现体外和体内造影剂成像的工具；
- 可以测量体积、血流灌注、血氧饱和度和分子成像。

2-4 小动物磁共振成像系统 (BioSpec 117/16 US)

SMALL ANIMAL MAGNETIC RESONANCE IMAGING SYSTEM //

仪器型号	BioSpec 117/16 US	联系人	蔡玉玲 孙瑞悦 于 洋
生产厂家	布鲁克	联系电话	0531-88381716
安装地点	山东大学趵突泉校区教学六楼 6101	电子邮箱	yangyu@sdu.edu.cn



◎ 仪器介绍

- 小动物磁共振成像具有高空间分辨率、多组织对比度、对动物无损伤和可重复扫描等特点，已经越来越被科学家们所重视，应用领域涉及材料科学、神经科学、脑功能、药理、毒理以及基因研究等。小动物磁共振成像是磁共振成像的一个重要分支，它具有更高的磁场强度，更强的梯度强度，实现更高的空间和时间分辨率，使磁共振成像达到分子影像水平，大大拓展了在材料科学，植物学，药理，毒理等领域的应用。

磁共振分子影像技术是利用磁共振成像为手段来无创伤地研究活体条件下生物细胞内的正常或病理状态下的分子过程的技术。在基础材料和临床医学研究中都具有非常广阔的应用前景。

◎ 仪器特点

- 磁体
布鲁克超导自屏蔽免维护磁体，磁场强度为 11.7 特斯拉，空间大小 20 厘米。
- 谱仪

全频率覆盖的谱仪系统 AVANCE Neo 可以实现磁共振成像和波谱，事件分辨率达到 12.5 纳秒。可扩展的结构最多可以提供 16 个并行接收通道和 6 个并行的发射通道。

- 射频通道

小动物 MRI 磁共振成像仪通道要分为发射通道和接收通道。为了实现氢核成像和波谱的实现，一般配备二个射频发射通道，四个质子接收通道，结合最新的成像的技术，可以实现并行采集，这样可以达到最佳的性价比和灵敏度。二通道发射可以实现并行发射，优化 B1 场均匀度，射频输出总功率，达到 1000W，能满足成像的需求。

- 梯度场强度的选择

对于 MRI 小动物成像仪，梯度场的选择是非常关键和重要的，它决定系统能达到的空间分辨率和时间分辨率。性能卓越的 BGA-9S 系列梯度系统提供的最大梯度强度为 7600mT/m，最大切换速率为 5800T/m/s，空间分辨率可以达到几十微米。即使在超高磁场下，集成的匀场线圈系统也能保证最优的磁场均匀度。高效的冷却系统为高端功能磁共振成像提供特有的占空比。

- 线圈

根据不同的动物大小和应用选择对应的磁共振成像仪线圈。

(1) 1H VOLUME RESONATOR 发射 / 接收圆形极化体线圈

(2) 表面线圈提高检测的灵敏度，用于波谱成像检测

(3) 专业发射线圈：提高激发效率和空间均匀场

(4) 低温探头：磁共振成像低温探头是布鲁克独有的创新技术，它要比普通室温射频线圈提高 150% 的灵敏度，极大地提高空间和时间分辨率，缩短扫描时间。特有的专利技术保护动物不受低温影响。

- 动物控制和监控

高精度的定位系统简化对动物的控制。提供针对不同种类动物专门设计的各种动物床，射频线圈和应用也与特定的动物床匹配。动物床有麻醉和固定装置，同时还包括动物体温恒定系统。配备的生理监测单元可以探测动物的心跳，呼吸，温度以及血管内血压，并输出同步触发信号。

- 磁共振成像 / 波谱采集和处理软件

ParaVision360 软件提供所有先进的磁共振成像和波谱技术以及图像评估和显示工具。为各种应用优化的脉冲序列和自动参数调节极大简化日常工作流程。硬件自动识别将提高扫描效率。并行成像技术结合半傅立叶编码技术已经可以在几乎所有的应用中使用，极大

地缩短扫描时间。强大的开发工具箱支持用户自定义实验的快速开发。同时实现与 PET 无缝连接控制。

◎ 仪器应用

（1）高分辨率神经解剖结构

超高空间分辨率可以显示精细的显微组织结构。领先的磁共振成像技术在超高磁场下提供完美的对比度。

（2）功能磁共振成像

梯度系统确保在单次激发下得到整个脑部的图像。匀场单元消除平面回波成像几何形变。特有的频率和相位稳定性保证多次激发 EPI 扩散张量成像的品质。高分辨率的功能磁共振成像可以深入洞察大脑的功能反应。

（3）扩散张量成像 DTI

多次激发 EPI 扩散张量成像可以显示小鼠脑部神经纤维走向。扩散梯度方向可多达 256 个方向，空间分辨率为 $200 \times 200 \times 400$ 微米。

（4）SWI 磁敏感成像

磁敏感成像可大大提高，可用于检测老年痴呆小鼠模型粥状淀粉沉积斑块，评价药物作用疗效。

（5）磁共振波谱

高强磁场下的磁共振波谱给研究脑部，肿瘤等代谢情况提供新的有效工具，活体定域谱技术实现小于 10 毫秒的回波时间，可以研究更广泛的代谢物。精密的匀场算法减小谱峰的重叠，达到最好的波谱分辨力。

（6）腹部成像

同步触发采集技术可以消除腹部运动伪影，高场下 T2 对比度能更好显示腹部各个脏器。

（7）心脏成像

专为心脏成像设计的相控阵线圈具有最大的灵敏度。并行加速采集技术支持高时间分辨率要求地实验，例如心肌灌注成像等应用。自触发技术和实时生理触发技术消除动物呼吸和心跳对图像的影响。可实现心脏亮血，黑血，灌注等结构，标记和电影成像。

2-5 活体动物身体组分分析仪 (LF90II)

LIVE ANIMAL BODY
COMPONENT ANALYZER //

仪器型号	LF90II	联系人	廖永祥
生产厂家	Bruker (德国)	联系电话	0531-88381716
安装地点	模式动物研究中心 208	电子邮箱	liaoyongxiang@sdu.edu.cn

◎ 预约链接

- <https://gxpt.sdu.edu.cn/lms/!equipments/equipment/index.1464>

◎ 仪器介绍

- 布鲁克 minispec 肌肉 / 脂肪分析仪是台式核磁共振分析仪, 适用于活体大鼠、小鼠及其他小动物进行全身组分分析。minispec 活鼠组分分析仪被视为用于研究实验室内进行活鼠表征、筛选和表型的功能强大的无损无创型分析工具。全新 minispec LF90 采用一体化身体组分分析工作流程, 实现整体式操作。分析用时不足两分钟, 可以放到鼠棚里, 测试大量的样品。

◎ 主要功能

- minispec LF90 时域核磁共振分析仪可用于精确测定活体小鼠、大鼠和小动物的肌肉、脂肪和体液等含量。

◎ 设备特色

- 快速分析, 测定时间不超过 2 分钟, 无需制备



试样。

- 操作简便, 无需耗材, 节省了珍贵的动物资源。
- 减轻动物承受的压力: 无需麻醉; “按现状”对动物进行测定。
- 由于降低了对动物的健康危害, 因此可以频繁地进行测试。
- 较之 DEXA (X 光) 技术, 准确度和精确度更高。

2-6 全自动五分类动物血细胞分析仪

AUTOMATED FIVE-PART DIFFERENTIAL HEMATOLOGY ANALYZER FOR ANIMALS



仪器型号	ProCyt Dx
生产厂家	IDEXX Laboratories Inc.. (美国 IDEXX)
安装地点	山东大学趵突泉校区模式动物中心 216
联系人	蔡玉玲
联系电话	0531-88381716
电子邮箱	sdu_amri@163.com

◎ 样品要求

- 可分析 EDTA 抗凝全血，也可分析胸水、腹水、脑脊液等多种体液样本（可检测物种：大鼠、小鼠、猫、猴子、狗、兔子、豚鼠、猪、牛等 20 余种动物）。

◎ 性能指标

- 白细胞五分类，采用先进的半导体激光流式细胞术通过前向散射光、侧向散射光和侧向荧光，三位一体，完成每个白细胞多重特征的全面分析，从而实现淋巴细胞、单核细胞、中性粒细胞、嗜酸性粒细胞和嗜碱性粒细胞的精确计数；红细胞 / 血小板，采用鞘流电阻抗技术，让细胞一个接一个排列后通过检测孔，确保每个细胞的特征得以记录下来；网织红细胞 / 血小板，采用特异性的荧光染色，确保相似大小的血小

板和红细胞能被完全区分开来；血红蛋白，采用更为环保的 SLS 比色法，无毒具有环保性，更大程度保护操作人员和实验室环境，无需特殊设备处理废液，降低成本。且 SLS 是一种脂溶性试剂，可以大大减弱脂血和高白细胞总数造成的浊度对血红蛋白检测的影响；

（1）项目参数：提供 31 项血常规参数：WBC、RBC、HGB、HCT、MCV、MCH、MCHC、PLT、NEUT（%，#）、LYMPH（%，#）、MONO（%，#）、EO（%，#）、BASO（%，#）、RDW-SD、RDW-CV、RBC-O、MPV、P-LCR、PLT-O、PDW、PCT、RETIC#、RETIC%、LFR、MFR、HFR；

（2）检测原理：白细胞五分类和网织红细胞采用激光流式细胞技术与核酸荧光染色相结合的方法检测；红细胞应用鞘流电阻抗法；血小板可提供电阻抗法和荧光法两种检测结果；

- (3) 反应速度：30 个样本 / 小时 (CBC+DIFF+RETIC)；
 - (4) 样本量：30 μ l 全血；
 - (5) 可检测物种：大鼠、小鼠、猫、猴子、狗、兔子、豚鼠、猪、牛等 20 余种动物；
 - (6) 样本类别：可分析 EDTA 抗凝全血，也可分析胸水、腹水、脑脊液等多种体液样本；
 - (7) 网织红细胞：仪器能全自动定量检测网织红细胞参数；
 - (8) 血红蛋白测定：采用无氰化物的 SLS 法检测，无毒且环保；
 - (9) 数据管理及输出：原厂配套动物专用数据管理软件，连接实验室管理系统后可打印中文报告单，数据可用 EXCEL 格式批量导出；
 - (10) 报告图形显示：含 2 种直方图，2 种散点图；
 - (11) 异常标记：对细胞形态异常进行标记，提示操作者复核结果。
- 主要应用：完整全面的血细胞参数检测。

◎ 仪器说明

- 放入样本，点击执行即可：维护保养也都是按钮式操作，简单易行。
- 仅需少量样本：该分析仪只需 30 μ l EDTA 抗凝全血。
- 封闭式吸取样本：没有样本准备，更低的污染风险。
- 30 秒后样本就可以取出：样本在 30 秒内返回，可继续用于其他检测。



- 这一过程包括样本细胞染色，对每个细胞进行 633nm 的激光照射，以及收集多种角度的散射光。波长为 660nm 甚至更长（用蓝色表示）的荧光将被收集，用于精确测量细胞的核酸含量。

2-7 小动物 PET/CT (122S)

MICRO PET/CT IMAGING SYSTEM

仪器型号	NanoScan PET/CT 122S	联系人	廖永祥
生产厂家	MEDISO Medical Imaging Systems (匈牙利 Mediso)	联系电话	0531-88381716
安装地点	山东大学趵突泉校区珈玛楼 108	电子邮箱	liaoyongxiang@sdu.edu.cn

◎ 预约链接

- <https://gxpt.sdu.edu.cn/lims!/equipments/equipment/index.73>

◎ 主要规格及技术指标

- 单个轴向视野 $\geq 9\text{cm}$;
- 多轴向视野 $\geq 40\text{cm}$;
- 径向视野 $\geq 9\text{cm}$;
- 机器开口 $\geq 15\text{cm}$;
- 环直径 $\geq 16\text{cm}$;
- 晶体元数目 ≥ 30000 个 ;
- 晶体大小 $\leq 1.2 \times 1.2 \times 14\text{mm}$;
- 三维 OSEM 算法驱动空间分辨率 $\leq 0.8\text{mm}$;
- 滤波反射投影空间分辨率 (提供 NEMA 数据) $\leq 1.4\text{mm}$;
- 检测绝对灵敏度 (提供 NEMA 数据) $> 8\%$;
- 噪声等效计数 NEC 小鼠 $\geq 800 \text{ kcps@ } 60 \text{ MBq}$;
- NEC 大鼠 $\geq 200 \text{ kcps@ } 60 \text{ MBq}$;
- 时间分辨率 $\leq 1.6\text{ns}$;
- 能量分辨率 $\leq 20\%$.

◎ 主要功能及特色

- 正电子成像 ;
- CT 成像 ;
- PET/CT 通过运用影像学手段显示组织水平、细胞和亚细胞水平的特定分子, 反映活体状态下分子水平变化, 对其生物学行为在影像方面进行定性和定量研究的科学。



2-8 X 射线辐照仪

X-RAY IRRADIATOR



仪器型号	X-RAD 225 OptiMAX
生产厂家	Precision X-ray Inc. (美国 PXi)
安装地点	山东大学趵突泉校区模式动物中心 216
联系人	廖永祥
联系电话	0531-88381716
电子邮箱	liaoyongxiang@sdu.edu.cn

◎ 样品要求

- 细胞、组织器官、小鼠、大鼠、豚鼠及兔子等活体小动物。

◎ 预约链接

- <https://gxpt.sdu.edu.cn/lims/!equipments/equipment/index.687.dashboard>

◎ 性能指标

- 图像引导精准 X 射线辐照仪有效的结合生物发光成像，对病变部位细胞进行标记，精确定位病变部位；荧光成像，标记治疗药物，实现药物精确定位；X 光成像，照射样品全身结构定位；可真正意义上实现病变部位的精确诊断，进而实施 X 射线精确辐照。可用于骨髓移植、器官移

植、放射性治疗、肿瘤治疗、基因治疗、DNA 损伤、细胞诱变、饲养层细胞制备、免疫治疗、多种治疗方式联合治疗、光热治疗、光动力治疗、化疗以及成像指导下的可视化治疗。其中，影像介导的可视化治疗可以追踪药物动力学过程和释放、药物的分布和代谢。

● X 射线球管

- (1) 最大电压 $\geq 225\text{kV}$ (0-225kV, 0.1kV 连续可调)；
- (2) 功率 $\geq 3000\text{W}$ ；
- (3) 球管类型：金属陶瓷，固定阳极，钨靶；
- (4) 双焦点：焦点大小，1.2mm/5.5mm (640/3000W)；小焦点用于 X 光成像，大焦点用于 X 射线辐照；
- (5) 冷却方式：自循环水冷却；
- (6) X 射线球管且具备自动预热功能，确保仪

器质量和使用寿命；

(7) 曝光时间：1-9999 秒，可连续照射。

- 高压发生器

(1) 高压发生器采用先进的固态绝缘体设计，相对于传统的液态油性绝缘体，体积大大缩小的同时绝缘性能大大提高，而且安装维护更方便；

(2) 剂量输出要求：225 kV 连续可调，最小间隔 0.1kV，17.8mA，30cm SSD 时；

(3) 电压输出精准性： $< \pm 1\%$ ；

(4) 电压重复精度： $\pm 0.01\%$ 。

- 多功能辐照仓

(1) 多功能辐照室规格（宽 × 深 × 高，cm）：65cm × 65cm × 106cm 超大箱体仓，可安装辐照专用细胞培养箱；

(2) 可调整照射距离（SSD）：15-100cm，连续可调或不小于 10 个照射面；

(3) 辐照箱体可结合生物发光、荧光、X 光，实施 X 射线精确辐照；

(4) 辐照室内壁材质：辐照室内壁必须为不锈钢材质，为方便消毒、清洁和防止交叉感染。

- 多模态图像共定位模块

(1) 图像模式：解剖学 X 光成像、生物发光成像、荧光成像；

(2) 有效像素：420 万（2048 × 2048）；

(3) 分辨率：67 μ m/ 像素；

(4) 镜头：定焦，f0.95；

(5) 成像面积：20cm × 20cm。

◎ 主要应用

- 癌症生物学：肿瘤照射，放疗致死剂量研究等。

- 小动物辐照。

- 药物研究：抗辐射药物、辐射增敏药物等。

- 材料。

- 免疫学。

- 基因组学，基因稳定性研究。

- 辐射致敏剂研发。

2-9 高分辨率小动物活体三维成像系统

IVIS SPECTRUM IN
VIVO IMAGING SYSTEM //

仪器型号	IVIS Spectrum2	联系人	于 洋
生产厂家	美国 Revvity	联系电话	0531-88381716
安装地点	模式动物研究中心 208	电子邮箱	yangyu@sdu.edu.cn



◎ 样品要求

- 包括小鼠、大鼠、鸡、猴、兔、猫、鱼、南美栗鼠、雪貂等。

◎ 仪器介绍

- 系统整合了超高灵敏度的生物发光成像、荧光成像、切伦科夫成像以及 X 光成像模式。IVIS Lumina XRMS 能够对小鼠、大鼠进行光学成像并与 X 光叠加，为光学信号提供精确的结构定位。具体应用包括癌症与抗癌药物研究，纳米探针与载体的研究，免疫学与干细胞研究，细胞凋零，病理机制及病毒研究，基因表达和蛋白质之间相互作用，转基因动物模型构建，药效评估，药物甄选与临床前研发等生命科学、材料学及医学研究等多个领域。

◎ 主要功能

- 具备高灵敏度的生物发光及荧光二维成像功能；
- 具备生物发光及荧光三维成像功能；
- 具备基于切伦科夫辐射原理的放射性同位素成像功能。

◎ 技术参数

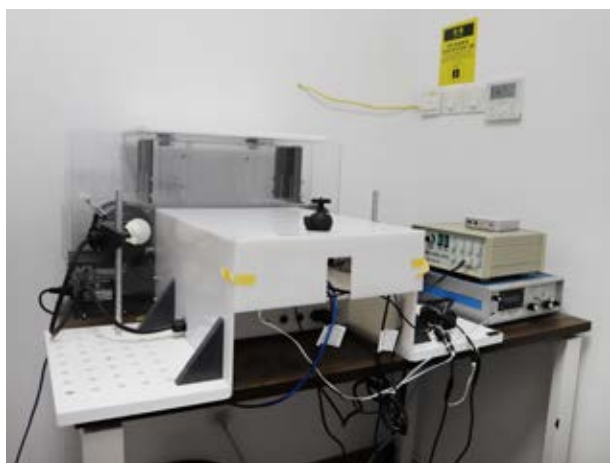
- (1) IVIS Spectrum2 整机同时具备二维生物发光成像、二维荧光成像，且二维生物发光和二维荧光可进行影像叠加；
- (2) IVIS Spectrum2 整机同时具备三维生物发光、三维荧光成像功，且三维生物发光和三维荧光可进行影像叠加；
- (3) IVIS Spectrum2 能够获得成像动物横断面、矢状面及冠状面所有层面的光学信号图像及三维重建影像；
- (4) IVIS Spectrum2 能够对信号源体积、深度、强度、细胞数进行三维定量分析；
- (5) 探测器采用顶置式背照射、背部薄化科学一级 CCD 相机；
- (6) CCD 工作温度达到绝对 -100°C ；
- (7) 背照式 CCD 相机：芯片尺寸 $2.7\text{cm} \times 2.7\text{cm}$ ，有效像素数量： 2048×2048 ，量子效率 95% ($500\text{--}700\text{nm}$)；
- (8) 相机采用定焦镜头；
- (9) 相机焦距： 50mm ；
- (10) 最大光圈可达 $f/0.95$ ；
- (11) 检测灵敏度达到可检测小鼠皮下 5 个生物发光细胞；
- (12) 荧光光源：采用近红外增强型金属卤素灯；
- (13) 荧光光源光谱： $300\text{--}900\text{nm}$ 连续波长，任意可调， 1nm 步进；
- (14) 荧光光源功率： 150瓦 ；
- (15) 具备荧光反射、底部点透射光路；
- (16) 具备激光扫描器，功率 5mW ，用于三维成像时动物体表拓扑结构的绘制；
- (17) 激发光滤片转轮可同时装载 12 个滤片，标配滤片数量 10 个；
- (18) 发射光滤片转轮可同时装载 24 个滤片，标配滤片数量 18 个；
- (19) 激发及发射滤光片直径： 55mm ；
- (20) 滤光片采用精密的离子束溅射 (IBS) 技术进行硬涂层处理，使用寿命长，透光率高于 95%，截止深度 OD7；
- (21) 配备中性密度滤光片，用于校正组织吸光特性的差异；
- (22) 具备荧光光谱分离功能，能够进行光谱的扫描，纯光谱提取；
- (23) 能够与 Micro CT 联用进行多模式成像，提供多模式图像的断层信息及三维图像；
- (24) 成像视野范围可调，最大视野范围 $23\text{cm} \times 23\text{cm}$ ；
- (25) 可同时拍摄 10 只小鼠；
- (26) 动物载物台温度可控 (20°C -40°C)，采用加热板方式，加热更迅速，且即时温度可通过软件显示；
- (27) 拍摄分析软件具备细胞发光曲线测定功能，软件可以根据孔板成像数据，自动计算细胞的发光曲线及单细胞发光强度；
- (28) 标配软件包含图像获取及数据分析模块，具备生物发光及荧光三维结果定量方法，能给出光学信号在体内的深度、发光体积、定位、三维发光强度等三维定量信息，并结合细胞或荧光探针的体外微孔板成像结果，给出体内发光细胞的数量或荧光探针的浓度信息。

2-10 多功能整合型精细行为识别系统(HomecageScan 等)

INTEGRATED FINE BEHAVIOR RECOGNITION ANALYSIS SYSTEM //



仪器型号	HomecageScan 等
生产厂家	Clever Sys
安装地点	模式动物研究中心 215-217
联系人	周汶萱
联系电话	0531-88381716
电子邮箱	202484000196@sdu.edu.cn



◎ 预约链接

- <https://gxpt.sdu.edu.cn/lms/!equipments/equipment/index.1224>

◎ 主要规格及技术指标

- 完全利用第三代行为学技术——行为识别技术的顶尖系统。可以适应目前大多数主流行为学实验的需要，同时提供最新的参数，提高检测

的灵敏度通用的以顶视为基础的行为分析系统，利用物身体部位提供更精准的行为表型分析结果的系统。从顶部观察动物的活动行为，以视频进行分析，适用于大鼠和小鼠，与相应硬件相配合，可对包括自发活动实验、水迷宫实验、新物体识别实验、Y 迷宫实验、高架十字迷宫实验、T 迷宫、八臂迷宫、条件性位置偏爱、三箱社交等实验等在内的大部分常规动物行为学实验视频进行自动分析。

- 对侧面观察（side-view）的视频进行行为分析，提供更多身体部位细节信息。
- 适用于独立的通气鼠盒 IVC 环境装置鼠饲养笼（natural home cage）中的大小鼠精细行为分析。
- 对动物形体进行多达八部分躯体检测，包括头 / 口（Head/ Mouth），耳（Ear），前爪（Fore Limb），后爪（Hind Limb），上背（Upper Back），下背（Lower Back），腹部（Abdomen），和尾巴（Tail），并依此进行行为分析。
- 对常见的鼠笼行为进行检测识别，包括站起（Rearing），下蹲（Coming Down），走 / 跑（Walking），睡（Sleeping），睡醒（Awaken），睡中扭动（Twitching），理毛（Grooming），吃（Eating），嚼（Chewing），喝（Drinking），跳（Jumping），连续跳动（Repetitive Jumping），嗅（Sniffing），攀高（Hanging），落地（Land），挖掘（Digging）等。
- 系统主机处理能力不小于 64 通道，今后可根据实验需求增加通道数，也可升级同品牌的多通道无线记录、fMRI 兼容记录、多通道电刺激等实验组件。
- 配套 2 个 32 通道微型放大器，重量不大于 1 克，数字信号输出；具有 3D 加速传感器及陀螺仪功能，并将加速传感器数据同步保存在神经信号文件中；内置红外 LED；电极在体实时阻抗测试功能。
- 微型数字放大器的柔性连接线缆 6 根，采用多段连接的设计，使用者可能够根据动物活动范围，灵活调整长度，自行进行多段加长或缩短。
- 配套电动辅助光电一体换向器及适配器，实现 64 通道电生理与光遗传的同步实验。支持双 32 通道微型数字放大器信号和光刺激信号的换向，可以与任意激光器和 LED 光源配套使用。

◎ 主要功能

- 用于小鼠行为学研究。

2-11

SMART3.0 豪华版行为学视频分析系统

PANLABSMART 3.0
BEHAVIOR SYSTEM //



仪器型号	SMART3.0 豪华版
生产厂家	西班牙 /Panlab
安装地点	山东大学趵突泉校区模式动物中心 215
联系人	周汶萱
联系电话	0531-88381716
电子邮箱	sdu_amri@163.com

◎ 样品要求

- 小鼠、大鼠、豚鼠等活体小动物。

◎ 性能指标

- 拥有 20 年以上视频分析引擎开发经验的 Panlab 公司为研究者提供非常诚实、稳定、可靠的动物识别技术。在处理不同质量画面时，用户可以感受到 SMART 图像性能的稳定；而 Triwise 三点识别、Global Activity 活动量算法等体现 SMART 图像引擎的强大功能。

◎ 详细技术参数

- 采用模块化设计可以处理并分析实时影像，也可以处理已录制的影像；
- 可记录分析动物的移动轨迹、速度（平均、最大、最小）、距离、时间、起始点、停留时间、时间

的比例、头部朝向、身体延长、站立、潜伏期等多个实验指标；

- 两种开始和四种停止记录方式设置，根据用户需要自定义记录时间；
- 在处理时可人工修正轨迹误差，可自动消除动物摆尾的影响；
- 软件允许安装多台电脑；
- 提供 USB 接口的摄像设备（网络摄像机和 USB 摄像机），无需额外安装视频采集卡；
- 针对实验室拍摄环境条件差异，提供视频探测优化工具，可调节 Threshold 和 Erosion 值，以获得最佳的动物识别效果，各个区域的亮度和对比度能够独立地调整；
- 适用于监测动物的全局活动量和 Immobility 评价的行为学实验，如：开放场、强迫游泳、悬尾实验和条件恐惧实验；
- 提供轨迹分析计算（subject-tracking）和全局

活动量计算 (global activity) 两种视频探测方法；
全局活动性计算可以精确描绘动物局部肢体的活动量，适合强迫游泳实验的 Immobility 探测；

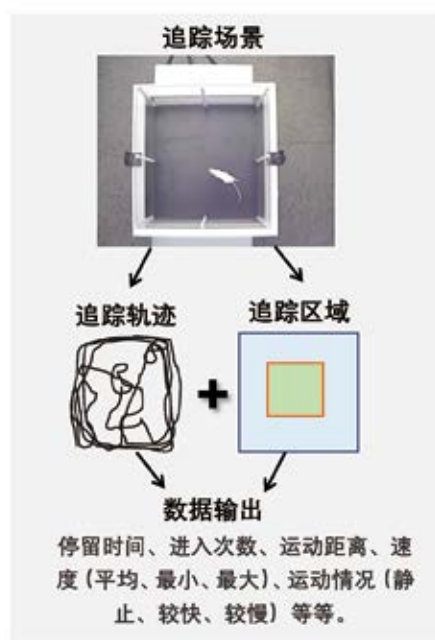
- 可记录分析动物的移动轨迹、速度（平均、最大、最小）、距离、时间、起始点、在某一区域内停留的时间及其占总时间的比例、到达某一区域所需要的时间等共约 200 多个实验参数；
- 具有 9 个事件标记功能，记录动物的其它特殊行为活动；
- 无需对动物进行颜色标记或染色处理，就能实现动物的轨迹跟踪和社会交互行为识别；
- 提供专门的数据表格生成工具，可详细定制表格中需要显现和隐藏的所有相关参数，以及制表符格式、字体、样式等等内容；
- 软件能保存包括实验数据、实验信息、图像信息、动物数据库等所有信息，并保存为统一的文件格式，支持后期批量分析功能；
- 具有记录头部、中心、尾部等三点监测功能，可分析动物的站立、蜷缩、旋转等功能；
- 可记录多种场景活动，同时可满足多只动物实验的需求，最多可以达 200 个场景；
- 水迷宫、旷场等各个模块无须自己设计，软件自带各个功能模块；
- 可进行 1-8 只动物之间的社会交互活动。

◎ 主要应用

- 活动量及探索行为：自主活动、新物体识别、旋转、伸展、站立 / 攀爬等行为；
- 焦虑测试：旷场、高架十字迷宫、O 迷宫、黑白箱、洞板；

- 抑郁测试：悬尾实验、强迫游泳；
- 学习与记忆：水迷宫、八臂迷宫、T&Y 迷宫、Barnes 迷宫、物体识别测试；
- 成瘾和奖赏：条件位置偏好、气味偏好；
- 社会交互：Resident 测试；
- 斑马鱼研究：Larvae 多孔板测试、位置偏好测试。

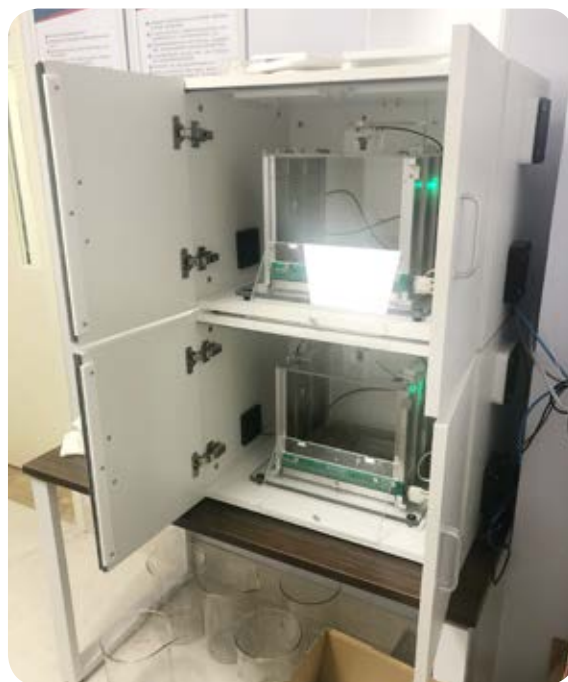
◎ 仪器说明



2-12 条件恐惧震惊视频分析系统

FEAR CONDITIONING
SYSTEM

仪器型号	FreezeScan
生产厂家	Clever Sys Inc (美国 Clever Sys)
安装地点	山东大学趵突泉校区模式动物中心 208
联系人	周汶萱
联系电话	0531-88381716
电子邮箱	sdu_amri@163.com



◎ 样品要求

- 大鼠、小鼠等啮齿类动物。

◎ 性能指标

- Clever Sys 的 FreezeScan 是全球第一套采用视频进行恐惧检测，而且是第一套采用视频识别技术识别到动物木僵行为 (Freeze Behavior) 系统具有大量的专利的算法，如 Unified system and method for animal behavior characterization from top view using video analysis，美国专利 US 20040141635 A1，已经直接对于 Freeze 行为的视频检测，提出了专利的运动探测方法，包括条件恐惧中最重要的木僵行为。软件还可

以筛除阴影、光斑、灯光的闪动和摄像头噪音，并能探测到小于 1mm 上的移动。

- 采用先进的独家专利噪音去除技术，屏蔽各种干扰判断的杂散噪音。同时灵活方便设置 FREEZING 检测的时长 (Duration) 和严格度 (Strictness)。同时，还可以判断区分睡眠和 Freezing，此为独家专利技术。

◎ 主要技术参数

- 恐惧监测视频分析系统，由顶部观察分析系统采用第三代行为学识别技术，可以识别动物的全身信息。
- 超高度可靠，经过顶尖的科研机构认证，条件恐惧系统和受良好的观察者之间的结果一

- 致性超过 90%，同一批次之间的重复性高达 99.95%。
- 可存储多个刺激方案，能随时在训练和测试中调用。
 - 系统留有多个通道，提供 TTL 信号输出，可触发光遗传、行为反应操作箱等设备同步分析。
 - 采取先进视频压缩技术，可以保存为图像，也可以导出多种视频录像格式。同时，视频压缩技术与 USB 摄像机相比，录像速度稳定，更适于分析。同时系统还支持实时分析，即一边记录视频录像，一边实时得到分析结果。此为独家专利技术。可以大幅度结余实验时间，同时分析结果可以实时与视频对应，大幅度提高分析结果的可靠性。系统还支持对于已经录制的视频，进行批处理，减少实验人员的重复操作以及结余实验分析的时间。
 - 以电子表格形式（Excel）批量导出数据和分析结果，包括僵立比例、次数、时间和间隔等。除此之外，还可以输出每次僵立发生的时间、持续的时间等参数。同时还包括动物运动的轨迹、距离、速度、时间等。
 - 刺激器由计算机直接控制，带有额外刺激如声音，光，电、风扇等。同时，刺激器可以同步控制声音及白噪音，还可以把所有的声音文件记录为 WAV 文件，作为原始实验数据。
 - 功能强大的 Freeze 分析软件，支持视频或者图片的噪音的过滤，同时也支持多个动物的分析，支持身体的移动代替整体的移动，同时在特定区域的僵立行为的检测。
 - 自动动物识别跟踪分析功能，所以在做条件恐惧测试的时候，可以一次同时得到视频跟踪分析的数据。
 - 功能强大的动物检测及消除噪音的检测方法，Animal Detection and Tracking 动物检测及跟踪的方法：支持 Animal Size 动物的大小、Animal Color 动物颜色与背景差（黑 - 白、黑 - 黑、白 - 黑、白 - 白、杂色 - 变化背景等五种方法），同时支持自动阈值、手动阈值、复杂阈值（既白又黑）、头部朝向阈值、动物的合并于分割阈值等。
 - 软件具有全面实时功能，可以实时显示 Illustration 插图窗口，用以实时显示动物的跟踪状态，判断是否准确跟踪；Event 窗口，实时显示动物跟踪分析过程的 Event 行为事件；Result 窗口，实时显示 Event 行为事件及 Measure 测量结果；同时支持实时修改 Animal Detection and Tracking 动物检测及跟踪的参数，及时生效而无需暂停软件。
 - 系统支持全彩色分析，对变化光照和非均匀光照自适应，自动处理亮、暗区域，可变换速度回放检测到的行为事件的视频截段分析等高级功能。
 - 标准隔离箱可用于大鼠或小鼠，进行各种经典或者操作性的条件实验。该隔离箱装备有通风设备（风扇 / 进气口）和一个终端设备。终端设备便于连接箱内各种电缆，保持箱内整齐清洁。标准隔离箱提供了良好的声音隔离能力。根据需要，箱内可以另加噪音衰减设备和光控环境（照明灯箱）；隔离箱尺寸：43.2w × 45.7h × 43.2 d cm。
 - 行为反应操作箱可以通过通讯协议端口视频数据协议触发通用 TTL 信号，与第三方系统（如光遗传、在体电生理、自身给药系统）可实现事件分析上的完全同步分析。

- 操作箱可以用于大鼠或小鼠(仅电击地板不同), 并可根据客户要求做不同的安排及定制。墙壁由丙烯酸树脂和铝插件组成。左右各有三列插件槽。各种环境信号和刺激附件安装在插件槽内, 可以根据需要配置, 随意增减, 以适应不同实验的需要。
- 行为反应操作箱室顶盖的设计考虑了动物带有系统(如光遗传学、脑电图、自我给药等)的情况下可以方便使用; 操作箱尺寸: 26cm × 32cm × 21cm。
- 提供用于操作性和经典条件反射实验的附件包括: 扬声器、刺激灯、电击地板、照明灯箱等配件。
- 动物电击器是个独立操作设备, 用于提供到电击地板的电流。电击可手动触发, 也可由外部的 TTL 信号触发。电击输出电击电流可调节。仪器提供两个调节电流范围: 0-1 毫安和 0-5 毫安。电流调节通过一个两相拨动开关和一个转动电位计表(输出电流调节旋钮)来完成。
- 用于光刺激的信号灯可以安装在操作箱侧壁的任何地方。它用 molex 信号接口直接连接到终端, 通过 TTL 控制, 可方便地设置协议和发送光刺激。
- 隔离箱内的照明, 可以通过固定在隔离箱内顶板上的照明灯来实现(通过 molex 电源接口和终端连接), 也可以选用照明灯箱(白光/红外),

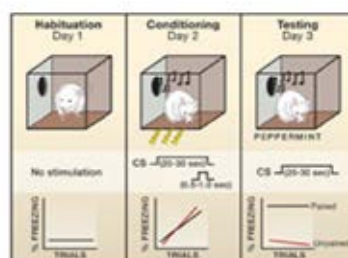
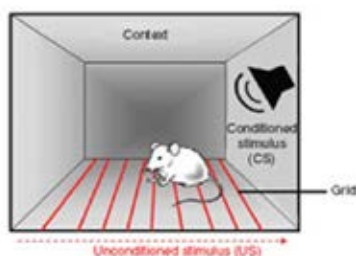
以提供更均匀的照明。

- 信号灯刺激器由计算机直接控制, 带有额外刺激如声音, 光, 电、风扇等。
- 刺激器可以同步控制声音及白噪音, 还可以把所有的声音文件记录为 WAV 文件, 作为原始实验数据。
- 扬声器可在各种操作室或经典条件实验中用于发送声音刺激。扬声器通过声音分路放大器连接至电脑的声卡, 除可以产生音调(Tone)和白噪音(White Noise)外, 还可以播放特定的声音 WAV 文件(比如同情反应实验中), 以在各种经典和操作条件实验中实现不同条件刺激/无条件刺激配对。
- 提供国际国内用户近年应用本次投标货物在影响因子大于 20 的 SCI 著名期刊发表的文献作为仪器性能指标的证明, 至少 5 篇。

◎ 主要应用

- 评价学习记忆功能。
- 情绪相关研究。
- 创伤性应激障碍。
- 恐惧记忆研究。
- 海马、杏仁核等脑区研究。

◎ 仪器说明



2-13 美国 Columbus 实验动物代谢系统

COMPREHENSIVE LAB ANIMAL MONITORING SYSTEM

仪器型号	CLAMS-16	联系人	周汶萱
生产厂家	Columbus Instruments (美国, 哥伦布)	联系电话	0531-88381716
安装地点	山东大学趵突泉校区模式动物中心 215	电子邮箱	sdu_amri@163.com

◎ 样品要求

- 活体小鼠。

◎ 性能指标

- 美国 Columbus Instruments 公司 CLAMS 实验动物代谢监测系统通过连续时间、实时监测一段时期内在生活笼中的实验动物的生活情况，综合分析能够得到实验动物的能量代谢水平。将经过药物注射或基因敲除等处理的实验动物置于生活笼中，利用动物活动监测模块监测、记录动物在笼中 XYZ 平面的行为，记录动物的活动次数、时间和运动距离，利用动物饮水监测模块监测、记录动物的饮水量和饮水次数，利用动物进食监测模块实时监测、记录食物的消耗量和动物的进食量、进食次数，利用控制器主机控制卡路里能量代谢测量模块实时测量笼中的氧气和二氧化碳浓度变化，通过对实验动物饮水情况、进食情况、活动情况、氧气消耗量和二氧化碳产生量的综合检测和分析，能够实现实验动物运动能力、能量代谢水平的测定，从而进行实验动物的整体表现监测。通过对这些生物量的测量，并利用电脑工作站分

析得到实验动物的呼吸熵、耗氧量、二氧化碳产生量、热量变化等，从而实现对实验动物的基础代谢率进行整体的评价，寻找引起动物表型改变的原因，探索心脑血管疾病形成的因素，以及造成免疫系统紊乱的各种成因，对代谢综合征、2 型糖尿病，肿瘤，心血管，神经退行性疾病等的研究具有重要意义。更可以广泛被用于运动学研究、药物毒理及药物筛选研究、免疫学、老化、内源性毒理机制、神经性退化疾病、糖尿病与肥胖症、转化医学、代谢类疾病、细胞生物学等不同研究领域。



◎ 技术参数

● 能量代谢监测模块

(1) 采用质量流量控制技术, 所有有关气体交换评估的测量数据归一化到标准大气压 STP (760 mmHg) 条件下, 不受温度和气压的影响。可测量呼吸熵、耗氧量、二氧化碳产生量和热量等;

(2) 配置高速的氧化锆 O_2 传感器:

O_2 测量精度: $\leq 0.01\%$

O_2 测量分辨率: $\leq 0.001\%$

(3) 配置高速的无弥散红外 CO_2 传感器:

CO_2 测量精度: $\leq 0.001\%$

CO_2 测量分辨率: $\leq 0.0001\%$

(4) 笼内的气流换气速率可达 2L/min, 符合动物福利要求, 单笼的气体检测时间 ≤ 20 秒;

(5) 系统可在 5min 内自动校正 O_2 、 CO_2 ; 标准气体无需持续接入, 大大节约气体的消耗;

(6) 采用管式高分子纳米涡旋单向快速干燥技术; 在不改变温度、压强等物理条件的情况下高效去除水汽, 检测气体不与干燥气体接触;

(7) 具有氨气去除装置, 排除氨气干扰, 保证测量准确性;

(8) 实时监测实验环境参考空气中的 O_2 、 CO_2 含量;

(9) 提供事件导入功能, 没有最长测量时间限制

(10) 可同时监测通道数: 1-16 个;

(11) 笼具设有气流混匀装置使代谢笼内保证最少的气体残留, 生活笼可铺设垫料, 从而减少实验动物情绪压力等应激反应, 增强动物安全性和舒适性, 符合 IACUC 标准, 适合长期监测, 可高压灭菌。

● 自主活动监测模块

(1) 可对动物在 XYZ 轴面上的活动度进行评价;

(2) 步态动作可单独监测;

(3) 相邻红外探头间距: 13mm;

(4) 提供动物笼内热量位置图谱;

(5) 具有睡眠模块, 可探测分析睡眠回合数, 平均睡眠长度, 最小睡眠长度, 最大睡眠长度, 总睡眠时间。

● 进食监测模块

(1) 进食监测: 可实时监测食物消耗量, 测量精度 $\leq 0.01g$;

(2) 喂食器具有防碎屑装置, 可减少进食过程中碎屑损失和外漏引起的误差;

(3) 运行过程中可添加食物, 不会对持续检测造成影响;

(4) 可同时监测通道数: 1-16 个。

● 饮水监测模块

(1) 可精确监测记录饮水消耗量和饮水行为, 测量精度 $\leq 0.01g$;

(2) 运行过程中添加水不会对持续检测造成影响;

(3) 可同时监测通道数: 1-16 个。

● 跑轮运动监测模块

(1) 通过磁条向系统提供小鼠转动圈数, 运动距离和运动时间;

(2) 小鼠跑轮直径 94mm, 35mm 宽度;

(3) 可同时监测通道数: 1-16 个。

● 呼吸频率监测模块

(1) 可在非侵入情况下实时记录实验动物在笼内的呼吸频率情况;



- (2) 可监控实验动物在笼内的应激反应变化和适应情况；
- (3) 可监测实验动物呼吸频率范围：20–720BPM（每分钟呼吸次数）；
- (4) 可监测实验动物呼吸频率准确率 1%。

● 环境监控模块

- (1) 控温范围：5℃ – 40℃。
- (2) 控温精确度：±0.1℃。
- (3) 温度均一性：±1℃。
- (4) 控湿范围：50%–90%RH。
- (5) 气流控制：20L/min(可另外定制)。
- (6) 容量参考尺寸：

外形尺寸 1800mm × 720mm × 2030mm

使用尺寸 1700mm × 575mm × 1412mm

◎ 主要应用

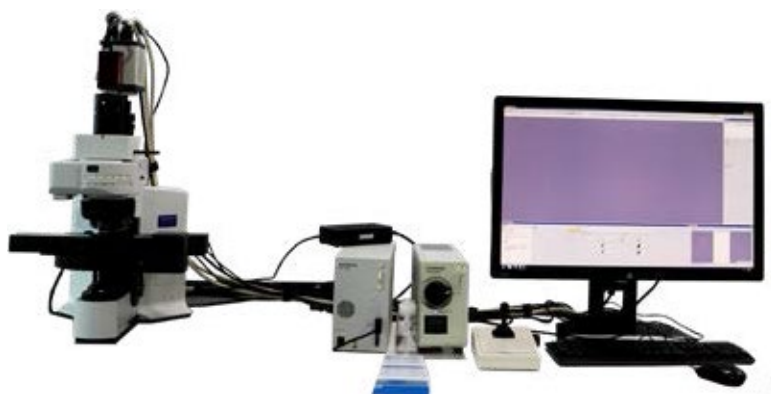
- 心脑血管疾病、免疫学、代谢综合征、2 型糖尿病，肿瘤，心血管，神经退行性疾病、运动学研究、药物毒理及药物筛选研究、免疫学、老化、内源性毒理机制、神经性退化疾病、糖尿病与肥胖症、转化医学、代谢类疾病、细胞生物学等。

3-1

高清病理切片全景扫描与图像分析系统

A PANORAMIC SCANNING AND IMAGE ANALYSIS SYSTEM
FOR HIGH DEFINITION PATHOLOGICAL SECTION

仪器型号	VS120	联系人	邵星星
生产厂家	日本 Olympus	联系电话	0531-88382105
安装地点	山东大学趵突泉校区综合科研楼 208	电子邮箱	shaoxingxing@sdu.edu.cn



◎ 样品要求

- HE、MASSON、IHC 及 IF 等标记的组织切片、细胞爬片、细胞涂片等多种样本。
- 适配 26mm × 76mm 的标准载玻片。

◎ 性能指标

- 多物镜系统：电动物镜转盘，配备物镜 2x、10x、20x、40x、60XW 水镜；
- 光源：明场 100W 卤素灯照明，长寿命荧光光源（寿命 ≥ 2000 小时）；
- 电动载物台：扫描区域 5 × 3 英寸，精度 0.08 μm；电动 Z 轴：精度 2nm，最大速度可达 1.25mm/s；
- 扫描速度：15 × 15mm 大小标本，20x 物镜，扫描时间明场 ≤ 2min；

- 双 CCD 成像设备：彩色 CCD 和单色科研级 sCMOS 相机。

◎ 主要应用

- 设备支持全自动扫描模式，自动扫描载物台上的所有玻片（1-5 片）；
- 支持专家模式，自由调整每张玻片的扫描设置。支持多点智能聚焦，形成聚焦地形图，扫描平整度差的样品同样可以得到完美的全景图像；
- 支持多物镜扫描，针对不同区域可以选择不同的物镜进行扫描叠加。能够进行 Z-Stack 扫描和景深扩展功能，并能进行 3D 图像的拼接和后期的渲染和分析。

3-2 肿瘤微环境原位分析系统

IN SITU ANALYSIS SYSTEM FOR TUMOR MICROENVIRONMENT

仪器型号	TissueFAXS Spectra	联系人	邵星星
生产厂家	奥地利 TissueGnostics	联系电话	0531-88382105
安装地点	山东大学趵突泉校区综合科研楼 213	电子邮箱	shaoxingxing@sdu.edu.cn



◎ 样品要求

- HE、MASSON、IHC 及 IF 等标记的组织切片、细胞爬片、TMA、细胞涂片等多种样本。
- 兼容 26mm × 76mm 的标准载玻片和 52mm × 76mm 的载玻片。

◎ 性能指标

- 成像模式：明场、荧光和多光谱全自动成像功能；
- 配备滤色块组：DAPI、BV480、FITC、Cy3、Texas red、CY5、CY7；
- 配置液晶可调谐滤光片：检测波长范围 420–730nm；

- 配备物镜：2.5x、5x、20x、40x、63x；
- 荧光光源：固定波长 LED 光源，八通道独立激发光波段：390/22nm、440/20nm、475/28nm、510/25nm、555/28nm、575/25nm、635/22nm、747/11nm。

◎ 主要适用范围

- 肿瘤（肿瘤微环境、标志物检测、肿瘤转移、肿瘤干细胞、肿瘤免疫等）；
- 神经（神经干细胞、星形胶质细胞、脑功能、神经退行性疾病等）；
- 免疫（免疫因子、免疫细胞亚型分析、自身免疫性疾病）；
- 循环（血管生成、血管病变、白血病、凝血功能、造血干细胞）；
- 病理（病理诊断、炎症浸润与转归、其他（发生、发展、变化和转归））；
- 药物（药理、药效学评价、新药作用靶点、药物代谢分布、毒理学等）。

3-3 数字切片扫描仪 (VS200)

IN SITU ANALYSIS SYSTEM FOR
TUMOR MICROENVIRONMENT



仪器型号	VS200
生产厂家	日本 Olympus
安装地点	山东大学趵突泉校区综合科研楼 202/219
联系人	邵星星
联系电话	0531-88382105
电子邮箱	shaoxingxing@sdu.edu.cn

◎ 样品要求

- HE、MASSON、IHC 及 IF 等标记的组织切片、细胞爬片、细胞涂片等多种样本。
- 兼容 26mm × 76mm 的标准载玻片和 52mm × 76mm 的载玻片。

◎ 性能指标

- 光源：高强度和高显色性 LED 光源；
- 配备明场、荧光、暗场和偏光四种成像扫描方式，无需暗室环境；
- 配置物镜：2 ×、10 ×、20 ×、40 ×、20 × 偏光物镜；
- 明场和荧光切片扫描都支持全自动校准，自动进行白平衡等参数的调校；
- 一次性自动扫描切片数量：标准切片 (26mm × 76mm) 156 张，支持荧光和明场切

片、大切片和普通切片等混合放置并扫描；

- 配备 DAPI、FITC/GFP、TRITC/RFP、Cy5 四通道荧光；
- 3D 成像后可实时进行 EFI 景深扩展，支持 Z-Stack 图像获取。

◎ 主要适用范围

- 明场、偏光和荧光标本的快速、高通量、高清晰度扫描无痕拼接成像，三维图像扫描后的景深扩展以及保存后的后期数据分析；
- 可以实现全玻片扫描、自动对焦、扫描速度快、大图拼接，尤其适合荧光样品及多通道荧光叠加成像；
- 应用范围：经过 HE 染色、Golgi 染色、偏光染色、荧光染色的组织切片的成像。

3-4 高清病理切片全景扫描系统 Zeiss Scan7

HIGH-DEFINITION PANORAMIC SCANNING SYSTEM FOR PATHOLOGICAL SECTIONS ZEISS SCAN7



仪器型号	Scan7
生产厂家	德国 Zeiss
安装地点	山东大学趵突泉校区综合科研楼 202/219
联系人	邵星星
联系电话	0531-88382105
电子邮箱	shaoxingxing@sdu.edu.cn

◎ 样品要求

- HE、MASSON、IHC 及 IF 等标记的组织切片、细胞爬片、细胞涂片等多种样本。
- 兼容 26mm × 76mm 的标准载玻片和 52mm × 76mm、28mm × 48mm、106mm × 77mm 的载玻片。

◎ 性能指标

- 箱式主机，具备明场成像、荧光成像、多色免疫荧光成像功能；
- 光源：LED 透射光光源、LED 荧光光源；
- 单性自动扫描切片数量：标准切片 (26mm × 76mm) 100 张；
- 三相机配置：预览相机快速识别拍摄样品及标签，彩色相机，sCMOS 相机；
- 配备物镜：5X/NA0.25、10X/NA 0.45、20X/NA 0.8、40X/NA 0.95；
- 荧光滤片组：DAPI，AF430，FITC，Cy3，AF594，Cy5.5，Cy7。

◎ 主要适用范围

- 明场病理玻片扫描；
- 荧光玻片扫描；
- 多色免疫荧光成像；
- 组织芯片成像。

3-5 荧光显微光学切片断层成像仪 fMOST

FLUORESCENCE MICRO-OPTICAL SECTIONING TOMOGRAPHY INSTRUMENT

仪器型号	Biomapping 5000L	联系人	邵星星
生产厂家	中国沃亿	联系电话	0531-88382105
安装地点	山东大学趵突泉校区综合科研楼 202/219	电子邮箱	shaoxingxing@sdu.edu.cn



◎ 样品要求

- 体积小于 10cm × 7cm × 5cm 的树脂包埋材料。

◎ 性能指标

- 激光光源：配备 473nm 和 561nm，可激发 GFP、PI、mCherry、DsRed、Tdtomato 等常用荧光标记物；
- 配备 20 × 物镜、40 × 物镜；
- 光源照明强度可通过软件进行实时控制，可连续

稳定工作时间 ≥ 10000hr；

- 探测通道数 ≥ 2 channel；
- 体素分辨率优于 0.35 μm × 0.35 μm × 1 μm；
- 对于 0.5cm³ 体积样品：在采样点尺寸小于 0.4 μm × 0.4 μm × 2 μm 时，三维全脑成像时间 ≤ 96hr；
- 全自动三维高精运动模块：开启后无需人工干预；
- 配置高性能工作站可实现 TB 级图像数据的加载、分析处理及三维可视化，并配备专业图像处理软件；具有包含原始 2D 图像拼接、去噪、均一化等功能。

◎ 主要适用范围

- 适合于荧光标记小鼠单细胞分辨的全脑连接图谱的获取、神经元的长程投射追踪；
- 果蝇、斑马鱼、小鼠、大鼠、灵长类等模式动物在正常、疾病及发育过程中神经和血管网络的变化；
- 其它可被荧光激发的生物组织三维精细成像及重构。

3-6 空间多组学分析系统

SPATIAL MULTI-OMICS
ANALYSIS SYSTEM

仪器型号	Nanostring /GeoMx DSP	联系人	邵星星
生产厂家	美国 Bruker	联系电话	0531-88382105
安装地点	山东大学趵突泉校区综合科研楼 202/219	电子邮箱	shaoxingxing@sdu.edu.cn



◎ 样品要求

- 新鲜冰冻组织、石蜡包埋的 FFPE、组织芯片。

◎ 性能指标

- 可在一张组织切片上同时检测超过 570 种蛋白质的空间表达；
- 可在一张组织切片上同时检测超过 21000 种 RNA 分子；
- 切片厚度：5-10 μm ；
- 切片大小：最大 36.2mm $\times$ 14.6mm；
- 设备一次可处理 1-4 张切片（4 $\times$ 1 $\times$ 3 inch）；
- 扫描放大倍数：20X，可以扫描整张切片，保存整张切片的染色图像；
- 四通道荧光扫描：FITC/525nm，Cy3/568nm，

Texas Red/615nm，Cy5/666nm；

- 五种不同的 ROI（感兴趣区域）圈选方式：几何图形模式，表型分割模式，等高线模式，网格模式，稀有细胞模式；
- ROI 大小：10-600 μm ；
- 下游标签检测平台，可同时兼容 Nanostring nCounter 数字式荧光条码系统和 NGS 二代测序系统。

◎ 主要适用范围

- 用于肿瘤异质性、肿瘤免疫微环境高分辨率分析；
- 免疫逃逸相关的抑制性因素分析；
- 临床精准医疗方案开发，联合治疗方案分析研究。

3-7 活细胞超高分辨显微镜

SUPER-RESOLUTION MICROSCOPE
FOR LIVE-CELL IMAGING



仪器型号	DeltaVision™ OMX Flex
生产厂家	GE Lifescience (美国)
安装地点	山东大学趵突泉校区综合科研楼 202/219
联系人	吕晓倩
联系电话	0531-88382105
电子邮箱	lvxiaoqian@sdu.edu.cn

◎ 样品要求

- 细胞、组织切片等。

◎ 性能指标

- DeltaVision™ OMX Flex 系统既能完全兼容所有荧光分子和染料，实现空间上的超高分辨率成像，又可以实时观察活细胞的动态过程，实现时间上的超高分辨率。与此同时，DeltaVision™ OMX Flex 超高分辨显微成像系统还具有以下优势：

(1) 同时具有 3 种超高分辨成像模式：3D-SIM，2D-SIM 和 SIM-TRIF。其中 2D-SIM 和 SIM-TRIF 能够提供更快的采集速率，更适合快速动态变化的细胞学实验。2D-SIM 超高分辨率模式下 ≥ 15 帧/秒 (512×512 像素)；2D-SIM-TRIF 超高分辨率全内反射模式下 ≥ 15 帧/秒 (512×512 像素)，比其他同类产品速度快

5-10 倍以上。

(2) 高速灵敏成像：最多可同时配置 3 个 sCMOS 相机，提供高灵敏度及速度，宽场模式下成像速度最高可达 400fps，更适合活细胞的成像实验。能够 3 个通道独立拍摄，防治多个图像采集时发生串色。

(3) 配有自动聚焦 (Ultimate Focus) 系统：可自动控制 Z 轴，实现实时自动对焦，稳定系统的反馈时间为 200ms，定位精度为 25nm，反馈时间更短，定位精度更高。不仅可以自动维持焦平面的稳定，而且能够跟踪移动的细胞，实现长时间连续的活细胞观察困难。

(4) 先进的活细胞培养装置：能控制温度湿度以及 O_2 、 CO_2 、 N_2 三种气体的流量，能够真正做到低氧实验；并且三种气体均通过软件控制。

(5) 样品前处理过程简单。SIM 技术对样品制备、荧光标记和缓冲液没有特殊要求，这意味着成像结果从一开始就是生理学相关的直接影像。

该系统能对常见的可见光激发的染料进行成像，并对常规荧光显微镜使用的染料进行超高分辨成像。可应用荧光染料或者蛋白应该包括但是不限于如下染料或蛋白：DAPI, Hoechst, EGFP, EYFP, Alex 488, Alex 546, Alex 568, RFP, Cy5, Alex 633。

- 整体技术指标：

(1) 超高分辨成像模式需包括 3D-SIM, 2D-SIM 和 TIRF-SIM 结构光照明成像模式。

(2) 同时标配超高速 conventional 还原型反卷积成像模式 (Conventional Deconvolution)。

(3) 可同时配置 3 个 sCMOS 相机检测器，一个相机检测器对应一个独立波长通道，既能够序列成像，也能够多通道同时成像。

(4) 一体化设计：采用增强稳定型光路系统，整个光学系统、防震台、载物台和活细胞环境控制模块等均置于一个稳定的自带暗室功能的空间中；无需目镜，通过软件即可自动化快速寻找视野、目标样品和焦平面信息。

(5) 具有激光安全控制装置，只要打开外罩舱门，激光就会自动关闭。

(6) 提供 ≥ 18 种不同折射率的镜油，折射率范围：1.500–1.536，以满足不同温度和封片剂情况下的样品类型。可根据每个物镜的点扩散函数 (PSF)，注册与之匹配的超高重构参数。

(7) 大视野 3D 超高分辨率成像：在 60X/1.42NA 油镜条件下，超高分辨率图像的成像范围 $\geq 82 \mu\text{m} \times 82 \mu\text{m}$ 。

- 光源以及照明系统部分：

(1) 包含自动校准激光耦合单元，配有 4 根新型固

态激光器：

405nm 固态激光，光纤输出功率 $\geq 95\text{mW}$ 。

488nm 固态激光，光纤输出功率 $\geq 95\text{mW}$ 。

568nm 固态激光，光纤输出功率 $\geq 61\text{mW}$ 。

640nm 固态激光，光纤输出功率 $\geq 61\text{mW}$ 。

明场透射照明：长寿命 LED 灯。

(2) 结构光照明 (SIM) 成像部分：

SIM 成像模式下，X, Y 轴分辨率 $\leq 100\text{nm}$ (依赖于激发波长)，Z 轴分辨率 $\leq 300\text{nm}$ (依赖于激发波长)。

通过电子扫描振镜完成 SIM 图形的高速切换，进行 3D-SIM 成像，且对每一个激发波长所对应的 SIM 图案自动进行优化。

SIM 模式下最多可同时配 3 个 sCMOS 相机成像。

(3) Conventional 荧光成像部分：

超高速 (卷帘快门) conventional 成像模式下图像采集速度 $\geq 400\text{fps}$ (512×512 像素)， $\geq 200\text{fps}$ (1024×1024 像素)。

可进行还原型反卷积 (Deconvolution) 处理，处理后 X, Y 轴分辨率 $\leq 200\text{nm}$ (依赖于激发波长)，Z 轴分辨率 $\leq 500\text{nm}$ (依赖于激发波长)。

- 显微镜部分：

(1) 研究型全电动倒置荧光显微镜，闭环压电 Z 轴扫描台。

(2) 自动高精度三轴一体移动载物台，X, Y, Z 轴步进精度 $\leq 20\text{nm}$ ，Z piezo 步进精度 $\leq 5\text{nm}$ ；移动行程 (XY) $24\text{mm} \times 48\text{mm}$ 。

(3) 焦面漂移校准装置：通过红外激光快速实时监测样品的焦平面，并长时间保持焦平面的稳定。聚焦精度 $\leq 25\text{nm}$ ，读取时间 $\leq 70\text{ms}$ ，响应时

间 $\leq 350\text{ms}$ 。

(4) 8 位发射滤光片转轮, 滤光片切换速度 $\leq 250\text{ms}$ 。

(5) 载物台可兼容的样品类型: 35mm 培养皿, 标准 $75 \times 25\text{mm}$ 玻片, 腔室盖玻片。

(6) 微分干涉 (DIC) 成像组件, 包括聚光镜和 60X DIC 棱镜等, 可用于明场观察。

(7) 气垫式防震台。

- 低噪音高速高灵敏 sCMOS 相机 :

(1) 芯片尺寸 $\geq 2040 \times 2040$ 像素, 动态范围 16bit, 单个像素尺寸 $\geq 6.5 \mu\text{m} \times 6.5 \mu\text{m}$ 。

(2) 光电转化率 (QE) $\geq 82\%$; 读出速度 $\geq 272.3\text{MHz}$, 读出噪音 $\leq 0.9\text{e}^- (\text{rms})$, 满阱容量 $\geq 30000\text{e}^-$ 。

(3) 每个相机均由独立电脑控制, 保证运行速度及稳定性。

(4) sCMOS 相机采用半导体制冷, 避免使用风扇散热造成的振动。

- 活细胞环境控制模块 :

(1) 通过软件控制温度、湿度和气体浓度, 可同时控制 CO_2 和 O_2 。

(2) 气体混合单元可混合 CO_2 、空气和 N_2 。通过控制 N_2 的浓度实现低氧环境培养。

(3) 温度控制范围: 环境温度 $+20^\circ\text{C}$, $\pm 0.5^\circ\text{C}$, 最高 40°C , 传感器感应。同时有加温加湿装置。

(4) CO_2 浓度控制范围为 0–30%, O_2 控制浓度为 0–20%。

(5) 气体流量: $\sim 400\text{mL/min}$ 。

- 图像获取及分析软件 :

(1) 结构光照明 (SIM) 重构运算, 包括: 2D SIM, 3D SIM, TIRF SIM。

(2) X, Y 轴校准功能, 并配置独立校准的玻片。

(3) 结合显微镜光路信息对收集到的光线进行还原型反卷积运算, 对细微结构进行空间体积还原三维重构和计算。

(4) 六维成像: 可同步实现 XYZ (不同位置) – λ (不同波长) – T (多时间点) – P (多位置) 活细胞成像的多维控制。

(5) 多色大视野预览扫描 (≥ 100 个视野), 快速寻找目标区域。

(6) 3D 立体视图浏览, 并保存成可以播放的电影文件。

(7) 共定位分析。

(8) 荧光定量分析。

(9) 2D 反卷积 (Deconvolution) 运算, 3D 反卷积 (Deconvolution) 运算。

(10) 多波段荧光探测自动齐焦补偿。

(11) 具有 Auto Focus 功能, 自动寻找样品最佳焦平面。

- 图像工作站 :

(1) Intel Core™ i7 4770S processor 处理器, CPU 速度 3.1GHz , RAM 32GB 1600MHz DDR3, OS 硬盘 256GB SSD, 数据驱动器 3×1TB onboard RAID5 阵列, USB 接口 4×USB 3.0, 4×USB 2.0, 光驱 Integrated DVD-RW。

(2) 显示器≥ 27 英寸, 分辨率不低于 2560×1440, 对比度 1000:1。

(3) 图像采集控制和分析处理工作站均使用 Linux 操作系统, 保证系统稳定。

◎ 主要应用

- 主要应用于从细胞及亚细胞层面研究生命过程和疾病的发生机理, 观察细胞内细胞器和病毒等细微结构在三维空间中的精确定位和分布, 蛋白质结构、定位与功能的关系以及蛋白质 - 蛋白质之间发生相互作用的时空顺序, 阐明生物大分子组成细胞基本结构的过程以及重要活性因子调节细胞主要生命活动的机制等。该系统广泛应用于细胞生物学、微生物学、免疫学、神经生物学、生理学、遗传学、病毒学、生物物理学、药理学等各个学科领域。



3-8 超高分辨共聚焦显微镜 STED

SUPER-RESOLUTION CONFOCAL
MICROSCOPE STED

仪器型号	STELLARIS&STED	联 系 人	吕晓倩
生产厂家	德国 Lecia	联系电话	0531-88382105
安装地点	山东大学趵突泉校区综合楼 206	电子邮箱	lvxiaoqian@sdu.edu.cn

◎ 样品要求

- 玻片样品：组织切片或细胞染色爬片。
- 活细胞样品：共聚焦小皿或孔板。

◎ 性能指标

● 主要配置

（1）激光系统：固体激光器：405nm，488nm，

561nm，638nm；白激光：440-790nm 连续波长脉冲激光；STED 激光：589nm+660nm+775nm 脉冲激光。

（2）扫描系统：高分辨率 8192×8192；扫描视野 22mm；扫描速度 28 帧 / 秒。

（3）检测系统：4 个全光谱超高灵敏度荧光检测通道 +1 个 PMT 透射光通道。

（4）显微镜系统：全自动倒置显微镜。



(5) 物镜 : 5x, 10x, 20x, 40x, 63x 油镜, 100x 油镜。

(6) Tau、Tau STED、TauSTED Xtend 成像模块。

(7) Lightning 超高分辨成像模块 : XY 分辨率 $\leq 120\text{nm}$, Z 分辨率 $\leq 200\text{nm}$ 。

(8) STED 纳米成像模块 : XY 分辨率 $\leq 30\text{nm}$, Z 轴分辨率 $\leq 130\text{nm}$ 。

● 主要规格及技术指标

(1) Leica 最新一代共聚焦成像平台, 实现 405nm+440–790nm 连续波长激发, 410–850nm 连续波长发射检测的共聚焦成像。

(2) 扫描系统 : 扫描分辨率 8192×8192 ; 扫描视野 22mm ; 扫描速度 28 帧 / 秒 (512×512)。

(3) 全电动倒置荧光显微镜。

(4) 连续波长的超分辨 Tau 荧光寿命成像。

(5) 超高分辨成像 : XY 分辨率 $\leq 120\text{nm}$, Z 分辨率 $\leq 200\text{nm}$ 。

(6) 纳米分辨成像 : XY 分辨率 $\leq 30\text{nm}$, Z 分辨率 $\leq 130\text{nm}$ 。

◎ 主要应用

- 生物组织、切片、活细胞的 2D、3D 荧光成像研究 ;
- 细胞骨架、染色体、细胞器、细胞膜系统的三维图像, 实现超高分辨、超高灵敏度、超快速度的共聚焦成像 ;
- X、Y、Z、T、 λ (光谱波长)、 θ (旋转角度)、I (光强度)、A (区域) 等多维组合扫描成像观察分析 ;
- 连续激发光谱和发射光谱的共聚焦成像 ;
- 440nm–790nm 连续波长的超分辨 Tau、Tau STED 荧光寿命功能成像 ;
- 分子间相互作用研究, 荧光漂白、恢复、共振能量转移 ;
- TauSTED Xtend 每个扫描点即时收集荧光强度 + 寿命信息, 实现高分辨成像同时更低漂白。

3-9

随机光学重构超分辨显微镜 (Elyra7)

STOCHASTIC OPTICAL RECONSTRUCTION
SUPER-RESOLUTION MICROSCOPE ELYRA7 //

仪器型号	Elyra 7	联系人	吕晓倩
生产厂家	德国 ZEISS	联系电话	0531-88382105
安装地点	山东大学趵突泉校区综合楼 202	电子邮箱	lvxiaoqian@sdu.edu.cn

◎ 样品要求

- 玻片样品：组织切片或细胞染色爬片。
- 活细胞样品：共聚焦小皿或孔板。

◎ 性能指标

- 激光器：405nm、488nm、561nm、642nm；
- 超高分辨率成像模式：基于晶格结构光照明 SIM 技术的超高分辨率成像，基于单分子荧光成像 SMLM 技术（如 PALM/dSTORM/PAINT 等）的超高分辨率成像；
- 成像分辨率：Lattice SIM XY 方向 60nm、Z 方向 200nm，SMLM：XY 方向 20nm、Z 方向 50nm；
- 成像速度：Lattice SIM 二维成像速度 255 幅/秒，三维成像速度 51 幅/秒；
- 物镜：10x、25x 多介质物镜、40x 油镜、63x 油镜、63xTIRF 物镜；
- 配置两个 sCMOS 相机，可进行双通道荧光同步成像；
- 活细胞培养装置；
- 配备大数据图像处理分析软件 arivis，具备细

胞追踪功能。

◎ 主要应用

- 解析细胞的结构组织：对细胞的亚结构如溶酶体、线粒体、内质网、细胞骨架、高尔基体等细胞器进行更精细的结构解析，并对其中的组分及分布进行定性、定位的研究，如检测细胞组分和蛋白质的排列、探测分子组合体的超微结构、研究蛋白质在结构环境中的定位等；
- 活细胞快速动态超高分辨率成像：对样品进行快速成像，如呈现细胞器运动、囊泡运输、膜重组等细胞的运动机制；如研究粘着斑黏附、微管蛋白重组、囊泡穿梭的变化；如记录膜动力学、细胞分裂、细胞迁移等快速变化过程；
- 荧光的定量定位分析：可对单、双或多标的细胞及组织标本的荧光进行定量定位分析，也非常适合于高灵敏度的快速免疫荧光测定，可以准确监测抗原表达、荧光原位杂交斑点及细胞结合和杀伤的形态学特性并作定量分析；
- 荧光共定位分析：可以对蛋白质互作、表观遗传学中 DNA 片段在染色体的定位、亚细胞器



的相互作用等进行分析，共定位的准确性会受到显微成像设备空间分辨率的限制，超高分辨显微成像系统显著提高了光学显微镜在 XYZ 三维空间上的分辨率，提高共定位分析的准确性；

- 组织结构的超微结构成像：晶格结构光照明技术加深了 SIM 的成像深度，弥补传统结构光照

明技术在组织深度成像中的短板，可以拓展结构光超高分辨在组织结构中应用，比如肿瘤组织中的免疫微环境、神经科学研究中的神经追踪、轴突形态成像等的研究；

- 观察细胞中单个分子的空间位置和动态行为，进一步研究细胞的结构和功能。

3-10 激光共聚焦显微镜 (LSM980)

LASER CONFOCAL
MICROSCOPE980



仪器型号	LSM 980
生产厂家	德国 ZEISS
安装地点	山东大学趵突泉校区综合楼 213/208
联系人	吕晓倩
联系电话	0531-88382105
电子邮箱	lvxiaoqian@sdu.edu.cn

◎ 样品要求

- 玻片样品：组织切片或细胞染色爬片。
- 活细胞样品：共聚焦小皿或孔板。

◎ 性能指标

- 激光器：405nm、488nm、561nm、639nm；
- 最快成像速度：共聚焦成像 13 幅 / 秒 (512×512 像素)，超高分辨率成像 25 幅 / 秒 (512×512 像素)；
- 超高分辨率成像分辨率可达 XY 方向 90nm、Z 方向 270nm，适合弱荧光信号样品成像；
- 检测器：荧光检测器、Airyscan2 超高分辨率检测器、透射光检测器；
- 物镜：10x、20x、40x、63x；
- 具备大型环境稳定装置，活细胞培养装置。

◎ 主要应用

- 共聚焦图像采集：对冰冻切片、石蜡切片、爬片细胞、培养细胞、水凝胶、胶原蛋白、带荧光的材料样品以及诸如斑马鱼、果蝇胚胎、线虫、拟南芥等模式动物样品进行多色荧光图像采集。荧光种类和荧光标记方式没有任何限制；

- 超分辨率成像，使用 Airyscan 超高分辨率模块，对亚细胞精细结构、细胞器等进行多色荧光超分辨率成像；
- 高速超高分辨率成像，使用新一代 Airyscan 2 超高分辨率成像块，对快速运动的细胞器、钙信号进行高速动态成像同时解析其细节结构信息及空间分布；
- 活细胞动态图像采集，使用时间序列成像功能，采集样品多色荧光动态视频；还可结合活细胞培养工作站，精确控制温度，湿度和二氧化碳浓度，实现活细胞长时间培养中的连续动态多色荧光视频图像采集；
- 三维图像采集和重构，在共聚焦或超分辨率模式下对组织切片、细胞样品进行连续 Z 轴（Z-stack）光学切面多色荧光成像，并可进行三维重构，从而获得精细的单个细胞或组织切片的各个层面结构的三维图像；
- 荧光定量分析，使用软件的荧光定量分析功能，可以对图像中任意选择区域设置背景阈值，进行荧光定量分析，测定选定区域各通道荧光强度数值；对动态图像的荧光强度变化进行实时或离线荧光强度测定，得到选定区域各通道荧光强度随时间的变化曲线；
- 荧光共定位分析，在多通道荧光图像中，基于单个像素荧光强度测定方法，进行两个荧光通道之间的共定位量化测定。用于分析多荧光共表达或蛋白、分子之间相互作用的辅助分析判断；
- 光谱扫描和光谱拆分，采用线性光栅分光方式，进行光谱扫描，并通过软件的线性拆分功能（Linear Unmixing），能够快速将样品中自发荧光和荧光染料波谱交叉产生的串色荧光去除，得到更真实的荧光信号。使用光谱扫描功能还可以应用于化学或药化研究中，可以获取未知染料 / 药物的荧光发光光谱信息，并能精细拆分不同荧光染料。



3-11

双光子扫描显微镜

TWO-PHOTON
SCANNING MICROSCOPE //

仪器型号	FVMPE-RS	联系人	孙瑞悦
生产厂家	日本 OLYMPUS	联系电话	0531-88382105
安装地点	山东大学趵突泉校区综合楼 109	电子邮箱	15165181593@163.com

◎ 样品要求

- 适用于活细胞、活组织、活体标本。

◎ 性能指标

- 双光子部分 (FVMPE-RS) :

(1) 激光导入光路具有全电动光轴四轴自动校正功能确保双光子最佳激发效率, 调整任一激光波长, 激光光斑角度和位置均可电动自动调整, 达到两个光斑重合。

(2) 光路内置自动扩束装置, 保证在更换波长和物镜时, 光束直径都能够自动适应物镜后出瞳面, 保证各种波长和物镜条件下实现最佳的分辨率和激发效率。

(3) 显微镜成像光路波长校正范围: $\geq 1600\text{nm}$, 光路在 1600nm 也有高通过率, 使得未来多光子实验扩展得到保证。

(4) 红外激光调节使用高精度 AOM 控制, 可 0.1% 级别连续调节激光强度, 有快速光闸控制功能, 可使用红外脉冲激光进行局部的随意感兴趣区域扫描 (ROI), 并有效保护样本。

(5) 具有深焦观察模式, 光束自动调整, 可在高分辨率和深焦成像模式之间自主选择, 在深层观



察时产生更明亮的高清晰度的图像, 使双光子大幅提升效率和结果。

(6) 双谱线飞秒激光器, 一条谱线波长范围 $680-1300\text{nm}$ 连续可调, 一条谱线 1040nm 。配

有全自动色散补偿系统将色散大小随波长变化进行负色散补偿，保证到达样品的峰值功率。

(7) 配置两套扫描振镜，包括一套常规扫描振镜、一套共振高速扫描振镜。常规扫描振镜和与共振扫描振镜直接通过软件切换，无需重新启动设备。

(8) 扫描速度：所有通道同时检测时达到在 512×512 分辨率下不低于 30FPS，且视野不低于 18mm，在 512×32 分辨率下不低于 438 FPS。

(9) 配置独立的第三套同步扫描振镜，同步光刺激，并进行神经细胞活动同步成像的光遗传、光刺激实验。

(10) 独立的第三套同步扫描振镜利用 AOM 精确控制成像和光刺激的位置和时间，实验过程中采用龙卷风扫描模式对需要的区域进行快速漂白和光刺激。

(11) 单光子激光器：配置 458nm 连续固体激光器，功率 20mW，整合导入扫描单元。

(12) 配置 2 个无 pinhole 反射荧光 PMT 成像通道，对称等距设计，可以同时采集多个波段的多光子激发荧光，具备 BFP / CFP / GFP / YFP / DsRed / mCherry 等荧光蛋白及荧光染料的采集。

● 物镜

(1) 5X 干镜 数值孔径 NA 0.1，工作距离 WD 20mm。

(2) 60X 长工作距离水浸物镜，数值孔径 NA 1.0，工作距离 WD 2.0mm。

(3) 25X 多光子专用水浸物镜：数值孔径 N.A 1.05，工作距离 WD 2mm；支持宽达 1600nm 的红外透过率，同时保证 405nm 透过率，适于解笼锁 / 可见光光遗传实验，透过率 $\geq 80\% @ 405\text{nm}$ ， $\geq 75\% @ 1300\text{nm}$ ， $\geq 70\% @ 1600\text{nm}$ ，对于盖玻片和组织深度进行校准，有扫描深度校正环，显微操作针注射角度 $\geq 30^\circ$ 利于电生理实验。

● 清醒小鼠行为学模块

(1) 全电动原厂原装龙门架型，原厂原装龙门架设计，显微镜下部操作空间 640mm (W) $\times$ 355mm (H) $\times$ 520mm (D) 空间。

(2) 活体成像器官固定仪。

(3) 清醒动物气浮笼。

● 单光子部分

(1) 固体激光器：405nm/50mW、488nm/20mW、561nm/20mW、640nm/40mW、594/20mW。

(2) 开放式和一体化的激光耦合器，通过单独一根宽光谱、高透过率光纤导出，近紫外到红光区域一体化色差校正，无须调节光纤中心。

(3) 所有激光谱线均由 AOTF 控制, 可实现连续调节激光强度、高速激光谱线切换, 具有快速光闸控制功能, 可进行局部的 ROI 成像、FRAP 等实验应用; 激光强度调节范围: 0.1%–100%, 最小调节步进精度 0.01%。

(4) 5 个检测器通道 (2 个制冷型超灵敏检测器, 2 个常规荧光检测器, 1 个透射光检测器) 实现 4 个荧光检测器同时成像, 实时叠加。制冷型 GaAsP 超高灵敏检测器, 可用于弱荧光成像。

(5) 四个独立的荧光光谱检测器, 其中制冷型 GaAsP 超高灵敏检测器 2 个, 四个光谱检测器都可同时执行光谱扫描和光谱拆分等全部功能, 每个都可以独立设置不同激光、HV、offset 等参数。

◎ 主要应用

- 活体成像: 可以进行小型动物如小鼠、大鼠等的活体成像, 可获得不同层面的信号观察, 并进行三维重建。更高灵敏度、高分辨率图像、同时具有高对比度等突出优势, 保护样品;

- 多维图像的获得: 如 X, Y, Z, λ , t, xyt、xzt 和 xt 扫描, 时间序列扫描旋转扫描、区域扫描、光谱扫描, 同时方便进行图像处理;

- 生物信号测量和分析功能: 细胞内离子荧光标记, 单标记或多标记, 细胞器和荧光蛋白的共定位分析, 检测细胞内如 PH 和钠、钙、镁等离子浓度的比率测定及动态变化, 进行荧光能量共振转移等功能的分析;

- 定点的光漂白或刺激: 由于双光子具有天然的空间选择性, 可以进行更准确的空间的光操作, 对活体或组织的结构进行各类光漂白、光刺激、光活化, 适合 Optogenetics、FRET、FRAP、Uncaging 等实验。

3-12 双光子激光共聚焦显微镜

TWO-PHOTON CONFOCAL MICROSCOPE //

仪器型号	LSM880 NLO	联系人	吴美玲
生产厂家	德国 Zeiss	联系电话	0531-88382105
安装地点	山东大学趵突泉校区综合科研楼 109	电子邮箱	Meilingwu@sdu.edu.cn

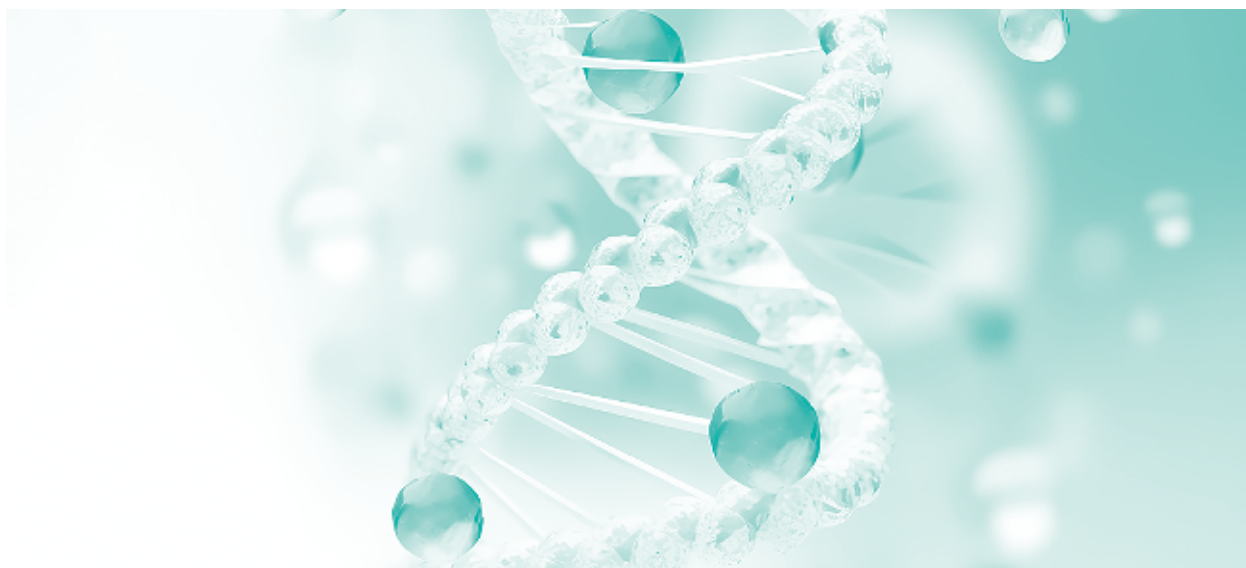
◎ 样品要求

- 玻片样本包括组织切片或细胞染色爬片、所有适合配置激光器激发的荧光样品都可以进行超高分辨率成像，无需选择特定的荧光染料，可以做动物活体实验。

◎ 性能指标

- 检测器 LSM 880 with fast Airyscan 技术同时拥有快速的超高分辨率成像，以及高灵敏度的图像采集。这种新型检测器设计优良，即使是厚样本也能获得分辨率为 120nm (x, y) 和





350nm (z) 的一个完美的光学切面，并能将信噪比 (SNR) 提升 4-8 倍。在您进行单光子或多光子实验时，使用这种新颖的探测器设计获得更高的灵敏度，分辨率和速度；同时还配备有内置 2PMT、1GaAsP 检测器、1 个 T-PMT 检测器；

- 观察方式 明场、微分干涉 (DIC)、相差、荧光；
- 激光器

适用于从 690-1080 的波长范围连续可调的脉冲式超快红外双光子激光器；Z1 固体激光器 (405nm, 30mW) 多谱线氩离子激光器 (458nm/488nm/514nm, 25mW) 固体激光器 (561nm, 20mW) 氦氖激光器 (594nm/633nm, 5mW)；

- 显微镜主机 Axio Examiner 的正置显微镜，活体显微检测平台，大样品操作空间能够满足多种需求。

◎ 主要应用

- 三维重建 (3D Reconstruction)：对样品进行连续扫描，根据薄层光学切片获得三维数据，

通过三维重建直观地进行观察；

- 多荧光标记分析 (Multifluorescence)：对单荧光和多荧光标记的样品进行高清晰和高分辨率的扫描并采集图像；
- 共定位 (Co-localization)：对样品内两种荧光标记的信号共同分布的位置进行分析；
- 动物活体成像：电生理显微镜以及双光子可实现对动物组织如脑的活体成像；
- 光谱拆分：分离串色荧光信号和自发荧光；
- 生理学测量功能 (Physiology)：对细胞内重要离子浓度和 pH 值的测定；
- 荧光共振能量转移 (Fluorescence Resonance Energy Transfer, FRET)：测量荧光标记分子间的相互作用；
- 光漂白恢复 (Fluorescence Recovery After Photobleaching, FRAP)：将荧光标记分子用激光照射漂白后观察其荧光恢复情况，可用来测量荧光标记分子的运动和扩散；
- 超高分辨率成像：使用 Airyscan 检测器能获得分辨率为 120nm (x, y) 和 350nm (z) 的一个完美的光学切面。

3-13 双转盘激光共聚焦高内涵成像及分析系统

HIGH CONTENT SCREENING INSTRUMENTS



仪器型号	Opera Phenix
生产厂家	美国 PerkinElmer
安装地点	山东大学趵突泉校区综合科研楼 202
联系人	吴美玲
联系电话	0531-88382105
电子邮箱	Meilingwu@sdu.edu.cn

◎ 样品要求

- 适合所有标准的 6-1536 微孔板，支持自定义微孔板格式；配置载玻片适配器，可以进行组织切片成像和分析。

◎ 仪器性能

- 成像模式：宽场荧光成像，双转盘共聚焦成像，明场成像以及 DPC 无标记成像，四种成像模式能够相互转换；
- 荧光激发光采用 4 种固态激光器，波长分别为：405nm, 488nm, 561nm, 640nm；
- 配置 5 倍、10 倍、20 倍及 40 倍长工作距离物镜；
- 置 20 倍和 63 倍水介质镜头及全自动物镜补水循环系统，数值孔径 $NA \geq 1$ ；
- 环境控制：提供活细胞培养及检测环境，温度控制：37℃ -42℃，CO₂ 浓度控制：1%-10%。

◎ 主要应用

- 预设以下分析方案：1) 细胞计数或核计数；2) 活/死细胞计数；3) 核内标志物定量；4) 细胞质标志物定量；5) 质膜标志物定量；6) 胞质向核迁移；7) 胞质向膜迁移；8) 荧光重分配——细胞骨架；9) Spot 分析；10) 核内 Spots；11) 细胞核分析——细胞核皱缩；12) 细胞核裂解分析；13) 细胞核分类——DNA 含量；14) 细胞形状——细胞圆度；15) 有丝分裂指数；16) 细胞周期分类；17) 受体内化；18) 神经细胞分析；19) 克隆形成；20) 微核分析；21) 迁移；22) 脂滴形成分析；23) 基于纹理的亚细胞结构分割；24) 表型分析；25) 细胞分化；26) 细胞汇合率分析；27) 神经生长——胞体精细分析；28) 在线质量控制；29) 纹理分析——线粒体分群；30) 3D 微组织分析；31) 细胞轨迹追踪；32) 细胞世代分析。

3-14 罕见细胞检测分析仪

HIGH SPEED CONFOCAL
PLATFORM



仪器型号	Dragonfly 200
生产厂家	英国 Andor
安装地点	山东大学趵突泉校区综合科研楼 210
联系人	吴美玲
联系电话	0531-88382105
电子邮箱	Meilingwu@sdu.edu.cn

◎ 样品要求

● 玻片样本包括组织切片或细胞染色爬片、活细胞样品包括共聚焦小皿和多孔板，普通多孔板只能看低倍空气镜，底是 0.17mm 厚的多孔板可以看高倍物镜。

◎ 性能指标

● 由高速共聚焦成像单元、激光耦合器、超高灵敏度探测器、研究级全自动倒置荧光显微镜、XY 闭环编码控制电动伺服载物台、精确同步控制器、图像工作站和相关软件组成。

● 增强型微透镜双转盘，精准对齐的微透镜转盘和共聚焦针孔转盘，针孔直径 40 μm 和 25 μm ；支持激光光波长 400nm–800nm，发射波长 420nm–850nm。

● 最大转速 6000 转 /min，支持最大采集速度 400 帧 / 秒，扫描视野 13mm $\times$ 13mm，扫描分辨率 2048 $\times$ 2048。

● 具有 XYZT 4D 实时显示功能，具有 3D GPU 计算实时超高分辨功能，可以实现 XY 分辨率 140nm。

● 观察方式有：明场、DIC、荧光三种方式。

● sCMOS 芯片面积 13.3mm $\times$ 13.3mm，有效像素 2048 $\times$ 2048，正方形像素尺寸：6.5 μm $\times$ 6.5 μm 。

● 具有 12bit 低噪音，12bit 高动态范围，16bit 低噪音输出，方便减少数据量，提高信噪比，增加动

态范围等条件下切换使用。

- 固体激光器：405nm, 488nm, 561nm, 637nm。
- 显微镜内置电动调焦驱动马达，最小步进：25nm，调焦速度 10Hz, 调焦限位，电动从聚焦位置移出 / 复位功能。配有闭环 Z 轴闭环反馈伺服控制器；IR 激光监测，由系统软件控制，实时反馈，防止热漂移而造成的显微镜焦面离焦。
- 具有硬件近红外焦点防漂移装置，保证长时间观察样品焦面的稳定性。
- 配置物镜有 10x、20x、20x 长工作距离物镜、40x 油镜、63x 油、,100x 油镜。
- 闭环编码反馈 X-Y 电动伺服载物台，步进精度：20nm; 重复精度：700nm; 行程：114mm × 76mm, XY 轴最大速度 30mm/s。

◎ 主要应用

- 可进行二维、三维多色荧光标记分析、多点、拼大图等实验，满足细胞动力学、发育生物学、信号转导、光致细胞凋亡自由基释放、囊泡运输、蛋白表达分析、胞内离子信号、荧光共定位。能够长时间观察并记录活细胞，组织的生理变化过程。

3-15 激光共聚焦显微镜 (FV3000)

LASER SCANNING CONFOCAL
MICROSCOPE FV3000

仪器型号	FV3000	联系人	吴美玲
生产厂家	日本 Olympus	联系电话	0531-88382105
安装地点	山东大学趵突泉校区综合科研楼 212	电子邮箱	Meilingwu@sdu.edu.cn



◎ 样品要求

- 玻片样本包括组织切片或细胞染色爬片、活细胞样品包括共聚焦小皿和多孔板，普通多孔板只能看低倍空气镜，底是 0.17mm 的多孔板可以看高倍物镜。

◎ 性能指标

- 固体激光器：405nm、488nm、561nm、640nm、594nm。

- 万能平场超级复消色差系列物镜，1.25X、10X、20X、40X、60XO、100XO
- 4 个荧光检测器同时成像，实时叠加。制冷型 GaAsP 超高灵敏检测器，可用于弱荧光成像。
- 全电动倒置荧光显微镜系统。
- 可进行局部的 ROI 成像、FRAP 等实验应用；可以进行 360° 任意旋转实时扫描成像。
- 扫描速度：512×512 16 帧 / 秒，256×256 62 帧 / 秒。
- 高分辨率模块，XY 分辨率 120nm，Z 轴 300nm，可实现 TruSight 超高分辨成像功能。

◎ 主要应用

- 可进行二维、三维多色荧光标记成像分析、多点、拼大图等实验，满足细胞动力学、发育生物学、信号转导、囊泡运输、蛋白表达分析、胞内离子信号、荧光共定位。

3-16 活细胞成像工作站 (CD7)

LIVE CELL IMAGING WORKSTATION CD7

仪器型号	CD7	联系人	吴美玲
生产厂家	德国 Zeiss	联系电话	0531-88382105
安装地点	山东大学趵突泉校区综合科研楼 202	电子邮箱	Meilingwu@sdu.edu.cn

◎ 样品要求

- 玻片样本包括组织切片或细胞染色爬片、活细胞样品包括共聚焦小皿和多孔板。

◎ 性能指标

- 采用箱式设计，具备明场，斜照明，浮雕成像，荧光成像，共聚焦成像，超高分辨率成像功能。
- 物镜：2.5x/NA0.12, WD5.1mm；5x/NA0.25, WD5.1mm；10x/NA0.35, WD5.1mm；10x/NA0.35, WD2.2mm；20x/NA0.7, WD2.2mm；40x/NA0.7, WD2.2mm；10x/NA0.5, WD0.76mm；20x/NA0.8, WD0.76mm；40x/NA0.95, WD0.76mm；25x 水 / NA1.2, WD0.84mm；50x 水 / NA1.2, WD0.84mm，100x 水 / NA1.2, WD0.84mm。
- 配备 LED 荧光光源，进行宽场荧光成像，适用于玻片、培养皿、多孔板等载具。
- 配备共聚焦成像模式，激光器 405nm、488nm、561nm、640nm，具备三个荧光检测器，一个透射光检测器。
- 配备 Alryscan2 超高分辨率成像功能，分辨率提升 2 倍以上，信噪比提升 4-8 倍，适合弱荧



光信号样品成像。

- 配备活细胞培养装置，适合活细胞长时间培养和观察。

◎ 主要应用

- 无标记活细胞长时观察。
- 多通道荧光 / 透射光成像。
- 高通量多孔板活细胞长时成像。
- 自动化共聚焦活细胞成像。
- 类器官三维光切成像。
- 干细胞高分辨高灵敏度成像。
- 药物筛选。
- 高通量长时间发育成像。
- 模式生物大视野全貌成像、高分辨率成像。
- 脑片、组织切片等大视野成像。

3-17 长时程活细胞成像与分析系统

LONG TIME LIVE-CELL DYNAMIC
IMAGING AND ANALYSIS SYSTEM //

仪器型号	Incucyte S3	联系人	吴美玲
生产厂家	美国 Sartorius	联系电话	0531-88382105
安装地点	山东大学趵突泉校区综合科研楼 204	电子邮箱	Meilingwu@sdu.edu.cn

◎ 样品要求

- 细胞培养皿、微孔板、细胞培养瓶。

◎ 性能指标

- 光源：相差、荧光光源均为 LED 光源，寿命大于 10,000 小时。
- 滤镜规格：有红色及绿色滤镜，以满足红色荧光及绿色荧光的实验需求，绿色荧光 Ex 440-480nm/ Em 504-544nm 红色荧光 Ex 565-605nm/Em 625-705nm。
- 成像系统：高灵敏度 CMOS 成像系统及高清晰度光学元件。
- 显微成像部分在标准培养箱中运行，自身无需附带控温设备。监控过程无需让细胞离开培养箱，保证细胞培养条件的稳定。
- 物镜规格：有 4 倍、10 倍和 20 倍三种高清物镜，仪器自动镜头转盘可自动切换。
- 拍摄：自动对焦，并自动采集活细胞随时间变化的图像，根据时间变化的图像可以输出动态录像。
- 仪器通量：能够同时拍摄 6 块微孔板。可同时进行多组对照实验的成像和分析；连续长时间动态

活细胞成像可达数周或数月。

- 多任务及多用户兼容性：可同时进行多个用户的多个不同任务，而且多个不同拍摄任务可以使用不同的物镜，不同的周期及荧光或可见光。

◎ 主要应用

- 能够实现活细胞的长时间动态成像及功能分析，成像过程中细胞无需离开培养箱，每个位置均自动对焦，以满足细胞持续观察的需求；
- 可同时进行多个培养容器的长时间观察及分析，以满足高通量实验的要求；
- 干细胞研究 (Stem Cells)：可在全孔成像状态下，长时间、高通量、实时动态追踪及测量多个孔板或其他培养容器中干细胞分化或诱导干细胞的形成过程，提供细胞动态变化图像，自动分析多种细胞功能指标；
- 细胞增殖检测 (Proliferation)：对细胞增殖进行非侵入性的、定量的分析，提供每个时间点的原始数据，并可自动生成细胞生长变化曲线；
- 实时药物细胞毒性分析 (Cytotoxicity)：实时成像监控药物处理后细胞变化，可同时分别统计活

细胞和死细胞的数量，分别绘制活细胞、死细胞数量时间变化曲线；

- 监测细胞凋亡过程（Apoptosis）：实时动态成像监控细胞凋亡变化，可同时分别统计活细胞和凋亡细胞的数量，并绘制活细胞、凋亡细胞数量时间变化曲线；
- 分析神经细胞发育（NeuroTrack）：可实时监测神经细胞生长发育过程，对神经细胞进行神经细胞数量、面积、神经突长度、神经突分支数量分析，绘制变化曲线；
- 血管生成研究：能够进行血管生成的过程记录、节点判断、分支数量、血管长度等；
- 实时定量分析报告基因表达：将目标基因和 GFP 设计在同一个质粒中，目标基因的表达用 GFP 显示，细胞无需裂解，通过实时动态监控 GFP 细胞的荧光个数和荧光强度，即可实时获得有关目标基因表达的信息，比如荧光细胞数量、荧光强度等，绘制报告基因表达变化曲线。



3-18 图像处理工作站（ZEN2012）

IMAGE PROCESSING
WORKSTATION ZEN 2012 //



仪器型号	Zen2012
生产厂家	德国 Zeiss
安装地点	山东大学趵突泉校区综合科研楼 215
联系人	吴美玲
联系电话	0531-88382105
电子邮箱	Meilingwu@sdu.edu.cn

◎ 图像要求

- czi 格式的图像数据。

◎ 性能指标

- 共定位：可用于分离不同荧光通道的重叠信号，以散布图、图像或数据表格的方式获得蛋白质共定位的测量结果。
- 去卷积：通过计算图像序列内杂散光将其投影回原始位置，展开畸变样本的结构并更清晰地显示，也能减少可能出现的图像噪声。
- 高级 3D 分析：多种模式下的三维数据展示和指标测量。
- 生理学测量分析：对细胞内重要离子浓度和 pH 值的测定和分析。
- FRAP：将荧光标记分子用激光照射漂白后观察其荧光恢复情况，可用来测量和分析荧光标记分子的运动和扩散。
- FRAT：分析荧光标记分子间的相互作用情况，是分析活体细胞中生物大分子纳米级距离和距离变化的重要方法。

◎ 主要适用范围

- 可以进行荧光共定位分析、高级 3D 分析、生理学测量分析、去卷积、FRAP 结果分析、FRAT 结果分析、光谱拆分等。

3-19 图像处理工作站 TG

IMAGE PROCESSING
WORKSTATION TG

仪器型号	StrataQuest	联系人	邵星星
生产厂家	奥地利 TissueGnostics	联系电话	0531-88382105
安装地点	山东大学趵突泉校区综合科研楼 215	电子邮箱	shaoxingxing@sdu.edu.cn



◎ 图像要求

- 任意格式的图像数据。

◎ 性能指标

- 兼容不同格式的图像文件，适用于明场 / 荧光样本；
- 提供组织原位单细胞水平的精准定量分析解决方案，兼容多种类型的组织细胞样本；
- 基于神经网络与深度学习的单细胞识别算法，能够精准识别复杂组织中的分子探针标记（FISH、RNA Scope 等）、细胞亚水平结构标记物（细

胞器、细胞骨架等）、单细胞结构标记细胞核、细胞质、细胞膜等）以及特殊组织类型（如腺体、肿瘤、血管、支气管、肌肉、骨等）。

◎ 主要适用范围

- 通过标记—训练—修正的人机交互模式，能够精确获得符合不同实验需求的组织结构轮廓及其定量分析数据；
- 支持多维度的大数据分析，提供可视化的大数据多维度分析功能；
- 主要用于肿瘤免疫微环境分析。

3-20 图像处理工作站 Imaris

IMAGE PROCESSING
WORKSTATION IMARIS //

仪器型号	Imaris10	联系人	邵星星
生产厂家	英国牛津	联系电话	0531-88382105
安装地点	山东大学趵突泉校区综合科研楼215	电子邮箱	shaoxingxing@sdu.edu.cn



◎ 图像要求

- 任意格式的图像数据。

◎ 性能指标

- 兼容不同格式的图像文件，适用于明场 / 荧光样本；
- 是一款功能强大的 3D 可视化图像分析软件，共有四个模型（斑点、表面、细胞和丝线），能够用于检测和分析几乎所有的生物样品，包括细胞、核仁、细菌、病毒、器官、神经元、树突棘、血管等；
- 该软件能够满足多维图像展示与重构，多维

空间测量，活细胞轨迹追踪，神经类分支状结构分析，共定位分析等多种研究需要，在生命科学研究领域有着广泛的应用。

◎ 主要适用范围

- Imaris 软件，是一款生命科学领域中 3D/4D/ 多维图像展示、渲染及交互分析的主导软件，可对宽场、激光共聚焦、转盘共聚焦、多光子、超分辨荧光显微镜及电镜等成像数据进行定量和定位分析。软件拥有点计数、表面结构渲染、神经分析、细胞分析、多对象动态追踪、多维荧光共定位分析等模块，在生命科学研究领域广泛应用。

3-21

扫描电子显微镜

SCANNING ELECTRON
MICROSCOPE

仪器型号	扫描电子显微镜	联系人	王 辉
生产厂家	株式会社日立高新技术	联系电话	0531-88382105
安装地点	山东大学综合楼 105	电子邮箱	whui@sdu.edu.cn

◎ 主要功能

- 扫描电镜（Scanning Electron Microscope, SEM）利用聚焦的电子束扫描样品表面，通过检测电子与样品相互作用产生的各种信号（主要是二次电子和背散射电子）来获得高分辨率、高景深的表面形貌图像，直观、立体地揭示样品表面的精细形貌结构。

◎ 设备特色：

- 优异低电压功能：采用最新的自动偏压技术和智能灯丝监控技术（IFT），在低电压条件下，有利于易损伤或者易荷电样品的观察。
- 多探头成像能力：具有二次电子探测器、5 分割高灵敏度背散射电子探测器、可变压力二次电子探测器（UVD）等多种探测器。
- 卓越的低真空成像能力：，可变压力真空范围为 6-650Pa，高低真空之间可实现一键切换。
- 安全更换样品：通过更换样品提示，可防止由于与样品的接触而损害设备或样品
- 自动调整：通过自动启动功能和自动光轴调节功能，可以快速观察。



◎ 技术参数

- 电子枪：预对中钨灯丝
- 二次电子探头分辨率：3.0nm @ 30KV
- 放大倍数：5-300,000x（底片倍率），7-800,000x（显示倍率）
- 加速电压：0.3-30kV
- 样品台：移动范围：X=0-100mm，Y=0-50mm，Z=5-65mm，T=-20°~90°，R=360°
- 最大样品尺寸：直径 200mm，高度 80mm
- 低真空：6-650Pa，具有压差光阑，全范围下可以一键切换高低真空
- 探测器：具有二次电子探测器、5 分割背散射电子探测器、可变压力探测器
- 具有相机导航功能，光镜和电镜图片可叠加
- 具有三维图像重建软件
- 临界点干燥仪（英国 QUORUM K850）、磁控式离子溅射仪（日本 VD MSP-1S）、冷冻干燥机（东京理化 FDM-1000）

◎ 样品制备

- 样品制备至关重要：生物样品通常含水、柔软、不导电且易受电子束损伤。标准的 SEM 观察需要的制样过程：化学固定（如戊二醛、锇酸）→脱水（乙醇或丙酮梯度）→干燥（临界点干燥或冷冻干燥是最佳选择，避免表面张力导致的塌陷）→导电处理（喷镀金、碳等薄层）。

◎ 主要用途

- 药理学领域：药物制剂形貌与缺陷分析，药物-材料相互作用研究，仿制药一致性评价。
- 生物医学领域：组织与细胞表面形貌分析，微生物群落与生物膜研究。
- 教学与临床演示：医学院超微结构实验课。

3-22

透射电子显微镜

TRANSMISSION
ELECTRON MICROSCOPE //

仪器型号	120Kv 透射电子显微镜	联系人	王 辉
生产厂家	株式会社日立高新技术	联系电话	0531-88381719
安装地点	山东大学综合楼 105	电子邮箱	whui@sdu.edu.cn

◎ 主要功能

- 透射电子显微镜利用高能电子束穿透样品并利用电磁透镜聚焦成像，对生物医学材料进行微结构显微观察分析。

◎ 设备特色：

- TEM 调试、观察和拍摄统一于同一用户界面，允许在明亮的房间进行操作
- 高速高灵敏的 CMOS 荧光屏相机可实现 LCD 显示屏上方快速的观察样品，允许电子束在超低剂量下工作，保护易损伤样品
- 日立设计第二代双隙物镜，兼容高反差、高分辨双模式于一台电镜中，同时满足生物、高分子、材料等多领域观测需求
- 标配电子层析功能，可实现高精度 3D 重构
- 标配自动图片拼接、自动定位拍摄、自动预辐照等自动化智能化功能

◎ 技术参数

- 分辨率（晶格）：0.20nm（120kV）
- 加速电压：20-120kV(100V/step)



放大倍数：高反差模式：X200 ~ X200,000

高分辨模式：X4,000 ~ X600,000

低倍模式：X50 ~ X1,000

- 电子枪：钨灯丝或 LaB6 灯丝。
- 样品台：优中心侧插式测角台
- 主相机：16M pixel CMOS 相机

◎ 适用范围

- 细胞超微结构观察：清晰地观察细胞膜、细胞核、各种细胞器，细胞骨架（微管、微丝、中间丝）、胞吞胞吐结构、细胞连接等的精细结构，研究细胞在正常生理状态、疾病状态、药物处理、基因编辑等条件下的结构变化，揭示细胞功能与病理机制。
- 病毒学：病毒鉴定、病毒致病机制研究、疫苗开发和抗病毒药物评价。
- 细菌学与微生物学：研究细菌的生理、致病性、耐药性以及和宿主的互作。
- 病理诊断与研究：可用于观察病变细胞或组织的超微结构特征，辅助诊断某些疾病，提供独特的、亚细胞水平的诊断信息。
- 纳米医学与药物递送：表征用于药物递送、诊断成像或治疗的纳米载体的形貌、大小、分散性、稳定性以及其与生物环境的相互作用，评估纳米药物的物理化学性质。
- 组织工程与生物材料：观察细胞在生物材料支架上的粘附、铺展、生长和分化情况，评估材料与细胞界面的相互作用，以及材料本身的超微结构（如孔隙率、纤维结构）。

4-1

生物分子相互作用分析系统

BIO-MOLECULAR INTERACTION
ANALYZER

仪器型号	T200	联系人	赵 慧
生产厂家	美国 GE	联系电话	0531-88381719
安装地点	山东大学趵突泉校区综合楼 101-102	电子邮箱	dyszgyy11@163.com



◎ 样品要求

- 离子、小分子和片段、肽段、蛋白、核酸、脂类、糖类以及病毒在内的多种对象。

◎ 性能指标

- 检测原理：实时、无标记表面等离子共振原理 (SPR)；
- 样品装载和注射：全自动，内置自动进样器；
- 三种样品进样方式：buffer-sample；dual-injection；merge-injection；
- 独立检测通道 (Flow Cell) ≥ 4 个，可独立、

串 / 并联使用，可同时平行检测至少 3 种不同样品；

- 通道 (Flow Cell) 体积： $\leq 60\text{nL}$ ；
- 样品仓温度： $4\text{ }^{\circ}\text{C} - 45\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，且温控精度： $3 \times 10^{-3}\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- 系统流速： $1-100\text{ }\mu\text{L/min}$ ；
- 最小样品进样体积： $\geq 1\text{ }\mu\text{L}$ ；
- 在线溶液脱气：自动脱气，配备在线自动脱气阀，对运行缓冲液内溶解的气泡进行脱气；
- 在线背景扣除：自动，串联方式、上下游通道设计、最准确的背景扣除方式；
- 有机溶剂矫正：自动；
- 内置缓冲液自动切换阀， ≥ 4 种缓冲液自动切换；
- 自动化程度：48 小时无人监管作业；
- 样品分析时间：2-15min；
- 样品容器类型：同时支持 1.5 道夫管、96 孔板 (深 + 浅，U+V)、384 孔板 (深 + 浅，U+V) 等多种类型；
- 全自动样品回收：支持，可自动回收结合于靶蛋白的分子，且回收量 $\geq 100\text{ }\mu\text{g}$ ，便于后续质谱鉴定，且可以提供 10 篇以上国内外使用该功能 (样品垂钓) 已发表的文献；

- 检测折射率范围：1.35–1.40；
- 响应信号动态范围：1–70000RU；
- 基线噪声： ≤ 0.03 RU(RMS, 1RU in SPR=1 pg/mm²=1pm in BLI=1 μ RIU)；
- 基线漂移： ≤ 0.3 RU/min；
- 分子量检测限制：无分子量限制（对于有机分子）；
- 芯片偶联蛋白消耗量：0.03–3 μ g/flow cell；
- 结合速率常数范围： 10^3 – 3×10^9 M⁻¹s⁻¹；
- 解离速率常数范围： 10^{-5} – 1 s⁻¹；
- 平衡亲和力： 10^3 – 3×10^{14} M⁻¹；
- 样品浓度最小检测限： <10 pM。

◎ 仪器应用

- 可进行靶点结合验证、分子库筛选、特异性、选择性、结合动力学、结合亲和力、功能复合体形成机制、药物在靶时间评估、结合表位、抗体亚型鉴定、ADME、药物代谢浓度（PK）、生物标志物浓度（PD），抗药抗体 ADA（生物药物免疫原性）等数据。

4-2 无标记生物分子互作分析系统

BIO-LAYER INTERFEROMETRY LABEL-FREE DETECTION SYSTEM

仪器型号	Octet R2	联系人	赵 慧
生产厂家	Sartorius	联系电话	0531-88381719
安装地点	山东大学趵突泉校区综合楼 101-102	电子邮箱	dyszgyy11@163.com



◎ 样品要求

- 细胞、细菌、病毒、脂质体、脂类、纳米颗粒、纳米材料、抗体 / 抗原、抗体片段、蛋白、多肽、DNA/RNA/ 适配体等、小分子化合物 / 天然产物。

◎ 性能指标

- 专为寻求高性价比系统的客户量身设计。
- 可灵活地升级为 8 通道 Octet® 系统，满足高通量和 GMP 规范需求。

- 获得高质量动力学筛选和亲和力表征。
- 非流路的浸入即读检测可缩短测定时间并降低维护成本。
- 兼容粗样品，无需进行样品预处理，可节约宝贵的时间。
- 可检测分析从小分子到病毒等各种生物分子。
- 非破坏性检测，珍贵样品可被保留用于其他测定
- 样品板具备降温功能，适合温度敏感型蛋白的测定。
- 集成式数据采集分析软件，无需依赖其他外部软件。

◎ 仪器应用

- Octet® R2 系统提供了一种先进的无流路分析方法，配合各种现成的浸入即读生物传感器，适用于快速结合动力学和定量分析。该系统利用赛多利斯的非标记生物层干涉技术 (BLI)，可直接检测特定蛋白和其他生物分子，甚至是在细胞培养上清液和裂解液等复杂混合物中。

4-3 MST 微量热泳动仪 (Monolith)

MICROSCALE THERMOPHORESIS INSTRUMENT

仪器型号	Monolith Red/Label Free	联 系 人	赵 慧
生产厂家	NanoTemper Technologies (德国)	联系电话	0531-88381719
安装地点	山东大学趵突泉校区综合楼 101-102	电子邮箱	dyszgyy11@163.com

◎ 样品要求

- 红色荧光通道：需互作两个分子中其中一个标记上红色荧光，另一个分子无需标记；
- LabelFree 通道：蛋白分子和非蛋白分子的互作检测。非蛋白分子受 280nm 激发后，在 330-385nm 无明显自发荧光。

◎ 仪器介绍

- 该设备基于微量热泳动原理的分子技术，可在溶液中测量任何生物分子间（蛋白、核酸、多肽、小分子、离子等）的相互作用，获得亲和力 (Kd, 平衡解离常数)，该技术可广泛用于结构生物学、药物研究、药物化学、基础医学等研究领域。

◎ 设备特色

- 亲和力检测范围宽：可直接检测 10^{-9}M - 10^{-3}M 的亲和力；
- 检测速度快：一组 Kd 检测仅需 10min 即可完成；
- 样品消耗量低：荧光分子仅需几十 - 几百 nM 便可开展实验；
- 无液流系统，实验完成后不需要对仪器进行清洗



维护；

- 检测亲和力不依赖于分子量的改变，小至离子，大至完整的细胞均可完成检测；
- 样品无需固定到生物膜或芯片表面，可直接在溶液中进行测定；
- 可在细胞裂解液或血清等复杂溶液中直接测定亲和力，不受缓冲液成分影响，包括但不限于含去垢剂的缓冲液、含 DMSO（0–100%）等有机溶剂的缓冲液。

◎ 主要功能

- 可测定不同样品种类间亲和力检测，如蛋白质、抗体、多肽、核酸、多糖、脂质体、小分子、离子等；
- 可直接测定亲和力在 10^{-9}M – 10^{-3}M 范围的平衡解离常数（Kd 值）；
- 可测定分子量范围 10^1 – 10^7Da 的样品；
- 单次可检测 2 组平衡解离常数（Kd 值）；
- 样品无需固定到生物膜或芯片表面，可直接在溶液中进行测定；
- 具有红色和 UV 双荧光通道，可以检测常见的荧光分子（Cy5 等）以及蛋白质内源荧光；
- 具有质控功能，能实时监测样品质量信息并反馈优化建议；
- 具有缓冲液筛选功能，能同时筛选 6 种缓冲液条件并自动判断最佳缓冲液条件；
- 具备自动分析蛋白聚集的功能。

4-4 细胞能量代谢分析系统 (Seahorse XFe 96)

AGILENT SEAHORSE XF IMAGING AND NORMALIZATION SYSTEM



仪器型号	Seahorse XFe 96
生产厂家	美国 Agilent
安装地点	山东大学趵突泉校区综合楼 101-102
联系人	赵 慧
联系电话	0531-88381719
电子邮箱	dyszgy11@163.com

◎ 样品要求

- 兼容粘附细胞和悬浮细胞以及分离线粒体和非哺乳类样品。

◎ 性能指标

- 平行检测样品量：一次可满足大于 90 个样品的平行检测。
- 数据采集：可同时进行有氧呼吸与糖酵解检测，在同一反应体系中同时得到耗氧速率 OCR 与产酸速率 ECAR 值，无需分两次进行试验，进而得到细胞代谢表型图谱。
- 非电解法检测，对样品无损伤，无需外加试剂，无需电解，对样本无破坏，实时动态分析。
- 探针类型：检测探针为专利的固态荧光探针，两种独立反应底物。
- 检测器：配有 96 个独立的光电二极管检测器，

可同时对样品孔进行数据采集；而非采用单个检测器逐孔扫描的方式进行检测，避免因逐孔扫描产生的时间差对实验结果的影响。

- 自动加药槽：每个样品孔配有 4 通道自动加药槽，可按需设定加药程序。
- 可在实验进程中加入药，可调的混合系统，气体驱动的药物传递，自动混匀。整合了自动化药物注入系统，实验进程中可定时定量加入 4 种不同药物，可调的混合系统，气体驱动的药物传递，自动混匀。

◎ 主要应用

- 药物毒理及药物筛选研究、免疫学、老化、肿瘤、内源性毒理机制、神经性退化疾病、糖尿病与肥胖症、转化医学、代谢类疾病、细胞生物学等不同研究领域。

4-5 细胞能量代谢分析系统 (Seahorse XFe 24)

AGILENT SEAHORSE XF IMAGING AND NORMALIZATION SYSTEM

仪器型号	Seahorse XFe 24
生产厂家	安捷伦 (Agilent)
安装地点	山东大学趵突泉校区综合楼 101-102
联系人	赵 慧
联系电话	0531-88381719
电子邮箱	dyzggy11@163.com



◎ 样品要求

- 贴壁细胞、2D 培养物、较小的模式生物、胰岛组织等样品。

◎ 仪器介绍

- 安捷伦 Seahorse XFe24 分析仪以 24 孔板形式测量活细胞的耗氧率 (OCR) 和细胞外酸化率 (ECAR)。主要用于实时侦测包括有氧呼吸以及糖酵解作用的细胞能量代谢的状态和动态，能同时进行活体细胞内线粒体耗氧速率和糖酵解产酸速率的实时、定量、全自动测定和分析。
- OCR 和 ECAR 是线粒体呼吸和糖酵解以及 ATP 生成速率的关键指标，综合这些检测结果可在系统水平表征培养细胞和体外样品的细胞代谢功能。

◎ 主要功能

- 细胞线粒体压力测试检测线粒体功能。
- 实时 ATP 速率测定同时定量分析糖酵解和氧化磷酸化产生的 ATP。
- 细胞能量代谢表型测试在一小时内生成一种代谢表型。
- 糖酵解速率测定测量活细胞内的糖酵解速率。
- 线粒体底物分析快速检测细胞能量生成对线粒体底物的依赖性。

◎ 设备特色

- 实时结果：该整合系统可在几分钟内报告代谢率，而无需样品提取或标记。Wave 软件可控制仪器，并执行实时速率测定，以在测定当日提供结果。
- 活细胞响应：实时检测底物，抑制剂和其他化合

物的响应，通过 4 加药口系统进行加药并自动混合，同时保持生理温度 (37℃)。

- 高灵敏度：可分析定制 24 孔板中每孔仅 10000 个细胞。细胞数目需求根据细胞类型有所不同，可容纳更大和 / 或更多的代谢活性样品。
- 精密控温加热托盘：可维持 16℃ -42℃ (室温以上 12℃ -20℃)，因此兼容多种样品。

技术参数

- 平行检测样品量：一次可满足最多 24 个样品的平行检测。
- 同时进行有氧呼吸与糖酵解检测，即在同一反应体系中同时得到耗氧速率 OCR 与产酸速率 ECAR 值，进而获得细胞代谢表型图谱。
- 非氢氧电极法检测，无需搅拌器混匀细胞，细胞处于正常的生理状态。
- 进行免疫细胞实时在线激活，10 分钟即可完成检测。
- 检测项目：基础代谢速率、极限呼吸速率、呼吸储备能力、质子漏水平等参数。
- 探针类型：检测探针为固态荧光探针，两种独立反应底物。
- 激发器：配有 24 个独立的 LED 激发器，可同时对 24 个样品孔进行荧光信号激发，而非采用单个检测器逐孔扫描的方式进行检测，避免因逐孔扫描产生的时间差对实验结果的影响。
- 检测器：24 个独立的光电二极管检测器，可同时对 24 个样品孔进行荧光信号采集而非采用单个检测器逐孔扫描的方式进行检测，避免因逐孔扫描产生的时间差对实验结果的影响。
- 可进行代谢底物偏好性分析，判断细胞对葡萄糖、脂肪酸、氨基酸的利用度。
- 全自动加药：无需在检测过程中手动操作加入药物，每个样品孔配有 4 通道自动加药槽。
- 检测样品类型：悬浮细胞、贴壁细胞、组织样品及分离线粒体样品等。

4-6 多标记微孔板检测系统

ENVISION MULTIMODE
PLATE READER



仪器型号	Envision
生产厂家	美国 PerkinElmer
安装地点	山东大学的突泉校区综合楼 101-102
联系人	赵 慧
联系电话	0531-88381719
电子邮箱	dyszgyy11@163.com

◎ 样品要求

- 1-3564 孔板。

◎ 性能指标

- 包括：光吸收、荧光强度、化学发光、荧光偏振、TRF/TR-FRET、ALPHA 检测。

◎ 主要应用

- 核酸 / 蛋白定量、ELISA、酶活动力学、GPCR、激酶检测、离子通道、线粒体膜电位、表观遗传学分析、分子相互作用、结合分析、凝集反应、报告基因检测、BRET 测定、细胞活力、细胞增殖、细胞凋亡、细胞毒性、细胞膜的完整性和膜的溶解、细菌粘附、细菌鉴定、食品毒素、环境内分泌干扰物、激素检测等几乎所有涉及微孔板的实验与检测。

4-7 荧光共振能量转移测试系统

TRISTAR5 MULTIMODE
MICROPLATE READER //

仪器型号	Tristar 5 LB 942	联系人	赵 慧
生产厂家	伯托（德国 Berthold）	联系电话	0531-88381719
安装地点	山东大学趵突泉校区综合楼 101-102	电子邮箱	dyszgyy11@163.com

◎ 样品要求

- 基于光吸收；发光；荧光发光等发光原理的生物样品。

◎ 仪器介绍

- Tristar 5 多功能微孔板检测平台具备模块化、性能优异和用户界面友好等特点。搭载的 ONE-4-ALL 光学系统是一项全新设

计，高精度的光学系统可以完全满足多种光学功能的检测。Tristar 5 使用两个双光栅用于光吸收 / 荧光。光栅可为光吸收和荧光检测提供整个波长灵活性和光谱扫描，还可用于高级检测模式如 HTRF@, TRF, TR-FRET & FP, 特殊检测分析如 BRET/BRET2, NanoBRET, AlphaScreen。完全适用于目前生命科学领域内进行的一切重要学术研究。



◎ 主要功能

- 多功能酶标仪目前广泛应用于细胞检测方面的实验，可进行 DNA、RNA 及蛋白定量和纯度检测、ELISA/ 酶动力学检测、药物分解实验、细胞活力、细胞毒性、细胞增殖检测、Caspase-3 和蛋白酶检测、CatchPoint cAMP 检测、药物靶点研究、报告基因检测、ADME-Tox 实验、FluoroBlok™ 细胞迁移、ATP 酶分析、Multi-Tox 细胞活力检测等。

◎ 技术参数：

(1) 检测功能可选择包括：紫外及可见光吸收、荧光强度、FRET、时间分辨荧光 (TRF)、发光、FP(荧光偏振)，BRET, NanoBRET, Alpha technology 等。

(2) 样品类型：6 ~ 384 孔板。

(3) 检测器：超高速单光子计数 PMT，非 Current Mode，无需 Gain 增益校正。

(4) 荧光光源：高能闪烁氙灯，波长 200 ~ 1000nm，能量 0-100% 可调，有效降低非特异性荧光背景干扰。

(5) 分光类型：高性能光栅以及滤光片双系统分光。

(6) 光谱范围：200-1000nm，1nm 步进。

(7) 光谱带宽：4-22nm 可调，杂光率 <10⁻⁶。

(8) 光吸收检测：0-4OD。

(9) 荧光检测：7 amol FITC/ 孔 (384 孔板)。

(10) 发光：≤ 6amol ATP 或 ≤ 3 zmol 荧光素酶。

(11) 线性范围：>6 数量级 (无需增益校正)。

(12) 孔间干扰：孔间干扰低于 5 × 10⁻⁶。

(13) 可配温度控制：室温以上 5℃ -45℃，“三明治”式夹心加热，可防止样品蒸发。

(14) 可配 PMT 半导体制冷模块，降低 PMT 背景噪音，增强检测灵敏度。

(15) 可配 3 个内置自动加样器，10-100 μL，喷气式进样，10-100 μL 任意分液体积准确度 <2 % 偏差，精确度 <2% 偏差。

(16) 进样器位置：至少包括两个检测位安装，可以边加样边检测，满足快速动力学以及荧光、发光的闪光检测。

4-8

多功能酶标仪

BIOTEK SYNERGY NEO2 MULTIMODE
MICROPLATE READER

仪器型号	Synergy Neo2
生产厂家	BioTek
安装地点	山东大学趵突泉校区综合楼 101-102
联系人	赵 慧
联系电话	0531-88381719
电子邮箱	dyzggy11@163.com

◎样品要求

- 样品应均匀、无沉淀和气泡，避免因样品不均匀导致检测结果不准确。对于不同类型的样品，要按照相应的标准操作流程进行处理和准备。

◎性能指标

仪器控制	计算机软件		
光栅单色器检测模式	紫外 - 可见吸收	荧光强度（带宽可调）	
成像仪与微孔板检测仪选件	条形码识别器	加样器	
振荡	双轨道式	线性	轨道式
支持的样品容器	6 至 1536 孔板	Take3/Take3 Trio	皮氏 / 细胞培养皿
滤光片检测模式	荧光强度 发光 Alpha（激光器）	荧光偏振 TR-FRET	BRET 时间分辨荧光（激光器）
环境控制	冷凝控制	CO ₂ 、O ₂ 控制	最高 70℃ 的 4-Zone 温控
自动化兼容性	BioStack 第三方	BioSpa	BenchCel



◎ 仪器应用

- 高通量药物筛选，检测 GPCR、激酶等靶点及药物毒性；
- 蛋白质相互作用分析、酶动力学检测等蛋白质研究；
- 基因表达调控、信号转导通路等基因研究；
- 细胞浓度测定、细胞增殖等细胞学研究；
- 核酸、蛋白质等生物分子定量分析。

4-9

荧光定量 PCR 仪 (LightCycler 96)

FLUORESCENT QUANTITATIVE PCR
LightCycler 96

仪器型号	LightCycler96
生产厂家	瑞士 Roche 公司
安装地点	山东大学趵突泉校区综合楼 101-102
联系人	赵 慧
联系电话	0531-88381719
电子邮箱	dyszgyy11@163.com

◎ 样品要求

- 样品容量：0.1mL 96 孔板或 8 连排，上样体积：10–100 μ L。

◎ 性能指标

- 成功区分起始模板为 1000 和 2000 个拷贝的浓度差，置信度 >99.8%。
- 反应时间：≤ 40 分钟（96 孔标准检测，40 个循环反应）。
- 检测通道数：4 通道激发 / 检测。
- 检测模式：染料模式、水解探针、简单探针、分子信标、蝎型探针、高分辨率熔解曲线（HRM）。
- 线性范围：1–10¹⁰ 个拷贝，可检测单拷贝基因，无需 ROX 等被动染料校正。
- 光学系统采用高强度白色固态光源，全固定光路设计，保证系统稳定性，无需定期校正光路。
- 采用 192 根等长独立光纤导光，完全消除光路边缘效应。

- 温控模块：银质半导体温控模块，模块平均温控速率：6.8℃ /s。
- 样本平均温控速率：4.4℃ /s。
- 温度准确性：± 0.2℃（37–98℃）。
- 温度均一性（T_m）：± 0.2℃（37℃ –98℃）。
- 熔解曲线温度分辨率：0.04℃。
- 熔解曲线数据采集频率：每摄氏度采集 25 个数据。
- 梯度 PCR 温控范围：37℃ –98℃。
- 梯度 PCR 温度数量：同时实现 12 个不同的温度梯度梯度 PCR，温控跨度：20℃。

◎ 主要应用

- 基因表达分析研究，目的基因的定量分析，进行 SNP 单核苷酸多态性和突变位点的分析检测等。通过 PCR 循环过程中实时荧光采集和软件分析进行定量和基因型的分析，可进行高分辨率熔解曲线分析进行突变检测，产物分型和 SNP 研究。

4-10 实时荧光定量 PCR 系统 (QuantStudio 1 Plus)

QUANTSTUDIO 1 PLUS REAL-TIME PCR SYSTEM



仪器型号	QuantStudio 1 Plus
生产厂家	Thermo Fisher Scientific
安装地点	山东大学趵突泉校区综合楼 101-102
联系人	赵 慧
联系电话	0531-88381719
电子邮箱	dyzggy11@163.com

◎ 仪器介绍

- 实时荧光定量 PCR 可呈指数型扩增 DNA，使每个扩增循环中存在的分子数倍增。荧光信号的增加与反应指数期生成的 PCR 产物的量直接成正比。将最终产量与已知标准进行比较，利用循环数和 PCR 终产物的量计算遗传物质的起始量，成为核酸定量的依据。荧光定量 PCR 技术巧妙地利用了 PCR 技术的 DNA 高效扩增、核酸杂交的高特异性和光谱技术的精确定量功能的优点，克服了常规 PCR 检测的一些不足。

研究领域：	· 传染病	· 药物代谢分析	· 遗传病
	· 病原体检测	· 植物科学	· 表观遗传学
	· 染色体易位分析	· 农业生物技术	· 合成生物学
	· 病毒载量分析	· 肿瘤学	· 干细胞
主要应用：	· 基因表达	· 突变扫描	· MicrORNA 分析
	· 拷贝数变异	· 突变检测	· 甲基化分析
	· SNP 基因分型		

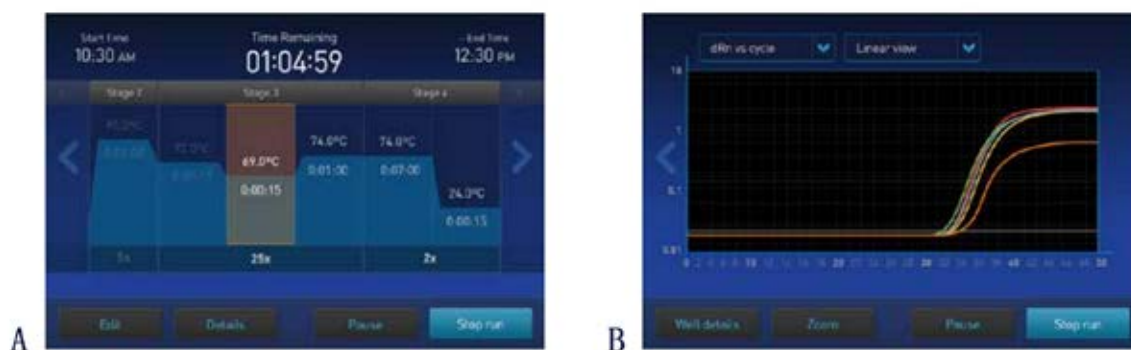
◎ 分析应用

- 微生物检测、传染病病原体、病毒载量分析、病原阴阳性鉴定、绝对和相对定量，基因表达分析，基因

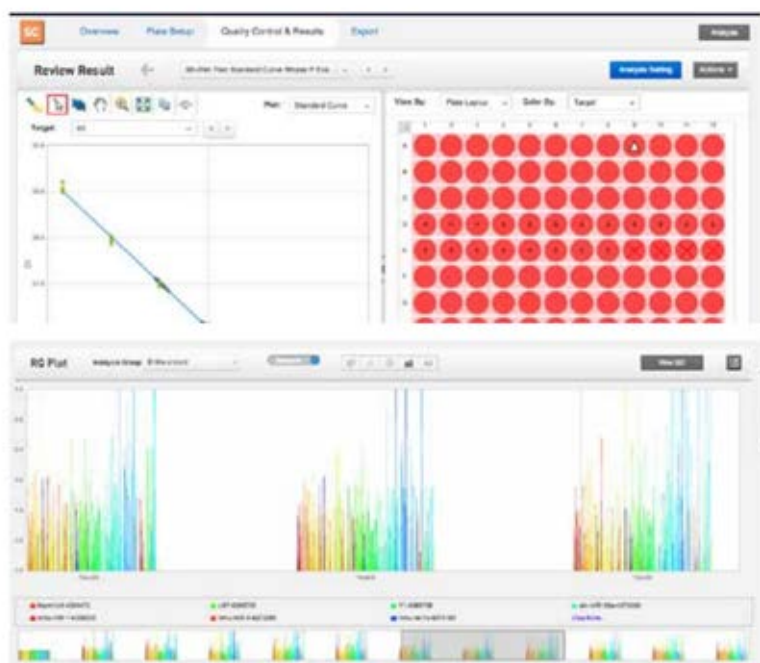
分型分析、易位分析等。

- 设置向导 / 高级设置 / 快速启动 / 自动标准曲线建立 / 相对标准曲线 / 基因分型 / 数据和反应板读取 / 移液反应 / 反应体系设计。
- 支持导出至 Excel, powerpoint, Jpeg, PDF 等常用格式。
- 支持远程查看分析数据。

◎ 结果展示



- 利用图形界面可以轻松编辑热循环条件并显示反应板布局（A 图），并及时显示扩增曲线，查看结果（B 图）。



- 绝对定量模块用于基因表达分析。该模块利用标准曲线分析目的基因。通过导入其他实验的标准曲线可以提高灵活性。
- 相对定量模块用于基因表达分析。利用该模块，您可以自定义项目内的数据分组，对数据进行全面比较。该模块还包括完整的相关度、火山曲线和聚类曲线分析，能够探索详细的扩增曲线。

4-11

高通量数字 PCR 分子定量系统

QIACUITY DIGITAL
PCR SYSTEM

仪器型号	QIAcuity Eight	联系人	赵 慧
生产厂家	凯杰（德国 QIAGEN）	联系电话	0531-88381719
安装地点	山东大学的突泉校区模式动物研究中心 221	电子邮箱	dyszgyy11@163.com

◎ 样品要求

- DNA, RNA, cDNA 等核酸。

◎ 仪器介绍

- 该设备是基于微孔板技术的一体化高通量数字 PCR 分子定量系统，操作流程简单、速度快、通量高，能够在 2h 内完成 96 个样本的检测，可以同时运行 8×96 个样本，大大提高了检测效率。具备 2 个热循环系统，并可独立运行；能同时设定 8 种不同的 PCR 程序，可以满足科研中的不同实验需求。能够直接实现靶标分子的绝对定量检测，可用于肿瘤标记物筛选和验证，稀有突变的检测和微小表达差异的检测等。



◎ 主要功能

- 基因表达差异研究；
- 拷贝数变异检测；
- 低丰度和稀有序列的精确定量；
- 甲基化定量；
- 病原微生物检测和二代测序文库定量；
- CRISPR 基因编辑结果验证等方面。

◎ 设备特色

- 技术原理：固态纳米微孔板式数字 PCR，全自动一体机。
- 通量灵活：每一块芯片支持 8、24、96 个样本，有三种芯片可供选择；单次实验可检测 8×96 个样本；设备软件能同时设定 8 种不同的 PCR 程序，支持陆续上板和加急操作。
- 检测速度快：2h 内可以完成一轮实验， 8×96 个样本能够同时上样在 7 小时内完成的检测。
- 配套方案全：配套试剂具有探针法，染料法及一步法试剂盒；具备优化好的突变体检测 Assay 和 CNV 检测 Assay 及微生物检测相关 Assay 可供选择。

◎ 技术参数

- 技术原理：固态纳米微孔板式数字 PCR，通过微孔中纳米微孔物理分离样本单分子核酸；
- 样品检测方式：LED 光源激发，高像素相机显微成像检测；
- 线性动态范围：5 个数量级；灵敏度：检测单拷贝基因；
- 微流体纳米芯片规格：每一块芯片支持 8、24、96 个样本，有三种芯片可供选择，样本通量灵活；
- 软件可自由选择大于 3 种（8 孔，24 孔，96 孔）耗材规格；
- 样本最大通量：单次实验可检测 8×96 个样本；
- 检测精度：有 8500 个微孔和 26000 个微孔可供选择；
- 检测通道：6 通道；
- 支持 Taqman 荧光标记探针及 FAM、Eva Green、VIC、HEX、TAMRA、ROX、Cy5 染料检测；
- 热循环模块：设备具备 2 个热循环系统，并可独立运行（提供远程实时视频演示）；
- 设备软件能同时设定 8 种不同的 PCR 程序；
- 反应体系：96 孔板上样体积 $12 \mu\text{L}$ ，24 孔板上样体积 $12-40 \mu\text{L}$ 。

4-12 超速离心机

SUPERCENTRIFUGE //

仪器型号	Optima XPN-100	联系人	赵 慧
生产厂家	Beckman Coulter	联系电话	0531-88381719
安装地点	山东大学趵突泉校区综合楼 107	电子邮箱	dyszgyy11@163.com

◎ 样品要求

项目	内容	备注
测量对象	核酸，蛋白，细胞，细胞器，外泌体等	禁止使用有机溶剂



◎ 性能指标

- 最高转速： $\geq 100,000\text{rpm}$ ；最大相对离心力： $\geq 800,000\times g$ ；
- 仪器具备转头动态惯性检测功能；
- 仪器数字化显示真空度，真空度 1Pa ；
- 样品不平衡容许度： $\pm 5\text{mL}$ 或样品体积 $\pm 10\%$ ；
- 加速 / 减速选择： ≥ 10 档加速 / 10 档减速。

◎ 主要应用

- 超速离心机设备是目前生物医学研究中必备的大型仪器设备之一，兼有最先进软件和最高转速，其最高转速可达 $100,000\text{rpm}$ ，应用范围广泛，其涉及的样品分离领域包括病毒及亚细胞组分的分离、蛋白质的分离纯化、脂蛋白的分离、利用氯化铯梯度作 RNA 沉淀、质粒 DNA 等密度分离、纳米颗粒的分离等。

4-13 高速离心机

HIGH-SPEED CENTRIFUGE //

仪器型号	JXN-26	联 系 人	赵 慧
生产厂家	Beckman Coulter	联系电话	0531-88381719
安装地点	山东大学趵突泉校区综合楼 107	电子邮箱	dyszgyy11@163.com

◎ 样品要求

项目	内容	备注
测量对象	核酸，蛋白，细胞，细菌等	禁止使用有机溶剂



◎ 性能指标

- 最高转速 $\geq 26,000$ rpm，最大容量 6000 ml ；
- 转速控制精度 ≤ 10 rpm ；
- 要求采用 15 寸触屏式液晶显示屏，界面直观，便于操作 ；
- 要求具备中文操作界面，以方便使用 ；
- 可使用手机或计算机远程监控仪器状态，以实现跨越实验室对离心机进行远程监控和操作 ；
- 仪器可实时显示运行曲线图，以便于追踪整个实验过程 ；
- 具备历史结果查询、分类筛选及数据导出、打印功能 ；
- 具备密码保护功能，要求用户密码锁功能内置于主机软件，并可设置三个级别，方便仪器管理者对不同的使用者进行权限管理 ；

- 具有智能化减磨系统，减少风阻，以加快达到最高转速，增长转头寿命；
- 样品容量不平衡容忍度为 5%，可“目视平衡”；
- 仪器具备动态惯量检测功能，以在动态情况下进行转头惯量检测和能量计算以保证仪器的安全运行；

◎ 仪器应用

- 用于细胞生物学及分子生物学研究，用于实验样本的制备。例如：细菌的分离纯化，蛋白质的分离纯化、质粒 DNA 等密度分离、纳米颗粒的分离等。

4-14

全自动密度梯度制备和分离系统

BIOCOMP PISTON GRADIENT
FRACTIONATOR

仪器型号	153
生产厂家	Biocomp
安装地点	山东大学趵突泉校区综合楼 107
联系人	赵 慧
联系电话	0531-88381719
电子邮箱	dyszgyy11@163.com

◎ 仪器介绍

- 全自动密度梯度制备和分离系统是一套专门用于密度梯度分离实验的系统，用于密度梯度分离前密度介质的制备和分离后样品的检测及收集。其制备模块采用倾斜混旋的原理，调用内置程序制备完全线性的介质溶液；分离系统借助马达和专利的喇叭吸头将样品层层吸出并进入紫外检测单元进行吸光值的检测并给出实时的吸光图谱，之后沿管路进入馏分收集单元，在系统程序和机械臂的带动下将溶液均匀的收集到各个收集管内，便于后续实验使用。

◎ 主要功能

- 该仪器主要用于线性密度梯度的制备和收集。其中全自动密度梯度制备可用于各类溶液的梯度

制备，包括蔗糖、CsCl、KCL、Ficoll 等；结合超速离心机，可用于分离病毒、蛋白质、亚细胞器以及核酸等样品。全自动密度梯度分离系统可收集分离后的样品，保证样品的结构和活性，故可用于纯化目的蛋白，研究蛋白质的结构及构象；纯化病毒，研究病毒作用；纯化亚细胞器，研究亚细胞器中的蛋白表达，信号通路；还可用于纯化多聚核糖体，外泌体等。

◎ 设备特色

- 制备系统：
 - 完全线性的密度梯度。
 - 快速，最快 2 分钟内完。
 - 一次可制备六只相同梯度溶液。
 - 内置程序，直接调用。

- 分离系统：

特色喇叭状吸头。

自动清洗和干燥。

步进马达，水平无扰动吸取。

自动收集并记录样品吸收峰。

◎ 技术参数：

- 通过多角度混旋原理制备线性密度梯度溶液，该溶液可用于等密度法离心或速度区带法离心。操作简便，只需预配两种浓度的溶液，即可生成线性梯度。无多次混合、冻融、层铺等特殊处理。
- 适用广泛，可用于十种以上的介质的梯度制备，包括 sucrose, glycerol, Optiprep®, Nycodenz®, Ficoll®, Percoll®, Metrizamide, Renografin®, NaCl, CsCl, NaAc 及 KCl 等介质。
- 针对特殊应用的梯度介质溶液的密度梯度范围，可进行定制。
- 快速高效，最快可在 2min 内同时完成 6 个离心管样品的线性梯度制备。
- LCD 显示屏，按键式操作，稳定耐用。带有 SD 卡读取口，可通过电脑下载梯度制备程序，实现程序更新和升级。
- 预设内置程序，自动设定梯度制备转速、时间、角度，每个转头至少 10 个以上内置梯度程序可选。也可手动编程，输入、编辑各种梯度制备程序，储存备用。
- 记忆功能，自动记忆最近使用的 10 种梯度制备程序，直接进入，避免参数的重复设置。
- 磁性转盘设计，主机带有平衡系统，轻松调水平，并配有体积标记器。
- 转盘旋转角度：0.0–90.0°（从垂直位开始）
转速范围 0–60rpm。
- 梯度分离系统采用专利的步进马达推动下压式喇叭状吸头设计，无样品扰动和条带混淆，无分散层流和拖尾现象。无需穿刺，节省耗材。
- 步进马达推动吸头，精确控制步进速度 0.2–6.5mm/sec。马达速度：0.1–6.5mm/sec 向下可调，6.5mm/sec 向上。
- 可编辑收集程序自动收集样品条带，分别设有活塞速度、组分长度、组分个数、清洗等参数。
- 机器通过软件进行自动清洗、吹干功能，无需手动操作。
- 主机含可见光观测系统：标配 20W 卤素灯，在进行条带分离时，实时观测。
- 配有双通道紫外检测单元，可对组分条带进行 260nm 和 280nm 紫外检测及图谱绘制。
- 配有取样单元，符合相应的安全和 EMC 认证标准、CE 认证。
- 制备系统和分离系统一体机结构，节省工作空间。
- 标配软件系统，连接电脑后可对分离清洗全过程进行全程控制，实时显示信号的采集过程、数据叠加、处理等功能，并以图片及 excel 格式导出数据。

4-15 Amersham™ Typhoon™ 生物分子成像仪

AMERSHAM™ TYPHOON™
BIOMOLECULAR IMAGER //

仪器型号	Typhoon 5	联系人	赵 慧
生产厂家	思拓凡（美国 Cytiva）	联系电话	0531-88381719
安装地点	山东大学趵突泉校区综合楼 101-102	电子邮箱	dyszgyy11@163.com



◎ 仪器介绍

- Amersham™ Typhoon™ 5 是新一代激光扫描成像仪，先进的光电倍增管搭配 5 色激光光源，可覆盖全光谱的所有成像模式；通过极其灵敏的检测、高图像分辨率和非常宽的线性动态范围，可提供卓越的数据图像。
- Amersham™ Typhoon™ 5 可进行多种样品如凝胶、印迹膜、多孔板、培养皿、玻片、组织切片、放射性同位素、比色样本等的高质量成像，适用于荧光 WB、2D-DIGE、EMSA、转基因检测、放射性同位素检测、光密度测定、切片扫描、药物代谢分析等实验。

◎ 设备用途及功能

- 用于生物分子成像的多功能激光扫描仪，包括：敏感、定量的蛋白印迹检测、多色荧光（可见光区和近红外激发）、2-D DIGE、同位素标记检测、以及比色法染色（如考染和银染胶成像）等应用。

◎ 设备特色

- Amersham™ typhoon™ 扫描仪可以容纳多达八个可自动识别的滤光片。为了获得最佳成像条件，无需工具即可轻松取出和更换发射滤光片。该特性使仪器非常适合在多用户环境中使用。除了默认的高性能带通滤光片，还有四个开放的滤光片位置，用户可以在其中防止 IR 滤光片、长通滤光

片或自定义滤光片。同时，该新一代 Typhoon™ 扫描仪的特点是更容易处理自定义滤光片，新的自定义滤光片盒便于使用。

◎ 技术参数

- 检测模式：同位素磷屏成像、荧光、化学发光和数字化成像；
- 激发光源：标配 488nm（蓝色 LD 激光）、532nm（绿色 SHG 激光）和 635nm（红色 LD 激光），685nm（近红外 LD 激光）和 785nm（近红外 LD 激光），内置光源；
- 检测器数量：两个 PMT；
- 可检测同位素： ^3H , ^{11}C , ^{14}C , ^{125}I , ^{18}F , ^{32}P , ^{33}P , ^{35}S , $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 及其他电离辐射源；
- 动态范围：5 个数量级；
- 图像格式：16 位；
- 扫描面积：40 × 46cm；
- 像素大小：最小分辨率 10 μm 。10, 25, 50, 100 和 200 μm 可选，以及 1000 μm 预扫描；
- 标准滤光片：6 种，IP 390BP, Cy2 525BP20, Cy3 570BP20, Cy5 670BP30, IRshort 720BP20, IRLong 825BP30；
- 选配滤光片：Cy2 LPB515, Cy3 LPG550, Cy5 LPR660。

4-16

液相色谱与四极杆飞行时间串联高分辨质谱联用仪

LIQUID CHROMATOGRAPHY QUADRUPOLE TIME-OF-FLIGHT
TANDEM HIGH RESOLUTION MASS SPECTROMETRY SYSTEM //

仪器型号	Maxis II	联系人	韩本凤
生产厂家	Bruker	联系电话	0531-88381719
安装地点	山东大学趵突泉校区模式动物中心 210	电子邮箱	hbf2024@sdu.edu.cn

◎ 仪器介绍

- 四极杆飞行时间串联高分辨质谱仪(ESI-Q-TOF, maXis II)是超高分辨电喷雾-四极杆-飞行时间质谱仪,使用方便、性能卓越。maXis II系统在MS和MS/MS模式下均具备准确质量和真实同位素分布分析功能,具有提供真实的分子式信息的特性。全范围的高分辨率和高灵敏度,满足对质谱同时准确度和定量的需求。

◎ 设备特色

- 高性能
创纪录的全灵敏度分辨率(FSR) > 80,000。
- 高采集速率
UHPLC速度下可以实现5个数量级的动态范围,得益于50 GBit/Sec的采样速率,可以实现复杂样本、高背景基质的样本中痕量化合物的分析。
- 单击式数据采集
鼠标单击式的数据采集,三重四极杆级别的灵敏度,保证了在最短的时间内通过一次运行就可以得到准确的定性和定量数据。
- 简单的专家数据采集模式
智能的自动优化MS/MS常规分析过程,让首次分析即可获得专业的结果和专业的应用程序包。



◎ 主要应用

- 高分辨质谱,能测定精确质量数,擅长未知物鉴定;可在宽质量范围内实现高分辨,得到物质准确分子量;能够获得真实的同位素峰形分布,得到未知物的分子式;具有高灵敏度的MS/MS

功能，能实现母离子和子离子的精确质量测定；质量范围宽，既可用于小分子化合物的精确定性，也可用于多肽的研究。

◎ 技术指标

- 分辨率： $\geq 80,000$ (FWHM) 且不损失灵敏度
- 准确度：内标校准：平均误差 ≤ 1 ppm
- 检测器采集模式与速度：50 GBit/Sec
- 质量范围：50–40,000 m/z，可由软件自动定。
- 灵敏度：MS：1pg/uL 利血平，信噪比 $>1500: 1$ RMS；MS/MS：消耗 2.5 fmol 多肽 Glu-Fibrinopeptide B 时，二价离子的碎片离子中最强峰信号大于 100，即信噪比大于 50:1。
- 飞行管配有先进的智能化温度补偿装置，在 MS 和 MS/MS 模式下质量准确度具有长时间的超稳定性。
- TIP (True Isotopic Pattern) 和 SigmaFormula 功能确保同位素峰型的准确测量和分析，增加结果准确度。



4-17 液质联用仪 Itq orbitrap elite Velos

LIQUID CHROMATOGRAPHY TANDEM MASS SPECTROMETER(LTQ ORBITRAP ELITE VELOS)



仪器型号	Orbitrap elite
生产厂家	Thermo fisher
安装地点	山东大学趵突泉校区综合楼 113
联系人	王凤芹 韩本凤
联系电话	0531-88381719
电子邮箱	wangfegnqin@sdu.edu.cn

◎ 仪器介绍

- Orbitrap Elite 组合式质谱仪结合了双压线性离子阱和一种新型的高场 Orbitrap TM 质量分析器，提高了 MS 和 MSn 的性能和多功能性。该系统具有高于 240,000 的分辨率 (FWHM)、更高的灵敏度、高扫描速度和更大的动态范围。

◎ 样品要求

- 血液，细胞、组织、体液等
- SDS 胶，纯化蛋白等

◎ 性能指标

- 高场 Orbitrap 分析器。

采用独特的几何结构和信号处理技术，分辨率超过 240,000 FWHM，支持高质量精度（外标 <3ppm，内标 <1ppm）和快速扫描（40Hz），适用于完整蛋白质分子量测定及同位素分析。

- Velos Pro 离子阱

结合双压线性离子阱技术，提供中性阻挡和快速扫描功能，增强定量性能与耐用性，支持 CID、HCD、ETD 等多种碎裂方式，提升序列覆盖率和翻译后修饰（PTMs）定位能力。

- 创新离子传输系统。

改进的离子光学设计（如镜像电流前置放大器）显著提高离子传输效率，降低检测限，可分析极低丰度的蛋白质、肽段及代谢物。

◎ 主要应用

- 1 蛋白鉴定。包括 SDS 胶条，IP，CO-IP 等蛋白的鉴定。
- 小分子分子量测定。

◎ 主要功能

- 基于 Orbitrap 技术的质谱仪是众多蛋白质组学实验室的重要分析工具。

（1）Top-down 分析

高于 240,000 FWHM 的最大分辨率和互补的碎裂模式更好地实现 Top-down 蛋白质鉴定和表征。

(2) PTM 分析

可用的电子转移解离 (ETD) 能够在肽骨架的裂解过程中保留不稳定的侧链结构, 更好地进行翻译后修饰 (PTMs) 分析。

(3) 蛋白质鉴定

(4) 定量蛋白质组学

- Orbitrap Elite 质谱仪提供大于 240,000 FWHM 的最高分辨率, 更高的灵敏度确保检出生物样品中的代谢产物。

◎ 设备特色

- 高场 Orbitrap 质量分析器提供超高分辨率高场 Orbitrap 质量分析器几何学与先进的信号处理技术提供大于 240,000 FWHM 的分辨率, 这种超高分辨率的分析高复杂性样品和低丰度目标分析物的应用时尤其有用, 如蛋白质组学、代谢组学及脂类组学等。
- 更快的扫描速度增强了与 UHPLC 的兼容性
高场 Orbitrap 质量分析器几何学与先进的信号处理技术将扫描速度提高了 4 倍, 使 Orbitrap

Elite 系统与 UHPLC 分离技术的窄色谱峰的兼容性变得更好。

- 为复杂样品分析提供更高的灵敏度
新型的前置放大器电子器件提高了灵敏度。与超高分辨率相结合, 为复杂样品的分析提供更全面的数据和更深入的分析结果。
- 多种碎裂技术选项增加了多功能性
除了传统的碰撞诱导解离 (CID), Orbitrap Elite 质谱仪采用更高能量碰撞解离 (HCD) 技术为多种类型的样品提供更充分的解离和更高质量的 MS/MS 谱图。智能化的数据依赖决策树 (DDDT) 方法能够在一次分析中结合采用多种碎裂技术, 从而显著提高蛋白质组覆盖率。

◎ 技术参数

- 质量分辨率: 240,000。
- 质量测量精度: 1–3ppm。
- 扫描速度: 4Hz (6 万分辨率)。
- 质荷比范围: 50–4000。
- 离子源: 电喷雾电离。
- 解离方式: 碰撞诱导解离、高能碰撞解离。
- 10 级串联质谱。

4-18 液质联用仪 (Orbitrap Eclipse)

LIQUID CHROMATOGRAPHY TANDEM MASS SPECTROMETER(ORBITRAP ECLIPSE)

仪器型号	Orbitrap eclipse	联 系 人	王风芹 韩本凤
生产厂家	Thermo fisher	联系电话	0531-88381719
安装地点	山东大学趵突泉校区综合楼 113	电子邮箱	wangfegnqin@sdu.edu.cn



◎ 仪器介绍

- Orbitrap Eclipse 超高分辨质谱系统是 Thermo Scientific 第三代“三合一”质谱仪，Orbitrap Eclipse 系统革命性地将 QR5 分段四极杆、静电场轨道阱、改进的双压线性离子阱三种质量分析器和两个检测器（Orbitrap、双压线性离子阱）集为一体，并利用创新的动态扫描管理技术实现三种质量分析器的同时工作并相互协作，实现真正意义上的平行检测或序列检测，多级分析的任何一级都可以进行 CID、HCD 或 ETD 的碎裂模式选择，达到最高的分析效率和最佳

的选择。Orbitrap Eclipse 优化了离子传输系统，继续使用大口径高容量离子传输管，确保更多离子进入质谱系统，得到更好的信号响应，同时使用弯曲且有轴向电场的方形四极杆离子束导向装置，进一步阻挡中性粒子和高速分子团，保持离子传输通道的干净，减少噪音，提高了灵敏度；使用 QR5 双曲面分段四极杆，分辨率可到 0.4Da；离子传输效率在全隔离窗口范围内不降低（0.4Da-1200Da），MS/MS 母离子选择效率在 50-2000m/z 范围内不降低；使用了高级真空技术，提高了 C-trap 与 Orbitrap

区域的真空度，从而提高了离子从 C-trap 到 Orbitrap 的传输效率；使用了 HD ETD 技术，提高了 ETD 碎裂谱图的动态范围和信噪比。

◎ 性能指标

- QR5 分段四极杆质量过滤器具有出色的前体母离子选择性和灵敏度。
- 实时检索 TMT 分析的卓越的深度和准确性。
- 高质量范围 MSⁿ (HMRⁿ) 用于非变性蛋白质复合物的结构分析。
- 质子转移电荷减少 (PTCR) 用于简化复杂谱图和改进自上而下的数据解释。

◎ 主要应用

- 定性蛋白质组学：复杂样品，动态范围宽。
- 定量蛋白质组学：非标记定量和 TMT 等标记定量。

◎ 主要功能

- 在大分子应用方面，可以应对蛋白质组学应用研究的各种挑战，包括未知肽段的筛选、测序；肽质量指纹图谱测定；蛋白质分子量测定；高通量蛋白质表达谱测定；蛋白质相互作用鉴定；高通量蛋白质翻译后修饰研究，包括翻译后修饰种类研究和位点鉴定；使用标记或非标记方法进行相对和绝对蛋白质组学定量研究，从而发现疾病或其它重要生理过程相关的生物标志物，寻找药物作用靶点等。
- 在小分子应用方面，Eclipse 主要应对代谢组学

和脂质组学的挑战。其主要应用领域包括：疾病研究；植物和中药代谢组学；食品方面研究；环境毒理研究等。

- 化学交联质谱能帮助获得更深度全面的蛋白质结构信息，还可提供蛋白质-蛋白质相互作用信息。

◎ 设备特色

- 50 万的超高分辨率有效避免了杂质干扰，分辨率比 Q TOF 高了一个数量级。
- 动态扫描管理技术采用了创新的“减一逻辑”，即二级扫描与前次一级扫描相关联，无需等待本次一级扫描确定母离子及电荷，实现一级二级平行运行（同步母离子选择技术）：在 Orbitrap 进行一级扫描的同时，四极杆与离子阱配合进行二级扫描，离子阱负责离子的碎裂和检测，与此同时，四极杆开始选择下一组离子进行下一个母离子的二级分析，三种质量分析器同时运行，使得离子高效无损失的检测，大大提高灵敏度。
- CID/HCD/ETD 三种裂解模式以及 EThcD/ETciD 组合解离模式，可以在任意一级使用 Orbitrap 或离子阱检测。
- 因为可以在任意一级使用 Orbitrap 进行检测，所以可以采集到高分辨的 MSⁿ 图谱，从而提高了定性准确性。
- 通过最新的实时检索技术，实时搜索用户自定义的数据库，然后选择已鉴定的或未鉴定的前体离子用于进一步的 MSⁿ 实验，可实现更快的数据采集和更好的特异性，显著提高 TMT 定量蛋

白组学的分析性能。

- Turbo TMT 模式提高 TMT 实验中的 HRAM MS_n 数据采集速率，提供前所未有的深度和准确度。
- 结合实时检索的 TMT SPS MS₃ 扫描：TMT SPS MS₃ 实验结合蛋白质数据库实时检索，仅对已鉴定的前体离子进行 SPS MS₃ 扫描。
- 定制化的多种采集方法，可以按照逻辑规则选择不同质量分析器或者其组合进行检测分析；同时提供多种可编辑的逻辑条件和判断进行筛选多种数据采集的方法；动态排出技术使得低丰度的离子不会错失被检测到的机会。同时提供数据依赖性扫描 DDA 和数据非依赖性扫描 DIA 方法，可以更好的发现未知化合物。

◎ 技术参数

• a 双压线性离子阱模块

(1) 质量范围 m/z ：标准模式 50–2000 m/z ；高质量模式 200–4000 m/z 。

(2) 双压线性离子阱扫描速度：45Hz。

(3) 灵敏度 (ESI)：100fg 利血平，全扫描 MS/MS，信噪比 >200:1。即在全扫描 MS / MS 模式下以单位分辨率操作，扫描范围设置为：165–615， m/z 609 的信号最高两个子离子： m/z 397, m/z 448 的 S/N 比为 200 : 1。

(4) 具有自动增益控制，能全自动优化进入离子阱的离子数量达到最佳值，能有效提高对低丰度蛋白的鉴定。

(5) Normalized Collision Energy 碰撞能量归一化：离子阱质谱仪特有的质谱能量自动补偿，使串联质谱的碎片谱图按归一化能量裂解，得到稳定信息，有利于谱库检索，产生重现性的结果。

(6) 多级能力 MS/MS 级数：1–10 级。

• b 超高场静电场轨道阱

(1) 质量范围：标准模式 50–2000 m/z ，中等质量模式 200–6000 m/z 。

(2) 仪器分辨率：50,000 FWHM ($m/z=200$)；灵敏度不随分辨率增加而降低；选配 1M 分辨率，可选配分辨率高达 1,000,000 FWHM($m/z=200$)。

(3) 谱内动态范围：>5000。

(4) 扫描速度：最大 40Hz。

(5) 正负离子切换速度：1 次全扫描周期 1.1 秒（正负切换采集全扫谱，分辨率为 30,000）。

(6) Full MS 和 MS/MS 质量准确度：使用 Flex Mix 溶液测量，外标法 <3ppm RMS；内标法 <1ppm。

- c 碰撞模式

(1) 多种碰撞模式：碰撞诱导解离模式 (CID)、高能碰撞模式 (HCD)，电子转移裂解模式 (ETD)，ETD 与 HCD 产生双碎片离子的组合碎裂模式 (EThcD)、ETD 与 CID 产生双碎片离子的组合碎裂模式 (ETciD)。

(2) 多种碰撞模式适用任何一级扫描 (n=1 到 10)。

(3) 质子转移电荷还原 (PTCR) 功能：Flex Mix 溶液以 6 μ L/min 流速直接进样，经 100ms 的反应时间，能保证 MRFA2+ 前体离子 (m/z 262) 转化为 m/z 524 带电还原离子的相对丰度 > 25%。

- d 扫描模式

(1) 具有平行检测和序列检测：离子既可进入离子阱检测器检测，也可进入 Orbitrap 检测器检测，两者可同时进行。

(2) 多级扫描功能 MSn (n=1 到 10)；可执行高分辨多级和低分辨多级二种模式。

(3) 同步母离子选择：N 级质谱扫描时最多可同时选择 20 个母离子进行下一级高分辨质谱扫描分析。

(4) 最优化采集速度模式：在用户自定义的采集时间 (cycle time) 内智能安排 MS 和数据依赖的 MSn 扫描，最大化采集高质量的 MSn 谱图。

(5) 高级的峰检出算法 (APD)：在复杂谱图中识别更多前体离子单同位素峰和电荷态，用于改进电荷分配，以增加可用于数据依赖性扫描的前体离子数目，帮助识别出更多肽段。

(6) 定量分析模式：可实现 SIM, targeted MS/MS 等数据依赖的定量分析方法，以及数据非依赖的数据采集方法 (DIA)。

(7) 可实现多路复用的数据非依赖采集方法 (DIA)，采集的 DIA 数据既可用于定量分析，又可用于搜库鉴定。

4-19 液质联用仪 (Q Exactive Plus)

LIQUID CHROMATOGRAPHY TANDEM
MASS SPECTROMETER(Q EXACTIVE PLUS) //

仪器型号	Q Exactive Plus	联系人	王风芹 韩本凤
生产厂家	Thermo fisher	联系电话	0531-88381719
安装地点	山东大学趵突泉校区综合楼 113	电子邮箱	wangfegnqin@sdu.edu.cn

◎ 仪器介绍

- 该仪器应用先进四极杆技术 (AQT) 改善了前体选择和传输, 对复杂基质中的低丰度分析物进行更精确定量。通过复杂的数据独立性采集 (DIA) 和平行反应监测 (PRM), 可以进行可重现的定量测定和绝对可靠的定性分析。采用了四极杆与静电场轨道阱串联的组合质量分析器, 具有高分辨率, 高质量精度, 高速实时采集性能。该设备能够进行高分辨全扫描 MS 和 MS/MS, 高分辨选择离子扫描, 高分辨全子离子碰撞碎裂扫描, 高分辨正负离子切换扫描, 高分

辨数据依赖子离子扫描, 高分辨数据非依赖扫描 (DIA-MS/MS), 高分辨平行反应监测子离子扫描等多种扫描模式。

◎ 性能指标

- 卓越定量能力
 - (1) 先进四极杆技术 (AQT) 改善了前体选择和传输, 对复杂基质中的低丰度分析物进行更精确定量;
 - (2) 通过复杂的数据独立性采集 (DIA) 和平行反应监测 (PRM), 可进行可重现的定量测定和绝



对可靠的定性分析；

(3) 先进的主动离子束传输组件 (AABG) 减少了噪音以及维护需求。

- 完整蛋白质的分析能力增强

(1) 可选完整蛋白质模式为完整蛋白质和蛋白质复合物的分析提供了卓越的大分子捕获能力；

(2) 可选的更高分辨率确保了自顶向下蛋白质组学和脂质组学的极可靠鉴定。

- 极为可靠的结果

(1) HR/AM 和全扫描功能可以自始至终捕获所有样品数据，从而可以进行回顾性数据分析而无需再次运行样品；

(2) 分辨率高达 140,000 FWHM，可消除同量异序同分异构化合物的干扰，在分析复杂基质中的样品时，提高结果可靠性；

(3) 全扫描和全离子裂解 (AIF) 扫描模式下，质量准确度均优于 1 ppm，可以确保可靠的化合物鉴定；

(4) 12 Hz 的快速扫描和光谱多通路技术特别适合 UHPLC 应用；

(5) 快速极性切换可以获得尽可能多的信息；

(6) AIF 和多种解离技术——源内 CID 和 HCD——可以辅助化合物鉴定；

(7) 质量数范围达到 6000 m/z，可以提高对单电荷小分子和生物分子的检测能力；

(8) 超过四个数量级的扫描动态范围以及飞克级灵敏度，可以在一次扫描中同时检测痕量级和高丰度化合物。

◎ 主要应用

- 小分子定量

- 代谢组学

- 氢氘交换

◎ 主要功能

- 新药研发，药物杂质鉴定、多肽药物鉴定和定量、代谢物鉴定、研究与疾病有关的标记物和代谢组学、脂质组学、天然产物结构分析等领域；

- 蛋白质相关应用研究，包括小蛋白质药物分子量测定、蛋白氨基酸序列测定、蛋白质相互作用鉴定、蛋白质翻译后修饰 (Post Translational Modification, PTM) 研究；

- 食品中农兽残，环境污染物，非法添加药物、营养成分等快速筛查确证以及定量检测分析工作；

- 靶向代谢物分析准确的定量分析等。

◎ 设备特色

- Q Exactive plus 是四极杆和超高场静电场轨道阱杂交高分辨质谱仪，该质谱平台结合了高选择性四极杆的离子过滤技术与超高场 Orbitrap 高分辨准确质量数 (HR/AM) 测量技术，具有超高分辨率 (140k)、高质量准确度 (外标 <3ppm, 内标 <1ppm)，同时在此基础上可保证高灵敏度，可在一次分析中完成包括发现、定量和确证 3 个工作流程。Q Exactive plus 质谱仪配备的 HCD 碰撞池为高能碰撞模式，保证了同位素标记 (如 iTRAQ、TMT、SILAC) 定量结果的准确性。Q Exactive plus 还可利用 SIM 模式实现目标肽段的定量，由于 Q Exactive plus 采用超高场 Orbitrap 质谱进行一级质谱数据采集，即使是在十分复杂的生物样品基质中，仅

需简单的样品前处理即可快速、准确、高效地鉴定到目标肽段并利用二级质谱对其进行确认。在 Top Down 完整蛋白质研究中，Q-Exactive plus 的一级和二级质谱都可以获得高分辨数据。

◎ 技术参数

- 质量分析器采用分段四极杆与静电场轨道阱串联的组合，质量范围 50–6000m/z。
- 仪器分辨率：140,000 FWHM ($m/z=200$)；4 档可调。
- 前级四极杆母离子选择：前级四极杆为三段式金属钼共轭双曲面四极杆，母离子选择 0.4Da。
- 谱内动态范围：>5000。
- 质量轴稳定性：设备校正一次后，连续 48 小时内不再校正质量轴，重复进样 100fg 利血平，609 质量精确度 $\leq 3\text{ppm}$ 。
- 正负离子切换速度：小于 1 秒(35000 分辨率下，

一个正负切换循环扫描时间 < 1s。

● 灵敏度

(1) FullMS 灵敏度：500fg 丁螺环酮，柱上 S/N 100:1；

(2) 选择离子扫描 SIM 灵敏度：30fg 丁螺环酮，柱上 S/N 100:1；

(3) 提高仪器分辨率时，设备的灵敏度基本保持不降低；采用利血平标品 100fg 进样，ESI+ 模式下，分辨率分别为 35000 和 70000 时，其他仪器参数维持不变的前提下，主峰的信号强度值相差不超过 8%。

- 8 扫描模式：高分辨全扫描 MS 和 MS/MS、高分辨选择离子扫描、高分辨全子离子碰撞碎裂扫描、高分辨正负离子切换扫描、高分辨数据依赖子离子扫描、高分辨数据非依赖扫描 (DIA-MS/MS)、高分辨平行反应监测子离子扫描。