



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.



生物医学结构表征中心 冷冻电镜平台

BIOMEDICAL RESEARCH CENTER
FOR STRUCTURAL ANALYSIS

山东大学生物医学结构表征中心是学校统筹建设的大型仪器公共技术平台，旨在集中冷冻电镜技术优势资源，建成区域性开放共享的大型科研基地，秉承“开放、合作、共享、创新”的发展理念，致力于推动生物学、医学、药学和其他相关学科快速发展。目前，中心已配置 2 台 300kV 冷冻电镜 Krios G4、1 台 100kV 冷冻电镜 Tundra、1 台冷冻双束电镜 Aquilos 2、若干制样设备和小型计算集群，具备冷冻样品制备、高分辨数据收集和三维结构解析全流程技术支撑能力。

山东大学生物医学结构表征中心

BIOLOGICAL MEDICAL RESEARCH CENTER FOR STRUCTURAL ANALYSIS, SDU

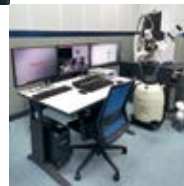
The Biomedical Research Center for Structural Analysis is a large-scale instrument public technology platform constructed by Shandong University, aiming to concentrate the superior resources of cryo-electron microscopy technology and build a powerful scientific research base with regional openness and sharing. Adhering to the development concept of "openness, cooperation, sharing and innovation", it is committed to promoting the rapid development of biology, medicine, pharmacy, and other related disciplines. At present, the center has been equipped with two 300kV cryo-electron microscopy Krios G4, one 100kV cryo-electron microscopy Tundra, one cryo-FIB Aquilos 2, several sample preparation equipment, and small computing clusters, which possess the technical support capability of the whole process of cryo-sample preparation, data collection, and structural analysis.



CONTENTS

冷冻电镜 >>>

- 300kV 冷冻电镜 #1 (Krios G4) // P01
- 300kV 冷冻电镜 #2 (Krios G4) // P03
- 100kV 冷冻电镜 (Tundra) // P05
- 聚焦离子束冷冻电镜 (Aquilos 2) // P07



冷冻制样系统 >>>

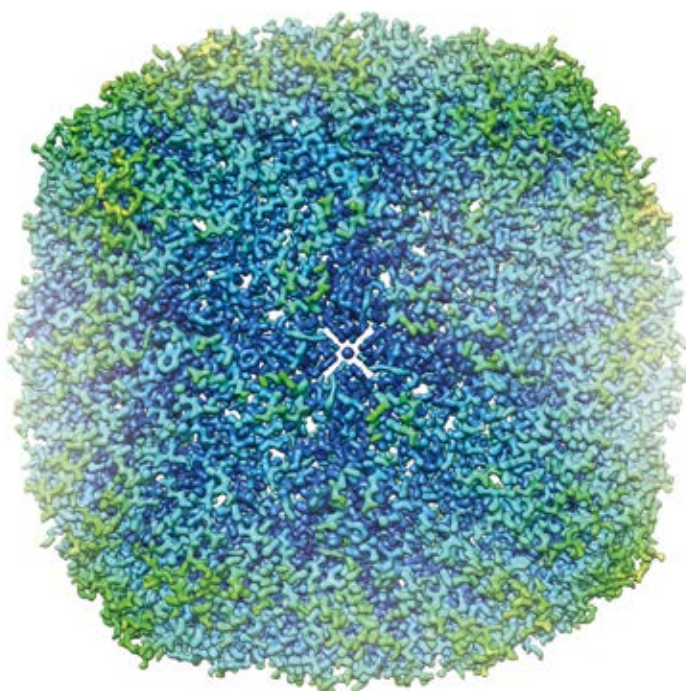
- 辉光放电仪 #1 (easiGlow) // P09
- 辉光放电仪 #2 (Coolglow) // P10
- 等离子清洗仪 (Solarus 955) // P11
- 磁控溅射镀膜仪 (208 carbon) // P13
- 快速冷冻仪 (Vitrobot Mark IV, 3 台) // P15





计算集群 >>>

小型单颗粒计算集群 // P16



1-1

300kV 冷冻电镜 #1 (Krios G4)

CRYO-ELECTRON
MICROSCOPY

仪器型号	Krios G4	联系人	何东方
生产厂家	Thermo Fisher	联系电话	0531-88381105
安装地点	山东大学趵突泉校区小礼堂 101 室	电子邮箱	cryoem@sdu.edu.cn

◎ 仪器配置性能

- 电子源：C-FEG（低能散冷场发射枪）。
- 加速电压：80-300 kV。
- 冷冻样品自动上样器：自动且无污染的盒式上样（最多 12 个载网）。
- 温度管理软件：包括液氮自动填充和冷却调度。
- 透镜：自动聚光镜、物镜和 SA 光阑系统，自动、连续和平行样品照明的三聚光透镜系统，宽间隙极靴 (11 mm) 的恒量对称 C-TWIN 物镜。
- 载物台：±70 度 α 倾斜度的电脑化 4 轴样品台，用于优化稳定性和漂移性能的带单轴支架冷冻式载台。
- 成像：可改变放大倍数的无旋转成像。
- 先进的性能监控：光学显微镜状态自我评估与自动校准相结合，确保实验在理想条件下进行。
- AFIS（无像差图像位移）：在载网孔之间移动时不会产生彗差，从而通过缩短松弛时间提高图像产出。
- FFI（无边缘效应成像）：通过对每个载网孔进行多次图像采集从而提高图像产出。
- EPU 2 软件：自动样品筛选和数据采集，EPU



Multigrid 功能。

- Tomography 5 软件：冷冻电子断层数据采集。
- 探测器：Falcon 4i 直接电子探测器。
- 能量过滤器：Selectris X 能量过滤器。
- 相位板系统。

◎ 样品要求

- 对象：蛋白质等生物大分子、细胞或病毒（生物安全等级 BSL-1 以下）等。
- 分子量：一般需要样品的分子量在 100 kD 以上。
- 缓冲液：缓冲液中不能含有多糖，DMSO，甘油等有机物质。一般而言，缓冲液为 20 mM Hepes，150 mM NaCl。
- 浓度：一般而言，可溶性蛋白浓度应在 1 mg/ml 左右，膜蛋白应保证浓度在 5 mg/ml 左右。
- 体积：3-20 ul。
- 均一性：分子筛行为表现为单一的峰，均一性大于 90%。

◎ 应用

用于生物大分子复合体高分辨率三维结构研究和细胞（细胞器）超微结构三维高分辨率成像。

- 单颗粒分析。
- 冷冻电子断层成像。
- 结构生物学研究。
- 药物研发。
- 疾病研究。

1-2 300kV 冷冻电镜 #2 (Krios G4)

CRYO-ELECTRON
MICROSCOPY

仪器型号	Krios G4	联系人	齐磊
生产厂家	Thermo Fisher	联系电话	0531-88381106
安装地点	山东大学趵突泉校区小礼堂 103 室	电子邮箱	cryoem@sdu.edu.cn

◎ 仪器配置性能

- 电子源：X-FEG（极高亮度热场发射枪）。
- 加速电压：80–300 kV。
- 冷冻样品自动上样器：自动且无污染的盒式上样（最多 12 个载网）。
- 温度管理软件：包括液氮自动填充和冷却调度。
- 透镜：自动聚光镜、物镜和 SA 光阑系统，自动、连续和平行样品照明的三聚光透镜系统，宽间隙极靴 (11 mm) 的对称恒度 C-TWIN 物镜。
- 载物台：±70 度 α 倾斜度的电脑化 4 轴样品台，用于优化稳定性和漂移性能的带单轴支架冷冻式载台。
- 成像：可改变放大倍数的无旋转成像。
- 先进的性能监控：光学显微镜状态自我评估与自动校准相结合，确保实验在理想条件下进行。
- AFIS（无像差图像位移）：在载网孔之间移动时不会产生彗差，从而通过缩短松弛时间提高图像产出。
- FFI（无边缘效应成像）：通过对每个载网孔进行多次图像采集从而提高图像产出。
- EPU 2 软件：自动样品筛选和数据采集，EPU Multigrid 功能。
- Tomography 5 软件：冷冻电子断层数据采集。
- 探测器：Gatan K3 直接电子探测器，Falcon 4i 直接电子探测器。
- 能量过滤器：Gatan BioContinuum 能量过滤器。



◎ 样品要求

- 对象：蛋白质等生物大分子、细胞或病毒（生物安全等级 BSL-1 以下）等。
- 分子量：一般需要样品的分子量在 100 kD 以上。
- 缓冲液：缓冲液中不能含有多糖，DMSO，甘油等有机物质。一般而言，缓冲液为 20 mM Hepes，150 mM NaCl。
- 浓度：一般而言，可溶性蛋白浓度应在 1 mg/ml 左右，膜蛋白应保证浓度在 5 mg/ml 左右。
- 体积：3-20 ul。
- 均一性：分子筛行为表现为单一的峰，均一性大于 90%。

◎ 应用

用于生物大分子复合体高分辨率三维结构研究和细胞（细胞器）超微结构三维高分辨率成像。

- 单颗粒分析。
- 冷冻电子断层成像。
- 结构生物学研究。
- 药物研发。
- 疾病研究。



1-3 100kV 冷冻电镜 (Tundra)

CRYO-ELECTRON
MICROSCOPY

仪器型号	Tundra	联系人	谷梦君
生产厂家	Thermo Fisher	联系电话	0531-88381105
安装地点	山东大学趵突泉校区小礼堂 111 室	电子邮箱	cryoem@sdu.edu.cn

◎ 仪器配置性能

- 电子源：X-FEG（极高亮度场发射枪）。
- 加速电压：100 kV。
- 半自动样品装备工作台：无污染样品交换的冷冻制样站，用于将单个样品转移到显微镜的样品转移装置，带有固定的冷冻箱。
- 镜头：高分辨率物镜优化单颗粒分析。
- 镜台：计算机化标本冷冻台。
- 成像：Ceta-F CMOS 相机，低电子剂量 movie 成像。
- EPU 2 软件：自动样品筛选和数据采集，EPU Multigrid 功能。

◎ 样品要求

- 对象：蛋白质等生物大分子、细胞或病毒（生物安全等级 BSL-1 以下）等。
- 分子量：一般需要样品的分子量在 100 kD 以上。
- 缓冲液：缓冲液中不能含有多糖，DMSO，甘油等有机物质。一般而言，缓冲液为 20 mM Hepes，150 mM NaCl。



- 浓度：一般而言，可溶性蛋白浓度应在 1mg/ml 左右，膜蛋白应保证浓度在 5mg/ml 左右。
- 体积：3-20 μ l。
- 均一性：分子筛行为表现为单一的峰，均一性大于 90%。

◎应用

用于（常温 / 低温）细胞生物学超微结构研究和生物大分子样品检测，冷冻样品数据初步收集。

- 单颗粒分析。
- 冷冻电子断层成像。
- 结构生物学研究。
- 药物研发。
- 疾病研究。



1-4 聚焦离子束冷冻电镜 (Aquilos 2)

FOCUSED ION BEAM
CRYOELECTRON MICROSCOPY



仪器型号	Aquilos 2
生产厂家	Thermo Fisher
安装地点	山东大学趵突泉校区小礼堂 110 室
联 系 人	谷梦君
联系电话	0531-88381105
电子邮箱	cryoem@sdu.edu.cn

◎ 仪器配置性能

电子光学系统

- 加速电压范围：200 V-30 kV。
- 电子束电流范围：1.5 pA 至 400 nA。
- 分辨率（使用冷冻载物台）：在 30 kV 时为 1.6 nm，2 kV（室温下）时为 2.6 nm，2kV（在冷冻温度下）时为 6.0 nm。

离子光学系统

- 离子源寿命：1300 小时。
- 电压：500 V 至 30 kV。
- 电子束电流：1.5 pA-65 nA，分 15 档。
- 分辨率（使用冷冻载物台）：30 kV 时 7.0 nm。

冷冻载物台

- 在低温下的旋转角度（共心工作距离）： -15° 至 $+55^{\circ}$ 。
- XY 范围：110 mm。
- Z 范围：65 mm。
- 旋转： 360° 。
- 冷却时间： <20 分钟。

真空系统

- 室温下的腔室真空度： $<4\text{e-}4\text{Pa}$ 。
- 冷冻条件下的腔室真空度： $<8\text{e-}5\text{Pa}$ 。

◎样品要求

用生物样品，如细胞、细菌等。

◎应用

主要用于细胞、晶体和组织样品冷冻电子断层三维重构样品的制备工作。

- 电子扫描成像。
- 冷冻样品减薄。
- 结构生物学研究。
- 药物研发。
- 疾病研究。

2-1 辉光放电仪 #1 (Easiglow)

GLOW
DISCHARGE INSTRUMENT //

仪器型号	Easiglow 91000
生产厂家	Pelco
安装地点	山东大学趵突泉校区小礼堂 104 室
联系人	谷梦君
联系电话	0531-88381105
电子邮箱	cryoem@sdu.edu.cn



◎ 仪器配置性能

- 辉光电流：0-30 mA。
- 高压功率：30W。
- 样品台：直径 75mm，25 x 75mm 载玻片槽。
- 样品台高度：1-25 mm。
- 工作时间：0-900 sec。
- 样品室尺寸：直径 120 x 100mm H。
- 真空控制：潘宁规，范围从大气到 0.01 mbar。
- 工作真空度：1.1-0.20 mbar。
- 参数设置：3" 触摸屏设置。
- 操作模式：自动 / 手动可选。
- 外观尺寸：305 L x 292 D x 230mm H。
- 重量：6.26 kg。

◎ 样品要求

电镜载网。

◎ 应用

用于透射电镜 (TEM) 样品载网和支持膜的亲水化处理。

2-2 辉光放电仪 #2 (Coolglow)

GLOW
DISCHARGE INSTRUMENT



仪器型号	Coolglow
生产厂家	Supro
安装地点	山东大学趵突泉校区小礼堂 104 室
联系人	谷梦君
联系电话	0531-88381105
电子邮箱	cryoem@sdu.edu.cn

◎ 仪器配置性能

- 泵组：美国 Welch 油泵或日本大版 Osaka 干泵或安捷伦干泵。
- 抽速：>2 m³/h。
- 极限真空：<2Pa。
- 抽真空时间：<1 Min。
- 真空规：德国 Leybold 皮拉尼真空计。
- 样品腔室尺寸：~ Ø 150*90mm 耐划伤石英玻璃。
- 射频源：靶源尺寸 Ø 80mm。
- 射频功率：可调功率工作范围：10-50W，13.56MHz。
- 工作压力：10-100 Pa。

- 气体控制：恒定压强闭环控制。
- 操作方式：触摸屏控制。
- 重量：< 30 kg。
- 外观尺寸：440 L x 310 D x 380mm H。

◎ 样品要求

电镜载网。

◎ 应用

用于透射电镜（TEM）样品载网和支持膜的亲水化处理。

2-3 等离子清洗仪 (Solarus 955)

PLASMA
CLEANING INSTRUMENT



仪器型号	Solarus 955
生产厂家	Gatan
安装地点	山东大学趵突泉校区小礼堂 104 室
联 系 人	谷梦君
联系电话	0531-88381105
电子邮箱	cryoem@sdu.edu.cn

◎ 仪器配置性能

- 射频源：50 瓦的射频电源，具有功率自动匹配功能。
- 真空系统：70 升 / 秒的分子泵搭配两级隔膜泵。
- 气压：5E-6 Torr 基本压力，400mTorr 工作压力。
- 舱室：两个前置接口能装载 TEM 适配器，用于装载侧插 TEM 样品杆和 SEM 样品杆；顶部入口用于放入 SEM 样品台，显微镜镜筒部件或者各种真空件；舱室尺寸为 3.5” 直径 x 2.0” 深度；前置观察窗能观察工作时的等离子体发光；内置的电磁阀将舱室与真空泵之间隔离开，抽真空时间不到 1 分钟，放气时间小于 5 秒。
- 气体控制：采用精确的质量流量计来测量及控制气体流量。
- 气体种类：采用三路独立气体（H₂，O₂ 和 Ar）。
- 清洗方案：支持 H₂/O₂ 配比方案，同时支持用户自定义参数。
- 用户界面：采用交互式触摸屏，提供包含有中文、英文等多种语言界面。
- 电源：通用电压 / 频率 100VAC – 240VAC/50-60Hz/1000W。

◎ 样品要求

电镜样品。

◎ 应用

用于透射电镜（TEM）样品载网、支持膜或样品杆的清洗及表面处理，可有效去除碳氢化合物污染。



生物医学结构表征中心 | 冷冻电镜平台
Biomedical Research Center for Structural Analysis

山东大学大型仪器公共技术平台
Core Facility Sharing Platform, Shandong University



2-4 磁控溅射镀膜仪 (208 carbon)

MAGNETRON
SPUTTERING COATING INSTRUMENT //



仪器型号	208 carbon	联 系 人	何东方
生产厂家	Cressington	联系电话	0531-88381105
安装地点	山东大学趵突泉校区小礼堂 104 室	电子邮箱	cryoem@sdu.edu.cn

◎仪器配置性能

- 样品仓尺寸：150mm 直径，可调高度：165-250mm, 高强度硼硅酸盐钢化玻璃结构。
- 蒸镀材料：Bradley 型原装高纯碳楼，无需削减或调整。
- 蒸镀优点：基于微处理器反馈控制，远程电流 / 电压感应；提供真空安全联锁装置最大 180A，配有过流保护。
- 控制方式：自动蒸镀控制，使用可编程电压控制和计时，可选择手动操作或自动控制数字计时，数字电压设定 (0.1to 5.5V)。
- 真空系统：德国原装无油涡轮分子泵真空，极限真空优于 10mbar, 附带减震台的桌面式真空泵设计，全金属耦合系统。
- 控制方式：自动喷镀，自动卸真空自动进气功能，使用可编程电压控制和计时数字计时以及暂停设计，全自动真空监测系统。

- 其他功能：配套 Auxiliary Power Unit 可进行 TEM 栅网，光阑部件和样品清洁。

◎ 样品要求

表面已进行物理或化学手段处理，尺寸符合仪器要求。

◎ 应用

为电镜和微探针分析提供高质量的镀膜技术。

2-5 快速冷冻仪 (Vitrobot Mark IV, 3 台)

QUICK
FREEZER

仪器型号	Vitrobot Mark IV	联 系 人	何东方
生产厂家	Thermo Fisher	联系电话	0531-88381105
安装地点	山东大学趵突泉校区小礼堂 104 室	电子邮箱	cryoem@sdu.edu.cn



◎ 仪器配置性能

- 工作温度：4–60℃（在 18–25℃的环境温度范围）。
- 珀尔帖控制式加热 / 冷却。
- 维持相对湿度在 100%。
- 超声控制式加湿。
- Linux 操作系统。
- 触摸屏和脚踏控制。

◎ 样品要求

大分子复合体、膜蛋白复合体、病毒（生物安全等级 BSL-1 以下）等液体样品。

◎ 应用

冷冻样品快速制备。

3-1

小型单颗粒计算集群

SMALL SINGLE
PARTICLE COMPUTING CLUSTER //



仪器型号	TR40-X2
生产厂家	AMAX
安装地点	山东大学趵突泉校区小礼堂 107 室
联系人	齐磊
联系电话	0531-88381106
电子邮箱	cryoem@sdu.edu.cn

◎ 仪器配置性能

管理节点 1 台

- CPU : 2 颗 Intel Xeon 处理器。
- 内存 : 64GB 2666 MHZ DDR4 ECC。
- 网络 : 2*10GbE/EDR 万兆以太网。

数据传输工作站 1 台

- 型号 : TS11-X2。
- CPU : 1 颗 Intel i7 9700 处理器。
- 内存 : 64GB 2666 MHZ DDR4 ECC。
- 网络 : 2*10G 万兆以太网。

GPU 节点 6 台

- 型号 : AMAX TR40-X2。
- CPU : 2* 英特尔 Gold 5220R CPU。
- 内存 : 8*32G DDR4 ECC。
- 显卡 : 4* Nvidia RTX 3090 24GB 显存。
- 数据交互网络 : 100G 网络。

并行存储节点 3 台

- 型号 : AMAX C4036-X2。
- CPU : 2 颗 Intel Silver 4210R。
- 内存 : 128G 2933 MHZ DDR4 ECC。
- 空间 : 1P 裸容量。
- 网络 : 100G 网卡。

软件系统

- Slurm 任务调度系统。
- Module 软件加载管理。

◎ 应用

- 电镜端与集群端之间的数据传输。
- 电镜端数据通过数据传输工作站下载。
- 冷冻电镜数据短时存储。
- 冷冻电镜数据处理，三维结构解析。



山东大学
SHANDONG UNIVERSITY

生物医学结构表征中心 | 冷冻电镜平台

Biomedical Research Center for Structural Analysis

