opentrons FLEX™

蛋白质组学质谱前处理自动化移液工作站

全自动　高通量　智能化

让蛋白质组学科研更快一步

www.opentrons.com.cn
合创生物工程(深圳)有限公司

蛋白质组学是研究细胞、组织或生物体中所有蛋白质的结构、功能和相互作用的科学。通过高通量技术，蛋白质组学能够全面地分析蛋白质的表达谱、翻译后修饰及其在生物过程中的作用，为揭示疾病机制、发现生物标志物以及药物研发提供了重要的科学依据。在精准医学和个性化治疗的背景下，蛋白质组学正成为生物医学研究的重要工具。随着质谱技术的飞速发展，蛋白质组学的研究边界不断拓展，为药物开发、临床医学、转化医学等领域带来了前所未有的机遇。

疾病研究

药物开发

临床诊断

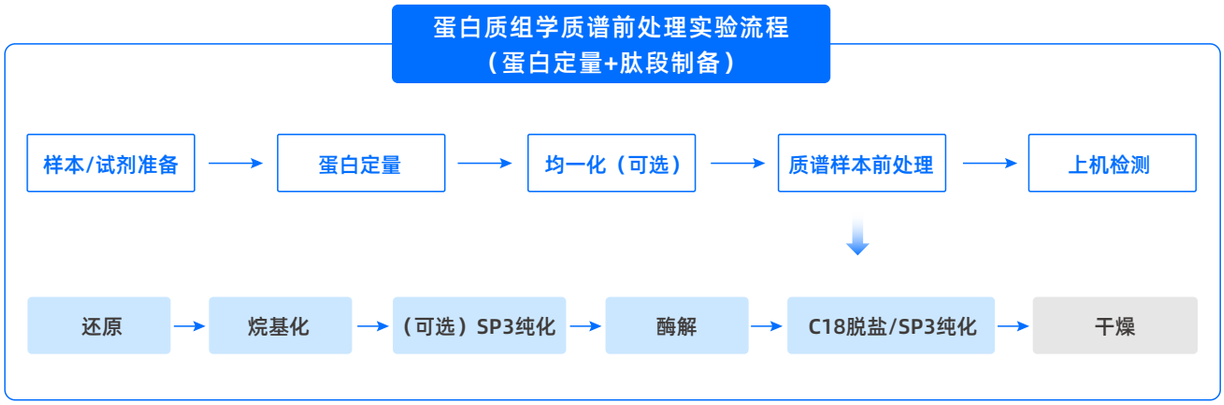
药物筛选

药效评估

疾病标志物识别

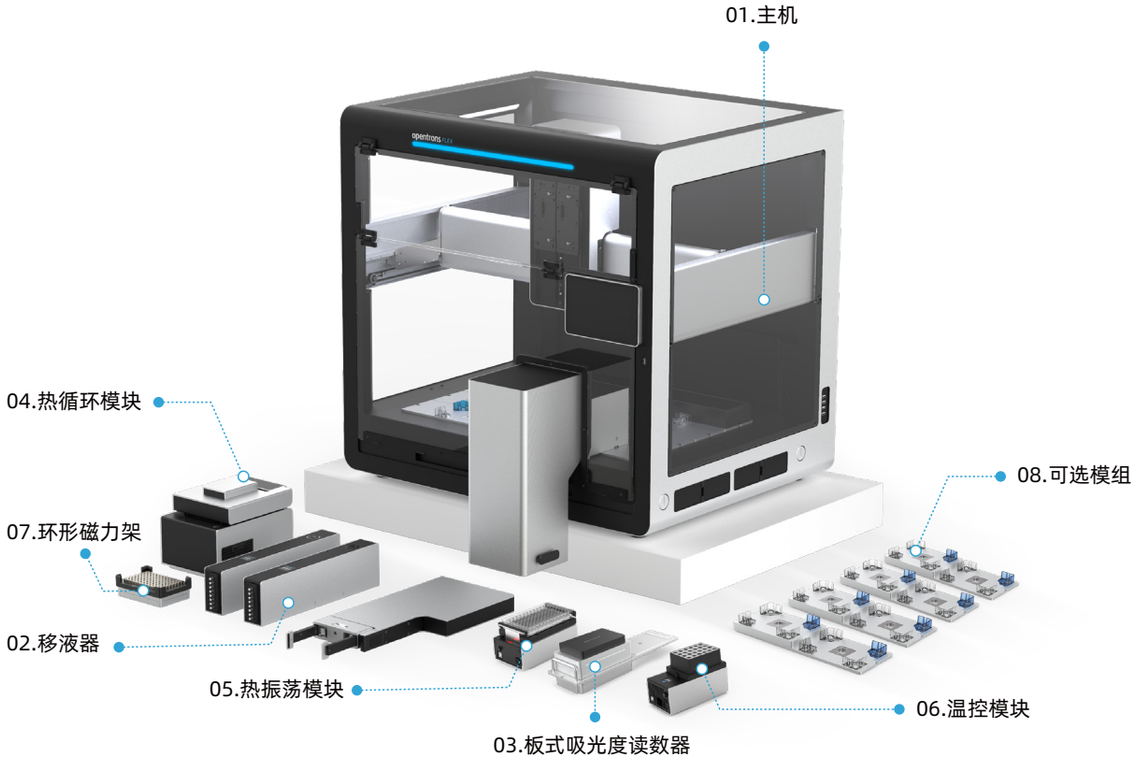
蛋白质组学实验涵盖设计、样品前处理、质谱分析、数据库检索及生物信息学分析等步骤。其中，质谱样品前处理是确保数据重现性和一致性的关键，对于稳定的下游分析至关重要。该过程涉及多个步骤，这些步骤通常依赖人工操作，既消耗大量时间，又可能因人为误差导致分析精度下降，尤其在高通量分析中，人员之间和实验室间的准确性与重现性差异较大。因此，如何提高样品前处理的自动化程度，减少人为操作对数据质量的影响，是提高分析效率和可靠性的关键。

蛋白质组学质谱前处理实验流程



蛋白质组学质谱前处理自动化移液工作站

Opentrons Flex 蛋白质组学质谱前处理自动化移液工作站将高效移液工作站与板式吸光度读数器完美结合，通过磁珠技术，实现了蛋白质纯化与样品处理的全面自动化，减少了手动操作，提高了整体效率。该平台特别适用于高通量、高效率的蛋白质组学研究，优化了实验流程，为科研人员提供可靠的数据输出，推动研究进展。



全自动化流程

覆盖从蛋白定量到上机前定量全流程，自动化程度高，有效降低系统误差，提高实验效率。

多种脱盐方式可选

适用于SP3实验流程，兼容正压、离心机等模组，多种脱盐方式选择，确保流程连贯性和一致性，无需手动干预。

流程开放

开源代码，客户可根据实验需求自定义反应条件，流程灵活可定制。

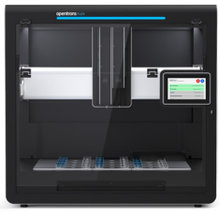
开放试剂和耗材

兼容各种方法，不锁定试剂和耗材。

满足不同通量需求

工作站支持1-4个堆栈的灵活自由搭配，从而满足不同样本通量需求。

产品组成



01. 主机

- 工作站采用12+4板位设计，实现通量可拓展性
- 占地面积小，节省空间，可放置在标准实验台，无需更改实验室布局
- 运动系统x-y-z三轴精准控制，精度达到0.1毫米，保证程序稳定运行
- 自动校准功能进一步简化操作，快速方便，节省维护成本，减少人工误差
- 配备转板抓手，可以在板位间灵活移动实验耗材

02 . 移液器

- 1通道+8通道+96通道移液器可选，覆盖1-1000微升的量程，适配绝大部分生物实验。
- 使用行业金标准Artel试剂进行校验，每把移液器具有独立出厂报告
- 提供年度免费校验服务
- 支持自动定位，0.1mm精准定位
- 支持液面探测
- 支持偏移取枪头
- 可适配不同量程吸头

03 . 板式吸光度读数器

- 全自动化流程，高效蛋白定量
- 400-1000nm波长覆盖，满足多种应用
- 支持定制波长
- 模块化安装

04 . 热循环模块

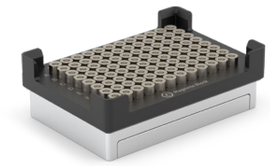
- 上盖37~110℃，底座4~99℃，覆盖大部分PCR使用温度要求
- 提供一次性上盖或硅胶垫片，防止交叉污染

05. 热振荡模块

- 可加热至95°C，并可在 200 ~ 3000 rpm 的转速范围内振荡
- 可与大多数市面通用耗材兼容

06 . 温控模块

- 可保持4 ~ 95°C的恒定温度
- 可与大多数市面通用耗材兼容



07 . 环形磁力架

- 采用N52环形磁铁，磁力强，提高回收率。
- 无电设计，配合转板抓手使用

08 . 可选模组

拓展板位：

- 最多可增加四个额外板位，提升操作空间
- 配合转板抓手使用

HEPA/UV模块：

- 同时兼顾紫外杀菌消毒和空气过滤，防污染

自动化堆栈模块：

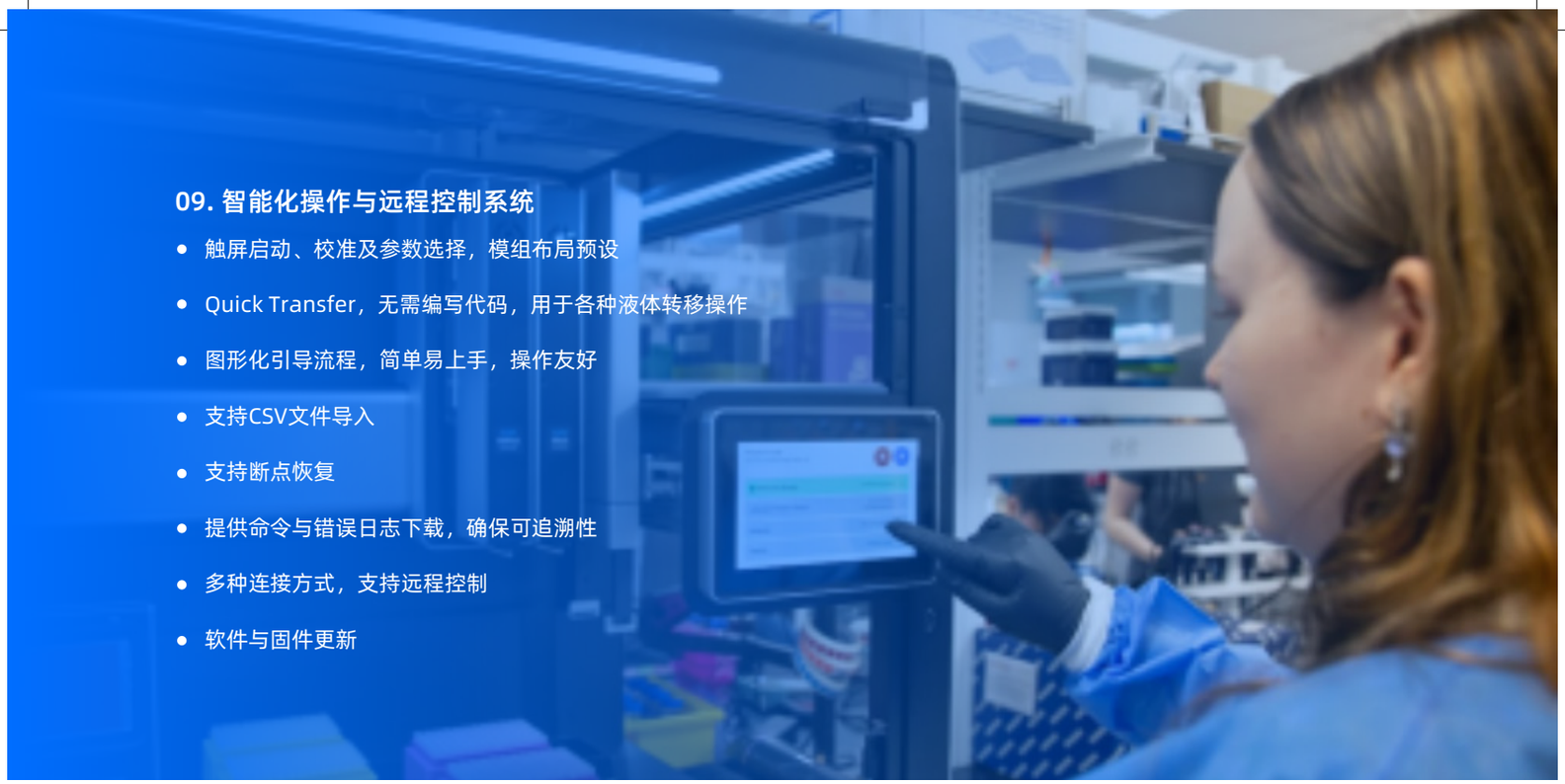
- 每个堆栈可增加5个板位（5个枪头盒）
- 1-4个堆栈灵活可选

正压模块/离心机：

- 多种脱盐方式选择，提升实验效率

封膜机：

- 适合长时间、升温孵育，减少蒸发，实现全自动流程



09. 智能化操作与远程控制系统

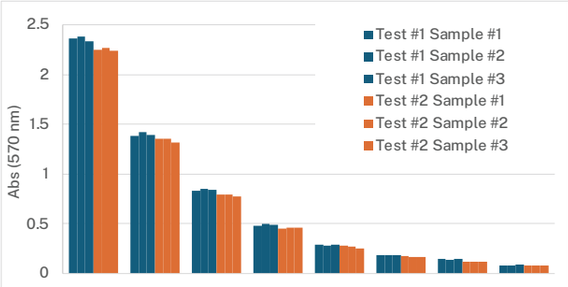
- 触屏启动、校准及参数选择，模组布局预设
- Quick Transfer，无需编写代码，用于各种液体转移操作
- 图形化引导流程，简单易上手，操作友好
- 支持CSV文件导入
- 支持断点恢复
- 提供命令与错误日志下载，确保可追溯性
- 多种连接方式，支持远程控制
- 软件与固件更新

推荐配置

Robot & Pipettes 设备及移液器	Opentrons Flex 自动化移液工作站
	Flex Gripper 转板抓手
	单通道移液器（1-50 μL）+8通道移液器（5-1000 μL）/8通道移液器（1-50 μL）+8通道移液器（5-1000 μL）/96通道移液器（1-200 μL）
Modules模块配置	温控模块
	热振荡模块
	环形磁力架（可选）
	热循环模块（可选）
	正压模块/离心机（可选）
	板式吸光度读数器（可选）
	自动化堆栈模块（可选）
	HEPA/UV 模块（可选）
可选附加组件	外置垃圾槽
	拓展板位（1-4）

应用案例

案例1：使用Flex BCA法进行蛋白/肽段定量的体系构建

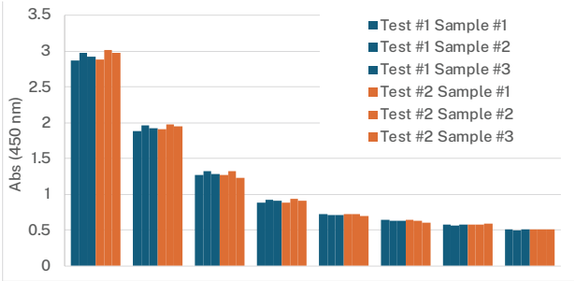


μg/mL	2000	1000	500	250	125	62.5	31.25	blank
Test #1	1%	1%	1%	1%	1%	1%	2%	3%
Test #2	1%	1%	1%	0%	5%	3%	1%	1%

图1. BCA法蛋白质检测

μg/mL	2000	1000	500	250	125	62.5	31.25	blank
Test #1	1%	1%	2%	1%	3%	4%	4%	3%
Test #2	1%	1%	1%	2%	2%	2%	4%	2%

图2. Braford法蛋白质检测



μg/mL	1000	500	250	125	62.5	31.25	15.625	blank
Test #1	2%	2%	2%	2%	1%	1%	1%	1%
Test #2	2%	2%	4%	3%	2%	3%	1%	1%

图3. BCA法肽定量检测

图 1：在 Opentrons Flex 上对 BCA 法（图1）和 Bradford 法 （图2）蛋白质检测分别处理了各三组 8 个测试样品（7 个 BSA 稀释液和 1 个空白对照），并分别在 570 nm 和 600 nm 波长 下进行吸光值重复读数。对于 BCA 法肽段定量检测（图3），处理了三组 7 个肽段稀释液和 1 个空白对照，并在 450 nm 波长下进行吸光值重复读数。实验通过编程实现了自动化样品转移、混匀、孵育与结果分析，显著提高了处理效率和通量。自动化流程保证了样品处理质量，重复性高，CV < 10%。该流程可在 1 小时内处理 96 个样品，减少了手动操作，降低了人为误差。整体自动化设计确保了实验结果的可靠性，并精简了操作步骤。

案例2：使用 Plate Reader 进行蛋白质定量和归一化处理

图 1：蛋白质自动定量和归一化工作流程

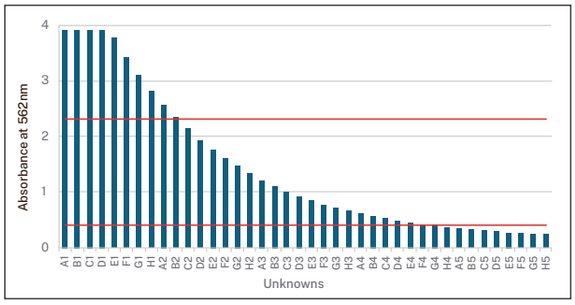


图 2：使用 Plate Reader 测量从BSA中提取的蛋白质样品的 BCA 吸光度。红线表示标准曲线的上下限。超出这些范围的样品浓度无法评估。

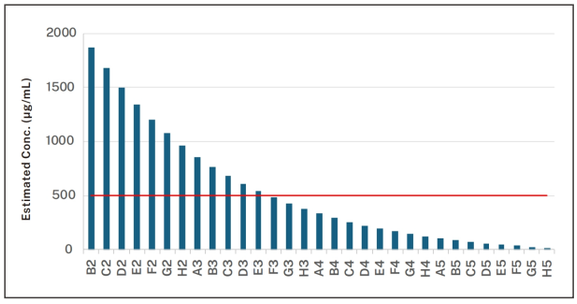


图 3：利用 Plate Reader 的吸光度测量值计算蛋白质的浓度。使用标准曲线将吸光度与浓度值相关联。红线表示目标浓度。浓度低于目标浓度的样品不进行归一化处理。

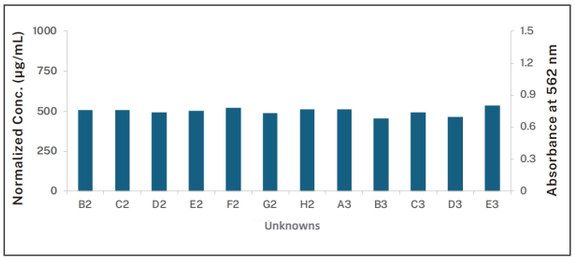
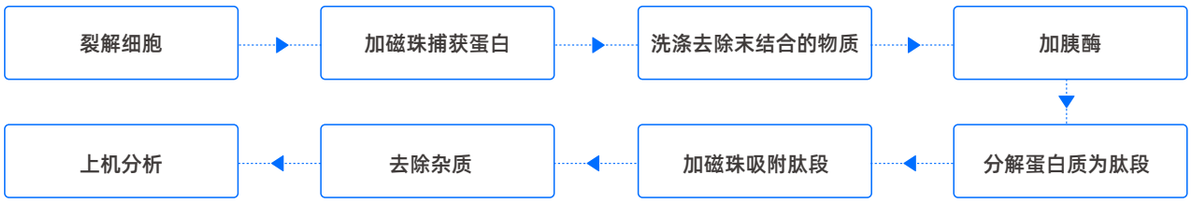


图 4：样品归一化后使用 Plate Reader 测量的蛋白质吸光度和浓度值。

本实验通过系列稀释法制作了40份不同浓度的人工牛血清白蛋白 (BSA) 样品。在 Opentrons Flex 的全自动工作流程中对这些样品的蛋白质浓度进行了定量和归一化处理。首先测量了样本和标准品的吸光度。基于所获取的标准曲线，成功地推算出了各个样本的蛋白质浓度。紧接着，对这些样本进行了归一化处理，并通过读数器模块的第二次测量对归一化效果进行了验证与确认。通过本案例，充分展示了Opentrons Flex 板式吸光度读数器模块在蛋白质定量与归一化方面的卓越性能与高度自动化优势。

案例3：在Flex上使用SP3磁珠进行肽段纯化



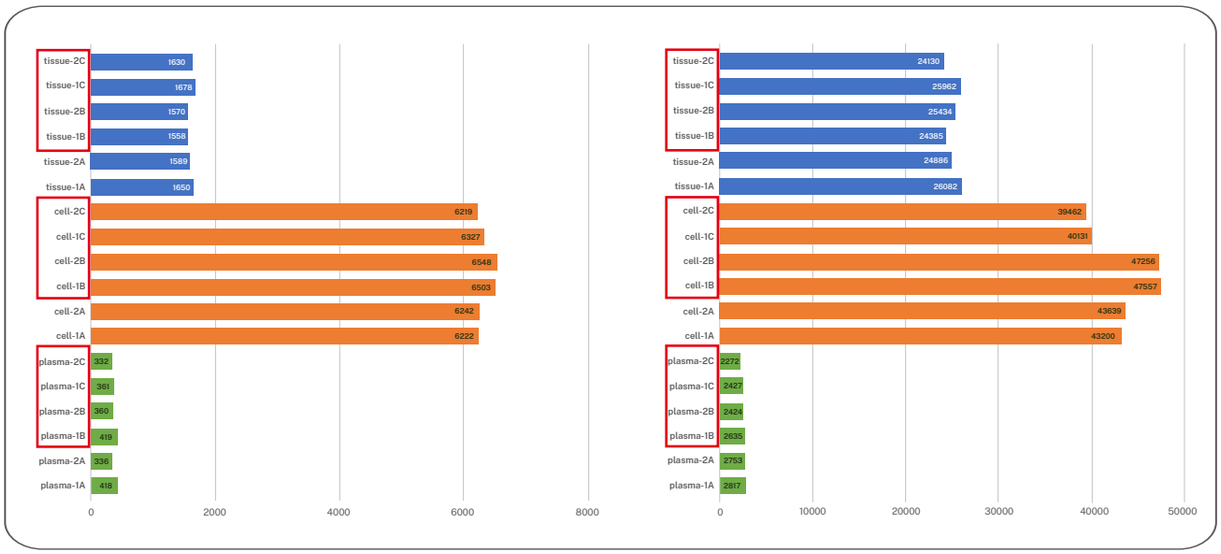


图1.三种类型的样品在质谱中检测到的蛋白质（左）和前体离子（右）的数量对比

在本实验应用中,首先将T/C溶液加入样品中，进行充分孵育，接着添加磁珠并与等体积无水乙醇混合。在经过Trypsin过夜孵育和系列清洗后，所得产物上机检测。分别对Flex和手动方法处理的样本进行蛋白质和多肽定量检测。实验结果表明，手动操作与Flex两轮制备的产物（红框标识为Flex产出结果）在LC-MS/MS分析种检测到的蛋白质和肽段数量相近，自动化实验结果符合预期。

案例4：利用Flex对抗体表达纯化后的蛋白进行定量及酶切

通过 Flex 平台上的自动化蛋白定量流程对最终产物中纯化后的 进行 BCA 蛋白检测 (图 1) 。

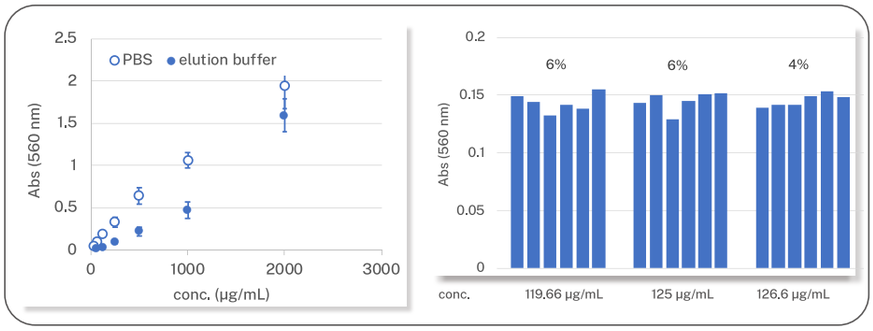
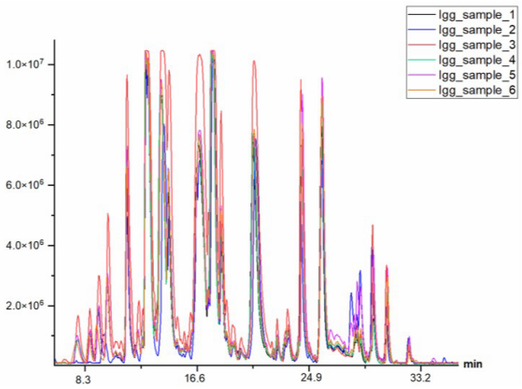


图1：使用PBS或者其他用于蛋白纯化后洗脱的缓冲液，对BSA（起始浓度：200μg/mL）进行2倍梯度稀释，各个梯度取25 μL进行BCA测定。用读板机测定吸光度后绘制标准曲线。基于n=4获得的均值和标准偏差（左图）。通过蛋白纯化流程收集的洗脱产物进行了BCA蛋白测定，并估算蛋白浓度。基于n=6获得的均值和变异系数（右图）。

- 通过蛋白消化和纯化流程处理的样品显示良好的基峰离子色谱图 (图 2)
- 所有肽样品中均检测到兔 IgG



10 most abundant proteins in the samples

- 47 kDa protein, Bos taurus.
- TREMBL:Q05B55, Similar to Ig kappa chain C region, Bos taurus.
- TREMBL:Q1RMN8, Similar to Immunoglobulin lambda-like polypeptide 1, Bos taurus.
- Trypsin, Sus scrofa.
- Albumin, Bos taurus.
- 12 kDa protein, Bos taurus.
- Ig gamma chain C region, Oryctolagus cuniculus.
- Ig kappa-b4 chain C region, Oryctolagus cuniculus.
- Immunoglobulin G-binding protein G, Streptococcus sp.
- Immunoglobulin lambda-1 light chain, Homo sapiens.

	Number of Proteins Detected					
	Sample #1	Sample #2	Sample #3	Sample #4	Sample #5	Sample #6
	33	37	41	34	34	39
Oryctolagus cuniculus IgG subunit	Score					
Ig gamma chain C region	403	529	554	507	360	442
Ig gamma chain C region	65	413	497	356	181	262

图 2：已纯化的 6 个兔 IgG 样品在纽约市立大学高级科学研究中心（纽约，NY）通过 Bruker's maXis-II ETD ESI-QqTOF/Dionex Ultimate-3000 液相色谱系统进行分析。（上图）基峰强度色谱图（离子电流 vs. 保留时间）和（下图）检测到的蛋白质。

在本实验应用中,Opentrons成功利用自动化移液工作站的一系列自动化方案,简化了重组单克隆抗体（mAb）的生产工作流程中的关键步骤,包括蛋白质表达、纯化和定量以及蛋白质组学的样品制备。证明了实验流程自动化的可行性和优势,不仅显著减少了手动操作时间,还展示了其在高通量样品制备方面的潜力。

扫码查看原文解读

解放科研双手
聚焦未来生命科学

——Opentrons Flex 系列工作站

在Opentrons,我们深知生命科学家面临的挑战与需求。作为一家国际知名的生命科学集团。Opentrons生物机器人事业部一直致力于研发革命性的生物实验室自动化设备,旨在通过移液自动化技术,为科研人员解放双手,让他们能够更专注于推动科学的边界。

引领行业的 Opentrons Flex 系列工作站,是我们对这一承诺的最新回应。它不仅具备灵活的液体处理能力和96通道的批量样本处理能力,还配备了PCR及热震荡等功能部件,种类丰富且高度模块化,确保了操作的易用性、结果的可重复性和设备的稳定性。

无论是转板分液、样本制备、基因组学研究,还是蛋白组学、微生物学、检验医学,以及合成生物学与分子育种等领域,Opentrons Flex系列工作站都能提供一站式的高效、精准的液体处理解决方案。我们的产品线涵盖了NGS全自动工作站、蛋白质纯化工作站、多款合成生物学及质粒提取应用工作站,以及试剂分装工作站和核酸提取与PCR工作站等,满足不同生物实验应用的需求。选择Opentrons,就是选择让科研更高效、更准确、更创新。让我们一起探索生命科学的无限可能,共同开启科研自动化的新篇章。

合创生物工程（深圳）有限公司

www.opentrons.com.cn　18098952246

Marketing.china@opentrons.com