

GE (又称:思拓凡Cytiva)



ÄKTAavant

全智全能的生物分子

液相色谱



# ÄKTA™ avant

**ÄKTA avant 是用于方法探索和纯化工艺优化的全智全能的液相色谱系统**（图 1），现有两个型号。ÄKTA avant 两款系统具有不同的流速 / 压力参数，但具有相同的硬件装置。

ÄKTA avant 25 系统单泵单泵最大设计流速为 25 ml/min，用于填料筛选，方法优化和微克级以至百毫克级样品分析和制备。ÄKTA avant 150 系统单泵最大设计流速为 150 ml/min，可用于填料筛选方法优化和工艺放大，以及微克至数十克级别生物活性物质的分析和制备。

UNICORN™ 控制软件被用于控制自动化系统 ÄKTA avant，以提高纯化效率。

ÄKTA avant 为快速、高质量的蛋白质分离并同时维持灵活性和工艺可靠性提供一种完整的解决方案。

## 关键性能和优点：

- 整合在 UNICORN 软件中的实验设计（DoE）工具，可通过在更少的系统性设计的实验，捕捉更准确的信息，从而节约时间和成本；
- 可以识别每根色谱柱及其运行历史数据，提供可追溯性，保障凝胶操作的可靠性；
- 集成半导体制冷的组分收集器，可以保护纯化的样品活性；
- BufferPro 自动在线缓冲液配制功能减少了用于缓冲液混合和手动滴定所需要的时间，提高您的工作效率和产出；
- UNICORN 软件采用可视化程序编辑界面用于直观和灵活的方法编辑，并能够在不同纯化规模的 ÄKTA avant 上进行方法转换，直观而轻松完成制备规模的线性放大。



图 1. ÄKTA avant 是一种设计用于方法探索、纯化优化和制备放大的色谱系统。

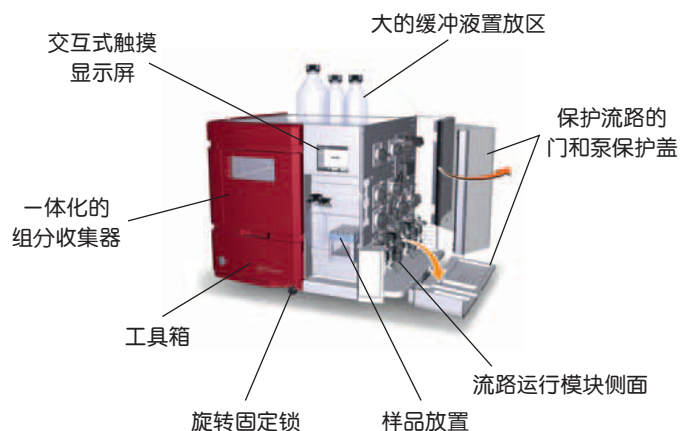
## 系统组件

ÄKTA avant 系统由主机和 UNICORN 软件控制软件组成。使用可旋转的底座设计使用户可以方便的进行设备各部分的操作（图 2A）。ÄKTA avant 采用模块化设计，它所有的阀门、检测器和色谱柱都安装在系统的流路一侧。设备的流路侧可以很容易进行控制和操作，且有一个门和泵保护盖保证了操作的可靠性（图 2A 和 2B）。主机顶部的缓冲液托盘为容器和瓶子提供大型的置放区域。在设备的左侧，ÄKTA avant 所具有的嵌入式、半导体制冷的组分收集器为样品提供收集期间的安全储存。

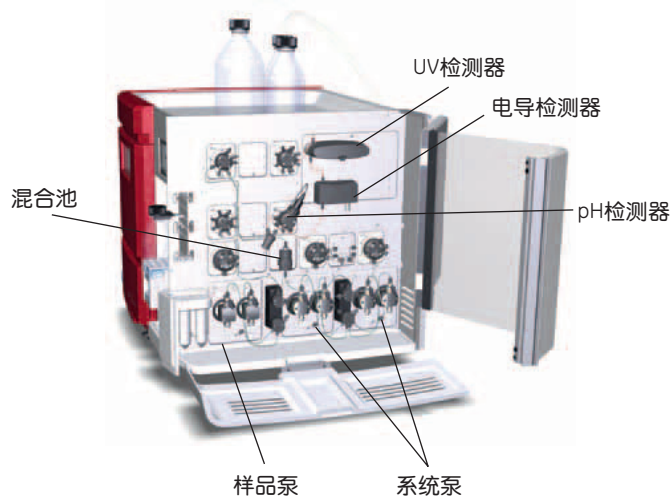
正面面板上的交互式仪器触摸显示屏告诉用户当前的运行状态，且可以通过这个显示屏快速地暂停或继续程序运行。为确保运行的稳定性，在启动时系统会进行运行前的自我诊断检测。

流路的设计可以有效避免峰图展宽以保证高分辨率，所有接触液体的流路材料为生物兼容，并且耐受各种常用的色谱溶液。下列章节将更详细地介绍 ÄKTA avant 系统组件。

A)



B)



C)

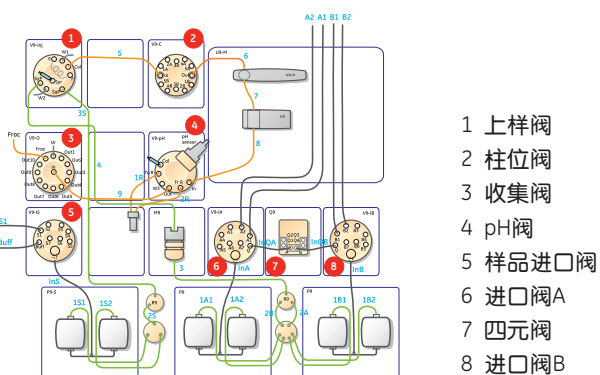


图 2. (A) ÄKTA avant 图示；(B) 流路侧图解；(C) 流路示意图。

## 泵

所有 ÄKTA avant 的系统泵和样品泵都是基于市场上广为人知的 ÄKTAexplorer™ 技术的升级。它们坚固的结构不管在低反压或高反压下均可提供可重现的稳定流速，允许快速分离和使用现代化可放大的高流速色谱填料。图 2B 显示 ÄKTA avant 流路侧示意图和泵的位置。系统泵和样品泵上各连接有一个压力传感器连接以监测在线压力。

- **系统泵**：提供连续和精确的流速，以提供可重现的等度和梯度洗脱。每个泵由两个泵头组成，它向混合池提供同步、低脉冲的流速。对于 ÄKTA avant 25，最大操作压力为 20 MPa，单泵最大工作流速为 25 ml/min。对于 ÄKTA avant 150，最大操作压力为 5 MPa，单泵最大工作流速 150 ml/min。对于色谱柱装填，ÄKTA avant 25 和 ÄKTA avant 150 可以使用的流速分别达到 50 ml/min 和 300 ml/min。

- **样品泵**：专用的用于进行自动化上样的泵。样品泵由两个泵头组成，是基于与系统泵相同的设计原理。基于其设计原理，这种结构的泵可以很容易进行自动清洗和自动排掉气泡。空气传感器通过感应空气控制空气不被导入色谱柱而保护色谱柱。样品泵可以直接把样品上样到色谱柱或间接通过样品环或超级上样杯上样。

## 阀门

整个系统通过一系列可监测的、多孔阀门控制液体的流向（见图 2C）。不同类型的阀门如下所述：

- **上样阀**：能够使样品自动进样到色谱柱上，在不同上样模式之间切换无需重新安装上样环。它提供一系列不同的上样方式，包括：用注射器手动或用样品泵将样品泵入到样品环中、用注射器手动或用样品泵将样品泵入超级上样杯内，或用样品泵直接将样品泵入色谱柱上。

- **样品进口阀**：可在不同样品间自动切换。这种阀门整合了空气感应器，确保安全和完全的样品上样。阀门具有 7 个样品进口加一个专用的缓冲液进口，用于在导入样品前用缓冲液润洗样品泵和流路以及在两次运行之间冲洗阀门和泵。

- **柱位阀（柱选择及流向控制阀）**：连接到上样阀以及用于色谱柱选择所使用的阀门。可以连接 5 根色谱柱，并进行流向控制，用于自动化的色谱柱探索与填料筛选。该阀门整合旁路，消除了色谱柱上超压的危险，例如：在系统和泵的清洗程序中。当使用吸附色谱技术时为了提高产量和性能，柱位阀有内置的反向流控制功能。反向流可以在色谱柱清洗，或在洗脱时得到更窄的洗脱峰和更高的目标分子浓度时使用。柱位阀还具有两个整合的压力传感器以测定色谱柱前和后的压力，柱前设置限压保护色谱柱，以及计算压差保护凝胶（参考“传感器和检测器”）。
- **两个溶液入口阀（A 和 B）**：在不同的缓冲液和清洗溶液之间能够自动地切换。溶液入口阀整合有空气感应器（参考“传感器和检测器”）。
- **四元阀**：被用于 BufferPro 自动缓冲液配置和 4 元梯度。阀门具有 4 个缓冲液进口，使用 4 种储液用 BufferPro 功能能够进行自动化的缓冲液配制。
- **pH 阀**：包含一个整合的 pH 电极，能够在运行期间在线监测 pH。一个限流器被连接到 pH 阀，且能够被自动包含在流路中以产生背压以阻止在 UV 流动池中的气泡的形成。pH 阀被用于引导液体流至 pH 电极和限流器（Online），或另一种选择，绕过其中 1 个，或 2 个都绕过（Offline）。当使用低压色谱柱时在高流速下建议绕过限流器。
- **收集阀**：主要用于引导液体流向组分收集器、废液池或其他大体积收集端口。阀门具有专用的出口用于组分收集器和废液池，以及有 10 个其他出口用于收集大体积的组分。

## 混合池

混合池确保在梯度运行期间保持均匀的缓冲液组成（见图 2B）。混合池的大小取决于流速和所使用的缓冲液，高流速或难以混合的缓冲液需要较大体积的混合池。表 1 显示每种设备的混合池大小。在混合池上的在线过滤器很容易更换，它的孔径大小为 10  $\mu\text{m}$ 。混合池通过快速地按入或按出混合池支架很容易被更换。

表 1. 现有的混合池规格：

系统	混合池大小
ÅKTA avant 25	0.6, 1.4, 和 5 ml
ÅKTA avant 150	1.4, 5, 和 15 ml

## 传感器和检测器

空气和压力传感器提高了操作的可靠性并保护系统。UV、电导和 pH 检测器可以获得色谱运行的实时数据，并准确地测定。

- **空气传感器**：能够使色谱系统避免气泡干扰。整合的空气传感器被放置在样品选择阀和溶液入口阀 A 和 B 内。当检测到空气时，系统被暂停以防止空气进一步进入管路中。在上样期间，当样品已经被完全注入时空气传感器检测到气泡并自动进行下一个步骤，防止把空气导入管路或色谱柱中。
- **压力传感器**：整合到柱位阀内以保护色谱柱和填料不超压。入口端压力传感器测定色谱柱前的压力以保护色谱柱硬件。出口端压力传感器测定色谱柱后的压力并计算在装填的填料床层上的压差（即  $\Delta p$ ；图 3）。如果两个报警压力中的一个超出压力上限，运行就被暂停。另外，用户可以激活压力流速控制模式，当压力超过预设的上限时它自动降低流速。另外两个压力传感器被设置在系统泵和样品泵后以保护连接的色谱柱和设备硬件。

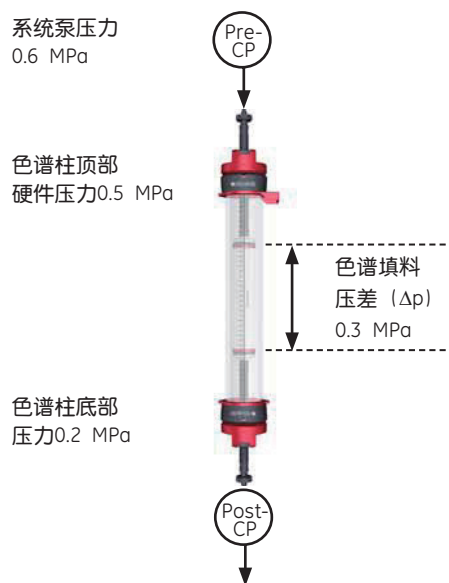


图 3. 为了提高操作的可靠性，在运行期间色谱柱前压力（Pre-Cp）和色谱柱后压力（Post-Cp）被连续测定。通过测定色谱柱前和色谱柱后压力并计算差异来确定在装填的填料床上的压力差（ $\Delta p$ ）。

- **UV 监测器**：在从 190 nm 到 700 nm 的紫外和可见光范围提供吸光值的实时测定。为了能观察到不同波长下的蛋白分离情况，UV 监测器有一个光栅翻转模式可以同时检测 3 个波长。当用不同浓度蛋白纯化样品时为了得到最佳的性能，有 3 种光径流通池可选择（0.5、2（标配）和 10 mm）。优化的流动池设计与先进的光纤一起提供高信噪比比率，不会引起 UV 流通池的任何的局部过热（当用热敏感性样品工作时尤其重要）。UV 检测池含有长寿命的高强度氙灯，仅需要最短的启动时间和不需要预热。每次开启设备时，UV 检测器被自动校正。
- **电导检测器**：测定缓冲液和样品的电导用于在线监测真实的梯度。电导检测器具有一个整合的温度传感器用于监测温度。温度改变能够导致电导改变，但整合的温度传感器校正并减小了这种偏离。
- **pH 检测器**：连续测定缓冲液和样品的 pH。pH 电极被整合到 pH 阀门内，且内置式校正端口可以方便地在位校正而无需取出 pH 电极。

## 组分收集器

内置式组分收集器提供样品收集的可靠性、灵活性和高通量。组分收集器具有冷却功能以防止样品过热并保护纯化的样品。现提供管架（容量分别为 3、8、15 和 50 ml 管子）和深孔板（24-、48- 和 96- 孔）的各种架子。可以以任何形式的组合装载 6 个架子到组分收集器上以满足用户的需要（图 4）。除了使用 6 个架子外，通过使用容纳 50 ml 试管的大试管架或容纳 250 ml 瓶子的瓶架可以使负载容量最大化。



图 4. 内置式制冷功能组分收集器容纳 6 个不同的架子。架子可以被扫描且规格被自动识别校验。

这种类型的架子通过传感器扫描被自动识别和校验，且试管 / 瓶子的规格被自动验证。设计用于容纳试管的架子备有倒置锁死（Quick Release）功能，当倒掉废液时能够锁定试管。随后，使用解锁可以很容易地倒出或取出试管。架子也可以很方便地被用于被收集组分的保存用试管架。

ÄKTA avant 具有两个有利的特征尽可能降低组分收集的交叉污染和溅出。滴同步（DropSync）功能能够被用于达到 2 ml/min 的流速（仅对于 ÄKTA avant 25），通过在更换收集管时调整流速来防止收集溅出。在更高的流速下，则采用蓄积（Accumulator）功能，即暂时性的在更换收集管或收集孔时停止流出来防止溅出。

组分收集可以基于时间、体积或自动的峰识别收集。自动的峰收集可尽可能减少交叉污染，且不需要的洗脱液可以被转移收集到废液池中。使用收集阀可以收集达到几升的大体积组分。通过用 2 个额外的收集阀（选配）扩展系统，32 个出口可以被用于大体积组分收集（参考“可选择组件”）。

## UNICORN 控制软件

Unicorn 软件可以实时控制您的色谱系统。UNICORN 由 4 个模块组成：

管理器（Administration）、方法编辑器（Method Editor）、系统控制（System Control）和数据处理（Evaluation）。这一章节介绍 UNICORN 所包含的一些有用的工具用于提高操作的可靠性、效率和产量。

### 方法编辑器（Method Editor）

Method Editor 可以创建或者编辑适合您应用的自动方法。它包含可以控制运行的所有命令。Method Editor 包含支持色谱运行内置的应用模板。交互页面提供了方便的显示页面，便于编辑运行参数。图 5 显示 Method Editor 的一个屏幕截图，具有一个自定义的窗格提供全面的运行概括。

Method Editor 为不同的层析技术以及维护层析提供了一系列预设的方法。方法内置阶段（phase）。每个阶段（phase）代表一个步骤，例如运行过程中的上样、清洗。Method Editor 含有预先定义的方法用于不同的色谱技术和维护程序，以及含有一个预定义的“阶段库（Phase

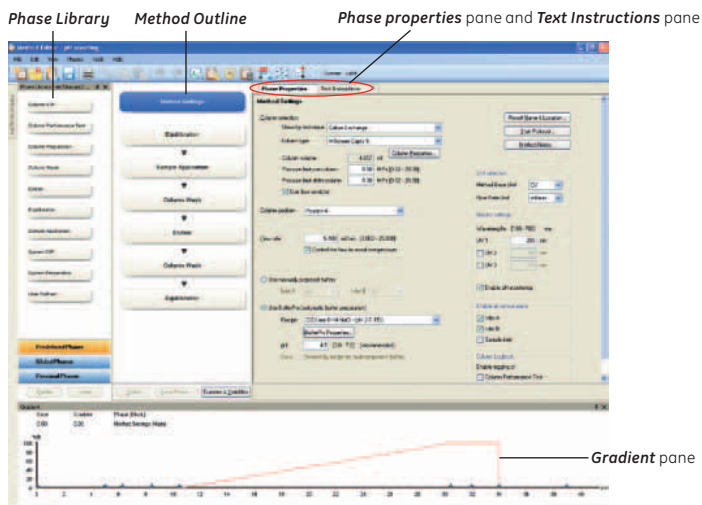


图 5. Method Editor 具有可自定义的窗格提供方法编辑的全局图。

Library)”用于创建或编辑您自己的方法。通过从**阶段库**中把所需要的阶段拖拽到**方法大纲 (Method Outline)**中简单地创建或编辑方法。

UNICORN 包含一个文库，该文库预先定义了 GE 医疗生命科学的色谱柱。通过在 **Phase Properties** 窗格选择色谱柱，对于该种色谱柱的参数设定值（例如默认流速和压力上限）被自动设置。为了增加灵活性，高级的用户可以直接在 **Text Instructions** 窗格中直接编程。

## 系统控制 (System Control)

System Control 模块用于启动，查看和控制方法运行。该模块包含提供运行状况概览的窗格。Run Data 窗格能显示当前数据，而 Chromatogram 窗格在整个方法运行中通过曲线呈现数据。Process Picture 窗格不仅能够在运行过程中呈现当前流路，还能用于控制运行（图 6）。流路图通过颜色指示当前流通的路径和未流通的路径。监测的实时数据也会在流路窗格显示。

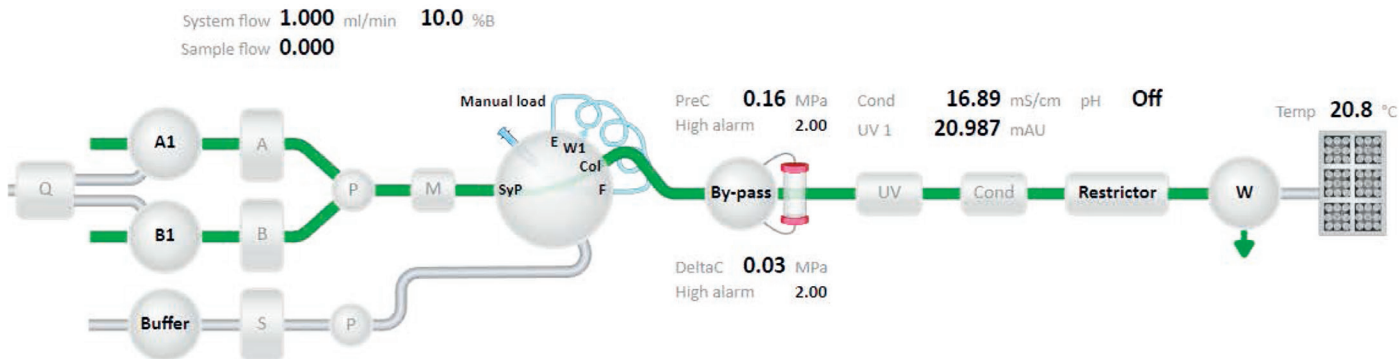


图 6. UNICORN 流路图显示流通和不流路路径，并能快速简便的控制系统。

## 色谱柱日志 (Logbook)

为了提高操作可靠性，UNICORN 软件具有色谱柱日志 (Column Logbook) 的特征。这个实用的工具跟踪记录重要的色谱柱和运行数据以提供可追踪性和操作的可靠性。GE Healthcare 的大多数预装色谱柱都具有二维码标签，并利用 2-D 条形码扫描仪读取各个色谱柱，或者可以手动输入信息到 UNICORN 中（图 7）。商品化的二维码（条形码）可粘贴 UniTag 标签，可用于标记无条形码标记的色谱柱（如空柱）。

通过追踪各个色谱柱，记录每次运行的数据，例如运行总次数和最大操作压差。同时可以设置预警范围，例如确定两次清洗之间色谱柱可以运行的次数，当色谱柱需要维护时就会自动提醒用户。在 Column Logbook 中，点击 Column History 图标可以提取到该色谱柱所有运行的历史数据和记录。

除了 Column Logbook 之外，UNICORN 通过利用电子签名、密码保护和审查追踪提供可靠性。UNICORN 符合 21 CFR Part 11 标准，更详细的信息请参考数据文件（28-9573-46）。



图 7. 许多预装柱都有二维码标签，使各个色谱柱因具有独特的 ID 而便于追踪溯源。对于没有预贴二维码的色谱柱，可以使用可粘贴含二维码的 UniTag 标签。

## 自动缓冲液配置 (BufferPro)

用 BufferPro 的自动化缓冲液配制通过尽可能缩短手动配制缓冲液所需要的时间而提高生产率。BufferPro 可以用于自动 pH 探索以找到最佳的缓冲液条件。条件筛选时, 通过大量 pH 测试而获得大范围的 pH 筛选数据。而进一步的优化实验与稳健性实验则确定在较小的 pH 阶段内实验 (图 8)。BufferPro 在 ÄKTA avant 25 中可以使用流速最高达 25 ml/min, 在 ÄKTA avant 150 上可以达到 40 ml/min。

对于需要变化 pH 的色谱实验, 缓冲液配置和手动滴定需要消耗大量的时间, 而 BufferPro 则可节省大量的时间。使用 BufferPro, 可以配制、保存并重复使用稳定的储存液。这节约了时间并减少化学药品的浪费。BufferPro 具有改进的运算法则且比它的前身 BufferPrep 包含更多的缓冲液配方。BufferPro 使用共轭的酸 / 碱溶液用于滴定, 从而具有真正的缓冲液配制的特征。这模拟了手动缓冲液配制的方法, 并且提高其缓冲能力和可放大性。

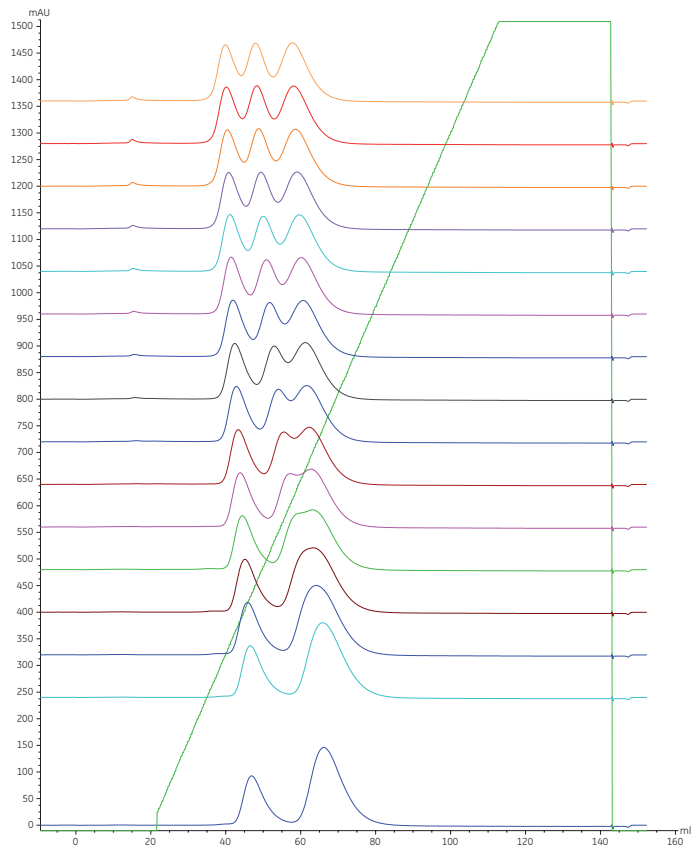


图 8. 利用 pH 从 4.0 到 5.5 的 CIEEX 缓冲液配方运行 HiScreen™ Cpto™ S。色谱图显示了使用小的 pH 间隔 (0.1) 的 16 次运行结果。所使用的 CIEEX 缓冲液全配方范围 pH 为 2 到 7。

缓冲液由 4 种母液在线配制 (例如水、盐、缓冲液和酸 / 碱), 且 pH 在整个运行期间被在线监测, 随着温度的变化而自动补偿。BufferPro 也在做梯度时补偿盐浓度以获得更稳定的 pH。可以从缓冲液库 (Buffer Library) 中选择缓冲液配方以改变 pH 范围及所需要的 pH 洗脱条件。在线混合后, BufferPro 通过显示实际的混合比例验证缓冲液属性。在许多分离中 pH 的准确度十分关键, 而 BufferPro 提供准确和高度可重现的数据。

## 实验设计 (Design of Experiments-DoE)

作为软件中包含的标准功能, UNICORN 具有整合的实验设计 (DoE), 它是一种进行方法优化的强有力的工具。传统而言, 可以通过改变一个参数同时保持其他参数不变优化最佳条件。在 DoE 中, 所选择的参数可以同时改变, 能从更少的实验中获得更多的信息而提高生产率 (图 9)。因为 DoE 和 UNICORN 软件无缝连接, 从 DoE 方案中自动产生的方法会整合到 UNICORN 方法探索中, 可以进行快速和有效的方法优化。

在 DoE 中的实验工作流程包括 :

- 筛选 : 以确定哪些是主要影响因素
- 优化 : 确定主要影响因素的参数范围
- 稳健性 : 确定因素的稳定运行范围

应用 DoE, 能够通过考虑对重要影响因素的整个范围进行有效探索, 例如流速和洗脱 pH, 从而确定每个因素的合适范围。

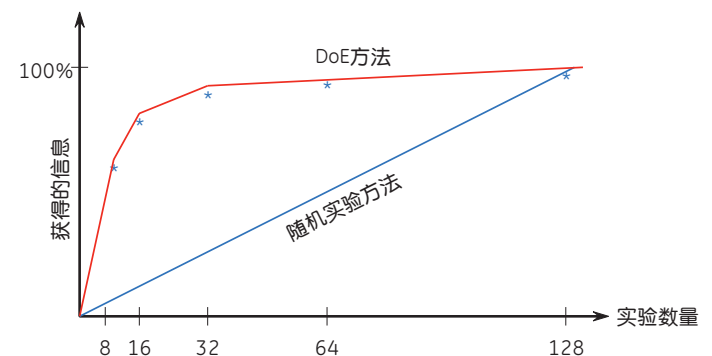


图 9. 整合在 UNICORN 中的 DoE 工具, 在更少实验中获得更多信息的有效实验优化方法。

结果数据或“响应值”（例如产量和纯度）被用于建立一个统计学模型（图 10）。这种模型在 UNICORN 中被自动生成并被用于预测改变影响因素时的响应值，并用于生成支持作决定的等高线图（响应曲面图）。因为 DoE 估计了可变性和噪音以及不同因素之间的相互作用的影响，从而获得更准确的信息并产生更精确的等高线图，这支持更好的决策。

## 数据处理 (Evaluation)

在 UNICORN 中，数据处理 (Evaluation) 模块提供了更为简洁的用户界面，并且优化了常用的流程，如快速计算，结果对比，对峰进行积分等。

## 应用

### MAB纯化的快速优化

ÄKTA avant 25 系统被用于优化单克隆抗体的两步色谱纯化。MabSelect SuRe™，基于 Protein A 的色谱填料被

用于初始的捕获步骤，而多模式阴离子交换剂 Capto™ adhere 在精细纯化步骤中被用于快速地减少杂质。表 2 总结了用于纯化的方法优化步骤。

在确定洗脱 pH 和动态载量后，在 HiScreen MabSelect SuRe 上纯化 MAb 并得到 99% 的回收率（捕获步骤；数据未展示）。对于精细纯化步骤，DoE 通过改变下列因素用于优化上样条件：样品 pH、电导和上样量。

表 2. 使用 ÄKTA avant 25 系统在两步 MAb 纯化中的方法优化步骤。

步骤	目的	色谱柱
1	确定 MabSelect SuRe 动态结合载量	HiTrap MabSelect SuRe
2	确定 MabSelect SuRe 的洗脱 pH	HiScreen MabSelect SuRe
3	在 MabSelect SuRe 上纯化 MAb	HiScreen MabSelect SuRe
4	准备（放大）用于 Capto adhere 的原料	XK 50/20 装填 MabSelect SuRe
5	在 Capto adhere 上使用 DoE 筛选上样条件	HiTrap™ Capto adhere
6	使用 DoE 进行 Capto adhere 的稳定性研究	HiTrap Capto adhere
7	确定在 Capto adhere 上的上样条件	HiScreen™ Capto adhere

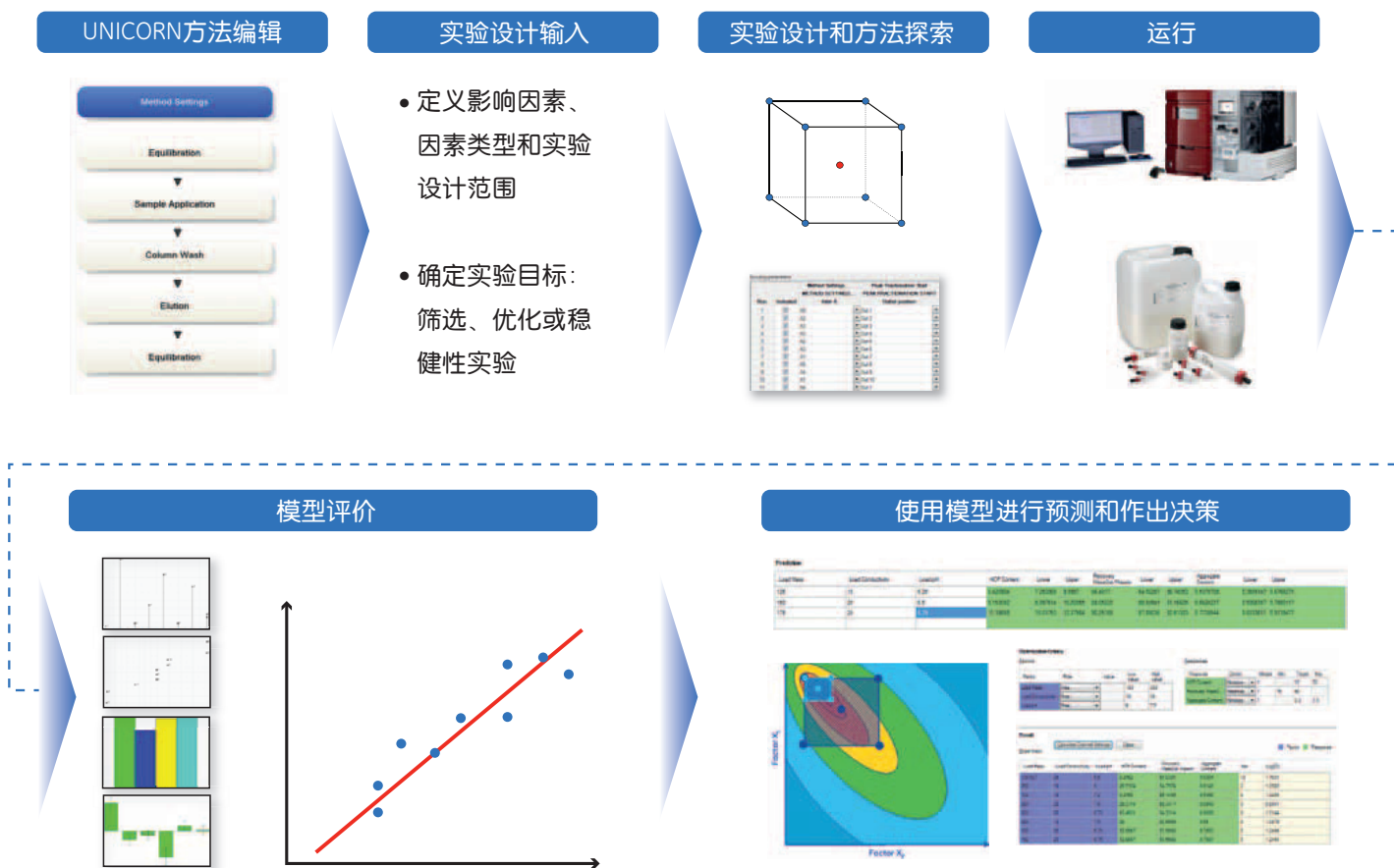


图 10. 基本的 DoE 工作流程如图所示。主要的实验参数（或主要影响因素）被同时改变，结果数据（或响应值）被用于建立一个统计学模型。应用这个模型，产生作出决策的等高线图。



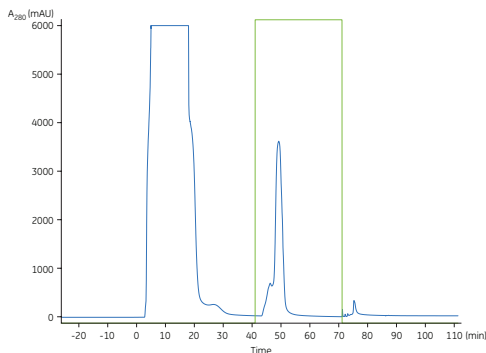
这些因素与 MAb 样品中的杂质（即宿主细胞蛋白、抗体二聚体和多聚体等）水平相关，需要优化以确定最佳的上样条件。在优化后，进行一个 DoE 稳定性研究以确证实验条件是稳定的。关于整个实验的详细信息，请参考应用手册（28-9573-47）。

用于本研究的样品由于 MAb 聚合和样品沉淀而具有挑战性。尽管存在这些挑战，仍然可以获得高产量和高纯度的目标 MAb。利用整合在 UNICORN 中 DoE 功能以及 HiTrap 和 HiScreen 预装色谱柱，在大约一周内实现了总的实验条件的优化。

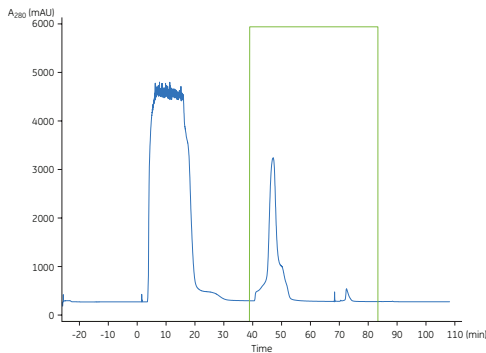
## 无缝的可放大性

在 UNICORN 中，利用覆盖两个规格的 ÄKTA avant 系统之间的“直接方法转换”来节约时间。图 11 显示了一个利用此特征的放大研究。

色谱柱： HiScreen Capto MMC (2 个串连；20 cm 柱床高度)  
样品： 胰岛素 \*  
起始缓冲液： 50 mM 醋酸盐，8 M 尿素，150 mM NaCl，pH 5.2  
洗脱缓冲液： 50 mM 磷酸钠，8 M 尿素，150 mM NaCl，pH 8  
流速： 1.86 ml/min  
系统： ÄKTA avant 25



色谱柱： 装有 Capto MMC 填料的 AxiChrom 50 (20 cm 柱床高度)  
样品： 胰岛素 \*  
起始缓冲液： 50 mM 醋酸盐，8 M 尿素，150 mM NaCl，pH 5.2  
洗脱缓冲液： 50 mM 磷酸钠，8 M 尿素，150 mM NaCl，pH 8  
流速： 80 ml/min  
系统： ÄKTA avant 150



\* 样品由 Biomm SA (巴西) 友情提供。

图 11. 使用 ÄKTA avant 25 和 ÄKTA avant 150 系统从较小的色谱柱到生产规模色谱柱的可预测的放大。

胰岛素首先使用预装的 HiScreen 色谱柱和 ÄKTA avant 25 纯化。使用 ÄKTA avant 150 很方便地把纯化放大到 AxiChrom™ 50 色谱柱。

## 可选组件 (Optional Components)

ÄKTA avant 是一个模块化系统，能够通过扩展来提高系统的容量并提高生产能力。由于方便性和模块化设计，可以通过快速和有效的服务来改变系统的配置。

ÄKTA avant 使用额外的阀门可以获得 28 个入口和 14 个样品入口来拓展缓冲液和样品入口的容量，通过添加入口阀可以获得最多 32 个出口来拓展组分收集的数量。万用阀 (Versatile valve) 是一个四通阀，也可以应用于多步纯化或者和其他外界设备连用于流路中。一台仪器最多可以连接 4 个万用阀。样品环阀 (Loop valve) 最多可以使用 5 个样品环，在做多步纯化可以应用于中间样品的储存或者自动化的纯化 5 个不同的样品。

第二个电导和 UV 监测器同样可以改善监测点和支 持多步纯化。I/Obox 可以连接外接设备，例如：检测器。I/O-box 接收模拟或数字信号的传输，或把需要共同合作的外部设备的模拟或数字信号转化在系统上。关于可选阀门的类型，请参考“订货信息”。

## BioProcess™ 填料

GE Healthcare 的 BioProcess™ 填料覆盖了从捕获到精细纯化的所有纯化步骤，可用于从研发到中试研究再到常规生产的所有规模的纯化。BioProcess™ 填料被开发用于生产规模的色谱以满足工业生物技术的需求。所有填料都是用经过验证的方法制造并被测试以符合严格的质量要求。并提供符合规程的帮助工艺验证和向监督管理部门提交的验证支持文件 (RSF)。

ÄKTA avant 所具有的流速和压力参数支持 BioProcess™ 填料，例如 MabSelect™ 和 Capto。这些新一代填料在高流速下提供更高的动态结合载量。使用 ÄKTA avant 与现代 BioProcess™ 填料一起减少工艺时间、提高生产能力且可以很容易地放大。

## 色谱柱

GE Healthcare 提供能够与 ÄKTA avant 一起使用的广泛系列的预装色谱柱，包括 HiTrap、HiPrep™、HiLoad™ 和 HiScreen™ 色谱柱。除了预装的色谱柱外，也提供 HiScale™ 和 XK™ 空色谱柱用于纯化方法开发以及 AxiChrom™ 色谱柱用于大规模色谱。

### HiScreen™ 色谱预装柱

HiScreen 色谱柱预装有不同系列的 BioProcess 填料，可以重复使用，具有高度可重现的结果。HiScreen 色谱柱被设计用于方法优化，具有 10 cm 的柱床高度且能够很容易地被串联以获得 20 cm 柱床高度。为了提供可追踪性，HiScreen 色谱柱预贴有二维码。为方便性，通过很容易地把色谱柱卡在灵活的色谱柱支架上，这些色谱柱无需接头就能够被连接到 ÄKTA avant 系统。

### HiScale™ 色谱柱

HiScale 家族是一类压力稳定的色谱柱，设计用于纯化优化和制备型色谱。色谱柱被优化用于现代 BioProcess 填料，所具有的许多特征使其能够进行精确的色谱柱装填、容易处理和高度可重现性。HiScale 色谱柱现有 16、26 和 50 mm 直径的尺寸，长度有 20 和 40 cm。

### AxiChrom™ 色谱柱

AxiChrom 是一个卫生的色谱柱平台，它简化了从纯化优化到全规模生产的所有规模的色谱柱规格。ÄKTA avant 150 支持最小的 AxiChrom 色谱柱的智能装填，现有规格为 50 和 70 mm 内径（图 12）。现提供经过验证的、预先编程的装填方法以确保最佳的装填效果并降低对操作人员依赖性。AxiChrom 色谱柱操作简单，且 UNICORN 软件在整个方法创建、设定和维护中引导用户，用 AxiChrom 色谱柱放大具有简单和可预测性。



图 12. AxiChrom 色谱柱提供智能装填、直观处理和可预测的放大。

10 DF 28957345 AH

## 附件

ÄKTA avant 附件包括用于支撑色谱柱、瓶子和管路到系统上的支架和夹子，以及缓冲液和样品的过滤和浓缩系统（图 13）。对于 HiTrap 色谱柱，提供色谱柱支架杆用于同时连接 5 根色谱柱。更小的色谱柱如 HiScreen 很容易被卡入灵活的色谱柱支架（将在日后推出）。

设计用于大型色谱柱的色谱柱柱夹和用于固定更小色谱柱的色谱柱夹子如图所示。配件列表请参考“订货信息”。



图 13. ÄKTA avant 配件包括用于夹住色谱柱、样品瓶和管路到系统的支架和柱夹。

## 系统规格参数

控制系统	UNICORN 6.3.2 或更高版本
尺寸 (W × H × D)	860 × 660 × 710 mm
重量 (不包括计算机)	116 kg
电源	100–240 V, ~50–60 Hz
功率消耗	800VA
外壳防护级别	IP 21, 流路侧 IP 22

### 系统泵

ÄKTA avant 25	
泵类型	柱塞泵, 计量型
流速设置	0.001–25 ml/min (正常范围) 0.001–50 ml/min (色谱柱装填流速)
压力范围	0–20 MPa (2900 psi)
粘度范围	0.35–10 cP
准确度	± 1.2%

ÄKTA avant 150	
泵类型	柱塞泵, 计量型
流速设置	0.01–150 ml/min (正常范围) 0.01–300 ml/min (色谱柱装填流速)
压力范围	0–5 MPa (725 psi)
粘度范围	0.35–5 cP
准确度	± 1.2%

## 样品泵

### ÄKTA avant 25

泵类型	柱塞泵, 计量型
流速设置	0.01-25 ml/min (正常范围)
压力范围	0-10 MPa (1450 psi)
粘度范围	0.7-10 cP

### ÄKTA avant 150

泵类型	柱塞泵, 计量型
流速设置	0.01-150 ml/min (正常范围)
压力范围	0-5 MPa (725 psi)
粘度范围	0.7-10 cP

## 混合器、阀门和组分收集器

### 混合器和梯度形成

混合原理	电磁混合
混合器体积	0.6, 1.4, or 5ml (ÄKTA avant 25) 1.4, 5, or 15ml (ÄKTA avant 150)
梯度流速范围	
二元梯度	0.25-25ml/min (ÄKTA avant 25) 1.0-150ml/min (ÄKTA avant 150)
四元梯度	0.5-25ml/min (ÄKTA avant 25) 2-40ml/min (ÄKTA avant 150)
梯度组分精确度	二元梯度: ±0.5% 四元梯度: ±1%

### 阀门

类型	旋转阀 (除四元梯度阀外)
四元阀类型 <sup>1</sup>	4 端口电磁驱动隔膜阀
可选阀门 <sup>2</sup>	最多可选 3 个额外阀门 (第二个入口, 样品环阀, 万用阀, 第二个柱位阀, 额外出口阀, 额外的入口阀)

### 进口数量

进口 A	7, 可扩展至 14
进口 B	7, 可扩展至 14
样品进口	7, 可扩展至 14
四元进口	4, 可扩展至 18

### 出口收集阀

出口数量	10, 可扩展至 32
------	-------------

### 一体化的组分收集器<sup>3</sup>

组分数	达到 576 (6x96 孔深孔板)
容器类型	3、8、15 或 50ml 试管; 24-、48 或 96 孔板; 250 ml 瓶
收集体积	0.1 到 50 ml (ÄKTA avant 25) 1 到 50 ml (ÄKTA avant 150)
防溅出模式	DropSync 或 Accumulator (ÄKTA avant 25) Accumulator (ÄKTA avant 150)
制冷规格	6°C-20°C, 半导体制冷
延迟体积 (UV- 收集器出口)	518 µl (ÄKTA avant 25) 1807 µl (ÄKTA avant 150)

<sup>1</sup> 四元阀不推荐使用有机溶剂。

<sup>2</sup> 使用拓展盒, 29220806, 在系统外部最多可以添加三个外接模块, 这样最多可以添加6个外接模块。

<sup>3</sup> 为了安全的原因, 运行中有机溶剂不可以在组分收集器中使用。

## 传感器和检测器

### 压力和空气传感器

压力传感器位置	系统泵、样品泵、色谱柱前和色谱柱后
空气传感器位置	进口 A、进口 B 和上样口
可加选位置	样品阀前、上样阀 (Injection Valve) 后
传感原理	超声波

### UV 监测器

波长范围	190-700 nm, 1nm 递增, 可同时 3 个波长检测
吸收范围	-6 到 6 AU
精度	0.001 mAU
线性	within ± 2% at 0 to 2 AU
漂移	≤ 0.2 mAU; AU/h at 280 nm, 2 mm cell
噪音	< 0.08 mAU
操作压力	0-2 MPa (290 psi)
流动池	0.5 mm 光程长度, 1 µl 池体积 2 mm 光程长度, 2 µl 池体积 10 mm 光程长度, 8 µl 池体积

### 电导监测器

电导检测范围	0.01-999.99 mS/cm
准确度	± 0.01 mS/cm 或 ± 2%, 以较高者为准 (在 0.3-300 mS/cm 内)
操作压力	0-5 MPa (725 psi)
温度检测范围	0°C to 99°C
温度检测精度	± 1.5°C within 4°C to 45°C

### 温度传感器

读数范围	0°C-99°C
准确度	4°C-45°C 范围内 ±1.5°C

### pH 监测器

pH 读数范围	0 到 14
准确度	±0.1 pH 单位 (pH 2 到 12)
操作压力	0-0.5 MPa (72 psi)

## 可选配件

### 第二个检测器 U9-L

波长范围	U9-L, 280nm
流通池	标准: 光径长度 2 mm; 体积: 2 µl 选配: 光径长度 5 mm; 体积: 6 µl
分辨率	0.004 mAU
线性	0~2 AU 范围内 ±5%
偏差	≤ 0.2 mAU; AU/h, 2 mm cell
噪声	< 0.1 mAU

### 第二个电导检测器

参数见系统电导检测器参数

### 第二个收集器 F9-R

收集器数目	最多两个 (2 个圆形收集器 F9-R 或者一个圆形 F9-R 和灵活收集器 F9-C*)
收集数目	最多 350 个
收集容器类型	3, 8, 15 或者 50 ml 收集管
收集体积	0.1~50 ml
防溢出模式	滴同步
有机溶剂	是
尺寸 (W × H × D)	320 × 250 × 400 mm
重量	5 kg
延迟体积	延迟体积的计算基于管路长度, UV 与收集器之间部件的体积, 详见系统手册

### I/O box E9

端口数量	2 个模拟入口, 2 个模拟出口 4 个数字入口, 4 个数字出口
模拟范围	入口 ±2V; 出口 ±1V

