

ÄKTA avant

层析系统

ÄKTA™ avant 是一种用于方法和工艺开发的制备型层析系统 (图 1)。ÄKTA avant 两款系统具有不同的流速/压力规格, 但具有相同的硬件装置。ÄKTA avant 25 系统的流速高达 25 mL/min, 专为层析填料筛选和方法优化而设计; ÄKTA avant 150 系统流速高达 150 mL/min, 设计用于放大到更大的层析柱。

UNICORN™ 软件用于控制 ÄKTA avant 实现自动化流程, 以提高生产力和效率。ÄKTA avant 为快速、高质量的蛋白质分离提供了完整的解决方案并保证了可靠性, 同时增加了您对工艺的理解。

ÄKTA avant 提供以下优势:

- ÄKTA avant 配合 UNICORN 软件, 提供了一个高效的工艺开发平台
- **实验设计 (DoE)** 是一种实验设计工具, 可以在更少的实验中获得更精确的信息, 从而节省了时间和成本
- 具有制冷功能的集成式组分收集器可保护纯化后的样品
- 使用 **BufferPro** 的自动在线缓冲液配制减少了缓冲液混合和手动滴定所需的时间, 提高了您的工作效率
- UNICORN 软件提供直观灵活的方法创建、系统控制和结果分析, 以简化您的纯化任务



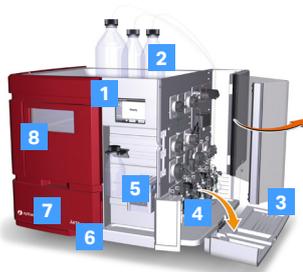
图 1. ÄKTA avant 是一款为工艺开发、方法优化和放大而设计的制备型层析系统。

系统组件

该系统由 ÄKTA avant 主机和 UNICORN 软件组成。使用可旋转的底座设计使用户可以方便地进行设备各部分的操作 (图 2A)。ÄKTA avant 采用模块化设计, 所有阀门、监测器和层析柱都安装在仪器的湿侧。仪器的湿侧便于用户与系统实现轻松互动, 并设有门和泵盖以保证在运行过程中操作的安全性 (图 2A 和 2B)。仪器顶部的缓冲托盘为容器和瓶子提供了较大的存储区域。在仪器的正面, ÄKTA avant 具有制冷功能的集成式组分收集器, 可安全存储样品。

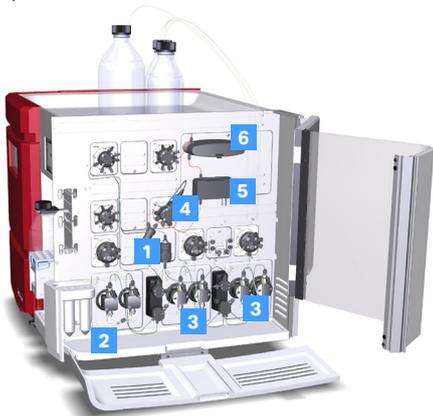
前面板上的交互式显示屏会通知您当前的仪器和方法状态, 并且可以通过显示屏快速暂停或继续运行。开机后系统会执行合适的自检程序以确保仪器的可靠性。

(A)



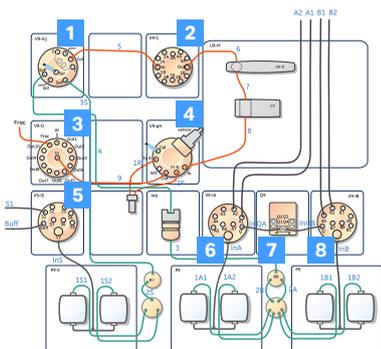
- 1 交互式触摸显示屏
- 2 缓冲液存储区
- 3 门和泵盖保护流路
- 4 带模块的湿侧
- 5 样品放置区
- 6 旋转底座
- 7 存储箱
- 8 集成式组分收集器

(B)



- 1 混合器
- 2 样品泵
- 3 系统泵
- 4 pH 监测器
- 5 电导率监测器
- 6 紫外监测器

(C)



- 1 进样阀
- 2 五柱位阀
- 3 出口阀
- 4 pH 阀
- 5 样品入口阀
- 6 入口自动阀 A
- 7 四元阀
- 8 入口自动阀 B

图 2. (A) ÄKTA avant 的功能; (B) 湿侧的图示; (C) 显示湿侧的示意图。

流路的设计旨在最大限度地减少带宽效应，流路中使用的润湿材料具有生物相容性，可以耐受常用溶剂。ÄKTA avant 系统组件将在以下章节中进行详细介绍。

泵

ÄKTA avant 系统泵和样品泵基于市场上广为人知的技术和坚固的结构而设计：它们坚固的结构不管在低反压或高压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层析填料。图 2B 显示了 ÄKTA avant 的湿侧图示和泵的位置。系统泵和样品泵上各连接了一个压力传感器以监测压力。

- **系统泵**：提供连续准确的流速，从而实现可重现的等度或梯度洗脱。该泵由两对泵头组成，向混合器输送同步的低脉冲液流。对于 ÄKTA avant 25，最大工作压力为 20 MPa (200 bar, 2900 psi)，最大工作流速为 25 mL/min。对于 ÄKTA avant 150，最大工作压力为 5 MPa (50 bar, 725 psi)，最大工作流速为 150 mL/min。装柱模式下，ÄKTA avant 25 和 ÄKTA avant 150 可分别以高达 50 mL/min 和 300 mL/min 的流速运行。
- **样品泵**：用于执行自动上样的专用泵。样品泵由两个泵头组成，基于与系统泵相同的设计原理。这种设计可以容易地执行自动泵洗和排气。空气传感器通过感应空气以确保没有气泡进入层析柱从而保护层析柱。样品泵可将样品直接上样到层析柱上，也可通过样品环或 Superloop™ 间接上样。

阀门

整个系统通过一系列电动的、多端口阀门控制液体在系统中的流向 (图 2C)。不同类型的阀门如下所述。

- **进样阀**：能够自动将样品上样到层析柱上，在不同的上样模式之间切换无需重新安装上样环。它提供多种上样方式，包括通过注射器手动或样品泵将样品注入样品环，通过注射器手动或样品泵将样品注入 Superloop 设备，或使用样品泵直接上样到层析柱上。
- **样品入口阀**：可在不同样品之间进行自动切换。该阀门具有集成的空气传感器，可确保完全上样。该阀门有七个样品入口和一个专用的缓冲液入口。缓冲液入口可用于在上样前向样品泵中注入溶液，以及在两次运行之间冲洗阀门和泵。

- **五柱位阀**：连接到进样阀，用于层析柱的选择。五柱位阀最多可连接五根层析柱，用于层析柱的自动化筛选。五柱位阀具有集成的旁路功能，如在系统和泵清洗过程中可将层析柱超压风险降至最低。在使用吸附性层析技术时，为了提高产量和性能，五柱位阀还具有集成的反向液流功能。反向液流功能可用于层析柱的反向清洗，或反向洗脱样品以获得尖锐的峰和浓缩目标分子洗脱液。五柱位阀还有两个集成的压力传感器，用于测量层析柱前和层析柱后压力，以计算压差（参见**传感器和监测器**）。
- **两个入口自动阀 (A 和 B)**：实现不同缓冲液和清洗液之间的自动切换。入口自动阀集成了空气传感器（参见**传感器和监测器**）。
- **四元阀**：用于 **BufferPro** 自动缓冲液配制和创建四元梯度。该阀有四个缓冲液入口，能够使用四种储备溶液，通过 **BufferPro** 进行自动缓冲液配制。
- **pH 阀**：包含了一个整合的 pH 电极，能够在运行过程中进行在线 pH 监测。限流器连接到 pH 阀，并可自动接入流路中，以产生反压，防止在紫外流通池中有气泡溶出。pH 阀用于控制液流流经 pH 电极和限流器，或者选择性地绕过其中一个或两个。当在高流速下使用低压层析柱时，建议绕过限流器。
- **出口阀**：主要用于将流体导向组分收集器、废液出口或其他出口。该阀门有专门用于组分收集器和废液的出口，以及 10 个出口用于收集大体积组分。

混合器

混合器能够在梯度运行期间实现均匀的缓冲液混合（见图 2B）。混合池容积的选择取决于流速和所用的缓冲液类型。对于较高的流速或难以混合的缓冲液，需要较大的混合池容积。表 1 显示了每种主机可用的混合池容积。混合器上的在线滤膜易于更换，其孔径为 10 μm 。通过将混合器卡入或卡出混合器支架，可以轻松更换滤膜和混合器。

表 1. 可用的混合池容积

| 系统 | 混合池容积 |
|----------------|-----------------|
| ÄKTA avant 25 | 0.6, 1.4 和 5 mL |
| ÄKTA avant 150 | 1.4, 5 和 15 mL |

传感器和监测器

空气和压力传感器提高了操作安全性并保护了系统。紫外监测器、电导率监测器和 pH 监测器可以准确测量层析运行的实时数据。

- **空气传感器**：能够避免气泡进入层析系统。集成的空气传感器内置在样品入口阀和入口自动阀 A 和 B 中。当检测到空气时，系统被暂停以防止空气进一步进入流路中。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步骤，防止把空气引入流路或层析柱中。
- **压力传感器**：内置在五柱位阀中，保护层析柱和填料避免超压。第一个传感器测量层析柱前的压力，保护层析柱硬件；第二个传感器测量层析柱后的压力，并计算填料柱床的压力差 (Δp)（图 3）。如果其中一个压力超过预设限值，运行将暂停。或者用户也可以激活压力流速调节功能，当压力超过预设限值时，系统会自动降低流速。另外两个压力传感器也连接到系统泵和样品泵，用来保护连接的层析柱和仪器硬件。

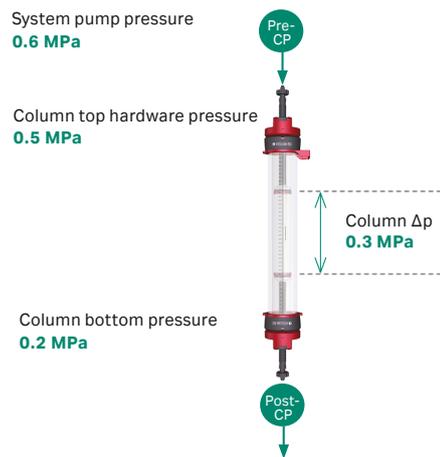


图 3. 为了提高操作安全性，五柱位阀能够在运行过程中连续测量层析柱前压力 (Pre-CP) 和层析柱后压力 (Post-CP)。柱床填料的压差 (Δp) 由两个压力值计算得出。

- **紫外监测器 U9-M:** 实时测量 190 nm 至 700 nm 紫外与可见光范围内的吸光度。为了观察不同波长下蛋白质的分离，紫外监测器具有光栅翻转模式，可实现同时监测多达三种波长。为了在纯化不同蛋白质浓度的样品时得到最佳性能，有三种流通池光径长度可供选择：0.5、2 (标配) 和 10 mm。优化的流通池设计，加上先进的光纤，提供了高信噪比，不会导致紫外流通池的任何局部加热 (尤其是在处理热敏样品时非常重要)。紫外监测器包含一个高光强氙灯，工作时间至少为 5000 小时，开机即用。每次打开仪器，紫外监测器都会进行自动校准。
- **电导率监测器:** 测量缓冲液和样品的电导率，以便在线监测真实梯度。电导率监测器还集成了温度传感器，用于监测温度。温度变化会引起电导率的变化，但集成温度传感器可补偿并减弱这种变化。
- **pH 监测器:** 连续测量缓冲液和样品的 pH。pH 电极集成在 pH 阀中，内置校准入口允许在不移除 pH 电极的情况下方便地进行在线校准。

组分收集器

内置式组分收集器可保证样品收集的安全性、灵活性和高通量。组分收集器具有制冷功能，可防止样品过热并保护纯化的样品。多种管架可容纳各种试管 (3、5、8、15 和 50 mL) 和深孔板 (24 孔、48 孔和 96 孔)。六个管架能够以符合用户需求的任意组合装入组分收集器 (图 4)。除了使用六个管架外，可以使用一个用于 50 mL 试管的试管搁板，或一个用于 250 mL 瓶子的瓶架来最大化装载能力。

装载后，传感器会自动识别管架的类型，并确认试管/瓶子的配置。专为试管设计的管架，具有快速释放功能，可在丢弃废液时将试管锁定到位。随后，这些试管可以轻松解锁并取出。这些管架也可用于方便地储存组分或作为样品试管的支架。

ÄKTA avant 具有两个优点，即最大限度地减少组分收集过程中的交叉污染和溢出。DropSync™ 滴同步功能可用于最多 2 mL/min 的流速 (仅适用于 ÄKTA avant 25)，通过对液滴之间组分的变化进行计时来最大限度地减少溢出。在较高流速下，储液槽功能在液体流向下一个试管或孔的过程中暂时保存液流。

组分收集可以基于时间、体积或自动峰识别。自动峰识别可最大限度地减少交叉污染，将不需要的洗脱组分转移到废液中。使用出口阀可以收集高达几升的大体积组分。通过选配两个额外的出口阀进行系统扩展，可实现 32 个出口用于组分收集 (见 *可选组件*)。



图 4. 具有制冷功能的内置式组分收集器可容纳多达六种不同的管架。管架可自动扫描并验证配置。

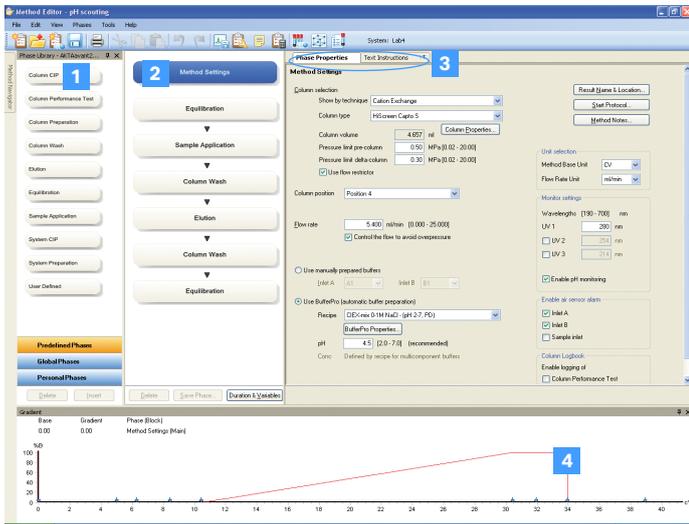
UNICORN 软件

UNICORN 软件为您提供层析系统的实时控制。UNICORN 由四个模块组成：**系统管理模块**、**方法编辑器模块**、**系统控制模块**和**结果分析模块**。本节描述了 UNICORN 中包含的一些有价值的工具，所有模块统一协作，旨在提高运行的安全，效率和生产力。

方法编辑器

方法编辑器 (Method Editor) 模块允许您创建或调整方法以适应您的应用需求。它包含用于控制运行的所有指令。**方法编辑器**包含专为层析运行提供的内置应用支持。通过该界面，可以轻松查看和编辑运行参数。图 5 显示了**方法编辑器**的截屏，带有可定制的窗格，提供了运行的全面总览。

通过**方法编辑器**，可以为不同的层析技术和维护程序选择预定义方法。方法使用阶段 (Phase) 进行构建。每个阶段反映了运行中的一个步骤，例如上样或清洗。UNICORN 包括一个预定义**阶段库** (Phase Library)，用于创建或编辑您自己的方法。通过将阶段从阶段库拖放到**方法总览** (Method Outline) 来创建或编辑方法。



- 1 阶段库
- 2 方法大纲
- 3 阶段属性窗格和文本指令窗格
- 4 梯度窗格

图 5. 方法编辑器具有可定制的窗格，提供方法的全面总览。

UNICORN 包括预定义的 Cytiva 层析柱库。通过在**阶段属性 (Phase Properties)** 窗格中选择层析柱，层析柱参数 (例如流速和压力限值) 会自动编入到该方法中。为了增加灵活性，高级用户可以直接在**文本指令 (Text Instructions)** 窗格中编辑编程指令。

系统控制

系统控制 (System Control) 模块用于启动、查看和控制方法运行。该模块由提供运行状态总览的窗格组成。**运行数据 (Run Data)** 窗格以数值形式显示当前数据，而**层析图谱 (Chromatogram)** 窗格在整个方法运行过程中以曲线形式显示数据。**流程图 (Process Picture)** 窗格实时显示运行期间的流路，可用于控制运行 (图 6)。流程图中包含的颜色指示显示当前有液流的开放流路，关闭的流路，或无液流的开放流路。来自监测器的实时数据也会显示在流程图窗格中。

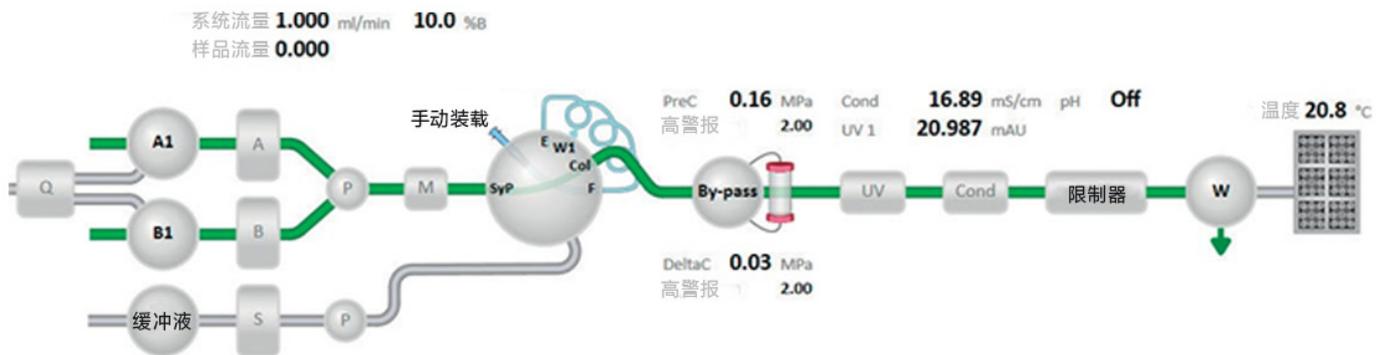


图 6. UNICORN 流程图显示了当前活动和非活动的流路，并提供了一种快速简单的方法来控制系统。

层析柱日志

为了提高操作安全性，软件的可选功能为**层析柱日志 (Column Logbook)**。该实用工具可追踪单个层析柱相关的重要运行数据，以提供可追溯性和操作安全性。Cytiva 的许多预装柱都贴有**条形码标签**，并且使用**二维码扫描枪**来识别各个层析柱，或者可以手动将信息输入 UNICORN (图 7)。带有预打印二维码的 UniTag 标签可用于其他层析柱 (例如层析空柱)。

通过追踪各个层析柱，记录每次运行的数据信息，例如总运行次数和最大压力。可以设置通知限制，例如通过定义层析柱在两次清洗之间的运行次数限制，可实现在层析柱维护时通知用户。层析柱历史记录 (Column History) 功能提供了对特定层析柱执行的所有运行的列表。

作为**层析柱日志**的另一补充功能，UNICORN 还提供**电子签名、密码保护和审计追踪功能**来保证安全性。UNICORN 能够以符合 FDA 21 CFR Part 11 的标准，适用于各类合规环境。有关更多详细信息，请参见 UNICORN 软件数据文件 (29135786)。



图 7. 许多预装柱出厂便带有**二维码标签**，使单个层析柱具有唯一的可追溯性 ID。对于没有条形码标签的层析柱，可以使用 UniTag 标签。

BufferPro

通过 **BufferPro** 自动缓冲液配制功能，最大限度地减少了手动配制缓冲液的需求，从而提高了生产效率。**BufferPro** 也可用于 pH 的自动化变量筛选，以找到最佳的缓冲液组成。对于筛选实验，在大的 pH 范围内通过测试大的 pH 变化量来进行探索。为了进一步优化和测试稳健性，测试了较小的 pH 变化量 (图 8)。**BufferPro** 在 ÄKTA avant 25 和 ÄKTA avant 150 上的最高流速分别为 25 mL/min 和 40 mL/min。

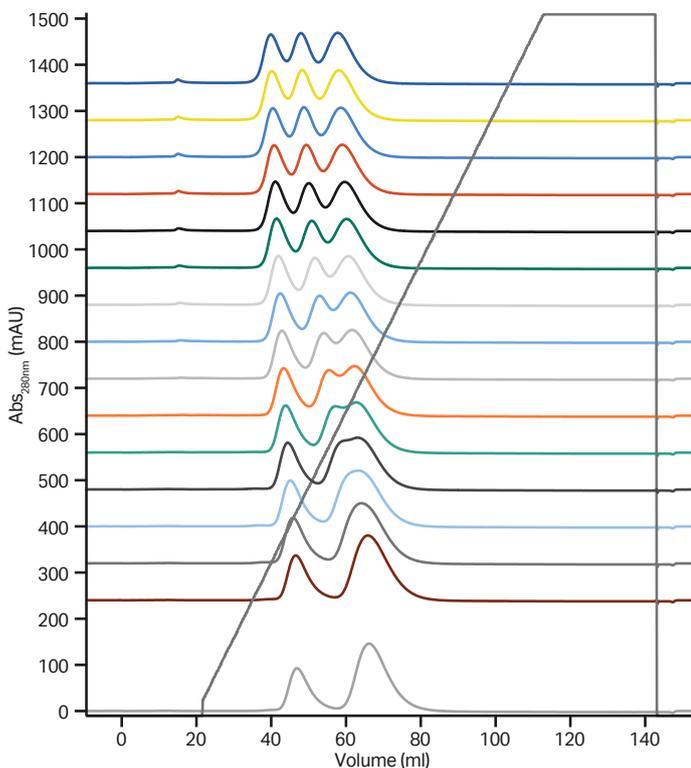


图 8. 使用 HiScreen™ Capto™ S 层析柱和 pH 值为 4.0 到 5.5 范围内的 CIEX 缓冲液运行实验。层析图谱显示使用小的 (0.1) pH 变化量的十六次运行。CIEX 缓冲液的 pH 整体缓冲范围是 2 到 7。

对于需要改变 pH 的实验，**BufferPro** 省去了耗时的缓冲液配制和手动滴定过程。**BufferPro** 可以使用重复制备和储存的储备溶液。与手动配制相比，这节省了时间并减少了化学试剂的浪费。**BufferPro** 为大量应用提供不同缓冲液组成，并使用共轭酸/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。

缓冲液由四种储备溶液 (例如水、盐、缓冲液和酸/碱) 在线配制，在整个运行过程中监测 pH，并自动补偿温度变化。**BufferPro** 还可以补偿梯度中的盐浓度，以获得更稳定的 pH。

可以从缓冲液库 (BufferPro Library) 中选择缓冲液配方，以选择不同的 pH 范围并创建所需的 pH 洗脱条件。混合后，**BufferPro** 通过显示实际的混合比例来验证缓冲液属性。在许多分离过程中，pH 的准确性至关重要，而 **BufferPro** 提供了准确且高度可重现的数据。

实验设计 (DoE)

作为 ÄKTA avant 系统的标配，UNICORN 软件具有集成的 **实验设计 (DoE)** 功能。**DoE** 功能是一个强大的工具，可有效对方法进行优化。在传统方法中，可以通过改变一个参数而其余参数保持不变来确定最佳条件，但重要信息可能会丢失，例如不同参数之间的交互数据。**DoE** 是一种系统性的、应用统计学的方法，可以同时改变多个因子，从而显著减少所需实验的数量 (图 9)。所有参数的影响及其相互作用都在经过验证的统计模型中进行测定和描述。**DoE** 工具无缝集成在 UNICORN 软件中，因此变量筛选 (Scouting) 方法可从 **DoE** 方案中自动生成，实现快速有效的方法优化。用户无需在 UNICORN 和外部 **DoE** 软件之间进行数据传输。

DoE 中的实验工作流程包括：

- 筛选：确定哪些因子在工艺中非常重要
- 优化：为您的工艺找到最佳因子设置
- 稳健性测试：调整不同的因子来研究工艺的稳健程度

通过使用 **DoE** 工具，可以通过考虑工艺中重要的因子，例如流速和洗脱液的 pH，来有效地探索整个实验空间以及每个因子的合适范围。

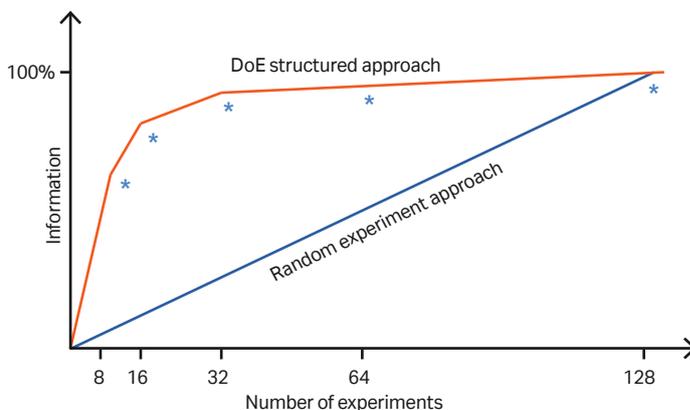


图 9. UNICORN 中的 **DoE** 工具是一种高效的优化方法，可以在较少的实验中获取更多的信息。

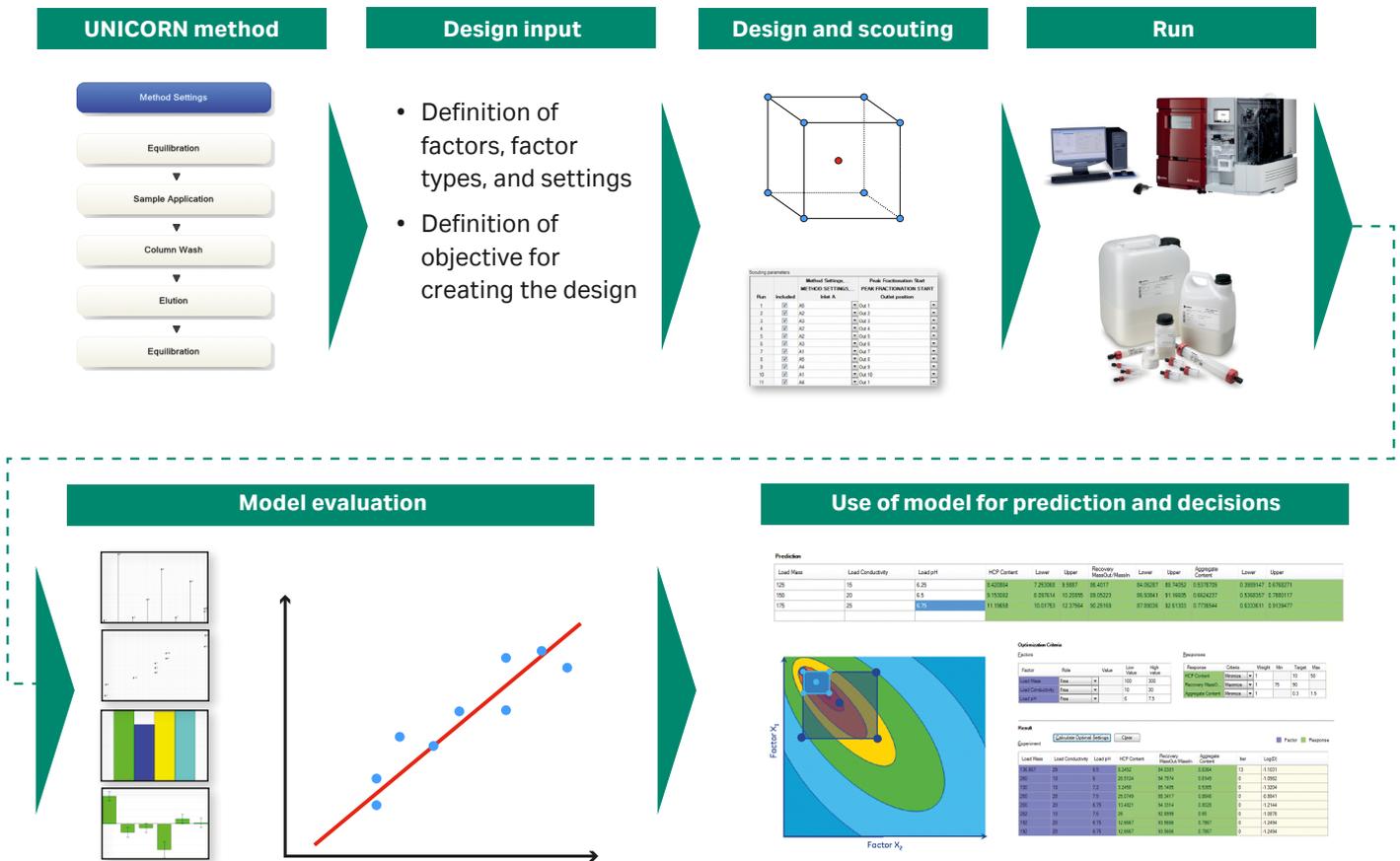


图 10. 显示了基本的 DoE 工作流程。在 DoE 工具中，多个因子可同时变化，所得数据用于建立统计模型。该模型经过验证，并用于生成支持决策的响应曲面图。

所得数据或“响应值”（例如产量和纯度）用于创建统计模型（图 10）。该模型可在 UNICORN 中自动生成，用于预测对因子改变的响应值，并生成支持决策的等值线图（响应曲面图）。通过使用 DoE 方法，可以预估可变性和噪声，以及不同因子之间的交互作用。该方法可以获得更精确的信息，生成更好的等值线图，以支持更好的决策。

结果分析

UNICORN 7 中，**结果分析** (Evaluation) 模块提供了简化的用户界面，该界面针对最常用的工作流程进行了优化，例如快速评估、结果比较以及峰值和组分处理。

应用

mAb 纯化的快速工艺开发

ÄKTA avant 25 系统可用于开发单克隆抗体 (mAb) 的两步层析纯化工艺。使用基于 Protein A 的 MabSelect SuRe™ 层析填料用于最初的捕获步骤，而多模式阴离子交换填料 Capto adhere 用于在第二步的精纯中减少杂质。表 2 总结了纯化的方法开发步骤。

确定洗脱液的 pH 和动态结合载量后，在 HiScreen MabSelect SuRe 层析柱上纯化 mAb，回收率为 99%（捕获步骤，数据未显示）。对于精纯步骤，使用 DoE 方法通过改变以下因子来优化上样条件：样品的 pH、电导率和上样量。这些因子与 mAb 样品中的杂质（如宿主细胞蛋白、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。优化后，使用 DoE 方法进行稳健性研究，以确认工艺条件是否稳健。有关完整的实验细节，请参见应用指南“使用 ÄKTA avant 25 纯化 mAb 的快速工艺开发”（28957347）。

表 2. 使用 ÄKTA avant 25 系统进行两步 mAb 纯化的方法开发步骤总结

| 步骤 | 目标 | 层析柱 |
|----|-----------------------------------|----------------------------------|
| 1 | 确定 MabSelect SuRe 上的洗脱 pH | HiScreen MabSelect SuRe |
| 2 | 使用 MabSelect SuRe 确定动态结合载量 | HiTrap™ MabSelect SuRe |
| 3 | 在 MabSelect SuRe 上纯化 mAb | HiScreen MabSelect SuRe |
| 4 | 准备 Capto adhere (放大) 材料 | XK 50/20, 使用 MabSelect SuRe 填料装填 |
| 5 | 确定 Capto adhere 填料的上样条件 | HiScreen Capto adhere 填料 |
| 6 | 使用 DoE 方法在 Capto adhere 填料上筛选上样条件 | HiTrap Capto adhere 填料 |
| 7 | 使用 DoE 方法研究 Capto adhere 填料的稳健性 | HiTrap Capto adhere 填料 |

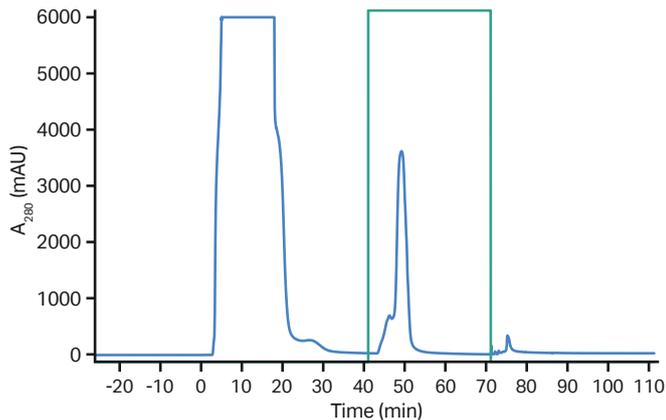
本研究所需的样品由于 mAb 聚合和样品沉淀而具有挑战性。尽管存在这些挑战，仍然获得了高产量和高纯度的目标 mAb。利用整合在 UNICORN 中 DoE 功能以及 HiScreen 预装柱，在大约一周时间内实现了全面的工艺优化。

无缝的可放大性

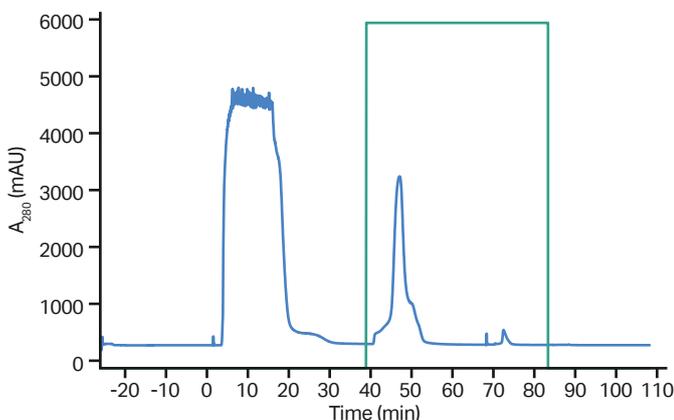
在 UNICORN 软件中，可利用“直接方法转换”来节约时间。该功能可以在两个 ÄKTA avant 系统之间进行方法转换。图 11 显示了利用这一功能的放大研究。

胰岛素可使用 HiScreen 预装柱和 ÄKTA avant 25 进行纯化。使用 ÄKTA avant 150 系统，可以方便地将纯化放大到 AxiChrom™ 50 层析柱。

- (A) 层析柱: HiScreen Capto MMC (两个串联, 柱高 20 cm)
样品: Insulin*
起始缓冲: 50 mM 乙酸, 8 M 尿素, 150 mM 氯化钠, pH 5.2
洗脱缓冲液: 50 mM 磷酸钠, 8 M 尿素, 150 mM 氯化钠, pH 8
流速: 1.86 mL/min
系统: ÄKTA avant 25



- (B) 层析柱: AxiChrom 50, 装填了 Capto MMC 填料 (柱高 20 cm)
样品: Insulin*
起始缓冲: 50 mM 乙酸, 8 M 尿素, 150 mM 氯化钠, pH 5.2
洗脱缓冲液: 50 mM 磷酸钠, 8 M 尿素, 150 mM 氯化钠, pH 8
流速: 80 mL/min
系统: ÄKTA avant 150



*样品由 Biomms SA (巴西) 提供。

图 11. 使用 (A) ÄKTA avant 25、(B) ÄKTA avant 150 从较小的层析柱到生产规模层析柱的可预测的放大。

可选组件

ÄKTA avant 是一个模块化系统，可以扩展以增强系统性能并提高生产率。基于方便性和模块化设计，可轻松进行更换以响应快速、高效的服务。

ÄKTA avant 可通过额外的阀门进行扩展，获得多达 28 个缓冲液入口和 14 个样品入口，以扩大缓冲液和样品入口的选择数量，以及多达 32 个出口，以增加出口阀的大体积组分收集数量。多用途阀是一种通用的四通阀，可用于多步纯化方案和将外部设备纳入流路。系统最多可连接四个多用途阀。Loop 环阀允许使用多达五个样品环，并且在执行多步纯化时可用于收集中间组分，或者用于自动纯化多达五种不同的样品。

第二电导率监测器和紫外监测器可以增加监测点并支持多步纯化。I/O-box E9 提供了一种连接外部接入设备（例如检测器）的方法。I/O-box E9 接收来自外部设备的模拟/数字信号，或将模拟/数字信号传输到需要连接到系统的外部设备。有关可选组件的类型，请参见订购信息。

BioProcess 层析填料

BioProcess™ 填料系列包括生物制药制造商广泛使用的层析填料。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，支持安全的长期填料供应，并提供符合规程的工艺验证和向监管部门提交的监管支持文件 (RSF)。

此外，Fast Trak Training & Education 团队为生物工艺开发和生产的所有关键方面提供高级实践培训。

ÄKTA avant 的流速和压力规格支持 BioProcess 填料，例如 MabSelect™ 和 Capto。这些新一代填料在高流速下提供了更高的动态结合载量。将 ÄKTA avant 与 BioProcess 填料结合使用，可以减少工艺时间，提高生产率，并易于放大。

层析柱

Cytiva 提供了可用于 ÄKTA avant 的各种预装柱，包括 HiTrap™、HiPrep™、HiLoad™ 和 HiScreen 层析柱。除了预装柱之外，HiScale™ 层析空柱可用于工艺开发，AxiChrom 层析柱可用于更大规模的层析试验。

HiScreen 预装柱

HiScreen 层析柱预先装填了各种可靠的 BioProcess™ 填料，可重复使用，结果重现性高。专为可放大方法优化而设计，HiScreen 层析柱的柱高为 10 cm，可以轻松串联，达到 20 cm 的柱高。为了提供可追溯性，HiScreen 层析柱的标签上预先打印了条形码。为方便起见，这些层析柱可以轻松卡入灵活的层析柱支架中以连接到 ÄKTA avant 系统。

HiScale 层析柱

HiScale 是一款压力稳定型的层析柱，专为工艺开发和制备级层析而设计。层析柱针对 BioProcess 填料进行了优化，并具有多种功能，可实现精确的层析柱装填、易于操作和高重现性。HiScale 层析柱的内径为 10、16、26 和 50 mm，长度为 20 和 40 cm。

AxiChrom 层析柱

AxiChrom 是一个可消毒的层析柱平台，可简化从工艺开发到全面放大生产的所有规模层析柱的处理。ÄKTA avant 150 支持 50 和 70 mm 内径的最小 AxiChrom 层析柱的智能装填 (图 12)。已验证的预编程装填方法可用于确保柱床得到最佳装填，并减少对操作人员的依赖。AxiChrom 层析柱旨在简化层析柱的装填操作。UNICORN 软件引导用户完成方法创建、设置和维护。使用 AxiChrom 层析柱进行放大不仅简单，而且具有高度的可预测性。



图 12. AxiChrom 层析柱提供智能装填、直观处理和可预测的放大。

配件

ÄKTA avant 配件包括用于将层析柱、烧瓶和管路连接到系统的支架和夹具 (图 13)。对于 HiTrap 层析柱，层析柱支架杆可同时固定多达五个层析柱。更小的层析柱，例如 HiScreen，很容易卡入灵活的层析柱支架中。有关配件的列表，请参见 [订购信息](#)。



图 13. ÄKTA avant 配件包括用于将层析柱、烧瓶和管路连接到系统的支架和夹具。

系统规格

| | |
|----------------|----------------------|
| 控制系统 | UNICORN 7 |
| 尺寸 (宽 × 高 × 深) | 860 × 660 × 710 mm |
| 重量 (不包括计算机) | 116 kg |
| 电源 | 100–240 V, ~50–60 Hz |
| 功耗 | 800 VA |
| 外壳防护等级 | IP 21, 湿侧 IP 22 |

系统泵

| | |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 泵类型 | 计量型柱塞泵 |
| 流速范围 | ÄKTA avant 25: 0.001 到 25 mL/min (正常范围) 0.001 到 50 mL/min (装柱模式流速) ÄKTA avant 150: 0.01 到 150 mL/min (正常范围) 0.01 到 300 mL/min (装柱模式流速) |
| 压力范围 | ÄKTA avant 25: 0 到 20 MPa (200 bar, 2900 psi) ÄKTA avant 150: 0 到 5 MPa (50 bar, 725 psi) |
| 粘度范围 | ÄKTA avant 25: 0.35 到 10 cP ÄKTA avant 150: 0.35 到 5 cP |

样品泵

| | |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 泵类型 | 计量型柱塞泵 |
| 流速范围 | ÅKTA avant 25: 0.01 到 50 mL/min ÅKTA avant 150: 0.01 到 150 mL/min |
| 压力范围 | ÅKTA avant 25: 0 到 10 MPa (100 bar, 1450 psi) ÅKTA avant 150: 0 到 5 MPa (50 bar, 725 psi) |
| 粘度范围 | 0.7 到 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 | 带有磁力搅拌器的腔室 |
| 混合器容积 | ÅKTA avant 25: 0.6、1.4 (标配) 或 5 mL ÅKTA avant 150: 1.4 (标配)、5 (随附于系统) 或 15 mL |
| 梯度流速范围 | 二元: ÅKTA avant 25: 0.25 到 25 mL/min ÅKTA avant 150: 1.0 到 150 mL/min 四元: ÅKTA avant 25: 0.5 到 25 mL/min ÅKTA avant 150: 2 到 40 mL/min |
| 梯度合成准确度 | 二元: ± 0.6% 四元: ± 1% |

阀门

| | |
|---------------------|----------------------------------------------------------------|
| 类型 | 转子阀 (四元阀除外) |
| 四元阀 ¹ 类型 | 4 端口电磁驱动膜片阀 |
| 可选阀门 ² | 系统机箱中最多可安装三个可选阀门 (第二个入口自动阀、Loop 环阀、多用途阀、第二个五柱位阀、额外出口阀、额外入口自动阀) |

入口数量

| | |
|------|----------------|
| 入口 A | 7 个, 可扩展到 14 个 |
| 入口 B | 7 个, 可扩展到 14 个 |
| 样品入口 | 7 个, 可扩展到 14 个 |
| 四元入口 | 4 个 |

出口阀

| | |
|------|-----------------|
| 出口数量 | 10 个, 可扩展到 32 个 |
|------|-----------------|

集成组分收集器³

| | |
|-------------------|-----------------------------------------------------------|
| 组分数量 | 最高 576 个 (6 个 96 孔深孔板) |
| 容器类型 | 3、5、8、15 或 50 mL 试管, 24、48 或 96 孔深孔板, 250 mL 瓶 |
| 组分体积 | ÅKTA avant 25: 0.1 到 250 mL ÅKTA avant 150: 1 到 250 mL |
| 无溢出模式 | ÅKTA avant 25: DropSync 或储液槽 ÅKTA avant 150: 储液槽 |
| 制冷规格 | 6°C 到 20°C, 温度控制 |
| 易燃液体收集 | 否 |
| 延迟体积 (紫外 - 收集器滴头) | ÅKTA avant 25: 518 µl ÅKTA avant 150: 1807 µl |

传感器和监测器

压力和空气传感器

| | |
|----------|-------------------|
| 压力传感器的位置 | 系统泵、样品泵、层析柱前和层析柱后 |
| 空气传感器的位置 | 入口 A、入口 B 和样品入口 |
| 可选位置 | 样品入口阀前, 进样阀后 |
| 传感原理 | 超声 |

紫外监测器 U9-M

| | |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 波长范围 | 190 至 700 nm, 步进为 1 nm, 多达三种波长同时监测 |
| 吸光度范围 | -6 到 6 AU |
| 分辨率 | 0.001 mAU |
| 线性 | ±2%, 在 0-2 AU 范围内 |
| 漂移 | ≤ 0.2 mAU; AU/h, 280 nm 时, 2 mm 流通池 |
| 噪声 | < 0.08 mAU |
| 工作压力 | 0 到 2 MPa (20 bar, 290 psi) |
| 流通池 | 标配: 光径长 2 mm, 池体积 2 µl 选配: 光径长 10 mm, 池体积 8 µl 光径长 0.5 mm, 池体积 1 µl |
| 灯工作寿命 | > 5000 小时 |

¹ 不建议将四元阀用于有机溶剂。

² 使用扩展盒 29110806, 最多可在系统机箱外安装三个可选模块, 总共支持 6 个可选模块。

³ 出于安全原因, 组分收集过程中组分收集器中不得使用有机溶剂。

电导率监测器

| | |
|---------|----------------------------------------------|
| 电导率读值范围 | 0.01 到 999.99 mS/cm |
| 准确度 | ±0.01 mS/cm 或±2%，以较大者为准（在 0.3 和 300 mS/cm 内） |
| 工作压力 | 0 到 5 MPa (50 bar, 725 psi) |
| 流通池体积 | 22 µl |

温度监测器

| | |
|------|-------------------------|
| 读值范围 | 0°C 到 99°C |
| 准确度 | ± 1.5°C, 4°C 到 45°C 范围内 |

pH 监测器

| | |
|---------|-----------------------------|
| pH 读值范围 | 0 到 14 |
| 准确度 | ± 0.1 pH 单位 (pH 2 到 12 范围内) |
| 工作压力 | 0 到 0.5 MPa (5 bar, 72 psi) |

可选组件

第二紫外监测器 U9-L

| | |
|-------|--------------------------------------------------|
| 波长范围 | 280 nm |
| 流通池 | 可选光径长 2 mm 池体积 2 µl 可选光径长 5 mm 池体积 6 µl |
| 分辨率 | 0.001 mAU |
| 线性 | ± 5%，在 0-2 AU 范围内 |
| 漂移 | ≤ 0.2 mAU; AU/h, 2 mm流通池 |
| 噪声 | < 0.1 mAU |
| 灯工作寿命 | > 10 000 小时 |

第二电导率监测器

请参见系统规格下的电导率监测器规范

第二组分收集器 F9-R

| | |
|----------------|-----------------------------------------------------------|
| 组分数量 | 每个组分收集器最多 175 个 |
| 收集管类型 | 175 个 (3 mL 试管) 95 个 (8 或 15 mL 试管) 40 个 (50 mL 试管) |
| 组分体积 | 0.1 到 50 mL |
| 无溢出模式 | DropSync |
| 易燃液体收集 | 是 |
| 尺寸 (宽 × 高 × 深) | 320 × 250 × 400 mm |
| 重量 | 5 kg |
| 延迟体积 | 根据紫外收集器和组分收集器之间的管路长度和组件体积计算, 参见用户手册 |

I/O-box E9

| | |
|------------|--------------------------------------|
| I/O-box 数量 | 2 |
| 每个盒子的接口数量 | 2 个模拟输入, 2 个模拟输出 4 个数字输入, 4 个数字输出 |
| 模拟范围 | 输入 ± 2 V 输出 ± 1 V |

订购信息

| 系统和软件 ^{1, 2} | 产品代码 |
|-----------------------------------------------------|----------|
| ÅKTA avant 25 | 28930842 |
| ÅKTA avant 150 | 28976337 |
| ÅKTA avant 25/150 用户手册 ³ | 29035184 |
| ÅKTA avant 的 UNICORN 7 Workstation 工作站许可证 | 29128120 |
| UNICORN 7 Remote 远程许可证 | 29115426 |
| UNICORN 7 Dry 独立许可证 | 29115427 |
| UNICORN 7 DoE Concurrent 实验设计并发许可证 ⁴ | 29115440 |
| UNICORN 7 Standalone Evaluation 独立结果分析许可证 | 29115454 |
| UNICORN 7 Evaluation Classic 经典结果分析许可证 ⁴ | 29115456 |
| UNICORN 7 Column Logbook 层析柱日志许可证 ⁴ | 29115441 |

可选组件

适用于 ÅKTA avant 25 的可选阀门

| 产品代码 | |
|-----------------------|----------|
| 第二个五柱位阀 V9-C2 | 28957236 |
| 第二个入口自动阀 V9-A2 | 28957221 |
| 第二个入口自动阀 V9-B2 | 28957223 |
| 入口自动阀 V9-X1 | 28957227 |
| 入口自动阀 V9-X2 | 28957234 |
| 第二个样品入口阀 V9-S2 (样品入口) | 28957225 |
| 第二个出口阀 V9-O2 | 28957238 |
| 第三个出口阀 V9-O3 | 28957240 |
| Loop 环阀套件 V9-L | 29011358 |
| 多用途阀 V9-V | 29011353 |

¹ 计算机单独订购。

² 如需 UNICORN 升级包, 请联系您当地的 Cytiva 代表。

³ ÅKTA avant 用户手册的电子版本随系统一起在 DVD 上提供。

⁴ 许可证包含在产品代码 29128120 中。

适用于 ÄKTA avant 150 的可选阀门

| | |
|------------------------|----------|
| 第二个五柱位阀 V9H-C2 | 28979330 |
| 第二个入口自动阀 V9H-A2 | 28979303 |
| 第二个入口自动阀 V9H-B2 | 28979315 |
| 入口自动阀 V9H-X1 | 28979326 |
| 入口自动阀 V9H-X2 | 28979328 |
| 第二个入口自动阀 V9H-S2 (样品入口) | 28979320 |
| 第二个出口阀 V9H-O2 | 28979332 |
| 第三个出口阀 V9H-O3 | 28979337 |
| Loop环阀套件 V9H-L | 29090689 |
| 多用途阀 V9H-V | 29090691 |

可选监测器与传感器

| | |
|-------------------------------------------|----------|
| 第二个紫外监测器 U9-L ⁵ | 29011360 |
| 紫外流通池 2 mm, 适用于 U9-L | 29011325 |
| 紫外流通池 5 mm, 适用于 U9-L | 18112824 |
| 紫外流通池 U9-0.5, 0.5 mm, 适用于 U9-M | 28979386 |
| 紫外流通池 U9-2, 2 mm, 适用于 U9-M (随附于 U9-M 的系统) | 28979380 |
| 紫外流通池 U9-10, 10 mm, 适用于 U9-M | 28956378 |
| 第二个电导率监测器 C9n | 29011363 |
| 空气传感器 L9-1.2 mm ⁶ | 28956502 |
| 空气传感器 L9-1.5 mm ⁶ | 28956500 |
| 空气传感器适配器 | 28956342 |

可选组件

| 组分收集器 | 产品代码 |
|--------------------------------|----------|
| 组分收集器 F9-R | 29011362 |
| 具有 175 个位置的管架, 用于 12 mm 试管、管支架 | 19868403 |
| 用于 12 mm 试管的管支架 (100 个) | 18852201 |
| 具有 95 个位置的管架, 用于 10-18 mm 试管 | 18305003 |
| 具有 40 个位置的管架, 用于 30 mm 试管 | 18112467 |

| I/O-box E9 | 产品代码 |
|------------|----------|
| I/O-box E9 | 29011361 |

| Real-time unit | 产品代码 |
|---------------------|----------|
| Real-time unit 实时单元 | 29285868 |

配件 产品代码

| 管架 | 产品代码 |
|----------------------------------|----------|
| 管架托盘, 最多可容纳 6 个管架 | 28954209 |
| 管架, 可容纳 6 个 50 mL 试管 (2 个) | 28956402 |
| 管架, 可容纳 15 个 15 mL 试管 (2 个) | 28956404 |
| 管架, 可容纳 24 个 8 mL 试管 (2 个) | 28956425 |
| 管架, 可容纳 40 个 3 mL 试管 (2 个) | 28956427 |
| 管架, 可容纳 40 个 5 mL 试管 (2 个) | 29133422 |
| 管架, 可容纳 96 孔、48 孔或 24 孔深孔板 (2 个) | 28954212 |
| 试管搁板, 可容纳 55 个 50 mL 试管 | 28980319 |
| 收集瓶搁板, 可容纳 18 个 250 mL 的收集瓶 | 28981873 |

适用于 ÄKTA avant 25 的管路套件

| | |
|----------------------------------------|----------|
| 替换管路套件 | 28956606 |
| 样品入口阀的管路套件(内径0.75 mm, 包含7个入口) | 28957217 |
| 入口管路套件, 适用于 5 个入口 | 28957215 |
| 出口管路套件, 适用于 10 个出口, 内径1.0 mm | 28957219 |
| 系统泵和样品泵润洗管套件 (适用于 ÄKTA avant 25 和 150) | 28956504 |

适用于 ÄKTA avant 150 的管路套件

| | |
|------------------------------------------|----------|
| 替换管路套件 | 28979446 |
| 管路套件, 适用于 10 个入口 (FEP 内径2.9 mm, 外径3/16") | 28980987 |
| 管路套件, 适用于 10 个入口 (FEP 内径1.6 mm, 外径 1/8") | 28980984 |

条形码标签

| | |
|-------------------------|----------|
| UniTag (1 页, 带 108 个标签) | 28956491 |
|-------------------------|----------|

支架⁷

| | |
|-------------------------------------------|----------|
| 层析柱和瓶架, 外径 10-50 mm | 28956282 |
| 层析柱支架杆 | 28956270 |
| 层析柱夹, 外径 10-21 mm | 28956319 |
| 线轴管路支架适用于小管路 (外径1/8" 和更小) | 28956274 |
| 线轴管路支架适用于大管路 (外径3/16"), ÄKTA avant 150 专用 | 29014283 |
| 管路支架, 梳子 | 28956286 |
| 瓶子和空气传感器支架 | 28956327 |
| 灵活的层析柱支架 | 28956295 |
| 多用途支架 | 29011349 |
| 导轨延伸件 | 29011352 |
| 带 5 个 10 mL 样品环的样品环支架 | 29011350 |
| 扩展盒 | 29110806 |

⁵ 流通池按单独的产品代码订购。

⁶ 1.5 mm 的空气传感器放置在 A、B、Q 和样品入口的入口阀之前; 当使用 0.75 mm 管路时, 1.2 mm 空气传感器的位置在进样阀之后或样品入口阀之前。

⁷ 如需了解更多关于 HiScreen、HiTrap、HiPrep 和 HiLoad 预装柱的信息, 请访问 cytiva.com/purify。

cytiva.com/aktaavant

有关当地办事处的联系信息, 请访问 cytiva.com/contact

Cytiva 和 Drop 标志是 Global Life Sciences IP Holdco LLC 或其附属公司的商标。ÄKTA、AxiChrom、BioProcess、Capto、HiLoad、HiPrep、HiScale、HiScreen、HiTrap、MabSelect、MabSelect SuRe、Superloop 和 UNICORN 是 Global Life Sciences Solutions USA LLC 或作为 Cytiva 开展业务的附属公司的商标。

UNICORN 软件的任何使用都受生命科学软件产品的 Cytiva 标准软件最终用户许可协议的约束。本标准软件最终用户许可协议的副本可根据要求提供。

© 2009-2020 Cytiva。

所有商品和服务的销售均应遵守 Cytiva 业务范围内的供应公司的销售条款和条件。如有要求, 可提供这些条款和条件的副本。有关最新信息, 请联系您当地的 Cytiva 代表。

CY17318-10Nov20-DF

