

VAISALA

制药和生物技术制造过程中的液体浓度测量

用于改进现场过程的电子书

www.vaisala.cn



目录

简介	3	制药和生物技术行业的示例应用	8
用于批量和连续制造 (CM) 的过程分析技术 (PAT)	4	药用活性成分 (API)	9
过程分析技术 (PAT)	4	利用蔗糖密度梯度进行疫苗纯化	10
智能仪表	4	药物发酵.....	12
智能测量结果.....	5	客户评价.....	14
理想的 PAT 工具	5	维萨拉 K-PATENTS 制药折光仪 PR-43-PC.....	15
选择用于制药和生物技术制造的在线液体测量设备时要考虑的六大重要事项.....	6	基于折射率 (RI) 的可靠测量	15
1.在线测量	6	折射率RI原理简述	15
2.文档	6	系统的工作原理.....	16
3.电子数据获取和存储.....	6	高度准确的浓度测量	18
4.可扩展性.....	6	制药合规性 CFR FDA 21 第 11 部分	18
5.制药级接触材料.....	6	获得了 3A 和 EHEDG 认证.....	19
6.NIST 可追溯的校准和计量以及仪表验证	7		
维萨拉 K-PATENTS 制药型折光仪 PR-43-PC	7		

简介

本电子书面向所有参与创造、开发和制造药物和其他疗法的制药和生物技术专业人员。

目前，制药生产正在从批量加工向连续加工转变。因此，除了离线测试方法外，过程分析技术（PAT）还支持实时质量测试。

在本电子书中，我们介绍了制药公司在连续和批量生产过程中监测关键质量特性的新方法，重点介绍了该方法能够缩短生产周期时间、提高生产能力、防止产生不良品和消除人为错误，以确保产品的安全性、一致性和高品质，并将偏差降低。我们还将介绍一种新的液体测量技术及其优点、客户评价和应用。

请联系我们的专业团队，了解我们的全部产品和服务，并商讨我们该如何帮助您改进工艺流程和应用。



联系

邮箱 chinasales@vaisala.com

电话 +86 400 810 0126 (中国)



用于批量和连续制造 (CM) 的过程分析技术 (PAT)

批量制造仍然是常用的制药生产方法，因为它经过了产品质量可追溯性验证测试。在一个批次的每个步骤完成后且下一个批次开始之前，可以轻松找到并解决质量问题。

不过，只要是能采用连续制造的工艺，连续制造就会因其明显的优势而越来越受欢迎，其中显著的好处包括可以连续制造质量一致的产品以及更容易扩大规模。此外，连续制造的速度更快，成本更低。据美国食品和药物管理局 (FDA) 估计，如果采用连续制造方法生产某种药物大约需要一天，那么采用批量制造方法生产同一药物则需要长达 30 天。在可能位于不同国家/地区的设施之间转移批次会显著增加人为错误的风险，多次转移会造成极大的污染风险，当然也会耗费时间。

过程分析技术 (PAT)

FDA 支持开发并实施原料药的连续制造，同时过程分析技术 (PAT) 作为另一个促进创新和支持效率提升的重要举措，它为药物研发、生产和质量保障提供了框架。一个重要的 PAT 原则是需要充分理解工艺。这一原则背后的概念是，如果制药公司从开发一开始就能充分了解工艺过程，便

可以支持设计稳健的生产工艺，并可以减少规模扩大工作和缩短交付周期。

PAT 鼓励将科技进步、工程原理与技术应用于制药过程，并借此在制药过程中实现持续、实时的质量控制。了解工艺过程是高效生产优质产品的关键。

智能仪表

PAT 准则规定，要实现安全高效的连续制造，需要使用智能仪器从过程中不断收集数据，在不引入污染物的前提下进行持续测量，从而全面了解制药过程。

维萨拉在线折光仪专为满足这一需求而设计，在其设计中考虑了制药行业的特定工艺要求。

准确地在在线测量液体浓度，测量结果可靠且可重复，它们还提供即时过程数据，这些数据可以整合到控制系统中以构建控制策略。此外，这些智能测量设备稳定，不需要定期维修或校准。

可靠的数字测量仪器（例如采用折射率技术的维萨拉在线折光仪）与实验室测量设备一样准确，同时还具有持续测量的优点，并且能够将数据反馈到控制系统，当检测到过程中发生突然的计划外变化时，控制系统可以发出警报。

在线折光仪甚至可以在生产过程中即时捕获与规范的轻微偏差，使过程操作员能够立即做出反应并采取纠正措施，以防止偏差升级，以致于引发质量问题以及导致花费金钱和时间进行召回。维萨拉的智能测量设备提供持续、实时的参数检测，这意味着可以在生产过程中确保产品品质、安全性和有效性。



维萨拉 K-PATENTS® 制药折光仪 PR-43-PC

智能测量结果

智能测量仪表提供的持续过程反馈和数据对于了解工艺过程大有裨益。它可减轻验证负担，因为可以通过持续的参数测量来确保产品品质，使用经过验证的过程中测量、测试、控制和过程终点将会对过程进行持续监测、评估和调整。

维萨拉在线折光仪支持批量和连续制造，并为这两种生产过程带来明确的益处。

理想的 PAT 工具

维萨拉 K PATENTS 制药型折光仪 PR-43-PC 是一种理想的 PAT 工具，借助此工具，制造商能够：

- 缩短生产周期时间
- 防止产生不良品、废品和再加工
- 提高自动化程度，从而提高操作员的安全性，并将数据整合到控制系统中
- 使用当前过程条件的实时数据提高对过程的了解
- 减少人为错误
- 提高材料和能源效率
- 提高生产能力
- 持续生产质量一致、稳定的产品

在下一节中阅读更多内容：

[选择用于制药和生物技术制造的在线液体测量仪表时要考虑的六大重要事项](#)



选择用于制药和生物技术制造的在线液体测量设备时要考虑的六大重要事项

用于过程设计、扩大规模、参数控制、故障排除和工艺优化以及质量控制和成本节约的实时数据。

1. 在线测量

在线原位测量设备无延迟地连续测量浓度，无需消耗被测量的物质即可立即指示工艺过程条件的变化。另外，这些设备是在实际工艺条件下实时进行测量，没有稀释或改变浓度，而采样测量在过程中很可能稀释或改变浓度。实时测量技术促进企业进行连续生产，而这又会提高生产效率和盈利能力，保障稳定的终产品质量，同时减少浪费和生产停摆时间。

2. 文档

在制药行业中，记录是质量保证和质量控制系统中必不可少的环节。整个鉴定过程也必须完整记录下来。

测量设备的安装确认 (IQ)、操作确认 (OQ) 和性能确认 (PQ) 协议记录确认已订购、交付和安装正确的工艺设备型号和零件。它还确保设备满足性能规格，可以使用选定的测量方法可靠地测量典型样本。如果供应商没有提供合格的

验证文件，买方完成设备验证的过程可能会很复杂，并且非常耗时。

3. 电子数据获取和存储

除了以数字方式存储其生产记录外，制药公司还必须通过能够记录所有活动的系统来控制仅被授权个人可以访问测量系统，从而限制对测量系统的访问，保证数据的安全。

4. 可扩展性

药物首先在实验室中开发和配制，然后逐渐增加批量进行放大生产，直到达到商业规模。例如，这些中间阶段包括中试生产，以模拟全规模生产并为临床试验和商业规模生产制造足够的产品量。

选择合适的测量设备对于确保药厂能够在开发和生产的每个阶段（从研发到中试生产再到全规模生产）使用相同的测量仪表至关重要。这可避免由于早期测试阶段的结果不能代表工艺规模设计而导致生产延迟的风险。测量目标是连续监测全规模生产过程。

5. 制药级接触材料

在生产过程中与药物或原材料接触的任何设备必须被批准用于运行特定场合，必须符合接触相容性要求。选择符合卫生设计并且可以耐受化学物质和工艺清洗程序的测量设备可确保设备不会将风险或污染物引入工艺过程。

适合制药工艺过程的测量设备具有以下特点：

- 经认证的卫生型接触材料，例如不锈钢 316L
- 符合生物相容性标准的垫片材料（根据 USP 第 VI 类电抛光产品接触面光洁度）
- 产品表面粗糙度上限 Ra 为 0.38 μ m 或 15 微英寸
- 加工或机加工中不使用动物源性成分 (ADI)
- 符合 CIP 和 SIP 清洁标准。

6. NIST 可追溯的校准和计量以及仪表验证

根据设计用于确保正常制造性能的书面质量计划，所有自动执行的机械和电子测量设备必须进行校准和检查。

可追溯的测量仪表采用当前国际上对可追溯性的定义，可提供测量结果满足监管机构的准确度要求的认证文件 - 例如，美国国家标准与技术协会 (NIST) 制定的相关标准。NIST 可追溯的校准是一项保证计划，用于认证某个制造商完全有能力按照 NIST 标准校准设备，且该制造商提供的所有产品均符合这些标准。

验证过程确保设备按照规定的规范正常运行。当仪表的校准验证与国际标准（如 NIST）相符时便可获得有效的结果，同时也确保了可追溯性。此外，测量设备的校准和计量可追溯性应该简单易行，方便现场操作。

维萨拉 K-PATENTS 制药型折光仪 PR-43-PC

维萨拉 K-PATENTS 制药型折光仪 PR-43-PC 是一种使用折射率测量技术的在线测量设备，支持药物开发和生产以及生物技术的工艺过程。维萨拉 K-PATENTS 制药型折光仪可用于：

- 工艺过程评估、验证和故障排除
- 收集数据，通过不同实验和操作了解工艺过程
- 识别独特的过程模式 - 放大规模过程中基准参考，用于确认工艺过程按设计要求运行，确保过程等效
- 监测中试和全规模生产，同时监测溶剂、原料和成品的浓度和纯度
- 监测物料混匀操作，获得正确的反应物配比 - 维萨拉 K-PATENTS 制药型折光仪可以跟踪反应程度并分析不同溶剂及其对工艺过程的适用性
- 确定结晶过程中的过饱和点。

此外，维萨拉 K-PATENTS 制药型折光仪可以将数据发送到控制系统 (DCS) 开发自动控制策略，使工艺过程标准化并实现质量一致，防止批次差异，减少生产时间和成本，提高产量并确保产品安全性。

在线测量折射率 (RI) 有助于在放大生产规模期间即时识别问题并缩短开发时间。

了解更多信息：

[维萨拉 K-PATENTS 制药型折光仪。基于折射率 \(RI\) 的可靠测量。系统的工作原理](#)



制药和生物技术行业的示例应用

维萨拉 K PATENTS 制药型折光仪专为制药和生物技术工艺过程而设计。该设备符合制药行业标准和准则，包括 PAT、GMP、CIP/SIP 和验证。

一般来说，监测 折射率RI 可增强工作人员对工艺条件的了解，缩短药物开发时间，提高生产能力和稳定性，改善产品质量，并且遵从相关法规要求。制药商需要展示从药物研发到量产的工艺过程验证；这可以通过折射率 RI 测量来实现，该测量提供了一个过程模式，可用于多种规模的验证。

所有溶液都具有一个特定的折射率 RI 值，该值将随着反应过程的继续进行而发生变化。这意味着折射率RI 监测可以观察反应和提取过程的情况并识别化学成分。因此，可以利用 折射率RI 的变化来跟踪反应的进展情况，以及确定终点。例如，如果从植物之类的自然材料提取产品，则可以利用 折射率 RI 测量结果来确定停止提取过程的理想时间。

折射率RI 监测还适用于需要执行溶剂交换以便促进蒸馏之类的后续过程的过程，因为它有助于在过程的各个步骤中保持原始溶剂和交换溶剂的正确比例。

典型应用

- 制药化学品：乙酰水杨酸、葡萄糖酸钙、甘油磷酸酯、水合氯醛、糖精、抗组胺剂、镇静剂、抗丝虫病药、枸橼酸乙胺嗪、抗糖尿病药等
- 药用活性成分：活性物质、赋形剂、中间体、原料、精细化学品和大宗化学品
- 抗生素：青霉素、链霉素、四环素、氯霉素和抗真菌药
- 血液制品：血液、血浆、血清、输液、氯化钠和葡萄糖
- 蛋白质：蛋白和蛋白缓冲溶液
- 维生素：抗坏血酸、核黄素、维生素 B、维生素 C、泛酸钠等
- 合成激素
- 糖浆：蔗糖的浓缩水溶液
- 植物源性药物：奎宁、马钱子碱和二甲马钱子碱、吐根碱、洋地黄、糖苷和草本提取物
- 疫苗和血清：通过区带离心进行蔗糖密度梯度纯化；转子卸载和分馏，蔗糖溶液
- 酸、碱和溶剂
- 质量控制和测试
- 产品和 CIP 接口：产品/产品接口、产品/ CIP 接口、CIP 流体
- 色谱分离：分馏

药用活性成分 (API)

API 通常是通过液相结晶来生产的。该过程的目的是较大幅度地提高易于加工的高质量纯晶体的产量，同时通过确保良好的粒度分布来避免微小颗粒和过大团块。通过将浓度和温度保持在溶解度曲线或过饱和水平以上，可以实现这一目的。折射率 RI 连续监测浓度为结晶控制带来了益处，因为这种方法不受晶体或气泡的影响，因此可以实现母液浓度的选择性监测。通过监测母液饱和度和，还可以确定理想晶种点。

通常需要用溶剂清洗生成的晶体，以便从滤饼中去除杂质和残余母液。必须仔细对这一过程进行控制，以便较大幅度提高产量和避免产品溶解。通过监测滤液的RI，可以确定滤饼清洗的结束点，这有助于尽量提高产出、节省时间并避免使用过多的溶剂。这些测量还支持区分不同的溶剂，以及通过API浓度区分清洁的溶剂和饱和的溶剂。这意味着在清洗过程结束时，如果折射率 RI 值与纯溶剂值相比更接近饱和值，则部分产品一定是已经被清洗出来，表明需要进行工艺过程修正。

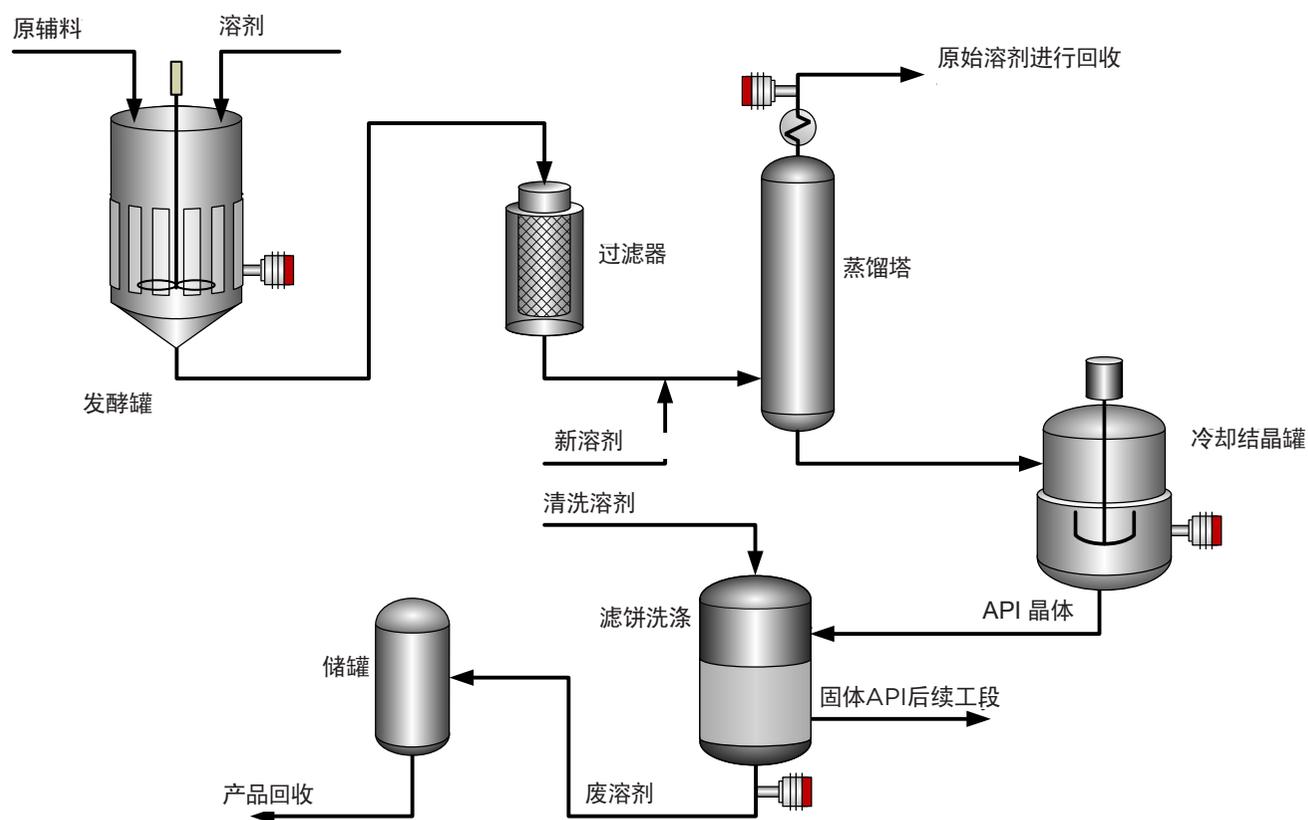


图 7. 药用活性成分 (API) 的开发和生产

利用蔗糖密度梯度进行疫苗纯化

病毒疫苗的制造过程是，首先通过基于鸡胚或细胞培养的工艺过程来培育病毒。然后对病毒进行灭活或减毒、浓缩和纯化，最后与其他成分混合制成疫苗制剂。

纯化是重要的工序之一，因为它可以去除来自宿主细胞或培养基的杂质，确保终产品的安全性和功效。这也是疫苗制造过程中成本较高的工序之一。

在大规模生产中，广泛运用蔗糖密度梯度离心法进行病毒纯化和浓缩。这种方法传统上用于生产流感疫苗，但也可用于纯化其他病毒。

在蔗糖密度梯度离心分离过程中，病毒和杂质的分离可以采用基于颗粒大小差异区带离心法，也可以采用基于颗粒密度差异的等密度区带离心法，或者组合使用这两种方法。

病毒的浓缩和纯化在离心机中进行，离心机是一个特殊的腔室，通过转子高速运动，在离心力的作用下分离混合物。由蔗糖溶液组成的密度梯度首先加载到转子中。密度梯度的浓度范围经过精心选择以覆盖期望分离的部分。接下来将转子加速。离心力形成区带式密度梯度，各个区带中的蔗糖浓度从 0% 到 60% 逐渐增大。然后将含有病毒的液体装入离心机。样本中的病毒颗粒沿密度梯度移动，并根据其沉降

速率或密度差异分离至相应区带。例如，在等密度离心分离中，颗粒将会移动到其密度等于溶液密度（浮力密度）的位置。该操作称为等密度区带离心，因为得到的是具有稳定密度区带的溶液。

在运行结束时，离心机内的转子减速至停止，区带可随时卸载。通过使用在线折光仪测量折射率RI 或糖度的变化，可以轻松实现不同组分的分离，该过程提供实时读数，有助于识别和收集富含病毒的组分。

病毒纯化后，制造过程继续进行，包括配制、质量测试、灌装和最终分销。



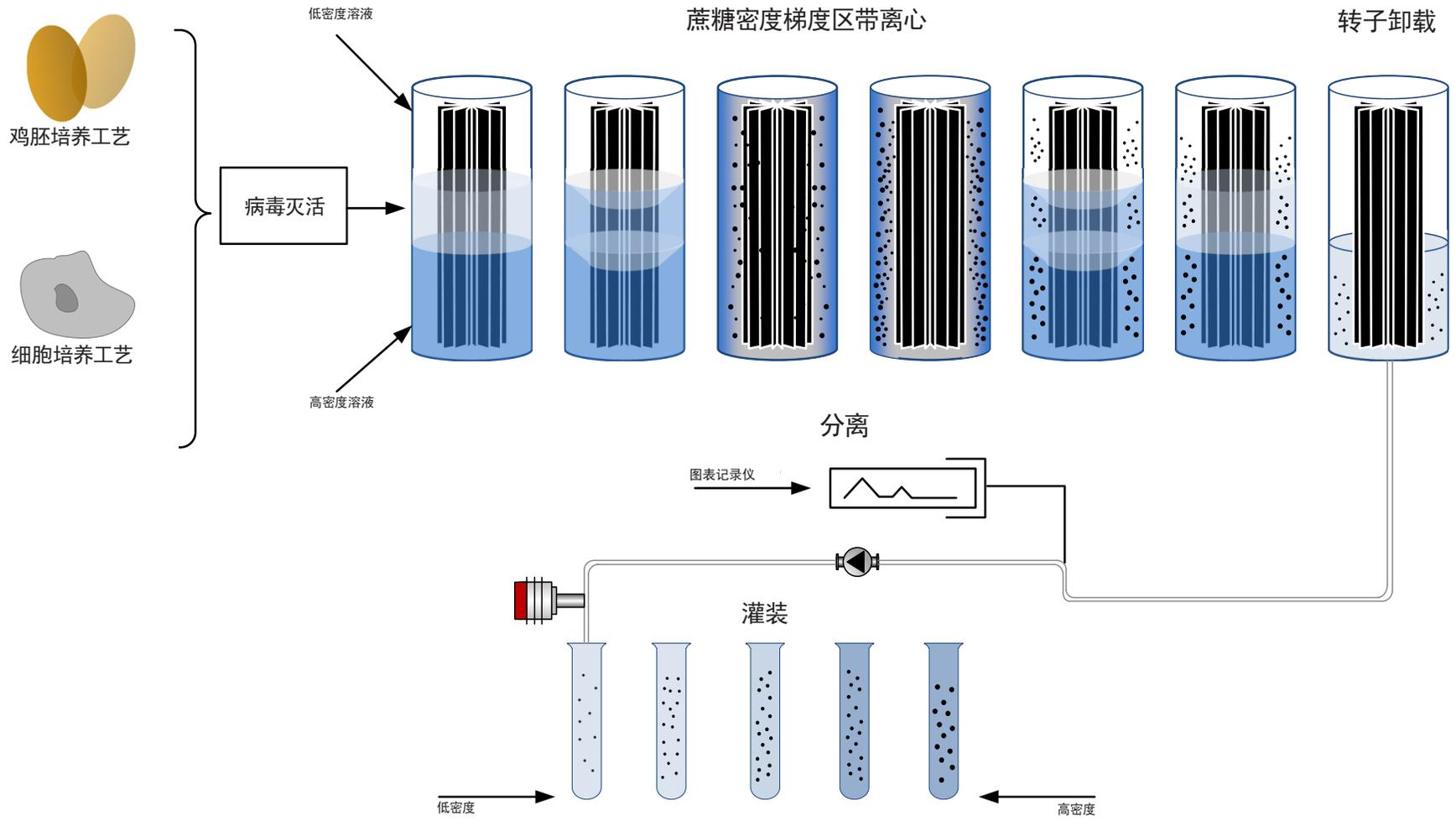


图 2. 疫苗生产工艺流程

药物发酵

药物发酵是生产各种产品的基础，例如抗生素、激素、疫苗和特殊蛋白。

生物技术工艺过程（例如发酵）对于 API 的制造变得越来越重要。在制药行业，实现过程标准化和自动化以满足一致质量的要求、加快开发和生产时间、提高产量和降低成本至关重要。

发酵是有机材料的代谢过程，在这个过程中，有机材料通过微生物的作用转化为其他物质。发酵的关键要素是选择正确的菌株和培养基。需要在整个放大生产过程中开发和优化过程条件，以较大限度地提高生产率并减小产品产量的变化。

发酵过程涉及几个阶段，并在严格控制条件下进行。

发酵的第一步是准备培养基。微生物的类型根据生产的产品进行选择。例如，产黄青霉菌用于生产青霉素，谷氨酸棒杆菌用于生产谷氨酸。

各培养基组分按剂量加入到发酵罐中。在这个过程中，培养基是一个重要因素。它经过精心优化，以确保可以轻松被微生物降解并保证细胞的活性。

该反应机制还旨在为种群增长提供理想条件，从而较大限度地提高目标微生物的生产率。

发酵反应（或培养）很慢，可能需要几天时间。在培养期间，培养基中的养分（例如葡萄糖）随着生物质和终产品的产生而耗尽。

在整个反应时间内将监测罐内的浓度，以跟踪发酵程度并检测反应终点。这通常是通过采样和实验室测试来实现的，例如 折射率RI 测量。

下罐后的发酵液，在下游通过各种技术进行加工，以从发酵液中提取、浓缩和纯化主要产品或 API。

维萨拉 K-PATENTS 制药型折光仪 PR-43-PC 在 API 的整个开发和生产过程中提供准确且可重复的折射率测量。

在实验室规模，折光仪用作创建发酵曲线的 PAT 工具。发酵罐内 RI 和培养基浓度之间的相关性是一个宝贵的工具，通过它可实现更大规模的操作并为细胞培养维持活性培养基。反应曲线可确保过程按设计运行，并可用于识别和调查偏差。

在中试和全规模生产中，维萨拉 K-PATENTS 制药型折光仪 PR-43-PC 直接安装在发酵罐中，以提供有关转化率和发酵程度的实时信息。折光仪的连续测量与发酵生长曲线相结合，有助于确定反应终点以及是否需要添加培养基成分。

在线测量减少了采样和实验室测试的需求。折光仪提供以太网和 4-20 mA 输出信号，这些信号可连接到过程控制器以实现发酵罐补料阀的自动控制。维萨拉 K-PATENTS 药物折光仪 PR-43-PC 也是监测和控制上游其他操作的理想选择，例如糖浆稀释或培养基制备。折光仪直接安装在罐中或安装在旁通管路中。

由于采用数字传感技术，维萨拉 K-PATENTS 制药型折光仪 PR-43-PC 的测量很准确，并且在有气泡或悬浮颗粒的情况下不会漂移。该折光仪出厂时已校准，不需要重新校准。此外，使用标准折射率的液体可以很容易进行验证。

当需要多个仪表时，多通道用户界面 (MI) 至多可连接四台折光仪，从而降低投资成本。MI 提供用户身份验证、电子记录、数据记录、事件日志和审计追踪，所有这些都符合制药业要求。

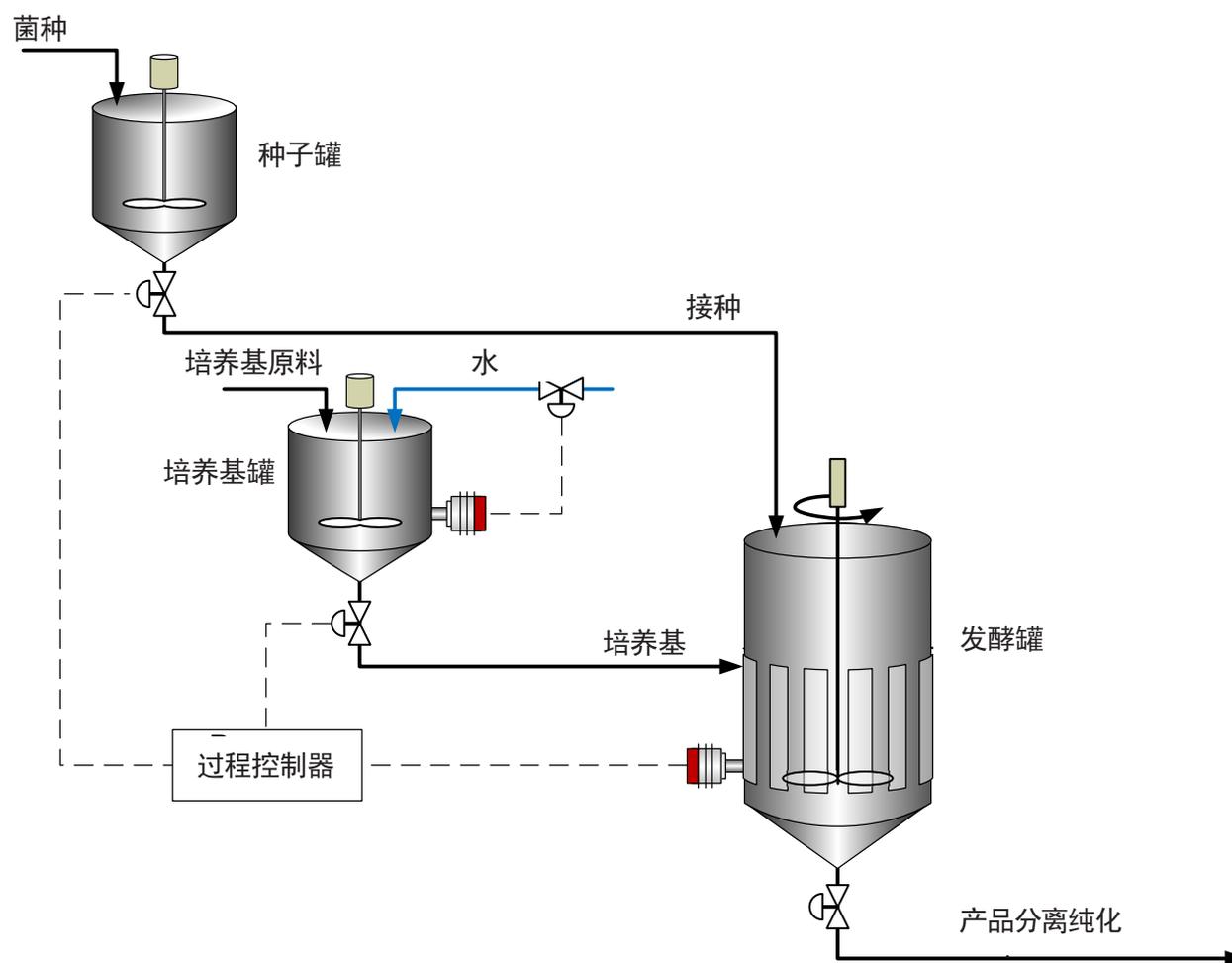
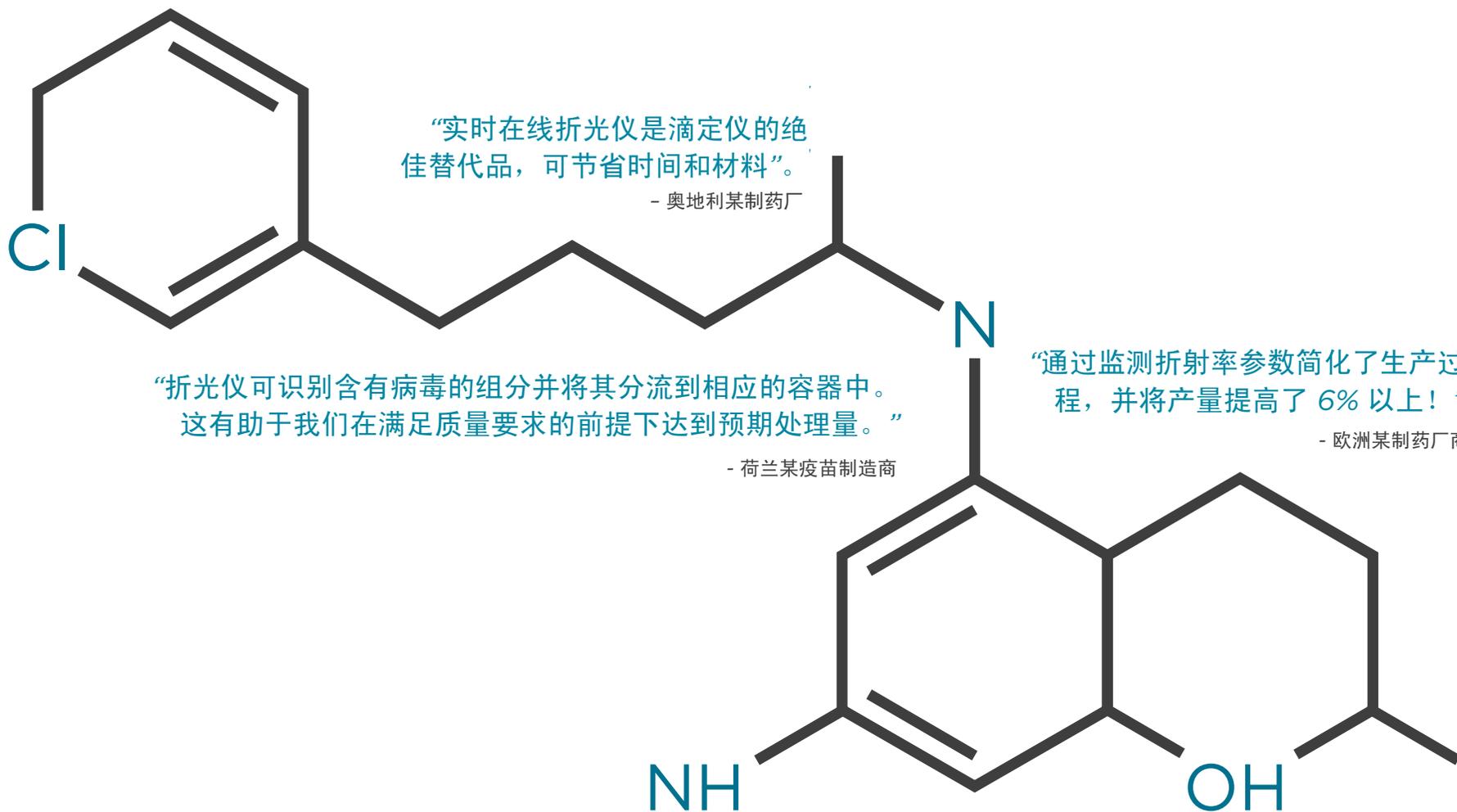


图 3. 发酵

客户评价

制药和生物技术领域已经安装的维萨拉 K-PATENTS 制药型折光仪超过 600 台，相较于其他液体浓度测量设备，许多客户更喜欢维萨拉的在线折光仪。出于保密原因，以下评价进行了匿名处理。



维萨拉 K-PATENTS 制药折光仪 PR-43-PC

基于折射率 (RI) 的可靠测量

维萨拉的在线折光仪是用于大规模商业化生产的智能测量设备, 仅在制药和生物技术行业就有数十种应用。所有维萨拉制药型折光仪的测量都基于折射率 (RI) 原理。

折射率RI原理简述

折射率RI 是光的一种属性。光在不同介质中以不同速度传播。例如, 如果我们将一根吸管放入一杯水中, 吸管在水面处看起来是弯曲的, 但实际上, 当光线照射到水中时, 由于介质发生变化, 光线会发生弯曲。有几个参数会影响弯曲角度, 例如溶液的浓度和温度。

需要注意的是, 弯曲角度不受溶液中颗粒或气泡的影响, 这也是 折射率RI 测量成为制药行业浓度测量工具的原因之一。科学家将 折光率RI 测量视为测量液体浓度的一种理想方式。

事实

气泡、颜色、悬浮的颗粒、流量变化、压力变化、振动或温度骤变都不会影响维萨拉 K-PATENTS折光仪的测量性能。



系统的工作原理

在线折光仪可以通过即时折射率的测量，获得实时溶液浓度的变化。

折光仪内部有一个光源、一个棱镜和一个图像检测器。光源发出的光以不同角度照射到棱镜和溶液界面处。根据角度的不同，有些光线会发生全反射；其余的光被折射到溶液中。由此产生了一个由亮区和暗区组成的光学图像。分界线所对应的入射角被称作全反射临界角。

CCD 检测器获得光学图像，然后逐个像素地将其转换为数字信号。使用数字信号处理来准确定位明暗分界线位置，从而确定液体折射率 (nD)。一个内置的温度传感器测量流经棱镜表面的过程液体温度 (T)。折光仪将 nD 和 T 转换为糖度单位，仪器诊断程序确保测量可靠。

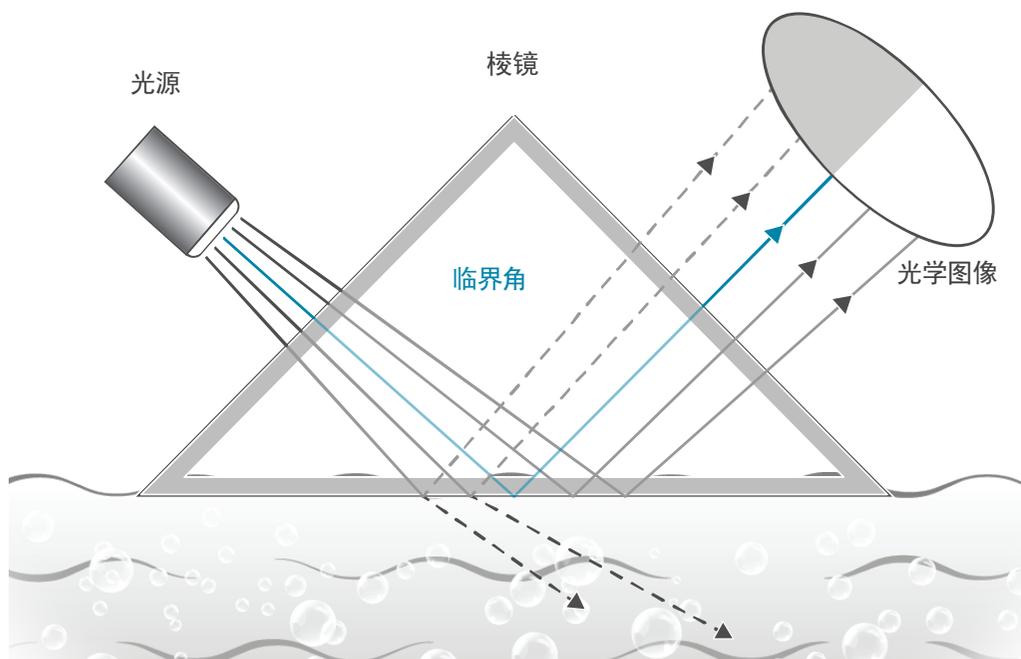


图 4. 临界角测量

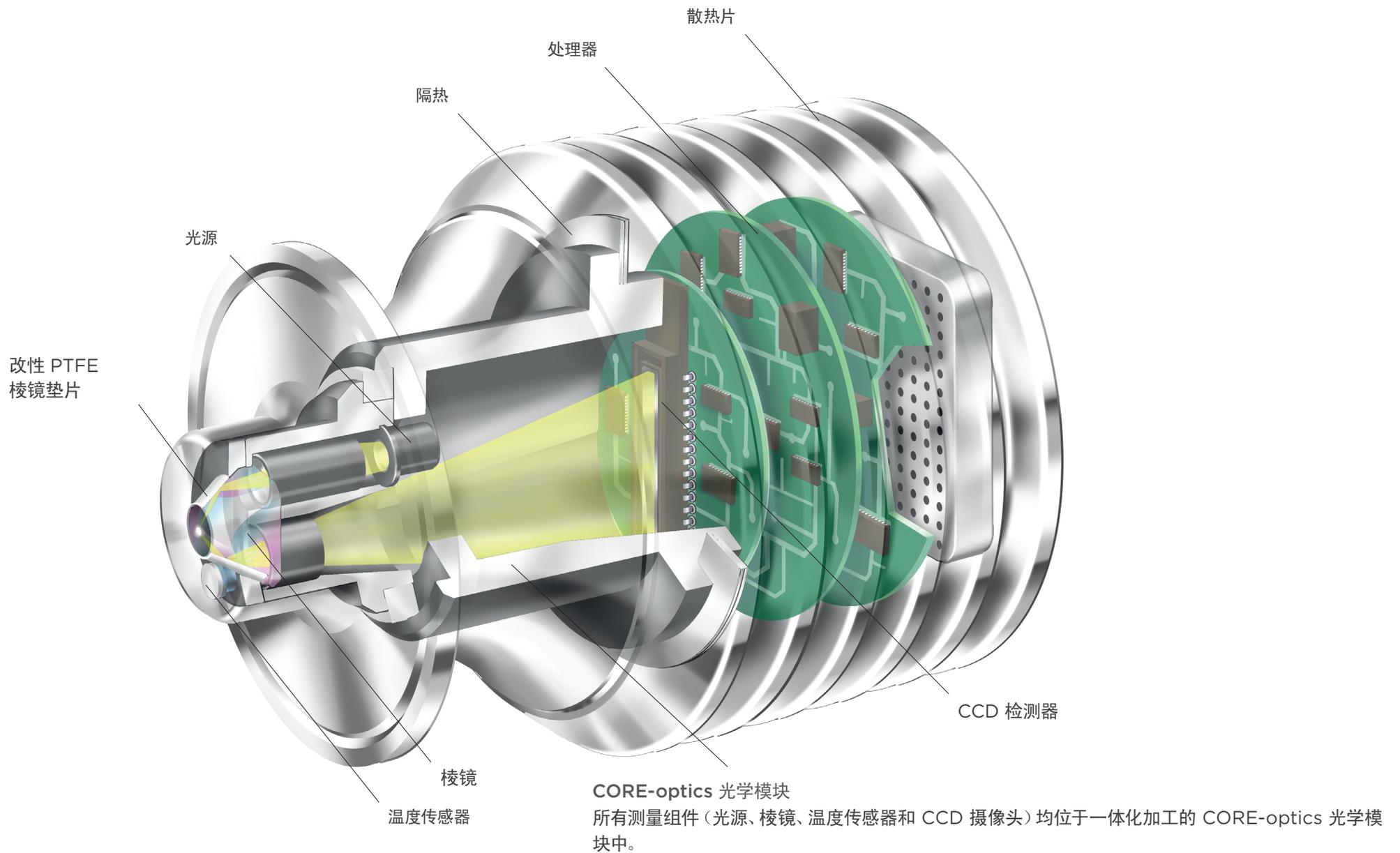


图 5. 维萨拉 K-PATENTS® 卫生型折光仪 PR-43-A 设计

CORE-optics 光学模块的机械结构不受外力和振动的影响。CORE-optics 光学模块不需要机械调整。

高度准确的浓度测量

维萨拉 K-PATENTS 制药型折光仪 PR-43-PC 提供溶液浓度的温度补偿, 作为 4 至 20 mA 直流电流或以太网信号的输出, 涵盖整个浓度范围。该设备内置了与仪表连接的网络页面, 可通过以太网连接进行配置、监测、验证和诊断。此外, 标准以太网通信解决方案允许同时记录数据和连续监测测量值和诊断数据。

制药合规性 CFR FDA 21 第 11 部分

美国联邦法规 (CFR) FDA 21 第 11 部分要求制药公司使用电子 (即软件存储的) 数据记录和存储, 而不使用纸质方式。第 11 部分适用于所有创建、修改、维护、存档或检索 FDA 要求的记录的计算机化系统。它描述了必须解决的四个基本系统要素:

- 电子签名和跟踪
- 数据存储和日志
- 安全性
- 系统验证

第 11 部分的要求可以分为两类: 技术处理要求 (通过软件功能) 和程序处理要求 (例如通过系统验证、SOP、策略等)。根据 FDA 的验证要求, 药厂自行确定哪些数据对于其有效控制过程至关重要。因此, 不可能提供自动符合第 11 部分要求的现成系统。

维萨拉 K-PATENTS 制药型折光仪通过以太网连接生成电子记录。这些记录可以存储为数字文件并打印出来进行签名, 或作为硬拷贝进行存档和维护。计算机文件须符合 21 CFR 第 11 部分的要求, 仪表参数和配置的更改也属于这一类。



获得了 3A 和 EHEDG 认证

标准化和认证过程可验证卫生设备设计和工程。维萨拉 K-PATENTS 制药型折光仪通过了 3A 卫生认证和 EHEDG (欧洲卫生设备设计集团) EL 类 I 级认证。

内置仪表验证功能是一个非常重要的工具，可以让我们在需要时验证测量性能，而不仅仅是每年验证一次。

- 欧洲某制药厂商



符合 3A 卫生标准

3A 标志确保维萨拉 K-PATENTS 卫生型折光仪 PR-43-A 符合 3A 卫生标准编号 46-04 (针对折光仪和吸能式光学传感器)，同时说明它已通过独立第三方针对 3A 标志授权的验证检查。



欧洲卫生工程设计集团

EHEDG 认证维萨拉 K-PATENTS 卫生型折光仪 PR-43-A 符合 EL I 类标准，针对无需拆卸的原位清洗 (CIP) 密封设备规定的 EHEDG 卫生标准设计。

- 具有制药级材料证书的卫生型设计
- 每个传感器一致校准
- 满量程 nD = 1.3200...1.5300 对应于 0-100 % bw
- 耐受的过程温度范围：-40°C...130°C，对于更高温度，请咨询维萨拉
- IP67，类型 4X
- 可耐受 CIP、NaOH 和 H₂O₂ 灭菌过程
- 小容量流通池也适合软管连接
- 全数字系统：颗粒和气泡不影响运行及准确度
- CORE-optics 光学模块：无漂移，无需重新校准，无需进行机械调节
- 通过内置网络连接和以太网连接，用户可对折光仪进行配置、监测、验证和诊断。
- 使用内置 Pt1000，快速测量温度及自动温度补偿
- 支持用户采用折射率液体标准品轻松完成现场仪表验证，以满足自己的质量保证体系要求

凭借 80 多年的经验，维萨拉为世界更美好而进行观测。我们是全球客户的可靠合作伙伴，提供观测和测量产品和服务。维萨拉总部位于芬兰，在全球拥有约 1,800 名专业人员，公司在纳斯达克赫尔辛基证券交易所上市。

K-Patents Oy 是 K-PATENTS® 在线折光仪的供应商，2018年底被维萨拉收购。收购后，整个K-Patents集团公司都是维萨拉的一部分。

请联系我们的专业团队，了解我们的全部产品和服务，并商讨我们该如何帮助您改进工艺流程和应用。



邮箱 chinasales@vaisala.com
电话 +86 400 810 0126 (中国)

VAISALA

www.vaisala.cn

请通过以下网址联系我们：
www.vaisala.cn/zh/lp/contact-form



扫描二维码获取更多
信息

Ref. B212333ZH-A-R ©Vaisala 2021
本资料受版权保护，维萨拉及其合作伙伴保留所有版权。保留所有权利。所有徽标和/或产品名称均为维萨拉或其单独合作伙伴的商标。未经维萨拉事先书面同意，严禁以任何形式复制、转让、分发或存储本手册中的信息。所有规格（包括技术规格）如有变更，恕不另行通知。