

VAISALA

电子书

www.vaisala.cn

液态乳制品加工 中的在线总固形 物含量测量



目录

- 乳制品生产的未来趋势和机遇 3
- 糖度 (Brix) 和总固形物 (TS) 含量测量简介 4
- 维萨拉 K-PATENTS® 卫生型折光仪 5
 - 系统的工作原理 6
- 选择专业测量技术 7
- 优化乳制品工艺过程 9
- 工艺过程 10
 - 牛奶标准化 10
 - 均质化的作用 11
 - 牛奶蒸发 12
 - 喷雾干燥机 13
 - 反渗透 (RO) 14
 - 超滤 (UF) 15
 - 产品和 CIP 液体界面 16
- 成品 17
 - 淡奶和奶粉 17
 - 甜炼乳 18
 - 婴儿配方奶粉 19
 - 乳清分离 20
 - 酸奶调味 21
- 安装维萨拉 K-PATENTS® 卫生型折光仪 22
- 索引 24

乳制品生产的未来趋势和机遇

乳制品技术专家一直在寻找更高效、可持续以及维护食品安全并确保所有工艺过程遵守环境法规的运营方式。未来的趋势还包括借助传感器和数据分析仪实现可追溯性和生产透明性。

随着全球人口的不断增长和消费者的健康意识日益增强，对乳制品的需求预计也会增长。而且，消费者正在寻求新的烹饪体验，这促使乳制品厂注重产品多样化和创新，以开发具有高附加值的新品种。除了这些趋势外，成功的乳制品生产还需要控制以下方面：

- 质量
- 遵守产品安全法规

- 工艺卫生
- 成本和资源效率
- 废品管理
- 所有业务的可持续性

在本电子书中，我们对通过在线测量糖度和总固形物（TS）含量实现乳制品加工的自动化和优化进行了深入剖析。我们考察了在线折光仪技术，介绍它给乳制品生产带来的好处，同时阐述现有测量技术的优点和缺点。最后，我们将讨论折光仪安装的可能方式。

质量如何？ 安全吗？

卫生吗？

效率高吗？

废弃品多吗？

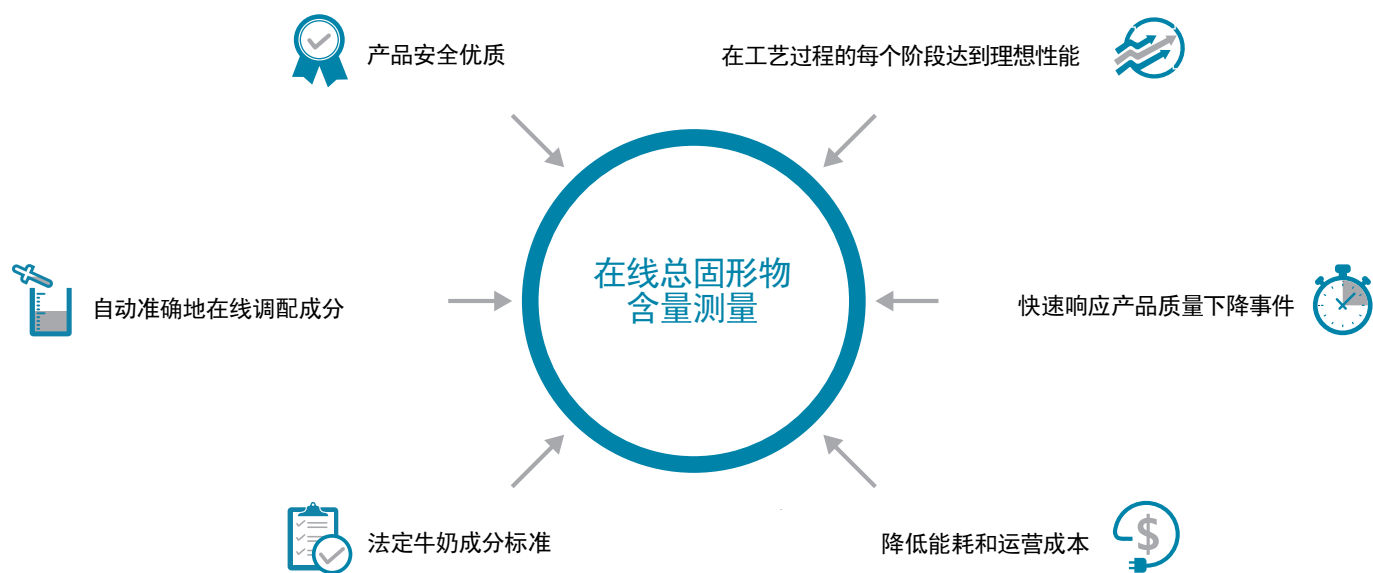
缺乏数据吗？



糖度 (Brix) 和总固形物 (TS) 含量测量简介

为了以更低成本制造优质乳制品，乳制品加工厂需要准确在线测量糖度或总固形物TS 以连续监测和控制其运转情况。此测量能够保障得到高质量成品，它们可以安全地满足消费需求，

并满足有关溶解的脂肪和非脂肪固形物含量的法规标准。此外，它使用在线调配简化其它成分的添加，并优化整个工艺过程以降低人工、操作和能源成本。



维萨拉 K-PATENTS® 卫生型折光仪

维萨拉 K-PATENTS® 卫生型折光仪常用于通过对溶液的折射率进行光学测量来确定溶解固体的浓度。

维萨拉 K-PATENTS® 卫生型折光仪 PR-43-A 适合测量液态乳制品，它具有以下优点：

- 温度补偿的输出采用糖度或其他浓度测量单位，如干固形物 (DS)、总固形物 (TS)、密度、干氏度 (Oechsle)、波美度 (Baume) 等
- 用于控制的以太网和 mA 输出信号
- 测量不受气泡、颗粒或振动影响
- 响应时间只需 1 秒
- 通过 3A 卫生标准认证
- 耐受很高的过程温度（紧凑型仪表耐受可高达 130°C (265°F)，探头型仪表耐受可高达 150°C (300°F)），支持原位清洁 (CIP) 和原位杀菌 (SIP) 工艺过程以及设施清洗
- 传感器材料采用 AISI 316L 不锈钢，防护等级为 IP 67，属于 4X 类型（供室外使用）
- 0-100 糖度满量程测量



符合 3A 卫生标准

3A 标志确保卫生型折光仪 PR-43-A 符合 3A 卫生标准编号 46-04（针对牛奶和奶制品的折光仪和吸能式光学传感器），同时说明它已通过独立第三针对 3A 标志授权的验证检查。

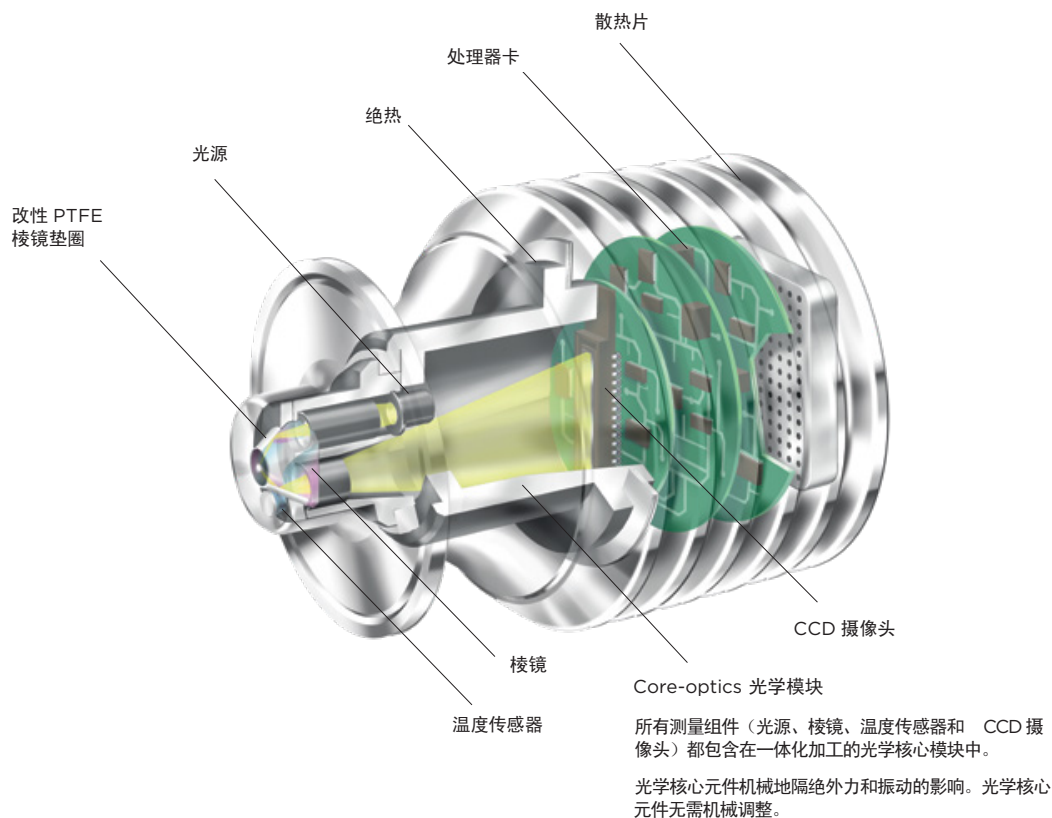


系统的工作原理

卫生型折光仪 PR-43-A 是测量、细化、管理和指示糖度以及诊断信息的独立设备。

系统由紧凑型或探头型折光仪和用户界面组成。它具有 0 到 100 糖度的测量范围，提供与经过温度补偿的糖度值成正比的以太网或 4-20 mA 输出信号以进行实时过程控制。有多种用户界面样式可供选择，用户可以选择自己喜爱的方式来访问和使用折光仪测量和诊断数据。

折光仪具有带主页的内置 Web 服务器，用户可以通过以太网连接在该主页上配置、监测、验证和诊断仪表。PR-43-A 卫生型折光仪还提供一个 mA 输出信号用于控制目的，实行相同的出厂校准以测量糖度和温度（采用标准单位）。由于采用相同的校准，因此每个折光仪都可以自由互换而无需光学重新校准。装置无需重新校准或定期维护。此外，可以使用标准折射率液体和内置验证过程轻松验证每个折光仪的校准效果。



选择专业测量技术

乳品行业传统上在加工链上采用多种质量控制方法。在乳制品厂的入口处、在加工步骤期间和成品阶段执行对满足法规和客户需求至关重要的分析测试和测量。

当前，国际和国内监管机构鼓励使用在线检测和生产分析来提高食品、制药和乳品行业制造过程的可预测性和加强对它们的控制。这些工作慢慢取得一些进展并采用了现代测量技术。

平稳准确的测量要求可靠地校准仪表，但是需要重新校准增加了过程的不稳定性。根据乳制品自己的质量控制系统，需要在一定的时间间隔内验证仪表。使用现有折射率液体和提供的说明书可以轻松验证维萨拉 K-PATENTS® 卫生型折光仪。

牛奶加工中的总固形物含量测量

	在线折光仪	近红外光谱分析 (NIR)	浊度计	密度计	实验室烘干称重
在线，直接在管线内安装	是	是	是	是	
直接测量总固形物 (TS) 或糖度	是	是	是		
出厂校准，以后可在任何地方轻松复制	是				
无测量漂移，无需重新校准	是				
轻松验证（现场）	是				
不受气泡或悬浮颗粒影响	是				是
安装方便，开箱即可使用	是				

可使用几种方法执行液态乳制品的总固形物TS 监测（参加上表）。选择一种测量方法时，务必要综合考虑该方法的优缺点。

首先，总固形物TS 和糖度浓度可以直接测量，也可以从其他测量参数（如密度）推导而来。在线密度计通常是旁通测量，可能受气泡和未溶解的悬浮颗粒影响，而这些不影响折光仪测量。折光仪直接指示经过温度补偿的总固形物TS 或糖度数值。

将乳制品加工挑战转化为机遇



此外，总固形物TS 或糖度测量结果的可靠性和稳定性直接受校准中使用的参考方法影响。理想情况下，校准参考应可追溯至标准，如 NIST（美国国家标准与技术协会）。根据乳制品自己的质量控制系统，所有测量仪表的校准都需要在一定的时间间隔内进行验证。对于折光仪，初始出厂校准是在室温下使用标准折射率（RI）液体进行的，它的优点是以后在任何地方都很容易复制。使用密度测量时，通常需要了解流体密度来准确计算总固形物TS 或糖度。

实验室烘箱技术通常在实验室离线完成，它不仅耗时，而且需要反复校准。取样、测试和周转所需的时间常被忽略，但是它对产量有

重大影响。另一个常见问题是实验室参考方法与传统的在线测量不太相关，因为它们依赖完全不同的测量原理。

最后，气泡、悬浮的颗粒、流量变化、压力变化、振动或温度骤变会干扰近红外光谱分析（NIR）、浊度和密度计的测量，但是它们不影响折光仪的测量。

使用糖度折光仪测量总固形物TS 的优势是它在整个测量范围内都可靠、准确，有很好的可重复性。而且，在线折光仪易于使用，提供多种安装方式。我们将在下一章详细讨论它们。

“气泡、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折光仪测量。”

优化乳制品工艺过程

乳制品加工设施包括几个不同工艺过程，例如标准化、蒸发和喷雾干燥以加工生奶和生产各种乳制品。在线糖度和总固形物TS测量是优化整个乳制品生产线（从原材料接收到成品包装）必不可少的工具。

在本节中，我们将讲述如何使用维萨拉 K-PATENTS® 卫生型折光仪来优化这些过程。

如果您对本电子书未涉及的乳制品加工操作优化感兴趣，可通过 www.vaisala.cn 与我们联系，这些加工操作包括：

- 灌装和包装线液体界面检测
- 纳滤（除盐）
- 离子交换再生
- 色谱分离
- 脂肪和油的混合（人造黄油系列产品）
- 废品线的监测

成品

牛奶、淡奶、甜炼乳、婴儿配方奶粉、乳清浓缩物、乳糖、奶粉、黄油、奶酪、乳制品甜点（牛奶焦糖酱、米布丁）

工艺过程

标准化、溶解蒸发、喷雾干燥、反渗透、超滤、CIP、调配、质量控制

测量的介质

生奶、复原乳、炼乳、乳清、乳糖等



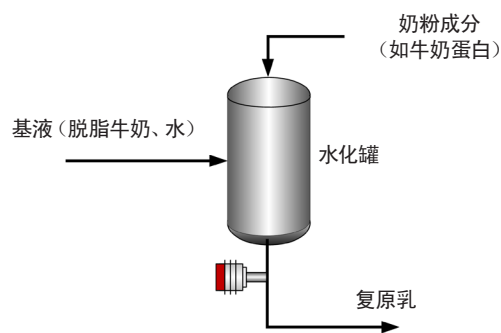
工艺过程

牛奶标准化

牛奶加工通常从标准化开始，在这个阶段将牛奶成分（脂肪、固形物、蛋白质、非脂肪固形物和总固形物）调整到标准水平。安装在水化罐后面的折光仪测量所有溶解的固形物的浓度，帮助实现所需的目标以使其满足法规标准。折光仪的输出信号可用于自动控制标准化过程，以确保达到正确的设定点固形物水平。

维萨拉 K-PATENTS® 卫生型折光仪：

- 测量牛奶中溶解的固形物的浓度
- 帮助保障正确的固形物含量
- 监测牛奶成分数据以使其满足相关法规标准要求
- 可以更快更方便地监测进料牛奶的固形物含量



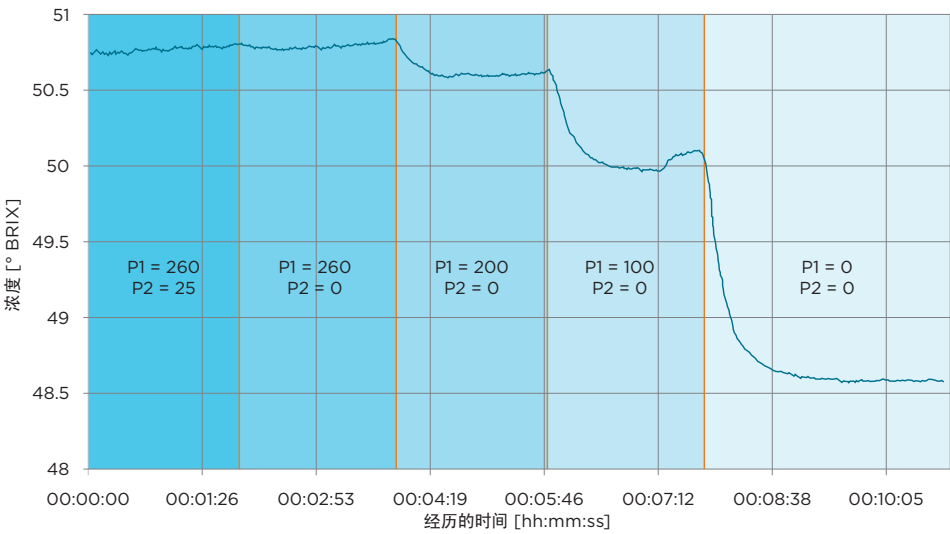
折光仪安装点：在水化罐后面

均质化的作用

常规奶或平均包含 3.5% 脂肪全脂奶。因为牛奶中的脂肪分子比牛奶本身轻，它们往往漂浮在牛奶上形成奶油层。为了避免这种分离，在工艺过程中包括了均质化步骤。均质化减小了脂肪球的颗粒大小，使它们均匀分布在牛奶中。

折光仪应始终安装在均质机后面以确保可靠测量牛奶的总固形物 TS（包括脂肪）含量，并更好地控制标准化。

- 安装在均质机机后面的维萨拉 K-PATENTS® 卫生型折光仪测量包括脂肪含量在内的所有溶解的固形物（脂肪球大小应小于 6 μm）
- 总固形物TS 测量帮助将标准化后的脂肪和干物质含量控制为成品要求的水平。



牛奶蒸发

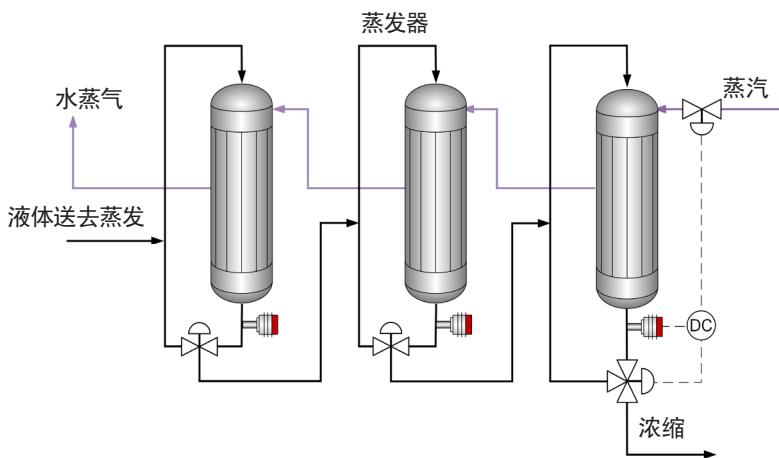
蒸发是保存牛奶的古老方法之一。在这个过程中，除去牛奶中的水分以获得浓缩的乳制品。根据成品规格，需要将牛奶蒸发到某一干固形物含量。例如，在淡炼乳和甜炼乳的生产中，蒸发牛奶以获得浓度为 30–40% 的干固形物。对于奶粉生产，使用喷雾干燥机将牛奶浓缩到包含大约 40–50% 干固形物含量，使用滚筒式干燥机将牛奶浓缩到包含大约 18% 干固形物含量。

通过蒸发实现的总固形物浓度至关重要，因为它影响后续工艺过程的性能和成品的质量。

维萨拉 K-PATENTS® 卫生型折光仪提供对蒸发和牛奶浓缩的连续控制。它可以：

- 有助于实现目标浓度
- 优化蒸发器的性能
- 降低能耗
- 实时监测蒸发器的效率

折光仪的典型安装点为在蒸发器的出口，以便为操作员提供有关固形物含量的实时信息。额外的折光仪可以安装在蒸发步骤之前以及蒸发步骤之间，以便连续控制和监测蒸发器的性能。



折光仪安装点：蒸发步骤前后和蒸发步骤之间

喷雾干燥机

蒸发器后面准确的总固形物TS 测量可改进干燥操作。如果干固形物含量超过目标水平，牛奶的粘度增加了，在干燥过程中会产生雾化问题。相反，在干燥阶段固形物含量低会增加能耗，同时导致颗粒小，润湿性差，成品的保存期短。干固形物含量过高则会增加牛奶的粘度，这将导致颗粒变大，影响喷雾干燥机的性能。

维萨拉 K-PATENTS[®]卫生型折光仪：

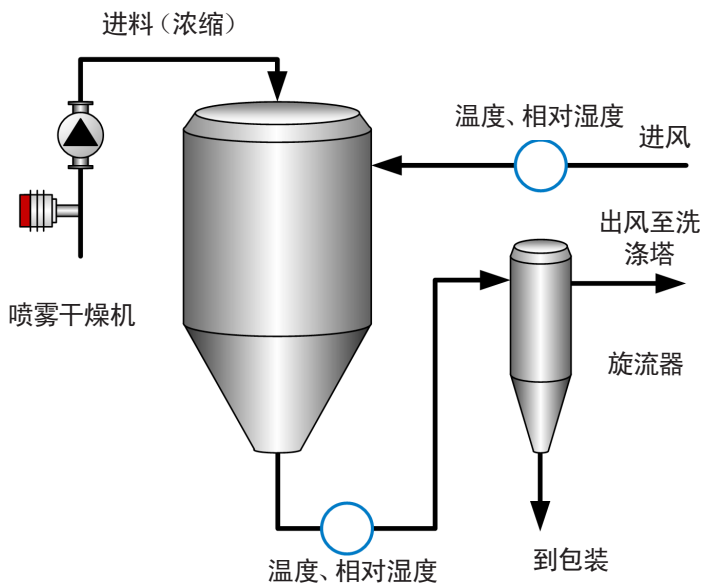
- 确保使用喷雾干燥机得到正确的固形物含量和正确的颗粒大小
- 确保产品完全干燥，从而延长产品保存期
- 降低能耗
- 提高产品质量

优化喷雾干燥机涉及在影响成品的以下参数之间找到平衡：温度负载（能量输入）、终点湿度、颗粒大小和产量。

热力学和物理化学参数的连续测量（包括空气的相对湿度（RH）、总固形物（TS）和浓缩温度（T））可以更准确地确定某些喷雾干燥参数（如进气温度和质量流速）。

总固形物TS、相对湿度RH 和温度T 是干燥过程中实现质量和能源平衡的重要值。

[了解有关在喷雾干燥过程中监测 RH 的更多信息](#)

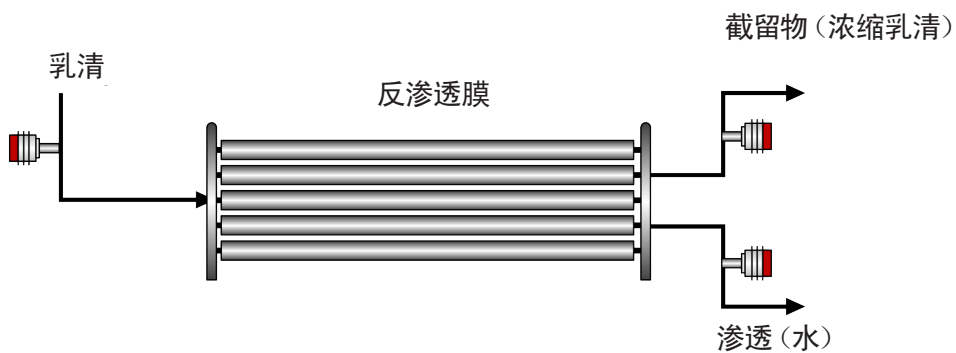


折光仪安装点：折光仪通常直接安装在高压泵前面的喷雾干燥机的进料线上。

反渗透 (RO)

反渗透是一种在乳清加工过程中使用的高压膜过滤操作，以浓缩产品并减少其体积，例如在运输之前进行。在反渗透期间只有水穿过薄膜，因而导致乳清中的固形物含量增加。

维萨拉 K-PATENTS® 卫生型折光仪实时监测乳清产品（截留物）的浓度，以确保达到目标浓度和优化过滤膜的性能。紧凑型折光仪可方便地直接安装在回路外部，它提供了一种可靠方式来在线测量乳清产品的浓度。



折光仪安装点：回路外部。

“我们惊奇地发现，尽管膜的振动很大，
测量结果仍是如此的稳定可靠。”

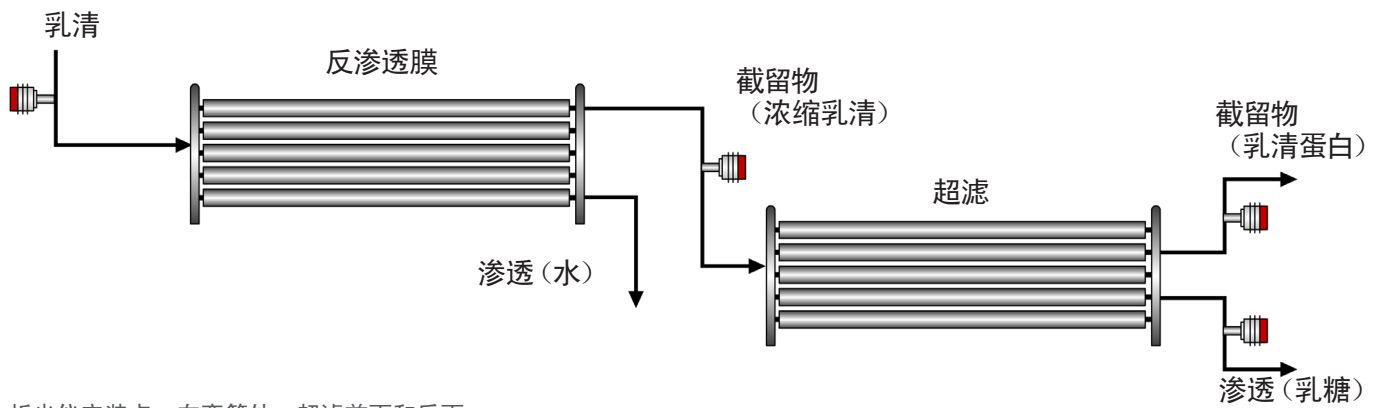
— 新西兰某乳清蛋白浓缩厂

超滤 (UF)

超滤是乳品行业中经常使用的分馏方法。

在超滤中，大颗粒（脂肪和蛋白质）被留下（截留物），小颗粒（盐和糖）穿过膜（渗透）。

维萨拉 K-PATENTS®卫生型折光仪控制和调整超滤后的浓度水平，在这之前液体被送到蒸发器蒸发。



折光仪安装点：在弯管处，超滤前面和后面。

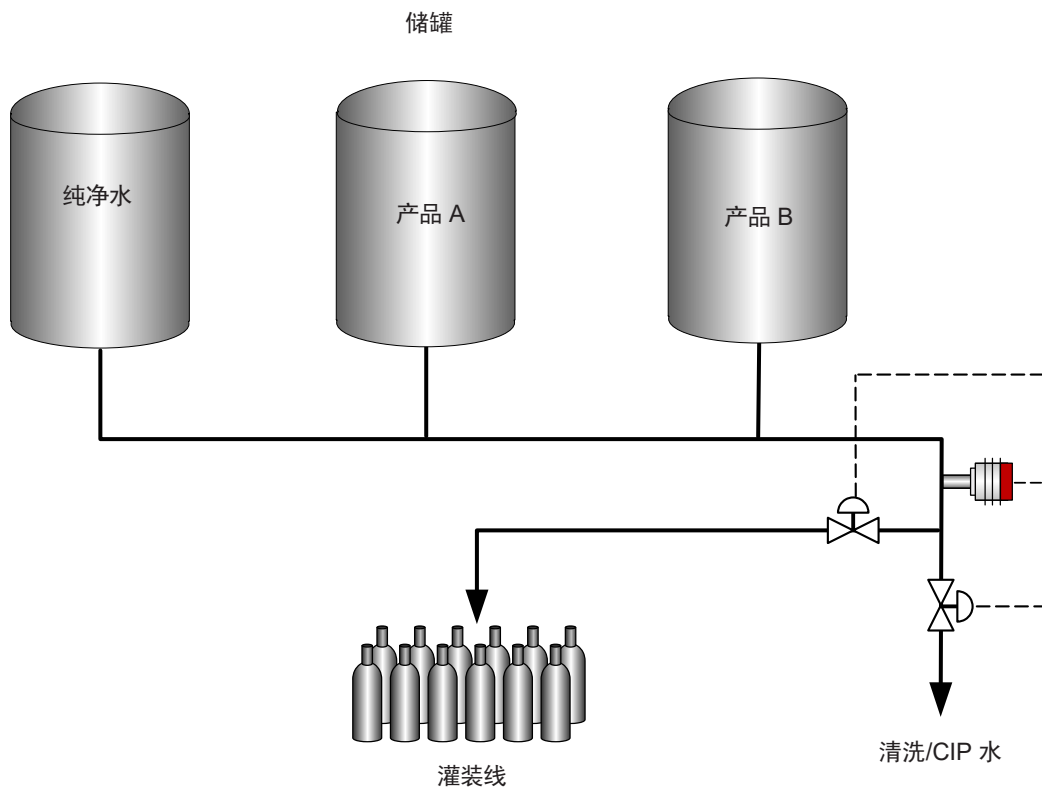
“在优化试验期间，操作员按自然膜流量运行超滤膜装置。
可靠准确的截留物浓度测量已帮助我们提高流速，从而提高装置性能，提高 CF 防止膜污染。”

- 新西兰某乳清蛋白浓缩厂

产品和 CIP 液体界面

可以通过利用实时糖度或总固形物TS 测量技术，改进高速在线灌装机工艺过程。自动监测和控制 CIP 过程允许切换产品而无需停机。这可以在不损害成品质量的情况下提高生产效率。

执行 CIP 以清除灌装线上的产品痕迹以保障食品安全和产品质量。在第一个产品通过管道进入包装环节后，使用 CIP 清洗剂和水冲洗管道。完成 CIP 后，灌装线就可以用于生产新产品了。为了节约宝贵的生产时间，第二个产品在清洗周期结束后立即通过管道泵送。只有即时检测产品到 CIP 液体的界面和产品到产品的界面才能这样泵送。



折光仪安装点：在灌装线末端，用于监测介质的浓度水平。

“以前，我们在产品切换期间产品灌装线上大约每年生产一百万升的废品。无需测量体积流量和浊度，我们在灌装线上安装了一个总固形物计后，可以将原来 15 分钟的产品切换时间缩短到 5 分钟，同时减少了三分之二的废品。”

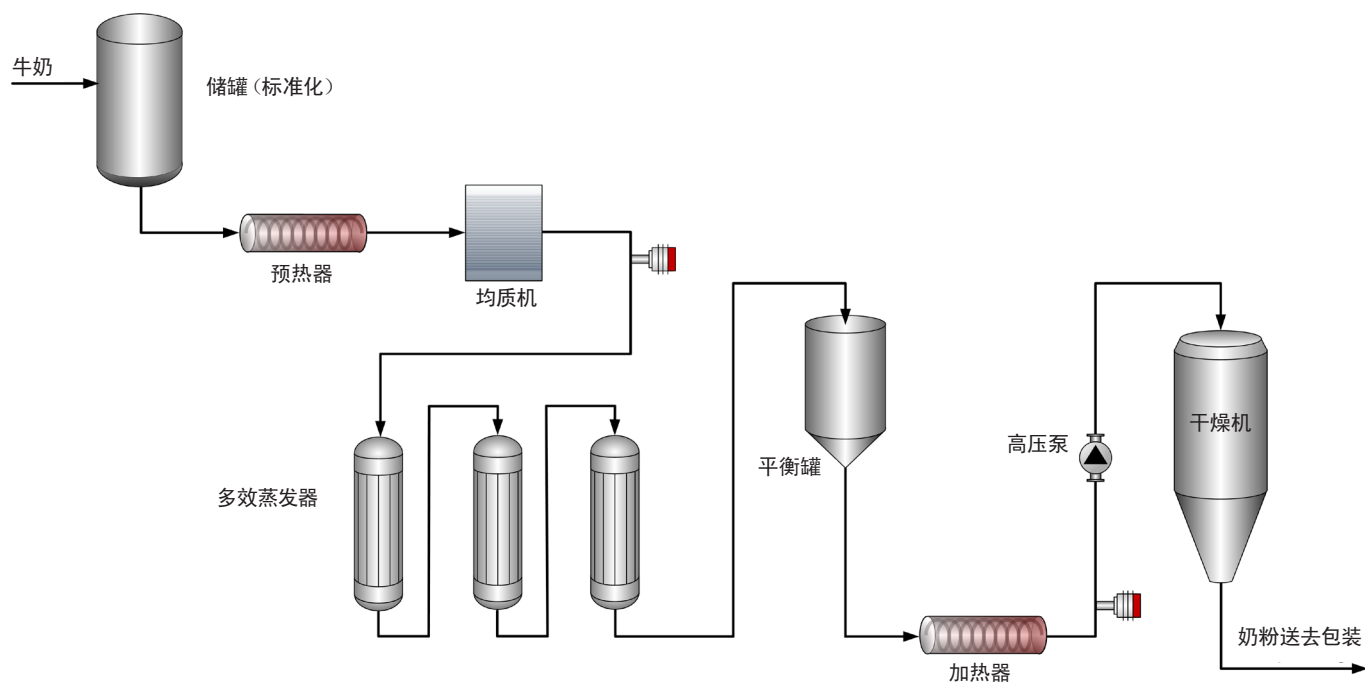
- 欧洲某乳制品工厂

成品

淡奶和奶粉

维萨拉 K-PATENTS® 卫生型折光仪实时测量淡奶和奶粉生产线从开始到结束的总固形物TS 含量，确保高性能和对成品质量的控制。

成品：淡奶、奶粉（直接）、甜炼乳（中间）

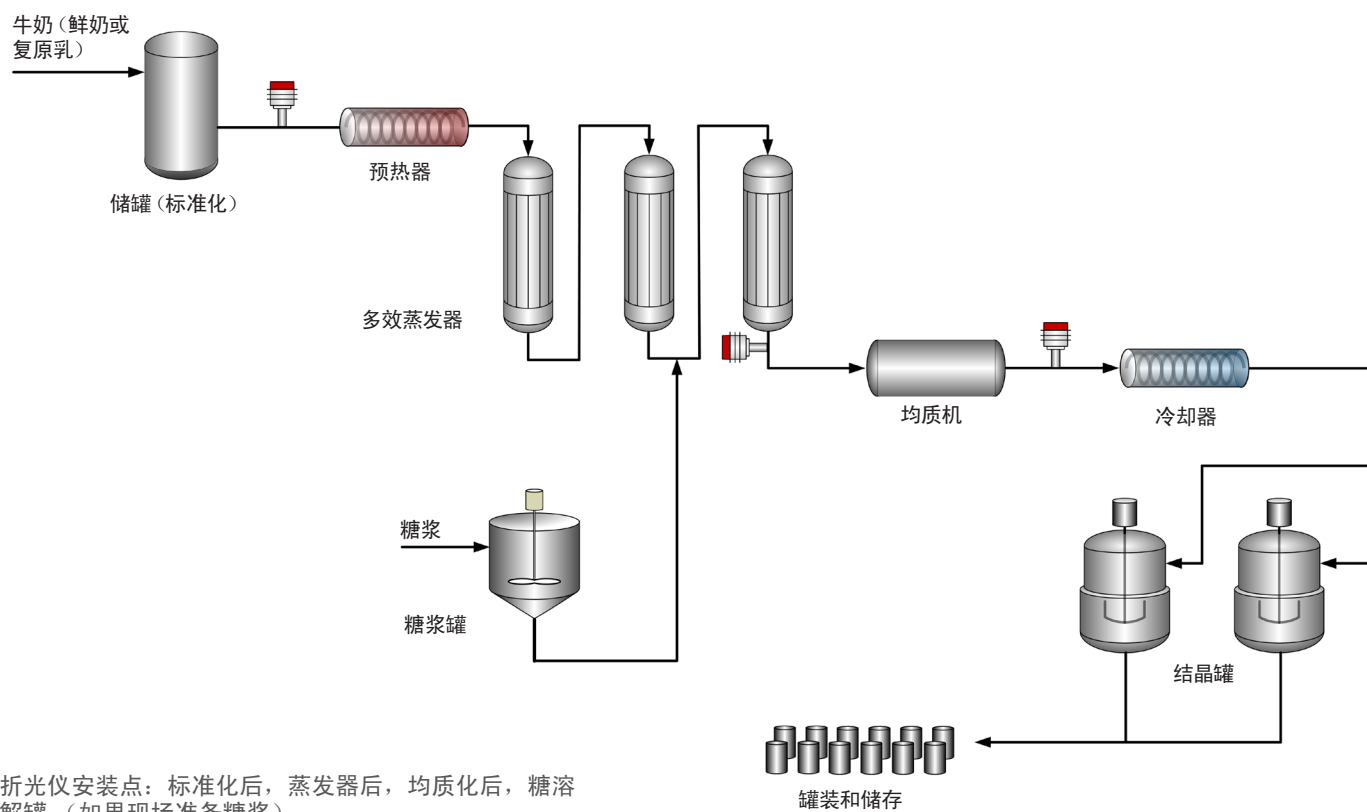


折光仪安装点：标准化后，均质化后，蒸发器后，以及喷雾干燥机的进料线（高压泵前面）。

甜炼乳

生产甜炼乳时，在蒸发器中和蒸发器后面测量干固形物含量很重要，以便检测糖浆的添加。维萨拉 K-PATENTS® 卫生型折光仪用于保障达到 62.5% 以上的糖含量以抑制细菌生长。

成品：甜炼乳



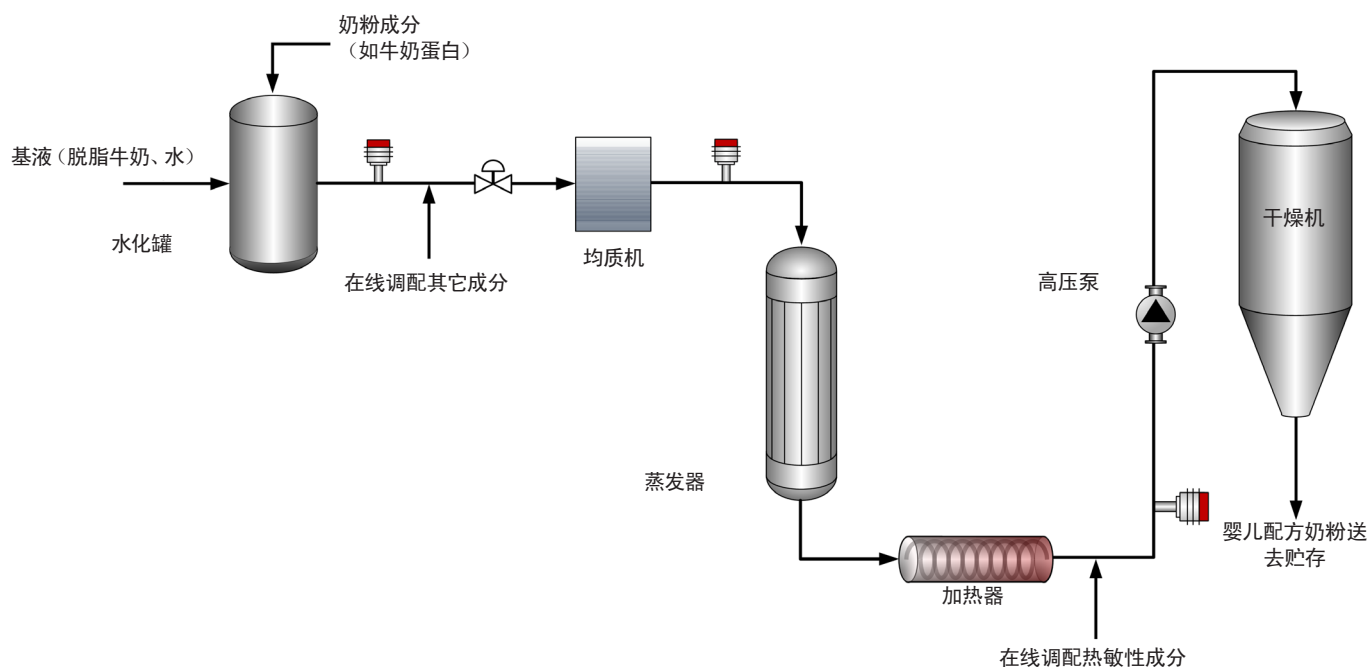
婴儿配方奶粉

生产婴儿配方奶粉时，准确测量总固形物含量至关重要。应认真监测配方的成分以生产与母乳尽可能接近的优质产品，让婴儿可以放心地食用。

维萨拉 K-PATENTS® 卫生型折光仪安装在水化罐后面来测量总固形物TS 含量。这有助于准确在线调配其他成分以满足配方要求。

在加热器后面的第二个折光仪监测溶解的固形物含量。这帮助确定热敏型成分的正确用量并确保将正确浓度送到干燥机。

为了控制蒸发性能，可以将第三个折光仪安装到蒸发器前面。产品包含脂肪或油时，应将折光仪安装在均质机后面，均质机会将脂肪球分解成更小的颗粒。



折光仪安装点：水化罐后面，加热器后面，以及蒸发器前面

“我们正在成分调配中使用总固形物TS 测量进行前馈控制。折光仪已安装在 2.5 英寸的管道中，它为婴儿奶粉加工线的自动过程控制提供了稳定的测量。”

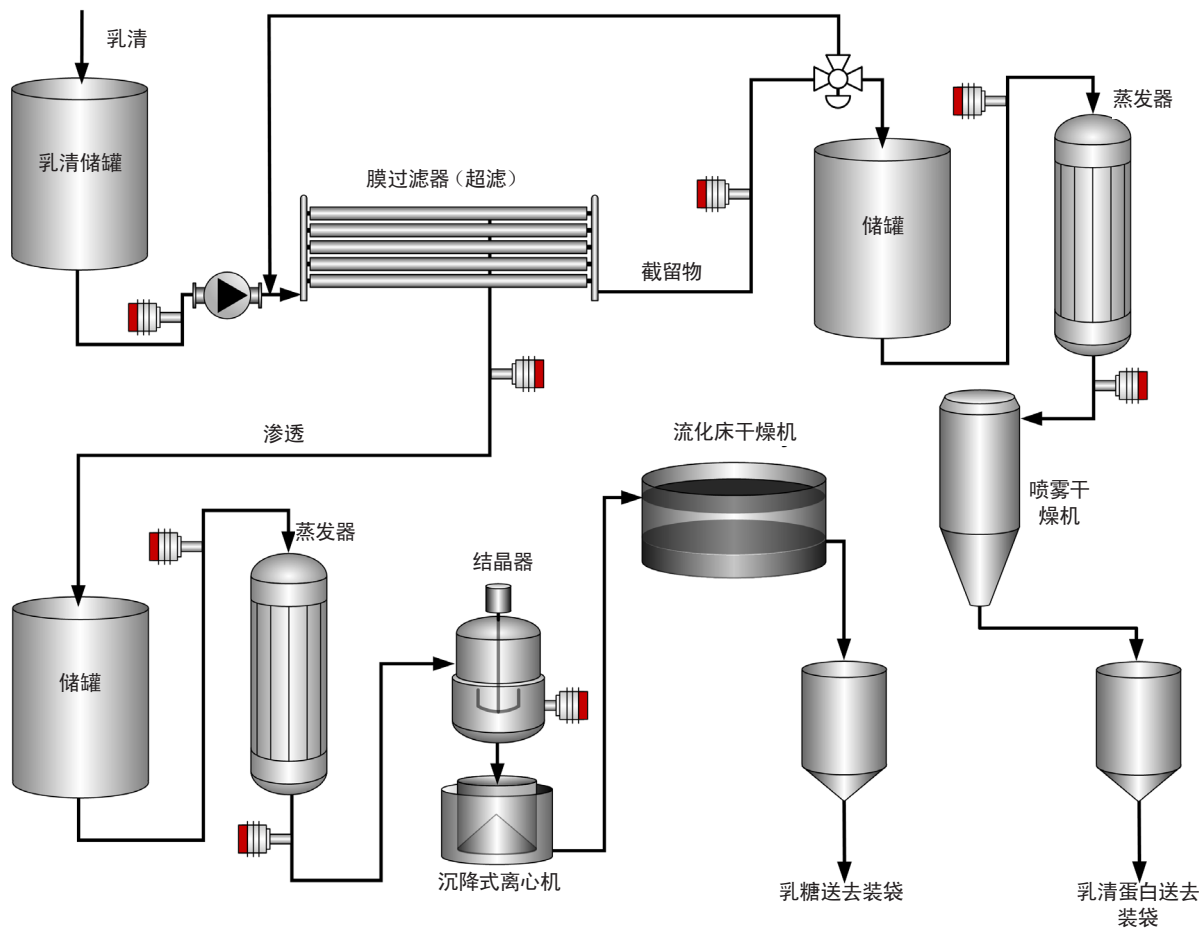
- 印度尼西亚某婴儿配方奶粉厂

乳清分离

维萨拉 K-PATENTS 卫生型折光仪帮助在超滤后和蒸发器入口控制和调整浓度水平。蒸发过程出口的浓度测量帮助优化蒸发器能耗。它能保障将正确的产品浓度送到喷雾干燥机或结晶罐。

通常, 这些应用都不需要进行棱镜清洗, 因为装置每隔 10-20 小时将进行 CIP 清洁。乳清分离的典型过程温度为 10-70°C (50-158°F), 测量值介于 0 到 85 糖度之间。

典型产品: 乳清蛋白浓缩物、乳糖、乳清蛋白、酪蛋白



安装点：超滤处，蒸发后，以及喷雾干燥机的进料处。

“在线折光仪安装在膜装置的冲洗水中，可以成功检测到很低的渗透浓度（0.5-1.0 糖度），之后剩余的液体被泵送到产品回收罐。”

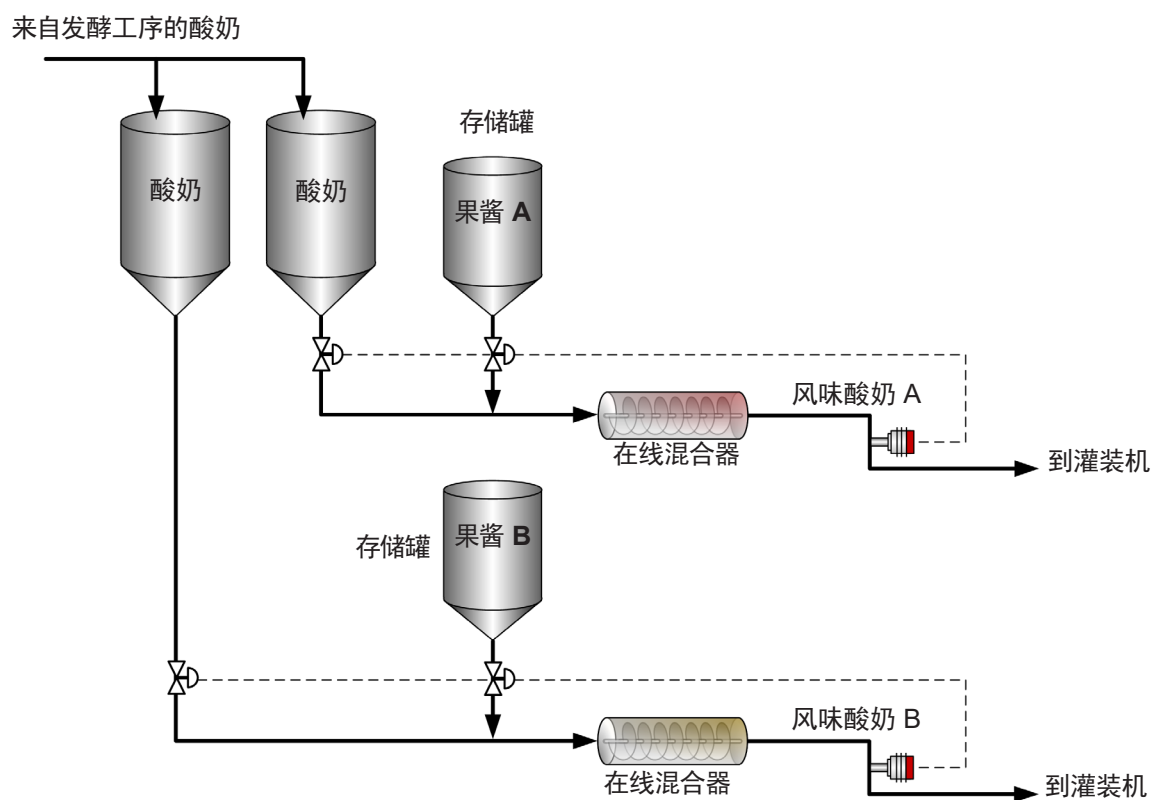
- 丹麦某乳清蛋白浓缩厂

酸奶调味

维萨拉 K-PATENTS[®]卫生型折光仪测量风味酸奶的糖度和浓度（在添加果酱后）以进行质量控制。

测量不受颗粒、气泡、色素或任何与酸奶混合的水果块、种子或浆果影响。

准确的糖度测量可带来可靠的果酱用量和一致的产品质量。



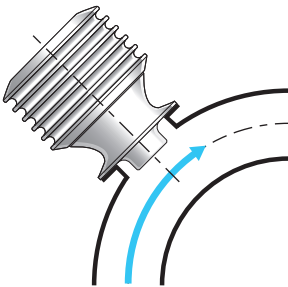
安装点：直接在调配线上；无需离线测试。

安装维萨拉 K-PATENTS®卫生型折光仪

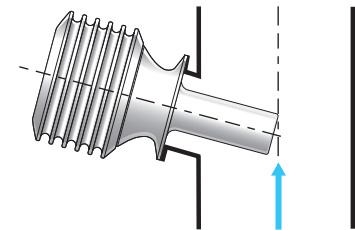
维萨拉 K-PATENTS®卫生型折光仪 PR-43-A 无需旁路装置可安装到主管线或容器中。用户界面可以在现场本地安装，也可以远程在控制室安装，或者同时安装在这两处（通过网络连接几个用户界面）。

用于小型管道的紧凑型探头

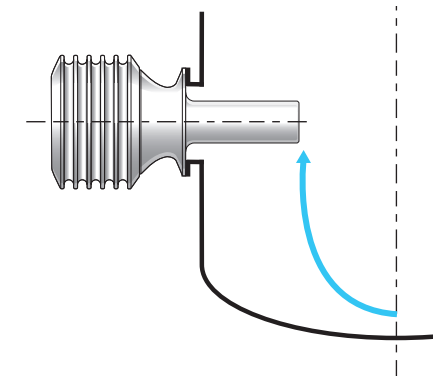
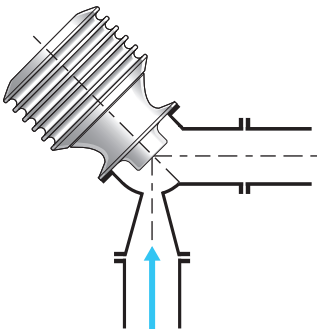
2.5 英寸卫生级卡箍或 I-Line 卡箍



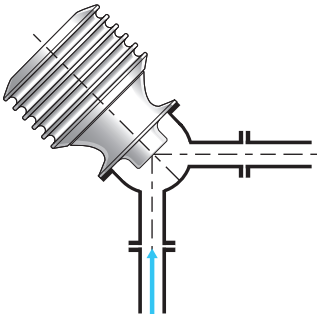
用于大型管道和容器的长探头



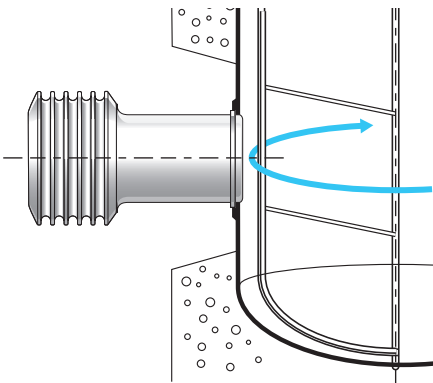
2.5 英寸卫生级卡箍或 I-Line 卡箍和流通池



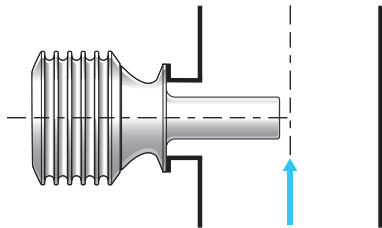
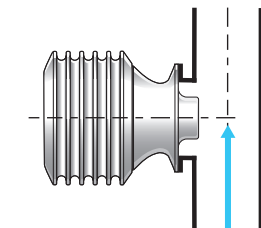
2.5 英寸卫生级卡箍或 I-Line 卡箍和流通池

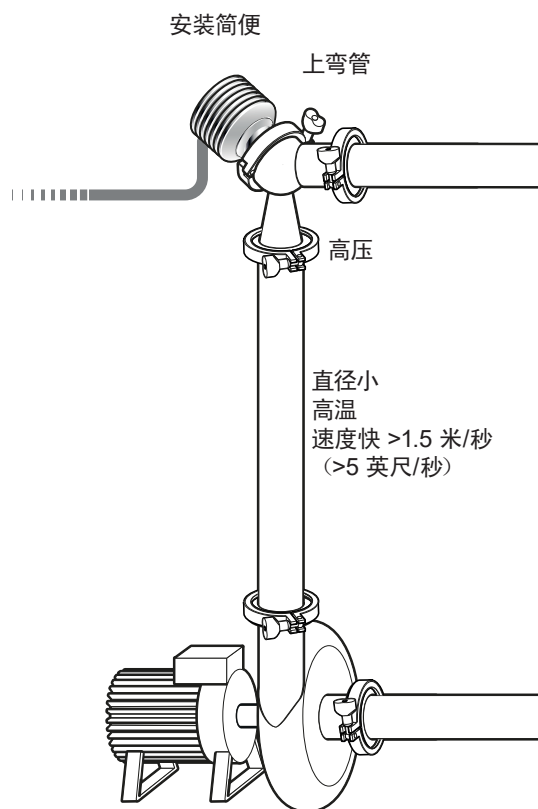
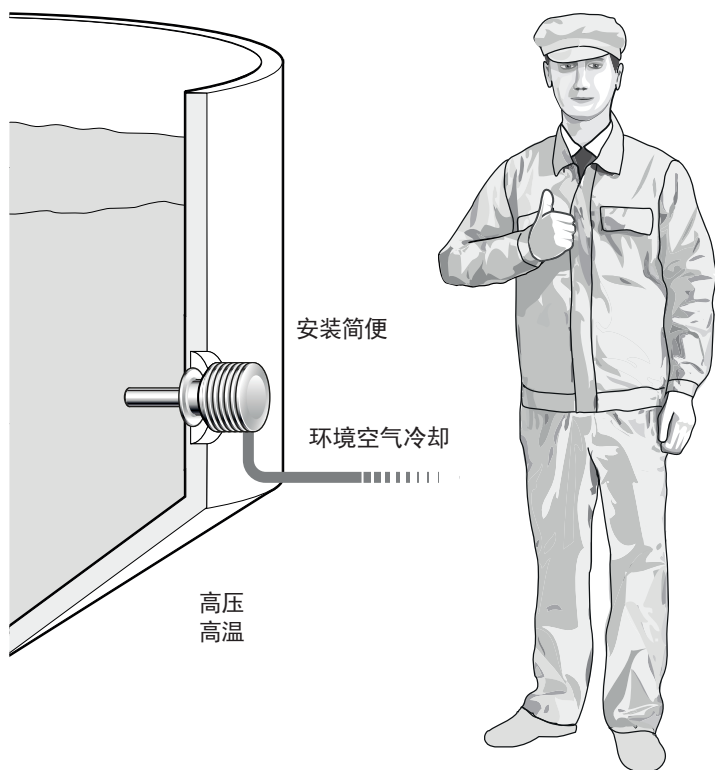


平面法兰



Varivent 连接





参照我们的说明书，即可在罐中或管道中轻松安装维萨拉
K-PATENTS® 折光仪

索引

CIP	5, 16, 20	普通炼乳	12
标准化	9-11, 17-18	溶解	18
超滤 (UF)	15, 20	乳清蛋白	14-15, 20
淡奶	17	乳清蛋白浓缩物 (WPC)	20
反渗透 (RO)	14	乳糖	20
分离	9, 11, 20	生奶	9
风味	21	酸奶	21
干燥	9, 13	甜炼乳	12, 17-18
干燥机	12-13, 17, 19-20	调配	4, 19, 21
灌装线	16	婴儿奶粉	19
酪蛋白	20	婴儿配方奶粉	19
炼乳	12, 17-18	在线	3-4, 7-9, 14, 16, 19-20
奶粉	12, 17	蒸发	9, 12, 18-20
牛奶蒸发	12	质量控制	7-8
喷雾干燥	13	总固形物	3, 5, 7, 10, 12-13, 19

凭借 80 多年的经验，维萨拉为世界更美好而进行观测。我们是客户的可靠合作伙伴，提供成熟、精确的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，在 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。

VAISALA

www.vaisala.cn

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



扫描二维码，获取
更多信息

参考编号 B2I1925ZH-C R ©Vaisala 2020
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。