

VAISALA

您需要了解的有关在线液体浓度和密度测量的信息

面向过程控制工程师的电子书

www.vaisala.cn



目录

引言	3	糖精炼和加工	20
通过液体浓度或密度测量实现高效且可持续的加工流程	4	应用案例：甜菜糖和蔗糖结晶	21
浓度和密度是什么？	4	化学工业	22
工业过程控制中的液体浓度测量 —— 一般注意事项	5	应用案例：接触法制硫酸 (H_2SO_4)	24
准确性和可重复性	5	应用案例：聚合法制丁腈橡胶 (NBR)	25
稳定性	5	应用案例：氯碱工艺	25
安装方式	5	应用案例：装卸操作中的化学品界面和产品识别	27
拥有成本和投资回报	5	应用案例：己内酰胺 ($C_6H_{11}NO$) 生产工艺	28
什么是在线折光仪？	6	应用案例：硝酸铵生产工艺	29
折光仪如何测量液体浓度	6	硫酸盐法制浆：黑液和绿液工艺	30
维萨拉 K-PATENTS® 在线折光仪内部构造	7	测量总固溶物含量	31
工艺过程可视	8	应用案例：蒸发	31
什么是密度计？	9	应用案例：粗浆洗涤	32
科里奥利密度计	9	应用案例：回收锅炉	32
超声波密度计	9	应用案例：苛化和溶解石灰	33
微波密度计	9	我们为您的测量保驾护航	35
核密度计	9		
浓度和密度测量技术比较	10		
液体浓度和密度测量在多类工业应用中面临的挑战和机遇	13		
食品和饮料加工	13		
在线白利度 (Brix) 测量的优点	14		
应用案例：果蔬汁混合和浓缩	14		
应用案例：啤酒酿造	16		
应用案例：通过湿法混合工艺生产婴儿配方奶粉	18		
应用案例：乳清分离	19		

引言

在本电子书中，我们将阐述和分析食品和饮料、糖精炼、化工和石化以及采矿和纸浆等加工行业常用的液体浓度测量方法。

在生产过程中，液体浓度会发生多次变化，这会直接影响产品的质量以及加工过程的整体效率和可持续性。因此，对液体浓度这一参数加以测量，是控制和调整工艺流程以确保获得预期结果的关键。

在选择合适的测量解决方案时，工艺条件、安装方式、环境影响、准确性以及解决方案的总体拥有成本，都是重要的考虑因素。

有许多过程分析仪表可用于测量液体浓度。但本电子书的重点是对工业应用中常用的两种测量参数进行比较，即折射率（折光仪）和密度（科里奥利、超声波、核和微波）。

本电子书还介绍了在多种工业应用中得到广泛应用的实际应用案例，这种技术受到过程工程师、技术经理、仪器工程师、质控和质保经理的普遍关注。

维萨拉是工业测量领域的设备生产厂商。请联系我们的专业团队，以详细了解我们的产品。

[联系表](#)



通过液体浓度或密度测量实现高效且可持续的加工流程

在工业应用中，我们必须测量流经管道的液体物料。在该过程中，液体成分和液体中的化学物质和/或固体的浓度会发生变化，测得的这些变化可以作为关键参数，帮助您基于数据做出关于工艺流程调整的决策。

生产商依靠连续实时的在线液体浓度或密度测量来进行过程控制。过程控制的目的是将关键的过程运行参数保持在精心设定的参考值或设置点边界范围内，从而保持高效的运行，并确保成品的属性符合预期。远程过程控制和诊断减少了质量偏差，降低了物料再处理需求，能够优化原材料的使用、消除浪费和减少能耗，因此有助于简化生产。

我们将在本节阐述采用基于折射率原理和基于密度原理进行在线浓度测量的理论和操作原理。

在后文中，我们还将进一步探讨为多种工艺过程选择合适的测量解决方案时的重要考虑因素。

最后，我们将通过食品生产、糖精炼、化工和石化行业、采矿和矿业，以及制浆厂的示例来说明在线折光仪液体浓度测量相对于密度计测量的优点。

浓度和密度是什么？

折射率和密度是基本的物理特性，可用于指示液体中所含的物质质量，从而指示液体浓度。浓度和密度之间的主要区别在于，浓度描述的是一种物质在混合液中溶解的程度（固溶物），而密度描述的是一种材料每单位体积的质量。例如，海水的盐浓度约为 35g/L（一升海水含有 35 克溶解盐），而海水的密度则约为 1.03 kg/L（一升海水重 1.03 公斤）。

折射率和密度是液体的物理性质。溶液的浓度改变，其密度和折射率也会随之改变。折光仪和密度计便是利用这种关系来测量液体浓度。



工业过程控制中的液体浓度测量 —— 一般注意事项

在选择合适的分析仪器以确保产品质量、过程安全和总体控制时，必须评估解决方案的账面成本和总体拥有成本，包括工程、安装、校准和维护成本。另外一个需要衡量的重要方面是工艺条件，因为杂质、夹带气体、压力、温度和流量等参数可能会影响仪表的性能表现和测量准确度。

准确度和重复性

仪表需要达到多高的准确度？对于预期应用而言，是否需要追溯测量不确定度？或者说良好的重复性比准确度重要？在许多情况下，可以基于实验室测量值现场调整在线仪表，因此，在线测量的重复性和一致性比单纯的准确度重要。有关更多详情，请参阅我们的[准确度声明](#)。

稳定性

测量误差的容许范围是多少？多久对传感器进行一次重新校准或维护才称得上经济实惠？测量可靠并保持其应有的准确性，往往比拥有良好的准确度但在一段时间后无法再提供可靠的读数更重要。还要注意的，测量准确度能否保持稳定，可能会受到内部漂移以及外部误差源的影响。例如，腐蚀和磨损会导致某些测量技术出现漂移。

安装方式

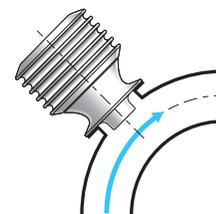
您需要从管道还是罐中测量？仪表应该直接安装在主管道上还是可以安装在分支管道上？有些仪表和测量技术严格要求只能管道安装，甚至对管道的特定方向或规格也有限制；而有些仪表和测量技术则允许更加灵活地选择多种安装方式，或者可以在不中断工艺过程的情况下从管道中收回仪表。

拥有成本和投资回报

仪表的测量越是准确和稳定，通常成本越高，但考虑其校准和维护成本也很重要。而且，在许多工业测量应用中，良好的测量性能可以减少原材料或能源的使用、减少产品损失、提高吞吐量或产量，从而节约成本。

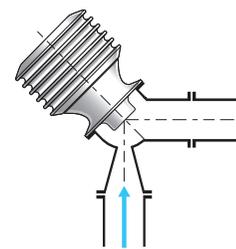
用于小型管道的紧凑型探头

2.5 英寸卫生级卡箍或 I-Line 卡箍

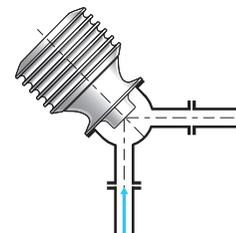


用于大型管道和容器的长探头

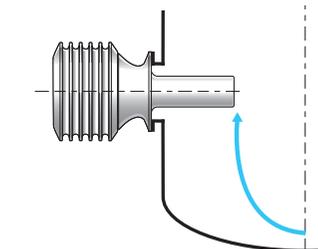
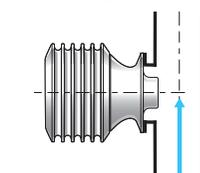
2.5 英寸卫生级卡箍或 I-Line 卡箍和流通池



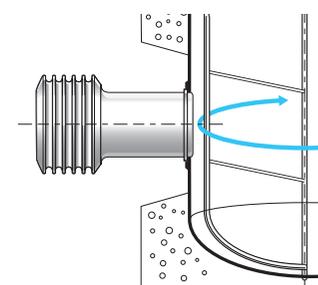
2.5 英寸卫生级卡箍或 I-Line 卡箍和流通池



Varivent 连接



罐底部法兰



什么是在线折光仪?

折光仪如何测量液体浓度

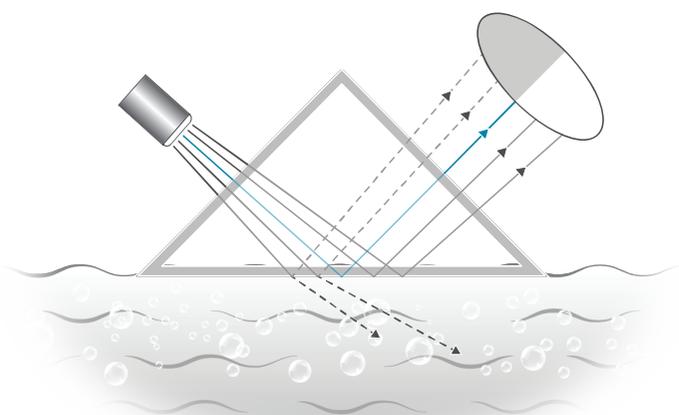
在线折光仪依据的是折射率 (RI) 测量的原理, 它可以准确地测量液体中溶解的成分。与手动采样相比, 折光仪在线测量避免了溶液污染的风险。

折光仪所依据的测量原理是临界角测量。折光仪主要由三个部件组成: 光源、棱镜和图像检测器。光源将不同角度的光线发射到棱镜和液体接触面。小于临界角的光线部分反射到图像检测器上, 部分折射到流体介质中。大于临界角的光线会完全反射到检测器上。发生全反射时的入射角称为临界角。

CCD 检测器可检测到分别对应全反射和部分反射的亮区和暗区。亮区和暗区之间的边界线位置与临界角相关, 通过临界角可获得溶液折射率, 该折射率与溶液浓度相关。

一个内置的温度传感器测量流经棱镜表面的液体温度 (T)。传感器将折射率 (nD) 和温度转换为浓度单位。维萨拉 K-PATENTS® 在线折光仪可以输出不同单位的测量值, 例如白利度 (Brix)、液体密度和质量百分比。诊断程序可保障测量设备的可靠性。

折光仪依据临界角进行浓度测量, 因此它不受晶体、颗粒、气泡或液体颜色的影响。



维萨拉 K-PATENTS® 在线折光仪内部构造

维萨拉 K-PATENTS® 在线折光仪作为独立设备，具有测量、优化、管理和指示白利度 (Brix) 及诊断信息的功能。

该系统由紧凑型或加长探头型折光仪和用户界面组成。它具有 0 到 100 白利度 (Brix) 的测量范围，提供与经过温度补偿的白利度成正比的以太网或 4-20 mA 输出信号，以进行实时过程控制。

可使用现场显示用户界面也可以选择基于 Web 的浏览器访问途径。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、确认和诊断仪表。它还提供 mA 输出信号以达到控制目的，同时对白利度和温度测量实行标准出厂校准。由于采用相同的校准，因此折光仪装置可以自由互换而无需重新进行光学校准。此外，还可以使用标准折射率液体和内置校验程序轻松确认每个折光仪的校准效果。

CORE-Optics 模块是一个刚性整体测量单元，由以下主要测量组件组成：光源、棱镜、温度传感器和 CCD 检测器。由于模块具有机械隔离构造对抗外力影响，因此测量不受振动干扰。



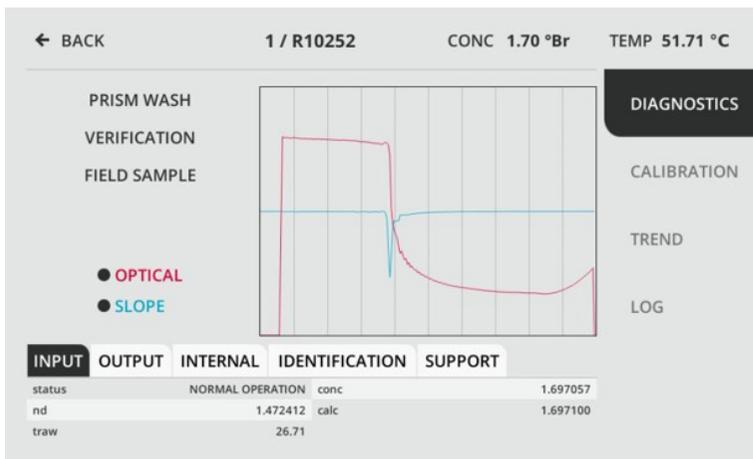
CORE-optics 光学模块

测量组件（光源、棱镜、温度传感器和 CCD 检测器）均位于一体化加工的光学核心模块中。

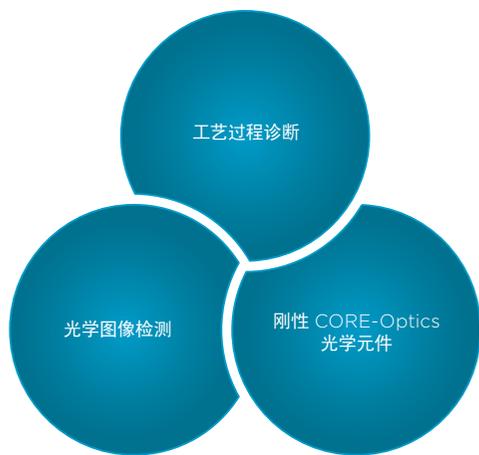
CORE-optics 光学模块的机械结构不受外力和振动的影响。CORE-optics 光学模块无需机械调整。

工艺过程可视

在线安装后，维萨拉 K-PATENTS® 在线折光仪可提供远程访问和过程概览。用户界面显示应用程序名称、浓度、过程温度、折射率 (nD)、折光仪序列号和诊断状态信息。用户界面上的诊断显示界面可显示光学图像。对原始测量数据和诊断信息进行协同分析，可以清楚地显示整个工艺过程。例如，图像可以显示工艺管道何时为空管状态。这些功能简化了远程过程监控和诊断。



维萨拉 K-PATENTS® 卫生型折光仪的诊断显示



维萨拉原位在线折光仪的特点



什么是密度计？

密度计可以通过科里奥利、超声波、微波或核辐射等不同的测量技术测定液体密度。这些技术有不同的优缺点。

科里奥利质量流量计

在线科里奥利质量流量计可测量质量流量。该仪表具有内部振荡管，通常为 U 形结构。利用科里奥利效应，振荡管使流经的液体产生扭转力。振荡管上的高灵敏度传感器测量该扭转力的大小，并根据结果计算质量流量，在有些情况下还将计算液体密度。

科里奥利管可以采用保护涂层，以提高对腐蚀性化学品的耐受性。科里奥利质量流量计的一个优点是可以通过单个仪表测量多个参数，包括质量流量，以及密度和体积流量。

科里奥利质量流量计的体积流量和密度是间接参数，因此改变流速会导致密度测量误差。此外，测量会受到固体颗粒和气泡的干扰，其力学传感器容易受到泵等外源振动的影响，并且工艺液体可能会附着、堵塞或腐蚀管壁，从而造成测量误差。

科里奥利质量流量计的振动管和保护涂层容易磨损，也容易被介质附着。这会影响共振特性并导致测量漂移。更重要的是，科里奥利质量流量计不能测量低密度介质，而且用于大尺寸管道和双/三 U 形管配置的型号价格昂贵。

超声波密度计

超声波密度计测量声波在液体中的传播，通常以超声波频率进行测量。由于液体密度会影响声速，因此我们可以对超声波密度计进行校准，以指示液体密度。

测量探头可以配置为金属叉型，并且可以增加保护涂层，以加强对腐蚀性化学品的耐受性。

液体越浓稠，穿过液体的声波的衰减程度就越高。因此，超声波密度计仅在特定的范围内良好运行，通常适用于低密度或固溶物含量低的液体。

虽然超声波密度计相对便宜并且能够垂直或水平安装，但气泡和悬浮颗粒会造成密度计的超声波衰减，从而产生噪音并降低测量准确度。此外，该技术不适用于高浓度的液体，而且工艺液体中的腐蚀性化学物质或研磨性颗粒会覆盖或腐蚀探头，从而导致测量误差。

微波密度计

微波密度计测量微波在工艺介质中的传播速度。液体的介电常数决定了传播速度。由于（溶解或悬浮）固体的介电常数与水的介电常数不同，因此可以根据速度来计算液体密度。

虽然微波密度计在高浊度和高总固形物含量的应用中有效，但该设备价格昂贵，并且测量会受到固体颗粒和气泡的干扰。作为一种液体浓度测量技术，该方法在低浓度液体和细微浓度变化测量时的灵敏度和准确度偏低。此外，介质附着会导致测量漂移。

核辐射密度计

与微波密度计一样，核辐射密度计利用辐射射线在工艺介质中的传播速度来测定液体密度。核辐射密度计的一个优点是无需伸入管道内部进行测量。然而，核设备具有潜在危险性，因此在操作时需要遵循严格的安全规范。根据规范监控和处置设备不仅操作复杂而且成本高昂。并且随着时间的推移，其核辐射源的衰变会降低仪表的准确度。

浓度和密度测量技术比较

密度和折射率 (RI) 都是用于测量液体浓度和成分的物理参数。

密度计的类型包括科里奥利、微波、超声波和核辐射密度计等。每一种密度计都可能受到气泡、颗粒、杂质、沉积物、固体、流速变化和湍流的影响。温度变化会影响密度计，因为它们需要达到新的热平衡，才能再次实现准确测量。

密度计测量的前提是假设管道中的液体体积始终相同。科里奥利质量流量计适用于测量总固形物含量，但不适用于测量总固溶物含量。科里奥利质量流量计主要测量质量流量。虽然它可以用于测量密度，但准确度不高。

相反，基于折射率 (RI) 的测量，例如使用维萨拉 K-PATENTS® 在线折光仪进行测量，避免了这些缺点。气泡、颗粒、杂质、沉积物、固体、流速变化和湍流对测量准确度没有影响。同样，在稳定性、仪表校准和校验方面，基于折射率 (RI) 原理的浓度测量设备与密度计进行的比较分析都表明，折光仪的效率和性能与密度计相当甚至优于密度计（参见下一页的性能分析表）。



表：对密度计和维萨拉原位在线折光仪进行的性能分析

产品优点	折射率 维萨拉原位在线折光仪	密度			
		科里奥利	微波	超声波	核辐射
工艺介质					
液体中的气体（气泡） 或悬浮固体（颗粒）	无影响，选择性测量液相	影响溶液的科里奥利扭力， 因此影响密度读数	影响微波传播，因此影响密 度读数	影响超声波传播，因此影响 密度读数	影响核辐射传播，因此影响 密度读数
管道沉积物	无影响，高流速下可产生自 清洁效果。针对恶劣环境提 供棱镜清洗选项	影响共振频率并导致漂移； 可能会被大量固体颗粒堵塞	微波传播衰减并导致测量 漂移	超声波传播衰减并导致测 量漂移	核辐射衰减并因此导致测 量漂移
液体的颜色	无影响	无影响	无影响	无影响	无影响
液体的电导率	无影响	无影响	影响微波传播并导致测量 误差	无影响	无影响
过程运行					
流量变化，湍流	无影响	对流速变化敏感	无影响	可能会在测量中产生错误	无影响
温度骤变	内置温度测量和补偿。	需要补偿，温度变化会影响 传感器的共振频率，因此会 导致误差	需要补偿，温度和密度成 反比	需要补偿，温度和密度成 反比	需要补偿，温度和密度成 反比
压力骤变	由于采用 CORE-Optics 光 学模块设计，因此没有影响	可能需要压力补偿	可能会在测量中产生错误	可能需要压力补偿	无影响，仪表位于管道外
振动		振动会对科里奥利力测量产 生噪音干扰	影响很小或没有影响	振动可能会对声音测量产生 噪音干扰	影响很小或没有影响

仪表特性					
安装	在线安装方式灵活，可直接安装在小型或大型管道、储罐或容器上	仅限在线安装，并且只能安装在大型管道或储罐的旁路上	直接安装在管道中	直接安装在管道或储罐上	安装于管道四周，无需插入管道
维护	无需维护	几乎不需要维护	几乎不需要维护	无需维护	需要进行维护和监管
最高工作温度	150 °C	200 °C	100 °C	120 °C	不受限制
工作压力	最高 40 bar	最高 500 bar 在低压/真空中，无法有效测量	最高 85 bar	最高 250 bar	不受限制
液体浓度测量准确度	±0.1 %	± 0.1 ... 0.05 %	±0.1 %	±0.05 %	±1 %
稳定性	良好；采用 CORE Optics 光学模块设计，避免影响准确度的多种漂移因素干扰	较差；随着时间的推移，管道沉积物、磨损和其他漂移因素会降低准确度	一般；微波辐射源和检测器可能会导致漂移，管道沉积物会影响测量	一般；超声波源和检测器可能会导致漂移，管道沉积物会影响测量	较差；辐射源衰变会引起漂移
尺寸和重量	坚固的紧凑型或探头型号，重量为 1.6 Kg 到 2.9 Kg	小到几千克（U 型管），大尺寸管道型号重达 300 千克	最低 6 千克	最低 4 千克	因辐射源、检测器和附件配置而异，从几千克到 50 千克不等，甚至更重
仪表校准	出厂时已校准，无需重新校准	由于稳定性差而需要重新校准。经常需要重新校准，既昂贵又耗时	如果测量受到管道沉积物、磨损或传感器漂移等因素的影响，则可能需要重新校准	如果测量受到管道沉积物、磨损或传感器漂移等因素的影响，则可能需要重新校准	由于辐射源会衰变，因此需要重新校准
校验	现场校验简单，可根据 ISO 9000 国际标准进行追溯	传统的校验方法既耗时，又会造成破坏	难以获取已知的参照标准品	可以用水进行单点校验	由于安全原因，难以校验

液体浓度和密度测量在工业应用中面临的挑战和机遇

在本章中，我们根据多个行业的示例，研究了液体浓度和密度测量的优点和局限性。

食品和饮料加工

食品和饮料行业提供的消费品比其他行业都多。它的任务是为不断增长的人口提供足够的食物，同时以可持续的方式生产食物。为确保食品可以安全食用并耐受运输和储存，需要通过精细一致的加工来确保食品的保质期以及营养价值。

食品和饮料的加工过程涉及到多种液体的处理。其中会经历多种加工步骤，如蒸煮、蒸发、蒸馏、结晶、喷雾干燥等，每一个步骤都会改变产品的成分。为了确保始终如一的产品品质，整个生产过程中均应监控预先设定的产品关键参数。传统的监控方式是采样后在实验室中进行分析，或者定期离线测量液体的密度。人工采样十分耗时，而且实验室测量的结果存在延迟，可能还没来得及根据结果进行调整，出现偏差的批次产品就已经进入了下一道工序。

在食品工业中，人们也通过密度测量来测定产品成分。具体方式是测量液体中的总固形物含量。但是，要准确了解实时液体浓度，只需要测量真正溶解的固形物。

水果、蔬菜、乳制品、蛋、肉和鱼是人们经常食用的一些食品。这些食品加工过程中，液体通常含有软、硬颗粒和气泡，并带有颜色。颗粒会影响密度测量设备的使用寿命，还可能导致过滤设备损坏。在确定所选测量解决方案的总成本时，需要考虑此类设备的维护和校准。

另一个挑战是对粘性或泡沫溶液的测量，因为这些溶液会干扰密度计的准确度。此外，液体中的固形物测量不准可能会对后续加工工序（例如蒸发）造成不利影响，并导致原料沉积在设备部件上。这会影响设备的使用寿命并增加维护成本，还有可能会导致生产延误，造成重大的成本损失。



在线白利度 (Brix) 测量的优点

高效加工能够减少能源消耗并消除浪费，从而减少生产成本，提高可持续性。典型的食品和饮料工艺过程，如蒸煮、蒸发、稀释和混合、喷雾干燥、固液萃取、酒精发酵和蒸馏、产品界面检测和质量控制，可以通过折光仪的在线白利度 (Brix) 测量进行优化。

此外，在食品和饮料加工中，需要进行清洗和排水以去除酸等物质。在线折光仪可以与高压蒸汽或水清洗系统集成，还可耐受设施的 CIP 和 SIP 清洗。

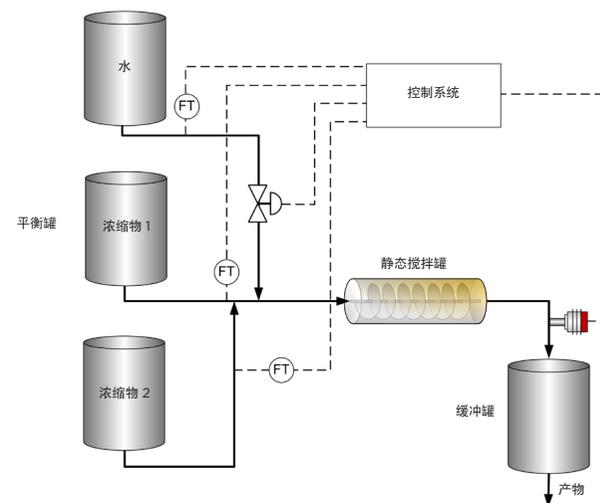
以下是采用传统但非理想的密度法测定液体浓度的一些应用示例。在线折光仪测量方法具有许多优点，包括提高工艺过程的可持续性，以及降低运营成本。

应用案例：果蔬汁混合和浓缩

多种果蔬汁和无汽饮料是通过混合浓缩果蔬汁、水、糖和其他原料制成的。果蔬汁成分需要精确计量以达到预期的味道和浓度标准。通过向浓缩溶液中添加水，可以稀释到预先设定的白利度 (Brix)。使用在线折光仪持续监测白利度 (Brix)，可实现高效的自动化果蔬汁混合操作，避免浓缩液与水的比例发生波动。

如果混合后的白利度 (Brix) 值低于预设值，则控制器将会打开浓缩液进料阀，以增加白利度 (Brix)。同样，如果产品的浓度超过所需值，则控制器可以添加更多的水。

根据在线折光仪的测量数据，系统可以调整原料剂量，从而有效地利用原料获得稳定的产品品质。与许多其他食品和饮料应用一样，在该应用中，折光仪的测量不受果肉、颜色、纤维、果蔬籽核或气泡等的影响。



图片：采用在线白利度 (Brix) 控制的果蔬汁混合工艺。



在线折光仪无需定期维护或校准，可提供远程过程诊断和数字输出。

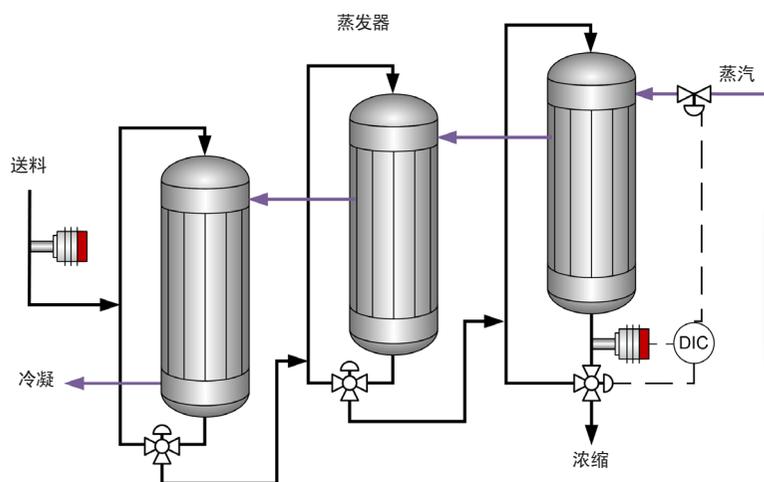
📖 阅读 [应用说明](#)，详细了解果蔬汁混合工艺。

浓缩果蔬汁的制作过程也很好地体现了在线白利度 (Brix) 测量的优点。

浓缩果蔬汁的制作过程广泛应用了蒸发工艺。蒸发可以保存水果和蔬菜中的维生素、糖和矿物质，并且方便进一步将浓缩物加工成果蔬汁。果蔬汁蒸发可以延长产品的保质期，充分减少包装和储存需求，方便运输，并简化产品的处理。

在果蔬汁浓缩工艺中，通常使用三级降膜蒸发设备。蒸发是一个能源大量消耗的过程，通过将进料浓度控制在一定的白利度(Brix)值，可以提高蒸发的效率。蒸发后，如果白利度 (Brix) 偏高，阀门会控制产品以更高的流速通过蒸发器，从而使白利度 (Brix) 值降到设置点。通过这种方式，生产商可以确保始终如一地生产出品质优良的浓缩果蔬汁。

果蔬汁	折光仪安装点	测量值
混合	静态搅拌罐之后	<ul style="list-style-type: none"> 连续测量产品的最终白利度 (Brix) 可调整原料添加量 可避免因白利度 (Brix) 过低而导致需要重新混合 减少浓缩物损失并确保一致的产品质量
浓度	蒸发器进料端 直接安装在蒸发器出口上	<ul style="list-style-type: none"> 控制蒸发前的液体浓度 (通常为 9-12 白利度Brix) 确保达到目标浓度 (65 白利度Brix) 保证产品质量 可自动调节蒸发器入口流量或蒸汽流量，使白利度 (Brix) 值回到设置点



图片：通过蒸发浓缩果蔬汁。

在饮料混合过程中，可能会有水果纤维或气泡干扰密度计的测量，但折光仪测量避免了这种情况。

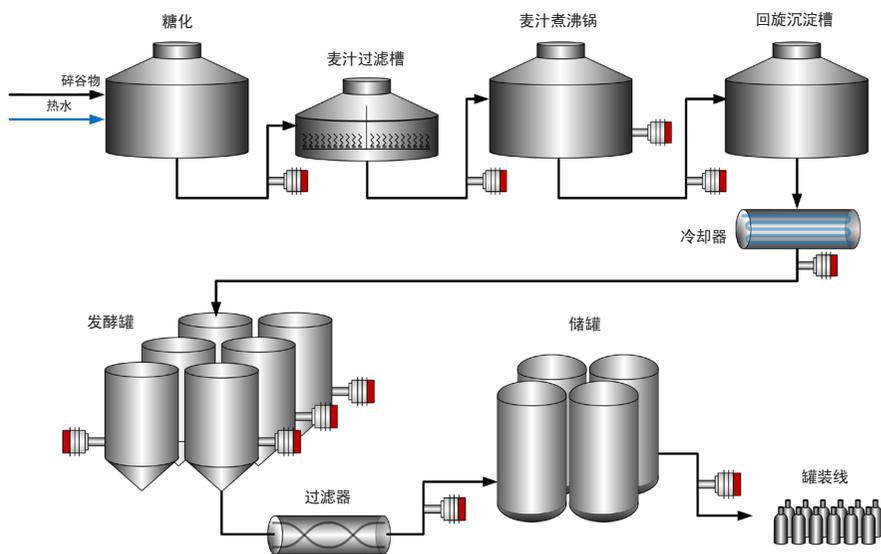
应用案例：啤酒酿造

啤酒酿造通常被视为一门手艺，因为以前人们必须依靠灵敏的味觉和嗅觉来确保产品质量的良好和稳定。现代工业啤酒酿造是一个复杂的、高度机械化的过程。在酿造的每道工序中达到并保持配方中预设的参数指标，可以简化该过程。

人们研发了许多技术来监控酿酒工艺过程的多个方面，但由于存在大的悬浮颗粒（特别在糖化和麦汁过滤的阶段）及大多数阶段都存在的气泡和泡沫而导致的干扰，有些监测方法（例如浊度和密度测量等）可能会读数不准确。因此，测量液体浓度的理想方法是使用在线折光仪进行测量，因为它不会受到这些干扰的影响，在酿造工艺的每个工序中都能准确测量。

客户在啤酒酿造可持续性、成本节约和最终产品质量方面均实现了重大改进，这得益于：

- 优化了水的利用。
- 通过提高蒸发效率、减少酿造时间及杜绝了不符合规范的麦芽汁返工，降低了能源消耗。
- 在产品/CIP清洗液/水的界面检测过程中响应快速，从而消除了浪费。
- 确保 CIP 不会造成产品污染。



图片：使用在线折光仪进行优化的啤酒酿造过程



[↓ 阅读文章，了解测量数据如何帮助提高啤酒质量。](#)

啤酒酿造	折光仪安装点	测量值
糖化——麦汁加工	糖化罐出口管道	控制啤酒最终组分中的麦汁含量
过滤——将麦汁与酒糟分离，以获得清澈的液态麦汁	过滤槽后端	检测凝固残留物的冲洗终点（冲洗凝固物可获得麦汁液体），这可避免对水的浪费
麦汁煮沸——对甜麦汁进行巴氏杀菌，添加调味剂	直接安装在麦汁煮沸锅上； 煮沸锅之后，回旋沉淀槽之前	<ul style="list-style-type: none"> 连续测量麦汁浓度/比重，以确定所需的麦汁浓度，从而提高啤酒的品质及其一致性，同时有助于优化酿造时间和能耗 避免加工出不符合规范要求的苦麦汁
回旋沉淀 —— 清除凝固的残留物以形成苦麦汁	回旋沉淀之前和/或之后	在凝固物去除过程中控制苦麦汁浓度
冷却	冷却器的出口处	<ul style="list-style-type: none"> 蒸煮后的质量控制措施 确保尚未发酵的苦麦汁中的固溶物处于适当水平
发酵 —— 将糖分和氨基酸转化为酒精和二氧化碳	直接安装在发酵罐上	监控发酵过程： <ul style="list-style-type: none"> 监控糖到酒精的转化率 控制发酵程度以确定发酵终点 间接测量酒精度（%）
过滤和熟化——沉淀酵母并将其从啤酒中清除（最后一个影响啤酒质量的环节）	过滤后	成品质量控制
灌装和 CIP	灌装线上	<ul style="list-style-type: none"> 检测产品间界面，以及产品与 CIP 清洗液的界面，从而高效变更产品或批次 确保从产品与对应的包装正确匹配 折光仪响应快速，可以迅速地检测产品/CIP清洗液/水之间的界面，避免浪费并确保不会产生产品污染

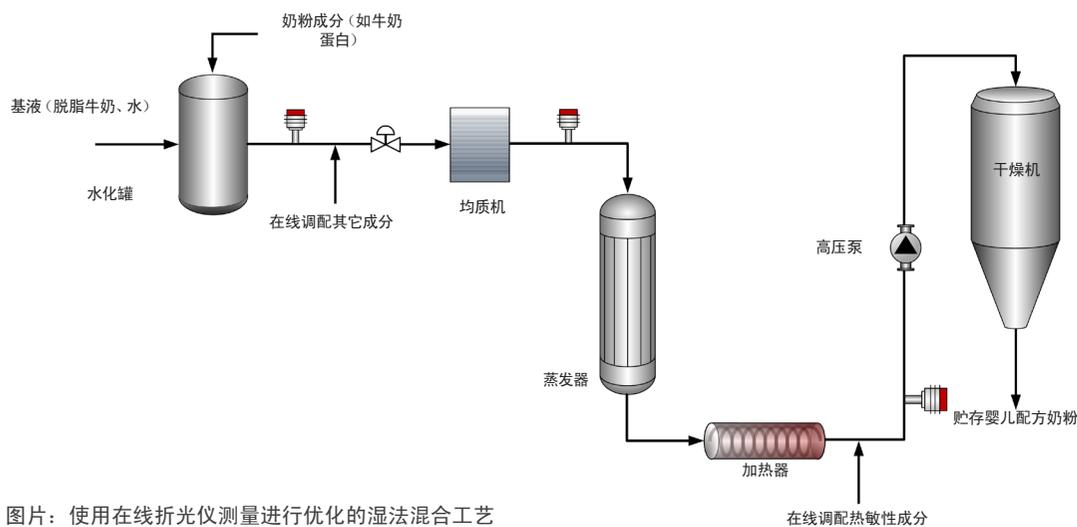
应用案例: 通过湿法混合工艺生产婴儿配方奶粉

湿法混合工艺是常用的技术,因为它可控制牛奶的成分和微生物安全性。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。

在线折光仪可用于整个湿法混合工艺,以控制三个工序:混合料的制备、蒸发和干燥。它是安全、卫生、准确地生产婴儿配方奶粉理想的在线测量仪表。该折光仪具有 3-A 卫生认证和 EHEDG 认证。它可耐受 CIP 和高温。此外,折光仪经过校准,可以测量白利度 (Brix)、干固形物或总固溶物 (TDS) 含量。通过精确的在线浓度测量实现精确控制,可获得安全、理想的最终产品,以及优化运营成本。

访问[应用说明](#),了解婴儿配方奶粉的湿法混合工艺。

婴儿配方奶粉	折光仪安装点	测量值
配料混合	水化罐后,用于测量总固溶物含量	这保障准确在线添加其他成分以满足配方要求
	加热器后,用于监测固溶物含量	确定热敏型成分的正确添加量并确保将正确浓度送到干燥设备(干燥前的固溶物含量对于优化喷雾干燥设备的性能、能耗和最终产品质量至关重要)
均质	均质后,此时脂肪球已分解成小颗粒	折光仪能够检测到小于 6 μm 的脂肪球
干燥	蒸发器之前	用于充分控制蒸发性能



图片: 使用在线折光仪测量进行优化的湿法混合工艺

如果干固形物含量在 40% 以上或流速较低,可安装带蒸汽清洗喷嘴的折光仪。

应用案例: 乳清分离

乳清一经收集, 会立即进入下一工序, 以降低细菌活性。在该过程中, 首先分离微细颗粒和脂肪, 然后进行超滤(UF)。在超滤(UF)中, 乳清通过膜过滤器, 分离成为乳清蛋白(截留物)和乳糖(渗透物)。分离后的两种产物通过蒸发工艺进行浓缩。乳清蛋白被送入喷雾干燥塔加工成粉状。乳糖结晶并通过离心工艺与母液分离, 然后在流化床干燥器中进行干燥。最终的粉状产物将装袋。

维萨拉通过精准的在线浓度测量实现准确的浓度控制, 提高最终产品的品质并降低运营成本。

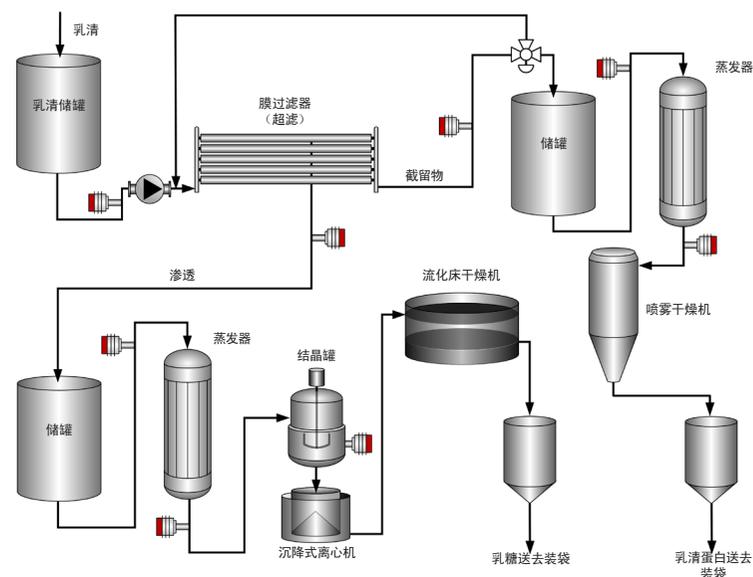


访问[应用说明](#), 了解更多关于乳清分离的信息。



有关在乳制品应用中使用在线折光仪的更多信息, 请参阅我们的[乳制品加工优化主题电子书](#)。

乳清蛋白和乳糖加工	折光仪安装点	测量值
通过超滤得到浓缩乳清	弯管外侧	为后续工艺控制进料产品的浓度
截留浓缩物进入蒸发器	蒸发器入口处	控制和调整超滤后的浓度水平
乳清干燥	蒸发器出口处	优化能耗, 确保将合适浓度的产物送到喷雾干燥塔或结晶罐
乳糖结晶	直接安装在结晶罐上	监测乳糖溶液的过饱和度, 以及确定确切的晶种点



图片: 通过在线折光仪测量优化乳清分离工艺



糖精炼和加工

制糖和精炼属于能源密集型行业，因此除了提高生产效率，炼糖厂还希望能够降低能源消耗和生产成本。为了实现这些目标，需要优化整个工艺的过程控制。

甜菜和蔗糖精炼与加工和几个重要的工艺参数相关，例如原料和工艺液体中的糖膏固形物含量的测量值。此外，对于糖生产商来说，确保晶体粒度均匀、没有细粉或结块也很重要。

为了促进均匀生成晶体，必须要控制糖结晶过程。该初级生产过程受到多种参数的多变量函数的影响。过饱和度有一个有效范围，该范围有助于均匀而广泛地形成糖晶体。如超出该范围，晶体将停止生长，甚至可能溶化或开始形成新晶体，产生需要回溶再加工的晶体细粉和不规则晶体。因此，测量和监控结晶过程中液体的浓度至关重要。

糖厂常使用的是科里奥利质量流量测量技术。在该技术中，科里奥利面临着泡沫和夹带空气引起的测量问题。虽然密度测量被认为是一种不错的测量方法，但并没有真正测量液体浓度。

为了测量真实的液体浓度，必须要测量总固溶物。在线折光仪的折射率 (RI) 测量是准确测量溶解成分的方法。液体浓度通常被称为白利度 (Brix) 含量，基于折射率 (RI) 测得，并由内置 Pt100 温度传感器自动提供温度补偿。在线折光仪提供数字输出，这与传统测量设备的模拟信号相比具有明显优势。



应用案例: 甜菜糖和蔗糖结晶

糖溶液的过饱和度在糖结晶中起着至关重要的作用。为了在每次煮糖加工中高效利用能源并提高产量,必须确保合适的过饱和度。过饱和度是液相(包括糖浆或母液)多个参数的多变量函数。为了有效控制过饱和度,必须监测液相以及糖膏中总固溶物含量。

折光仪能有效地用于在整个煮糖结晶工艺中选择性地对液相进行浓度测量。由于采用数字测量原理,因此在线折光仪能够测量母液的真实浓度,不受罐中糖晶体或气泡的影响。而且,折光仪不需要重新校准。



糖结晶	折光仪安装点	测量值
甜菜或蔗糖过饱和控制	直接安装在结晶罐中	<ul style="list-style-type: none">在整个煮糖结晶工艺中选择性地对液相进行浓度测量测量总固溶物含量(糖膏的白利度)

糖膏固形物含量或总糖含量通常使用微波测量技术测得。

由维萨拉 K-PATENTS® 在线折光仪和过饱和分析仪 SeedMaster-4 组成的系统具有以下优点:

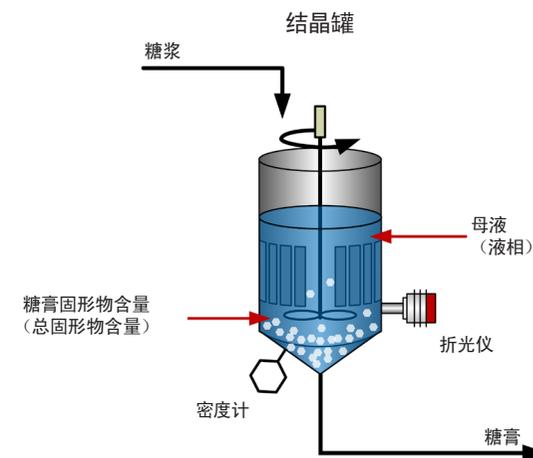
- 提高液体和结晶糖的质量。
- 严格按照配方生产糖制品。
- 确保液体糖和糖蜜符合规范。
- 降低用水量,减少后续工段的蒸发负荷,从而优化提取工艺。
- 根据蒸发器的负荷调整产品流量,以节省能源。
- 根据分离装置的处理量控制进料溶液,以调节浓度。这延长了再生时间间隔,从而延长了分离装置的使用时长。

- 在整个结晶工艺中监控过饱和度。
- 实现真空结晶罐自动精准生成晶种。

阅读有关维萨拉 K-PATENTS® 在线折光仪和 SeedMaster-4 系统的更多信息:

[甘蔗和甜菜制糖和精炼](#)

↓ 详细了解我们的[糖过饱和度控制解决方案](#)。



图片: 糖在真空结晶罐中结晶。

化工行业

化工行业是大型制造业之一。它生产的化学品可以用作制药行业的中间体，或者在其他行业制造下游产品。化工行业使用的原料主要包括水、空气、化石燃料、矿物和金属。

根据其最终用途，化工产品可分为大宗或基础化学品、精制化学品、专用化学品和医药化学品。根据规范制造产品可确保达到符合要求的产品质量、高效利用原料和优化生产成本。此外，在例行处理有害材料的行业中，工艺安全至关重要。

随着碳达峰和碳中和的推进，能源密集型化工行业正在经历转型，并探索在化学工艺过程中节约能源的新方法。事实上，通过优化传统制造工艺，可以大幅节省能源。



化学工业处理的多种液体在加工过程中会发生浓度变化。准确测量液体浓度可节省成本（请参阅本电子书后面的示例计算）。

为了确保产品质量，对原料和成品都应该进行浓度测量。

设定并实现正确的浓度值，可始终如一地生产合格的产品，同时减少产品损失并增加收入。

维萨拉 K-PATENTS® 原位在线折光仪是化学工艺过程浓度测量的理想解决方案，因为它可耐受高达 200°C 的高温和高达 40 bar 的压力，并可通过其远程诊断功能实现对工艺过程的远程控制和调节。在线折光仪不会因振动而产生漂移。在大多数应用中，它不需要定期清洁棱镜，但如果应用中的化学品可能导致棱镜附着，可以选择内置清洗喷嘴。

已成功应用在线折光仪的一些典型化学工艺过程包括：

- 反应釜、反应程度和终点判断
- 蒸发浓缩

- 溶解罐
- 稀释、搅拌或混合
- 固液萃取
- 吸收塔和湿式洗涤塔
- 离子交换
- 精馏
- 装卸车操作中产品间界面的界面检测和产品识别
- 质量控制

在这些生产操作中，准确测量和识别相关化学品至关重要，这可以确保理想的产品质量、操作安全性和成本效率，减少停机时间，提高可持续性。

液体密度通常是测量液体浓度变化的常规方法。有多种方法可以测量密度。在选择恰当的测量解决方案时，务必要考虑以下因素对测量的影响：过程或环境温度、气泡或杂质。

下面的应用案例说明了在一些典型的化学工艺过程中，在线折光仪能够承受腐蚀性化学环境、高温高压的过程工况，是测量液体浓度的理想解决方案。

维萨拉 K-PATENTS® 在线折光仪能够承受恶劣的腐蚀性环境，并提供特殊材料接液部件以及本质安全和危险区域认证。



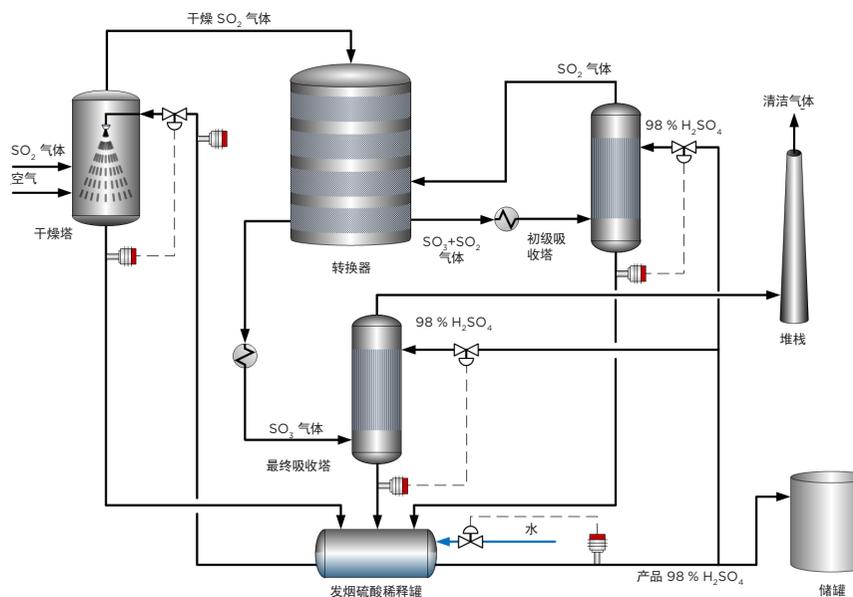
应用案例: 接触法制硫酸 (H_2SO_4)

接触法生产通过燃烧硫磺、酸回收或冶金产生的含硫气体生产工业硫酸和发烟硫酸。该过程包括将二氧化硫 (SO_2) 催化氧化为 SO_3 , 以及通过在浓酸中吸收 SO_3 将其水合为 H_2SO_4 。根据吸收工序的数量, 接触法生产工艺分为单接触法和双接触法。

📖 阅读 [应用说明](#), 详细了解接触法硫酸制造工艺。

在发烟硫酸的生产中, 最终产品具有粘性, 温度为 $80\text{ }^\circ\text{C}$, 并且含有小气泡。这是密度计和超声波密度计出现误差的来源。折光仪的测量不受气泡、颜色或流量变化的影响。

硫酸和发烟硫酸	折光仪安装点	测量值
硫酸 H_2SO_4 浓度	干燥塔出口处 初级和最终吸收塔出口处 发烟硫酸稀释罐后	在干燥、吸收和稀释步骤中监测和控制酸的浓度, 以确保 H_2SO_4 的浓度恒定在 93、98 或 104% (质量百分比)
	控制回路中	<ul style="list-style-type: none"> 在酸混合或浓缩时测量酸的浓度 控制进入塔内的循环酸液, 确保其浓度保持在理想范围内, 并提高吸收效果



图片: 接触法制硫酸

应用案例: 聚合法制丁腈橡胶 (NBR)

丁腈橡胶 (NBR) 被认为是合成胶乳等工业和汽车橡胶产品的基石。丁腈橡胶 (NBR) 可在乳液聚合系统中生产。为确保实现所需的产品特性, 必须准确监控聚合过程。

折光仪输出信号指示聚合度。每个聚合罐都需要安装折光仪, 以准确监测从单体到聚合物的转化率。

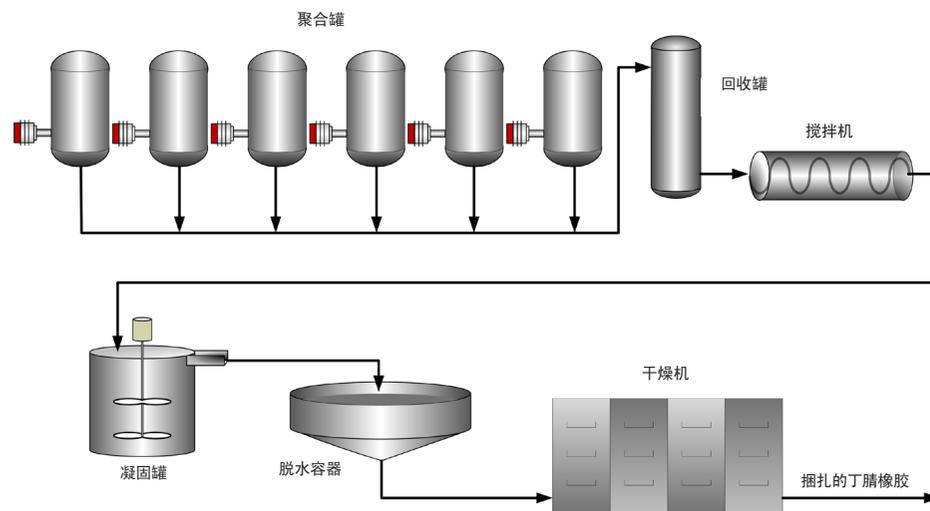
📄 下载[应用说明](#), 了解聚合法制 NBR 的详情。

📄 了解如何使用在线折光仪控制聚合度: [聚合控制 | 维萨拉](#)

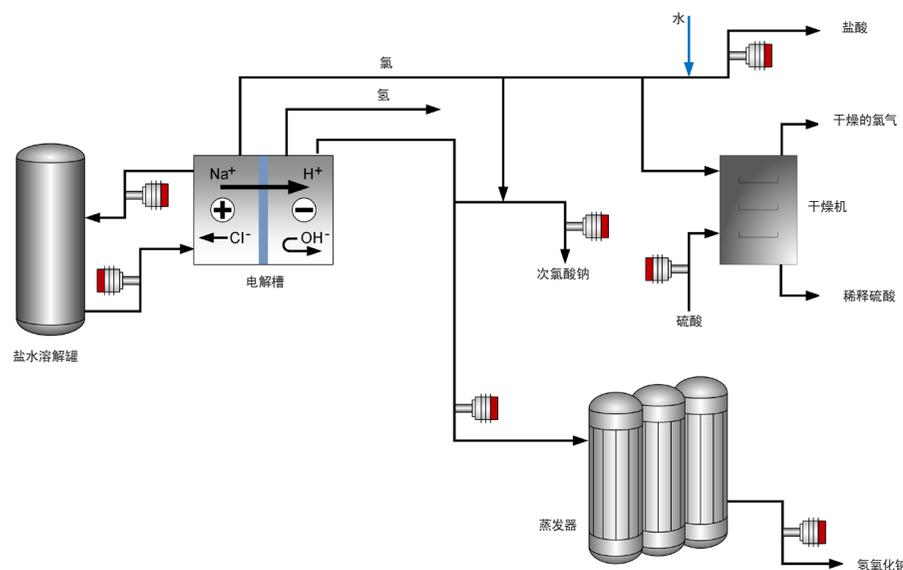
应用案例: 氯碱工艺

氯碱是电解氢氧化钠溶液的工业过程。盐水 (水中的 NaCl) 电解产生氯化物和氢气, 以及碱性氢氧化物。

氢氧化钠以 30-40 % 的浓度交付给客户, 客户会在使用前进一步用水将其稀释至 14-15% 的浓度。



图片: 聚合法制丁腈橡胶



图片: 氯碱工艺

维萨拉 K-PATENTS® 在线折光仪用于测量流入和流出盐水的浓度，通常为 190-320g/l。如果使用密度计进行测量，需要选择较细的振荡管才具有足够的灵敏度，但细振荡道很容易被盐水中的杂质堵塞。虽然 K-PATENTS® 在线折光仪棱镜上可能会被杂质附着，但它的内置喷嘴可以通过高压水自动清洗。盐水也具有腐蚀性，因此在该应用中液接面材质必须使用钛材，而钛材的密度振荡管不仅昂贵而且难以清洗干净。此外，振荡管一旦拆下，就必须重新校准，这使得总体维护既昂贵又耗时。

在氯碱工艺中，主要产物是氢氧化钠 (NaOH)。在线折光仪还可用于测量盐酸 (NaCl)、氯化氢 (HCl)、硫酸和次氯酸钠 (NaClO) 的浓度。

维萨拉 K-PATENTS 在线折光仪可承受强碱和高度腐蚀性环境。它是化学腐蚀性溶液和超纯精细化学工艺的理想设备。

氯碱	折光仪安装点	测量值
盐水电解	盐水流入和流出 电解槽之前，盐水再循环管路中 干燥机的进料管中	测量盐水的浓度 测量以下浓度： <ul style="list-style-type: none"> ■ 盐酸 (NaCl) ■ 氯化氢 (HCl) ■ 硫酸
	蒸发器之前和之后	<ul style="list-style-type: none"> ■ 氢氧化钠 (NaOH) ■ 次氯酸钠 (NaClO)

化工厂收入优化计算示例：

如果一家年产 200 万吨 NaOH 的化工厂将其液体浓度测量准确度提高 0.1%，则客户可以减少 2,000 吨产品浪费，相当于每年节省 700,000-1,200,000 美元 (2,000 吨 x 350-600 美元*)。

* 每吨 NaOH 的价格来自 www.made-in-china.com，
访问时间：2022 年 3 月 10 日。

📄 [阅读应用说明](#)，详细了解氯碱工艺。

应用案例：装卸操作中的化学品界面和产品识别

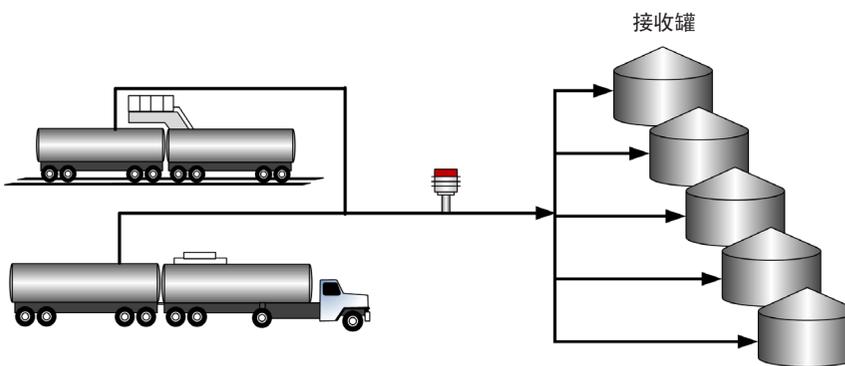
化工行业中的一个常见应用，涉及液体化学品密闭输送过程中的化学品界面检测和产品识别。从轨道车、轮船或卡车接收或卸载化学品时，务必将相应规格的化学品存储在相应的储罐中，并确保不会出现化学反应。

在线折光仪根据其折射率识别化学品。

原位在线折光仪提供温度补偿，在整个测量范围 $n_D = 1.3200 - 1.5300$ 内的准确度为 $n_D \pm 0.0002$ ，对应的质量百分比是 0-100 %。

详细了解维萨拉 K-PATENTS[®] 在线折光仪如何实现高效、准确的化学品界面文档和产品识别：[化学品检测和界面识别](#)。

[阅读全文](#)，了解我们的客户如何借助在线折光仪实现成本节约、减少产品损失和消除工作场所安全风险。



图片：维萨拉在线折光仪装卸操作中的化学品界面和产品识别。

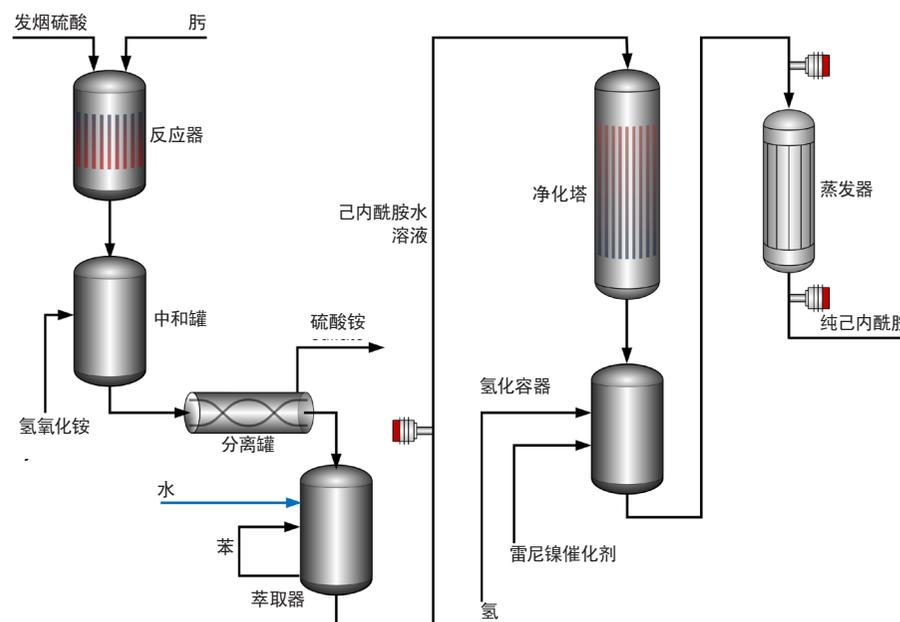
您知道吗？安装在线折光仪进行产品界面检测可将产品浪费减少多达 30%。

应用案例: 己内酰胺 ($C_6H_{11}NO$) 生产工艺

己内酰胺 ($C_6H_{11}NO$) 是尼龙 6 塑料和纤维工程的原材料。

访问完整的[应用说明](#)，了解己内酰胺 ($C_6H_{11}NO$) 生产过程。

己内酰胺	折光仪安装点	测量值
己内酰胺水溶液	初次提取后	控制和保持高效提取
蒸发过程控制	蒸发器的出口处	向控制器提供信号，以通过改变蒸发器的入口流量来调节浓度值



图片：使用在线折光仪进行优化的己内酰胺生产工艺

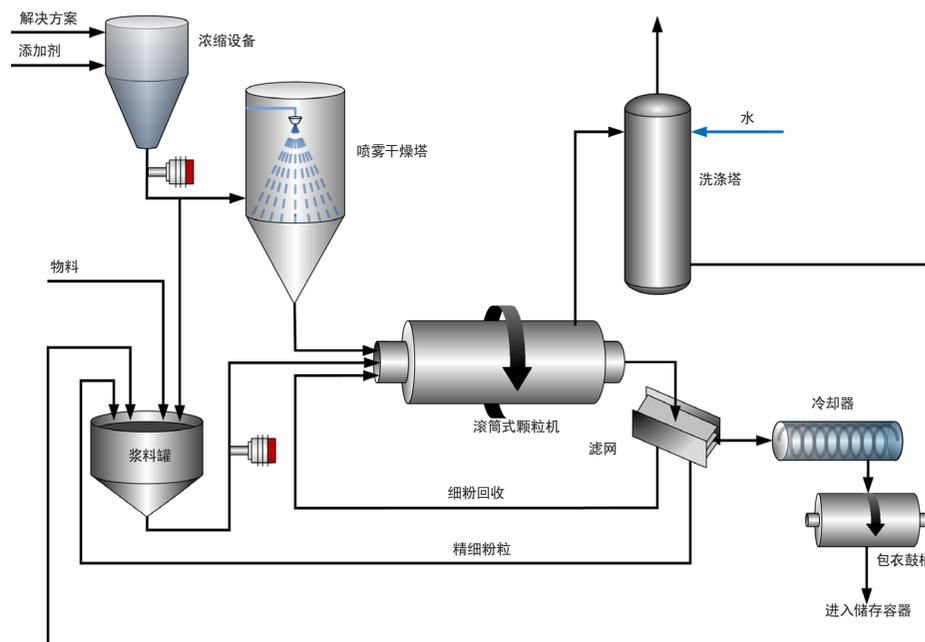
应用案例：硝酸铵生产工艺

硝酸铵 (NH_4NO_3) 是一种由铵离子和硝酸根离子组成的盐。它主要作为农业中的高氮肥料使用。硝酸铵由硝酸与氨反应生成。所得溶液会浓缩至 97.5-98%。

访问完整的[应用说明](#)，了解硝酸铵生产过程。

折光仪则能够直接测量硝酸铵浓度，并通过以太网或 4-20 mA 输出信号将浓度值发送到控制室。折光仪信号能够提醒操作员工艺过程中发生的变化，支持他们进行实时过程调整。

硝酸铵	折光仪安装点	测量值
硝酸铵浓度测量	浓缩机出口处。	该测量值用于控制造粒机形成均匀的颗粒、避免造成物料再加工。 <ul style="list-style-type: none">■ NH_4NO_3 溶液浓度为 90-98%，过程温度为 160-180 °C。
	浆料罐出口处。	<ul style="list-style-type: none">■ NH_4NO_3 溶液浓度为 90-98%，加工温度为 150-160 °C。



图片：使用在线折光仪测量进行优化的硝酸铵生产工艺

硫酸盐法制浆：黑液和绿液工艺

多类消费品，包括纸巾、包装材料和卫生用品，都是由制浆厂生产的材料进一步制成的。而在制浆厂加工中，从树木加工到成为消费品涉及众多工艺流程。但是，在制造过程中有一个重要的环节——过程测量。以下阐述了多种测量技术以及总固溶物（TDS）的含义。

化学控制在制浆厂中很重要，因为它是一项重要的成本项目。大约有 99% 的化学品会循环利用，因此，准确的测量过程对于保持化学品浓度至关重要。

黑液是纸浆生产过程中的一个重要副产物，既可用于回收化学品，又可为制浆厂提供能源。在回收前，黑液会先进行蒸发。蒸发效率是直接影响制浆厂生产成本的关键工序之一。随着制浆行业正在经历转型以实现更高的能源效率和更低的碳排放，因此，减少能源和水的使用并充分降低生产成本变得越来越重要。蒸发过程的控制是通过测量黑液干固形物含量来实现的。在该工序中，有时会使用密度参数，但这存在一定的局限性，因此使用总固溶物作为参数更理想。因

为它准确，并且可以精准测量黑液中仍有多少水需要蒸发。除黑液外，浓度测量还可用于绿液、制浆线、硫酸残碱、苛性碱和溶解石灰。

在这些应用中，有时使用核辐射密度技术测量液体浓度和密度。虽然该技术可用于测量密度，但它存在许多重大缺陷。例如，使用辐射来测定液体的密度不太适合制浆厂，部分原因是它需要经过认证的辐射安全专员进行监控和维护，这是一个昂贵且耗时的过程，而且还涉及报废处置问题。此外，它对工艺过程中存在的气泡、夹带空气和沉积物敏感，并且管道结垢同样会改变测量读数。

在纸浆和造纸工业中，科里奥利质量流量计可用于测量质量流量，但是，由于气泡和夹带空气的影响，它通常会失效。科里奥利质量流量计适用于在管道内部工况理想且保持不变时测量总固形物含量。但是在正常运行期间，工况条件是不断变化的。管道中的结垢和工艺液体中的气泡会导致测量读数错误。



测量总固溶物含量

总固溶物 (TDS) 含量测量参数基于溶解和未溶解固形物的含量关系, 被认为是精准测量固溶物含量的方法。此外, 在线折光仪采用数字输出, 与模拟信号相比具有优势。

维萨拉 K-PATENTS® SAFE-DRIVE 在线折光仪 PR-23-SD 为制浆行业设计。该折光仪直接安装在纸浆或滤液管线中。

可以立即检测到浆料进出管线以及滤液进出管线中的总固溶物 (TDS) 变化。它是一种可伸缩装置, 其设计符合 BLRBAC 推荐的《黑液回收锅炉中黑液安全燃烧的良好实践》。

纸浆对于许多生产商来说将会越来越重要, 维萨拉为多种制浆应用提供可靠的固溶物含量测量方法。制浆厂可以优化制浆过程的每个工序, 包括蒸煮、洗涤和蒸发。此外, 这些测量可用于高级过程控制, 从而确保获得清洁且质量稳定的纸浆, 优化能源和原料的使用, 并节省运营、水和能源成本。

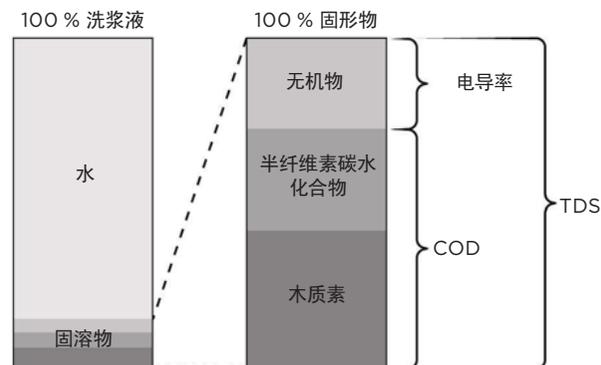


图 1: 洗浆液中固溶物测量方法的比较。

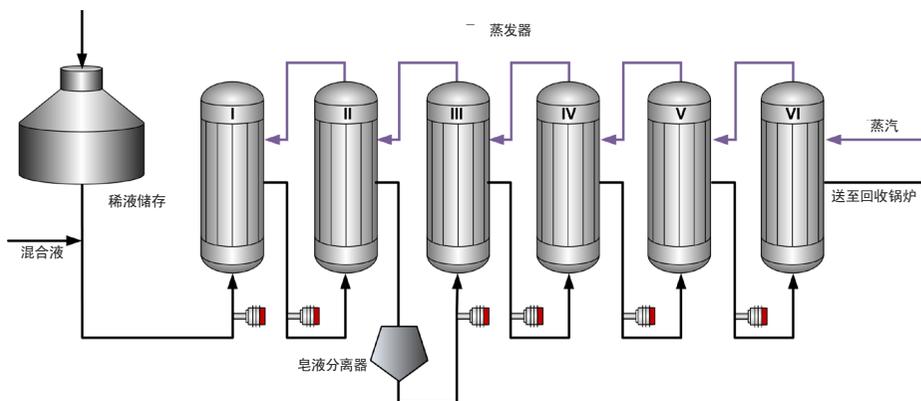
应用案例: 蒸发

蒸发旨在在燃烧黑液之前去除多余的水, 同时充分减少总蒸汽消耗量。

折光仪将直接测量需要蒸发的剩余水量, 并将准确的数字报告给控制系统。无需转换。

蒸发阶段的进料应尽可能一致, 以实现产能优化并稳定输出浓度。

[阅读完整应用说明, 了解粗浆洗涤。](#)



图片: 蒸发器中的黑液干固形物含量和浓度测量

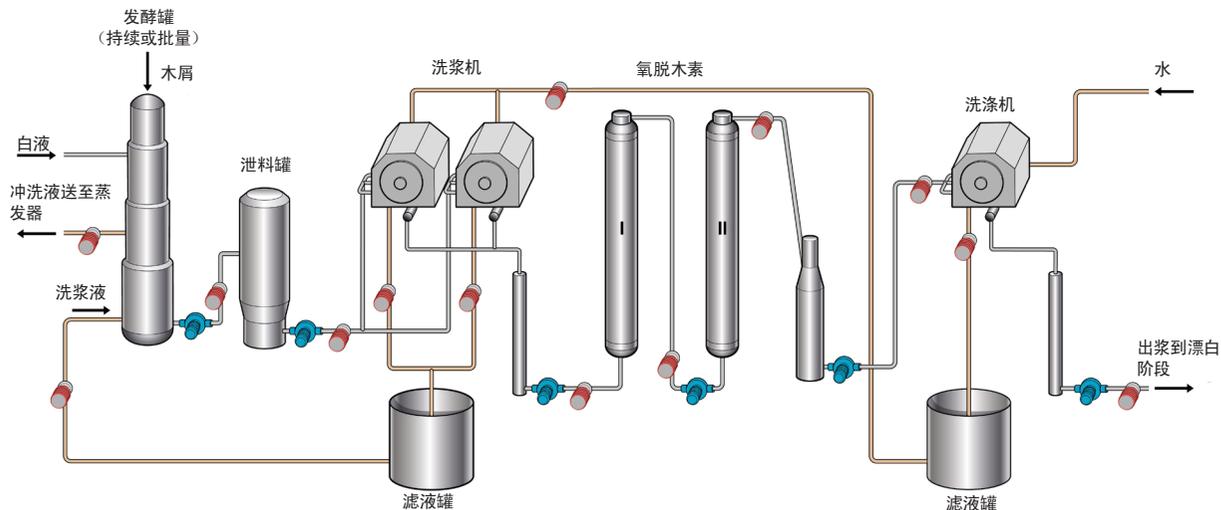
应用案例: 粗浆洗涤

粗浆洗涤工序是影响纸浆厂经济效益的关键工序, 因此优化工艺至关重要。

通过优化粗浆洗涤过程并提高黑液固形物含量, 工厂可以快速因此受益, 包括清洁优质的漂白纸浆以及优化水、化学品和能源的消耗。

总成本节约可高达 1,000,000 美元, 大约 3 到 4 个月即可获得投资回报。

[阅读全文](#), 了解如何通过维萨拉 K-PATENTS 在线折光仪优化粗浆洗涤。



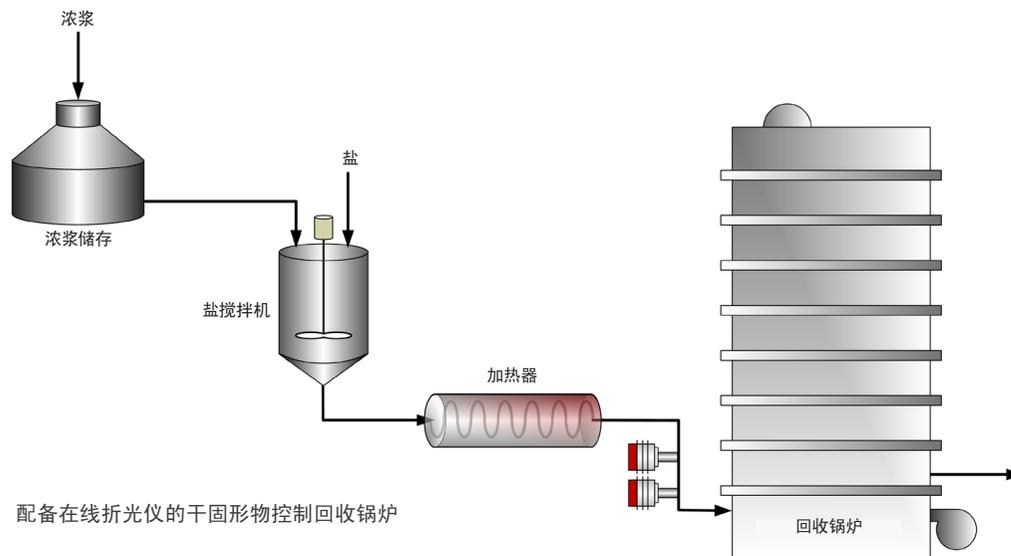
图片: 使用在线折光仪进行优化的粗浆洗涤工艺

应用案例: 回收锅炉

在回收锅炉中, 燃烧所需的干固形物液体含量至少要达到 60%, 但理想含量是超过 65%, 这样能够优化烟气排放量、锅炉效率和能源生产量。

若送入燃烧器的干固形物的浓度过低, 可能会导致蒸汽爆炸, 损坏锅炉。为保证锅炉安全运转, 必须使用在线折光仪和数字切换系统来监测流入回收锅炉的黑液。

[访问完整的回收锅炉应用说明](#), 以了解详情。



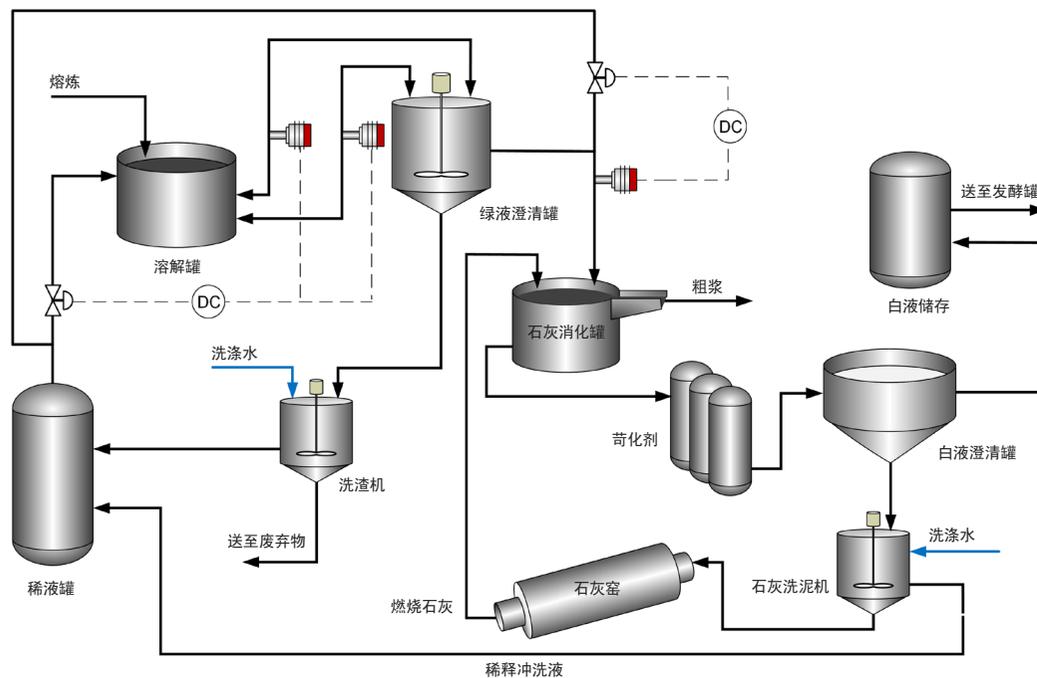
图片: 配备在线折光仪的干固形物控制回收锅炉

应用案例: 苛化(碱化)和溶解石灰

控制苛化工艺需要调节消化操作,而消化操作又取决于原绿液的总滴定碱(TTA)的浓度。进行控制的目标是稳定送入消化器的绿液密度或其总滴定碱(TTA)浓度,从而避免过量加灰并确保安全操作。要实现控制,需要在溶解罐和澄清器的主绿液管线中进行总滴定碱(TTA)测量。

高效的苛化控制可提高白液的质量和稳定性、降低运营成本并提高制浆效率。良好控制石灰用量可减少工艺过程中石灰的再循环流量,从而减少石灰窑中石灰的再燃烧并降低能耗

📖 阅读完整的应用说明,了解苛化过程。



图片: 使用在线折光仪进行苛化控制

表：使用在线折光仪优化牛皮纸浆工艺可节省成本并提高生产效率

应用	折光仪安装点	过程中的浓度测量值
制浆线/粗浆洗涤	单独的洗涤机、发酵罐和泄料管线、洗涤器的纸浆进料、洗涤阶段、纸浆到氧脱木素、出浆到漂白阶段	<p>通过优化粗浆洗涤过程并提高黑液固溶物含量，工厂可以快速因此受益，包括清洁优质的漂白纸浆以及优化水、化学品和能源的消耗。</p> <p>总成本节约可高达 1,000,000 美元/欧元，大约 3 到 4 个月即可获得投资回报。</p>
蒸发	蒸发进料处、中间液、浓液、蒸发出口	<p>蒸发旨在在燃烧黑液之前去除多余的水，同时充分减少总蒸汽消耗量。</p> <p>折光仪将准确测量需要蒸发的剩余水量，并为控制系统提供准确的数字。</p> <p>折光仪还将指示蒸发的运行状况，并在有结垢或故障时发出信号。</p> <p>恒定输送固形物进行蒸发可确保稳定运行。</p>
回收锅炉	黑液主管路中安装 2 -3 个折光仪	<p>折光仪在线连续测量黑液浓度，转向系统控制黑液浓度不低于安全限值，即 60%。若送入燃烧器的干固形物的浓度过低，可能会导致蒸汽爆炸，损坏锅炉。</p> <p>其他优点：充分提高锅炉效率，减少烟气排放。</p> <p>为保证锅炉安全运转，需使用在线折光仪和数字切换系统来监测流入回收锅炉的黑液。</p>
苛化和溶解石灰	绿液输送线，消化器进料处	<p>控制苛化工艺需要控制消化器操作，而消化器操作又取决于原绿液的总滴定碱 (TTA) 的浓度。进行控制的目标是稳定送入消化器的绿液密度或其 TTA 浓度，从而避免过量加灰并确保安全操作。</p> <p>要实现控制，需要在溶解罐和澄清器的主绿液管线中进行 TTA 测量。高效的苛化控制可提高白液的质量和稳定性、降低运营成本并提高制浆效率。</p> <p>良好控制石灰用量可减少工艺过程中石灰的再循环流量，从而减少石灰窑中石灰的再燃烧并降低能耗。</p>

我们为您的测量保驾护航

维萨拉是气象、环境和工业测量领域的设备生产厂商。立足于 80 多年的丰富经验，维萨拉致力于通过观测打造更加美好的世界，其拥有的技术在太空环境下亦能游刃有余，在火星乃至更遥远地点的探索任务中稳定运行。我们是客户的可靠合作伙伴，能够提供创新观测和测量产品及服务。维萨拉总部位于芬兰，在全球拥有约 1,900 名专业人员，公司在纳斯达克赫尔辛基证券交易所上市。

联系我们，讨论您的应用
和测量需求。

VAISALA

www.vaisala.cn



扫码获取更多信息

B212537ZH-A ©维萨拉 2022

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。