

SIGRIST 在线浊度计的原理和应用

李宝华



2012. 8



SIGRIST 中国总代理：
南行仪器有限公司

SIGRIST 中国技术服务：
北京市南行中仪器仪表有限公司

北京市南行中仪器仪表有限公司

摘要：分析仪器正在向在线化、现场化、测控一体化方向发展。在线分析仪表或过程分析仪表对流程工业的工艺控制和优化起到关键作用，连续实时监测工业生产过程中的原料、中间产品、产品以及相关辅助原料、副产品等物料性能指标，能够更好地优化生产操作、稳定产品质量和提高经济效益。应用在线分析仪表也成为现代化工业生产的标志。瑞士 SIGRIST 光度计有限公司（SIGRIST-PHOTOMETER AG）的在线浊度计是一种光学分析仪器/在线分析仪表，具有创新技术、测量精确、稳定可靠和极少维护的显著特点，成功应用在化工/制药过程中的纯度控制、酿造业的啤酒/白酒/葡萄酒/工艺水的过滤监测以及离心机/分离机/回旋沉淀的过程监测、油品/糖液/食品的浊度测量。

关键词：在线分析仪表；SIGRIST；在线浊度计；原理和应用

SIGRIST 在线浊度计的原理和应用

引言

仪器是认知世界的工具，是用于对物质实体及其属性进行观察、监视、测定、验证、记录、传输、变换、显示、分析处理与控制的各种器具和系统的总称。化工、石油、电力等行业将用于测量热工量、电工量（如压力、温度、液位、流量、速度、电压、电流等）的仪器习惯称为仪表。仪器和仪表没有清晰的界线划分，统称为仪器仪表。中国的仪器仪表行业有 20 多个专业类别，大致划分为 6 大类，分类中也存在许多交叉，随着科技进步和创新，其应用领域不断拓展。

分析仪器归类于科学仪器大类，正在向在线化、现场化、测控一体化方向发展。在线分析仪表（on-line analyzers）或过程分析仪表（process analyzers）就和工业自动化仪表和控制系统大类存在着交叉。在线分析仪表直接安装在生产流程中，执行对物料的组成成分或物性参数的自动连续测量分析，和工业自动化仪表和控制系统融合在一起。

在现代化制造业中，尤其是流程工业更加重视不同于常规测量手段的过程分析技术，在线分析仪表常对工艺控制和优化起到关键作用，连续实时监测工业生产过程中的原料、中间产品、产品以及相关辅助原料、副产品等物料性能指标，能够更好地优化生产操作、稳定产品质量和提高经济效益。应用在线分析仪表也成为现代化工业生产的标志。

在众多在线分析仪表中，瑞士 SIGRIST 光度计有限公司（SIGRIST-PHOTOMETER AG）的在线浊度计是一种光学分析仪器/在线分析仪表，具有创新技术、测量精确、稳定可靠和极少维护的显著特点，成功应用在化工/制药过程中的纯度控制、酿造业的啤酒/白酒/葡萄酒/工艺水的过滤监测以及离心机/分离机/回旋沉淀的过程监测、油品/糖液/食品的浊度测量。在中国，仅啤酒生产厂就有 500 家应用了近千台 SIGRIST 在线浊度计。

浊度测量原理：

浊度计是光度计的具体应用，是利用光学方法进行测量的。参见图 1。

一束平行光在透明液体中传播，若液体中无任何悬浮颗粒存在，光束在直线传播时不会改变方向；若液体中有悬浮颗粒、光束在遇到颗粒时就会改变方向（不管颗粒透明与否），形成所谓散射光。颗粒越多（浊度越高）则光的散射就越严重，采用检测与入射光呈 90° 的方向上的散射光来检测有多少光被水中的颗粒物所散射，达到检测液体浊度的目的。

一定波长的光源透射过待测液体样品，检测 180° 时透射光和 90° 时散射光的强度，可得到液体的浊度。还可设计双角度检测浊度（如 $90^\circ/25^\circ$ ），检测结果更好。

测量结果是按照参比液的校准曲线得出的，国际上通用的浊度标准参比液是 Formazine（福尔马胂）溶液。

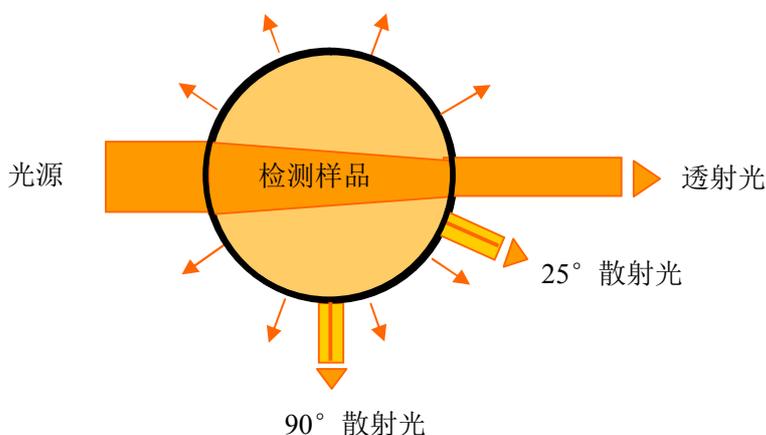


图 1 浊度计工作原理

浊度及浊度单位

浊度是表示液体（水）浑浊程度的单位。国际组织 ISO 定义：浊度是由于不溶性物质的存在而引起液体的透明度降低的一种量度。不溶性物质是指悬浮于水中的固体颗粒物和胶体颗粒物。

浊度的计量单位很多，常见的有：

(1) Formazine（福尔马肼）浊度单位——FTU（Formazine Turbidity Units），美国的标准浊度单位，也是国际标准化组织推荐使用的浊度单位

(2) 散射浊度单位——NTU（Nephelometric Turbidity Units），ISO 7027 标准规定的浊度单位

(3) 散射浊度单位——FNU（Formazine Nephelometric Units）

$$1 \text{ NTU} = 1 \text{ FTU} = \text{FNU}$$

(4) 总悬浮固体物质浊度单位——mg/L，以 1 升水中含有悬浮物的毫克数 mg/L 为浊度单位

(5) 欧洲酿造业浊度单位——EBC（European Brewery Convention）

$$1 \text{ EBC} = 4 \text{ FTU}$$

SIGRIST 在线浊度计

瑞士 SIGRIST 光度计有限公司主要产品为在线浊度计、在线色度计、水中油监测仪、粉尘监测仪，研制连续监测应用的在线浊度计已有六十多年历史，是双角度浊度测量技术的发明者，采用单光源、透射/散射式光路，在线测量精度高，实时监测稳定性好。SIGRIST 在浊度计产品发展中先后有 28 种型号被更新换代，目前在线浊度计为 TurBiScat、DualScat Ex（隔爆型）和 AquaScat 2（HT、P、WTM）系列等五个型号。

TurBiScat 在线浊度计（见图 2）采用在线整体样品流通池、LED 单光源（浊度测量波长 650nm）、透射/散射双角度光路、三个探测器的传感器，配套带触摸屏的 SICON 监测单元。特点是卫生型流通池和传感器头无密封的免维护设计，兼容 CIP/SIP 清洗方式及防污控制的扩展传感器检查，传感器电子部分快速装卸结构；测量量程 0 至 1000 EBC（0 至 4000 NTU）可按实际应用组态 8 个量程范围；也可应用于色度测量（波长 430nm）；附带二级标准物（固体）易于标定检查和调整。



图 2 TurBiScat 在线浊度计和 SICON 监测单元

TurBiScat 在线浊度计传感器头部材料为哈式合金 C-22，窗口材料为蓝宝石，流通池材料为 1.4303 不锈钢；取样温度在 -10 至 +100℃（120℃ 最大 2 小时和 150℃ 最大 1 小时、180℃ 情况需选冷却），取样压力最大到 4MPa，可安装到 DN 40 至 DN 125 通径的管道上；预热时间小于 3 分，反应时间少于 2 秒，分辨小于 0.001 EBC，线性为 ±0.5%FS，重复性为 0.001 EBC 或 ±0.25%FS；防护等级 IP66，传感器重量约 2.3kg。

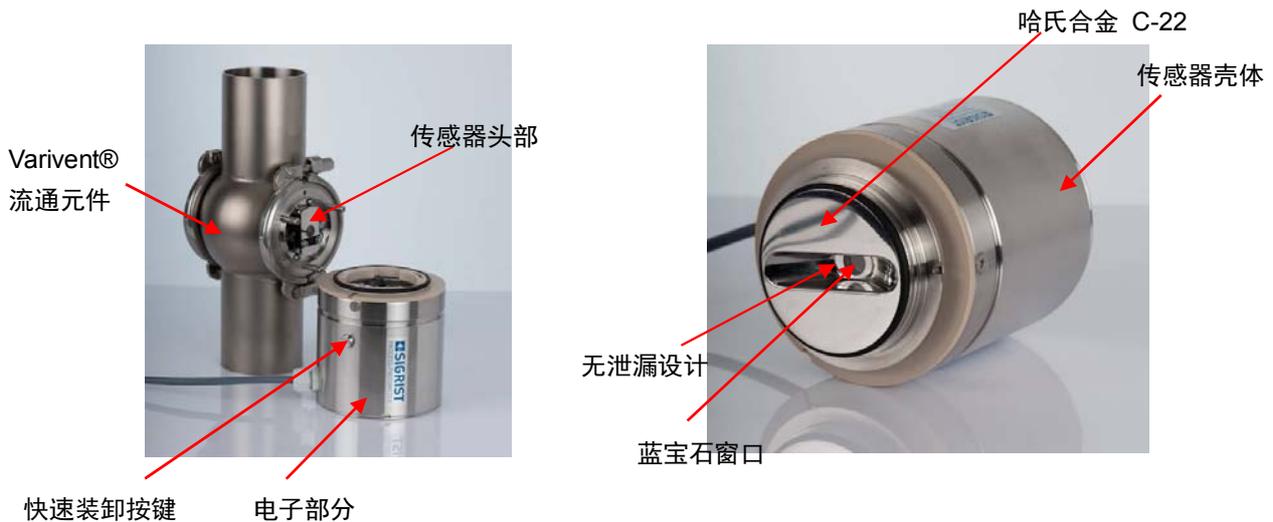


图3 TurBiScat 在线浊度计

配套的 SICON 监测单元为 3.5 英寸彩色触摸屏，可显示测量数据、图表和过程性能（见图 4）；输入/输出有 4 路 4 至 20mA 模拟信号和 5 路 DI 及 7 路 DO；使用 SD 存储卡用于数据记录、软件升级和诊断；支持多种通信接口（以太网、Profibus-DP、Modbus），便于系统集成。



图4 SICON 监测单元及其显示画面

TurBiScat 在线浊度计的标定检查

TurBiScat 在线浊度计配置附带固体二级标准物的标定检查单元（见图 5），用于将传感器从在线状态拆下后的标定检查校准。传感器拆下后一定要将接液部分清洗干净才能进行标定检查。

SIGRIST 提供的固体二级标准物主要是校准 90° 散射光浊度（浊度计的 C1 通道）和 25° 散射光浊度（浊度计的 C2 通道）。

第二种方法是使用标准福尔马肼溶液方法进行标定检查，要先将固体标准物从标定检查单元上拆除，再将标定检查单元连接到传感器上。配好 2EBC \pm 2% 的高精度福尔马肼标准液，加注到标定检查单元的漏斗处，对 90° 浊度（浊度计的 C1 通道）和 25° 浊度（浊度计的 C2 通道）进行校准。标定检查后也要将传感器接液部分以及标定检查单元清洗干净。

第三种方法是使用蒸馏水对色度（浊度计的 C3 通道）和污染（浊度计的 C4 通道）的零点标定检查时，也要先将固体标准物拆下，再将标定检查单元连接到传感器上，然后加注蒸馏水。



图 5 标定检查单元

TurBiScat 在线浊度计的传感器检查

TurBiScat 在线浊度计有着低维护量特征，对于传感器检查的标准设置为每天自动检查一次，设置可任意改变或关闭。传感器的手动检查可随时进行激活，还可由自动信号激活传感器检查。手动检查时，先按“Menu”主菜单键，再键入访问密码并按 OK 确认，触按“Sensor Check”传感器检查键，按“Start”启动键后等待最多 45 秒，触摸屏上会显示检查读取的信息。探头检查未发现故障则提示“Sensor check OK”传感器检查正常；探头检查诊断到一个故障则显示“Sensor check error”传感器出错，可根据提示信息查找故障原因。检查结束，按“Menu”主菜单键返回浊度监测状态。

结束语

SIGRIST 的 TurBiScat 等型号的在线浊度计监测的实时浊度数据能够对生产操作实现指导，对产品质量实现监控，为用户带来了大的经济效益，使在线分析仪表和流程工业提高生产水平、经济效益及提升竞争力直接联系起来。随着科技的发展和流程工业各领域工业自动化仪表和控制系统的的需求，更多的在线分析仪表将会得到用户的青睐和应用。

参考文献:

1. 张玘、刘国福等. 仪器科学与技术概论. 北京: 清华大学出版社, 2011.3
2. 王森、符青灵. 仪表工习题集. 在线分析仪表分册. 2 版. 北京: 化学工业出版社, 2006.3
3. SIGRIST. TurBiScat 数据表. 10889E-2, 2010.7
4. SIGRIST. TurBiScat 操作说明. 10860E-2, 2010.8