



ZAIXIANFENXI GONGCHENG JISHU
MINGCI SHUYU

在线分析 工程技术 名·词·术·语

中国仪器仪表学会分析仪器分会
中国仪器仪表行业协会分析仪器分会

组织编写

北京雄鹰国际展览有限公司

哈希公司

协助编写



化学工业出版社



ZAIXIANFENXI GONGCHENG JISHU
MINGCI SHUYU

在线分析 工程技术 名·词·术·语

中国仪器仪表学会分析仪器分会
中国仪器仪表行业协会分析仪器分会

组织编写

北京雄鹰国际展览有限公司
哈希公司

协助编写



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

在线分析工程技术名词术语/中国仪器仪表学会分析
仪器分会, 中国仪器仪表行业协会分析仪器分会组织编
写. —北京: 化学工业出版社, 2013. 11

ISBN 978-7-122-18655-3

I. ①在… II. ①中…②中… III. ①分析仪器-名
词术语 IV. ①TH83-61

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 244177 号

责任编辑: 刘 哲
责任校对: 徐贞珍

装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司
装 订: 三河市前程装订厂
880mm×1230mm 1/32 印张 5½ 字数 170 千字
2014 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 38.00 元
京化广临字 2013—22 号

版权所有 违者必究

《在线分析工程技术名词术语》 编审委员会

主 任：范忠琪

副主任（按姓名汉语拼音排列）：

程 立 黄步余 金义忠 王复兴 王 森 王树青

委 员（按姓名汉语拼音排列）：

程 立 曹林辉 曹乃玉 戴连奎 范忠琪 郜 武

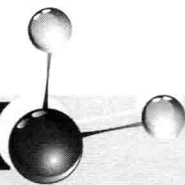
顾海涛 胡满江 黄步余 金义忠 李 峰 刘长宽

陆德民 邱 彤 曲 庆 孙 磊 万学达 王成裕

王复兴 王 森 王树青 魏正森 武云志 杨 飞

赵友权 朱卫东

前言



仪器仪表是信息工业的源头，是我国经济发展和科技创新的核心之一。分析技术和自动化的系统集成是 21 世纪的前沿技术。近年来我国在线分析工程技术的快速发展和广泛应用，已成为被高度关注的主题和重点。

在线分析技术的国内外学术交流活动和生产实践时，需要对分析仪产品的标准和专业名词术语的使用规范化，对专业名词术语有共同的理解，促进在线分析技术的发展和推广应用。第四、五届中国在线分析仪器应用及发展国际论坛分析专家建议：收集和整理各生产制造企业内的日常用技术术语，供大家参考，为今后建立行业标准术语奠定基础，推动在线分析工程技术的发展。

中国仪器仪表学会分析仪器分会和中国仪器仪表行业协会分析仪器分会组织本行业资深专家和富有工程经验的专业技术人员收集汇编了《在线分析工程技术名词术语》，为建立在线分析技术的名词术语体系进行探索。

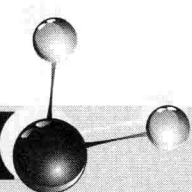
《在线分析工程技术名词术语》的内容包括在线气体分析、在线水质分析和自动控制几大部分，条目总数达 900 余条。正文中词条按内容排序。书后附有按汉语拼音字母排序的索引。

对为本书的编著提供了大量的条目、积极的建言和指导的诸多单位的专家、学者和专业技术人员，表示衷心感谢。

《在线分析工程技术名词术语》的名词术语不等同于技术标准，有些是传统的或重新定义的，并非是唯一正确的解释和定义，范围尚未涵盖更多的新兴应用领域，有待进一步完善补充和修改。鉴于编者水平有限，会存在不足之处，欢迎广大读者提出补充修改意见或建议，以供今后修订时参考。

在线分析工程技术名词术语编审委员会

2013 年 9 月



目录

一、在线气体分析	1
1. 在线气体分析系统	1
2. 在线气体分析仪原理	32
3. 在线烟气排放连续监测系统 (CEMS)	56
4. 激光在线气体分析系统	69
二、在线水质分析	75
1. 在线水质分析基础知识	75
2. 水质测量参数及分析方法	85
3. 环境监测和工业应用	101
4. 仪器仪表	109
三、其他	126
四、自动控制	138
索引	154



在线气体分析

1. 在线气体分析系统

分析仪 analyzer (分析仪器)

输出信号为物料中一种或多种成分或组分的浓度、分压、露点温度或其他物理、化学特性的单调函数的仪器。

气体分析器 gas analyzer

输出信号为气体混合物中一种或多种组分的浓度、分压或露点温度的单调函数的分析器。

在线气体分析仪 on-line gas analyzer [流(过)程气体分析仪 process gas analyzer]

和源流气体相连接,自动地长期连续给出输出信号的分析器,其输出信号是混合气体中一种或多种组分的浓度、分压或露点温度的单调函数。

试样流从源流气体中提取并输送到分析仪测量的,称为取样式在线气体分析仪。直接在源流体中测量的,叫插入式(原位式)在线气体分析仪。

在线气体分析仪是气体成分的流(过)程分析仪表。流(过)程分析仪表是生产流程中在线测量各种物料成分或某些物理性质的仪表。流程分析仪表既可在开环系统中实现连续或周期性监测,也可在闭环自动调节系统中测量控制变量。

在线气体分析系统 on-line gas analysis system [流(过)程气体分 析系统 process gas analysis system]

在线气体分析仪与样气处理系统合理匹配与完善组合,能长期连续



协调运行的复杂系统。至少包括一台在线气体分析仪和一套样气处理系统，实际上是一个完整的在线分析测量系统，能长期连续稳定、较少维护地测量样气流中特定组分的浓度。

在线气体分析系统工程应用技术 on-line gas analysis system engineering

以在线分析工程应用项目为针对性目标，设计出能够连续稳定、准确可靠、近于免维护地协调运行的样气处理系统，进而确保在线分析系统能够高准确度地在线检测分析、实时动态监控物质分量的工程应用技术。

技术系统 technical system

每个可实现某种功能的事物都称为技术系统。此定义不局限于传统经典意义的技术系统，有广义内涵。

寿命周期 life cycle

在正常维护和不检修（指大修）的前提下，在线分析系统能够连续运行的工程应用时间周期。寿命周期有统计学的概念，用于评价在线分析系统的品质和质量。

组分 component

样品中可独立发生变化的化学成分。

被测组分 component to be measured

过程分析仪将要对其含量进行测量的一种组分或多种组分。

背景组分 background components

源流体中除被测组分之外的所有其他组分，它包括不相关组分、障碍组分和干扰组分。

干扰组分 interference components

会引起在线气体分析仪产生干扰误差的背景组分。干扰组分与被测组分在某种特性上相似或相近。

二元混合物 binary mixture

仅含有两种化学组分的物质。由此延伸，有三元和多元混合物。



额定工作条件 rated operation conditions

包括：性能特性的有效范围和有效值；规定性能特性极限内的影响量的数值范围；规定使用范围；取样点处源流体条件的规定范围和规定值；排放点处废流条件的规定范围和规定值；公用设施的规定范围和规定值。

参比条件 reference conditions

为了对性能指标进行考核试验，所规定的一种带有允差或限定范围的影响量的值，通常要比额定工作条件严得多。在该条件下，测量仪器仪表的可容许的不确定度或误差限最小。

极限工作条件 limit conditions of operation

当仪器在额定工作条件下工作时，在不损坏或降低特性的情况下，仪器所能承受的极限条件。

极限条件 limiting conditions

指影响量和性能特性的整个数值范围，虽然超出规定使用范围和有效范围，可能使性能指标超差，但当设备又恢复在额定工作条件下运行时，仍能正常工作而不引起损坏或性能下降。

范围（量程） range

两个极限值之间的区域，用所考虑的量的上、下极限值来表示。

注：术语“范围”通常与修饰词联用，它可用于性能特性、影响量等。

测量范围 Measurement range

分析仪额定测量范围上、下极限值之差。

例如，98%~100% O₂ 的氧分析仪，其测量范围是 98%~100% O₂，量程是 2% O₂ (100%~98%=2%)。因下极限值不为零，称为抑制零位量程，简称抑零量程。

基准误差 fiducial error

测量仪器的误差与规定的基准值之比，如“量程的百分之几”。

（分析仪测量值与标准气约定真值之差为分析仪的误差，标准气的不确定度被忽略不计，或被合并分析仪的误差中。分析仪的误差与规定的约定真值之比称为基准误差或基本误差，如“量程的百分之几 %FS”。有时习惯将基准误差去除百分



号后看成是分析仪的精度等级。现行的技术标准多已取消基本误差这一传统技术概念)

线性 linearity

随被测组分浓度的增加,分析仪的响应会发生相应的线性变化。

(线性,指量与量之间按比例、成直线的关系,在数学上可以理解为一阶导数为常数的函数;非线性则指不按比例、不成直线的关系,一阶导数不为常数)

线性误差 linearity error

仪器实际读数与通过被测量的线性函数求出的读数之间的最大差异。该线性函数应包括被测量的有效范围上限和下限的示值。

(线性误差或端点线性度,是衡量通过整个量程范围的端点组成直线的最大偏差,即实测曲线与理想直线之间的偏差)

干扰误差 interference error

由存在于试样中的干扰物质所引起的误差。

(由样品中的干扰组分所引起的误差)

重复性 repeatability

用确定的试样,在较短的时间间隔内,连续测量所得到的结果的一致程度。其条件为;同样的方法,同一测量仪器,同一操作者,同一实验室,且环境条件不变。重复性仅取决于仪器或系统的原理、设计及制造质量,是分析器本身的技术特性。

[即由一个分析者用确定的试样,在较短的时间间隔内和相同的条件下,连续测量所得到结果的一致程度(在技术概念上与精度相似)]

较短的时间间隔约等于仪器90%响应时间的10倍。

实用时,测量值应从上升和下降两个方向接近测量值。

重复性误差 repeatability error

重复性误差用相对标准偏差 C_v 表示:

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \times 100\%$$

试验次数 $i=6$, $\bar{x}$ 为六次测量结果的平均值。



由于相对标准偏差 C_v 不受标准气不确定度的制约，也与分析仪的线性误差无关，将它理解成分析仪的“精度”，在技术上有合理性和易于理解、操作的优点。

系统误差 systematic error

与随机误差相反，某种意义上是指系统的固定偏差（其误差的大小及方向都比较确定），因此，可以进行系统误差校正来提高测量准确度。

准确度 accuracy

分析仪作为计量仪器，其检测准确度最受关注。

准确度是指多次测量（一般是三次）的平均值 $\bar{x}$ 与（约定）真值 μ 的符合程度。以相对误差表示的准确度是：

$$\frac{\bar{x} - \mu}{\mu} \times 100\%$$

分析仪用作测量标准的标准气，其不确定度的最佳范围是 0.2% ~ 1%，事实上达不到“真值”的标准，只能勉强看作“约定真值”。

准确度不但取决于仪器和系统的重复性误差，还受标准气不确定度的制约。

不确定度 Uncertainty

表征被测定的真值处在某个范围的估计量。

注：由浓度值的不确定度与分析仪器的不确定度合并，当被测定的真值被认定为分析仪器的指示值时，则该条为分析仪器（分析系统）的不确定度。

浓度 concentration

在给定体积和摩尔数的混合气体或溶液中，某种特定物质的含量。

给定体积的称为体积浓度，给定摩尔数的称为摩尔浓度。

标准气 stable test gas mixture

稳定的试验气体混合物，待测组分的浓度及其不确定度为已知的气体混合物。

零点 zero point

分析仪无检测分析行为时的显示值。在仪表盘刻度或显示屏上是广义的“0”，对于传输 DC 4~20mA 信号来说是 4mA。

零点气 zero gas

用于按照给定的分析步骤，在给定的校准范围内建立校准曲线零点的气体混合物。

约定真值 conventional true value

近似于量的真值的值。从使用的目的看，两个值的差对于使用者来说可以忽略不计（IEV 301-08-02）。

量的约定真值，对于各种具体情况，通常借助某些方法和使用适当准确度的仪器来确定。

由于真值不可能准确知道，为了方便，在不引起误解的情况下，“真值”可由“约定真值”来表示（IEV 301-08-02）。

校准 calibration

分析仪采用一种或两种已知其浓度与特性的标准物质（例如标准气或标准溶液），然后将分析结果与标准物质对照，并对分析仪进行调节，以使分析结果与标准物质匹配一致。

检定 verification

为评价分析仪的计量性能，并确定其是否合格所进行的操作。检定的依据是国家或行业的检定规程。

自动校准 automatic calibration

分析器在确定的运行周期内，不采取人工操作的方法进行的校准。

校准曲线 calibration curve

分析仪以曲线图表示的校准结果，样品流浓度与输出信号对应关系的曲线。如果校准曲线是一条有特定斜率的直线，则表示是线性输出特性。

稳定性 stability

在规定工作条件下，输入保持不变，分析仪示值在规定时间间隔内保持不变的能力。稳定性通常用技术指标“漂移”来评价。

漂移 drift

对一个给定的浓度值，在规定的时间内，参比条件保持不变



的情况下，且没有通过外部手段对仪器进行任何调整，仪器示值的变化。

注：由线性回归求出误差随时间的变化率。漂移的时间间隔在 15min、1h、7h、24h、7d、30d、3months、6months 中选取。

零点漂移 zero drift

分析仪用零点气试验，零点示值在确定时间间隔内逐渐变化所决定的漂移。

量程漂移 span drift（也称终点漂移）

分析仪用量程气试验，量程示值在确定时间间隔内逐渐变化所决定的漂移。

精度 precision

准确性 accuracy

(1) 精度表示测量仪器对被测参数的真值给出相等读数能力的特性。

(2) 结果的准确性表示计算、估计或实验测量与精确值之间相吻合的程度。

(3) 方法的准确性衡量所用方法在提供准确结果方面的能力。

精度 precision（在线气体分析系统宜采用本概念）

测定一种方法获得重复性结果的能力。如果一种方法是较精确的，那么用此方法所获得的结果的标准偏差就很小。

注意：此表达联系上了相对标准偏差 C_v 。

可靠性 reliability

设备和系统在综合条件下，在规定的期限内执行设计功能的能力。将其工作情况定量地表示为数学概率，也可从一定时间内出现故障的频率估计出来。

电磁兼容性 electromagnetism compatibility

分析仪等工业过程测量和控制仪表应具有抗各种电磁干扰的能力，以避免受电磁环境的影响。在线分析仪的电磁兼容性试验主要有静电放



电抗扰度、射频声感应的传导骚扰抗扰度和电快速瞬变脉冲群抗扰度等三项。

代表性 representativeness

从一批物料中取样时，对于被测变量，样品能代表该批物料的程度。

离线 off line

分析仪位于实验室。

在线 on line

分析仪与工艺设备相连接，使在线分析仪能够长期连续获得新鲜样品。

在线分析 on-line analysis

分析仪直接监测生产流或静态物料（或样品流或静态样品物料），或者将样品自动取出并在与生产装置直接相连接的在线分析仪上分析。

离线分析 off-line analysis

从生产流取样并将样品送到便于分析仪分析的某一分析地点，此处并不与生产装置直接相连接，也可以说分析仪位于远处的实验室。

物流内分析 analysis in-stream

物料上分析 analysis on-stream

传感器在生产过程主物流内部或上面直接测量进行的分析。这种分析方法无需对样品进行机械性分割。

物流内分析也可称为原位法或原位安装法。

原位处理法 in situ treatment

样气在取样点抽取并进行必要的样气处理，就地由检测器实现非电量转换检测，并不向远处传输后再进行复杂的样气处理。原位处理法是介于原位安装法和直接抽取法之间的新的技术概念。

原位抽取湿热法也是原位处理法的同一类技术方案。



定量分析 assay quantitative analysis

对物料进行定量分析以测定其中有效或有价值的浓度或特性。

和定量分析相对的是定性分析，显然定量分析要比定性分析更准确和可靠，也更困难。

响应时间 response time

- (1) T_{90} 指在线分析仪指示启动到最终值的 90% 的响应时间。
- (2) T_{90} 指样品处理系统的响应时间。
- (3) T_{90} 指在线分析系统的响应时间。

噪声（噪音） noise

分析仪的检测器产生的任何与被测组分浓度变化无直接关系的信号，是任何叠加在测量信号上的不希望有的干扰。通常表现为输出的瞬间波动，即“输出波动”技术指标。以 5min 输出信号的最大峰-峰值来表示。

启动 start-up

在线气体分析系统进行实际样品分析首先要完成的操作。

启动时间 start-up time

样品处理系统及其部件做好使用准备，从接通电源和其他公用设施起，到试样处理系统或其部件在规定的性能特性极限内开始工作时的时间间隔。

滞后时间 T_{10} delay time T_{10}

从被测特性值发生阶跃变化的瞬间起，到示值变化通过且保持在超过其稳态振幅值之差的 10% 所经过的时间。在上升滞后时间和下降滞后时间不同的情况下，应对它们分别做出规定。

（样品保持在规定流量下流动，从被测浓度或被测特性值在系统入口端产生一阶跃变化时刻起，到分析仪入口的变化，通过并保持超出其稳态差值 10% 时的时间间隔。在上升滞后时间和下降滞后时间不同的情况下，应对它们分别做出规定）

样品处理系统的滞后时间只能间接测定：可用一台滞后时间小的分析仪与其相适应的样品流进行测定；或从在线分析系统总的滞后时间减



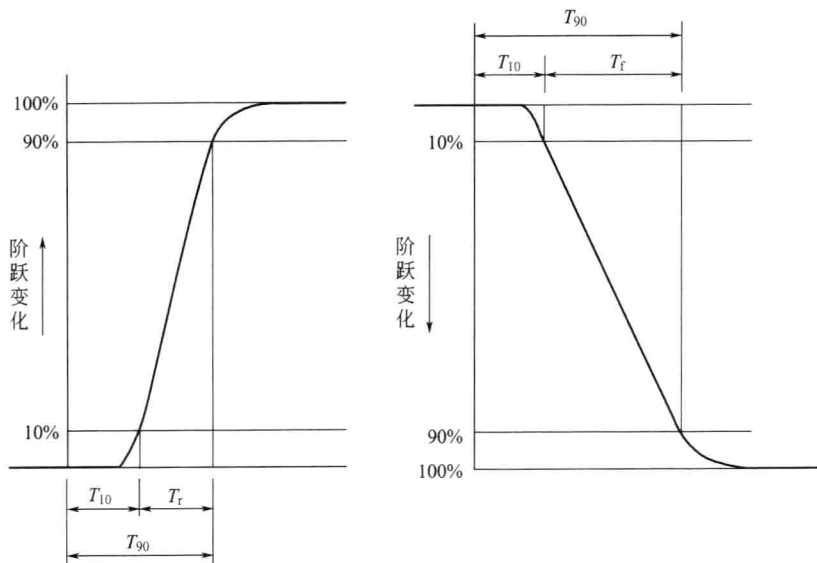
去分析仪的滞后时间。

上升(下降)时间 rise (fall) time (T_r 、 T_f)

90%响应时间与滞后时间之差。

[样品保持在规定流量下流动,从被测浓度或特性在系统入口端产生一个阶跃增加(或减少)后,在分析仪入口端从其稳定状态的10%到(保持超出)90%的时间间隔。]

同一个样品处理系统或分析仪,其下降时间不一定等于上升时间,但一般较为接近。图中, T_{10} 是滞后时间, T_r 是 T_{10-90} , T_f 就是 T_{90-10} 。



90%响应时间(90%时间) 90% response time T_{90}

从被测特性值发生阶跃变化的瞬间起,到示值变化通过且保持在超过其稳态振幅值之差的90%所经过的时间,即: $T_{90} = T_{10} + T_r$ (或 T_f)。

在上升响应时间和下降响应时间不同的情况下,应对它们分别做出规定[或滞后时间与上升或下降时间之和,取较大者,即 $T_{90} = T_{10} + T_r$ (或 T_f)]

反应速度 response time

习惯上将 T_{10} 、 T_r (T_f) 和 T_{90} 合称为反应速度。

周期 cycle time

对于带有试样流自动切换装置的试样处理系统，周期是指连续两次对同一取样点处的试样流开始取样的时间间隔。

对所有取样点，周期不一定相同。

若连续两次取样的时间间隔小于试样流经切换阀和过程分析器所需时间的 90%，且要求对分析器输出信号进行处理时，必须另行说明。

对于非连续试样提取、试样传输或试样调理的试样处理系统，周期是指连续开始上述操作的时间间隔。

惠斯通电桥 Wheatstone bridge

一种有 4 个桥臂的电桥线路。在气体分析领域，通常由对被测样气敏感的测量臂和不敏感的参比臂组成稳定的敏感电阻电桥。当样气被测组分变化时，电桥的不平衡输出信号和被测组分的浓度相对应。

检测器 detector

分析仪中以传感元件为核心的装置或部件，能产生反映物质组分与特性的比例信号。

检测器与传感器在技术概念上有所不同。凡能产生非电量转换的元件或组件都可以广义地称为传感器，不一定会产生比例信号。

测量池 cell

分析仪的测量室。气体、液体或固体物料流经这里，样品处在检测传感器的作用之下，或者受到辐射光源和检测器之间的辐射作用。

载气 carrier gas

一种气流，用来稀释与输送重要样品的气体，例如工业气相色谱仪常以 N_2 或 H_2 作为载气。

分压 partial pressure

含有气体混合物的密闭系统中总压力的一部分，是单一组分的压力。

信号 signal

由于分析仪的检测对物质的物理或化学特性有响应，产生成特定函