



Rosemount 分析仪表在电力行业的解决方案

Emerson Automation Solution – Rosemount 测量和分析仪表

世界上在线测量和分析仪表的领导者

众所周知，Emerson Automation Solution 是世界上公认的过程控制、检测产品及解决方案的一流供应商，产品包括：Rosemount 测量和分析仪表、流量仪表，控制阀门、调压器、控制系统和软件等。

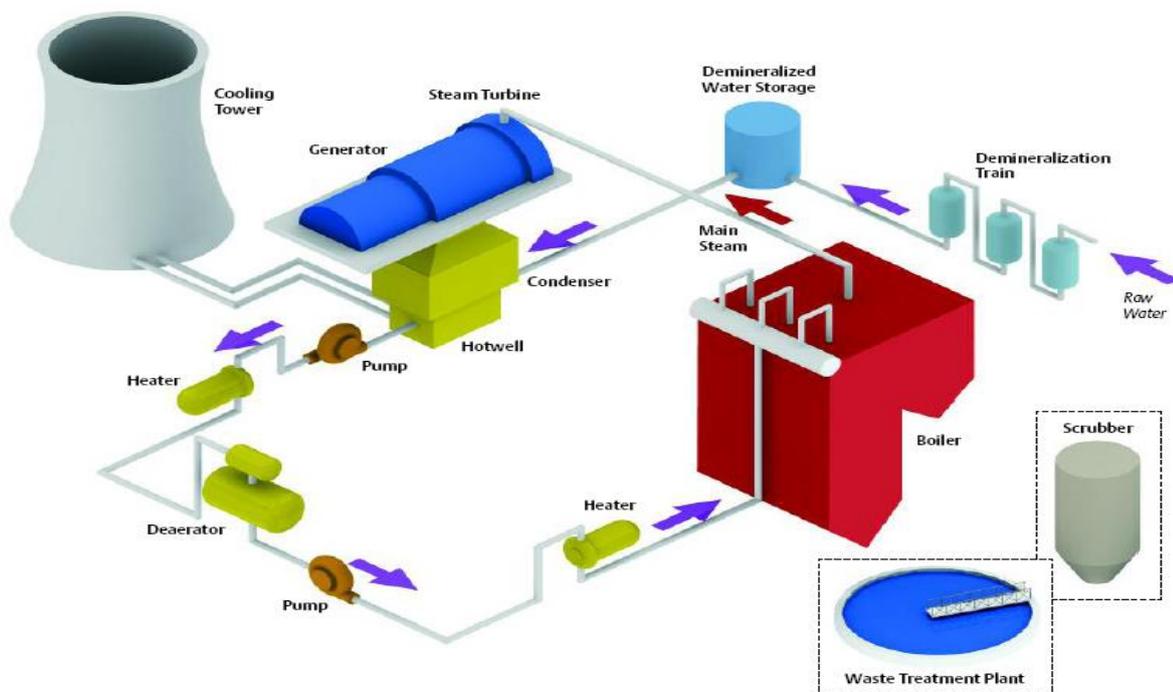
Rosemount 的分析仪表由于具有先进的分析仪器和应用专家，以及其它厂家无可比拟的、遍及全球各地的客户服务与技术支持中心，所以，其世界分析仪器领域，一直占据领先地位。我们提供的产品有：液体分析仪器、气体分析仪器、燃烧控制产品，火焰及气体探测器及各种分析解决方案。

电厂是国民经济发展中必不可少的组成部分，也是 Rosemount 测量和分析仪表的主要服务行业。

火力发电厂的主要工作机理：通过燃料在锅炉炉膛内燃烧释放出的热量，使水变成蒸汽，蒸汽则通过汽轮发电机转换成电能。要维持电厂的正常运行，必须使用合格的水质，保证燃料充分燃烧，控制燃料燃烧后所产生的灰渣和烟气可以安全排放。

工业在线分析仪可以连续检测水质指标，控制燃烧效率，监测污染物的排放，因此，分析仪是电厂提高生产利润率、安全生产、满足环保法规要求必不可少的检测工具。

Emerson Automation Solution–Rosemount 在电厂分析仪器应用方面积累了几十年的丰富经验，我们非常愿意与中国的客户分享这些经验，共同发展。



Emerson Automation Solution – Rosemount 测量和分析仪表

液体分析仪表在电厂应用



在火力发电厂是以水作为工作介质，在锅炉、汽轮机及热力子系统中完成水-汽-水的循环。每个电厂，不管锅炉蒸发量大小或蒸汽参数高低，使用合格的水质是锅炉能够安全、经济、可靠、稳定运行，产出合格蒸汽的前提。实践证明，大多数电厂锅炉等设备的损坏与水质不良有关，由于水质不良造成设备腐蚀，产生结垢，为此，电厂每年要投入大量资金进行设备维修。显然，在设备运行过程中，严格按照要求，监控锅炉的水质和蒸汽品质，对于减少故障，改善设备的利用率，延长设备维修的时间间隔是极为重要的。

液体分析仪表在电厂应用

分析参数	软化水和 锅炉补给水	锅炉给水和 蒸汽处理	冷却水和 冷凝水	废水处理	Rosemount 在线分析仪
pH/ORP	■	■	■	■	3900pH & 1056, 3200HP & 1056 396P/396R & 1056/56
电导率	■	■	■		400 & 1056 404 & 1056
酸/碱浓度	■			■	228 & 1056
溶解氧		■	■	■	499A TrDO & 1056 499ADO & 1056
氯	■		■	■	FCL 余氯分析系统
浊度	■		■		Clarity II 浊度分析仪
硅酸根	■	■			Chempure ⁺⁺ 1056 系列分析仪
钠离子		■			Chempure ⁺⁺ 1056 系列分析仪
磷酸根		■			Chempure ⁺⁺ 1056 系列分析仪
联胺			■		Chempure ⁺⁺ 1056 系列分析仪

Emerson Automation Solution – Rosemount 测量和分析仪表

液体分析仪表在电厂应用

1056 智能双通道分析仪

中文操作界面！

适用于电厂多种参数的测量应用；

- **多参数分析仪：**接 1 个或 2 个传感器，组合方式可以从下列测量参数中任意选择：pH/ORP/ISE、电阻率/电导率、浓度百分数、氯（总氯、余氯、一氯胺）、氧、臭氧和温度；

pH 测量精度：±0.01pH

ORP 测量精度：±1mV

接触电导率测量精度：读数的±0.6%

环形电导率测量精度：读数的±1%

氯测量分辨率：0.001ppm 或 0.01ppm

溶解氧测量分辨率：0.01ppm（499ADO 传感器）

0.1ppb（499A TrDO 传感器）

所有溶解氧测量电路板上均安装了大气压力传感器，其目的是在传感器进行标定时，自动确定大气压力。

臭氧测量分辨率：0.001ppm 或 0.01ppm

- **四线制分析仪：**
- **大屏幕显示：**被测参数采用大字体LCD显示，数值清晰可见；
- **易于安装：**模块化设计电路板便于更换；插拔式接线端子便于电源线、信号线和输出线的连接；
- **菜单屏幕直观易读：**带先进的诊断功能和操作提示；
- **多种语言选择：**英语、法语、德语、意大利语、西班牙语、葡萄牙语和简体中文；
- **内部诊断：**连续诊断分析仪本身和传感器是否出现故障；
- **特殊应用：**
 - 离子选择性电极：**分析仪可以匹配离子选择性电极，测量氨离子浓度和氟离子浓度；
 - 计算型pH值：**使用双通道电导率分析仪可计算并显示pH值。该设计用于根据电导率和阳离子电导率，计算冷凝水和锅炉水的pH值。
 - 差分电导率：**通过连接2个电导率传感器，可以测量差分电导率。差分电导率以电导率比值、抑制百分数和流通百分数的形式表示。
- **HART通讯和Profibus总线通讯；**



1057 智能三通道分析仪

适用于电厂多种参数的测量应用。

多参数分析仪：

接1个或2个或3个传感器，组合方式可以从下列测量参数中任意选择：pH/ORP/ISE、电阻率/电导率、浓度百分数。其他功能与1056相同。

Emerson Automation Solution – Rosemount 测量和分析仪表

液体分析仪表在电厂应用

56 分析仪/控制器

中文操作界面！

适用于电厂多种参数的测量应用，特别是要求有定时清洗传感器的应用。

- **单通道/双通道多参数分析仪：**可以适配各种传感器，测量pH/ORP、电导率/电阻率、百分比浓度、总溶解固体、溶解氧（ppm级或ppb级）、余氯、总氯、单氯胺、臭氧、浊度、脉冲流量、温度、以及来自任何设备的4~20mA电流输入信号；
- **四线制分析仪；**
- **4个独立的4-20mA输出：**可以叠加HART通讯；
- **4个可编程的逻辑报警；**
- **可以选择TPC（时间比例控制）和PID（比例积分微分）控制功能；**
- **具有数据记录功能，并提供USB输出。**



THUM 智能无线适配器

大部分工厂都有成百上千台 HART 仪表,这些仪表包含了丰富的诊断和过程信息。然而,用传统的有线方式获取这些信息非常困难,且成本很高。现在,THUM 智能无线适配器可以帮助用户轻松地获取这些信息。

THUM 智能无线适配器的设计和安装十分简单,富有创意,可以从**任何 HART 设备中轻松地提取数字信息,将有线设备升级成无线设备**,从而发挥智能设备的全部优势。由于 Rosemount Analytical 的水质分析仪均具有 HART 通讯功能,所以,当它们选配了 THUM 智能无线适配器后,都可以升级成准无线设备,接入无线网络。因此, Rosemount 提供的无线分析产品可以涵盖: pH、ORP、电导率、酸/碱浓度、溶解氧、氯、臭氧和浊度。

智能无线技术是当今工业过程控制最先进、最热门的技术,也是自控行业未来的发展方向。无线技术带来的最大好处是可以弥补以前受地理位置或经济原因而无法实现的测量。与传统安装方式相比,仅接线一项,就可节省 90%的安装成本。

智能无线技术是当今工业过程控制最先进、最热门的技术,也是自控行业未来的发展方向。本着让客户循序渐进接受先进技术的准则,我们的每一个无线方案都将把客户的成本、时间和风险放在第一位,以找到最合适的应用为重点,逐步实现整个工厂从现场网络到工厂网络的全无线架构,旨在让客户从无线技术获得无限的效益。



Emerson Automation Solution – Rosemount 测量和分析仪表

液体分析仪表在电厂应用

pH 传感器

3900/3900VP pH/ORP 传感器

适用于电厂软化水、锅炉补给水、冷却水和冷凝水处理工艺。

- **长寿命传感器：**采用双盐桥参比电极设计，延长了传感器的使用寿命；
- **高性能，长寿命：**采用经过实践检验的 ACCUGLASS™ 玻璃成分技术，使电极玻璃破裂的因素降至最低，增强传感器的性能和使用寿命；
- **!! 快速电缆接头选项：**提供防水、多针、快速电缆接头，可以避免传感器安装时出现电缆扭绞现象，且电缆可以重复使用；
- **新增 3/4"和 1"过程连接安装解决方案：**可以满足更多应用的安装需求；
- **多种安装方式可供选择：**传感器是前、后两截螺纹结构设计，便于装配成各种安装形式；
- **可以工作在摄氏零度以下：**低至-10°C（14°F）。



3200HP 高纯水 pH 传感器

适用于电厂锅炉给水、蒸汽处理、冷却水和冷凝水处理工艺。

- **带 pHaser 流通式液体接界：**所谓“pHaser”即为激光钻毛细孔电解液渗透膜，其确保参比电极电解液可以恒定、平稳地流动，保证传感器最佳的工作性能（正在申请专利）；
- **测量精确可靠：**准确地测量锅炉水、锅炉补给水和蒸汽冷凝水的 pH 值；
- **可以填充消耗的参比电极电解液，激光钻毛细孔电解液渗透膜使用若干年后才需更换：**通常，灌充 1 瓶电解液，可以连续使用 2 个多月，在此期间，传感器免维护；
- **使用方便快捷：**标定、维护非常方便；
- **玻璃电极采用电子屏蔽：**消除静电噪声干扰；
- **坚固耐用：**传感器采用整体盘装结构，带 VP 电缆接头；
- **内置接地极：**保证测量读数稳定，并提供传感器诊断功能；
- **温度补偿用热电偶：**快速温度响应。



Emerson Automation Solution – Rosemount 测量和分析仪表

液体分析仪表在电厂应用

pH 传感器

TUpH pH/ORP 传感器

适用于电厂脱硫处理和废水处理工艺。

- **SILCORE™三重密封技术**—提高传感器在高温工况下的使用寿命；
- **工作压力高**—三种型号传感器，在 100°C (212°F) 条件下，最大工作压力为 150psig (1136KPa 绝压)；
- **最少的传感器维护量**—专利设计的 TUpH 参比电极，确保传感器即使是被污物覆盖住了，也能感测到稳定的 pH 值信号；
- **最优的传感器通用性**—提供多种安装方式，可以与 Rosemount Analytical 的所有水质分析仪及其它生产厂家的水质分析仪配合使用；
- **经过现场证实的 ACCUGLASS™技术**—专利的 pH 玻璃电极的玻璃成分，使玻璃的破裂因素减至最小，从而增强传感器的性能，延长传感器的使用寿命；
- **最长的探头寿命**—由于采用两级螺旋结构的参比电极路径设计，故使传感器的使用寿命延长，该设计可以有效阻止参比电极中毒；
- **VP 快速电缆接头选项**—防水、多针、快速电缆接头，可以避免传感器安装时出现电缆扭绞现象，且电缆可以重复使用。

396/396VP 型 大面积、带自清洗选择装置的平面端面或半球状端面的玻璃电极，传感器本体材质为不锈钢，用 EPDM 完全密封，消除了过程的干扰。



396P/396PVP 型 坚固的、螺纹连接的聚丙烯传感器，可以最好地防止化学腐蚀，其完全密封的结构消除了过程的干扰。



Coating-Resistant pH Sensor, Model 396P installed in a jet-spray assembly for automated cleaning with air or water



396R/396RVP 型 可抽取式传感器，钛材本体，插入深度可达 27 英寸。传感器在带压、工艺不停产的情况下，可以方便地从流程中抽出。（球阀在订货时要分别采购）。



Emerson Automation Solution – Rosemount 测量和分析仪表

液体分析仪表在电厂应用

电导率传感器

400 系列接触电导率传感器

适用于电厂水系统的所有工艺。

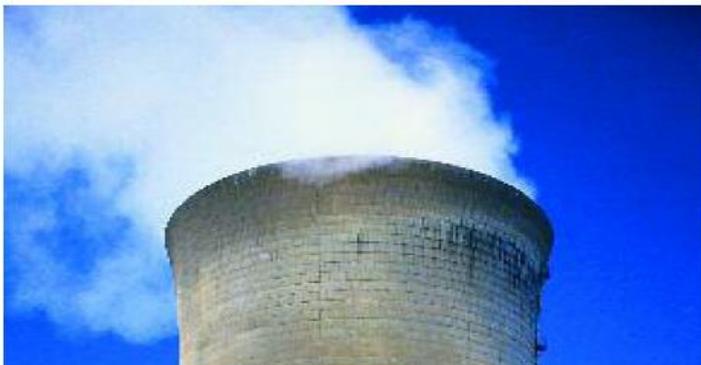
- **传感器免标定:** 传感器在出厂时,已经设置好精确的电导池常数,从而简化了日常标定工作,可以不必使用标定液,零点标定采用空气中标定,量程标定输入其相应的电导池常数;
- **坚固的钛电极传感器:** 传感器具有极好的抗腐蚀性,由于其坚固耐用的外形设计和良好的抗腐蚀材料,确保了电极间隔和表面积恒定,因此,电导池常数可以在较长的时间内,保持稳定,从而确保传感器的测量精度;
- **电导池常数可选:** 0.01/cm、0.1/cm、1.0/cm、10.0/cm 和 0.85/cm (4-电极),最低可以检测 0.01 μ S/cm,最高可以检测 600mS/cm;
- **多种可供选择的安装方式:** 拧入式/插入式、可抽取式、卫生法兰式和流通式;



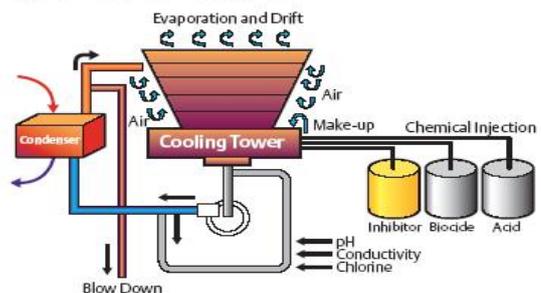
200 系列环形电导率（感应电导率）传感器

适用于电厂软化水、脱硫污水处理工艺。

- **非接触（感应）电导率传感器:** 抗腐蚀,防堵;
- **可用于溶液浓度测量:** 酸液、碱液和含盐溶液的浓度测量;
- **多种安装方式可供选择:** 沉浸式、插入式和流通式。228 传感器则可以选配机械或手动插入式阀门组件,实现在线抽取安装方式;
- **测量范围宽:** 最高可以测量 2S/cm (2000mS/cm),最低可以检测 50 μ S/cm。
- **防腐性能好:** 228 传感器有两种材质可供选择, PEEK (聚醚醚酮) 和 Tezfel, 它们都是防腐蚀、抗高温材料。PEEK 具有超强的防腐性能,工作温度有 120 $^{\circ}$ C 和 200 $^{\circ}$ C 两种选择。Tezfel 则是高浓度氧化酸 (硫酸、硝酸) 和氢氟酸应用的理想选择。



Typical Cooling Tower Control System



Emerson Automation Solution – Rosemount 测量和分析仪表

液体分析仪表在电厂应用

溶解氧传感器

499A TrDO 微量溶解氧传感器

适用于电厂蒸汽冷凝超纯水和蒸汽锅炉给水工艺中ppb级微量溶解氧的检测。

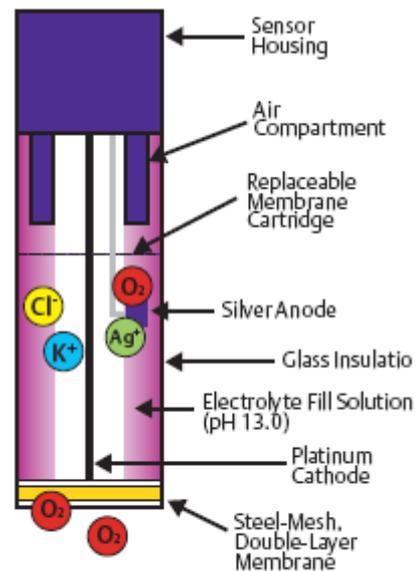
- 坚固的刚性结构；
- 隔膜更换方便：无需专用工具；
- 自动温度补偿：消除温度变化对传感器隔膜渗透性的影响；
- 自动压力平衡：在传感器中设置了一只柔性的气囊，它可以自动调整腔体内部压力变化，维持薄膜两侧的压力平衡，防止薄膜变形；
- 专利的自耗型设计：传感器记忆效应很小，由高含量溶解氧转向低含量溶氧测试时，恢复速度很快，投用一个新的传感器，5小时内就可以精确地检测到1ppb。而竞争对手的产品，需要使用独立除氧电极。499A TrDO型传感器依靠享有专利的自动除氧结构，可迅速降低内部氧量，消除氧的残余电流，实现快速内部氧量补偿，有效地减少了恢复时间，从而使传感器的标定时间缩短；
- 低流量流通池：在安装该传感器时，要使用低流量流通池；
- VP快速电缆接头选项：防水、多针、快速电缆接头，可以避免传感器安装时出现电缆扭绞现象，且电缆可以重复使用。



499ADO 溶解氧传感器（结构、外形与 499A TrDO 相同）

适用于电厂污水处理工艺ppm级溶解氧的检测。

- 多种安装方式选择：对于曝气池或水池测量应用，选择沉浸式安装方式；对于管道测量应用，选择流通式安装方式；
- 测量范围：0-20ppm
- VP快速电缆接头选项：防水、多针、快速电缆接头，可以避免传感器安装时出现电缆扭绞现象，且电缆可以重复使用。



Amperometric Sensor Operation



Emerson Automation Solution – Rosemount 测量和分析仪表

液体分析仪表在电厂应用

氯传感器

499ACL-01 余氯传感器（结构、外形与 499A TrDO 相同）

适用于电厂锅炉补给水、冷却水和污水处理工艺。

- 不需要预处理系统，不需要繁琐、昂贵的反应试剂；
- 适用 pH 值修正范围：6.0-9.5pH。在此范围，如果溶液的 pH 值相对恒定，则可以给分析仪输入一个固定数值，而无需使用 pH 传感器；如果溶液的 pH 值变化，则需要使用 pH 传感器进行实时修正。

如果传感器用在 9.5-10.0pH 的溶液中，则要与工厂协商。

如果传感器用在 4.0-6.0pH 的溶液中，则无需 pH 值修正。

- 自动温度补偿：消除温度变化对传感器隔膜渗透性的影响；
- 自动压力平衡：在传感器中设置了一只柔性的气囊，它可以自动调整腔体内部压力变化，维持薄膜两侧的压力平衡，防止薄膜变形；
- 隔膜更换方便：无需专用工具；
- 测量范围：0-10ppm；
- VP 快速电缆接头选项：防水、多针、快速电缆接头，可以避免传感器安装时出现电缆扭绞现象，且电缆可以重复使用。



浊度分析仪

CLARITY II 浊度分析仪

适用于电厂软化水、锅炉补给水、冷却水工艺。

- 整套系统包括 1 台分析仪、1 个或 2 个传感器及除气泡检测流通池：流通池内设有两级除气泡装置，作用是减少浊度的测量误差；
- 两种环保标准的传感器可供选择：一种满足美国 EPA 180.1 环保标准（白炽灯光源使用寿命至少 2 年），一种满足国际 ISO 7027 环保标准（LED 光源使用寿命至少 5 年）；
- 测量范围：0-200NTU；
- 显示分辨率：0.001NTU；
- 显示单位：浊度（NTU、FTU 或 FNU）；总悬浮固体（TSS）（mg/L、ppm 或不要单位）
- 满量程模拟输出；
- 3 个可编程报警输出选择项：可分别定义为高报、低报或死区报警，也可以将其中 1 个设置为分析仪的故障报警；
- 分析仪对传感器具有先进的诊断功能：连续检测灯泡的光强，自动调整灯泡的输出，修正灯泡光强的漂移和老化，维持正确的灯泡量度，使传感器降低标定要求，延长传感器的寿命；
- 多种语言选择：英语、法语、德语、意大利语、西班牙语、葡萄牙语和简体中文；
- HART 通讯

中文操作界面！



Emerson Automation Solution – Rosemount 测量和分析仪表

液体分析仪表在电厂应用

硅酸根、钠离子、磷酸根、联胺分析仪

Chempure⁺⁺ 1056 系列分析仪

适用于电厂锅炉补给水、冷凝水、锅炉给水和蒸汽处理工艺。

- 采用精密隔膜式计量泵（钠离子分析仪除外）—— 计量精确，免维护；
- 硅酸根分析仪具有加热器选择项 —— 加快分析仪在冬季寒冷地区的反应速度，保证测量精度；
- 钠离子分析仪钠敏测量电极 —— 专业的电极制造技术，性能稳定，使用寿命长；
- 320 × 240 大屏幕液晶显示屏 —— 中、英文菜单显示，操作方便；
- 多流路选择 —— 最多可以顺序检测 6 个流路（钠离子分析仪除外）；
- 每次测量前都进行一次空白标定（钠离子分析仪除外） —— 测量准确，无漂移；
- 维护工作量低 —— 添加试剂和标定液，进行标定；
- 具有强大的数据存储功能 —— 可保存 1 年的历史数据和操作记录（操作记录多达 400 条）；
- 盘式安装或落地安装（可选） —— 使用方便；
- 完善的设计结构 —— 采用干、湿盘分体设计，结构精巧，水电分开，确保整机安全工作；
- 预备试剂和标定液 —— 用户无需配制复杂的试剂，工厂已将试剂作了标准化的处理，用户可以从工厂买到这些试剂和标定液。



罗斯蒙特 Chempure++1056 在线硅酸根分析仪在火力发电厂中的应用

李蔚然

[文摘] 主要介绍罗斯蒙特 Chempure++1056 在线硅酸根分析仪在华电新疆红雁池电厂水处理车间解决了阴床、混床出口硅酸根测量问题。

1 概述

火力发电厂水处理硅酸根是掌握化学水处理的重要指标，主要监视阴床和混床是否失效，阴床和混床是否失效又直接关系到除盐水水质是否合格。如果水质不良，就会引起水汽系统结垢、积盐和金属腐蚀等故障，还会导致锅炉的过热蒸汽品质劣化，从而影响到汽轮机的运行。为了防止除盐水不合格，就必须在阴床和混床失效前，及时发现并再生，而硅酸根分析仪作为终点计，其作用至关重要，若在线硅酸根分析仪不能投入，势必进行手工化验，增大运行人员的工作量，而且手工化验不可能连续进行，对控制阴床和混床失效不能实时监测。

所以，在线硅酸根分析仪对于保证水质起到重要作用，而确保在线硅酸根分析仪连续投运，对控制阴床和混床失效，保证除盐水质量，减少运行人员工作量都起着至关重要的作用。

2 存在问题

华电新疆红雁池电厂水处理在线硅酸根分析仪原设计为 8 通道，分别测量#1 阴床、#1 混床、#2 阴床、#2 混床、#3 阴床、#3 混床和除盐水母管硅酸根含量，是哈希 5000 系列硅酸根分析仪，采用硅钼蓝比色法测量水中硅酸根值，自投产以来一直无法投入运行，经厂家调试后仪表准确性已能保证，但表计一直未能正常投入运行，随后由于运行对该表投入率要求不高，便长时间未投运，一直由运行人员手工化验取代在线硅酸根分析仪，直到运行实行五班四运转，每班运行人员减少，要求该表投入运行以减少运行人员手工化验工作量。同时，化学监督也要求在线化学仪表投入率能达到 100%，而该表计不能正常投运，使在线化学仪表投入率大大降低，解决该表计投运问题迫在眉睫。

3 原因分析

因此，华电新疆红雁池电厂仪表班组织专门技术力量分析该表计存在问题，理论分析、经过现场检查，将有可能的原因逐一列出，主要怀疑以下几方面：

- 1) 分析仪长期不用但电源未切断，导致比色灯损坏。
- 2) 分析仪长期不用但电源未切断，导致试剂管路结晶堵塞。
- 3) 分析仪样品压力阀关闭不紧，造成样液一直漏流至比色池中。
- 4) 比色管路污染。
- 5) 电子器件故障。
- 6) 取样电磁阀或八通道采样定序器故障。

经与厂家交流，组织技术人员一一排除，首先更换比色灯未解决问题，然后更换试剂管路组件也未解决问题，更换样品压力阀，压力阀关闭严密无样液泄漏，但仍未解决问题，清洗比色皿、检查搅拌器、检查光电池组件均正常，电子器件也正常并且单路测量准确，能投入除盐水测量回路，但多路加入，测量仪表即停止运行，最后怀疑取样电磁阀或八通道采样定序器故障，检查清洗取样电磁阀，最终电磁阀各路通断均正常，更换八路采样定序器后仍存在单路测量准确能投入，但多路加入，测量仪表即停止运行现象，经与厂家反复沟通及现场认真检查确定为水样不稳定，且各路水样压力差别较大，而哈希 5000 系列硅酸根分析仪对水样压力要求较高，各路水样压力必须控制在 (2-8) psi，而化学车间阴床和混床投退频繁、压力波动较大，只有除盐水母管能保证

Emerson Automation Solution – Rosemount 测量和分析仪表

液体分析仪应用专题

一定压力并连续正常运行，哈希 5000 系列硅酸根分析仪任何一路水样不稳定超过 (2-8) psi 时整表测量即停止，因此造成单路测量准确而多路加入测量仪表即停止运行的情况。

4 解决方案

原因找到后开始着手准备解决方案，如果仅是取样系统压力不稳定造成表计不能投运，可以通过加装稳压装置解决，但实际检查，发现哈希 5000 系列硅酸根分析仪存在以下问题：

- 1) 任何一路水样不稳定超过 (2-8) psi 时整表测量即停止，同时任何一路水样停止，表计整体停运，必须手动复位并将无水样的一路退出，才能继续投运，致使表计无法连续自动运行。
- 2) 输出至程控 (4-20) mA 信号不能连续输出，必须在程序内设计自保持程序，而化水程控 PLC 工程程序属十几年前老旧程序，修改较为复杂，无专业人员指导根本无法实现。
- 3) 试剂为专用杜邦试剂，价格昂贵，每套表计每年光实际消耗就达 5 万元左右。

综合上述问题，在原有表计基础上改进不如表计直接换型，在表计选型时，考虑了 SWAN、Polymetron、罗斯蒙特 Chempure++1056 三种形式的在线硅酸根分析仪，由于 SWAN、Polymetron 属蠕动泵采样方式，维护量和维护费用较高，最终选择了柱塞泵取样方式的罗斯蒙特 Chempure++1056 在线硅酸根分析仪，原因主要是：

- 1) 采样方式为开放式无压取样方式，避免压力波动对表计的影响，同时任何一路样水停止，则该路测量自动退出运行，待样水恢复后又能自动恢复该路测量。
- 2) 输出信号连续且能保持到下一次测量信号输出时，解决了信号保持问题。
- 3) 提供试剂配方，可由化学实验室人员配制，全年实际费用仅为几百元，大大节约了维护费用。

5 应用效果

我厂化学水处理硅酸根分析仪选用罗斯蒙特 Chempure++1056 投产运行到目前为止已一年半了，在这一年半里，该表不仅解决了样水压力波动对仪表测量的影响，且解决了信号保持问题。同时，柱塞泵测量方式维护量极少，一般在 2-3 个月左右只需更换一次试剂及标准液，如出现指示偏高或偏低等现象，只需进行一次手工标定。使用该仪表，其试剂属通用试剂，提供试剂配方，不需购买，化学实验室就可以进行配制，全年实际费用仅为几百元，大大节约了维护费用，比较经济实惠，最重要的还是该仪表测量连续性、精确性高、给化学运行人员进行正确操作提供可靠真实的数据，减小了化学运行人员的劳动强度，提高了工作效率，保证了机组的安全运行。

6 结束语

随着新技术、新材料和微电子技术的发展，在线分析仪表的技术日趋成熟，应用领域也日益广泛，在一些情况下，在线分析仪表已经参与了闭环控制，以至于一些工艺操作人员将在线分析仪表等同于一些常规的检测仪表，这一部分在线分析仪表已经完全取代了实验室分析。

参考文献：

1. 热力发电厂水处理（第三版） 肖坐善
中国电力出版社 ISBN 7-80125-090-7
2. 电厂化学仪表及程控装置
山西省电力工业局编，中国电力出版社 ISBN 7-80125-194-6
3. 罗斯蒙特 Chempure++1056 说明书

罗斯蒙特 pH 计在 FGD 系统中的应用

武汉凯迪 袁涛明

摘要：本文针对 FGD 特殊工况条件，分析了 pH 计在使用中存在问题的原因，并对安装方式和安装位置进行了对比，最后提出了 FGD 系统中 pH 计合理使用的建议。

FGD (Flue Gas Desulfurization) 系统中需要监测、控制脱硫塔浆液的 pH 值，原因是该 pH 值对整个 FGD 运行工况及经济性的好坏起着重要的作用，直接影响脱硫效率，因此，pH 计测量的准确性与使用效果的好坏在整个 FGD 系统中至关重要。但是，由于脱硫系统 pH 值检测点浆液的特殊性（温度较高、含固体悬浮物、黏附性大，氯离子含量高，有一定的冲击压力，电极易磨损），pH 计的使用效果一直不是很理想。本文结合我公司在众多脱硫项目中 pH 计的使用经验，根据我们的探索研究，提出了一套在 FGD 系统中对 pH 计应用行之有效的典型方案。

一. pH 传感器的选型

在工程实际应用中，pH 传感器的选型是否正确至关重要，根据 FGD 被测介质的特点，pH 传感器需遵循以下原则进行选型：

- ◇ 耐高温、耐磨损、抗腐蚀、易清洗
- ◇ 测量准确、稳定、可靠
- ◇ 安装方便、易于拆卸，可在线插拔
- ◇ 维护方便、操作简单
- ◇ 有一定的抗冲击能力

目前，我公司使用过的产品有：Honeywell 的 07774-20-23 传感器、E+H 的 CPS11D-7BA21 传感器、美国德菲公司的 T23-PH-MA-UM 传感器、ABB 的 TB557/12ABF19 传感器、艾默生的 396R-21-54 传感器，它们的选型都是依据上述原则。

二. pH 传感器的安装位置

由于 FGD 系统中浆液对 pH 电极有一定的冲击力，压力为 2-6bar，所以 pH 传感器安装位置的选择是个关键，其直接影响 pH 计的使用效果。

1. 我公司设计的 pH 传感器安装位置（包括在建和已建成项目）：

- ◇ 石膏脱水间旋流站入口母管附近
- ◇ 吸收塔石膏排出泵出口母管附近
- ◇ 吸收塔石膏排出泵小回流管旁路附近

从现场实际运行和维护情况来看，pH 传感器在这 3 点使用后，均有不同程度的损坏。

1.1 pH 传感器安装在石膏脱水间旋流站入口母管附近和石膏排出泵小回流管旁路附近，这是近期项目较为常见的安装位置，总体使用情况略好。但也有特例，如奥里油和海勃湾项目使用德国某品牌的产品，两个项目的 pH 传感器均安装在石膏脱水间旋流站入口母管处，经现场运行人员反馈，出现了以下问题：pH 玻璃电极在运行中容易被浆液冲刷破裂；pH 传感器的密封和耐压性能差，浆液会进入保护套管和电缆插头。这说明 pH 传感器本身的问题也是影响仪器使用好坏的一个重要因素。

Emerson Automation Solution – Rosemount 测量和分析仪表

液体分析仪应用专题

1.2 pH 传感器安装在吸收塔石膏排出泵出口母管附近，这是我公司早期项目常见的安装位置。由于该位置离吸收塔近，所以是首选的测量点，但是此处的压力和冲击过大，长时间运行，很容易出现 pH 传感器被浆液冲断，从而造成运营成本增加，维护量加大。并且该安装位置偏高（在设备平台上），维护、检修有一定难度，因此不建议采用此种方式。不过也有特例，在常熟、西柏坡两个项目中，使用 Honeywell 的 pH 计，经现场反馈，已使用两年多，运行情况比较好，测量比较准确，只是安装仪表的平台振动对测量值有影响，会产生偏差，另外，维护拆卸 pH 计时，电缆容易缠绕损坏。

2. 其它可以考虑的 pH 传感器取样位置

我公司 FGD 系统引进了美国 B&W 公司技术，针对 pH 传感器的取样位置，B&W 公司也提出了三种选择：

- ◇ 直接从吸收塔里取样
- ◇ 从吸收塔石膏排出泵入口取样
- ◇ 从吸收塔石膏排出泵出口母管取样（这也是我公司早期采用这种方式的原因）

以上三种选择的优缺点：

- a. 直接从吸收塔里取样，距离地面近，操作简单，运行维护方便，但长期使用会产生堵塞现象，不过可以增加冲洗水来解决此问题。总体评价：在吸收塔里直接取样的方式，使整个测量系统寿命延长、管路走线简单，推荐使用。
- b. 从吸收塔石膏排出泵入口取样，这个情况会比较复杂，因为通常入口处有两个吸收塔石膏排出泵，选用哪个入口作为取样点值得考虑，所以这种方式不适合现实情况，不予以考虑。
- c. 从吸收塔石膏排出泵出口母管取样（与 1.2 相同）。

三. pH 电极的安装方式及相应经济对比

pH 传感器主要有三种安装方式：在线式（即直插式）、沉浸式和流通式。FGD 系统一般采用在线式安装方式，废水系统通常采用浸没式和流通式。

1. 在线式（直插式）：直接在水平浆液母管上安装一套 pH 传感器（通常为两支传感器冗余测量）。
2. 流通式：在香港中华电力和印尼 TJB 项目中，经过与艾默生公司一起探讨，借鉴美国 B&W 公司的经验，设计了流通式 pH 传感器安装方式，即在吸收塔附近的空地上建造一个流通池，把浆液引入流通池的 pH 传感器杯内，pH 传感器测量杯中的浆液。实践证明，该设计方案直接从吸收塔里取样，使用效果良好，可以大量推广运用。

流通式安装方式看似比在线式复杂，经济成本也略高一些，但结合控制、工艺、土建等相关专业方面的意见，大家一致认为流通式比在线式好。因为其结构简单，流通池建造在平地上，安装检修都很容易，同时增加一个流通池也不会影响工艺其它方面的设计；而直插式则受取样点位置的高低不同，影响到检修、维护工作。综上所述，pH 传感器采用流通式安装方式，直接从吸收塔取样，是一种优化设计的结果。

四. 结论

综合以上分析，虽然从传感器的性能指标上看，大多数产品满足我公司设计位置的工艺参数，但是，pH 计在 FGD 系统中使用效果总体不甚理想。从选型、安装、维护等要求出发，首先要严格筛选传感器，选择适合测量介质、适合使用工况的传感器，优先选用本体材质为不锈钢、带有隔膜的传感器。为延长传感器的使用寿命及降低成本，传感器应尽量安装在支管上，改变冲洗水的方式，减小冲洗水的压力，采用流通式的安装方式，同时加强维护保养，才可以充分发挥传感器的性能，更好的满足脱硫系统的控制要求。

Emerson Automation Solution – Rosemount 测量和分析仪表

气体分析仪表在电厂应用



电厂控制由两部分组成，除了前面提到的水系统，还有燃烧系统。煤在燃烧过程中，会生成 CO、CO₂、NO_x、SO₂、H₂O、O₂ 等气体成分，并伴有烟尘颗粒物。

在燃烧系统中，通常以烟气中的氧量分析作为主要监测指标，该信号反馈到进风量调节，就可以得到较理想的燃烧效率。经验证明，降低 2% 的氧量可以提高锅炉 1% 的燃烧效率，而风量减少后产生的能耗降低和烟气中热损失的减小，合计可以提高 3% 以上的效率。

烟气中的烟尘颗粒物大量排入大气，会造成空气污染。而 SO₂ 和 NO_x 大量排入大气，与大气中的 H₂O 和 O₂ 发生反应，会生成硫酸、硝酸分子，形成酸雨。为了治理大气环境污染、减少污染物排放，火力发电厂在烟气排放流程中均设置了除尘、脱硫、脱硝装置，并在这些装置的前后，分别安装烟尘仪、烟气排放连续监测系统，监测除尘、脱硫、脱硝效果。

随着环境保护工作日益受到全社会的重视，对电厂烟气排放污染物的连续检测已成为环保部门严格监控的指标。因此，CEMS 烟气排放连续监测系统在电厂已得到广泛地使用。

气体分析仪表在电厂应用

分析参数	燃料和鼓风系统	氢冷发电机	风烟系统	在线分析仪
烟气 O ₂ 含量/可燃性气体			■	6888 氧化锆氧量分析仪 OCX8800 氧化锆氧量/可燃性气体分析仪
CO 含量 (飞灰含碳量)			■	CCO 5500 在线 CO 分析仪 X-STREAM 气体分析仪
烟尘			■	OPM 3000 和 OPM 4000 烟尘分析仪
脱硝前 NO _x 脱硝后 NO _x 和 NH ₃			■	CEMS 烟气排放连续监测系统 Cascade 量子级联激光分析仪
脱硫前 SO ₂ 、O ₂			■	CEMS 烟气排放连续监测系统
总排放 SO ₂ 、NO _x 、水分 烟气流量/温度/压力			■	CEMS 烟气排放连续监测系统
调整进风量	■			PowerVUE 风门/挡板执行机构 Hagan 气动执行机构
氢冷系统 H ₂ 含量		■		X-STREAM 气体分析仪

Emerson Automation Solution – Rosemount 测量和分析仪表

气体分析仪表在电厂应用

氧化锆氧量分析仪

6888 氧化锆氧量分析仪

适用于电厂风烟系统燃烧效率控制。

- **测量精度：**读数的 $\pm 0.75\%$ 或 $0.05\% \text{ O}_2$ ；
- **配置灵活：**电子变送单元可以直接安装在氧化锆锆头上，也可以分体安装；
- **过程接口与现有的各种氧化锆氧量分析仪一致；**
- **就地操作员接口选择项：**大尺寸背光 LCD 液晶显示器；先进的软件功能；
- **先进的传感器诊断功能：**提示标定的诊断；扩散器/过滤器堵塞的诊断；
- **应用选择：**通用型；抗 SO_2/HCL 腐蚀型；
- **HART 数字通讯：**与 AMS/PlantWeb 现场总线结构兼容；
- **维修方便：**完全可以在现场进行维修；
- **锆头插入深度可调；**
- **响应时间：**最初响应时间小于 3 秒；T90 小于 8 秒；
- **锆头长度：**18 英寸到 12 英尺，有 5 种长度可供选择；
- **过程温度：**32-1300°F (0-705°C)，若采用高温选项，可以达到 1922°F (1050°C)。
- **配合 TUMH 可以提供智能无线工厂解决方案。**



Combustion Analysis
OPTIMIZED

Emerson Automation Solution – Rosemount 测量和分析仪表

气体分析仪表在电厂应用

氧化锆氧量分析仪

OCX 8800 氧化锆氧量/可燃性气体分析仪

适用于电厂风烟系统燃烧效率控制。

- **双参数分析：**1 台仪器分析氧量和可燃性气体两个参数，变送器设计形式，便于安装；
- **配置灵活：**电子变送单元可以直接安装在氧化锆锆头上，也可以分体安装；
- **防爆、全天候外壳设计：**满足欧洲 ATEX 设计规范；
- **通用电源设计：**90-250VAC，50-60Hz；
- **维修方便：**完全可以在现场进行维修；
- **HART 数字通讯：**与 AMS/PlantWeb 现场总线结构兼容；
- **简化安装：**
 - 不需要安装电气接线盒、锆头专用电缆和穿线管；
 - 通用电源设计可以提供线电压自动选择；
 - 适用于氧含量和可燃性气体的分析。
- **测量范围：**O₂：0-1%至 0-40%；可燃性气体：0-1000ppm 至 0-5%
- **测量精度：**O₂：读数的±0.75%或 0.05% O₂，取较大的数值；可燃性气体：满量程的±2%
- **系统响应时间：**O₂：T₉₀ 为 10 秒；可燃性气体：T₉₀ 为 25 秒
- **过程温度：**0 至 1427°C
- **配合 TUMH 可以提供智能无线工厂解决方案。**



OCX 8800
(O₂ Combustible Transmitter)



一氧化碳分析仪

CCO 5500 一氧化碳气体分析仪

适用于电厂风烟系统燃烧效率控制。

为达到最佳的燃烧控制效果，采用CCO 5500对烟气中的一氧化碳进行可靠、就地、连续的检测。

CCO 5500一氧化碳分析仪带微处理器，操作人员在控制室可以访问仪器的所有功能，同时完成仪器的诊断。分析仪采用红外光源，紧凑、坚固的外形设计确保了仪器能够在高温环境下，连续稳定地运行。仪器的防护等级是NEMA 4（IP65）。

- **结构简单：**方便安装、使用、组态；
- **具备先进的诊断功能：**操作人员在控制室就可以了解仪器的全部运行情况；
- **就地安装：**不需要采样处理系统，仪器维护简便；
- **可以选配标定组件；**
- **测量范围：**0-100 至 0-9999ppm
- **显示单位：**ppm，mg/m³，mg/Nm³



Emerson Automation Solution – Rosemount 测量和分析仪表

气体分析仪表在电厂应用

CEMS 烟气排放连续监测系统

适用于电厂风烟系统脱硫前/后、脱硝前/后、及总烟气排放的监测，目的是控制脱硫、脱硝效率，满足环保部门的排放要求。

CEMS 是 Continuous Emission Monitoring System 的缩写，即烟气排放连续监测系统，主要用于对固定污染源排放的连续监测。

目前，我国 2/3 的电力来自火力发电。由于中国是煤炭资源大国，因此，我国火力发电（包括公共事业电厂和工业自备电厂）的主要燃料是煤。煤燃烧会产生各种污染排放物，例如：燃烧 100 吨含硫量为 5% 的煤，大体上要产生 1 吨的 SO₂；燃烧 1 吨的煤，会产生大约 8-9 公斤的 NO_x。如果这些污染物大量排入大气，与大气中 H₂O 和 O₂ 发生反应，会生成硫酸、硫酸盐、硝酸和硝酸盐分子，形成酸雨，造成环境污染。人们很早就意识到这些排放物的严重危害性，并研究各种方法，降低 SO₂ 和 NO_x 危害，由此派生出电厂的脱硫设施和脱硝设施。

近年来，国家硬性要求燃煤机组安装了脱硫设施，随着全国各个电厂脱硫设施的陆续建成，SO₂ 的治理效果已经显现。现在 NO_x 已逐渐成为第一大酸性气体，未来几年，电厂脱硝技术会逐步取代目前占主流的脱硫技术，成为电厂环保行业新的业务增长点。

不论是脱硫设施还是脱硝设施，Emerson Automation Solution 都可以提供相应的 CEMS 系统解决方案。

脱硫设施 CEMS 检测参数：在脱硫设施前检测 SO₂ 和 O₂，将该测点的测量数据与总排放的 SO₂ 和 O₂ 测量数据进行比较，监控脱硫效率。

脱硝设施 CEMS 检测参数：在脱硝设施前、后检测 NO_x，在脱硝后检测逃逸 NH₃。工艺根据锅炉负荷、烟气参数、NO_x 含量以及逃逸 NH₃，自动控制喷氨量，在优先保证逃逸 NH₃（一般控制在 3ppm 以下）的情况下，满足系统的脱硝效率（理想脱硝效率：80-90%）。将逃逸 NH₃ 控制在最小化的目的是为了减少 NH₃ 对环境的污染，降低 NH₃ 的消耗，避免微量未反应的 NH₃ 与烟气中的 SO₃ 生成硫酸氢铵（具有粘性），附着在换热器上造成阻塞和腐蚀，降低空气预热器的效率。

Emerson Automation Solution 的 CEMS 系统主要特性：

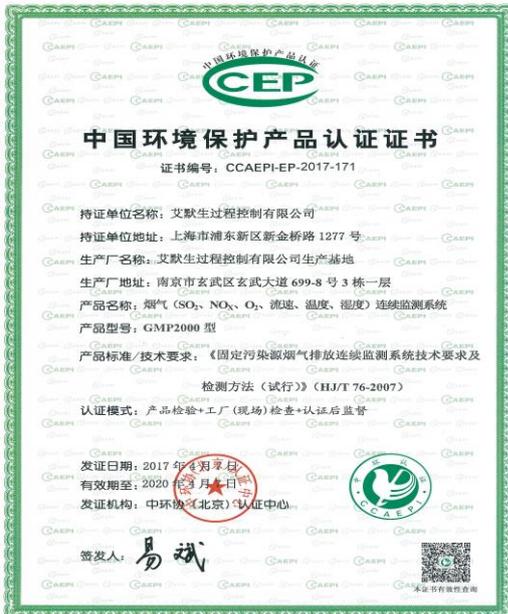
- **采样方式：**直接抽取法（加热线法）；
- **系统构成：**气态污染物监测子系统；烟尘、烟气参数测量子系统；数据采集处理系统；
- **气态污染物监测子系统构成：**采样探头、伴热采样管线、采样处理系统（包括：过滤器、冷凝器、采样泵、蠕动泵、流量计、流量开关、电磁阀、水分检测器、标定装置及内部控制单元等）、多通道气体分析仪；
- **烟尘、烟气参数测量子系统构成：**烟尘仪、水分仪、烟气流量/温度/压力测量仪；
- **数据采集处理系统构成：**控制软件、计算机、打印机、通讯卡等；
- **气态污染物测量参数：**SO₂、NO_x、NH₃、CO、CO₂、O₂ 等参数；
- **SO₂ 测量方法：**紫外；
- **NO_x 测量方法：**红外或化学发光；

Emerson Automation Solution – Rosemount 测量和分析仪表

气体分析仪表在电厂应用

CEMS 烟气排放连续监测系统

- **NH3 测量方法：**量子级联激光法；
- **CO、CO2 测量方法：**红外；
- **O2 测量方法：**电化学或氧化锆；
- **气体分析仪：**多通道气体分析仪，1 台分析仪最多可以分析 5 个气体组分；
- **按照用户要求定制系统：**最大限度地满足用户要求；
- **系统获得中环协（北京）认证中心颁发的《中国环境保护产品认证证书》。**



Emerson Automation Solution – Rosemount 测量和分析仪表

气体分析仪表在电厂应用

氢分析仪

X-STREAM 气体分析仪适用于电厂氢冷发电机系统。

- **墙面安装方式：** 不锈钢外壳，防护等级 NEMA 4X/IP66；
- **ATEX 和 CSA-C/US 认证：** Class I, Zone 1, Group IIB+H2；
- **多通道气体分析仪；**
- **配置灵活：** 可以选配 NDIR（非色散红外）、UV（紫外）、VIS（可见光）、顺磁氧/电化学氧、或热导检测器；
- **可以选择抗溶剂、抗腐蚀或本安的检测池；**
- **便于检修；**
- **适用环境温度范围宽：** -20 至 50°C；
- **多种通讯接口选择：** 模拟或数字输入/输出接口，及带 Modbus 通讯功能的串行数据接口；符合 NAMUR（德国测量与自动调整技术委员会）规范的继电器输出接口；
- **可以选配内部恒温控制器；**
- **对于腐蚀性或含有有毒成分的被测气体，可以选择吹扫组件：** 保护电子单元和操作人员的安全；
- **自动标定：** 通过选配的内部/外部阀组，可实现仪器的自动标定；
- **可以选配大气压力补偿、内部采样泵、和流量检测器；**
- **其他可选项：**
 - 模拟量输入接口；
 - 网络浏览器接口；
 - 测量数据、标定数据和历史事件记录功能；
 - 以 e-mail 形式通知报警和事件信息，带 USB 接口；
 - 针对一些应用，提供计算功能；
 - 内置 PLC 控制器，控制采样处理系统的操作。



Emerson Automation Solution – Rosemount 测量和分析仪表

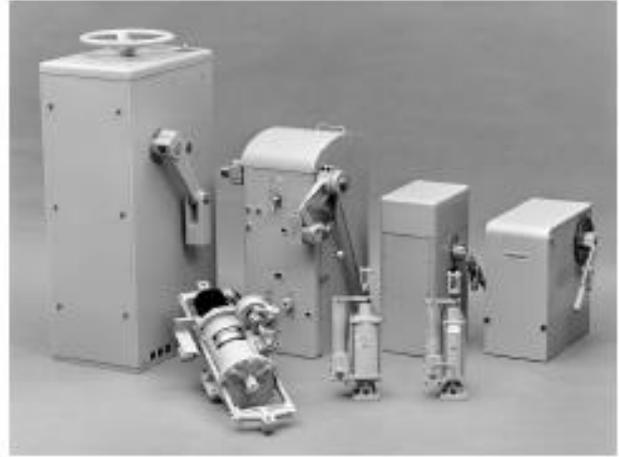
气体分析仪表在电厂应用

风门挡板执行机构

PowerVUE风门/挡板执行机构

适用于电厂燃料/鼓风机系统风量调节。

- 可靠、闭环的位置控制；
- 两个执行活塞，无叶轮机构；
- 在工厂气源故障的情况下，可以选择保持状态；
- 可以选配手轮；
- 阀杆诊断/资源管理系统（AMS）；
- 适用于恶劣的工作环境，防爆、防火或本安；
- FOUNDATION™ 现场总线通讯和HART通信。



PowerVUE采用了坚固的Hagan执行器和框架结构的设计，同时结合了Fisher FieldVUE™ DVC5000 数字阀门控制器的精度和可靠性。DVC5000控制器具有HART或FOUNDATION现场总线通讯功能，从而可以提供访问关键过程操作信息的简易方式。DVC5000的信息可以集成到控制系统中，也可以放在一个独立的回路里。

自诊断功能使用户可以在现场核查风门/挡板执行机构的运行状态。在它们发生问题之前，将以前的信号标记（负载信号、磨擦信号等）与后来的信号标记进行对比，由此发现运行状况的变化。维修包括主模块的快速替换，更换时，不需要断开电气接线和气路管线。

PowerVUE技术规格

- **重复性：**满行程的0.5%，甚至更好；
- **行程时间：**3至12秒；
- **扭矩：**400-4600英尺/磅；
- **装备：**适用于老式的Hagan动力执行机构

Hagan 气动执行机构

Hagan气动执行机构由于其坚固的框架结构，所以具有控制精度高、稳定可靠和维护简单的特点。执行机构内的高增益信号可以对小输入信号产生快速响应，因而在最低的成本预算下，该执行机构可以提供有效的扭矩和动力。Hagan气动执行机构的气缸直径为2.5至8英寸，行程为5至14英寸，安装方式有壁挂式、旋转式和地面安装式三种。



Courtesy of Cleaver-Brooks



Courtesy of Commonwealth Edison



Emerson Automation Solution – Rosemount 测量和分析仪表

技术支持和服务



为您提供支持的人员和功能

从创新的产品研发过程到全球生产基地和客户关怀中心，我们始终以高标准对待每一项工作。我们全球范围内的设施：

- + 均获得 ISO 9001:2008 认证
- + 借助通用的制造程序、设备和人员培训，实现产品一致性。
- + 通过质量管理体系确保高的产品品质

无论您有任何需求或者处于任何地点，都能确保您获得一致的罗斯蒙特品质以及优越的服务体验。

全生命周期服务

- 全球支持
- 开车调试服务
- 产品全生命周期服务
- 紧急现场服务
- 现场产品升级改造
- 远程诊断
- 备件库存
- 24小时客户支持

培训服务

- 认证讲师
- 现场培训
- 传统教室培训
- 在线学习工具和教程
- 客户定制化培训



Technical Training Programs



Field Assistance



Maintenance Programs



助您克服挑战。

艾默生自动化解决方案以创新技术和专业知识为您克服严峻的挑战提供支持。罗斯蒙特分析仪表与诸多其它艾默生品牌产品提供多种途径，帮助您取得更大成就，让过程发挥更大潜力。

艾默生自动化解决方案服务中心热线 400-820-1996

艾默生 Rosemount 设在中国的办事处

Emerson Automation Solution 中国（总部）

艾默生过程控制有限公司

地址：上海浦东新金桥路 1277 号

电话：86-21-28929000

传真：86-21-28929001

南京分公司

地址：南京市江宁区兴民南路 111 号

电话：86-25-66083220

传真：86-25-66083239

广州分公司

地址：广州天河区珠江东路 32 号利通广场 803-804 室

电话：86-20-28848900

传真：86-20-28838901

乌鲁木齐分公司

地址：乌鲁木齐新华北路 165 号中信银行大厦 36 层 R 座

电话：86-991-5802277

传真：86-991-5803377

成都分公司

地址：成都科华北路 62 号力宝大厦 S-10-10

电话：86-28-62350188

传真：86-28-62350199

北京分公司

地址：北京朝阳区雅宝路 10 号凯威大厦 7 层

电话：86-10-85726666

传真：86-10-85726888

济南分公司

地址：济南市历下区泉城路 17 号华能大厦 9 层 8907 室

电话：86-531-82097188

传真：86-531-82097199

深圳分公司

地址：深圳市南山区学苑大道 1001 号南山智园 C1 栋 18 楼

电话：86-755-36677668

传真：86-755-27807960

西安分公司

地址：西安高新区锦业一路 34 号西安软件园研发大厦 9 层

电话：86-29-88650888

传真：86-29-88650899

©2018 Emerson Automation Solution.保留所有权利。

艾默生标识是艾默生电气公司的商标和服务标志。其他所有标志是其各自所有者的财产。本出版物的内容仅供参考，尽管我们已经尽一切努力确保其准确性，但我们不提供关于所述产品或服务、其应用或适用性的任何明示或者暗示保证。所有销售活动均依照我们的条款进行，这些条款资料可根据客户的要求予以提供。我们保留随时修改或者改进此类产品的设计与规格的权利，恕不另行通知。

欲了解罗斯蒙特分析仪表的更多信息，请访问 www.Rosemount.com.cn