

SIEMENS气体分析仪 在电厂排放监测应用



空气污染物来源

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

- SO₂, NO_x: 主要的空气污染物, 酸雨
- 碳排放: 温室气体
- SO₂, NO_x来源
 - 燃煤: 火电厂, 工业用炉、窑、锅炉 ...
 - 燃油 (柴油、汽油...): 重型机车 ...
- 2005 中国能源消耗:
 - 总额: 等于22.2 亿吨 标准煤当量
 - 煤: 21.4 亿吨

火电厂耗煤: > 50%



@ 2020 将达到: > 76%



中国电力项目

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

- “十一.五”期间，新建并投运的电厂项目：

- 总额: 150,000 MW
- 火电厂: 87,400 MW

- “十一.五”期间，大型火电厂项目：

116,000 MW/ (装机容量 > 600 MW / 套)

火电厂：在相当长的时间内，
是主要的能源来源，
也是主要的排放源



污染 & 经济损失

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

■ SO₂ 与 NO_x: 大气污染、酸雨

- 生活在污染重于III级的城市: 1200 万城市人口 (2004)
- 污染造成经济损失: 2% ~ 3% GDP
 - 中国 2005 GDP: 2.28 万亿美元
- 中国受酸雨污染区域: > 1/3 国土面积
- 一些数据 (源于 2004年一次调查)
 - 总共采样: 527 个中国城市
 - 存在酸雨现象: 298 个城市 ----- 56.5%
 - 年降雨量平均 PH 值 < 5.6: 218 个城市 ----- 41.4%



污染 & 经济损失

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

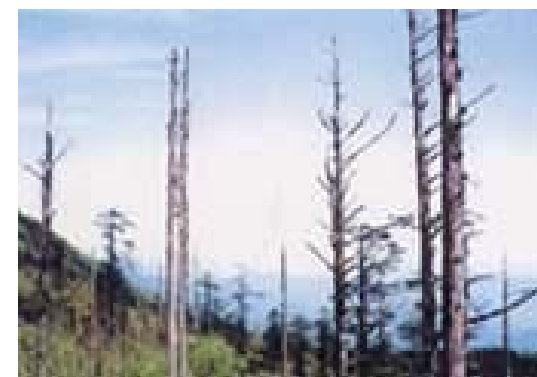
CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

■ 酸雨导致的损失:

- 农业: 土壤变酸, 损害作物
 - 4 亿亩, 直接经济损失20 亿元/年
- 林业
 - 重庆南山地区 46% 的马尾松死亡(850 公顷)
 - 四川奉节地区 96% 的华山松死亡(6,000 公顷)
- 建筑业
 - 嘉陵江大桥: 钢梁受到酸雨腐蚀, 0.16 mm/年, 以此速度 30年后坍塌
- 死湖



污染 & 经济损失

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

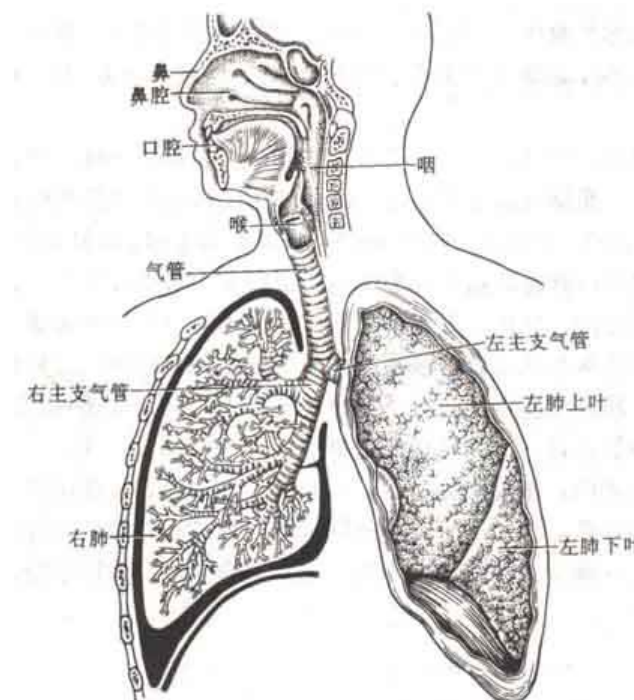
CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

■ 大气中的SO₂, NO_x 对人体的影响

- 呼吸道感染
- 气管炎
- 肺炎
- 肺水肿，积水性肺炎
- 组织缺氧
- 窒息
- 加重心血管疾病
- 中枢神经系统损害
- 甚至更为严重的伤害



污染 & 经济损失

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

- 中国的又一项世界第 1 : SO₂ 与 NO_x 排放
- 燃煤的排放比例: 90% SO₂, 70% NO_x
- 火电厂的“贡献”: 45% SO₂, 35% NO_x
 - 2003年的排放: SO₂ + NO_x > 1700 万吨
 - 直接损失: > 150 亿美元
 - 照此发展 @ 2020 ?
 - SO₂: > 2100 万吨
 - NO_x: > 1000 万吨
 - Dust: > 500 万吨



SO₂ & NO_x 排放控制: 国家标准与法规

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

- GB 13223-2003: 火电厂大气污染物排放标准
 - 最新版本2004年起执行
 - 对SO₂ 和 NO_x 排放严格要求
- 中华人民共和国清洁生产法
 - 2003年1月



SO₂ & NO_x 排放控制: 应用背景

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

■ 有关空气洁净的数个法规要求...

- 1990年清洁空气运动（Clean Air Act）提出环保法令
- 工厂大规模燃烧法规（LCPD, 2001/80/EC）
- IPPC 法规 96/61/EC 整合污染防止与控制
- NEC 法规（2001/81/EC）国家排放限额
- ...

...电厂减少 SO₂ & NO_x 的排放.

电厂的脱硫与脱硝

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

- 多种技术脱除烟气中的SO₂
 - 磷铵肥法（PAFP）烟气脱硫技术
 - 活性炭纤维法（ACFP）烟气脱硫技术
 - 石灰石/石膏湿法
 - “MN法” 烟气脱硫技术
 -
 - 脱硫率高（> 90%, > 95%），设备利用率高
- 烟气脱硝技术
 - 新兴、蓬勃发展
 - 化学添加剂方法

CEMS: 烟气排放监测系统

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

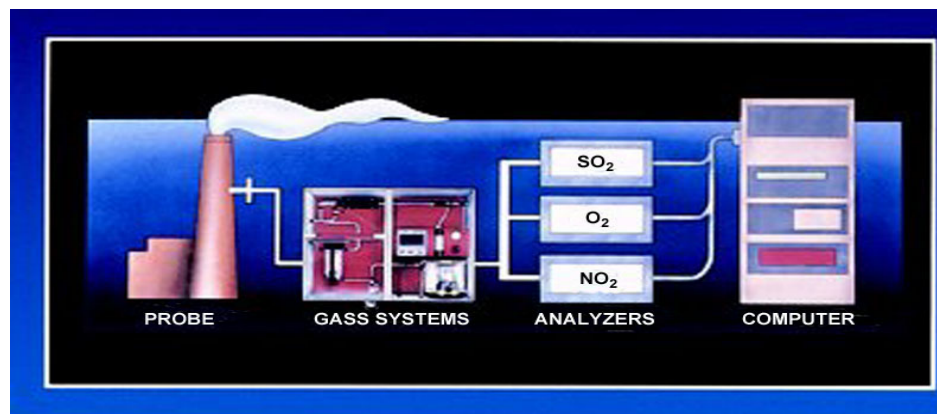
DeNO_x与NH₃ 测量

CEMS

(*C*ontinuous *E*missions
*M*onitoring *S*ystem)

烟气排放监测系统

---连续监测燃烧或工业过程排出气体中向大
气排放的污染物



CEMS: 根据安装方式分类

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

■ 根据安装方式分类

- 就地式
- 移动式
- 便携式

■ 依据采样技术分类

- IN-SITU -- 分析部件安装在烟囱上, 直接测量
- EXTRACTIVE -- 从烟囱上取样, 将样气伴热后, 送至地面的控制系统柜
- DILUTION -- 从烟囱上取样, 用高纯度的稀释气将样气按一定比例稀释后, 送至地面的控制系统柜

注: 将样气伴热或者稀释的目的, 都是为了防止样气在传输过程中, 出现水汽冷凝, 造成采样管线堵塞, 影响测量结果。

CEMS: 直接测量法IN-SITU

SO₂与NO_x 排放源

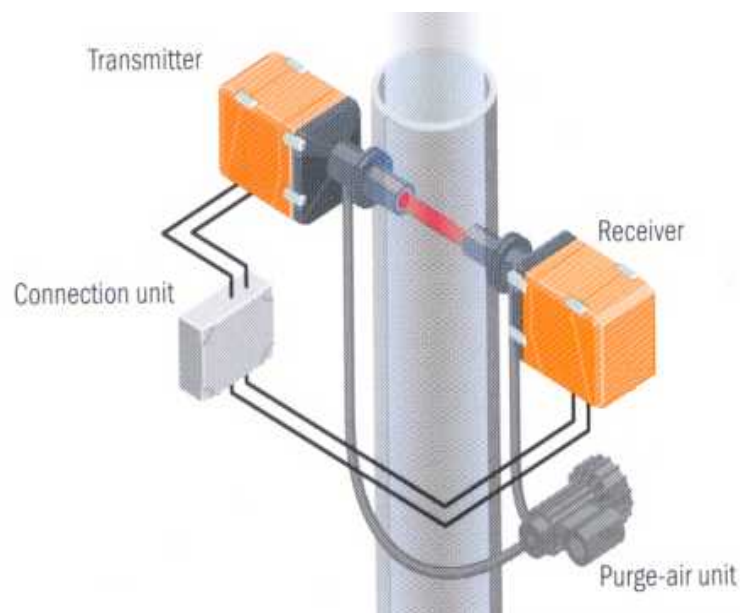
为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

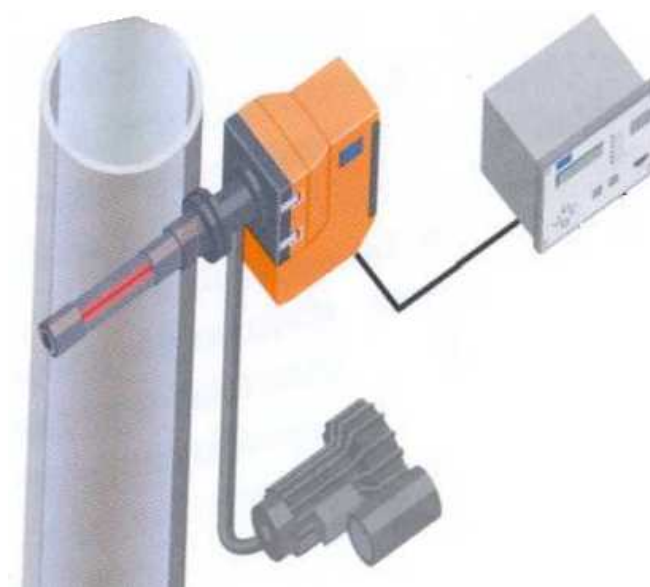
U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

线采样直接测量分析仪



点采样直接测量分析仪



CEMS: 直接测量法IN-SITU

SO₂与NO_x 排放源

为何控制**SO₂**与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

■ 优点

- 无需采样处理
- 无需采样管线
- 便携式

■ 缺点

- 检测参数受限制
- 某些直接测量法受过程应用影响: 温度, 压力
- 安装在现场, 不便于维护 (如需要维护)

CEMS: 稀释测量法DILUTION

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

■ 用途

- 某些必须稀释样气的应用
- 可以降低某些腐蚀性介质对样品系统的损害

■ 缺点

- 对采样管线作些保温
- 安装高精度的孔板
- 需要非常高纯度的稀释气
- 稀释比率不一定
- 由于样气稀释, 造成分析的灵敏度降低

CEMS: 抽取测量法EXTRACTIVE

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

■ 优点

- 多种气体组分
- 不受过程应用影响: 温度, 压力
- 分析仪表可以放在安全、便于维护的地方
- 可以多个检测点共用一套系统

■ 缺点

- 需要加热采样管线
- 需要采样泵
- 需要采样处理设备

CEMS: 测量

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

*Which Is
the
BETTER
for CEMS ?*

- *In-Situ ?*
- *Extractive ?*
- *Dilution ?*

CEMS: 测量

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

分析参数

CO

NO_x

NO

NO₂

SO₂

O₂

CO₂

HCl

HF

NH₃

Opacity

Flow

Pressure

H₂O

分析方法

IR

IR

IR

IR

EO₂

IR

Laser

Laser

Laser

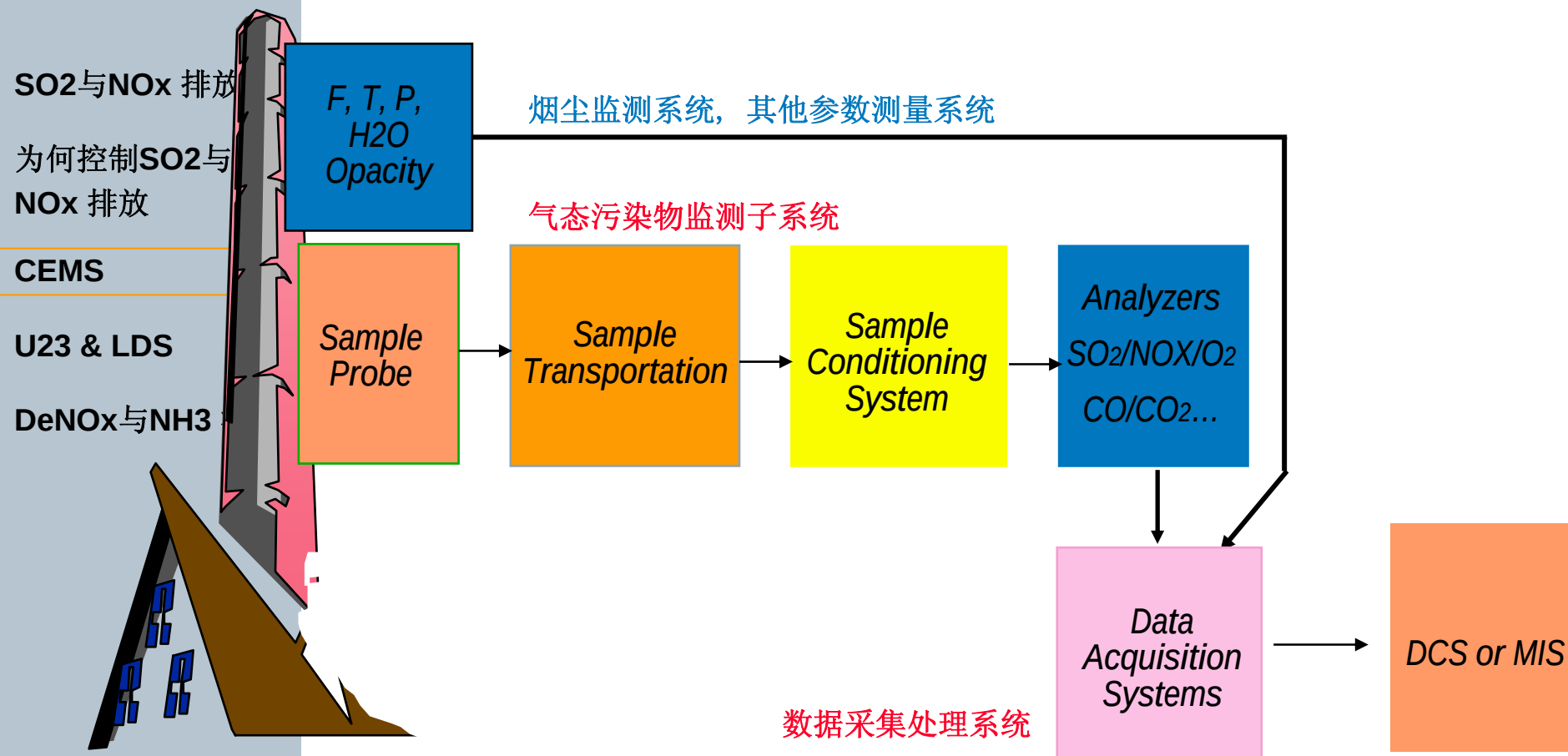
光学反射原理

差压原理

电容传感器

电容式

CEMS: 系统方块图



CEMS: 系统基本构成

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

- 伴热采样探头
- 伴热采样管线
- 采样处理系统和机柜
- SIEMENS 差压变送器
- ULTRA 23 多通道分析仪 / LDS 6 激光气体分析仪
- 差压式流量计
- 烟尘仪
- 压力表（差压变送器）
- DAS 数据处理系统
- 标气（量程气和零点气）

CEMS: 系统基本构成

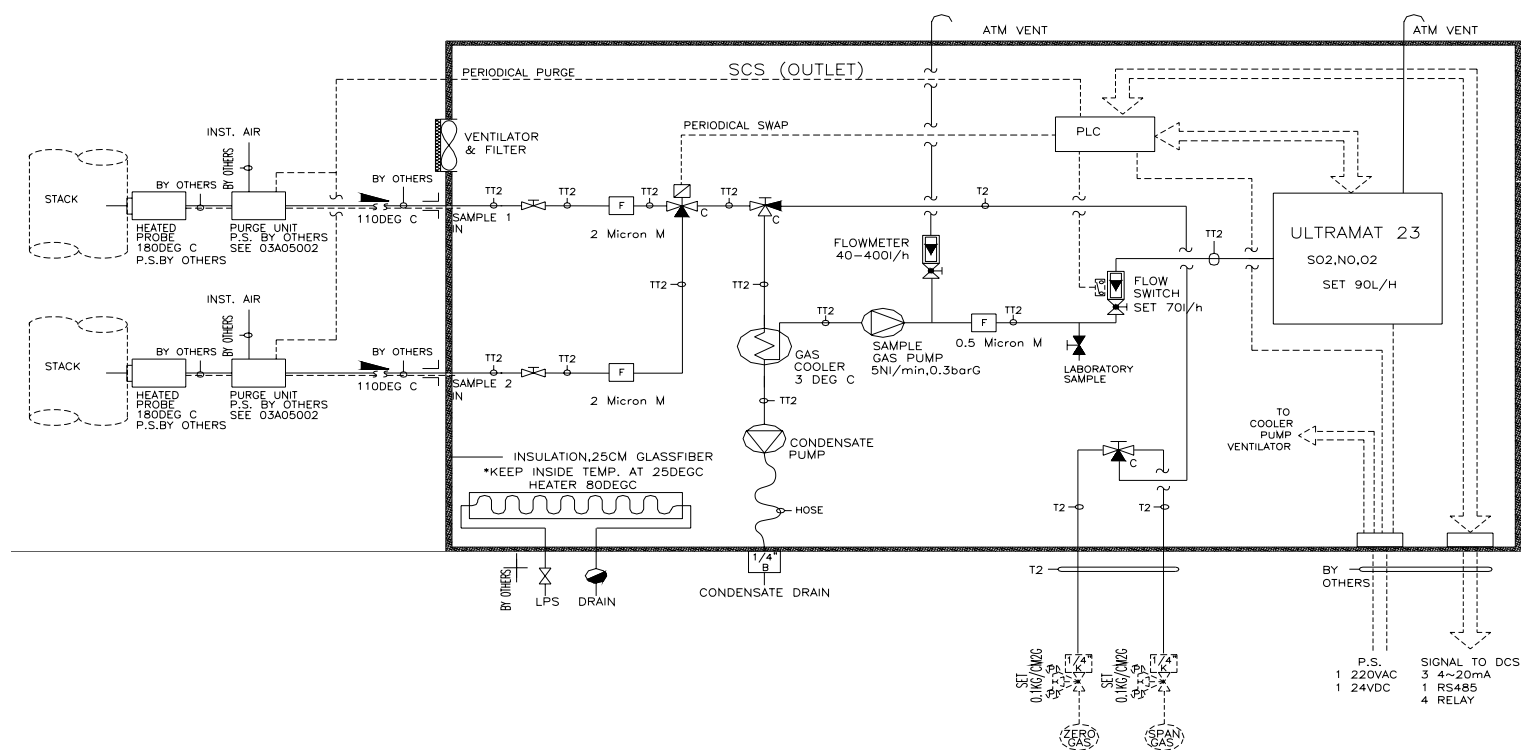
SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量



CEMS: 采样探头

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

- 探头带电伴热
- 最高工作温度: 400°C (根据需要可选)
- 空气反吹, 手动反吹 (标准) 或自动反吹 (选择项)
仪表风压力: 4-7 kg
反吹形式: 脉冲方式
一次反吹时间: 2分钟 (可调)
- 采样探头长度: 采样点距烟道内壁不小于 1m 或者 1/3 的烟道当量直径
- 探头安装时, 按照环保部门要求:
 1. 安装在烟囱上, 应离地 1/3-1/2 烟囱高度。
 2. 安装在烟道上, 应优先选择垂直管段, 一般要求直管烟道长度大于 6D, 前 4D, 后 2D; 若直管烟道长度大于 4D, 则 3D, 后 1D。

CEMS: 采样探头

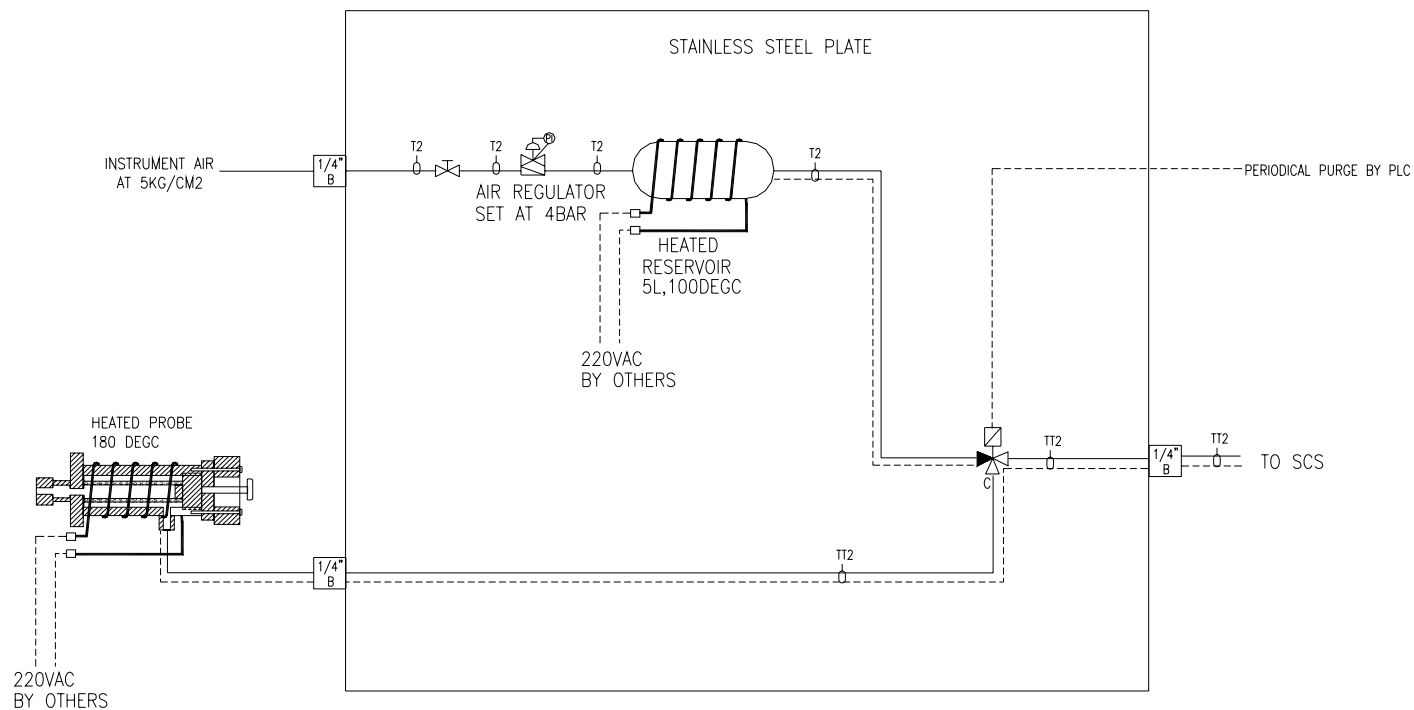
SO₂与NO_x 排放源

**为何控制SO₂与
NO_x 排放**

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量



CEMS: 伴热采样管线

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

- 管线采用电伴热
- 管线材质: PTFE (标准)
- 伴热元件是自整定限功率恒温加热元件:
控制温度为 140-160° C
- 管线安装, 避免安装影响:
死弯和 U 形弯
管路间距

CEMS: 采样处理系统和机柜

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

- 采样冷凝器除湿 / 排冷凝液泵
- 除尘过滤器（两级过滤，第一级 2 μm，第二级 0.1 μm）
- 采样泵
- 湿度检测探头
- 电磁阀和标定系统 手动标定（标准）/自动标定（选择项）
标定时间可以在控制柜前面板上设置
- 流量计和针形阀
- 单元控制器（控制反吹单元）和采样切换控制器（一拖二系统控制
采样切换）
- 机柜的防护等级：室内机柜；工作温度：5-35 °C

典型CEMS 系统构成图

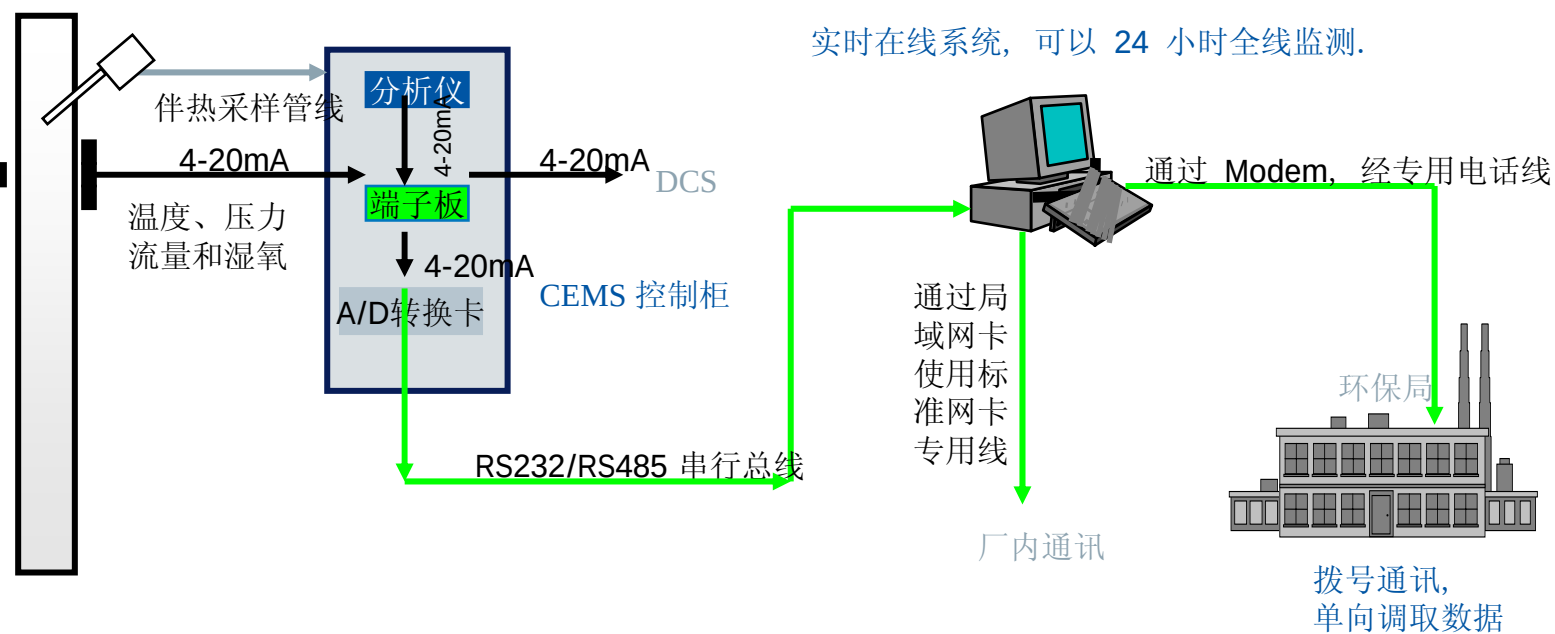
SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量



CEMS: 烟气排放监测系统

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

- 用于设备(除尘、脱硫、锅炉燃烧工况等)运行状态检查, 返回运行参数, 从而提高设备运行效能, 故障诊断等
- 应环保要求, 用于排放达标监控和排污计量
- CEMS检测
 - 组分浓度
 - SO₂, CO, CO₂, NO, O₂, HCl, HF, NH₃...
 - 红外与电化学方法: U23
 - 激光原位测量: LDS6
 - 流量、温度、湿度等

西门子 — 一站式的分析系统供货商

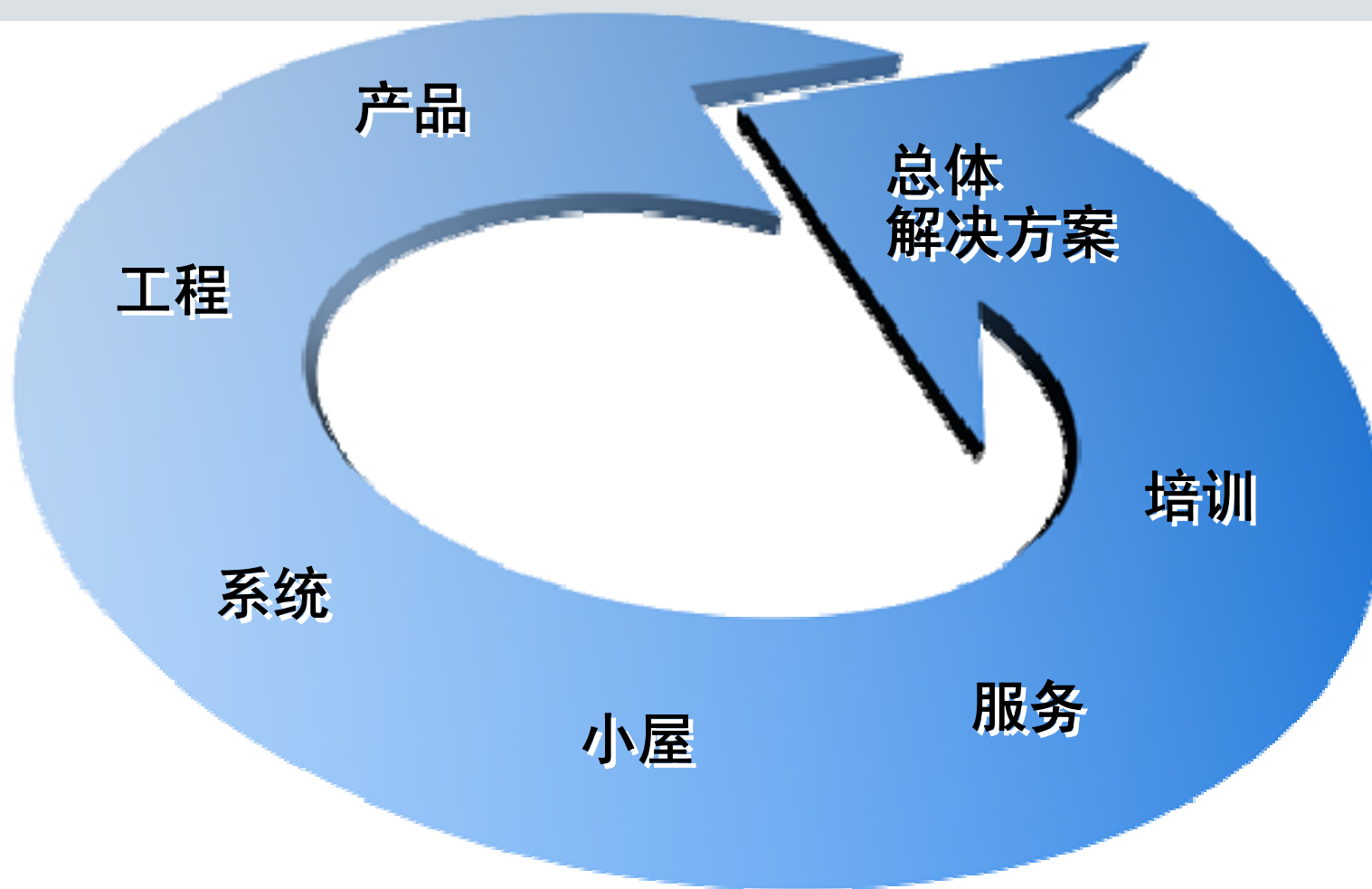
SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量



西门子 — 分析仪系统客户现场服务策略

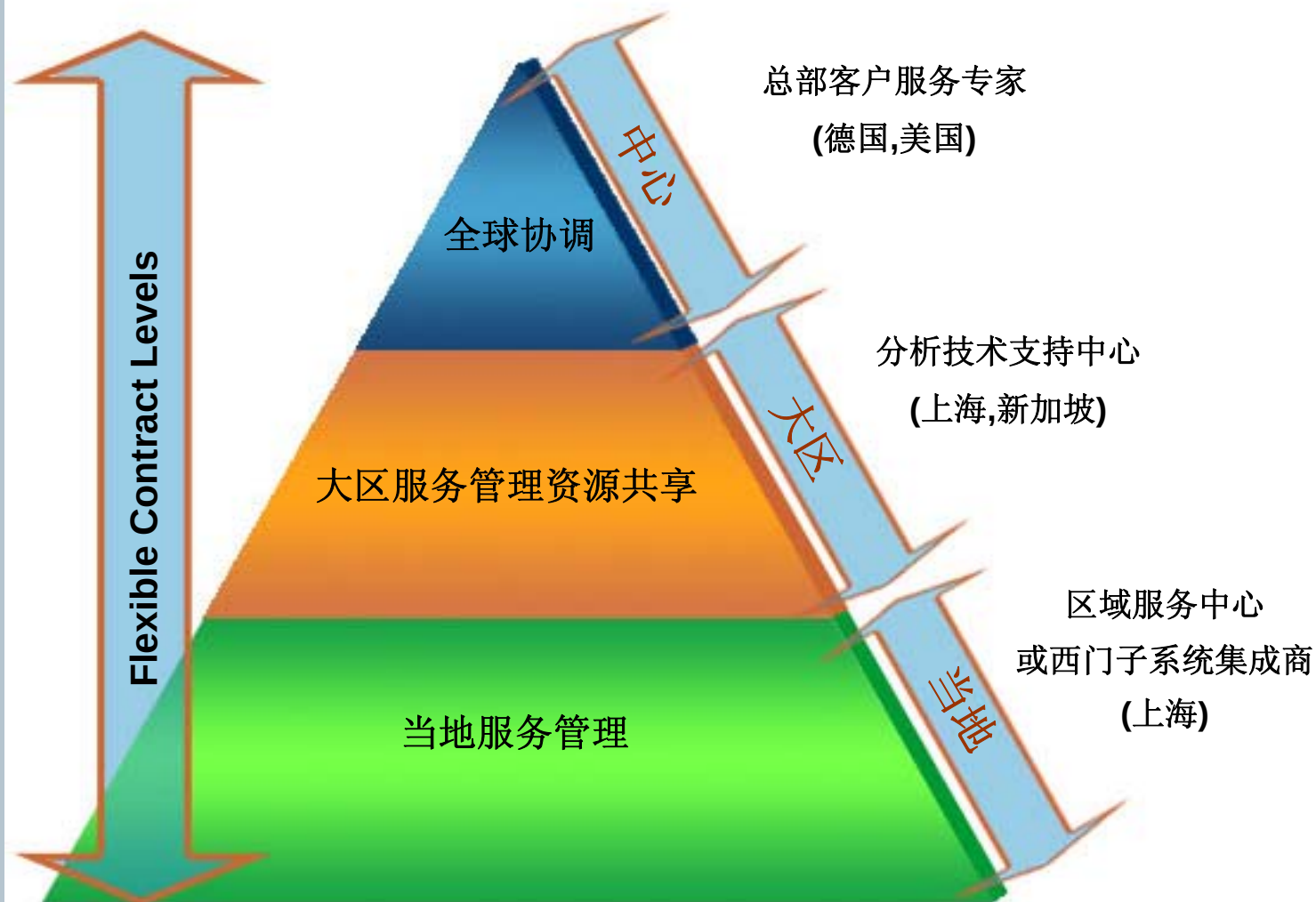
SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量



西门子 — 上海技术支持中心

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

上海分析仪器应用中心

- 气体分析仪修理实验室 -
 - 实现本地修理,大大缩短了客户的等候时间
 - 完善的监测设备,保证修理质量
 - 系统化修理跟踪,保证时间和质量
- 色谱应用实验室标准 -
 - 色谱最终测试
 - 工厂验收
 - 应用修改及修理



西门子 — 上海技术支持中心

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

上海分析仪器备件中心

- 库存有大部分色谱，激光，红外，氧表等分析仪器备件；
- 可以在**24~48**小时内交付现场；
- 配有库存管理系统, 最大限度保证客户需求
- 可以和客户签订备件供货协议



西门子 — 上海培训中心

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

- 各种样机 –
 - 气相色谱仪(Maxum, MicroSam, Sitrans Cv)
 - 激光分析仪
 - 红外气体分析仪,氧分析仪,热导分析仪
 - 总烃分析仪,等等
- 拥有丰富现场经验及理论知识的培训工程师;
- 所有载气,标气等均可连接,实现在线模拟操作;
- 完善的培训资料



西门子 — 上海培训中心

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

- 所有操作台电脑联网,最多**6**人可同时进行并行操作,以期达到最佳培训效果;
- 客户可在自己所订货的产品上进行培训
- 动手拆装
- 还可按客户要求提供现场培训;



ULTRAMAT 23: 4合1多参数气体分析仪

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

- 2个红外通道, 多达3个红外组份
- 氧的测量采用电化学原理
- 使用空气做自动校准
- 纯文本方式的菜单操作
- 测量量程和信号输出可以自由编程
- 授权式菜单准入



ULTRAMAT 23: 原理-红外通道

SO₂与NO_x 排放源

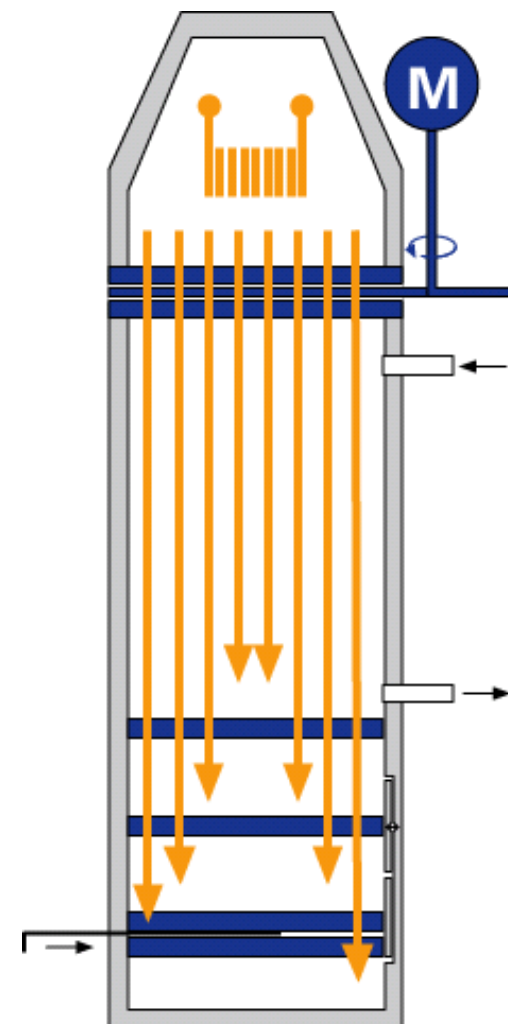
为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

- 单光束 NDIR方法
- 充气型的检测器
- 双层和三层检测器, 具有最大限度的选择型
- 有效消除交叉干扰



ULTRAMAT 23: 原理-红外通道

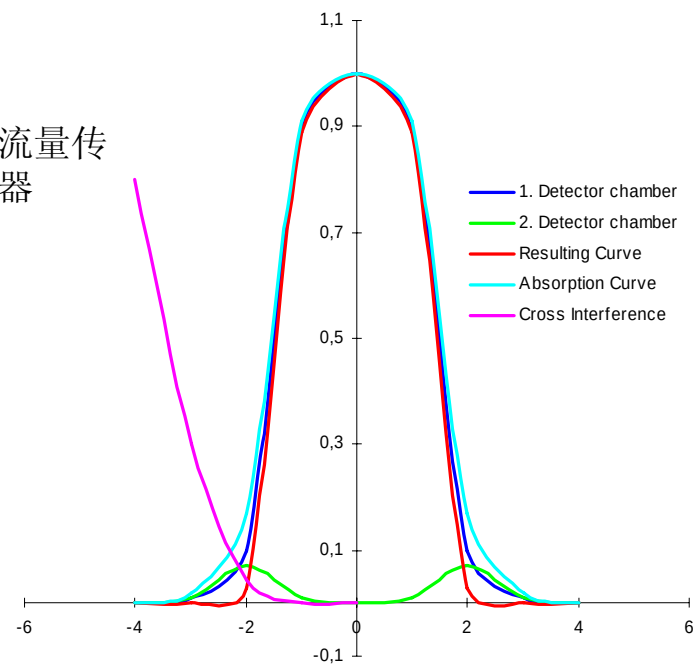
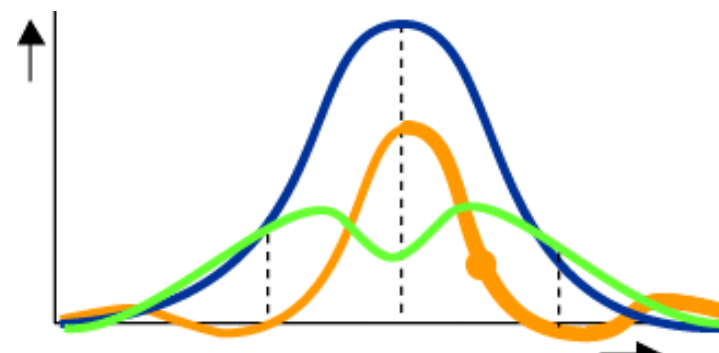
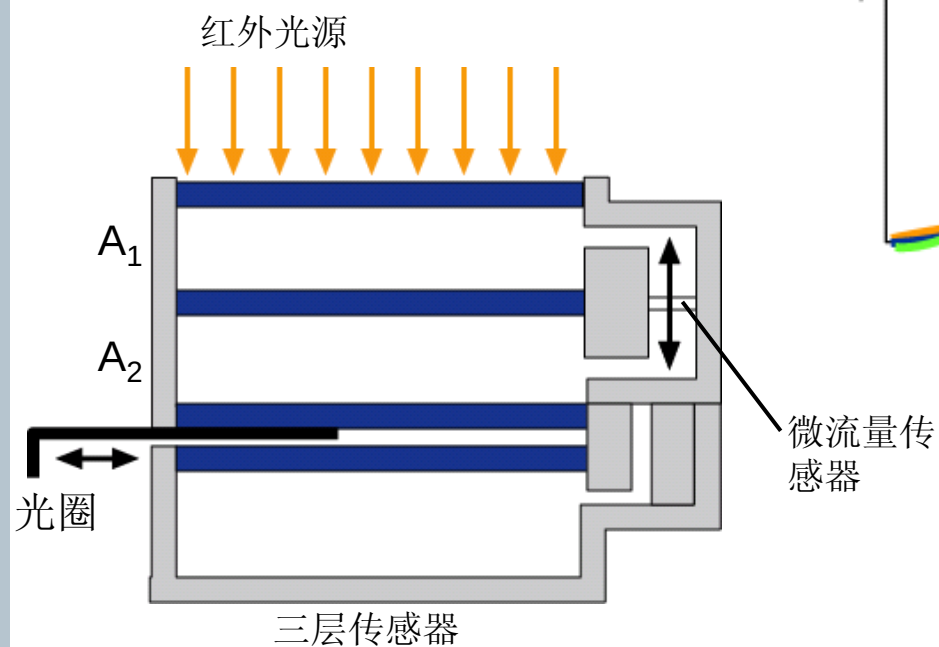
SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量



ULTRAMAT 23: 原理-红外通道

SO₂与NO_x 排放源

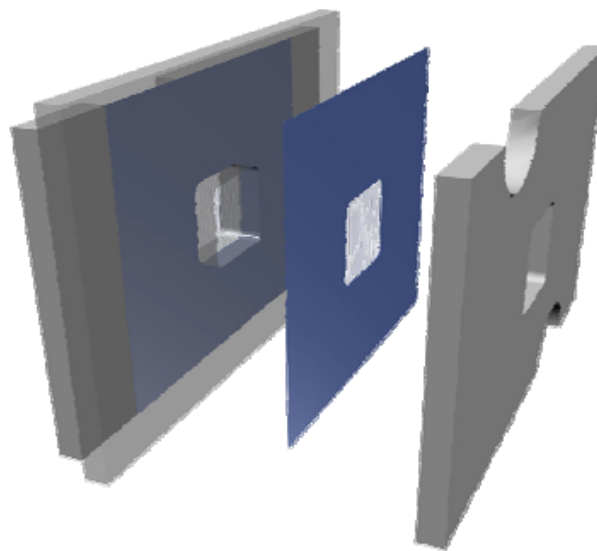
为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

- 三制层的层状设计
- 1mm² 面积内分布24根热丝
- 最小的交变流量
- 不使用膜式传感器 - 没有麦克风效应



ULTRAMAT 23: 原理-红外通道

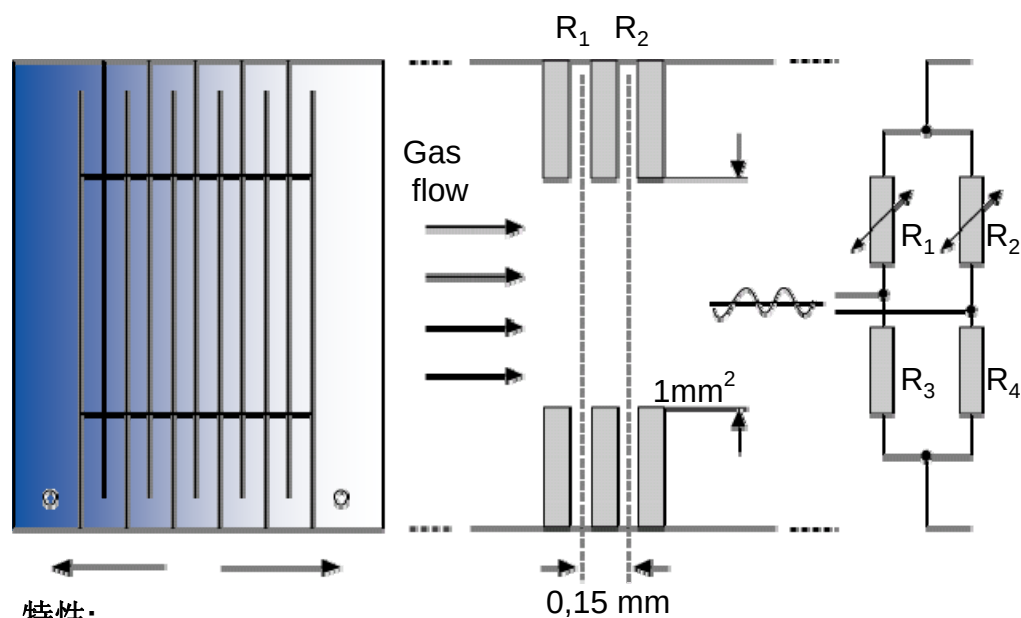
SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

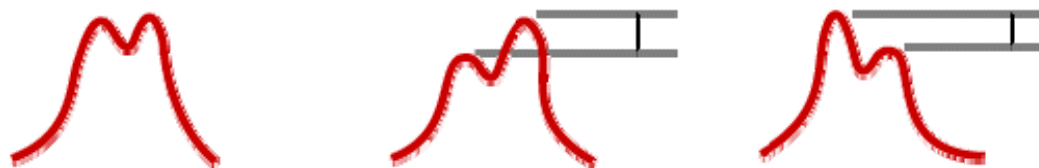
U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量



特性:

- 无可动部件，无损耗
- 没有麦克风效应
- 电信号与流量呈良好的线性



ULTRAMAT 23: O₂ 通道 – 燃料电池

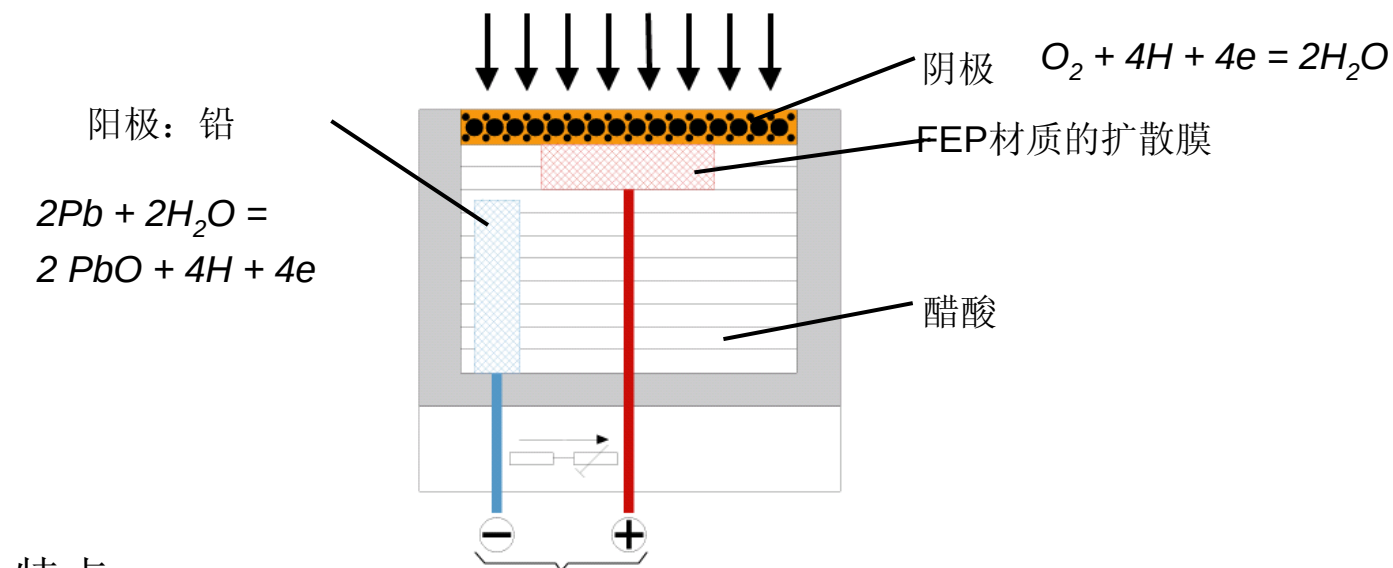
SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量



特点：

- 长寿命
- 酸性电解液
- 对CO₂ 和其他酸性气体不敏感

ULTRAMAT 23: 自动校准

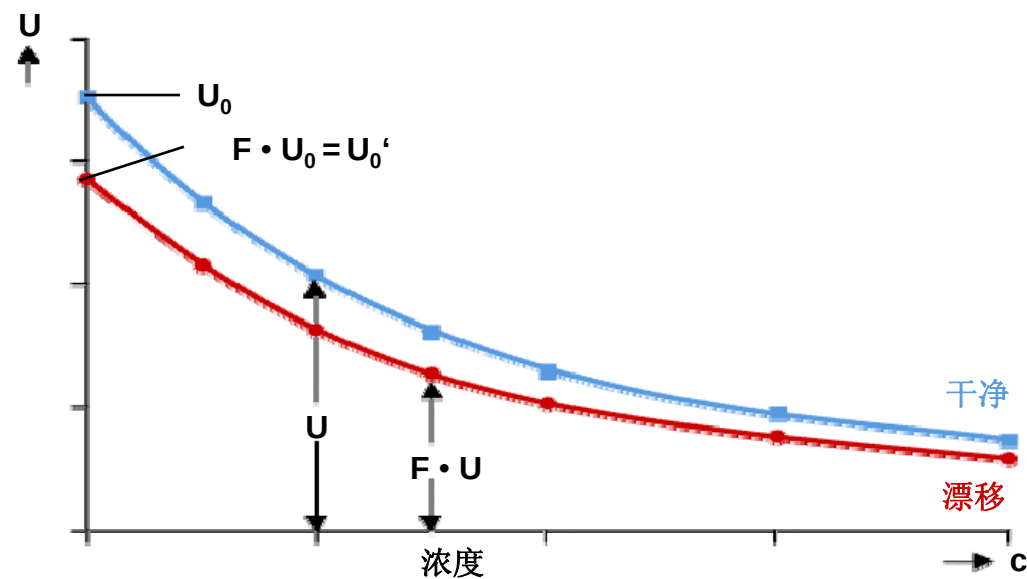
SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量



- 使用空气自动校准，不需要标气
- 经过TUV认证

直插式原位测量激光气体分析仪 LDS 6

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量



分析仪 – Siemens LDS 6

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

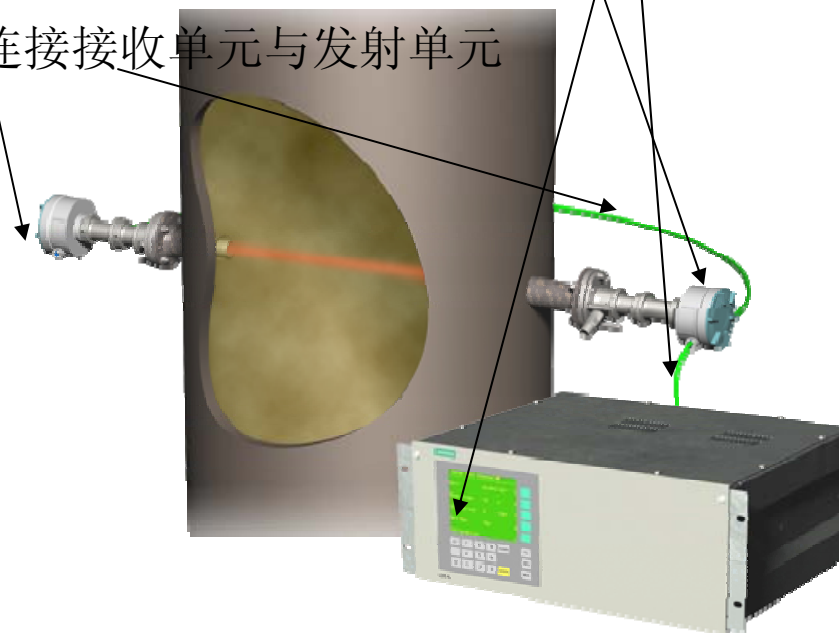
CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

综述 - 5 个基本元件

1. 中央控制单元 – 包含控制面板, 显示, 光源, 参比池和 I/O 卡
2. 复合光缆 – 光纤 & 电源, 连接中央控制单元与发射单元
3. 激光发射单元 – 位于现场, 可承受高粉尘等恶劣环境
4. 激光接收单元 – 位于现场, 可承受高粉尘等恶劣环境
5. 回路光缆 – 光纤 & 电源, 连接接收单元与发射单元



分析仪 – Siemens LDS 6

SO₂与NO_x 排放源

为何控制**SO₂**与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

- 气体分析仪
- 基于吸收谱技术的**NIR**二极管激光器
- 直插式原位测量技术
- 应用：过程监测、控制、优化以及**CEM** 等

原位测量单线吸收谱

SO₂与NO_x 排放源

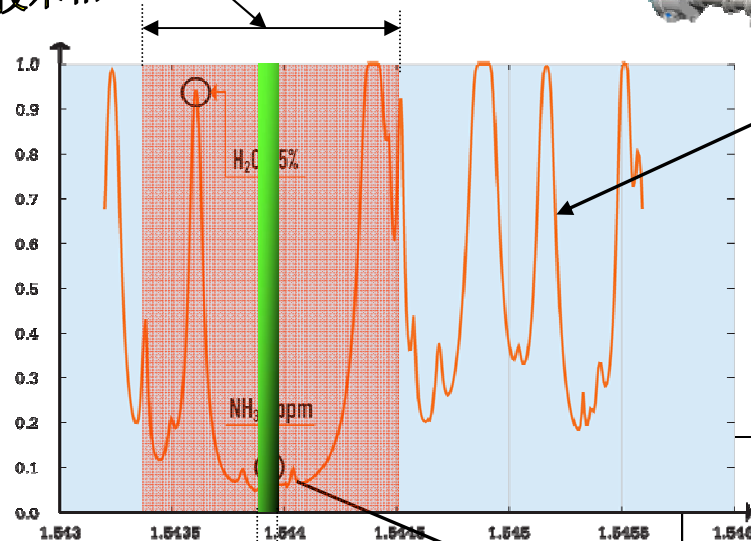
为何控制SO₂与
NO_x 排放
原有光学检测技术相比

CEMS

U23 & LDS

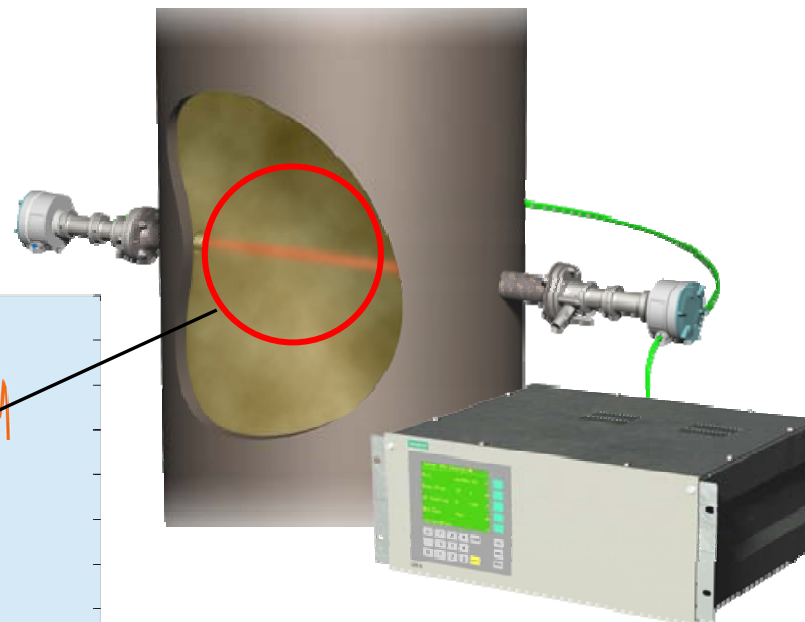
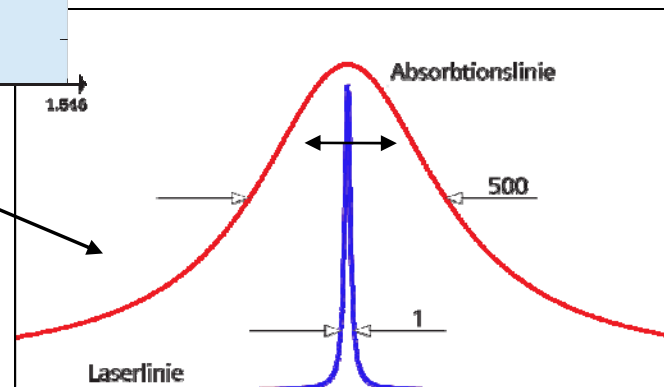
DeNO_x与NH₃ 测量

原有的光学检测结果谱宽 !!



TDLAS扫描范围

放大



LDS 6 分析系统

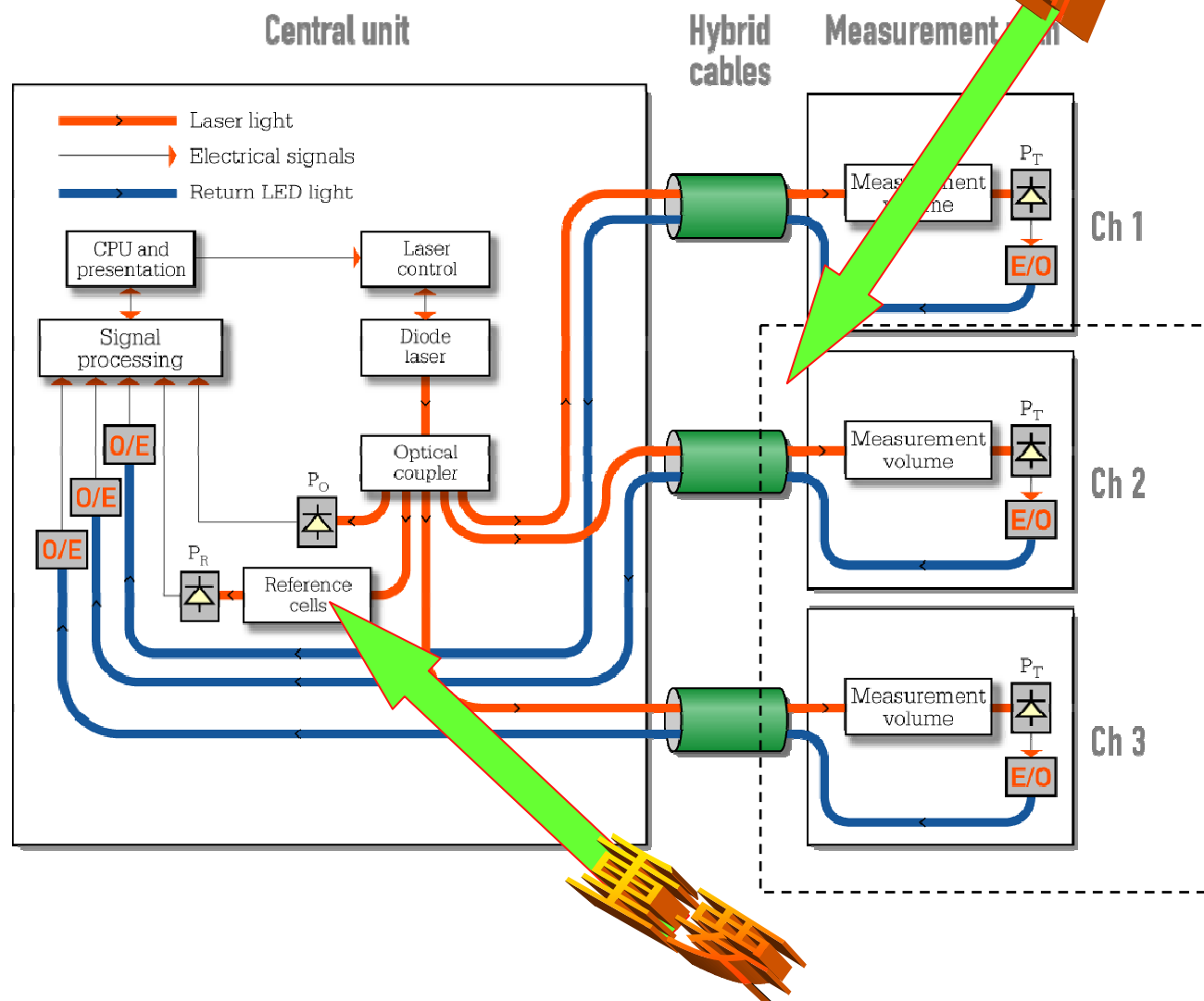
SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量



AGC: 自动增益控制

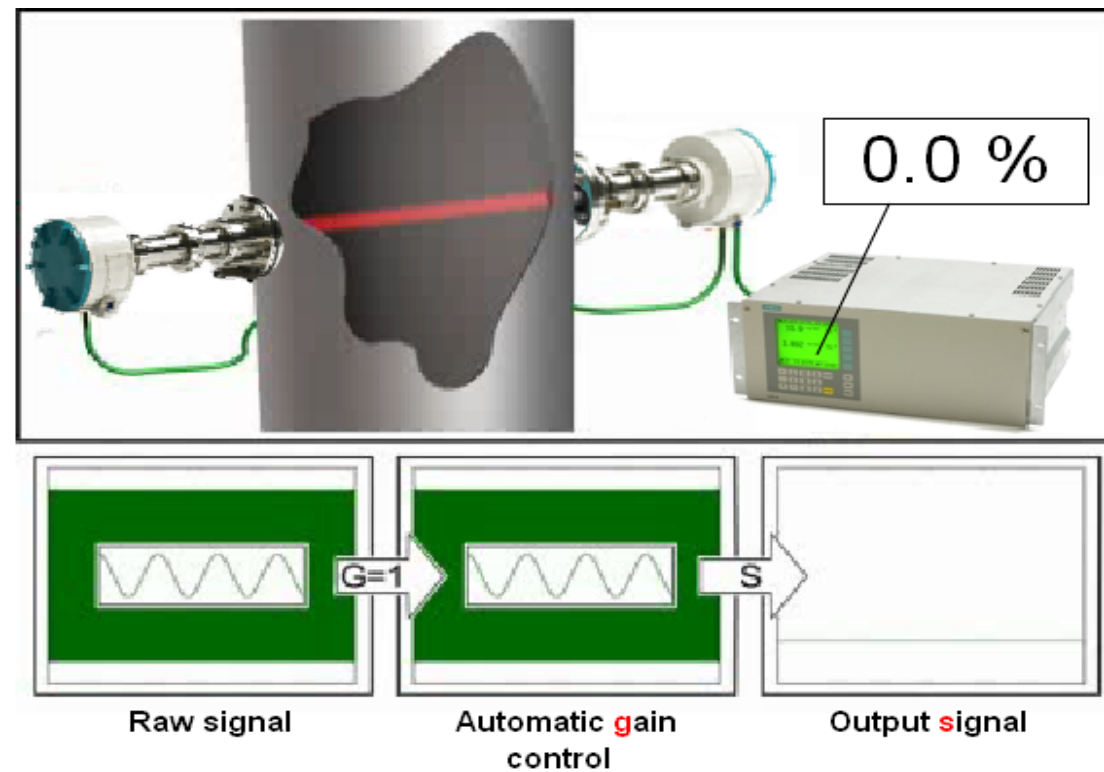
SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量



吸收谱线型

SO₂与NO_x 排放源

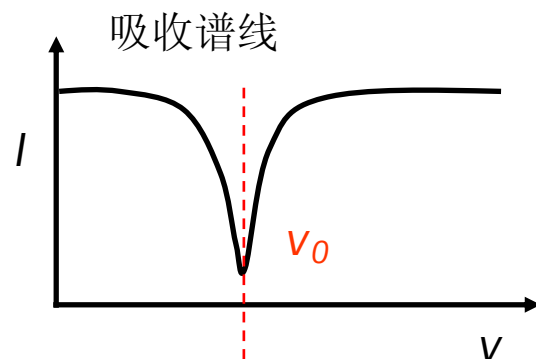
为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

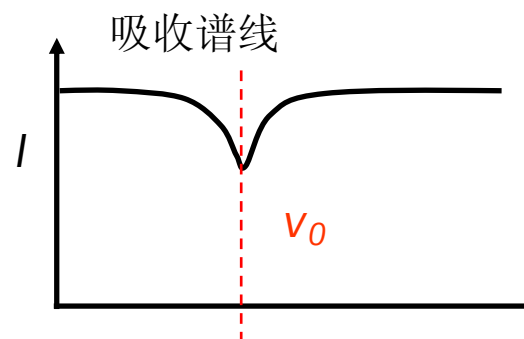
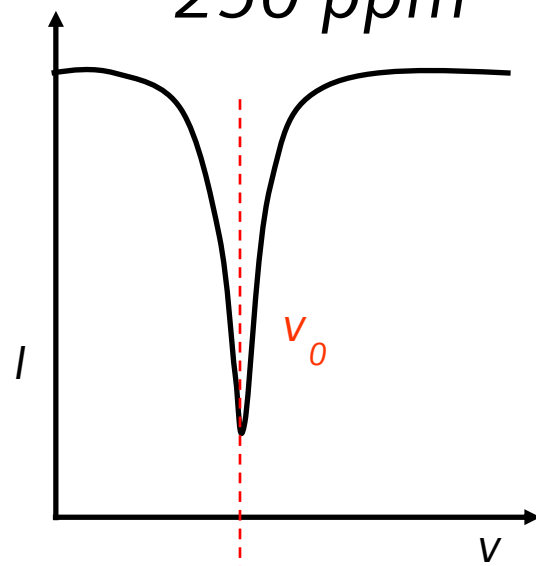
U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

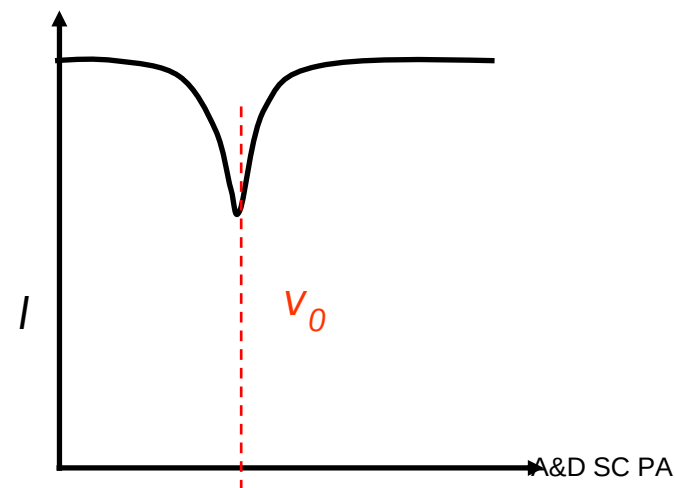
吸收信号---线型是重要的，而非幅度



250 ppm



50 ppm



A&D SC PA

二次谐波处理技术

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

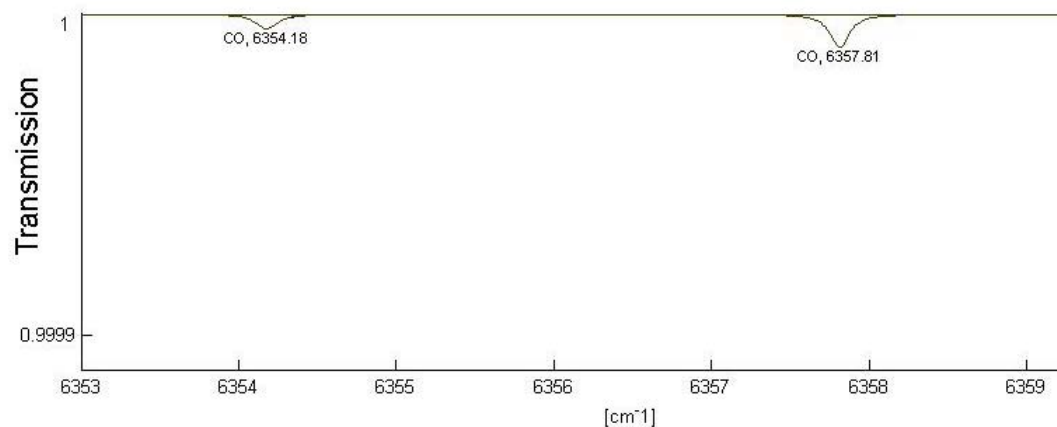
CEMS

U23 & LDS

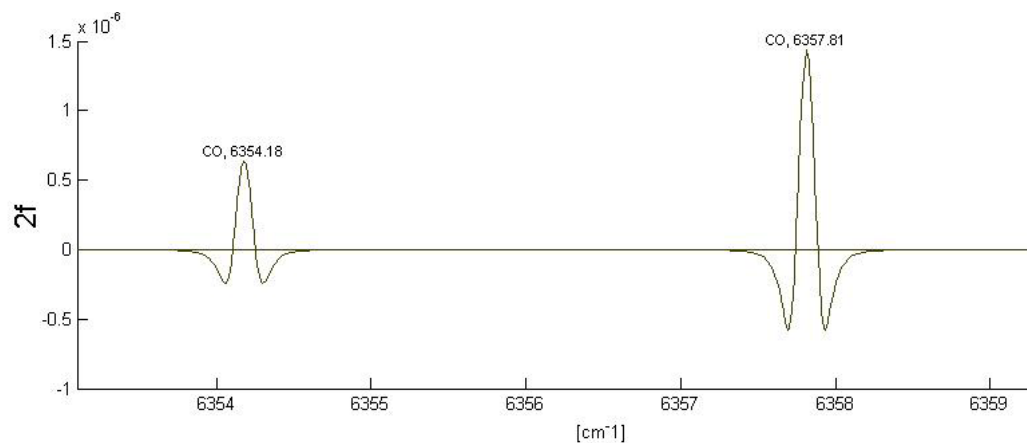
DeNO_x与NH₃ 测量

二次谐波增强信噪比

接收信号



二次谐波



二次谐波处理技术

选用二次谐波，从频率上降低干扰

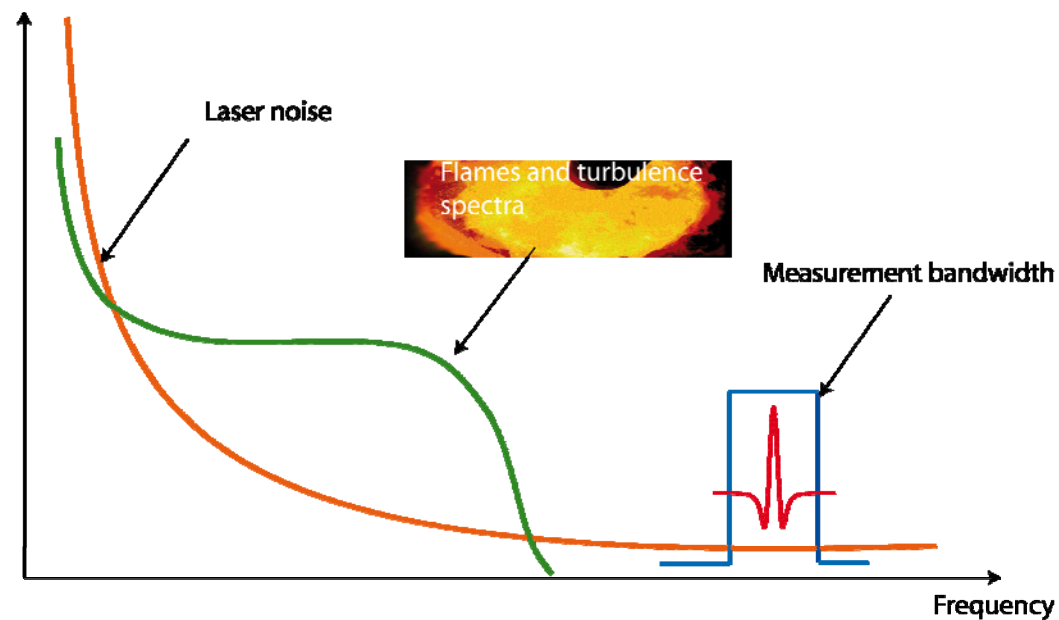
SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量



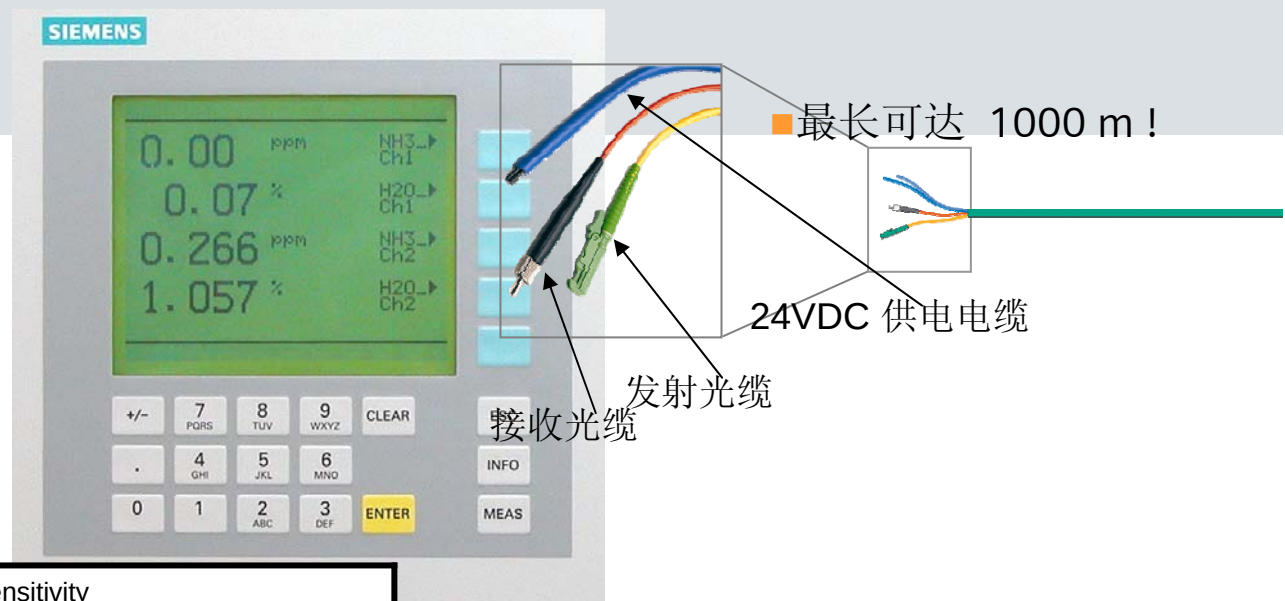
SO₂与NO_x 排放源

**为何控制SO₂与
NO_x 排放**

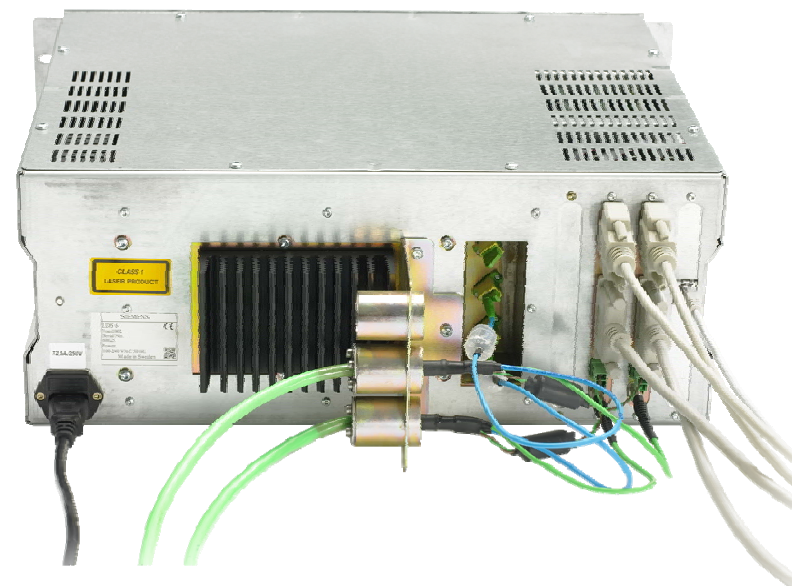
CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量



Gas	Sensitivity (at 20°C, 1 bar, 1 m)
O ₂ / T	200 ppmv at min. 1 Vol% O₂
NH ₃ / H ₂ O	0,2 ppmv 0,1 Vol%
HCl / H ₂ O	0,2 ppmv 0,1 Vol%
HF / H ₂ O	0,05 ppmv 0,1 Vol%
CO / CO ₂	200 ppmv 200 ppmv
H ₂ O	1 ppmv



吹扫

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

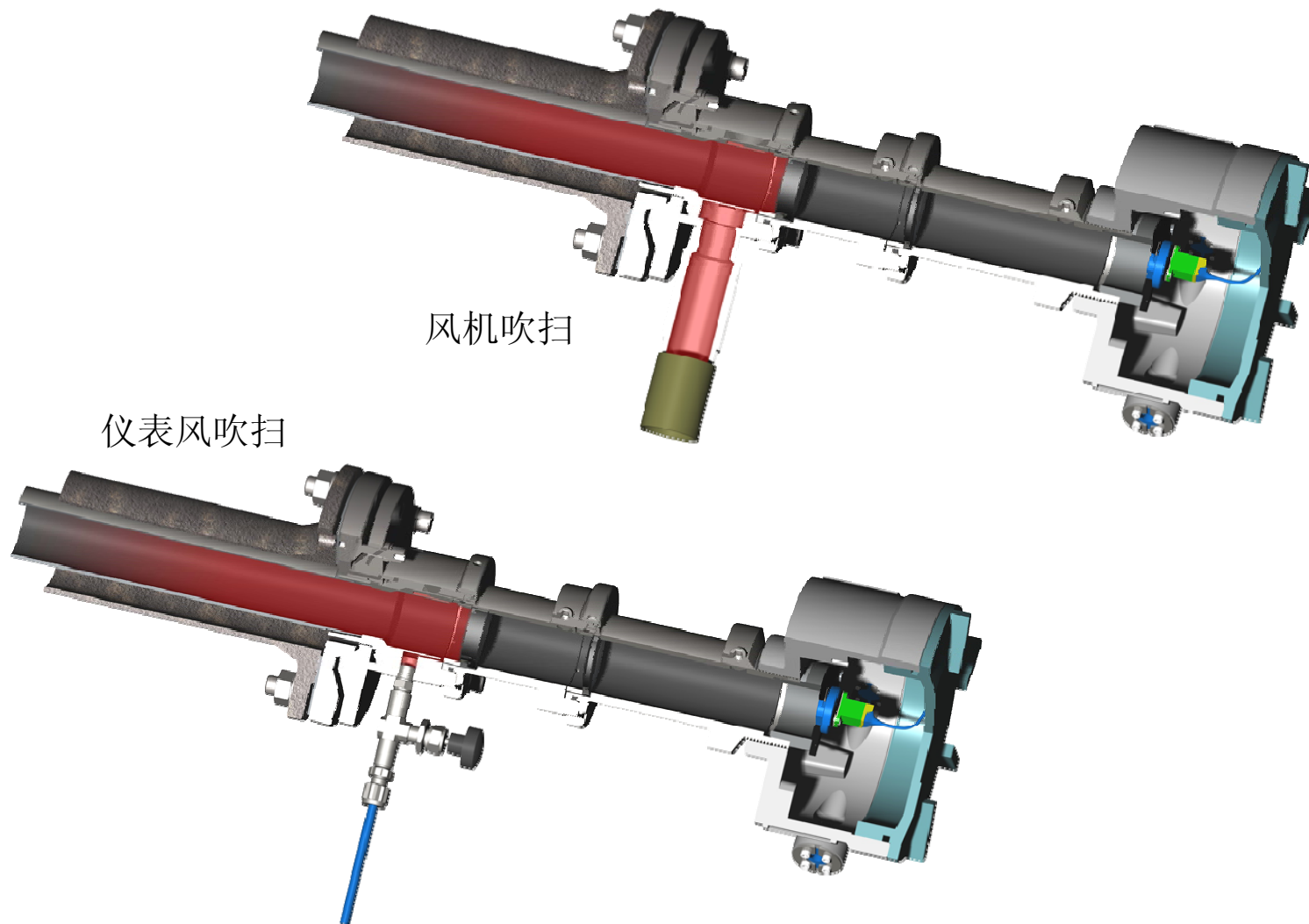
CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

风机吹扫

仪表风吹扫



LDS6原位测量激光气体分析仪

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

- 原位测量，无需采样
- 响应时间 < 1 – 3 s
- 可承受含尘量 100 g/Nm³, 以及含尘量快速变化
- 被测气体温度可达 1500 °C, 以及温度快速变化
- 高选择性, 不存在交叉干扰
- 可测量复杂气体混合物以及组分变化的应用
- 测量系统安装方便, 维护量低
- 自我标定
- 自动增益控制 (AGC)

LDS 6在燃烧工艺中的应用

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

- 通过测量后燃烧区域的 O₂ 浓度和烟气温度优化控制燃烧过程
- 通过快速原位测量NH₃ 来优化控制SCR/SNCR 脱硝-DeNO_x 工艺
- 通过快速原位测量气体中的 HCl 和/或 HF 来优化控制布袋式除尘器
- 通过快速测量 CO 浓度实现 电除尘和煤粉仓的监测
- 通过快速原位测量烟道内 HCl, HF 和 NH₃ 进行排放监测

多种技术可以减少NO_x：脱硝DeNO_x

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

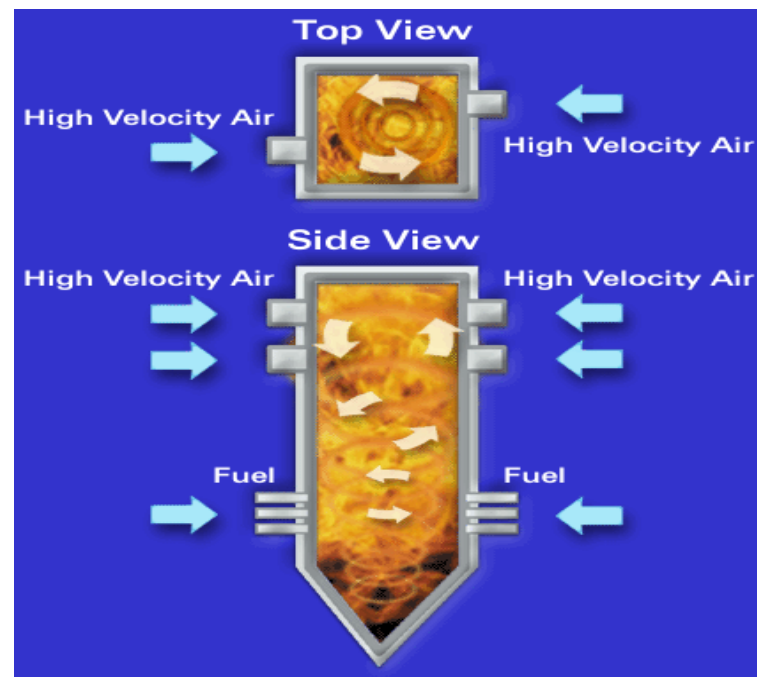
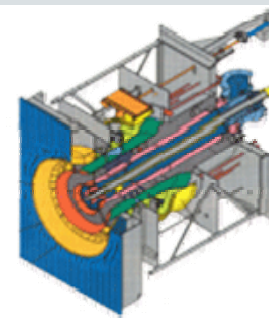
CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

改进燃烧：

1. 低 NO_x 燃烧器
2. 首要任务：改进燃烧与减少排放



多种技术可以减少NOx：脱硝DeNOx

SO2与NOx 排放源

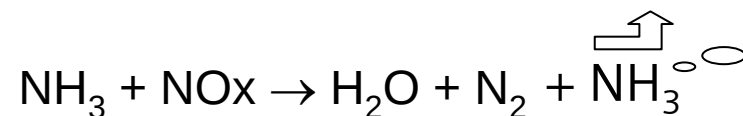
为何控制SO2与
NOx 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNOx与NH3 测量

化学添加剂：基本原理



主要问题

1. [SNCR](#) (选择性非催化还原法) 通过在燃烧腔直接将NH₃注入烟气来减少 NOx排放
2. [SCR](#) (选择性催化还原法) 通过在催化剂中向烟气注入NH₃增强化学反应，来减少NOx排放

同一个工厂有时必须同时使用这些技术来满足环保法规

但是：

燃煤电厂的SNCR



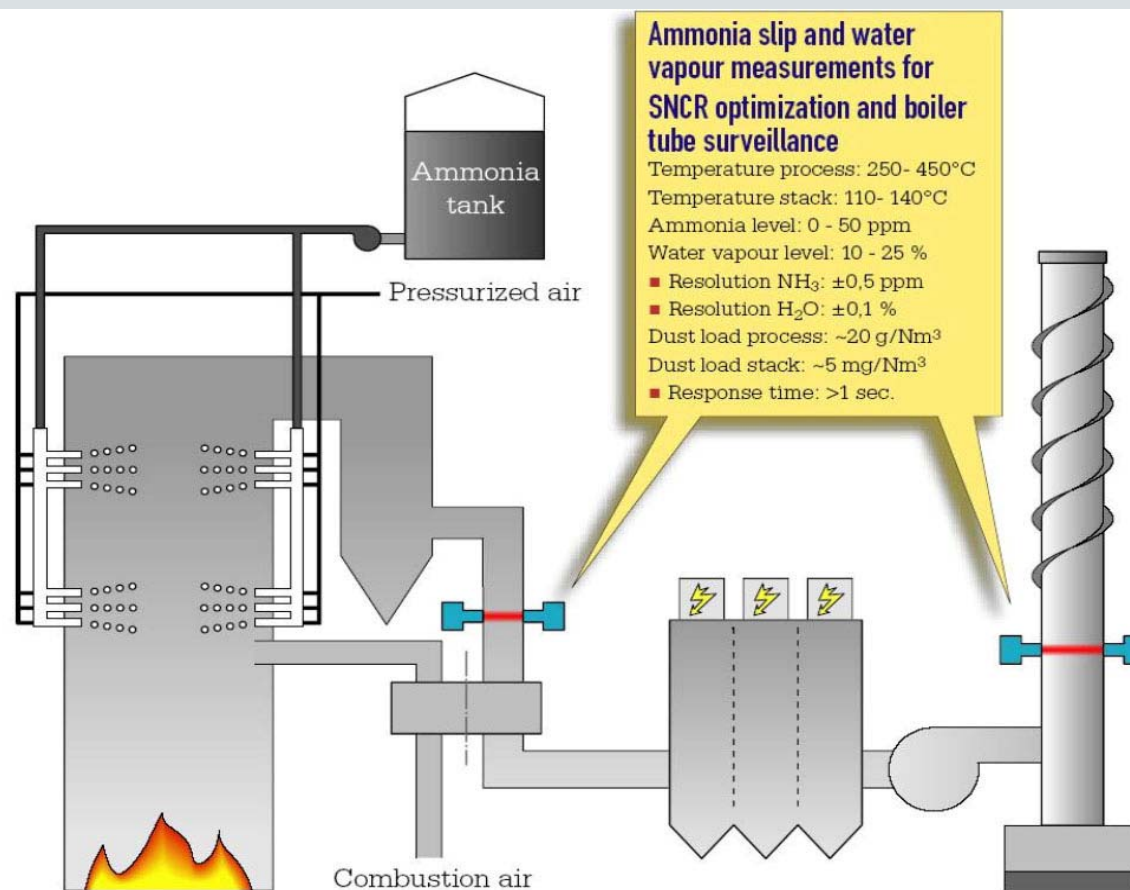
SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量



- 氨 (NH₃) 或 尿素 (CO (NH₂)₂) 在炙热的燃烧区域与烟气混合
- 反应温度范围: 最佳为800-950°C

燃煤电厂的SCR



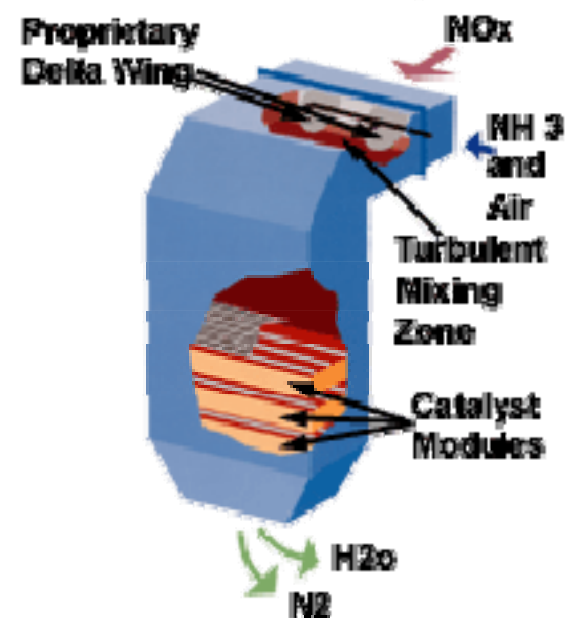
SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量



- 氨NH₃ 或 尿素CO (NH₂)₂ 在催化器的上游与烟气混合
- 反应温度范围: 250-400°C

在工艺过程中到底发生了什么

回顾： $\text{NH}_3 + \text{NO}_x \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$ 理想状态

但是

S
N
C
R

- 低于 800°C : 温度太低, 反应速度太慢, 造成氨逃逸过高
- 高于 950°C : 温度太高, NH_3 氧化产生 NO_x , 而不是减少

S
C
R

- 需要**足够**的 NH_3 与 NO_x 反应来减少 NO_x 排放量, 以符合相关环保法规
- 不希望使用过多的 NH_3 , 缩短催化剂存活期

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

高氨逃逸量的主要危害

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

- NH₃, H₂O 和 SO₃产生硫酸氢胺(ABS)
 - ABS 熔点为 147°C
 - 在正常操作温度下为液态 – 在表面为液态或在烟气中呈气雾状
 - 气雾 → 蓝雾
 - 在温度较低时ABS易于吸收水分，造成腐蚀
 - ABS进入空气预热器后导致烟气温度降低
 - 导致压损增加，降低空气预热器效率，并会造成堵塞

温度降低，ABS主要会导致

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

■ 缩短催化剂存活期

- 增加压损 (ABS 在温度较低的催化剂表面沉积)
- 催化剂失活

■ 导致预热器中氨盐增加

- 降低空气预热器效率，并会造成堵塞
- ABS 在温度较低的换热器表面沉积

■ 向环境增加NH₃ 排放

- 蓝雾, NH₃ 是有毒的污染物

■ 烟道尘污染

- 烟道尘作为水泥产品的添加物
- 过高的氨逃逸量和ABS污染烟道尘: 降低水泥强度，增加刺激性气味(NH₃)

结论

SO₂与NO_x 排放源

为何控制**SO₂**与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

需要测量 **NH₃** 来将氨逃逸量尽可能降低

如何测量 NH_3

SO₂与NO_x 排放源

为何控制**SO₂**与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

问题：

- 烟气温度高, 潮湿, 含尘量
- 采样点: 必须承受恶劣的条件, 加之 NH_3 的高化学活性, 造成低量程分析异常困难, 几乎难以实现
- 紧跟着SCR过程后采样
 - 温度高: 250-400°C
 - 水分饱和
 - 含尘量 (20-25 g/Nm³)
- 烟气分布非常不稳定, 如何确保给分析仪有足够代表性的采样

测量问题

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

- 抽取式分析系统, 采用样气预处理:
 - 加热的采样探头, 采样管路, 过滤器
 - NH₃ → NO 转化器
 - 冷却器与泵
 - CLD中产生转化 (NO₂ → NO)
- 抽取式分析基于下列假设:
 - 采样是可靠的、具有代表性的
 - NH₃ → NO 转化工作稳定
 - 在CLD完成 NO₂ → NO 转化
- 需要进行NH₃标定, NH₃高化学活性, 标定困难且昂贵
- 维护费用高

结论：

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

- NH₃ 测量的不确定性和高额的维护费用提出寻找可靠测量技术的要求
- 电厂必须在下列条件下监测氨逃逸量：
 - 约 2 ppm, 减少ABS沉积
 - 0.5 – 1 ppm, 监测催化剂性能, 预测催化剂消耗量与更换期
 - 测量范围：0 – 10 ppm
 - 分辨率：± 0,3 ppm
 - 响应时间：约 1 – 30 秒
 - 光程：视粉尘含量而定
 - 含尘量：< 50 g/Nm³
 - 温度：< 650 °C
- 抽取式测量无法在上述条件下可靠地测量氨逃逸量

解决方案 – 原位式可调二极管激光 (TDL)

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

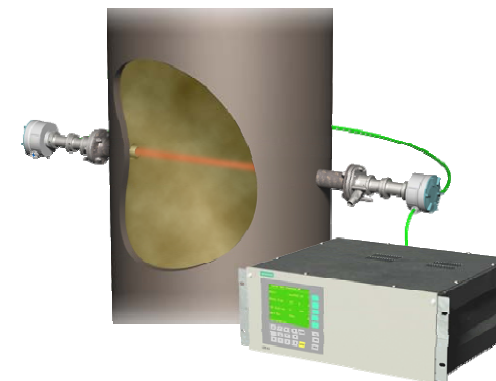
CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

■ 原位式分析系统优势:

- 无需采样, NH₃ 不受采样输送影响
- 不存在采样预处理元件由于加热、水含量、酸冷凝及磨损而引起的失效
- 燃煤电厂烟道中烟气呈层状分布, 激光束穿过整个烟道, 可进行最具代表性的测量



其它的应用

SO₂与NO_x 排放源

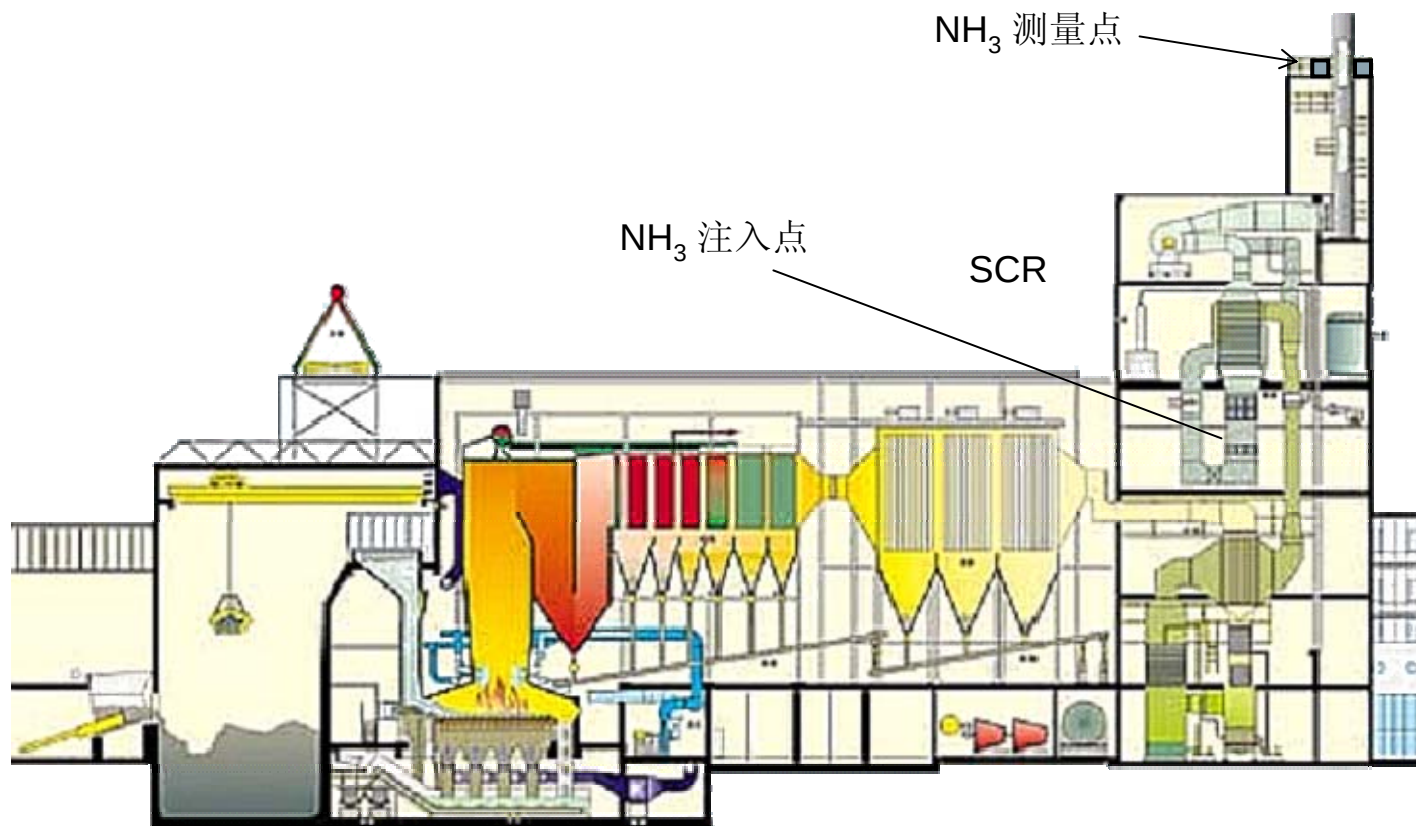
为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

市政垃圾焚烧厂的SCR



图例：MWI SNCR的控制

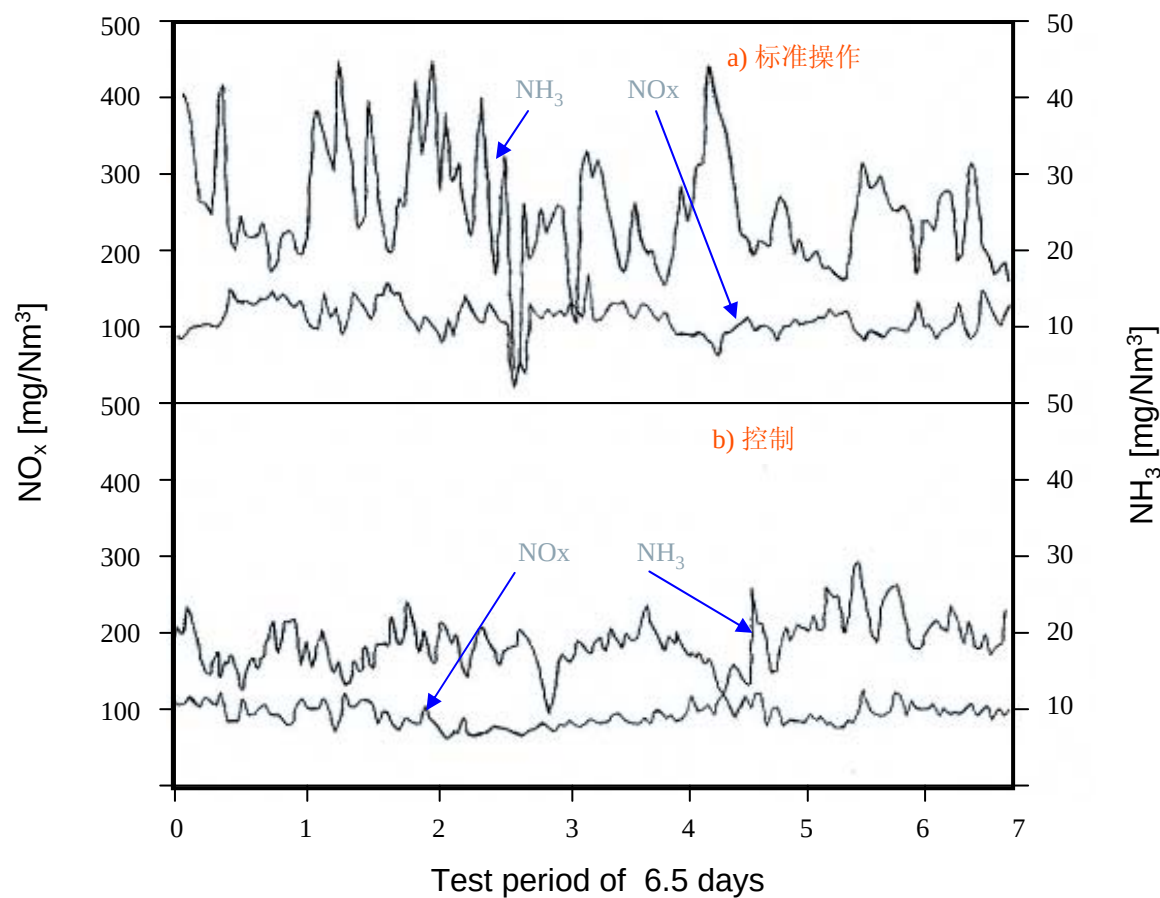
SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量



应用: 优化 SCR & SNCR 脱硝-DeNOx 工艺

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

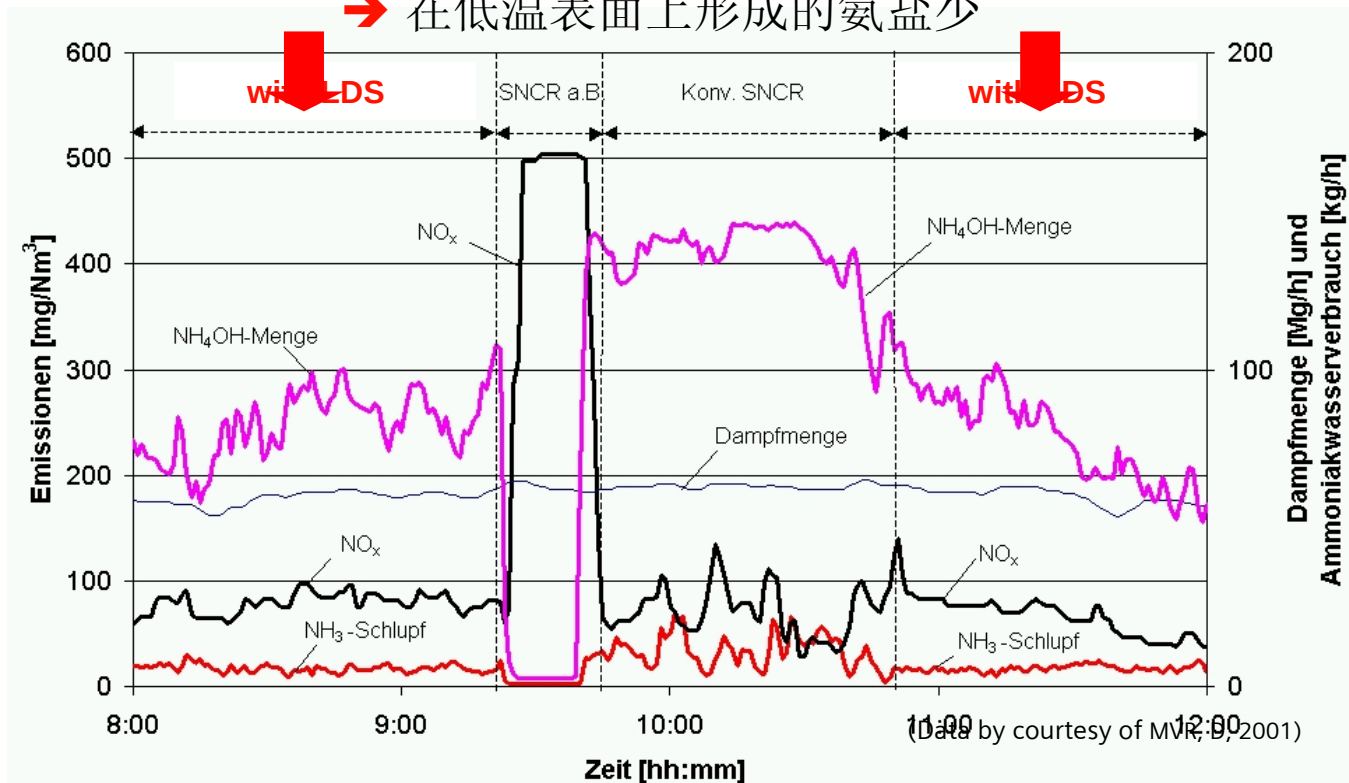
DeNO_x与NH₃ 测量

通过快速原位测量NH₃ 逃逸量优化选择性非催化还原 SNCR 脱硝-DeNO_x 工艺: → 降低 NO_x 的排放量

→ 氨的消耗可减少 25 – 30 %

→ 氨的逃逸量可减少 50 – 70 %

→ 在低温表面上形成的氨盐少



LDS6在高含尘量及含尘量剧烈变化时的测量

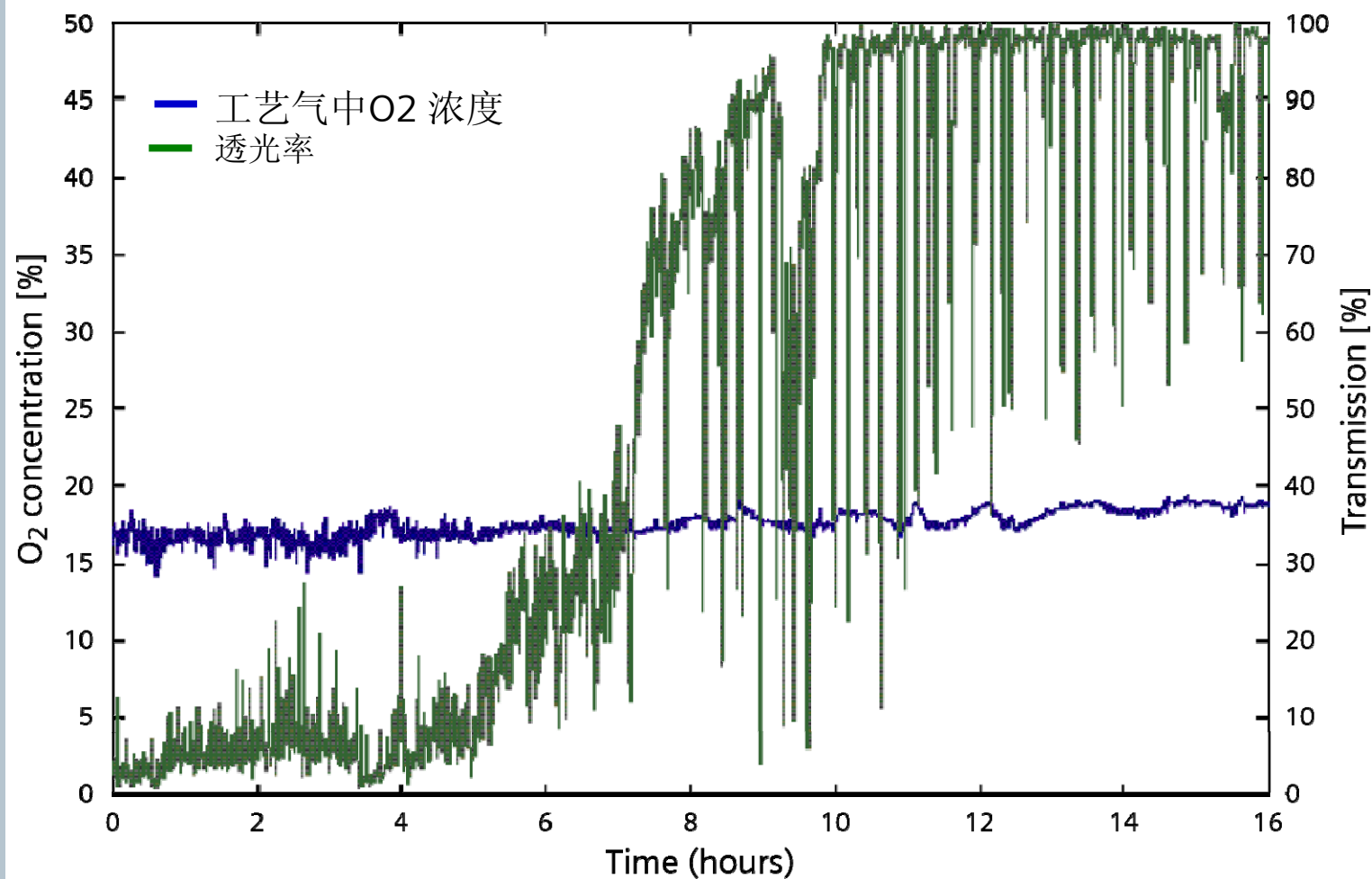
SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量



结论

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

- 测量与控制氨逃逸量在2 ppm及更低, 可优化SCR, 减少 NO_x 排放和增加电厂效益
- 某些抽取式NH₃ 分析系统不直接测量NH₃ , 需要多重转换且维护昂贵
- 原位式可调二极管激光经证实可测量氨逃逸量 :
 - 可紧接着SCR过程可靠测量 1-2 ppm 范围的氨逃逸量
 - 测量代表性佳
 - 低维护量
 - 无漂移

更可带来受益：

SO₂与NO_x 排放源

为何控制SO₂与
NO_x 排放

CEMS

U23 & LDS

DeNO_x与NH₃ 测量

- 燃煤发电厂反馈：由于ABS引起的未在计划内的预热器停机检修周期由 2 年增加为 4 年
 - 监测与控制氨逃逸量 (NH₃ slip) 在 2-3 ppm
 - 烟道中紧接着SCR，以及预热器之前
- 长期准确的氨逃逸量 (NH₃ slip) 监测(0.5 – 1 ppm)使得预计与计划安排预热器停机清洁和更换催化剂成为可能