

青岛博睿光电科技有限公司

博睿 3040 系列紫外吸收烟气监测系统

88960969

一、公司介绍：

是她，将你我联系在一起；

是她，让你我追求着同一种东西；

是她，将我们的努力化为了产品；

是她，让我们一直在前进。

青岛博睿光电科技有限公司成立于 2011 年，是一家专业从事环境监测、安全监控、工业过程控制仪器仪表研发、制造、销售的高科技企业，其合作伙伴是青岛高科技工业园雷博电子仪器厂，依托雷博电子强大的科研实力，公司专注于研发制造以光学及光谱学技术为核心的光学仪器，陆续开发了 1000 系列环境空气质量监测及环境安全预警系统、2000 系列大气采样监测仪器、3000 系列便携式及在线烟尘烟气监测系统，是国内首家研制便携式紫外烟气分析仪、便携式光学恶臭气体分析仪的公司，并申请多项实用新型及发明专利，全系列产品已在国内广泛应用，赢得顾客的一致好评。

公司始终坚持“以质量求生存，以服务求市场，以科技求发展”的经营理念，将在环境监测及环境安全预警、突发事件应急监测、工业过程控制和安全报警及有机毒物源解析等领域不断开拓进取。“至真、至诚、至恒”是我们的服务理念，我们将竭诚为客户提供中高端的光电产品和优质的服务，并与各界同仁共同发展，共创美好家园。

公司多次参加国家环保行业及山东省地方标准的制修订，2013 年参加《紫外吸收法便携式多气体测量系统技术要求及检测方法》，2014 年参加制定《山东省固定污染源废气二氧化硫（氮氧化物）的测定 紫外吸收法》、《固定污染源废气低浓度排放监测技术规范》，2015 年参与制定《环境空气气态污染物（氨、硫化氢）连续监测系统技术要求及检测方法》。

青岛博睿光电科技有限公司

地址：青岛市崂山区株洲路 130 号 电话：0532-88700738 88960969 传真：0532-88700737 客服热线 400-080-5676

二、产品介绍

1、产品概述

博睿 3040 系列紫外吸收烟气监测系统是博睿光科精心研制的国内首台便携式紫外差分吸收法烟气分析仪器，并已申请国家发明专利（ZL2012 1 0271665.7），实用新型专利（专利号：ZL 2008 2 0180888.1；ZL 2010 2 0275040.4；ZL 2011 2 0256902.3）。

A、B 型产品可直接监测烟道气中的 O₂、SO₂、NO、NO₂、NH₃、CS₂、CO、CO₂ 等气体排放浓度，与传统的电化学方法比较，具备无信号衰弱、无传感器寿命限制、无气体交叉感染、维护方便等显著特点；较之红外光学方法，重量轻、预热时间短、直接测试 NO₂ 并避免水的叠峰与临峰干扰，特别适合高湿低硫高 CO 氨逃逸工况条件；

C 型产品可直接检测废气中的苯、甲苯、二甲苯、苯胺、苯酚、氯苯、萘、蒽等芳香烃；甲硫醚、甲硫醇、二甲亚砷等含硫有机物；甲胺、乙胺、三甲胺、甲酰胺、乙酰胺等含氮有机物；乙烯、丁烯、异丁烯、苯乙烯等烯烃类有机物；甲醛、乙醛、苯甲醛等醛类有机物；吡咯、吡啶、噻吩等杂环有机物等气体浓度，较之气相色谱，无需 N₂、H₂、空气等附加气体，确属烟气废气监测的必备产品。

D 型产品增加低浓度颗粒物采样功能。

2、执行标准

- ◆ DB37-2015 《山东省固定污染源废气二氧化硫的测定 紫外吸收法》
- ◆ DB37-2015 《山东省固定污染源废气氮氧化物的测定 紫外吸收法》
- ◆ DB37-2015 《固定污染源废气低浓度排放监测技术规范》
- ◆ HJ/T76-2007 《固定污染源烟气排放连续监测系统技术要求及检测方法》
- ◆ HJ/T397-2007 《固定源废气监测技术规范》
- ◆ HJ/T76-2007 《固定污染源烟气排放连续监测系统技术要求及检测方法》
- ◆ HJ44-2014 《紫外吸收法便携式多气体测量系统技术要求及检测方法》
- ◆ JJG968-2002 《烟气分析仪》
- ◆ USEPA 方法 6C 《固定污染源排放二氧化硫的测定（仪器分析程序）》

- ◆ USEPA 方法 7E 《固定污染源排放氮氧化物的测定（仪器分析程序）》

3、主要特点

- ◆ 体积小、重量轻、携带方便
- ◆ 直接测试烟气中的 NO、NO₂，无需钼转换
- ◆ 原位检测系统回流设计，解决烟道高负压问题
- ◆ 内置烟尘刚玉过滤器，减少烟尘对测量结果影响
- ◆ 恒流采样，保证测量气室压力恒定，进行压力和温度修正
- ◆ SO₂、NO、NH₃、CS₂ 等气体监测采用差分吸收算法，测量精度高
- ◆ 全程加热气化原位检测模式，完全去除水分对 SO₂、NH₃、NO₂ 吸收干扰
- ◆ 大型数据通讯软件，实现数据库备份与还原，可将历年每次监测数据存档备查
- ◆ 翻盖式 6.5 吋大屏彩显，26 英文字母及数字键盘，标准中文在线提示，用户操作简单明了
- ◆ WINXP 操作系统，动态添加监测气体种类，文本框可切换输入、数字、英文等现场工况信息
- ◆ 实时显示监测数据分钟平均值，双 USB 接口，可将监测数据导出，特别适合 CEMS 的对比验

收校准

- ◆ 添加防静电拉环，避免现场静电干扰
- ◆ 在线与瞬时测量、标准与快速测量方式任选
- ◆ 与电化学传感器相比，无信号衰减，大大减少数值误差
- ◆ 较之电化学仪器，无使用寿命限制，无需每次标定，大大降低测试成本
- ◆ 折返光路设计，增大检测光程，提高气体检测下限，满足超低排放监测要求
- ◆ 模具化光学光路设计，提高仪器稳定性，降低环境温度变化对监测结果的影响
- ◆ 拓展 H₂S、CS₂、CH₃SCH₃、C₆H₆、CH₂O、COS 监测项目无需添加硬件，降低购置成本
- ◆ 特选高负压大流量烟气及烟尘采样泵，烟气采样回流设计，解决烟道高负压抽气动力不足

问题

- ◆ 采样监测方式多元化，加热原位监测、加热冷凝采样、低浓度颗粒物采样、普通颗粒物采样可选
- ◆ 冷凝法测量烟气湿度，数据可靠（可选）
- ◆ 直接测量烟气中的 O₂、Ts、Pt、Pd、Q_{snd}（可选）

4、主要技术指标

主要参数	参数范围	分辨率	误差
烟气采样流量	(0.8~1.5) L/min	0.1 L/min	±≤±5 %
烟气采样工作流量	1.0 L/min	0.1 L/min	±≤±5 %
流量控制稳定性	≤±2%(电压在 180~250V 变化, 阻力在 3~6kPa 内变化)		
克服烟道负压	≥ -20 kPa (大功率采样泵, 采样管回流设计)		
烟气动压	(0~2000) Pa	1 Pa	≤±2 %
烟气静压	(-20.00~+20.00) kPa	0.01 kPa	≤±4 %
烟气温度	(0.0~500.0) °C	0.1 °C	≤±2 °C
烟气湿度(冷凝法, 可选)	(0.1~60.0) %	0.1 %	≤±2.5 %
O ₂	(0.0~25.0) %	0.1 %	绝对误差≤±0.2
SO ₂ (DOAS)	(0~200/2000) mg/m ³	1 mg/m ³	示值误差: ≤±5% 重复性: ≤1 % 响应时间: ≤30 s 稳定时间: 2 min 示值变化: ≤1%
NO (DOAS)	(0~200/1000) mg/m ³	1 mg/m ³	
NO ₂ (DOAS)	(0~200/1000) mg/m ³	1 mg/m ³	
NH ₃ (DOAS)	(0~50/500) mg/m ³	1 mg/m ³	
CO (NDIR)	(0~10000/40000) mg/m ³	1 mg/m ³	
^{A,C,D} 分析气室温度	(180.0~200.0) °C	0.1 °C	≤±2 °C
^{A,C,D} 检测气室温度控制	(110.0~240.0) °C	0.1 °C	≤±2 °C
^B 采样管加热温度控制	(110.0~240.0) °C	0.1 °C	≤±2 °C
^B 冷凝器出口温度	(2.0~50.0) °C	0.1 °C	≤±2 °C
^{B,D} SO ₂ 损失率	<6% (SO ₂ 浓度为 200mg/m ³ 时)		
采样管	长度 1.5 m (可定制), 耐高温 500 °C		
氧气传感器寿命	电化学传感器空气中两年		
光源寿命	^{A,B,D} 脉冲氙灯闪烁 1.2×10 ⁹ 次, ^C 氙灯 (国产 2000h/进口 6000h)		
主机重量	^{AC} 约 2.5Kg ^B 约 3.5Kg ^D 约 7Kg		
仪器噪声	≤60dB (A)		
检测器重量	^{A,D} 加热原位气体检测器约 7Kg		
功耗	^{A,C} ≤450W; ^B ≤200W; ^D ≤300W; ^D ≤550W (原位)		

注: ^A 3040-A ^B 3040-B ^C 3040-C ^D 3040-D

5、工作原理

烟气排放量测量原理：

博睿 3040 紫外吸收烟气监测系统的微处理器测控系统根据各种传感器检测到的静压、动压、温度及输入（测量）的含湿量等参数，通讯至嵌入式单板机中，由单板机自动计算烟气流速，并根据烟道截面积计算出烟气排放量。

含氧量测量原理：

将皮托管+烟温检测器放入烟道中，检测烟道中的压力、流速和温度值；将采样管放入烟道中，原位抽取烟气，使之通过 O₂ 传感器，检测出 O₂ 的浓度值；工控机根据检测到的 O₂ 浓度、压力和温度三个数据，换算出空气过剩系数 α 。

烟气湿度测量原理：

以一定的流量加热抽取烟气，并记录采样体积，测量烟气冷凝器出口温度，计算该温度压力下饱和水蒸气湿度 X_{sw-1} ，待采样结束后，查看并记录冷凝水收集量筒收集的冷凝水量，根据仪器记录的标况采样体积，计算烟气的冷凝水分含量 X_{sw-2} ，二者之和就是烟气的总绝对湿度。

SO₂、NO、NH₃、NO₂、H₂S 瞬时浓度及排放量测量原理（原位法）：

将采样管放入烟道中，抽取含有 SO₂、NO、NO_x、NH₃、H₂S 的烟气，进行除尘、加热气化处理后再通过样品气室，紫外光经过气室后，被气体中的有关组分吸收。由光谱仪获取被吸收后的紫外光谱，分析气体的特征吸收峰，反演出气体中所含的被测气体组分浓度，结合烟道中的压力、温度、湿度等参数，计算各气体的排放量。

为适应不同的工况条件，本仪器创新性实施了对光谱的环境智能校正，降低光谱畸变造成的检测误差。

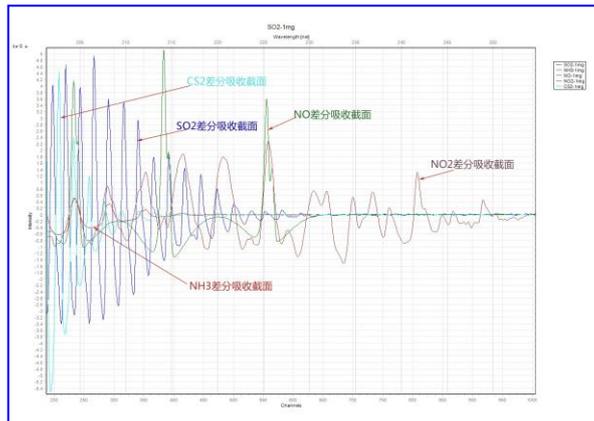
CO、CO₂ 瞬时浓度及排放量测量原理：

将采样管放入烟道中，抽取含有 CO、CO₂ 的烟气，进行除尘、脱水处理后再通过样品气室，由光源发出的红外光经过进入气室的气体吸收后，根据每种气体各自的光衰减信号分别计算其浓度，再根据烟气排放量等参数计算出 CO、CO₂ 的排放量。

6、烟气监测的各种影响因素及解决方案

气体干扰解决方案

由如下图可以看出，紫外差分吸收法在 200-430nm 带宽范围内，也存在气体之间的相互干扰，包括叠峰及临峰干扰问题。



各种气态污染物的差分吸收截面

解决方案:

- 选择高分辨率的光谱仪;
- 选择适宜的拟合带宽, 避开其它气体干扰。

高湿问题解决方案

水对烟气测试的影响分三种:

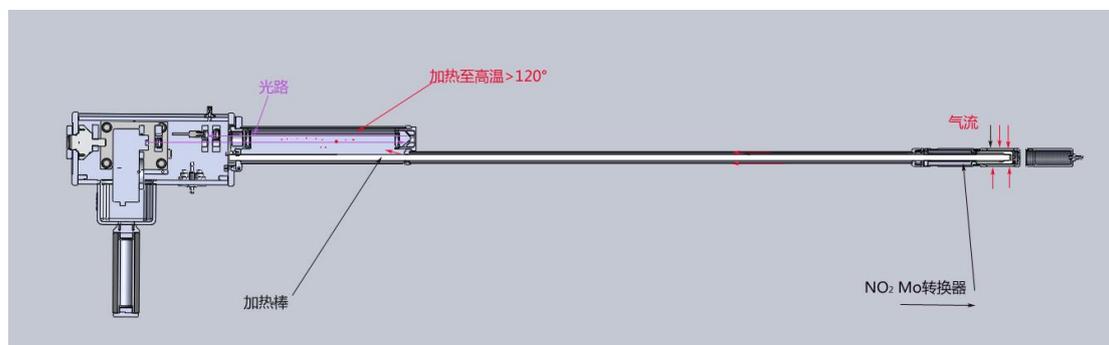
一、水蒸气冷凝对 SO_2 的溶解影响, 20° 时 SO_2 在水中的溶解度为 40, 也就是 1 体积的水会溶解 40 体积的 SO_2 , 对于使用加热冷凝器的烟气测试仪而言, 冷阱产生的水吸收 SO_2 , 实验标明: 对于 $1000\text{mg}/\text{m}^3$ 的烟气, 从 120° 冷凝至 5° , 约造成 6-10% 的 SO_2 损耗, 亦即 $60-100\text{mg}/\text{m}^3$ 。还有气体从高温接触到低温物体, 水蒸汽会凝结。凝结的水同样会吸收 SO_2 (烟气测试过程中硅胶管中水蒸汽)。这就是部分厂家虽然也使用加热冷凝紫外吸收法, 仍然测不出低 SO_2 的原因。

二、电化学而言, 水进入电化学传感器会稀释电解液, 导致测量结果出现负偏差;

三、红外法监测目标气体 SO_2 \NO\NO₂ 等的叠峰与临峰干扰问题。

解决方案:

采用加热抽取热湿法原位检测直接测试烟气 SO_2 。如下示意图:



3040 紫外烟气原位检测器示意图

烟气经滤尘后, 进入加热的气室中, 保证烟气温度处于 120° 以上。直接进入光学气室检测。

青岛博睿光电科技有限公司

地址: 青岛市崂山区株洲路 130 号 电话: 0532-88700738 88960969 传真: 0532-88700737 客服热线 400-080-5676

低浓度 SO₂ 测试解决方案

由于目前湿法脱硫工艺的推广，固定污染排气口的 SO₂ 浓度 < 200mg/m³。主要表现在如下工况：

A、燃煤锅炉湿法脱硫出口

烟气湿度都很大，喷淋方式脱硫甚至达到饱和或过饱和水蒸气，烟尘一般不大，但也有烟尘瞬间很大产生“泥浆”的情况；烟气温度一般 40~90℃（海水脱硫可低至当时气温）；SO₂ 浓度一般低至 10~90mg/m³；

B、燃气锅炉

对于燃料为煤制气、天然气、石油气的发电厂，由于燃料硫含量一般不高，所以即使不脱硫，正常工况下排放烟气中的 SO₂ 都比较低。但是，由于燃料中 CO 比例很高，当某一时段燃料未充分燃烧时，排气中 CO 浓度很高，反而对电化学 SO₂ 传感器测试仪产生正干扰，造成仪器 SO₂ 示值“虚高”。

C、烧结厂湿法脱硫出口

目前，已经上了湿法脱硫的烧结厂有莱钢、宝钢、南京梅钢、济钢、杭钢、日钢、湘钢、鞍钢等大部分钢铁企业，共同特点是烟气出口湿度很高，基本处于过饱和状态。烧结烟气中气体主要成分是 N₂、O₂、CO₂、CO、SO₂、NO、NO₂、H₂S、HF、HCl、H₂O、有机氯化物等。当烧结燃料中含有煤气成分时，未完全燃烧的 H₂ 也随之排出。H₂、CO 对 SO₂ 传感器都产生一定量的正干扰。

D、燃油锅炉脱硫出口

烧重油的最大特点是 NO₂ 浓度很高，而 NO₂ 对 SO₂ 传感器的负干扰系数很大。若未脱硝，不管是干法、湿法、半干法脱硫，都会由于出口 SO₂ 的降低而增大 NO₂ 负干扰的比例，甚至 SO₂ 示值为 0。

E、水泥厂旋窑窑尾

水泥厂旋窑窑尾温度多在 120~180℃ 之间，湿度低、灰尘多（干而细）。由于生产的 CaO 本身就是脱硫剂，SO₂ 大部分被反应硫酸钙或亚硫酸钙，窑尾 SO₂ 含量很低，多在 10~100mg/m³ 之间。CO 含量视工况而定：工况正常时 CO 含量很低甚至为 0；工况异常时 CO 含量可高达 1000~6000mg/m³，对 SO₂ 传感器产生正干扰，造成 SO₂ 示值“虚高”。NO 浓度多在 200~800mg/m³ 之间，NO₂ 则在 20~40mg/m³ 之间。

F、垃圾焚烧厂

垃圾焚烧，越来越成为解决城市特别是大城市垃圾问题的主要手段。垃圾焚烧厂排放烟气中，SO₂、NO_x 等通常都较低，但随着燃烧垃圾的成分不同而处于浓度不断变化之中。而且烟气中含

有 HCl、H₂S 等酸性气体，对电化学传感器而言的烟气测试产生气体的相互干扰。高温、高湿、低浓度，成为烟气现场检测的又一难点。

低浓度问题不是孤立问题！低浓度检测失准大都是多种原因的“合成”导致的：

- a. 烟道高负压，导致采气流量锐减；
- b. 烟尘堵塞采样头或过滤材料，导致采气流量下降；
- c. 导气管内壁或过滤材料受潮溶解 SO₂；
- d. 虽有前置加热保温，但随后的冷凝、水气分离，导致 SO₂ 和 NO₂ 溶解损失；
- e. 烟气中 NO₂ 含量较高对 SO₂ 产生负干扰(烧重油时)；
- f. 气室前管路及部件(气室、气泵、电磁阀、加热器、冷凝器、水收集器、水气分离器、蠕动泵、密封垫等)，凡是接触烟气的材料，对 SO₂ 可能存在吸附；
- g. 高量程电化学传感器的低端“死区”(或“盲区”)过大；
- h. 红外烟气分析仪原理性低浓度“失灵”或欠佳。

解决方案：

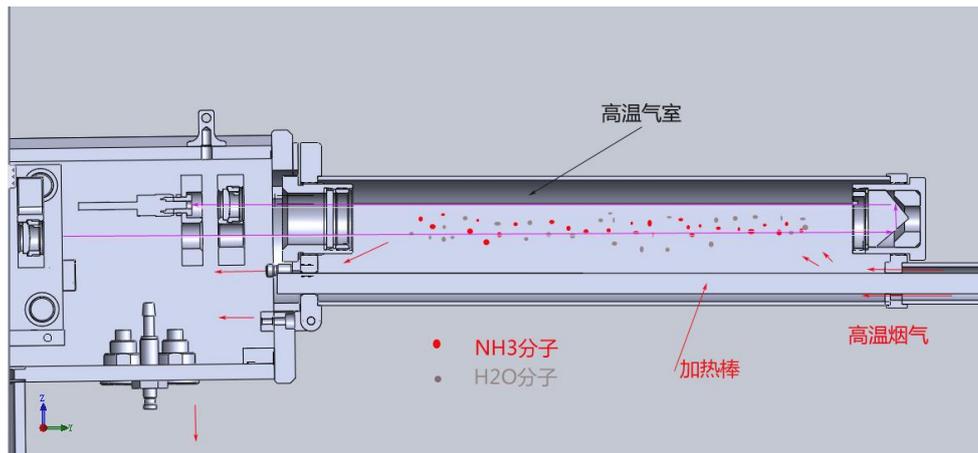
- 选择 SO₂ 吸收强的带宽进行数据运算，博睿 3040 紫外吸收烟气监测系统选用 200~230nm 带宽拟合 SO₂；
- 增大紫外气室检测光程；研究论文表明，5000m 的光程，SO₂ 的检出限高达 50ppt，以此推算，0.5m 的光程，检出限可达 0.5ppm。博睿 3040 紫外吸收烟气监测系统采用角锥全反射原理，增加光程至 0.4m，完全可以达到 1ppm 的检出限。

氨逃逸监测解决方案

十二五期间，国家环保部大力开展对国定污染源的脱硝工作，氨法是脱硝的重点方法之一。氨法脱硝同时带来了氨逃逸问题。因此需要控制氨的逃逸量。

由于氨气极易溶于水，一般的常规方法加热冷凝法无法测氨。只有在高温下，氨与水都为分子状态才能监测。

解决方案：

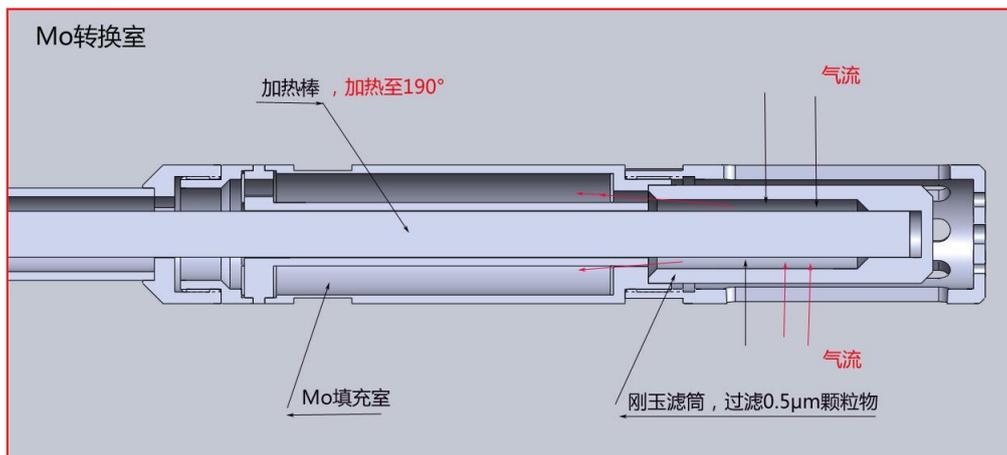
NH₃逃逸监测示意图

NO、NO₂ 准确监测解决方案

固定污染源中的NO_x 主要是NO，NO₂的占比不高，但近来伴随国家的脱硝要求，许多企业加大排风量，使得部分NO与O₂反应生产NO₂；重油燃烧与水泥炉窑的NO₂含量也比较高；NO_x测试目前常用的方法有电化学方法，主要测试NO，NO₂测试没有国家标准，这是由于NO₂气体的不稳定性造成的。由于NO₂与水等产生极大地叠峰干扰，加上NO₂的吸收峰比较弱，红外烟气测试仪无法测试NO₂。紫外吸收法可以直接测试烟气的NO₂，但由于也存在NO₂吸收弱的现象。0.4m的光程无法达到1ppm的检出限。

解决方案：

在采样管前端加装Mo-NO₂转换器，将NO₂转换为NO进行测试。



Mo 转换监测方案

颗粒物堵塞解决方案

烟尘颗粒物的散射光强与颗粒粒径分布、颗粒物浓度有关，对不同的颗粒粒径分布，气体的吸收度及差分吸收度均随烟尘颗粒物浓度和粒径的增加而增加，但其曲线的波峰和波谷处增幅不同，曲线形状发生畸变；在颗粒物浓度及颗粒粒径分布一定的条件下，在气体浓度较高或较低时，

气体浓度反演误差均较大。即在高尘环境下，污染气体在吸收强度上所表现出来的准周期性的吸收特点已不复存在，此时仅采用多项式滤波已无法消除颗粒物光散射对气体差分吸收度的影响。

解决方案：采取二级过滤手段，消除大的颗粒物。

烟气焦油凝结解决方案

成因：

不良的操作习惯，如测试完毕不清洗气室，直接关机，导致焦油凝结在窗片上，导致发射吸收光强下降。

解决方案：

- 设计可拆卸的一体化检测气室，及时清洗焦油等污垢；
- 操作程序提示清洗步骤。

博睿 3040 现场静电干扰解决方案

静电影响光谱，使光谱发生漂移；同时对电子器件的正常工作产生干扰；

解决方案：

- 选用抗静电的单板机-嵌入式系统；
- 在主机面板设置“防静电夹”，防止一般静电；强静电：遇到强静电，在采样枪和主机之间加接复合导管，实现全绝缘；
- 对静电影响光谱，在拟合处理时允许光谱漂移一定波长。

博睿 3040 测试气体温度和压力影响解决方案

当把 DOAS 技术应用于固定污染源 SO₂ 气体的实时在线监测时，由于监测环境中温度波动较大，SO₂ 气体的差分吸收特性将随温度升高而发生变化，其峰值减小，谷值增大，因此不能直接应用室温下所测得的标准吸收截面去反演其它温度下污染气体的浓度。

解决方案：

- 采取恒温措施；
- 依据温度和压力对结果进行修正。

7、产品分类

- 博睿 3040-A 紫外吸收烟气监测系统
采用全程伴热原位监测模式
- 博睿 3040-B 紫外吸收烟气监测系统
采用加热冷凝法监测模式
- 博睿 3040-C 紫外吸收烟气监测系统
可以监测 VOC 等挥发性有机物
- 博睿 3040-D 紫外吸收烟气监测系统
同时实现烟尘采样和烟气测试



主机^{ABC}



主机^D



原位检测器^{A, C, D}



加热冷凝取样枪^B



干湿球法含湿量枪^D



低浓度颗粒物采样枪（可选）^D



多功能采样管（可选）^D