



GW-6000型 光谱型SF₆设备气体综合分析仪



武汉敢为科技有限公司

Wuhan Gainway Technology Co., Ltd.

地址：湖北省武汉市洪山区书城路36号 中国三峡武汉科创园(洪山)B栋9楼

电话：027-88774990

官网：www.gw-laser.com

产品开发目的

- 光谱型SF₆设备气体综合分析仪，是针对SF₆电气设备预防性试验、检修性试验和设备投运前调试及实验室气体检测的必备仪器，适用于电网各供电局、发电集团各电厂、调峰调频公司、施工调试等单位对SF₆电气设备的试验，无需停电即可完成相应试验，根据试验结果可发现设备运行状态下的潜伏性故障。
- 光谱型SF₆设备气体综合分析仪，是通过对SF₆中纯度、微水含量及分解产物进行精确测量的便携式现场测试仪，该产品采用全光学方法进行检测，具有检测灵敏度高、响应速度快、耗气量少、测量稳定性好、无需更换耗材、可自行校准及一键式智能操作等特点。

几种常见SF₆气体电力场景



GIS（气体绝缘开关设备）



SF₆绝缘变压器



SF₆断路器



SF₆互感器

初步研究表明：不同绝缘缺陷引起的局部放电会产生不同的分解化合气体，相应的分解化合气体成份、含量以及产生速率等也有差异。这样使得通过分析分解产物的组分来判断故障类型成为可能，并可以通过检测设备中SF₆气体分解气体组分及化合产物，来判断绝缘缺陷类型、性质、程度及发展趋势。

几种典型放电背景下的分解产物

01 悬浮电位放电

金属对金属的电位放电，主要表现为因动触头与拉杆间的接触不良和CT电容屏顶部固定螺丝松动而引起金属间悬浮电位放电。此类放电性故障一般能量不大，通常只会使SF₆气体分解；分解物主要为SO₂、HF及金属氟化物等，同时可能会有少量的H₂S产生。

02 导电杆接触不良

因导电杆连接接触不良，导致故障点温度过高。当超过500℃后，SF₆开始分解；达到600℃时，铝合金导电杆开始熔化，支撑固体绝缘材料分解。此类故障主要分解物有SO₂、HF、SO₂F₂和H₂S等。

03 导电金属对地放电

此类故障一般能量较大，主要表现为绝缘缺陷导致对地放电及气体中导电颗粒杂质引起对地放电。故障区域内的SF₆气体和固体绝缘材料分解，产生大量的SO₂、HF、SOF₂、金属氟化物和H₂S等。

SF₆气体杂质的种类及来源

使用状态	杂质产生的原因	可能产生的杂质
SF ₆ 新气	生产过程中产生	空气（Air），矿物油（Oil），H ₂ O，CF ₄ 可水解氟化物，HF，氟烷烃
检修和运行维护	泄漏和吸附能力差	Air, Oil, H ₂ O
开关设备	电弧放电	H ₂ O, CF ₄ , HF, SO ₂ , SOF ₂ , SOF ₄ , SO ₂ F ₂ , SF ₄ , AlF ₃ , CuF ₂ , WO ₃
	机械磨损	金属粉尘，微粒
内部电弧放电 （故障）	材料的熔化和分解	Air, H ₂ O, CF ₄ , HF, SO ₂ , SOF ₂ , SOF ₄ , SO ₂ F ₂ , SF ₄ 金属粉尘，微粒，AlF ₃ , CuF ₂ , WO ₃ , FeF ₃
设备绝缘缺陷	局部放电	HF, SO ₂ , SOF ₂ , SOF ₄ , SO ₂ F ₂

光谱型SF₆设备气体综合分析仪



纯光学技术



超高精度



无耗材无损检测

产品概述

光谱型SF₆设备气体综合分析仪是针对电力领域 SF₆ 绝缘气体微量分解产物而开发的纯光学气体分析仪。该分析仪采用了自主知识产权的长光程气体吸收池 (L-Cell)，结合190-230nm 深紫外差分光谱技术(DOAS)实现了针对SO₂、H₂S等气体的精确测量，同时选用红外波长滤波(GFC) 技术的红外气体传感器针对CO进行分析，具有高分辨率、低检出限，快响应性等特点，快速准确地判断出SF₆断路器、互感器、GIS 和变压器等电气设备内部早期故障。

产品特点

- 选取吸收更强的气体吸收波段，拥有更好的检测效果和精度。
- 自主研发的长光程光学检测技术，光程2米以上，真正实现0.5ppm以下直测，非算法拟合。
- SO₂和H₂S采用改进型紫外差分光谱(DOAS)，与传统的技术相比，测量精度不受水分和粉尘影响。
- CO采用红外波长滤波技术(GFC)搭配长光程气室(L-Cell)，更低的检出限更好的抗干扰性能。
- 光源采用高稳定性脉冲氙灯或者脉冲直流红外光源，仪器具有更长的寿命。
- 模块化设计，光源、光谱仪、核心电路、气体室、传感器等采用模块化设计，可靠性高、可扩展性好、维护方便。

光谱型SF₆设备气体综合分析仪

技术指标

检测组分	SO ₂ 、H ₂ S		CO		微水		纯度
检测原理	紫外差分吸收DOAS		波长滤波红外GFC		激光微水		红外 / 热导
量程	(0~100) ppm		(0~500) ppm		(0~1650) ppm		(0~100) %
示值误差	0~10	≤±1ppm	0~50	≤±1.5ppm	0~500	≤15ppm	≤±0.3%（体积分数）
	10~100	≤±5.0%	50~500	≤±4.0%	500~1650	≤±3.0%	
重复性	0~10	≤0.3ppm	0~50	≤1.5ppm	连续3次测量值 偏差	≤2.0%	≤0.2%（RSD）
	10~100	≤2.0%	50~500	≤3.0%			
最小检测量	≤0.5ppm		≤0.5ppm		≤5ppm		≤0.1%
响应时间	< 60s		< 60s		< 60s		< 60s
采样方法	抽取式						
气体流量	500mL/min						
预热时间	30min						

引用标准

- DL/T1205-2013 六氟化硫电气设备分解产物试验方法
- GB/T8905-2012 六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则
- T/CEC293-2020 六氟化硫气体分解产物带电检测仪器技术规范
- T/CEC126-2016 六氟化硫气体分解产物检测仪校验方法

产品认证

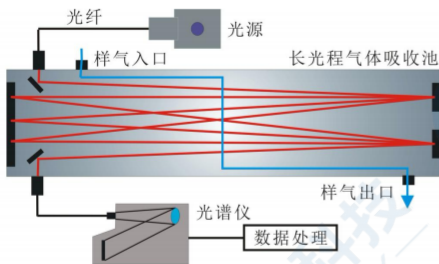


该成果已获得由中国电力企业联合会组织，联合国家电网、南方电网、中国华能、华中科技大学、武汉大学等专家教授共同鉴定。

鉴定结果为：整体性能达到国际领先水平，同意通过产品鉴定，并建议推广应用。

产品技术

当光束通过待测气体时，这些气体分子对特定波长的光谱有吸收作用，并且其吸收关系服从朗伯比尔吸收定律。通过测量窗和对比窗的光强，可以计算出待测气体的浓度。

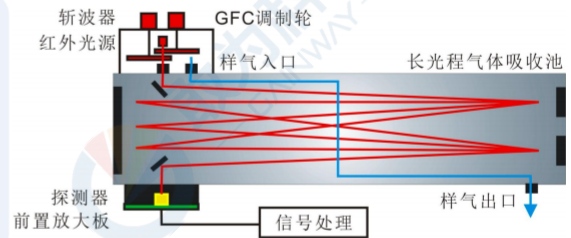


1 紫外差分吸收-DOAS

其原理为利用气体分子的差分吸收，在紫外及近紫外区，分子吸收光谱源于电子跃迁，含慢变宽带与快变窄带吸收；去除宽带后的窄带即差分吸收，对应差分吸收截面；通过比较被测气体差分吸收光谱与该截面，经最小二乘法拟合计算其浓度。

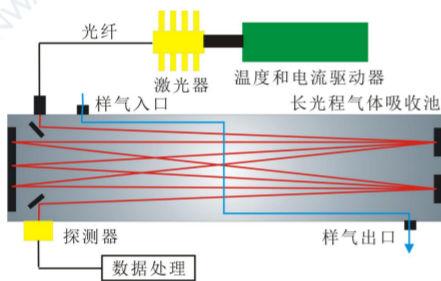
2 波长滤波红外-GFC

进口红外光源提供稳定红外光，满足红外气体吸收池测量；高灵敏探测器搭配定制高选择性滤波片，筛选特定波长光，输出含浓度信号的电压波形，经微处理器采集、计算及校准得浓度信号并数字输出，同时自动补偿光源强度变化及光学器件污染影响。



3 可调谐半导体激光检测技术-TDLAS

利用半导体激光器的波长可调特性，在水分子特有的吸收线附近扫描光束。激光穿过气体池，当光波长与水分子吸收线重合时，光强会出现微弱衰减。通过调制激光波长并对探测信号进行谐波解调，可显著提高灵敏度。



当前主流检测方法对比

技术原理	电化学法	色谱法	化学比色/电离法	光学法（红外/紫外）
气体成分	有损	有损	有损	无损
检测精度	低	高	低	高
重复性	差	高	低	高
使用寿命	电化学试剂 寿命短	定期更换载气， 二年更换色谱柱	需更换耗材， 寿命2年	无耗材， 5年以上
耗气量	200ml	1L以上	1L以上	500mL以上
便携性	很好	极差	一般	好
响应速度	45秒	5分钟	2分钟	70秒

通过对比分析，SF₆气体绝缘设备内分解产物的研究与检测是研究的热点与难点，不同的检测技术各有优缺点。相比较而言，**紫外、激光和红外多光谱分析技术融合是最优的解决方案。**

武汉敢为科技有限公司

Wuhan Gainway Technology Co., Ltd.

“感知能源安全，赋能低碳未来”

武汉敢为科技有限公司（以下简称“敢为科技”）成立于2013年，总部位于武汉光谷，是一家专注于高精度光学传感器研发与人工智能诊断技术深度融合的国家高新技术企业。

公司以“感知能源安全，赋能低碳未来”为使命，致力于提供软硬件一体化的设备运行安全状态监测及智能预警解决方案，覆盖双碳目标下的火电、风电、光伏、储能、核电及电网等关键场景，助力行业实现安全高效运行与可持续发展。

作为省级专精特新企业，目前敢为科技已拥有自主知识产权的各类专利110余项，软件著作权70余项，主导制定多项行业标准。

未来，公司将持续深耕光学传感器高精度、微型化、AI模型轻量化及多源数据融合技术，推动能源设备运维从“计划性检修”向“预测性维护”跃迁，助力双碳目标与智慧能源的安全转型，为全球能源体系的安全低碳转型提供中国创新方案。



武汉·公司总部



武汉江夏基地



江苏盐城·分公司

国产实力：技术突破+成本优势

在“提升我国产业链供应链安全”的政策指引下，敢为科技以技术自主研发为核心，依托4000余平米自有工厂及智能化生产线，构建稳健的供应体系，打造国产标杆的高精度光学检测产品及整体解决方案，以“硬核技术+场景深耕”重塑国产仪器价值标杆。



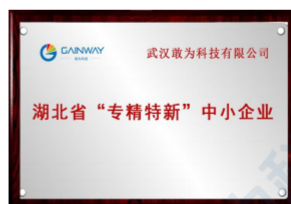
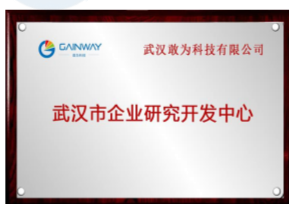
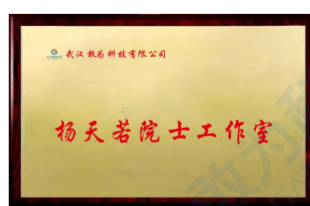
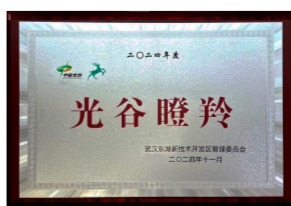
自有镀膜实验室



自主研发和生产

>> 企业荣誉

国家高新技术企业认定
国家专精特新企业
工信部环保装备制造业规范企业
湖北省制造业单项冠军
湖北省企业技术中心
湖北省企业创新积分百强榜单
湖北省创新产品应用示范推荐目录
湖北双碳贡献奖
河南省科学技术进步奖三等奖
中国仪器仪表学会科技进步二等奖
武汉市企业研究开发中心
光谷高科技成长科技企业20强
光谷潜力之星
光谷瞪羚企业



(更多资质, 详见官网)

>> 知识产权

自主知识产权
专利110余项
软件著作权70余项

