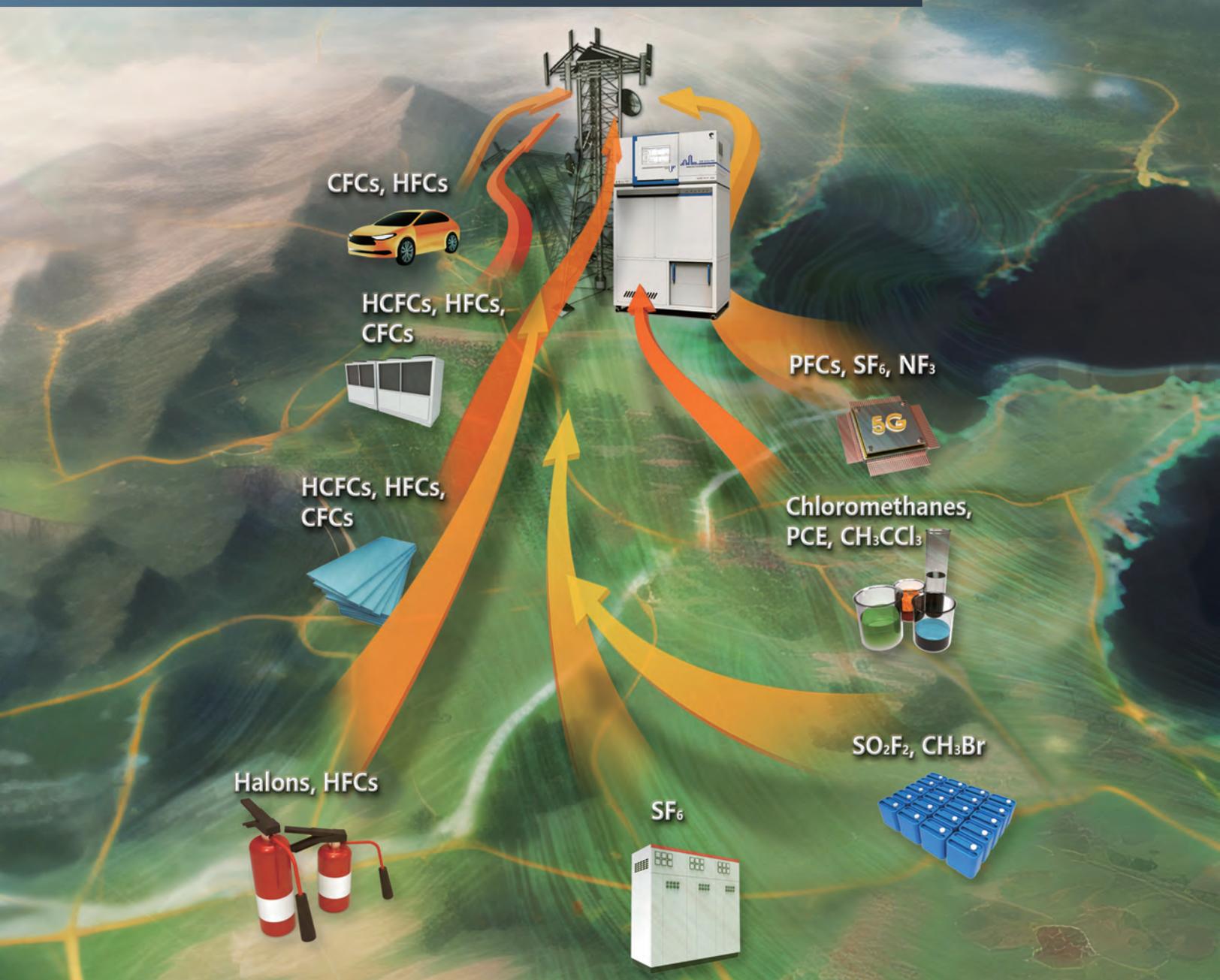


ODS与含氟温室气体 分析监测完整解决方案

Complete Solution for Ozone-Depleting Substances and
Fluorinated Greenhouse Gas Analysis and Monitoring



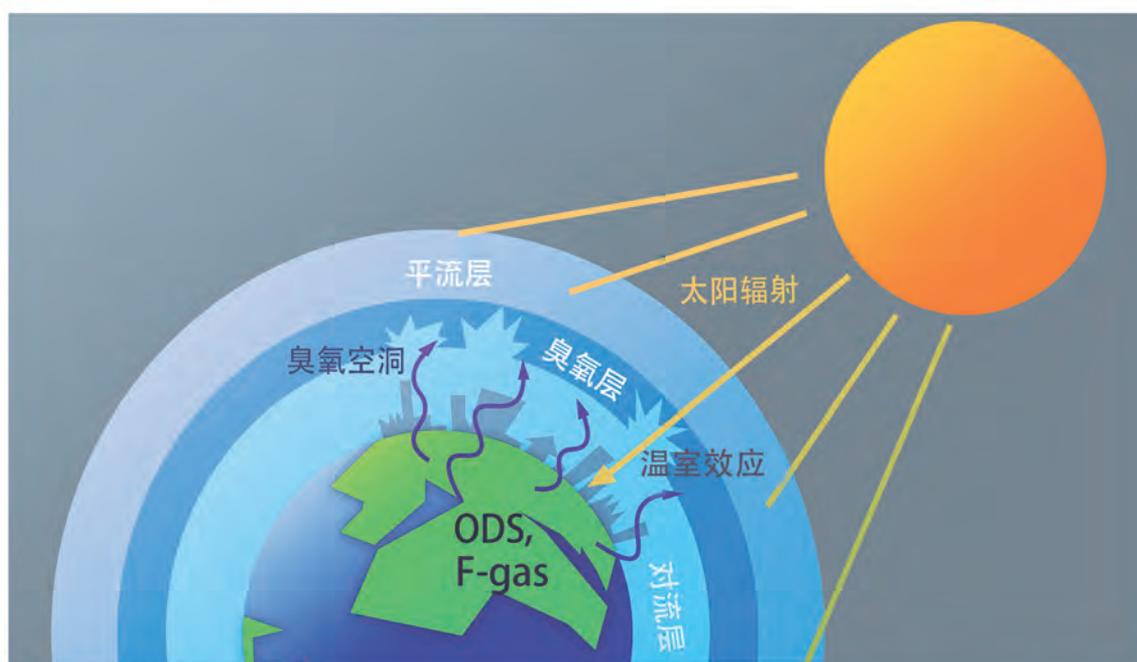
TIANJI

天霁·ODS与温室气体监测
www.TIANJIODS.com

消耗臭氧层物质（Ozone-Depleting Substances, 简称ODS）包含6大类卤代烃：氟氯碳化物（CFCs）、氢氟碳化物（HCFCs）、哈龙（Halons）、四氯化碳（CCl₄）、甲基氯仿（CH₃CCl₃）和甲基溴（CH₃Br）等。这些化合物主要由工业生产，用于制冷、清洗和发泡等领域。它们能在平流层释放出卤素原子，催化臭氧光解反应，使平流层臭氧量减少，形成南极臭氧空洞，导致过量紫外线辐射到达地球表面，危及人类和地球生物圈的安全。为了保护人类生存环境，1987年世界各国共同签订《蒙特利尔议定书》，在全球范围内限制ODS的使用和排放。

含氟温室气体，简称F-gas，包括《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）之《京都议定书》所管控的7类温室气体中的4类，即氢氟碳化物（HFCs）、全氟化碳（PFCs）、六氟化硫（SF₆）和三氟化氮（NF₃）。含氟温室气体具有极高的全球增温潜势（GWP），如NF₃的GWP100高达15750，而SF₆的GWP100高达23500。因此，尽管大气中含氟温室气体的浓度极低，但含氟温室气体和ODS占长寿命温室气体辐射强迫的11%，对全球变暖起着重要作用。

大气浓度监测是《蒙特利尔议定书》、《联合国气候变化框架公约》等全球环境公约履约成效评估以及我国碳中和、温室气体减排效果评估的重要手段，《生态环境监测规划纲要（2020-2035年）》已明确将NF₃、SF₆、HCFCs等含氟温室气体监测纳入常规监测体系系统筹设计。但由于ODS和含氟温室气体在环境空气中的含量在ppt（万亿分之一）级别，且大气浓度变化幅度小，对分析监测系统检测限和精度的要求极高，常规VOC监测仪器与方法无法用于ODS和F-gas的分析。



华纳创新（北京）科技有限公司是国家重点研发计划《公约受控卤代烃减排成效评估和预测预警研究》参与单位，承担大气中重点受控卤代烃监测技术研究、开发和产业化工作。在国内外均无商品化环境空气受控卤代烃监测仪器的情况下，项目团队历经近3年的不间断研发和测试，开发出“天霁ODS5-PRO”高精度ODS与含氟温室气体分析系统，并已在国家大气背景监测站山东长岛站、中国环境监测总站、国家环境分析测试中心、中科院广州地球化学研究所有机地球化学国家重点实验室、北京大学环境模拟与控制国家重点实验室、南方科技大学深圳天文台站点、深圳生态环境监测中心站、复旦大学等单位成功开展了连续自动在线监测和离线样品分析工作，为国家履约成效评估提供了有力的数据支持。



ODS与含氟温室气体 分析监测完整解决方案

ODS与含氟温室气体在大气中的浓度极低，而对分析精度的要求又远高于VOC等传统污染物。为保证分析数据的准确性和可靠性，华纳创新（北京）科技有限公司天霁团队与北京大学、复旦大学等单位合作，开发了完整的ODS与含氟温室气体分析监测体系，包含分析仪器、分析方法、采样进样流程、标准气体、标气容器、数据处理方法等多项内容。此外，天霁团队还协助中国环境监测总站建立了受控卤代化合物监测技术、运维方法和数据质控规范，可为用户提供完善可靠的ODS与含氟温室气体分析监测解决方案。



天霁 ODS5-PRO

高精度ODS与含氟温室气体分析系统

天霁ODS5-PRO采用专门为大气卤代烃分析所设计的双捕集阱超低温预浓缩进样系统，配合行业独有的低沸点组分切分技术、多次聚焦进样流程和一体式集成控制系统，可实现大气中约50种ODS和含氟温室气体的高精度自动化分析。系统可分析物种数量、检出限和精度与先进的全球大气实验网（AGAGE）的Medusa-GC/MS系统同处于国际领先水平。



可分析物种¹

1. 《蒙特利尔议定书》管控的ODS

- 氟氯碳化物 (CFCs) : CFC-11、CFC-12、CFC-13、CFC-113、CFC-114、CFC-115
- 氢氟氯碳化物 (HCFCs) : HCFC-22、HCFC-141b、HCFC-142b、HCFC-124、HCFC-133a、HCFC-132b
- 哈龙 (Halons) : H-1211、H-1301、H-2402
- 四氯化碳 (CCl₄)
- 甲基氯仿 (C₂H₃Cl₃)
- 甲基溴 (CH₃Br)

2. 《京都议定书》管控的含氟温室气体

- 氢氟碳化物 (HFCs) : HFC-32、HFC-23、HFC-125、HFC-134a、HFC-143a、HFC-152a、HFC-227ea、HFC-236fa、HFC-245fa、HFC-365mfc、HFC-43-10mee
- 全氟化碳 (PFCs) : CF₄、PFC-116、PFC-218、PFC-318
- SF₆
- NF₃

3. 其他

- 甲烷氯化物: CH₃Cl、CH₂Cl₂、CHCl₃
- 甲烷溴化物: CH₂Br₂、CHBr₃
- 三氯乙烯 (PCE)、四氯乙烯 (TCE)
- 硫酰氟 (SO₂F₂)
- 羰基硫 (COS)

分析精度²

- 优于1% 或1.5 ppt (使用环境空气浓度标气)

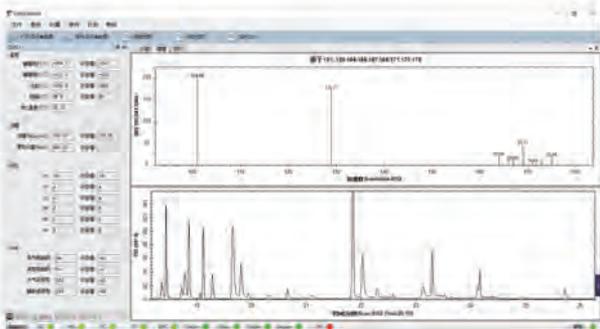
检出限²

- 低至0.1 ppt

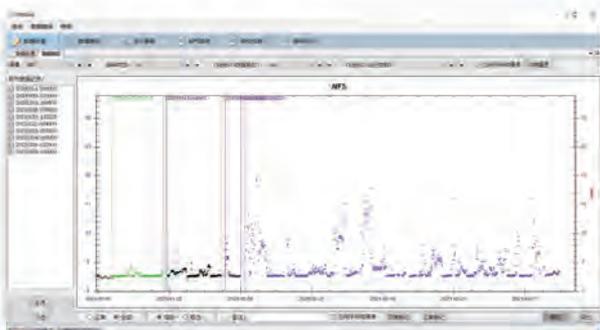
注1: 可分析物种种类仅供参考, 实际物种种类与仪器配置和标气有关。
注2: 精度和检出限为典型值, 不同仪器不同物种可能有所差异。

天霁ODS5-PRO配套软件包括：控制软件ODSControl、自动数据处理软件ODSData、多站比对软件ODSCompare，以及手工数据处理软件、质谱调谐软件、NIST质谱数据库。

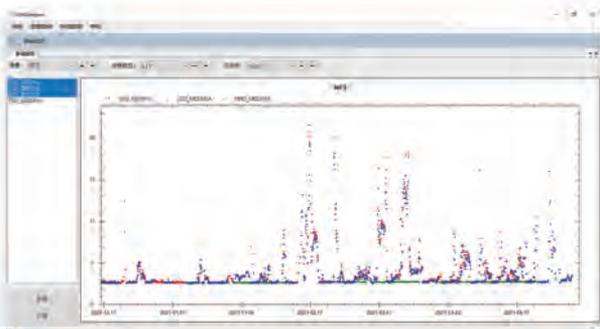
ODSControl	GCMS 数据处理	NIST 质谱数据库	MS调谐工具	ODSData	ODSCompare
					
运行控制 数据采集 警报功能 数据上传	谱图查看 谱图积分 物种标定	质谱数据检索	质谱调谐	数据下载 积分标定 浓度计算 数据质控 运行图查看	多站数据比对



ODSControl 能够实时对GC、MS、流量计、电磁阀、压力传感器、制冷机等组件进行监控，实现系统各组件自动控制、运行数据采集、质谱数据采集等功能。通过执行预设程序，ODSControl可全自动完成样品的分析流程。ODSControl提供序列运行功能，可实现对环境大气的自动化连续在线监测，或对采样罐空气样品进行批量自动化分析。ODSControl具有完善的警报功能，能够实时监控系统的异常情况，通过邮件通知管理人员，在发生严重警报时还能够自动执行保护性操作。



ODSData 提供数据下载、数据导入、谱图积分、物种识别、浓度标定以及图形显示等功能，可实现从原始数据到各物种浓度数据的全自动化处理。ODSData还提供数据质量控制和本底值筛分等功能，可同时部署在台站和数据中心。



ODSCompare 可同步分类显示多个站点的监测数据，并可根据用户需求提供部分AGAGE站点数据，便于科研人员对全球监测数据进行同步跟踪与对比研究。

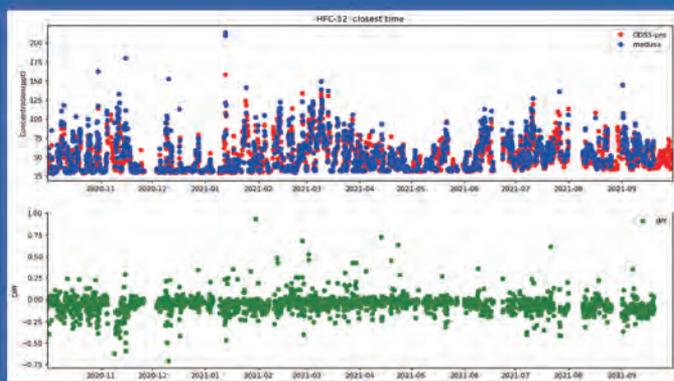
比对测试

为了充分验证分析数据的准确性和仪器的可靠性，天霁ODS5-PRO于2020年10月1日至2021年11月8日在中国气象局上甸子国家大气本底站开展连续在线监测测试，并与基于先进的全球大气实验网（AGAGE）技术组装的Medusa-GC/MS系统使用同一采样管路进行比对测试。在线测试总运行时间为398天，有效运行机时8599.5小时，共完成样品分析7371个（其中空气样品占比48%），数据有效率超过90%。

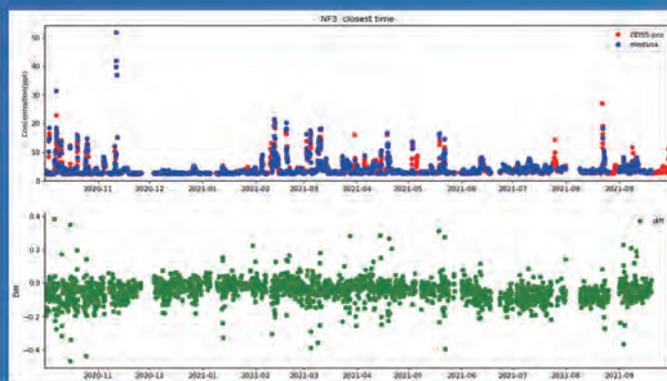
比对测试中各物种浓度数据与Medusa-GC/MS系统保持了良好的一致性，监测精度总体与Medusa-GC/MS系统相当，部分物种精度优于Medusa-GC/MS系统。基于测试结果所撰写的论文《In situ observations of halogenated gases at the Shangdianzi background station and emission estimates for northern China》已在环境领域国际著名期刊《Environmental Science & Technology》上发表。



天霁ODS5-PRO与Medusa-GC/MS比对结果示例



HFC-23



NF₃

注：上图两套系统测得的该物种浓度曲线（红色为ODS5-PRO，蓝色为Medusa-GC/MS），下图为两套系统进样时间最接近的浓度数据的偏差（%）。因两套系统进样时间不完全一致，在浓度快速变化时浓度偏差会有所增大。

天霁ODS5-PRO与Medusa-GC/MS部分物种分析精度对比

监测仪器	ODS5-PRO		Medusa-GC/MS	
	精度测试使用标气浓度 (ppt)	精度	2016年全球本底浓度 (ppt)	精度
CF ₄	88.86	0.29%	82.7	0.15%
HFC-23	196.1	0.39%	28.9	0.7%
HFC-32	128.73	0.88%	12.6	3.0%
SF ₆	11.45	1.39%	8.88	0.6%
HFC-143a	31.32	0.47%	19.3	1.0%
HFC-125	80.35	0.47%	20.8	0.7%
HFC-134a	139.8	0.38%	89.3	0.5%
HFC-152a	10.36	1.50%	6.7	1.4%
HCFC-22	280.2	0.47%	237	0.3%
CFC-115	9.09	1.39%	8.5	0.7%
CH ₂ Cl ₂	644.8	0.49%	552	0.2%
CFC-12	493.8	0.16%	516	0.1%
HCFC-142b	24.19	0.23%	22.6	0.4%
CFC-114	16.49	0.71%	16.3	0.3%
CH ₂ Cl ₂	141.0	0.74%	31.1	0.5%
CFC-11	222.4	0.35%	230	0.2%
HCFC-141b	37.34	0.73%	24.5	0.5%
CFC-113	69.38	0.32%	71.4	0.2%
CHCl ₃	20.01	0.49%	8.78	0.4%
CCl ₄	77.14	0.22%	79.9	1.0%

注：
 红色 - ODS5-PRO精度高
 蓝色 - ODS5-PRO精度高（标气浓度高）
 绿色 - 两套系统相近
 表中精度为连续测试时典型值，不同仪器在不同使用条件下可能有所差异

全球认可

2023年1月5日，北京大学组织召开了科技部重点研发项目课题《重点受控卤代烃的关键监测技术研究和应用》成果专家论证会。来自中科院生态环境监测中心、中国环境监测总站、中国气象科学研究院、国家环境分析测试中心等单位的多名专家均对天霁ODS5-PRO的研发和应用给予了高度评价，一致认为相关成果可为国家开展受控卤代烃履约成效评估和排放预测预警提供科学支持，可为臭氧层保护和应对气候变化相关环境管理提供支撑。

天霁ODS5-PRO作为国际上率先完成全面测试并实现量产应用的高精度ODS和含氟温室气体分析系统，不仅获得了国内专家的认可，也获得了先进的全球大气实验网（AGAGE）、联合国环境规划署（UNEP）、世界气象组织（WMO）、联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）等国际组织和权威专家的广泛关注。

Commercial Options

AERODYNE RESEARCH, Inc.
ARI-Medusa

- 1 unit finished, test phase
- Funded by NASA SBIR Award
- costs not yet clear

terra modus
MARKES international
Medusa-replicates

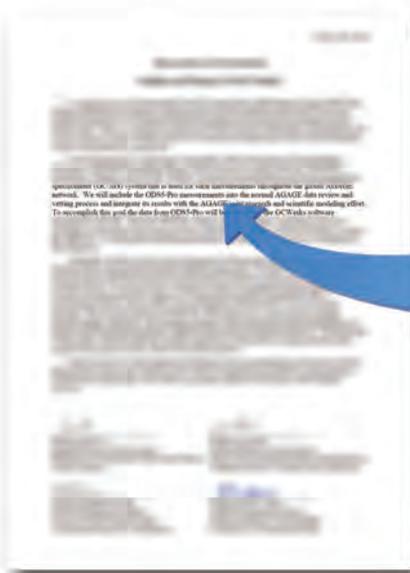
- No unit finished yet, 2 units expected Sept 2022 (expansion of AGAGE)
- Unclear if MARKES wants to enter this market
- costs not yet clear

HUANACO INNOVATION
TIANJI
ODS5Pro

- 7 units produced and in operation in China
- Software currently in Chinese only
- ~430 k€ (incl: software, air sample module excl: reference gases). Rent options
- Simpler ODS3 instrument under development

• Costs to operate (maintenance, calibration, data processing) a precon-GCMS are significant: ~0.5-1 person-salary / unit
• Calibration costs can be significant. Repair costs can be significant

2022年3月17日，UNEP臭氧秘书处组织的“The expansion of the global network of ODSs, HFCs, and other compounds of interest to the Montreal Protocol”（ODS、HFCs以及其他蒙特利尔关注物种的全球网络扩展）论坛上，来自世界气象组织（WMO）/温室气体世界标定中心的权威专家在会上做了题为“ODS/F-gases: Networks / In-situ High Frequency Measurements / Instruments / Commercial Options”的报告，介绍全球ODS与含氟气体监测仪器的研发进展，天霁ODS5-PRO处于国际领跑位置。

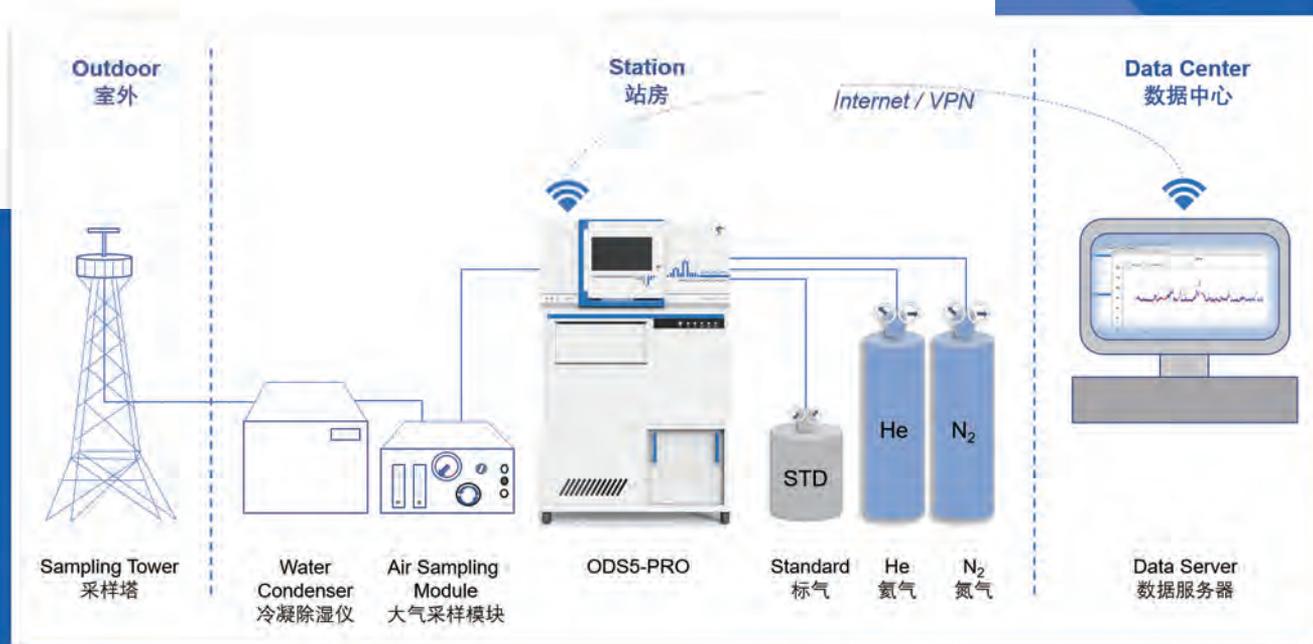


“We will include the ODS5-Pro measurements into the normal AGAGE data review and vetting process and integrate its results with the AGAGE joint research and scientific modeling effort.”

2022年10月28日，天霁ODS5-PRO被ODS和温室气体国际权威观测网络“先进的全球大气实验网”（AGAGE）正式认可为允许入网的观测系统。

在线测监测决方案

ODS与含氟温室气体在线监测解决方案，包含天霁ODS5-PRO分析系统主机、在线大气采样模块、冷凝除湿仪、数据传输模块、不间断电源以及标气、钢瓶组、供气管路等用于大气观测站点的全套硬件，还可选定期维护、运维服务、数据质控、数据分析、模型反演等一系列专业服务，确保用户获得高质量的连续环境空气监测数据。



在线监测系统示意图

类别	序号	项目	型号	单位	数量
监测系统	1	分析系统主机	ODS5-Pro	套	1
	2	大气采样模块	HN-OS1P	台	1
	3	冷凝除湿仪	HN-AC2E	台	1
	4	不间断电源	HN-UPS6K	套	1
	5	无线数据传输模块	HN-NT4	套	1
配套设施	6	环境浓度标气专用气瓶	HN-SC30	个	2
	7	氦气供应装置	HN-HS3	套	1
	8	氮气供应装置	HN-NS5	套	1
	9	气体压力监控报警装置	HN-GA3	套	1
	10	氦气钢瓶	50L	个	2
	11	氮气钢瓶	40L	个	4
数据中心	12	数据处理服务器	HN-DPS1	套	1
	13	数据处理软件包	ODSData	套	1

在线监测系统硬件配置

在线监测应用案例

国家大气背景监测站山东长岛站



国家大气背景监测站山东长岛站天霁ODS5-PRO系统于2021年9月10日安装，连续监测环境空气中CFCs、HCFCs、HFCs、甲烷氯化物、甲烷溴化物等受控卤代烃。在环境大气浓度水平下，其中23种主要组分在精密度测试中相对标准偏差（RSD）<1%，20种组分RSD在1%~5%之间。该系统于2021年12月起按照中国环境监测总站技术规范开始业务化运行，是国内最早开始业务化运行的环境空气受控卤代烃自动化连续在线监测系统。2022年监测数据和相关结果已总结为决策报告通过中国环境监测总站上报并获得生态环境部领导批示，为我国履行国际承诺作出了重要贡献。

深圳天文台南方科技大学站点

南方科技大学天霁ODS5-PRO系统于2021年10月19日安装于深圳天文台温室气体方舱，开展环境大气ODS和含氟温室气体连续监测，获得了高质量的华南及东南亚受控卤代烃的本底浓度水平数据，支持了广东省野外台站建设与深圳市自然科学基金基础研究项目。



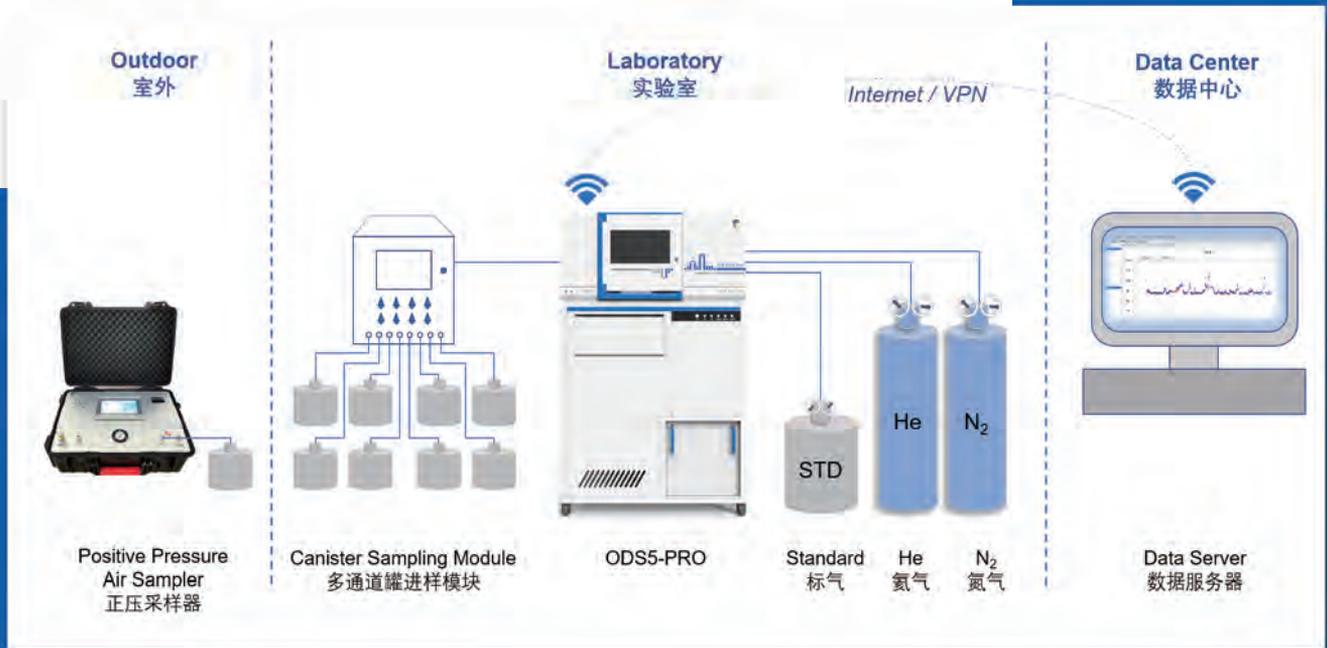
中科院广州地球化学研究所

天霁ODS5-PRO系统于2021年4月19日安装在中国科学院广州地球化学研究所标本楼，配置大气采样模块、多通道罐进样模块和辅助进样模块，可同时开展城市环境大气ODS和含氟温室气体连续监测和城市、背景站点采样分析。系统支撑了广东省温室气体及森林和海洋碳汇监测技术研究项目的开展，研究成果用于广东省受控卤代烃的变化规律、潜在排放源区及排放量估算的研究。



离线分析解决方案

ODS与含氟温室气体离线分析解决方案，包含天霁ODS5-PRO分析系统主机、正压大气采样器、多通道罐进样模块、辅助进样模块、不间断电源以及标气等用于离线样品采集和分析的全套硬件，还可选采样器租赁、空气样品采集、标校比对、定期维护、数据质控、数据分析、模型反演等一系列专业服务，用户无须配备高级技术人员也能获得高质量、高可靠性的样品数据。



离线分析系统示意图

类别	序号	项目	型号	单位	数量
分析系统	1	分析系统主机	ODS5-Pro	套	1
	2	辅助进样模块	HN-OS2	台	1
	3	多通道罐进样模块	HN-OSC8P	台	1
	4	不间断电源	HN-UPS6K	套	1
配套设施	5	环境浓度标气专用气瓶	HN-SC30	个	2
	6	全自动双模正压采样器	HN-ASP2	台	1
数据中心	7	数据处理服务器	HN-DPS1	套	1
	8	数据处理软件包	ODSData	套	1

离线分析系统硬件配置

离线分析应用案例

中国环境监测总站



中国环境监测总站天霁ODS5-PRO系统于2021年10月29日安装，配置多通道罐进样模块和辅助进样模块，用于多个背景站定期离线采样样品的分析。该系统为国家重点研发计划《重点受控卤代烃的关键监测技术研究和应用》提供了有力的数据支持。

深圳生态环境监测中心站

深圳生态环境监测中心站天霁ODS5-PRO系统于2022年6月23日安装，配置多通道罐进样模块和辅助进样模块，用于深圳市多位点环境空气中ODS与含氟气体离线采样样品的分析。离线样品使用天霁ASP2全自动双模正压采样器采集。



复旦大学

复旦大学天霁ODS5-PRO系统于2023年2月15日安装在温室气体分析标校实验室，配置多通道罐进样模块和辅助进样模块，用于科研用离线样品的分析和标气标校。天霁团队还为复旦大学定制了一套标气配气系统，并于2023年3月23日在复旦长江河口湿地生态系统国家野外站完成安装，用于环境空气浓度ODS和含氟气体标气的制备。这两套系统配合可溯源至国际权威观测网络“先进的全球大气实验网（AGAGE）”的标气，可为本底和城市站点ODS和含氟气体在线及采样观测提供高精度、具有国际可比性的标气序列。



国家环境分析测试中心

国家环境分析测试中心天霁系统于2022年3月15日安装，配置大气采样模块、多通道罐进样模块和辅助进样模块，可同时用于离线样品的分析和城市环境空气的连续在线监测。



标准气体

环境空气中ODS与含氟温室气体的浓度在万亿份之一 (ppt) 水平, 因此必须使用同等浓度水平且稳定性优良的标准气体才能实现目标物种的高精度高准确性定量分析。这一浓度较常规VOC等污染物低3~6个数量级, 因此用于VOC分析的标气、气瓶、配气系统与配气标定方法均无法直接用于环境空气中ODS与含氟温室气体的分析。天霁团队与复旦大学、中国计量科学研究院、中国环境监测总站等单位以及AGAGE专家合作, 共同建立了ODS与含氟温室气体分析专用环境空气浓度标准气体的配制、标校、溯源体系, 可为ODS与含氟温室气体的在线监测和离线分析提供稳定优质、具有国际可比性的高精度标气序列。

STD50 环境空气浓度标准气体

天霁STD50环境空气浓度标准气体用于环境空气中ODS、HFCs等组分的在线监测与离线分析。标气以洁净背景大气为底气, 包含背景环境大气浓度下的约50种组分。标气经天霁·环境空气监测技术实验室多轮标定, 每一瓶均附带独立的标定证书, 浓度可溯源至AGAGE国际监测网络和中国计量院ODS标准物质, 具有国际可比性。



专用气瓶

传统标气瓶用于环境空气浓度标气时, 部分物种浓度会发生漂移。为此, 天霁团队与复旦大学、浙江埃泰克环境科技有限公司合作, 开发了专用高压环境空气浓度标气气瓶。专用气瓶瓶体采用304不锈钢材质, 内壁经多种钝化工艺处理, 已通过长时间稳定性测试。



配气系统

天霁团队自研了SP900环境空气浓度标气配气系统, 目前已分别安装在北京密云和长江河口湿地生态系统科技部国家野外站, 可为STD50标气提供洁净可靠的底气。



标校及溯源

天霁团队自建了完善的标气标校体系, 每一瓶标气均在天霁·环境空气监测技术实验室完成多轮标定, 确保各物种浓度准确稳定且可追溯。

所有STD50标准气体均可溯源至先进的全球大气实验网 (AGAGE) 国际权威标准和中国计量院ODS标准物质。

正压采样器

天霁系列正压空气采样器广泛应用于ODS、含氟气体、温室气体分析用空气样品的采集，适用于苏玛罐、双口不锈钢采样罐、玻璃瓶等多种采样容器，采样压力和流量可调。ASP2全自动双模采样器内置抽气泵及阀门切换装置，可在现场全自动完成采样罐的抽气清洗与充气采样操作，极大提高采样效率。

天霁正压空气采样器用户单位包括中国气象局、复旦大学、华北电力大学、中科院广州地球化学研究所、深圳生态环境监测中心站、鄂尔多斯生态环境局等，并曾服务于“巅峰使命2022”第二次青藏科考和“雪龙号”极地考察船，圆满完成了在海拔6500米的珠峰前进营地和南极等极端条件下的空气采样任务。



ASP01 玻璃瓶采样器

用于温室气体分析用空气样品的采集，适用于双口玻璃瓶

便携箱体，可内置2个玻璃采样瓶
采样口数量：1
采样压力：20 psi（可调）
采样流量：1~10 L/min
可选内置加压泵、除湿模块



ASA1 双模正压采样器

用于现场空气样品的采集，适用于苏玛罐、玻璃瓶或不锈钢双口采样罐

便携箱体，抽气充气双模式，可手动对采样罐进行冲洗
采样口数量：2
采样压力：30 psi（可调）
可选流量控制模块（积分采样）



ASP2 全自动双模采样器

用于现场空气样品的采集，适用于苏玛罐、玻璃瓶或不锈钢双口采样罐

便携箱体，抽气充气双模式，触屏控制，全自动冲洗采样
采样口数量：2
采样压力：30 psi（可调）
可选流量控制模块（积分采样）



ASP4 台式可编程采样器

用于固定站点空气样品的批量定时自动化采集，适用于不锈钢双口采样罐或双口玻璃瓶

台式设计，触屏控制，内置加压泵；可预设采样程序，全自动冲洗采样
采样口数量：4
采样压力：30 psi（可调）
可选除湿模块、流量控制模块（积分采样）



ASP8 便携式可编程采样器

用于现场空气样品的批量定时自动化采集，适用于苏玛罐、玻璃瓶或不锈钢双口采样罐

便携箱体，触屏控制，内置加压泵；可预设采样程序，全自动冲洗采样
采样口数量：8
采样压力：30 psi（可调）
可选流量控制模块（积分采样）

采样测试服务

天霁·环境空气监测技术实验室可为用户提供空气样品采集（罐采样）服务、ODS与含氟温室气体分析服务以及采样器、标气瓶等配套设施的租赁服务。天霁·环境空气监测技术实验室建立了完整的采样、检测等业务流程，服务对象包括北京大学、复旦大学、华北电力大学、北京市生态环境监测中心、临安区域大气本底站、中科院广州地球化学研究所以及“巅峰使命2022”青藏科考等。



空气样品采集（罐采样）服务

天霁·环境空气监测技术实验室可为用户提供空气样品采集服务，采样点和采样频次由用户指定。



采样方式：环境空气正压采样
采样仪器：天霁ASA1或ASP2双模正压采样器
样品容器：苏玛罐、玻璃瓶或双口不锈钢采样罐，容积3L/6L
采样压力：20-30 psig

样品分析测试服务

天霁·环境空气监测技术实验室样品分析测试服务基于自有ODS5-PRO高精度ODS与含氟温室气体分析系统，分析内容包含环境空气浓度下约50种ODS和含氟温室气体（包含中国环境监测总站建议列为背景大气受控卤代化合物监测目标物的全部36种受控物质），分析方法、精度和准确度满足国家和行业相关技术标准的要求。



测试样品：环境空气（不接受工厂直排废气等超高浓度样品）
送测容器：苏玛罐或其他空气采样罐，容积不低于3L
样品压力：> 20 psig（常压样品可免费加压，但可能影响准确度）
分析仪器：天霁ODS5-PRO高精度ODS与含氟温室气体分析系统
标准气体：可溯源至AGAGE或中国计量院的环境空气浓度标气

租赁服务

为满足客户临时性需求，天霁·环境空气监测技术实验室提供环境空气正压采样器、环境空气浓度标气专用气瓶租赁服务。天霁所提供的采样器、标气瓶均专门为环境空气ODS与含氟气体分析定制设计，并且经过长期稳定性测试，保证采样分析结果的高精度和可靠性。

运维服务

作为中国环境监测总站ODS和HFCs自动监测项目的指定运维单位，华纳创新（北京）科技有限公司天霁团队协助中国环境监测总站建立了大气受控卤代化合物连续自动监测、中心实验室样品分析以及数据质量评价相关技术规范，涉及日常巡检、定期维护、故障处理、辅助气体供应、标气供应与校准、定量方法检查、数据审核、异常数据处理等一系列内容。

天霁团队参与了国家大气背景监测站山东长岛站、中国环境监测总站、北京上甸子大气本底站、深圳天文台（南方科技大学）、广州地化所等多台天霁ODS5-PRO系统的运维工作，总运维机时数超过3万小时，在运行保障、故障处理、数据质控等方面积累了丰富的经验。此外，团队成员还参加了先进的全球大气实验网（AGAGE）组织的定期会议，与AGAGE国际权威专家交流分享ODS和含氟温室气体监测系统的运维经验，为提升全球监测网络运维质量作出了自己的贡献。





天霁 / TIANJI 是华纳创新（北京）科技有限公司的注册商标。



天霁公众号

华纳创新（北京）科技有限公司
Beijing Huanaco Innovation Co., Ltd.
北京市房山区辰光东路16号院6号楼4层
400-052-6996 | info@huanaco.com



天霁网站