

让我们提供：更好的产品，更好的服务！



DM 2400S/CI

MEDXRF 微量测硫氯仪

全球最低检测限(300s):

S: 0.26ppm, Cl: 0.18ppm

满足国V、国VI对车
用汽柴油超低S检测
的要求

采用

单色激发能量色散X射线
荧光(MEDXRF)分析技术

高衍射效率对数螺线旋转
双曲面(LSDCC)人工晶体

高计数率(2Mcps)和分辨
率(123eV)的SDD探测器

最佳kV、mA、靶材组合
的微焦斑薄铍窗X射线管

符合标准：

GB/T 11140	ASTM D2622
ISO 20884	ASTM D7039
ISO 15597	ASTM D7220
	ASTM D4929
	ASTM D7536



上海爱斯特电子有限公司
SHANGHAI EAST ELECTRONIC CO., LTD.

DM2400S/CI 型单色激发能量色散 X 射线荧光微量测硫氯仪，简称 **DM2400S/CI 型 MEDXRF 微量测硫氯仪**。它是一种达到国际领先水平的 XRF 光谱仪。它采用以下技术和器件，实现单色聚焦激发，提高了激发强度并降低了背景信号，这使得采用 50W 光管的能谱仪 **DM2400S/CI** 与传统 XRF 仪器相比，显著降低了检测限、提高了精度、降低了对基体效应的敏感性，实已将现代科技发挥到极致。MEDXRF 是一种直接测量技术，不需要消耗气体或样品转换。

DM2400S/CI 是 **DM2400 型 MEDXRF 轻元素光谱仪** 的简化版，是专门为测量硫和氯所设计的。由于它的高选择性，使仪器所使用的单色化晶体远小于 **DM2400**，而单色激发的仪器其晶体价格占成本较大的比例，从而使 **DM2400S/CI** 具有极高的性价比。

单色激发能量色散 X 射线荧光 (MEDXRF) 分析技术

X 射线荧光光谱仪的检出限 LOD (limit of detection) 是指由基质空白所产生的仪器背景信号标准偏差的 3 倍值的相应量，即：

$$C_{LD} = \frac{3C}{N - R_b} \sqrt{R_b / T} \quad (1)$$

式中， R_b 为背景(本底)计数强度， N 为已知浓度为 C 的低浓度试样的计数强度， T 为测量时间。从式(1)可以看出检出限与灵敏度 $(N-R_b)/C$ 成反比，与背景 R_b 的平方根成正比。在测量时间一定的情况下要降低检出限，就必须提高灵敏度和(或)降低背景。

传统 XRF，无论是 EDXRF 还是 WDXRF，无法实现较低检出限的一个主要原因是 X 射线光管出射谱中连续轫致辐射的散射使得荧光光谱的连续散射背景较高。

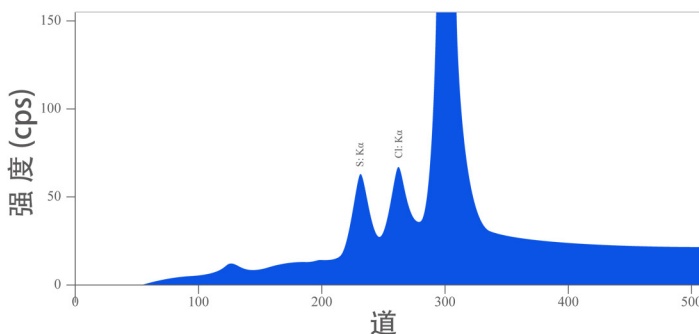


图 2. 样品的 XRF 光谱图

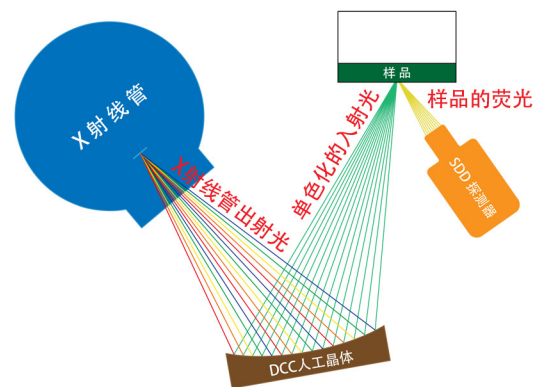


图 1. MEDXRF 分析技术原理图

单色激发能量色散 X 射线荧光 (Monochromatic Excitation Beam Energy Dispersive X-Ray Fluorescence) 分析技术，就是采用光学器件将 X 射线光管出射谱单色化，进而使得荧光光谱的连续散射背景极大地降低，同时尽可能少的降低甚至于可能的话增加所需激发 X 射线的单色化的线或窄能量带的强度，从而大大降低了检出限。相比传统的 EDXRF 降低了 1 至 2 个数量级，相比大功率（如 4kw）的 WDXRF 也要低得多。

高衍射效率对数螺线旋转点对点聚焦人工单色晶体

将 X 射线光管出射谱单色化的方法很多，有滤波片法，二次靶法和衍射法等。而衍射法中的双曲面衍射晶体 DCC (Doubly Curved Crystals) 是单色化最好和效率最高的。

衍射必须满足 Bragg 定律：

$$n\lambda = 2d\sin\theta \quad (2)$$

也就是说从源出射的射线其波长必须满足(2)式才被衍射，所以其具有极好的单色化。又由于 DCC 能将点源聚焦，所以有大的收集立体角，从而有极高的效率。另外，聚焦还能使照射到样品的光斑很小，从而使小面积的半导体探测器 Si-PIN 或 SDD 可以接受大部分样品较小面中的荧光射线，也就是说 DCC 还提高了探测效率。

DCC 按其曲面又分为半聚焦 (Johann)，全聚焦 (Johansson) 和对数螺线 (Logarithmic Spiral) 等。其中半聚焦只是部分满足衍射条件，所以经半聚焦 DCC 单色化的特征 X 射线入射谱是最差的。全聚焦是完全满足衍射条件且是点对点聚焦的。但全聚焦 DCC 的制造工艺极其复杂，除弯曲外它必须有一个磨成 R 曲面的过程，天然晶体如 Si, Ge 等是很脆的，极不容易磨制，而人工晶体是不可能磨制的，另外天然晶体通常在非常窄的光谱区域中衍射 X 射线。导致靶材特征 X 射线只有一部分被衍射，积分衍射率低。

DM2400 采用的对数螺线旋转双曲面人工晶体 DM30L，是集本公司技术精英经 2 年的刻苦专研研制而成的专利产品。对数螺线 DCC 也是完全满足衍射条件的，虽然聚焦不是点对点的，而是点对面的，但由于这个面很小，一般只有 2mm 左右，所以可认为是点对点的。它用的是 DM 人工晶体，该晶体的积分衍射率是天然晶体的 3 到 10 倍，所以该晶体的效率是目前世界上最高的。另外，它只需弯曲无需磨制和拼接，制造方便。

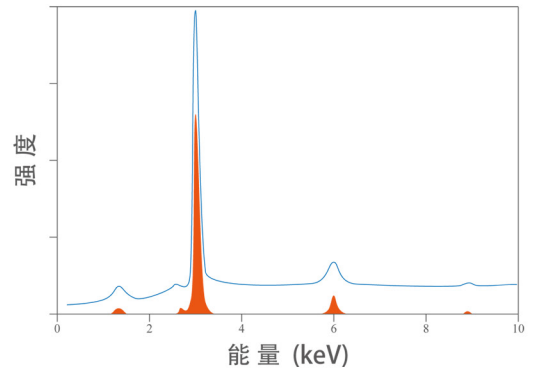


图 3. — X 射线管的出射谱
— 经 LSDCC 单色化的特征 X 射线入射谱

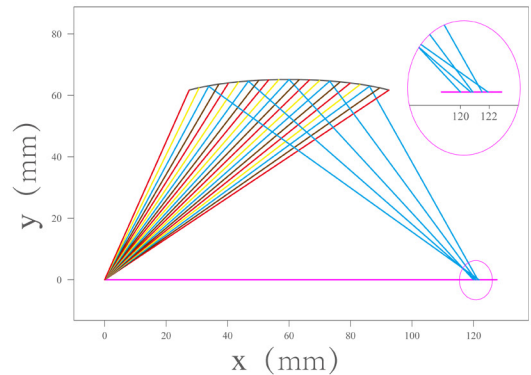


图 4. LSDCC 点对点聚焦原理图

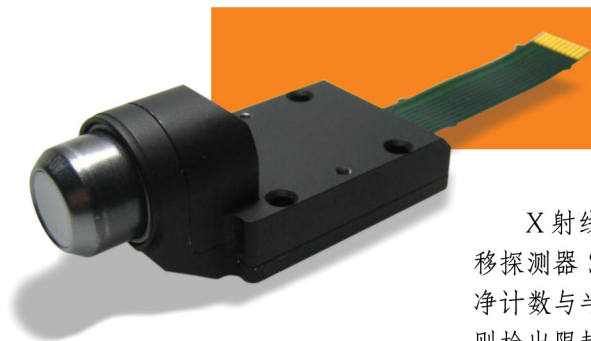


图 5. 硅漂移探测器 SDD

高分辨率 (123eV) 高计数率 (2 Mcps)
的 SDD 探测器

X 射线探测器的种类有很多，有正比计数管，Si-PIN 探测器和硅漂移探测器 SDD 等。探测器的分辨率以全能峰的半宽度表示，全能峰的净计数与半宽度无关，但其背景计数与半宽度成正比，所以分辨率越高则检出限越低。正比计数管的半宽度是半导体探测器的 8 倍左右，所以检出限高 8 的平方根倍左右。Si-PIN 的分辨率比 SDD 的稍差，且其高计数率下分辨率急剧下降，所以 SDD 是最好的探测器。

DM2400 采用德国 KETEK 公司生产的 VITUS H2O CUBE(最高级) SDD 探测器，其分辨率小于 123eV，有效探测面积 20mm²，计数率 2 Mcps。

最佳 kV、mA、靶材组合的微焦斑薄铍窗 X 射线管

激发样品的 X 射线能量越接近所需分析元素的吸收限，其激发效率就越高。DM30L 晶体仅衍射 X 射线管出射谱中的高强度特征 X 射线，其有靶材发出。所以合理的选用靶材能得到最高的激发效率。DM2400S/Cl 由于测量 S、Cl，所以选择 Ag 作为靶材。

选定靶材后，在 X 射线光管最大功率一定的情况下，如 50W，合理的光管高压 (kV) 和电流 (mA) 组合能达到最大的激发效率。由于采用点对点的聚焦，所以必须采用微焦斑的 X 光管。由于靶材的特征 X 射线能量很低，所以必须用薄铍窗 X 射线管。

DM2400S/Cl 采用 50W 微焦斑 Ag 靶薄铍窗 X 射线管，并对 kV、mA 进行最佳组合。



图 6. 微焦斑薄铍窗 X 射线管

特点

- 快速同时** —— 所需测量元素同时快速分析，一般几十秒给出含量结果。
- 低检出限** —— 采用先进 MEDXRF 技术，LSDCC 核心技术，达到极低检出限，具有极高的重复性和再现性。
- 长期稳定** —— 采用数字多道，有 PHA 自动调整、漂移校正、偏差修正等功能，具极好的长期稳定性。
- 环保节能** —— 射线防护达豁免要求。分析时不接触不破坏样品，无污染，无需化学试剂，也不需要燃烧。
- 使用方便** —— 触摸屏操作。样品直接装入样品杯，放入仪器后只需按 [启动] 键即可，真正实现一键操作。
- 高可靠性** —— 一体化设计，集成化程度高，环境适应能力强，抗干扰能力强，可靠性高。
- 高性价比** —— 无需钢瓶气体，运行维护成本极低。价格为国外同类产品的一半。是真正的高性价比产品。

适用范围

适用于炼油厂、检测及认证机构、油库、实验室测量范围从 0.5ppm 到 10% 的各种油品（如汽油、柴油、重油、残渣燃料油等）、添加剂、含添加剂润滑油、以及炼化过程中的产品中 S、Cl 元素的同时测量。

亦适用于水溶液中的氯及各行各业任何材料中 S、Cl 元素的同时测量。

校准

用已知含量的 7 个含 S、Cl 样品对仪器进行标定，得图 7 的工作曲线。

这些工作曲线的相关系数 γ 均大于 0.999，表示 DM2400S/Cl 型 MEDXRF 微量测硫氯仪光谱仪的线性误差极小。

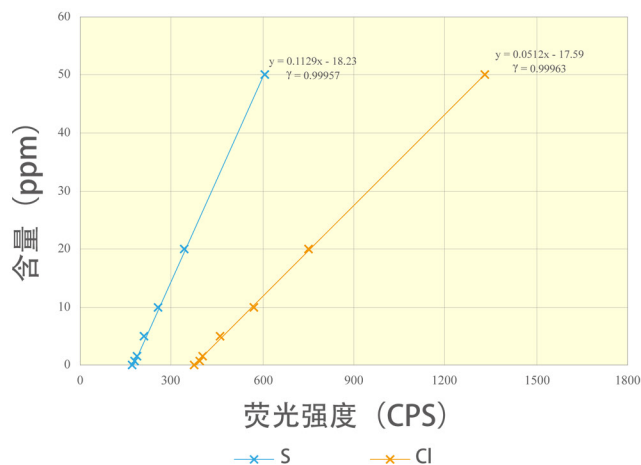


图 7. 含 S、Cl 样品工作曲线

重复性 (r)

同一个操作者, 在同一个实验室, 使用同一台 DM2400S/CI, 在相同条件下对同一试样采用正确的操作方法连续进行测定, 得到的两个试验结果之差, 20 个中第二大的那个即为测试结果的重复性 r。S 测试结果的重复性 r 和 CI 测试结果的重复性 r 分别如表 1 和表 2。

由表 1 和表 2 可知, 所有 S 和 CI 测试结果的重复性 r 均小于表中标准所要求的重复性 r。表示 DM2400S/CI 型 MEDXRF 微量测硫氯仪, 测 S 完全满足 GB/T 11140, ISO20884, ASTM D2622、ASTM D7039、ASTM D7220 等标准有关重复性 r 的要求; 测 CI 完全满足 ASTM D4929、ASTM D7536、ISO15597 等标准有关重复性 r 的要求。

表 1. S 测试结果的重复性 r 再现性 R 与各标准要求的重复性 r 再现性 R 比较

S 浓度	DM2400S/CI 测试结果(300s)		ASTM D2622 要求		ASTM D7039 要求		ASTM D7220 要求		GB/T 11140 要求		ISO20884 要求		结论
标称值 (ppm)	重复性r (ppm)	再现性R (ppm)	重复性r (ppm)	再现性R (ppm)	重复性r (ppm)	再现性R (ppm)	重复性r (ppm)	再现性R (ppm)	重复性r (ppm)	再现性R (ppm)	重复性r (ppm)	再现性R (ppm)	
3	0.35	0.94	0.4	1.1	0.9	1.4	1.1	1.9	0.4	1.1			满足
5	0.42	1.52	0.5	1.6	1.2	1.8	1.4	2.5	0.5	1.6	1.8	2.5	满足
10	0.59	2.22	0.9	2.7	1.7	2.6	2.1	3.5	0.9	2.7	1.9	3.1	满足
25	1.10	3.97	1.9	5.6	2.8	4.2	3.3	5.6	1.9	5.6	2.3	4.9	满足
50	1.95	5.27	3.4	9.8	4.1	6.1	4.6	8.0	3.4	9.8	2.9	7.9	满足
100	3.56	7.08	5.9	17.1	6	9	6.5	11.3	5.9	17.1	4.0	12.1	满足

表 2. CI 测试结果的重复性 r 再现性 R 与各标准要求的重复性 r 再现性 R 比较

CI 浓度	DM2400S/CI 测试结果(300s)		ASTM D4929 要求		ASTM D7536 要求		ISO 15597 要求		结论
标称值 (ppm)	重复性r (ppm)	再现性R (ppm)	重复性r (ppm)	再现性R (ppm)	重复性r (ppm)	再现性R (ppm)	重复性r (ppm)	再现性R (ppm)	
0.66	0.25	0.39			0.26	0.41			满足
1.00	0.28	0.48	0.6	1.5	0.30	0.50			满足
2.00	0.35	0.68	0.8	2.0	0.37	0.71			满足
5.00	0.45	1.05	1.2	3.0	0.49	1.12	1.5	3	满足
7.00	0.48	1.25	1.4	3.5	0.54	1.32	1.5	3	满足
10.0	0.52	1.49	1.6	4.1	0.60	1.59	1.5	3	满足

再现性 (R)

不同的操作者, 在不同的实验室, 使用不同 DM2400S/CI, 对同一试样采用正确的操作方法进行测定, 得到两个单一和独立的试验结果之差, 20 个中第二大的那个即为测试结果的再现性 R。S 测试结果的再现性 R 和 CI 测试结果的再现性 R 分别如表 1 和表 2。

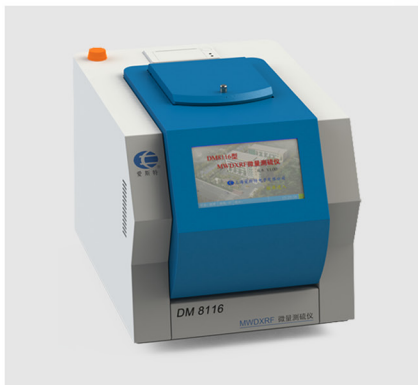
由表 1 和表 2 可知, 所有 S 和 CI 测试结果的再现性 R 均小于表中标准所要求的再现性 R。表示 DM2400S/CI 型 MEDXRF 微量测硫氯仪, 测 S 完全满足 GB/T 11140, ISO20884, ASTM D2622、ASTM D7039、ASTM D7220 等标准有关再现性 R 的要求; 测 CI 完全满足 ASTM D4929、ASTM D7536、ISO15597 等标准有关再现性 R 的要求。

主要技术指标

测量元素	S、Cl
X射线管	电压：≤50keV，电流：≤2mA，功率≤50W，靶材：Ag
探测器	SDD，有效面积：20mm ² ，分辨率：≥123eV，计数率：≤2Mcps，入射窗：8μm铍
检测限(300s)	S: 0.26ppm, Cl: 0.18ppm
测量范围	检测限的3倍~9.99%
线性误差	测S：满足GB/T 11140，ISO20884，ASTM D2622、D7039、D7220等的相关要求。
分析精度	测Cl：满足ASTM D4929，ASTM D7536，ISO 15597等的相关要求。
系统分析时间	1~999s，推荐值：微量测量为300s，常量测量为60s
使用条件	环境温度：5~40℃，相对湿度：≤85%（30℃），供电电源：220V±20V，50Hz，≤200W
测量氛围	自充气系统或氦气
尺寸及重量	330mm×460mm×350mm，25kg

公司其它同类产品

DM 8116 型
MWDXRF 微量测硫仪



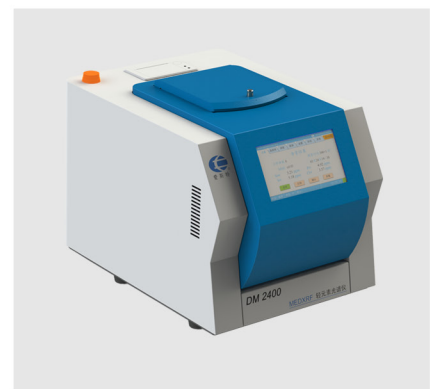
DM1262 型
EDXRF 便携式测硫仪



DM1260 型
X 荧光测硫仪



DM2400 型
MEDXRF 轻元素光谱仪





让我们提供
更好的产品，更好的服务

公司简介

上海爱斯特电子有限公司主要从事各种电子仪器特别是X射线荧光分析(XRF)仪器的研发和生产。公司位于人杰地灵的金山区,在G1503亭枫公路出口旁,公司占地12亩,厂房面积7500平方米,固定资产近亿元。公司骨干源于核工业部国营263厂,为具有数十年XRF仪器研制经验的高级技术人员,公司员工80%以上为具有本科以上学历的工程技术人员,具有雄厚的实力。公司自1992年成立以来,已生产DM系列XRF硫钙铁分析仪、XRF测硫仪、EDXRF多元素分析仪、WDXRF光谱仪等一万多台,用户遍布全国各地。其中,XRF硫钙铁分析仪的市场占有率达到80%以上,XRF测硫仪的市场占有率也达到了50%以上,是全国生产这两种仪器最多的企业。公司每年的科技投入占销售额的15%以上,大部分仪器为专利产品,其中DM2100型X荧光多元素分析仪被认定为上海市高新技术成果转化项目,并获上海市科技创新基金和国家发明专利。目前公司涉足建材、冶金、石油、化工、地质、矿山、电子电气、食品机械、环境保护等多个领域。



地址：上海市金山区朱泾工业
区中发路169号
邮编：201500
传真：021-57348305
电话(总机)：021-64851191
电话(直线)：021-54500549
021-64850549
电话(手机)：13501637167
eastsc@163.com
www.eastcc.com.cn