

F-TCS 测试套件 - 油中总腐蚀性硫化物现场快检

用于浓度的新油及在用油中 2-80mg/kg 浓度的腐蚀性硫化物检测

1. 简介

存在于绝缘油中的某些硫化物表现出抗氧化和金属钝化性而不具腐蚀性，而其他已知硫化物则可与金属反应，如硫醇和二苯基二硫化物（DBDS）对电气部件的金属有强腐蚀性，这些腐蚀性硫化物的存在与电气设备（电力变压器、配电变压器、互感器、整流变压器、电炉变压器、电抗器、开关设备、充油套管、有载调压分接开关等）故障直接相关。因此，IEC 标准规定在未使用和在用矿物绝缘油中不能有腐蚀性硫化物存在（见 IEC 60296）。

当前的腐蚀性硫检测方法，如 ASTM D1275 方法 A&B、DIN 51353 和 IEC 62535 主要是经验型定性检测。这些方法采用腐蚀性硫比色卡，依赖于检测人员的主观颜色判别，而无法对油中的 DBDS 或其它腐蚀性硫化物得到定量结果。此外，通过多起电力设备故障的现场检查表明，硫化铜（Cu₂S）的形成也与除 DBDS 之外的其它腐蚀性硫化物有关。

此外，绝缘油中腐蚀性硫检测方法（ASTM D1275 方法 B 和 IEC 62535）仅适用于不含金属钝化剂的矿物油，否则该方法对即使存在腐蚀性硫时也会产生反面结果，进而误报；而对于在用油（如酸值较高的在用油）检测，则可能得出“假阳性”结果。此时就需要对绝缘油做进一步分析，如 IEC 62535 规定，如果对绝缘纸的检测结果存疑，则应通过其它方法（例如 SEM-EDX，扫描电子显微镜及能谱仪）分析其沉积物成分。

对此，根据 IEC62697 第 2 部分-定量测定总腐蚀性硫化物（TCS）的试验方法，迈射智能科技专门开发相应的 F-TCS 测试方法，用于新油和在用油中腐蚀性硫化物（DBDS 及其它）的定量检测。



2. 适用范围

F-TCS 检测是一种快速、简便地定量测定油中总腐蚀性硫化物的有效工具。该 F-TCS 腐蚀性硫检测套件为现场人员提供快速定量现场测试方法，从而可依据相应技术标准与规范，如 IEC-EN-60422、CIGRE 413 的油再生指南、CIGRE 378 有关变压器绝缘硫化铜检测等，进行绝缘油和充油设备的全寿命周期管理（LCM）以及库存、管理、净化、处理、回收及废弃处置等相关活动。

- 对含有 2-80mg/kg（相当于 8-300mg/kg DBDS）总腐蚀性硫化物的新油和在用矿物油与天然酯，该检测套件也可用于对油中添加金属钝化剂（如 Irgamet[®]39、Irgamet[®]30、BTA）的定性评估；
- 通过记录油中总腐蚀性硫降低率，并通过计算腐蚀性硫（TCS 及/或 DBDS）转化为硫化铜（Cu₂S）沉积物（绝缘纸、导线等表面）的程度，进而确定相应的处理措施及优先级（如增加添加剂、油处理或换油，甚至更换绕组或设备）；
- 与绝缘油接触的固体材料（如从故障后设备中获得的绝缘纸样品）检测硫化物沉积也取决于取得样品的部位和数量。采用 IEC 62535 方法可用于绝缘纸上硫化铜的定量或半定量测定，如对检测存疑，可采用 SEM-EDX 方法进行定量分析。

根据 F-TCS 检测结果，我们对含有 2~80mg/kg 总腐蚀性硫的绝缘油进行分类，如：“低 TCS”（绿色）表明无需采取任何行动（如 < 10mg/kg DBDS）；如结果为“可疑 TCS”（黄色），则需采取一些措施；而“高 TCS”（红色）则表明短期内需采取一些专门处理措施。

3. 使用说明

F-TCS 测试适用于新油及在用油及固体样品检测，该方法基于对所有与铜反应生成的硫化物的光度测定。反应在 170° C 下完成，Cu₂S 进而在 370° C 氧化为硫酸铜（CuSO₄），随后采用便携式浊度仪测定样品中硫酸

盐含量。铜片与油的反应在充有氩气的小瓶中进行，所有试剂均预先定量测量并完全密封。
 注意：用 F-TCS 测定油中总腐蚀性硫化物必须按指定程序和材料进行。

4. 技术规范

分析功能	总腐蚀性硫化物
检测方法	氧化+浊度测定
检测范围	2-80mg/kg 总腐蚀性硫(相当于 8-300mg/kg DBDS)
检测精度	1mg/kg
检测时间	20 小时(总时长)
数量	每盒 20 个检测套件

5. 检测装置

整套 F-TCS 分为检测装置与耗材

F-TCS 检测装置
搅拌与加热槽
铝质小瓶
硫酸盐浊度仪
磁力搅拌子
药勺

检测溶剂(不包括)
异辛烷(1L)
正戊烷(1L)
去离子水(1L)

耗材		
项目	标识	数量
测试铜粉(氩气保护)	Vial A & B	40
测试玻璃瓶	40	
10mL 塑料注射器	80	
注射器针头	80	
塑料吸液管	20	
滤片(P.A. 0.45 μm)	40	
氧化剂	Vial C	40
硫酸盐试剂	Vial E	40
独立包装(用于运输)		
20mL 盐酸(玻璃瓶装)	Vial D	1

