

# 红外光谱法测定电力绝缘油中芳碳含量

FTIR-072

**摘要：**结构族组成（碳型组成）是将组成复杂的基础油看成是由芳香基、环烷基和烷基的结构单元组成的复杂分子混合物，可以粗略表示石油馏分的组成。绝缘油氧化是油品变质的最常见因素，而抗氧化效果和变压器油的精制深度成比例关系，变压器油的精制深度可以通过其碳型分析来进行测定。相同级别的变压器油的芳烃含量越少，精制深度就越高。本文参考 GB/T 7603-2012《矿物绝缘油中芳碳含量测定法》，使用 IRSpirit-T 型傅立叶红外光谱仪测试了化工产品中芳碳含量。

**关键词：**结构族组成 绝缘油 变压器油 芳碳

结构族组成（碳型组成）是将组成复杂的基础油看成是由芳香基、环烷基和烷基的结构单元组成的复杂分子混合物。结构族组成根据具体用途适当的控制各组分的含量，可以得到变压器油、开关油等绝缘油以及各种润滑油。

绝缘油的品质对设备的绝缘性能有重要影响，直接关系到设备能否正常运行。氧化是油品变质的最常见因素，而抗氧化效果和变压器油的精制深度成比例关系，变压器油的精制深度可以通过其碳型分析来进行测定。相同级别的变压器油的芳烃含量越少，精制

深度就越高。

目前分析基础油化学组成的方法主要有经典柱色谱分析法、高效液相色谱法、薄层色谱法和质谱法等，但以上这些方法存在着分析周期长、成本高等缺点，碳型组成分析则是目前研究基础油化学组成最简单、最快速的方法，在国内外石化行业得到普遍应用。本文参考 GB/T 7603-2012《矿物绝缘油中芳碳含量测定法》，使用 IRSpirit-T 型傅里叶红外光谱仪测试了绝缘油产品中芳碳含量。

## ■ 实验部分

### 1.1 仪器

岛津 IRSpirit-T 傅立叶变换红外光谱仪

### 1.2 分析条件

测定模式：吸光度

变迹函数：Happ-Genzel

分辨率：2 cm<sup>-1</sup>

扫描参数：20 次



## ■ 结果与讨论

### 2.1 液体池光程测定

LabSolutions IR 工作站膜厚程序通过光谱产生的干涉条纹计算膜厚，首先使用 0.1 mm 聚四氟乙烯垫片组装液体池。

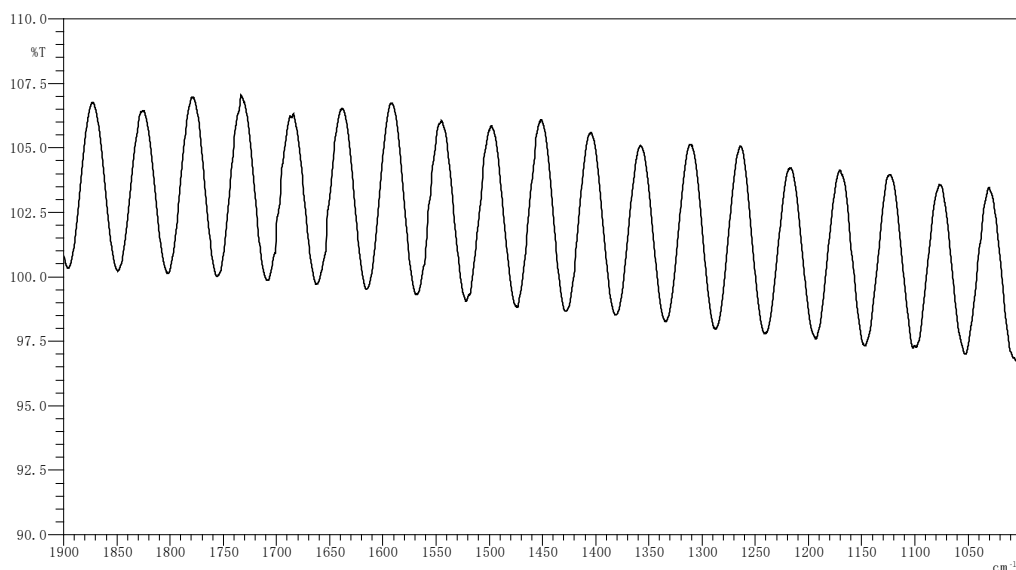


图 1 液体池干涉条纹图形

设置折射率为 1.000，选取干涉条纹区间，经膜厚程序计算，得到液体池光程为 0.118 mm。

## 2.2 试样测定

液体池光程确定后，不得拆开液体池套件，以避免光程发生改变。

液体池倾斜放置，使用注射器从下注入口注入 1# 试样 - 变压器油，观察液面上升过程不得产生气泡，注满后堵上液体池塞子。

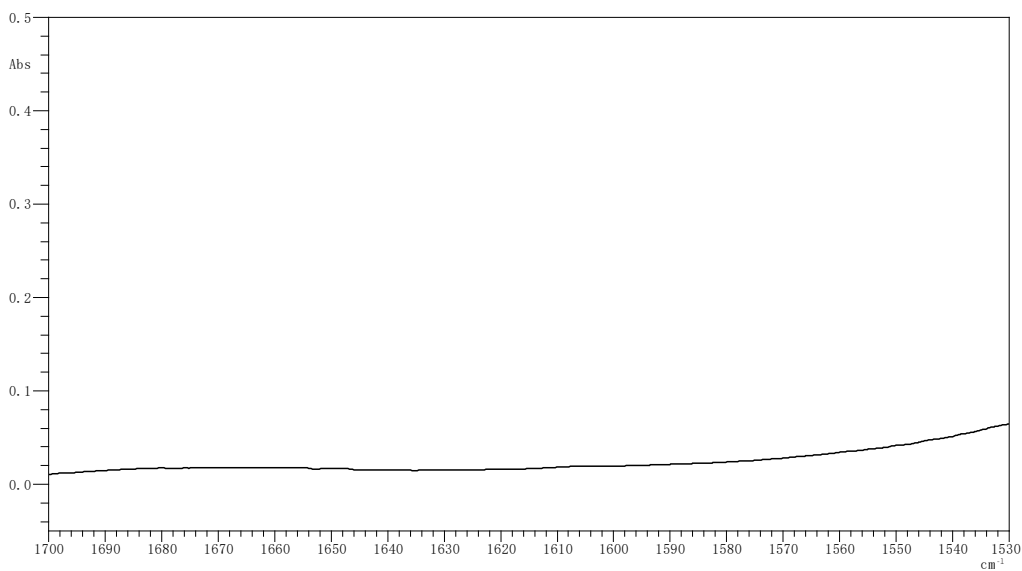


图 2 1# 变压器油红外吸收光谱

由图 2 红外光谱图可以看到：1# 试样 - 变压器油在 1610  $\text{cm}^{-1}$  附近没有吸收峰，说明不含芳碳结构。

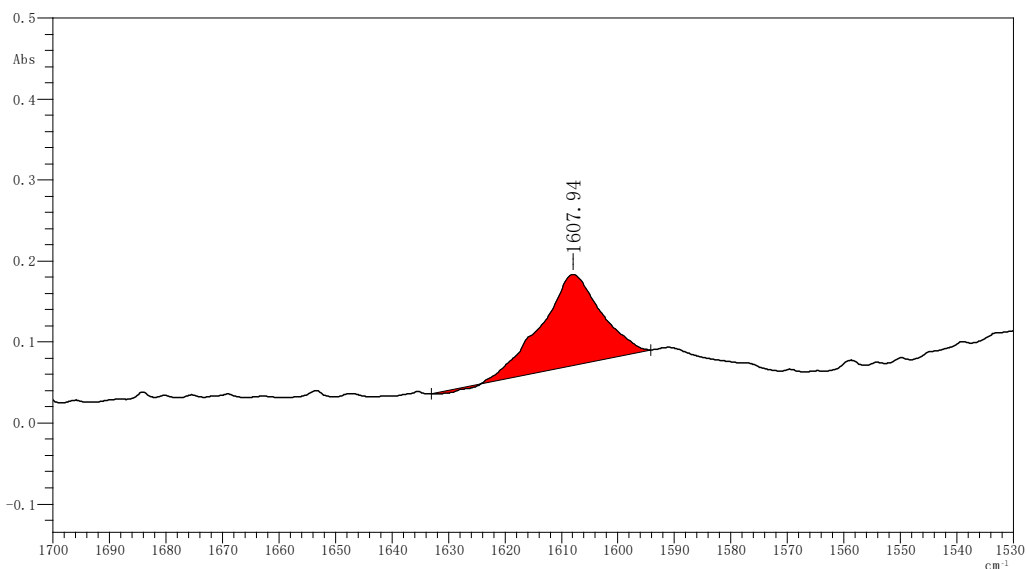


图3 2# 绝缘油红外吸收光谱

由图3红外光谱图可以看到：2# 试样 - 绝缘油试样在  $1610\text{ cm}^{-1}$  附近出现明显吸收峰，其芳碳含量结果见表1。

表1 试样芳碳含量结果计算

样品名称	峰值 ( $\text{cm}^{-1}$ )	校正峰高 h (Abs)	光程长 L (mm)	芳碳含量 (%)
变压器油 1#	-	-	0.118	未检出
绝缘油 2#	1608	0.112	0.118	10.5

注：芳碳含量  $C_A = 1.2 + 9.8 \times \frac{h}{L}$

其中： $C_A$ ——芳碳含量。单位为 %；

h——样品在波数  $1610\text{ cm}^{-1}$  左右最大吸收峰的峰高；

L——液体吸收池程长，单位为毫米 (mm)。

## ■ 结论

IRSpirit-T 型傅立叶变换红外光谱仪是一款紧凑型 FTIR，它结合了同类产品最佳的 S/N 和最高的分辨率水平。LabSolutions IR 工作站集成多种计算功能，通过膜厚程序可以直接测得液体池光程，非常适合矿物绝缘油中芳碳含量的测定。

岛津应用云

