

## 20KHZ 变频电路间歇停振故障对 FID 检测器灵敏度影响分析

刘廷礼 邱 琴

(山东大学实验中心 济南 250100)

**摘要** 本文详细介绍了影响 GC-9A 气相色谱仪 FID 检测器灵敏度的诸多因素。对氢火焰离子化检测器控制电路各部分功能，特别是高压发生器电路中 DC-DC 直流变换器工作原理及故障检测方法，作了详细描述。

**关键词** FID 检测器 灵敏度 DC-DC 直流变换器

**故障现象：**使用 FID 检测器分析测试样品过程中，设置相同色谱条件，对同一样品重复进样，采样出峰保留时间一致，检测器灵敏度忽高忽低，记录峰高变化无规律，数据处理系统峰面积计算结果重复性差。

**故障分析：** FID 检测器灵敏度定义：“单位量物质通过检测器时所产生的响应值”根据灵敏度计算公式，影响灵敏度因素包括：峰面积，载气流速，样品重量，记录仪灵敏度。其中峰面积表示：每秒钟 1 克样品通过检测器所产生的电压或电流值。

影响检测器灵敏度因素较多，首先应考虑围绕色谱条件而设定的外围环节。

1. 载气：理论上质量型检测器不受载气流速影响，但流量变化超过一定量时，例如漏气现象，检测器灵敏度有明显变化。

2. 当空气流量太小时，由于氢气和样品氧化不完全导致灵敏度降低。

3. 氢气与载气流量之比影响灵敏度和线性。

4. 检查载气是否漏气，检查氢气与载气流量配比。采用压力-流量标准曲线校正氢气与载气流量，直至检测器达到最大信噪比。

5. 检测器喷嘴：检测器喷嘴严重污染、漏气使氢火焰不正常，出现扩散或低胖火苗时，检测器灵敏度严重下降，仔细检查喷嘴是否烧坏、漏气。清洗检测器喷嘴。

6. FID 检测器输出微弱离子流信号。放大器过高的输入阻抗导致静电计电路中电流与电压不成线性，输入时间常数过大，抗干扰能力降低。

信号连接传递过程中，注意检查各连接电缆及信号接口是否松动，造成接触不良。

完成上述检查后故障仍未排除，应考虑氢火焰离子化控制电路，该电路由下面三部分组成：

1. 电位计 该部分由高输入内阻 AD832 运算放大器和一个零点补偿电路组成静电计电路。其功能是放大检测器收集的离子流（大约  $10^{-9}$  -  $10^{-10}$  安培）。该离子流送入  $10^4 M$  高阻，转化成静电计输入电压。

2. 数字接口 该部分用于转换静电计高阻开关（量程开关）及高压开关（极性开关）。其电路形式由 74LS75, SN7406, 及晶体管 2SA1015 共同组成继电器控制电器。继电器 K1 - K4 控制量程开关。继电器 K5 控制极性开关。量程与极性设定由键盘操作通过计算机总线控制 74LS75 集成块实现。

3. 高压发生器 检测器工作时，样品组分由色谱柱馏出后，被测样品分子电离成正或负离子，喷嘴与收集极之间加一直流电压，即能形成电子或离子流，高压发生器电路由 +15V 电源经 DC - DC 变频转换器（工作频率 20KHZ）输出 200V 左右直流电压

**故障检测：**首先开机检查数字接口，键盘操作设置不同量程，观察静电计高阻切换指示，检查 K1 - K4 开关继电器工作状态。

根据仪器基线工作状态。可判断静电计各电路参数是否工作正常。基线本身由基流和电噪声两部分组成。只有载气流过检测器时产生的电流称为基流。放大器本身电子线路中产生的零飘称

为电噪声，通过电噪声与基流信号量比例关系可确定静电计零点飘移及静态输出是否正常。

检查检测器喷口与收集器之间 200V 电压发现，该电压短期工作正常，长时间工作出现电压

幅度波动，长时间连续测量，不定期出现瞬间不工作状态。

该电源属典型 DC - DC 变换器直流稳压电源，电路原理如图 1 所示。

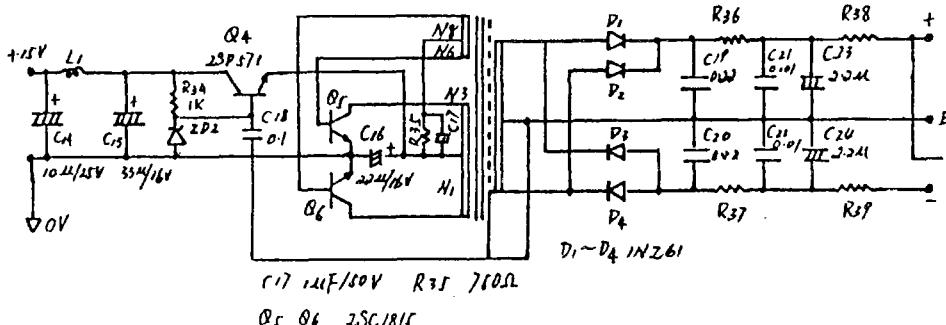


图 1 高压发生器电路图

1. 低频  $\pi$  型 LC 滤波电路由(C14、C15、L1 组成)
2. 高频逆变电路：功率开关管 Q5, Q6 及高频变压器 Tr 共同组成推挽式自激振荡功率转换器，其中 C16 为输入电压交流旁路电容，R35 为 Q5, Q6 基极偏置电阻。
3. 低频稳压电路 由 Q4、D2、R34 和 C18 组成
4. 高频整流滤波电路，由 D1 - D4, C19 - C24, R36 - R39 组成。

工作原理：输入电源经  $\pi$  型滤波送入直流变换器的瞬间，开关管 Q5, Q6 基极分别通过反馈绕组 N6 和 N8 经直流偏置电阻 R35 形成基极回路。由于两管特性差异，一管优先导通并通过 N1、N3 耦合形成正反馈过程。此时变压器磁芯中磁通量随导通管集电极电流的增加而趋饱和，造成感应电势减弱，不能维持原导通管饱和导电，一旦该管集电极电流减少，N1 和 N3 上的感应电势即反向，导致原导通管截止，截止管变导通，形成与上述方向相反的正反馈过程，循环往复。

(上接第 50 页)

复，产生自激振荡。

#### 高压发生器电路检查步骤：

1. 直流电压参数检查，+15V 电源正常，稳压管 ZD2 输出 +8.2V 正常，电源调整管 2SD571 发射级输出电压 9V 正常。
2. 示波器测量高频变换电路，开关管 Q5 集电极波形，振荡频率基本满足 20KHZ 要求，但该点波形出现间歇停振现象。Q6 管集电极波形类似。检查基极偏置电阻 R35，交流旁路电容 C16、C17 均正常。

3. 检查 Q5、Q6 两开关管特性曲线，发现两管导通，截止电压差别较大，Q5 管  $\beta$  值为 30，Q6 管  $\beta$  值为 100，根据电路原理分析，推挽式变换器不足之处表现为开关管集电极与发射极之间承受反向电压大于电源电压的两倍，考虑到变压器初次级漏感形成的电压尖峰，其影响会更大。两开关管参数差异过大更易引发振荡频率不稳定现象，重新挑选配对开关管安装后，仪器工作正常，故障排除。

## A Way of Tracking Testing Variable Signal Frequency by MCS-96 Single Microcomputer in Higher Precision and Wider Range

Song Yue Lingxi Hu

(Department of Physics Xiangtan Normal University, Xiangtan, Hunan, 411201)

**Abstract** In this paper we discuss the realistic way of tracking testing 1Hz ~ 40MHz Variable frequency by MCS-96 within given precision, test range, error analysis, design of hardware and software are also studied.

**Key Words** time and count software test precision test range error analysis automation