

IRIS/AP 型电感耦合等离子体光谱仪激发光源常见故障分析

罗建平

(三明市环境保护局 福建三明 365000)

摘要 本文介绍 IRIS/AP 型 ICP 的激发光源(炬管),并较为全面地阐述和分析其不能正常激发点燃的常见故障及其原因。

关键词 IRIS/AP ICP 激发光源 常见故障 原因分析

概述

IRIS/AP 型电感耦合等离子体原子发射光谱分析法是以电感耦合等离子炬管为激发光源的一种光谱分析方法。由于此法具有检出限低、测量动态范围宽、基体效应小、精密度高、准确性好等优点,现已在环境监测、生物医学、地质、金属等领域中得到广泛应用。三明市环境监测站为适应新形势下环境监测的需要,1997 年从美国 TJA 公司引进一套全图直读等离子体光谱分析仪(IRIS/AP ICP),大大提升了环境监测分析的综合能力。

1 IRIS/AP 型 ICP 的激发光源

激发光源(炬管)为分析试样组份元素提供蒸发、原子化或激发的能量,是原子发射光谱仪中一个极其重要的组成部分。IRIS/AP 等离子体光谱仪采用电感耦合等离子炬(ICP)作为激发光源,它由 3 层石英同心管组成(见图 1)。

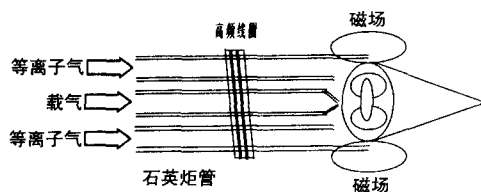


图 1 IRIS/AP 型 ICP 的激发光源(炬管)

其工作过程是,冷却(等离子)氩气以外管内壁相切的方向进入 ICP 炬管内,同时也对石英管壁进行有效的冷却,防止其被高温的 ICP 烧熔。通过水冷的高频线圈设置于炬管的中部,高频电能通过线圈耦合到炬管内电离的氩气中。当点火器的高频火花放电在炬管内使少量的氩气电离时,炬管内就出现了导电粒子,由于磁场的作用,就形成了与炬管同轴环形电流。原子、离子和电子在强烈的振荡运动中互相碰撞产生更多的电子与离子,最终形成了白色明亮的 Ar-ICP 放电光源。

2 激发光源不能点燃的常见故障及分析

IRIS/AP 电感耦合等离子体原子发射光谱仪是一台自动化程度较高的大型精密分析仪器,它的工作环境也比较复杂,既有炬管的高温(约 7000K)和 CID 检测器的低温环境(-75℃),也有高频触发装置(RF)的高频(27.12MHz)和电源单元产生的高压(+3800V DC)环境。仪器要设置的工作条件多,安全联锁保护多,引起激发光源不能激发点火的因素也较多,但从主计算机提示的出错信息进行分析,常见的故障及其原因可归纳为三种情况。

2.1 未检测到等离子体

当激发光源不能点燃且计算机出错信息提示:Plasma Not Detected(未检测到等离子体)时,可按以下框图的流程分析并查出故障的原因(见 2.4)。

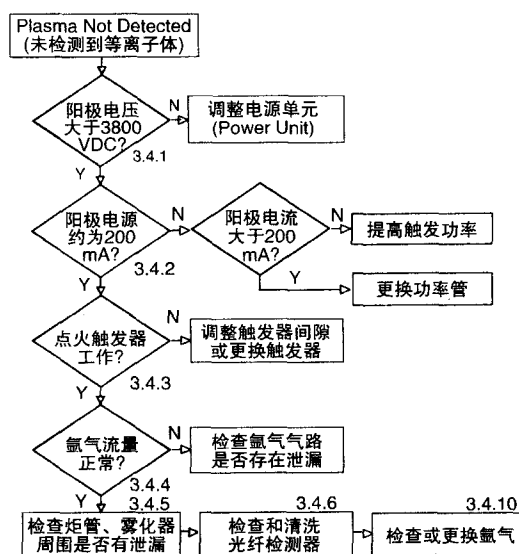


图 2 未检测到等离子体时故障处理流程框图

2.2 阳极过载

当激发光源不能点燃且计算机出错信息提示:Plate Overload(阳极过载)时,可按以下框图的流程进行分析并查找故障原因(详见 2.4)。

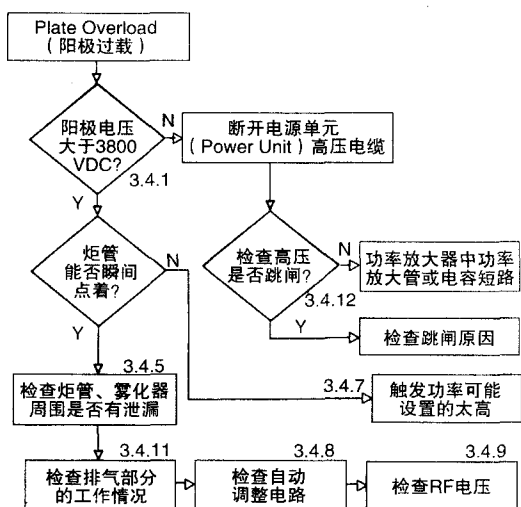


图3 阳极过载时故障处理流程框图

2.3 等离子体室门未关

当激发光源不能点燃且计算机出错信息显示: Plasma Door Ajar (等离子体室门未关) 时, 往往是由于安全联锁系统动作引起的, 可按框图4 流程分析查找故障原因 (详见 2.4.13)。

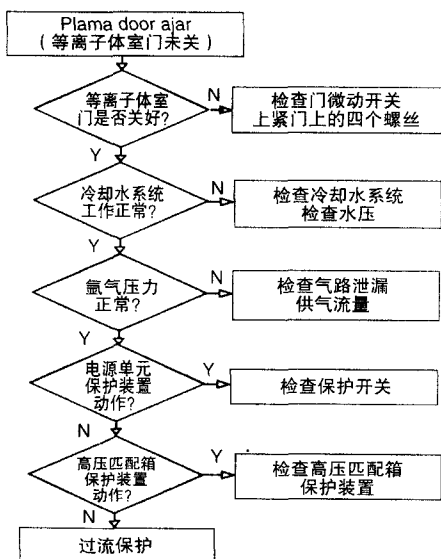


图4 等离子体门未关时故障处理流程框图

2.4 原因分析

2.4.1 阳极电压 > 3800VDC 电源单元 (Power Unit) 产生的高压通过高压电缆引入仪器主机, 其数值可从电源单元上的电压表 (Vp) 上读出, 电压表上 0 ~ 50 的读数对应供给功率放大电路的实际电压为 0 ~ 5000VDC。如果读数小于 36 (即实际电压小于 3600VDC), 那么炬管就难以点着; 如果电压值正常 (3800VDC), 炬管却点不着, 那么, 可先从电源单元上拔下高压电缆, 检查功率放大器。一般情况下, 基本上是功率放大器中的电容器 (C7, C8, C14 或 C15) 或功率放大管短路造成的。

2.4.2 阳极电流约为 200mA 正常情况下, 点火时流过功率管的电流约为 200mA。当氩气被电离 (炬管点着) 后, 这个电流会上升到 450 ~ 750mA 之间。当电流示值大于 250mA 时, 经过调整又回不到 200mA 上, 说明功率放大电路存在问题, 一般情况下, 就是功率管短路。若电流示值小于 200mA 时, 一个原因可能是因为点火功率设置太低所致, 另一个可能是高频触发装置 (RF) 或驱动放大器不能提供合适的功率点燃炬管, 这可通过调整自动增益控制 (AGC) 模块上的电位器来调整输出功率。

2.4.3 点火触发装置是否工作 正常时, RF 接通 3s 后, 固态触发器动作。当点火装置出现“拉弧”现象时, 说明点火线圈靠的太近。调节点火线圈的间隙, 使其离石英炬管的外表面的距离约为 1.5 ~ 1.6mm, 且工作线圈和底板之间的距离为 12 ~ 13mm。

2.4.4 检查氩气流量 氩气平稳地流入炬管, 以使激发光源正常激发 (火炬点燃), 流量太小可能会引起炬管部分“放弧”或根本就点不着 (不激发), 流量太大也会妨碍完全激发。检查氩气通路有无破裂或泄漏, 如果流量不正确, 可调节仪器 SV4 上的可调喷嘴。SV4 上有两个喷嘴, 顶上的那个喷嘴是用来调整氩气流量的, 氩气的正常流量是 14L/min。

2.4.5 检查炬管和雾化器的泄漏 空气泄漏, 会降低氩气的浓度, 这是引起 RF 系统不能正常工作的常见原因。炬管点燃几秒钟后就熄灭, 很有可能就是空气泄漏。雾化器在炬管点燃, 仪器建立起正常的分析能力后开始工作, 若雾化器部分发生泄漏, 那么, 空气就会直接吹入炬管中并使它熄灭。发生泄漏时, 检查炬管、中心管、端帽及排气等各部门 O 型环的密封情况, 检查其是否平整, 表面有无隆起、收缩、裂痕等等。

2.4.6 检查和清洁光纤检测器 用光纤检测器监测来自炬管的亮光。如果炬管已点燃, 但光纤检测器不能正常监测到亮光, 那么, 主计算机就认为炬管不正常或没点燃。光纤检测器在炬管点燃后 5s 内没有检测到信号, 就认为炬管是没点燃的。出现这个问题时, 用无水酒精或其它中性溶液清洁光纤检测器, 若问题还存在, 那么, 就必须更换光纤检测器。

2.4.7 点火功率可能设置的太高 点火触发器工作 3s 后, RF 动作。RF 的功率的大小由 AGC 控制

模块上的点火电位器确定。触发电位器工作在“开环”状态下,即在点火时不存在反馈,因此,电位器的调整很灵敏。在气体被离子化之前,阳极的电流值小于 200mA,然后,再跳升到 400~700mA。

2.4.8 检查自动调整电路 自动调整电路维持功率放大器中由线圈和可调电容组成的 LC 电路的谐振条件。由于线圈的电感是变化的,所以通过自动调整电机改变可变电容器极片的位置以保持电路处于谐振状态中,此时,电路的阻抗最大,电流最小。如果自动调整电路出问题,LC 电路就没有工作在谐振中,电路中的电流就会升高。判断自动调整电路的工作是否正常,可通过手动方式改变可变电容器极片的位置,然后按正常程序开机点火,看调整电机是否能带动电容器极片转到合适的位置上,否则,就进一步检查电机电路的工作情况。

2.4.9 检查点火功率 AGC 模块上的各个点火功率均是通过电位器引出的,且接收功率放大器来的反馈信号,每个点火功率都是固定且稳定的。不同的点火功率对应的阳极电流 (I_p) 如下:

点火功率 (W)	阳极电流 (mA)
750	460
950	520
1150	560
1350	620
1550	660
1750	720

因此,通过监视电源单元电流表上的电流值就可判断出是否存在“漂移”现象,如果有“漂移”现象存在,那么,就要检查炬管和雾化器有无空气泄漏,检查进样管、端帽和排放管的密封情况,检查 O 型环有无变形、断裂现象。各接口的密封没问题时,重新设置点火功率。

2.4.10 检查和更换氩气 使用不纯或被污染的氩气会使出现的问题更难以解决甚至恶化,更为严重的是会对出现故障的误判,而去检查或更换其它部件,因此,一定要使用符合仪器要求的氩气。

2.4.11 检查排气出口 排气在点火过程是很重要的,在氩气环境中进行高压放电是很理想的,由于氩气要比空气稍重,使其在炬管中会往下沉,所以排气的作用就可以把氩气“提升”起来并使废气排出,一般情况下,排气的流量在 28m³/min。

2.4.12 检查高压短路 如果从电源单元的后部拔下高压电缆后,高压断路器还是跳闸,那么,说明电源单元中的高压电路部分很可能存在短路现象。

2.4.13 检查安全连锁系统 为保证仪器的正常运行和操作人员的安全,IRIS/AP 型 ICP 共设置 6 个方面的安全连锁保护装置,它们是冷却水压保护、氩气压力保护、电源单元保护、等离子体室门保护、高压匹配箱保护和过流保护。当其中一个保护装置起作用时,仪器就不能进入点火程序,计算机的出错提示信息为 Plasma door ajar,遇到此种情况时,要逐项检查各保护装置的工作状况,找出引起保护装置动作的原因。

3 结语

IRIS/AP 型电感耦合等离子体原子发射光谱仪是集机、电、仪及计算机于一体的大型精密分析仪器,运行条件复杂,遇到问题,应根据具体情况进行分析,找出原因,排除故障。

参考文献

- 1 罗建平. 国外分析仪器技术与应用, 2002.3: 46~48

The common trouble analyse of igniting light source of model IRIS/AP ICP inductively coupled plasma spectrometer

Luo Jianping

(Environmental protection bureau of sanming city, Fujian Sanming, 365000)

Abstract The igniting light source (torch) of model IRIS/AP ICP is described. The common trouble that the source cannot ignite light and its reason are introduced and analyzed.

Key words IRIS/AP ICP Igniting light source Common trouble Reason analyse