

GCQQQ 仪器控制软件现场培训教材

(for G8890-70X0)



安捷伦科技（中国）有限公司



电话：8008203278(座机) 4008203278(手机)

传真：8008201182

网站：www.lasca-china.com.cn

微信：安捷伦售后服务(A8008203278)



微信扫一扫，享受更便捷贴心的服务！

目 录

一、	培训目的.....	2
二、	三重四级杆的原理.....	2
三、	硬件介绍.....	8
四、	软件基本操作.....	10
五、	创建方法.....	12
六、	运行样品.....	21
七、	附录，备注，常见问题及其他.....	25

****注意：

本教材仅适用于安捷伦工程师现场给用户讲解参考之用，内容为硬件和软件现场培训的一般要求，请根据用户的仪器配置及现场用户的需求，进行相应培训内容的增减。

安捷伦公司对本教材可能存在的错误及其后果不承担任何法律责任，我们适时推出新版本的培训教材，恕不另行通知。

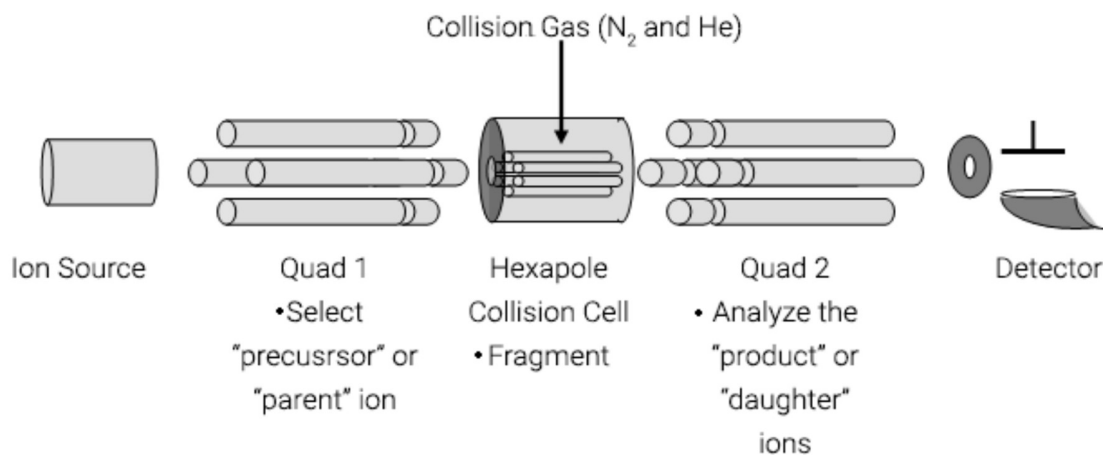
一、 培训目的

- 1、初步了解 Agilent 8890 气相色谱仪结构和 7000D 质谱仪的操作及工作原理。
- 2、正确地执行仪器的开机、关机；初步掌握仪器方法编辑、样品序列编辑及数据采集。

二、 三重四级杆工作原理

1、7000/7010 系列三重四极杆的简述

三重四极杆质谱仪由离子源和负责将离子转移到第一个四极杆的离子光学组件组成。当前 7000/7010 系列三重四极杆的示意图如下图所示。



在 GC 中分离后，将样品组分转移到产生离子的电离源。可用的电子轰击 (EI) 离子源包含双灯丝，可以根据性能单独调谐和选择使用。双灯丝设计使得一根灯丝需要更换或清洁时，用户仍可使用另一根灯丝继续运行。

样品电离后，排斥极会引导离子通过一组透镜并进入第一个四极杆分析仪，然后根据质荷比进行过滤。

通过第一个四极杆分析仪的离子被导入一个经过改进的碰撞池，然后在此碎裂。在 7000/7010 系列三重四极杆中，增加的后置过滤器可以聚焦离开第一个四极杆的离子束，从而保证离子的有效浓度。

碰撞池实际上是一个充有氮气和氦气组合气流的六极杆。创新的碰撞池设计具备轴向加速功能，可用于高速 MS/MS 分析。在碰撞池中使用氦作为淬灭气体可降低氦中性物质产生的噪音，并提高碎裂过程的效率。在碰撞池气流中添加氦可以为高质量离子提高稳定性，从而更好地控制碎裂过程，并减少数据中的中性噪声。

碰撞池中形成的碎片离子之后被送到预过滤器，然后到达第三个四极杆。与第一台分析仪上的后过滤器类似，预过滤器将离子束聚焦到四极杆中。第三个四极杆是第二个过滤阶段。

最后，使用高能探测器探测通过第三个四极杆的离子。借助三重轴高能打拿极(HED)，7000/7010 系列三重四极杆可实现更高的灵敏度。HED 采用离轴配置，将带电离子拉离中性点，从而通过涡轮泵消除中性点。分流式高效涡轮泵提供真空并有效地去除载气和非离子化材料，从而精确地定量产品。

通过 HED 后，电子倍增器检测器即对离子进行定量。探测器的增益归一化调谐可保证电子倍增器在整个使用寿命期间灵敏度一致。

2、离子源

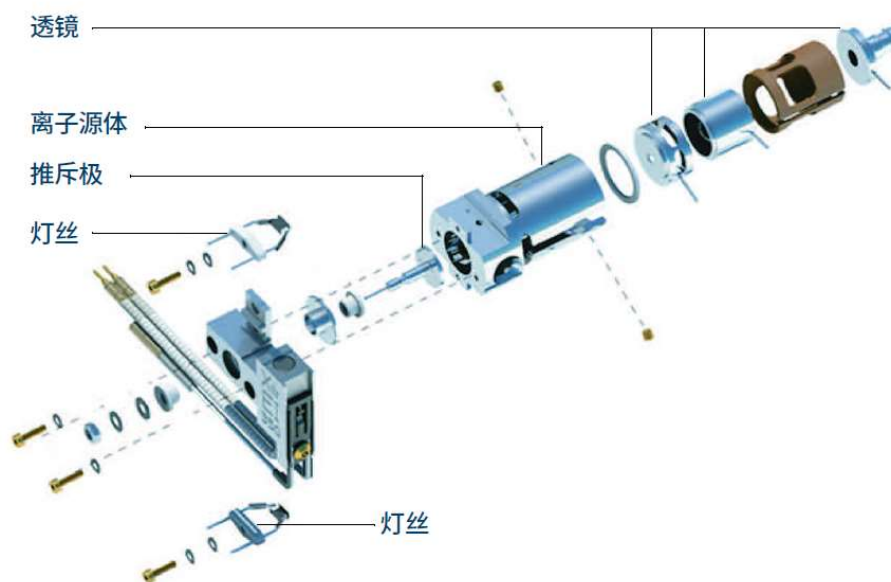
7000/7010 系列三重四极杆提供与单四极杆质谱仪相同的电离方法：电子轰击电离 (EI) 和化学电离 (CI)。

2.1 电子轰击电离 (EI)

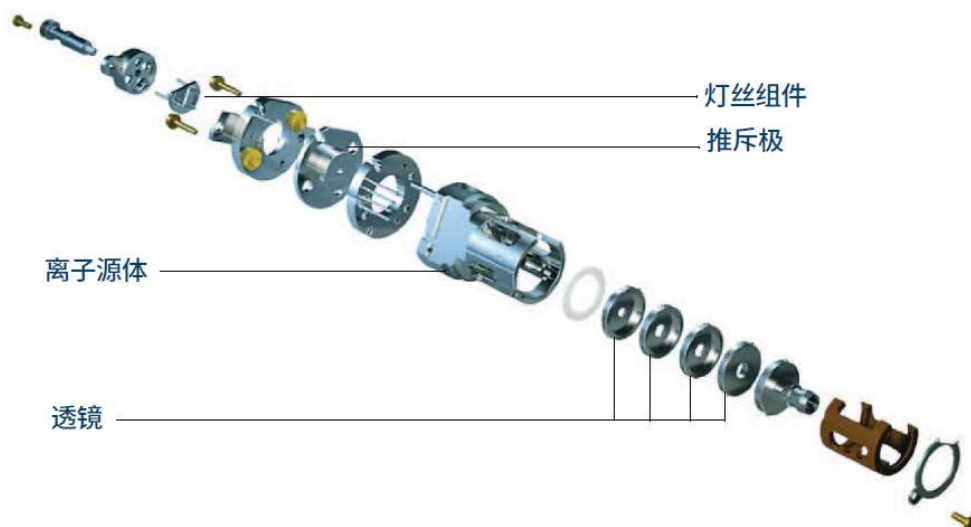
电子轰击是 7000/7010 系列三重四极杆的标准离子化模式。GC 色谱柱分离的样品组分通过 GC/MS 接口进入离子源。样品组分在电离室中电离。固定在离子源上的灯丝通过磁场引导将电子发射到电离室中。这些电子与样品分子相互作用，从而电离和碎裂分子。

结构图示如下

EI 拉出极离子源 (XTR)



EI 高灵敏度离子源 (HES)



2.2 化学电离离子源

7000/7010 三重四极杆可选配化学电离离子源。在化学电离中，电离室充满了大量反应气。来自灯丝的电子使高丰度的反应气分子发生电离，然后通过各种化学反应使样品分子电离。化学电离是一种“较软”的电离技术。它比 EI 产生的碎裂少，因此 CI 质谱通常显示高丰度的分子离子。因此，CI 通常用来确定样品化合物的分子量。与仅产生正离子的 EI 源不同，CI 离子源也可以产生负离子，因此可以分析在正离子模式下难以或完全无法分析的化合物。对于样品的子集，负极 CI 可以提供非常高的灵敏度。

可以通过下式了解反应机理。

正化学源电离 (PCI) -- 甲烷作为反应气

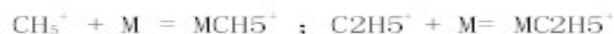
- 质子转移，样品分子得到一个质子 [M+1]



- 样品分子丢失一个质子 [M-1]

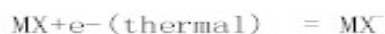


- 加和反应



负化学源电离 (NCI) -- 甲烷作为反应气

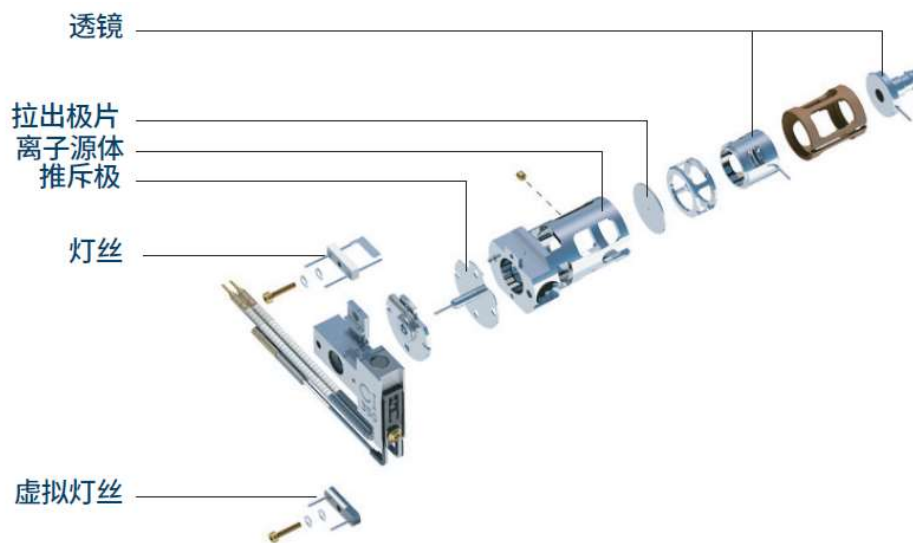
- 电子捕获反应



- 分离的电子捕获反应

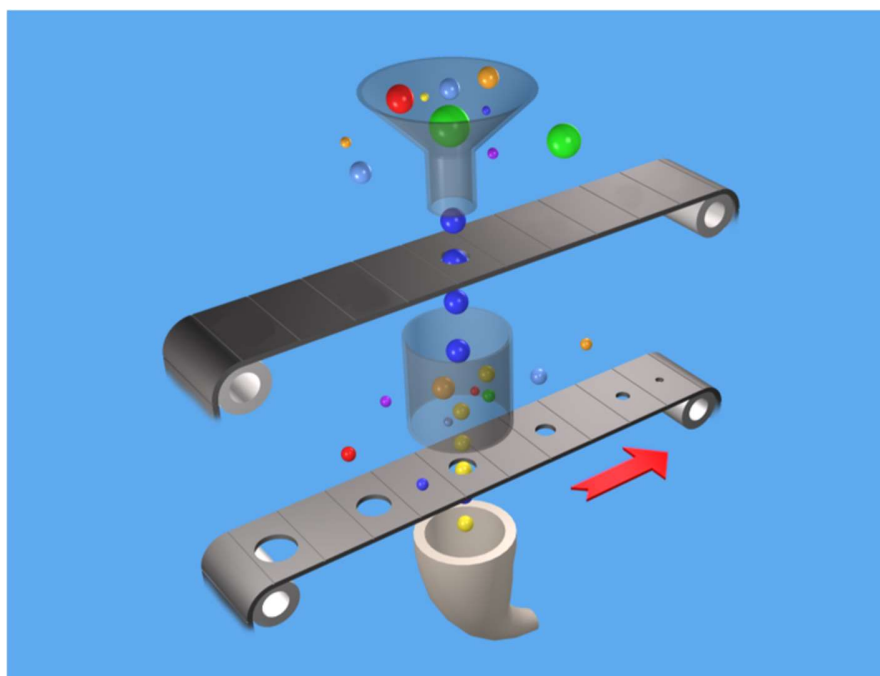


CI 离子源



3、四级杆

三重四极杆以多种方式提供 MS/MS 功能，其原理示意图如下：



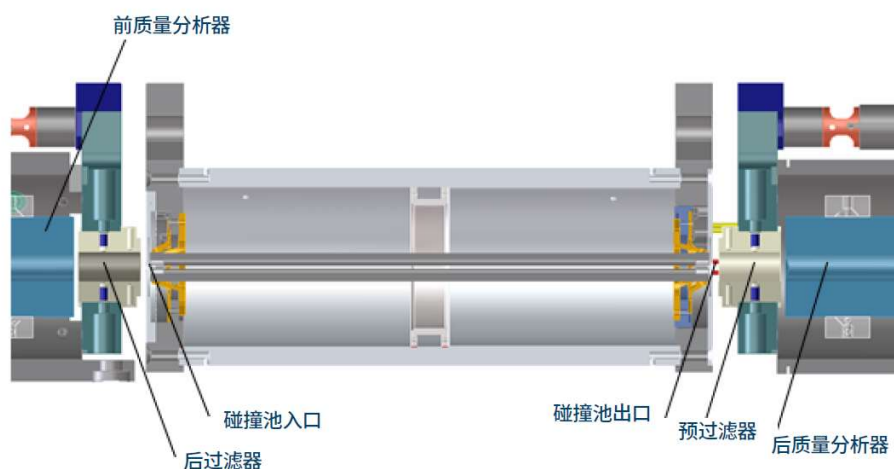
将四极杆质量分析仪表示为移动带，可以在带之间放置碰撞池以碎裂离子。可以固定第一个移动带以选择哪个前级离子可移动到碰撞池。可以使用不同类型的碰撞池。该池可以为另一四极杆、六极杆（如与 7000/7010 系列三重四极杆中所用的杆类似的六根杆）、八极杆（八根杆）或者甚至横波导轨。

无论使用何种几何形状，都需要使用惰性的非反应气体作为碰撞气体。此外，应用于碰撞池的电压必须不同于应用于四极杆的电压，以加速所有离子的运动，以便其碰撞能量足以导致发生碎裂。

在上图中的示例中，使用第一个四极杆选择了一个前级离子并送至碰撞池进行碎裂。然后碎片扫描通过第三个四极杆，产生产物离子扫描MS/MS。由于碎片离子是前级离子的碎片，所以它们代表前级分子的整体结构的一部分。它们由第三个四极杆按 m/z 比进行选择，选择方式与第一个四极杆选择前级离子时使用的方式相同。这样，三重四极杆可以提高选择性，从而能够准确地分析目标化合物。

4、碰撞池

碰撞池收集第一个四极杆质量过滤器选择的前级离子并对其进行碎裂。产生的产物离子被传输到第二个四极杆质量过滤器。在 7000/7010 系列三重四极杆中，碰撞池是高压六极杆组件，可在非常低的停留时间下，通过调整线性加速来优化MS/MS 碎裂。碰撞池示意图如下



碰撞池含有氮和氦。根据 Agilent 的研究，氦可以更好地控制碎裂过程，尤其是质量较高的离子。将其添加到氮气流中可以热化亚稳态而不让它们撞到检测器，从而降低中性噪声。然后通过真空泵除去氦气以及载气和未碎裂的样品离子。小直径的六极杆组件协助捕获碎裂的离子。

安捷伦使用六极杆的原因

六极杆的几何形状有两方面的优势：离子聚焦和离子传输。

- 第一个优势是离子聚焦。研究显示在提供离子聚焦方面，四极杆优于六极杆，六极杆优于八极杆。因此，在过滤器中较少数量的杆会改善离子聚焦。

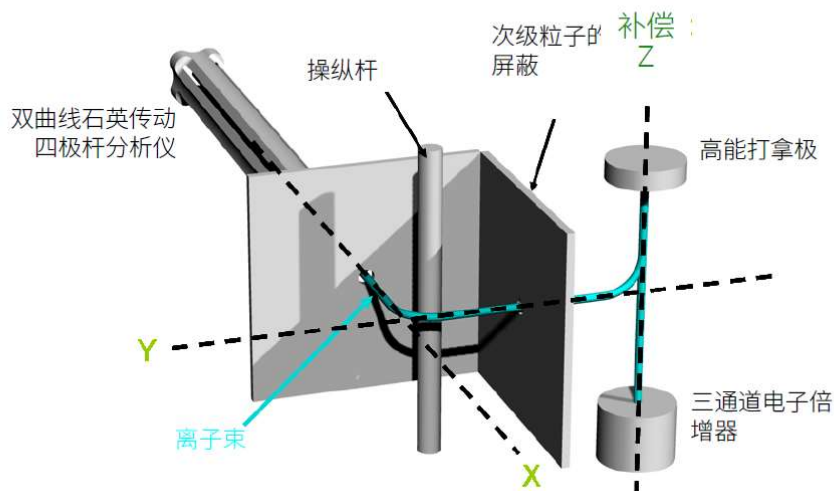
• 第二个优势与离子的宽质量范围（即 m/z 带宽）传输有关。在此情况下，八极杆优于六极杆，而六极杆优于四极杆。

在广泛建模、模拟和实验后选择了六极杆，原因是其在四极杆的聚焦和八极杆的离子传输之间提供了最佳的折中。

5、检测器

如下图所示的检测器组件是 Agilent 独有的。它是配有电子倍增器的高能打拿极。

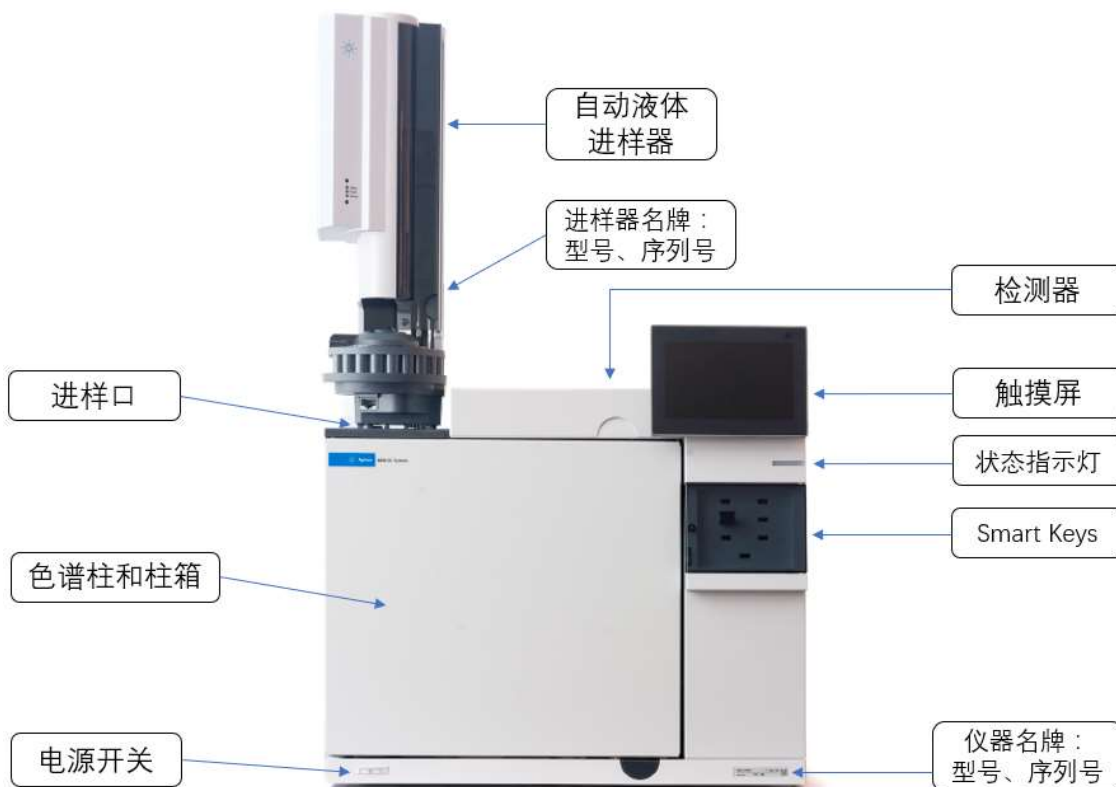
三轴检测器



高能打拿极位于后四极杆分析仪中心的轴外。这个位置可降低中性分子撞击检测器的可能性，同时可吸引高电压离子。离子束撞击打拿极时，离子会转换为电子，然后撞击倍增器。这些电子被带有更多正电荷的电子倍增器电极臂吸引。探测器的离轴设计使中性粒子能够通过并被真空系统消除，避免撞到探测器。倍增器只会受到电子的撞击，因此使用寿命很长。离子永远不会撞击到其表面上。增益归一化调谐可保证电子倍增器在整个使用寿命期间灵敏度一致。这也可以使 MS 之间、以及实验室间的结果更加一致。

三、硬件介绍

1. 了解 8890 GC 结构



正面视图



背面视图

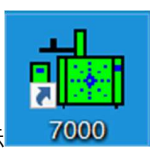
2. 了解 7000D 结构



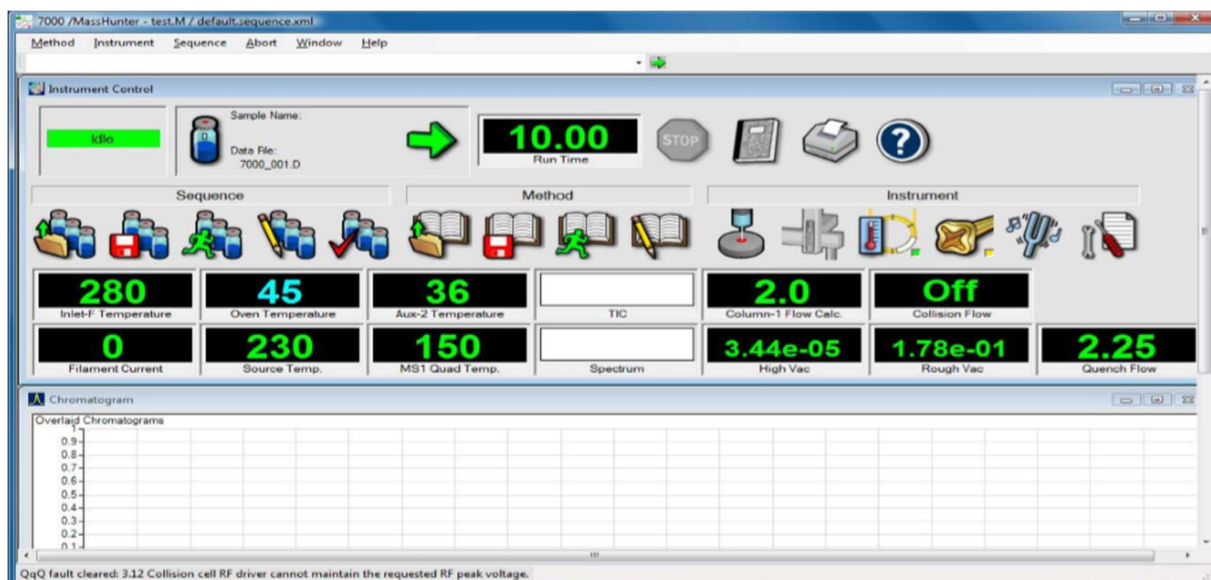
四、 软件基本操作

1、 开机步骤

- 1) 打开氦气钢瓶，输出压力设置到0.5Mpa，打开氮气钢瓶，输出压力设置到0.15Mpa
- 2) 确认柱子接好后，打开气相色谱电源，用手按住质谱前侧板（后段真空腔的螺丝一般是拧上的，所以抽真空时不用推紧）同时打开质谱电源，直至侧板被吸住。
- 3) 涡轮泵开始工作，等待大约 2 分钟，仪器自检完毕。



- 4) 在桌面上双击仪器控制图标，进入 Masshunter 数据采集工作站界面。



- 5) 开机后要注意观察真空泵运行状态，分子涡轮泵转速在10分钟内应该达到95%以上，否则，说明系统有大漏气，应检查侧板是否压正，放空阀是否拧紧，柱子是否接好。

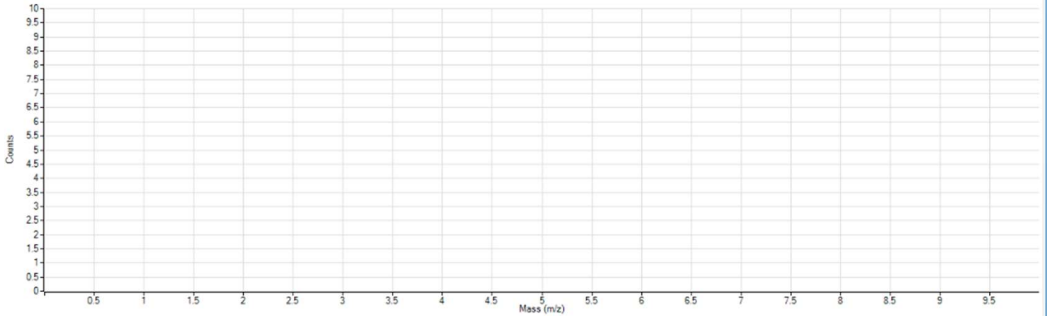
3、 调谐

调谐就是调整离子源和四极杆参数来达到理想的信号强度和分辨率。每个四极杆，MS1和MS2,分别调谐，当一个四极杆调谐的时候，另一个允许所有离子穿过。



在仪器控制面板中点击调谐图标，进入调谐窗口。根据仪器实际配置选择合适的调谐类型，然后点击“自动调谐”。调谐完成后，会自动保存调谐报告。

Triple Quadrupole MS Tune - ATUNES_F1_EI.eix.tune.xml



Files and Reports: **Autotune** | Advanced Autotune | Manual Tune | Vacuum Control

Autotune | Check Tune

Autotune Type

EI autotune

EI high sensitivity autotune

PCI autotune

NCI autotune

CI Reagent Gas

Autotune Options

Tune from default settings

Use custom autotune parameters

Print autotune report

Save tune file when done

Default filename

Current filename

Save as

Browse...

Autotune

Quick Tune

Abort Tune

4、真空控制和关机



点击图标，进入真空控制界面

Triple Quadrupole Vacuum Control - ATUNES_F1_EI.eix.tune.xml

	Speed %	Power (W)
Turbo 1	100.0	34.1
Rough Vac	1.11E+2	mTorr
High Vac	7.69E-5	Torr

Vent

Pumpdown

Bakeout...

Air and Water Check

Print air and water check report

Abort Air and Water Check

Vent：放真空，慢慢降低份子涡轮泵转速，并降低离子源的温度。以便更换色谱柱或者拆装离子源。
 Pump down：抽真空，如果没有关机，点击就可以再次开始抽真空。

关机：开始放空后，系统自动调用vent method将气相加热模块降温，待温度降到100度以下就可以关闭气相和质谱电源，最后关闭气源。

注意：如果使用氢气作为载气，请参阅《氢气安全手册》。

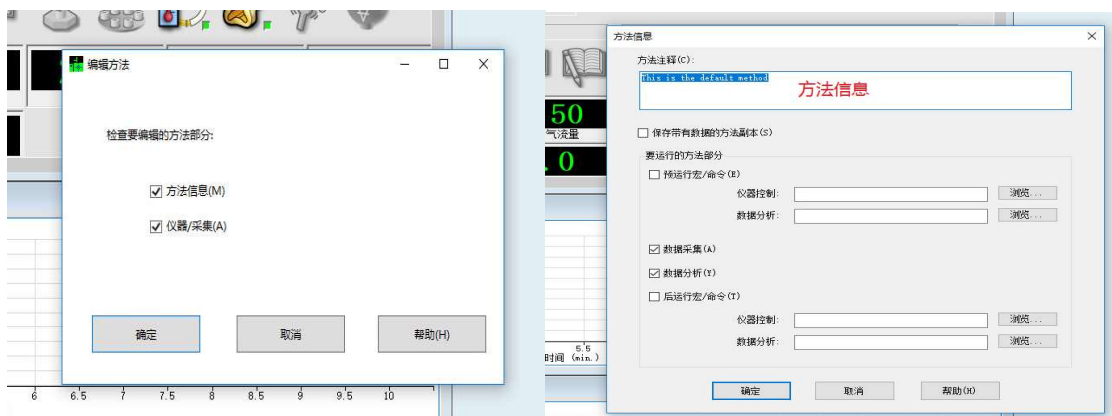
五、 创建方法

编辑仪器方法

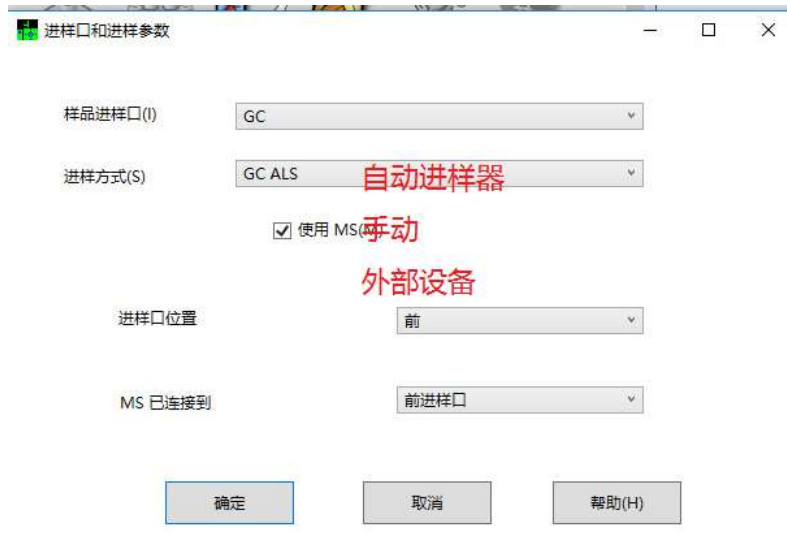
- 1) 在方法下拉菜单中调用default.m方法。
- 2) 在方法下拉菜单中点击编辑完整方法，



- 3) 编辑方法信息



- 4) 选择进样方式



5) 设置 GC 色谱柱及载气类型。

8890 GC 连接
帮助和信息
浏览器界面

ALS
前进样器
样品盘 / 其他

色谱柱	校准状态	进样口	出口	加热器
1 Agilent 19091S-431UI: <未列出库存> HP-Sms Ultra Inert -60 °C—325 °C (350 °C): 15 m x 250 µm x 0.25 µm	未校准	前进样口	进样池辅助	柱箱
2 Agilent 19091S-431UI: <未列出库存> HP-Sms Ultra Inert -60 °C—325 °C (350 °C): 15 m x 250 µm x 0.25 µm	未校准	进样池辅助	MSD	柱箱
3 Agilent 19091S-431UI: <未列出库存> DB-1ms -60 °C—340 °C (360 °C): 30 m x 320 µm x 0.25 µm	未校准	后进样口	前检测器	柱箱
4 未安装色谱柱	未校准	未指定	其他	柱箱
5 未安装色谱柱	未校准	未指定	其他	柱箱
6 未安装色谱柱	未校准	未指定	其他	柱箱

配置
其他
色谱柱 点击色谱柱

8890 GC 连接
帮助和信息
浏览器界面

ALS
前进样器
样品盘 / 其他

进样口
SSL - 前
SSL - 后

色谱柱
柱箱
检测器
辅助加热器
事件
信号

GC 性能
FID - 前
检测器评估

配置
其他
色谱柱 点击模块

模块
ALS

8890 GC 连接
SS 进样口 He
后进样口
SS 进样口 He
进样池/辅助
淬灭气 He
载气 N2
辅助气 He
前检测器
FID
尾吹气 N2
使用 GC 面板键设置点火补偿值。
PSD 1
He

根据实际使用配置气体类型

6) 设置GC 自动进样器参数

3890 GC 链接
[帮助和信息](#)
[浏览器界面](#)

- ALS
 - 前**进样器** 点击进样器
 - 样品盘 / 其他
- 进样口
 - SSL - 前
 - SSL - 后
- 色谱柱
- 柱箱
- 检测器
- 辅助加热器
- 事件
- 信号
- GC 性能
 - FID - 前
 - 检测器评估
- 配置
 - 其他
 - 色谱柱
 - 模块
 - ALS
- 反吹
 - 摘要
 - 后运行 - 前
 - 就绪状态
 - GC 计算器

前进样器

进样
 进样针规格: 10 μ L
 进样量: 1 μ L 进样量

驻留时间
 进样前: 0 min
 进样后: 0 min

采样深度
 启用 0 mm

清洗和抽吸

	进样前	进样后	体积 (μ L)
溶剂 A 清洗:	0	0	最大值 (8)
溶剂 B 清洗:	0	0	最大值 (8)
样品清洗次数:	3		最大值 (8)
样品抽吸次数:	6		

推针速度 (快速)
 快速 慢速 自定义

	抽取	排出
溶剂清洗:	300 μ L/min	3000 μ L/min
样品清洗:	300 μ L/min	3000 μ L/min
进样:		6000 μ L/min

粘度延迟: 0 秒

洗针参数

7) 进样口设定

8890 GC 链接
[帮助和信息](#)
[浏览器界面](#)

- ALS
 - 前**进样器**
 - 样品盘 / 其他
 - 进样口
 - SSL - **前** 点击进样口
 - SSL - 后
 - 色谱柱
 - 柱箱
 - 检测器
 - 辅助加热器
 - 事件
 - 信号
- GC 性能
 - FID - 前
 - 检测器评估
- 配置
 - 其他
 - 色谱柱
 - 模块
 - ALS
- 反吹
 - 摘要
 - 后运行 - 前
 - 就绪状态
 - GC 计算器

分流-不分流进样口

	实际值	设定值
<input checked="" type="checkbox"/> 加热器:	250 $^{\circ}$ C	250 $^{\circ}$ C
<input checked="" type="checkbox"/> 隔垫吹扫流量:	11.239 psi	11.904 psi
总流量:	24 mL/min	64 mL/min
<input checked="" type="checkbox"/> 隔垫吹扫流量:	3 mL/min	3 mL/min
隔垫吹扫流量模式:	标准	
<input type="checkbox"/> 预运行流量测试		
失败时的操作:	继续	

进样模式 (脉冲不分流)

进样脉冲压力: 25 psi 选择进样模式 时间: 0.75 min

到分流出口的吹扫流量: 60 mL/min 吹扫时间: 1 min

载气节省 (开启)

开启 20 mL/min 开始等待时间: 3 min 载气节省

8) 载气流量设置

色谱柱

控制模式

开启

实际值	设定值
流量: 0.9999 mL/min	1 mL/min
压力: 11.24 psi	11,904 psi
平均线速度: 24.653 cm/sec	(初始值) 24.653 cm/sec
保持时间: 1.0141 min	He @ 75 °C 柱箱 出柱: 5,9083 psi 15 m x 250 μm x 0.25 μm

柱流速控制模式

更改色谱柱... 校准色谱柱...

9) 柱箱升温设定

柱箱

柱箱温度开启 温控开关 75 °C

平衡时间: 0.75 min

最高柱箱温度: 325 °C

覆盖色谱柱最大值: 350 °C

速率 °C/min	值 °C	保持时间 min	运行时间 min
(初始值)	75	0.5	0.5
梯度 1	190	0	6.25

后运行: 50 °C

后运行时间: 0 min

后运行温度及时间

10) 辅助加热器 (质谱传输线) 温度设定

MSD 传输线温度

实际值

开启

250 °C

250 °C

点击辅助加热区

11) 色谱信号设定

编辑 GC 参数

双通道	信号源	数据采集频率/最小峰宽	归零	保存
前	#1: 前部信号 (FID)	20 Hz / 0.01 min	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
后	#2: 后部信号 (TCD)	500 Hz / 0.0004 min	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
后	#3: 无	50 Hz / 0.004 min	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
后	#4: 无	50 Hz / 0.004 min	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

信号事件表

删除事件	信号源	时间 (min)	信号事件
+			

12) 忽略就绪信息

帮助和信息
浏览器界面

- ALS
 - 前进样器
 - 样品盘 / 其他
- 进样口
 - SSL - 前
 - SSL - 后
- 色谱柱
- 柱箱
- 检测器
- 辅助加热器
- 事件
- 信号
- GC 性能
 - FID - 前
 - 检测器评估
- 配置
 - 其他
 - 色谱柱
 - 模块
 - ALS
- 反吹
 - 摘要
 - 后运行 - 前

就绪状态 **点击就绪状态**

排除影响 GC 就绪状态的组件

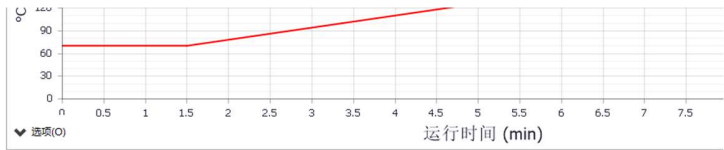
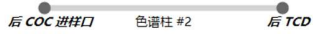
仅选中的组件会影响 GC 的就绪状态

- 柱箱
- 前进样口 (SS 进样口)
- 后进样口 (SS 进样口)
- 碰撞池 EPC
- 前检测器 (FID)
- PSD 1

仪器忽略未勾选项未就绪信息

13) 计算器工具

后进样口 流程



选择...

- ALS
 - 前进样器
 - 后进样器
 - 样品盘 / 其他
- 阀
- 进样口
 - SSL - 前
 - COC - 后
 - 色谱柱
 - 柱箱
- 检测器
 - FID - 前
 - TCD - 后
 - 辅助加热器
- 事件
- 信号
- 配置
- 其他
 - 色谱柱
 - 模块
 - ALS
 - 反吹
 - 计数器
 - 就绪状态
 - GC 计算器**

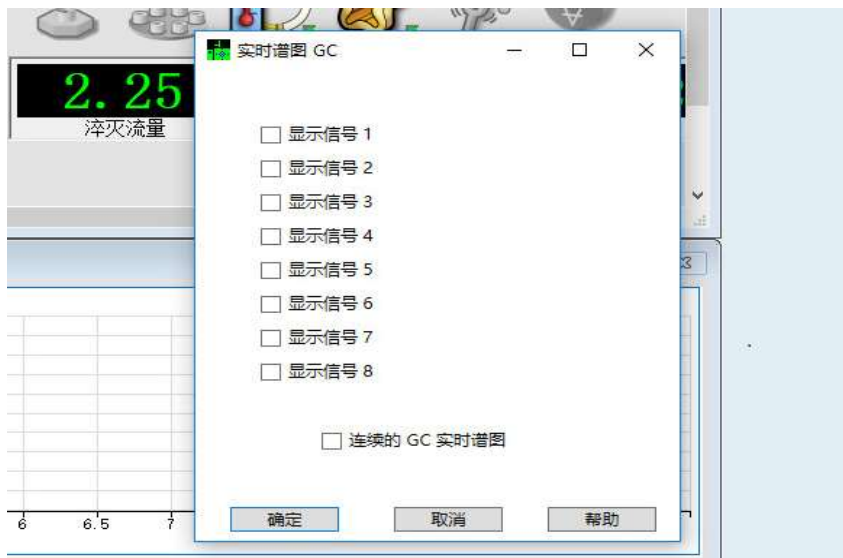
使用来自以下仪器的方法设置值初始化计算器:

进样口 1

进样口 2

缺省信息

14) 在线信号选择 (没有气相检测器就不用选择)



15) 设置质谱采集参数



采集参数介绍：

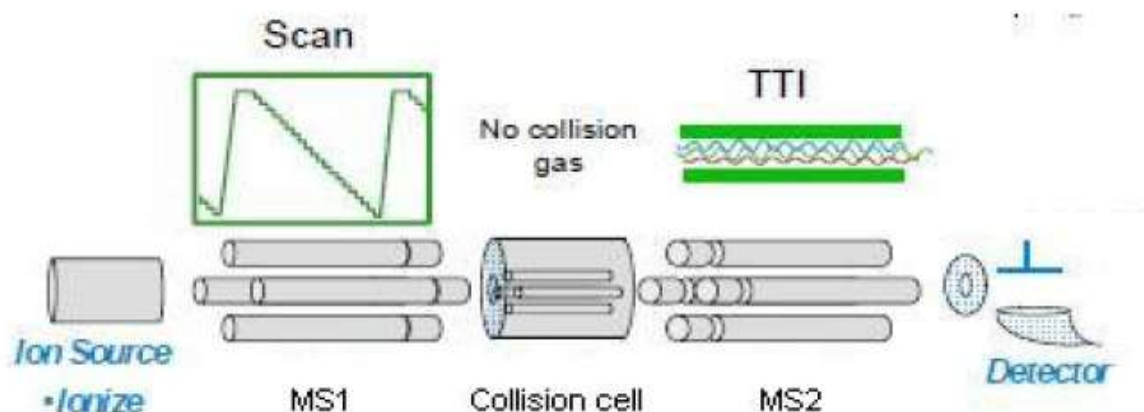
- 溶剂延迟 - 这是来自色谱柱的溶剂峰洗脱的预期时间。此设置指定打开灯丝电压要等待的时间。在溶剂前端正在洗脱时将电压发送到灯丝可能会导致保险丝烧毁，缩短电子倍增器的使用寿命。
- EMV 模式 - 指定是将电子倍增器电压指定为增益因子、绝对电压还是相对于调谐电压的电压。
- MS 离子源温度
- 时间 - 这是时间段开始的时间。时间段开始时，其采集参数将变为活动状态，代替了上一组时间段采集参数。当下一个时间段开始时，或在数据采集运行时间结束时，在时间段中使用的参数将结束。
- 起始质量 - 这是要采集数据的最低 m/z 。不会扫描低于此设置的质量范围。
- 终止质量 - 这是要采集数据的最高 m/z 。不会扫描高于此设置的质量范围。
- 阈值 - 指定要作为一个数值保存在质谱中的质量丰度对的最小丰度。阈值越低，存储的质量峰就越多。
- 扫描速度 - 由循环时间和质量范围决定。可用的扫描速度的范围是从采样率为 0 的最大速度到随着采样率增加 1 而下降一半的速度。采样率越高，绘制的峰上的数据点就越少，灵敏度就越高。
- 频率 - 指定扫描次数/秒，是扫描速度的估计值。产生频率读数为 1 次扫描/秒的扫描速度是获得高质量数据的最小值。
- 循环时间 - 循环时间是以 0.1 m/z 典型步长扫描离子扫描范围所需的时间。它还包含重置四极杆以开始下次扫描的时间。对于采样率 0，扫描每个增量 m/z 值所需的时间为 40 μs 。采样率 1 时，为 80 μs ，采样率 2 时，为 160 μs ，以此类推。质量范围乘以每 m/z 的步数以及每一步的采样时间将得到扫描时间。循环时间包含更改四极杆设置的重置时间到扫描时间。每循环一次，就会收集一个峰的一个数据点。
- 步长 - 这是扫描之间的增量值。MSD 的典型值为 0.1 m/z 。
- m/z - 要为选定的时间段采集的离子。
- 驻留时间 - 检测器对这些离子计数的时间长度。

碰撞能量-

常用采集模式介绍：

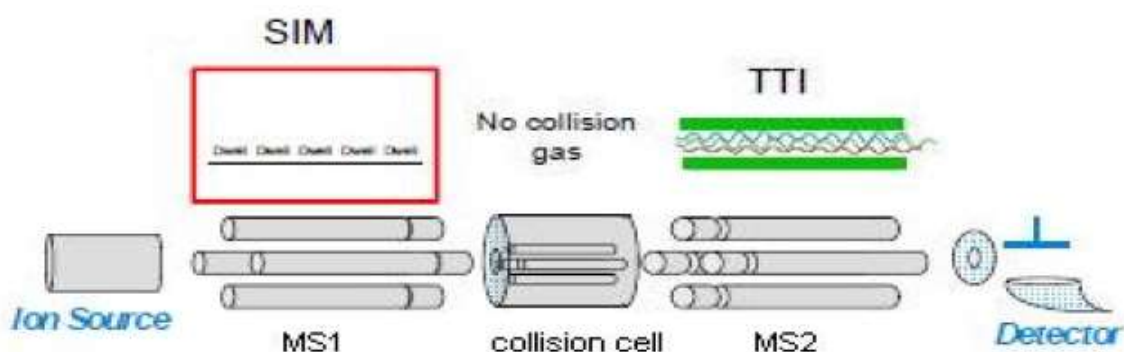
A、MS1 扫描

特点是，检测碎片信息多，定性准确，但是灵敏度低，易受干扰。



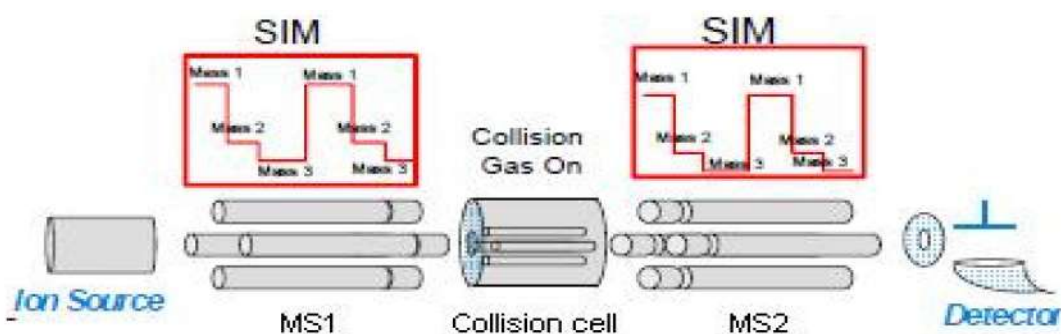
B、MS1 SIM (选择离子检测)

选择离子检测可以有效去除基质干扰，可获得较高灵敏度，但是定性准确性不如全扫描模式。



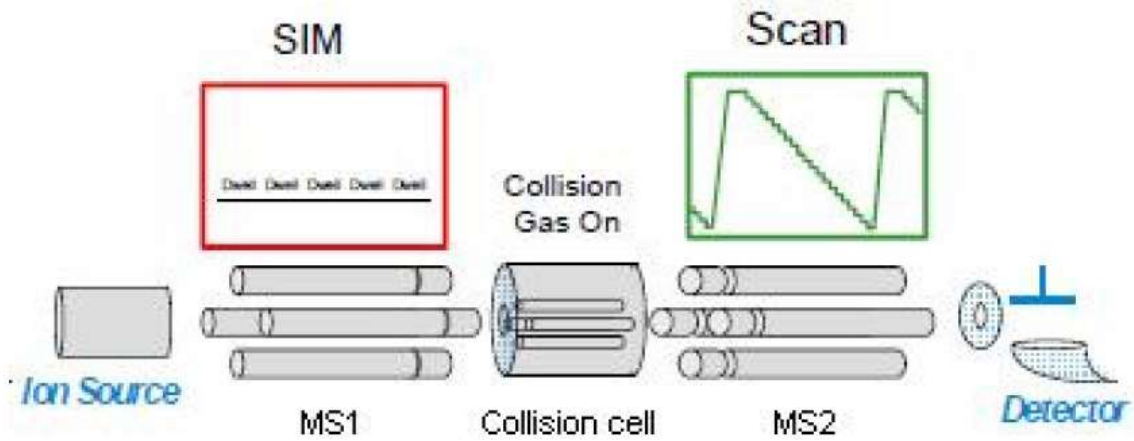
C、MRM (多重反应监测)

MS1 选择母离子，在碰撞池中产生碎片离子，MS2 监测该母离子的特征碎片离子，MRM 模式对于复杂基质样品来说选择性好，灵敏度高。



D、产物离子 (子离子扫描)

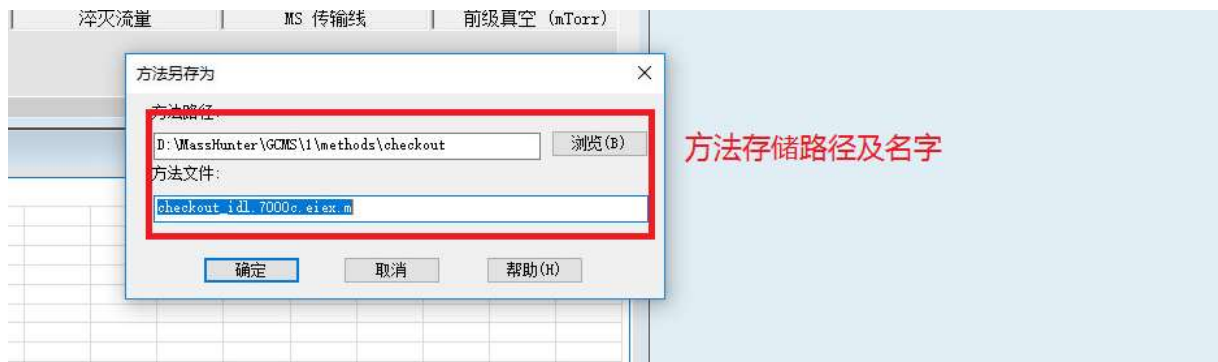
MS1 选择母离子，在碰撞池中产生碎片离子，在 MS2 中分析该母离子产生的碎片离子。



16) 选择参数监控窗口



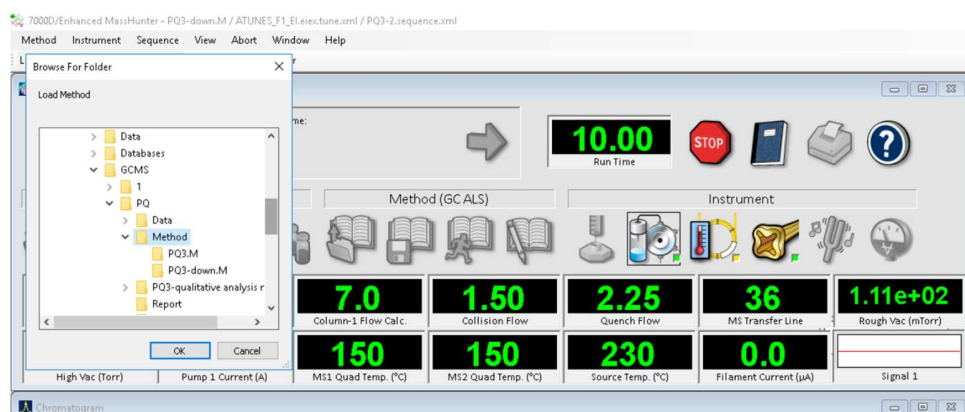
17) 选择路径并保存方法



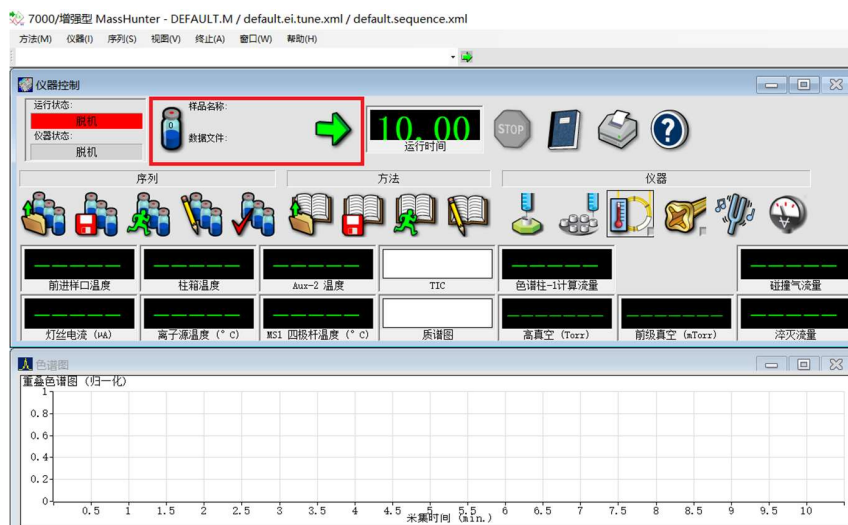
六、 运行样品

1、 运行方法

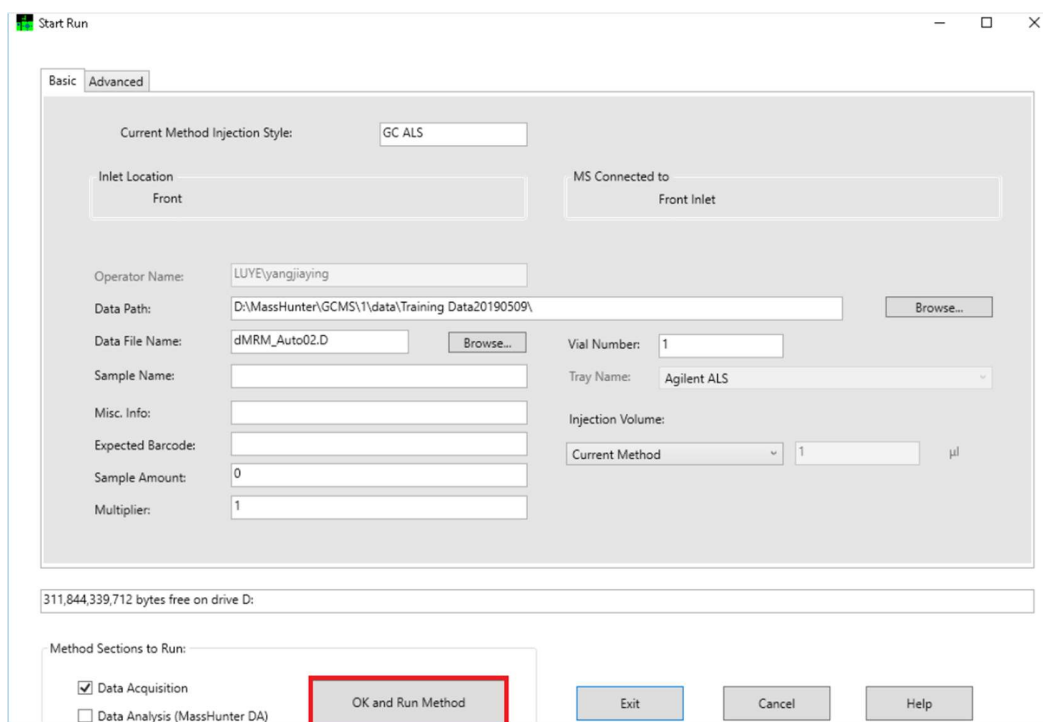
调用编辑好的方法



点击绿色箭头图标或者运行图标

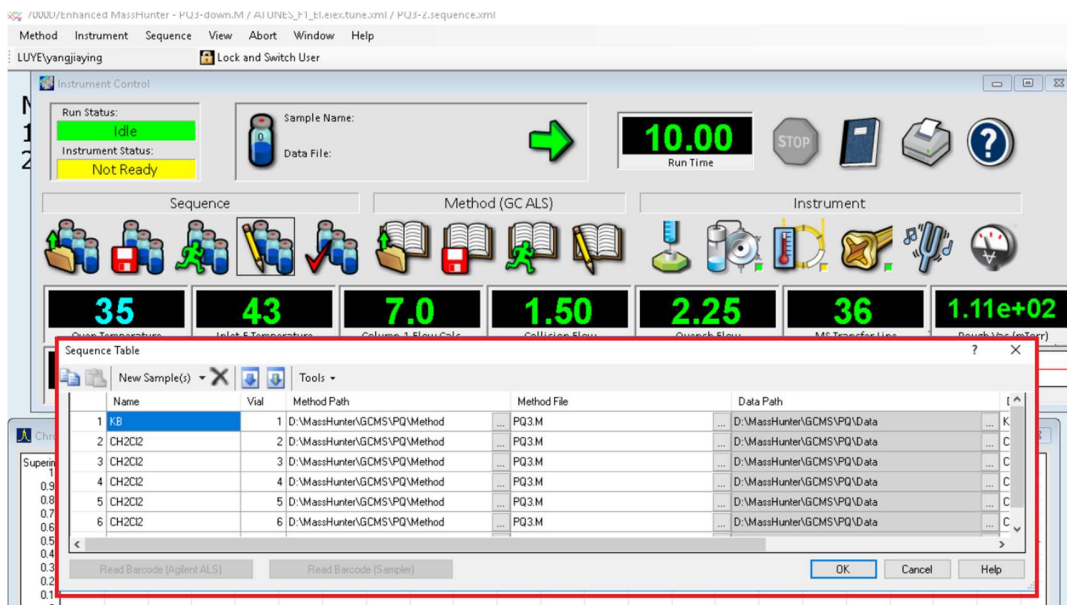



进入样品编辑窗口



2、运行序列

调用 default.sequence.xml 序列，并编辑



编辑好序列后，保存并运行。或点击  图标运行。

附录：仪器控制窗口及快捷键介绍



Sequence					Method			
								
调用 序列	保存 序列	运行 序列	编辑 序列	模拟运 行序列	调用 方法	保存 方法	运行 方法	编辑完 整方法

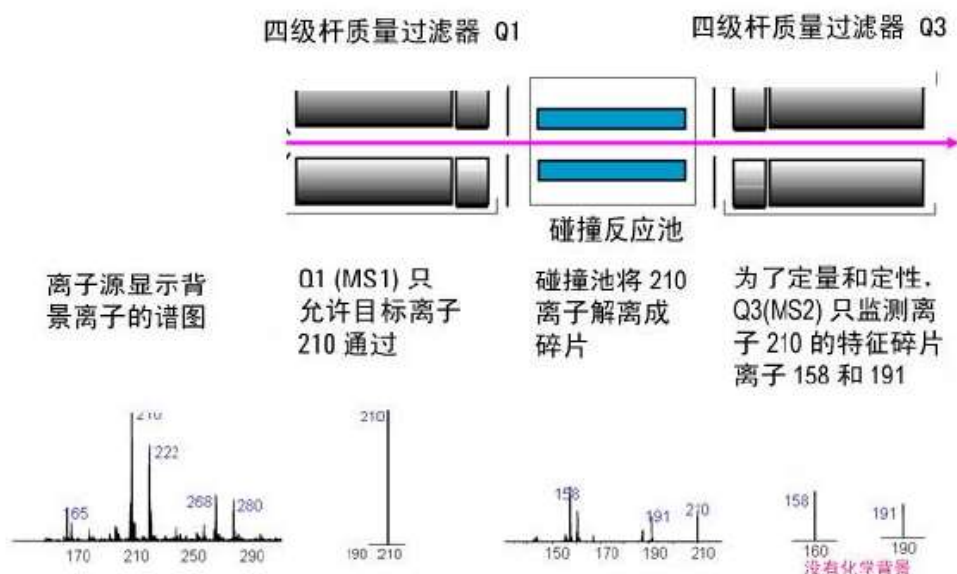
Instrument				
				
选择进 样来源	编辑气相 色谱参数	编辑质 谱参数	调谐	真空控制

七、附录，备注，常见问题及其他

MRM 方法开发概述

1、多重反应监测（MRM）的详细过程

在 QQQ 的应用中以 MRM 方式为最多。下面重点举例说明 MRM 的过程：



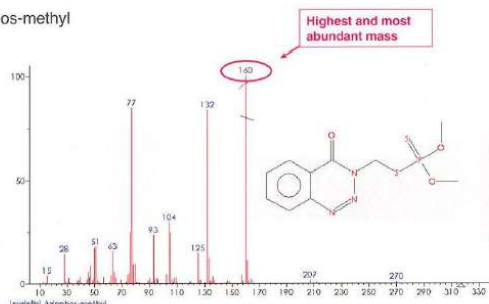
最左端的质谱图表示在离子源产生的所有离子碎片。然后第一级四级杆质量过滤器选择质荷比是 210 的母离子（该离子是丰度高的特征离子）。

210 母离子在碰撞池在碰撞能作用下发生碰撞解离。产生子离子质谱图。

特征子离子通过第二级四极杆。选择这些子离子来定量和定性。使用两极四极杆过滤可除去许多化学背景。因为出现与二级碎片子离子完全相同的干扰很少，所以 MRM 方法的灵敏度很高。

2、MRM 方法的开发过程

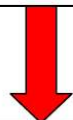
Azinphos-methyl



步骤 1

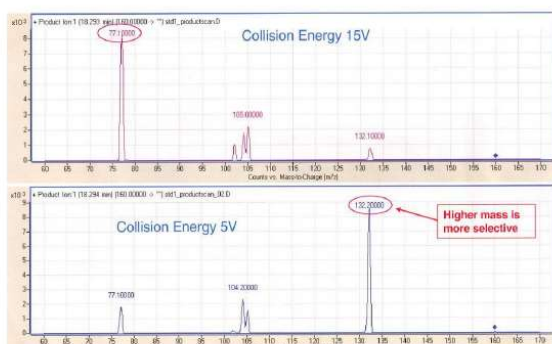
运行一个 MS1Scan 全扫描方法，根据所得化合物的全扫描谱图。确定母离子的 M/Z 值。

母离子一般选丰度高，质量数高的特征离子。



步骤 2

根据所选化合物的母离子编辑一个子离子扫描方法。打开碰撞气，Ramp 碰撞池能量，高 CE 易产生小碎片离子少，低 CE 易产生大碎片离子或母离子。记录所有不同 CE 值的子离子扫描图。选择丰度高的特征子离子作为 MRM 方法的子离子。（一般一个母离子对应两个子离子）



步骤 3

输入母离子和子离子对，设定不同碰撞池电压的运行序列。确定每个子离子的最佳碰撞能量。

建立 MRM 方法。

离子源参数通常保持不变。

- 使用优化的碰撞能量。
- 为了更好的准确辨认化合物，如果可能的话，设定两个子离子。
- 优化色谱分离。
- 确定时间片断和驻留时间。
- 采集校准和建立定量分析方法。

