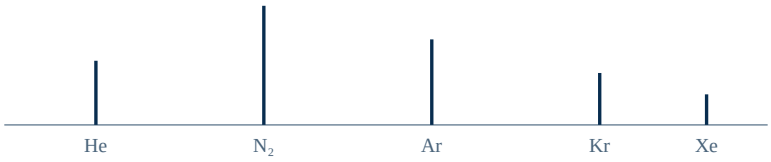
POPULAR SCIENCE · RGA · VACUUM METROLOGY

RGA 五组分混合气定量方法研究

——科普版：给真空系统的“眼睛”配一把可信的秤



很多真空设备上都装着一台 RGA（残余气体分析仪）。它能告诉操作者“腔体里有哪种气体”，屏幕上也常常直接显示出分压、ppm 这样的含量数字。

这篇文章用尽量通俗的方式，介绍我们做的一项研究：**这些含量数字怎样才能变得可信。** 全文只讲原理、思路和意义，实验细节与具体数据不在此展开。

一、会“认字”，不等于会“数数”

RGA 的工作原理可以打一个比方：它把气体分子“打碎”，按碎片的轻重排队，得到一张谱图。不同气体有不同的谱图形状，就像不同的人有不同的指纹——所以 RGA 很擅长回答“这是谁”。

但从“是谁”到“有多少”，中间还隔着一步换算：信号强度要乘上一个系数，才能变成含量。这个系数叫相对灵敏度因子，可以把它理解成**秤的刻度**。

问题就出在这里：一台没有校准过的秤，数字再漂亮也只是数字。RGA 屏幕上常见的含量读数，很多是用一张通用的系数表换算出来的，而这张表并不是针对您这台仪器实测的。

二、我们做的事：用“标准砝码”检验这台秤

我们的研究思路很朴素。

先准备一瓶五种气体的混合气，各种气体的比例是事先准确配好、可以溯源的。再让它通过标准漏孔，以稳定、已知的速率漏进真空腔——标准漏孔相当于真空世界里的“标准砝码”。

然后让一台实际在用的 RGA 去测这股气体：**进去多少，我们知道；读出多少，仪器说了算。** 两者对照，这台仪器自己的真实换算系数就能求出来。

在此基础上，我们还做了两类对照：一类模拟产线上的日常操作，比如开关漏孔、重启灯丝，看读数受多大影响；另一类只改变气体的进气位置，其他条件一概不动，看安装方式的影响有多大。

三、三个定性结论

01 **第一，通用系数表不能当刻度用。** 实测发现，仪器真实的换算系数与通用表值存在明显偏差，而且不同气体的偏差方向并不一致——有的偏大、有的偏小。这意味着不存在“统一打个折”的简便补救，可信的含量只能来自本机实测。

02 **第二，日常操作带来的变化相对有限。** 开关漏孔、重启灯丝这类操作确实会让读数波动，需要定期复校来跟踪，但它们不是最大的误差来源。

03 **第三，安装位置的影响比大多数人想象的大。** 只改变进气位置，读数就出现明显变化，幅度远超过日常操作的影响。原因并不深奥：仪器测的是“探头所在位置的气体状态”，就像测风速，站在出风口和站在背风角落，结果自然不同。所以定量测量有一条先后顺序：**先固定安装方式，再做本机校准，再定期复校。**

四、这件事对半导体工艺有什么意义

RGA 是半导体真空工艺里最常见的“眼睛”。让它报数可信，带来的不只是读数好看，而是工艺改进方式的变化。

报警阈值可以带走。 现在普遍的做法是“只看相对变化”，报警阈值依赖长期积累的经验，而这经验绑死在“这台机、这个腔、这种接法”上，换机台就要重新摸索。读数定量之后，阈值才能从一台机移植到另一台机。

机台之间才真正可比。 同型号几台设备做同一道工艺，哪台的水汽更少、哪台的泄漏更大？只有用同一把尺子量，差异才归因得清楚，工艺问题才不会和仪器差异混在一起。

工艺窗口可以写成设计值。 工艺改进的方向，是从“调一调看效果”走向“按物理量设计”。真空环境只有定量之后，才能写进设计规则，而不是留在个别工程师的直觉里。

新设备爬坡可以更快。 经验会随设备换代折旧，数据却可以随设备换代积累。老机台上验证过的工艺窗口，可以成为新机台的起点，而不是每次从零开始。对正在快速提升中的国产设备与工艺团队，这是把“老师傅依赖”变成“体系能力”的一条实际路径。

五、现场可以先做的几件小事

不添设备，也能先改善：

- 把探头和进气的安装方式写进作业文件，比对测量时保持接法一致；
- 分清“看趋势”和“报含量”两种用法，没有本机校准的读数只用于看趋势；
- 关注本底和检测限的测量条件，不孤立地看一个检测限数字；
- 有条件时用标准漏孔做本机校准，并安排定期复校。

结语

RGA 不缺精度潜力，缺的是一个可信的“锚”。这个锚其实并不新鲜——标准漏孔在检漏仪校准里已经用了几十年。这项研究做的，是把这个锚接到 RGA 的定量链条上，并且提醒每一位使用者：接锚之前，先把探头“站在哪里”定下来。

对半导体工艺来说，这是一件方向性的事：**让真空从“经验变量”，变成可设计、可复现、可移植的定量变量**。

说明：本文为同名技术研究的科普版，仅介绍原理、思路与意义，不含实验方法与数据内容。

利益声明：作者所在单位上海睿米仪器仪表有限公司（RealMeter Instruments）为标准漏孔及相关产品的研制与市场参与方。

REALMETER

CALIBRATED LEAK STANDARDS • RGA QUANTIFICATION