

# GC2010气相色谱虚拟仿真教学探索

汪松美, 许 晖, 赵如金, 许小红

江苏大学环安学院, 江苏 镇江

收稿日期: 2023年12月25日; 录用日期: 2024年1月23日; 发布日期: 2024年1月30日

## 摘 要

气相色谱具有选择性高, 灵敏度高, 分离能效高, 分析速度快, 应用范围广(三高一快一广)的特点, 是大型仪器分析中经常用的分析手段之一。为了解决常规教学中设备数量、场地、资金的不足, 探索虚拟仿真教学方式, 通过声音、图像、场景等帮助学生更直观地学习气相色谱, 期望改进传统教学方式。能改进教学效果, 全面提高学生的综合能力。

## 关键词

气相色谱, 虚拟仿真

# Exploration of Virtual Simulation Teaching for Gas Chromatography in GC2010

Songmei Wang, Hui Xu, Rujin Zhao, Xiaohong Xu

School of Environmental Safety, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu

Received: Dec. 25<sup>th</sup>, 2023; accepted: Jan. 23<sup>rd</sup>, 2024; published: Jan. 30<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

Gas chromatography has the characteristics of high selectivity, high sensitivity, high separation efficiency, fast analysis speed, and wide application range (three highs, one fast, one wide). It is one of the commonly used analytical methods in large-scale instrument analysis. In order to address the shortage of equipment, venue, and funding in conventional teaching, we explore virtual simulation teaching methods to help students learn gas chromatography more intuitively through sound, images, scenes, and other means. We hope to improve traditional teaching methods which can improve teaching effectiveness and comprehensively enhance students' comprehensive abilities.

## Keywords

### Gas Chromatography, Virtual Simulation

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

气相色谱是我院环设专业本科《环境分析与检测实验》、环境工程本科《现代环境分析技术》、环境、安全硕博研究生《环境安全检测与分析实验》、硕士留学生《Experiments of environmental safety testing and analysis》、博士留学生《Modern Instrument Analysis Experiment》，课程中的一个实验项目。仪器分析技术中，气相色谱占有很重要的地位。

气相色谱分析特点是选择性高，灵敏度高，分离效率高，分析速度快，应用范围广(三高一快一广)。

检测范围主要是低沸点、易挥发、热稳定性好的各种有机化合物，一般沸点在 500℃ 以下，且操作条件下热稳定性良好的物质，原则上是可以检测的，但沸点低于 300℃ 检测效果更好。

气相色谱具有定性、定量的功能，作为分析工具得到广泛认可和应用。作为一个实验项目，需要学生了解样品的预处理、仪器结构、工作原理、操作步骤、数据采集、结果分析、简单的故障分析和日常维护。这样学生通过气相色谱的全面学习，能够掌握一个实验技能。能够培养学生分析环境问题、解决环境问题的能力。

这些年逐渐兴起一种新的多媒体仿真技术，多媒体仿真技术包含一种虚拟现实技术，该技术可以开发类似于三维的虚拟娱乐环境或者开发一些虚拟的实验课件。用声音、图片和场景等构建一个系统模型，由仿真实验产生的一些数据信息形成能够感受的景象。一些多媒体手段声音、动画、图片、影像等被充分应用到多媒体仿真技术，让人仿佛进入一个真实的场景，使人沉浸其中。虚拟仿真技术表达的模型信息，充分结合人们的视觉和听觉等，表现为直观信息被大家接收。人们的视觉、听觉空间接收到抽象的场景和图像[1]。

## 2. GC2010 气相色谱实验教学中存在的问题

### (一) 实验与理论脱节

这台仪器是日本岛津的 GC-2010 气相色谱仪。先介绍原理，再介绍结构。

气相色谱的基本原理：利用待分离的各组分在固定相和流动相之间具有不同分配系数，当两相做相对运动时，这些待测组分在两相中反复进行几次分配，从而使各组分得到分离的过程。气相色谱适合做沸点低于 300 度的有机化合物，不能做水溶液。当化合物的沸点高于 300 度时，可以用衍生化方法进行衍生化，则可以进行检测。比如糖类化合物，可以用衍生化方法。如果样品是水溶液，则需要大量有机溶剂萃取，浓缩，定容，之后检测。

气相色谱的检测器有许多种，FID，ECD，TCD，FPD，质谱等等。这台仪器有三个检测器，FID，ECD，TCD。今天我们用的检测器是 FID，这个检测器需要三种气体，氮气作为载气，高纯空气和氢气作为燃烧气体。氢火焰离子化检测器(FID)的工作原理是含碳有机物在氢火焰中燃烧时，得到色谱信号。是气相色谱中最常用的一种检测器。FID 是用于有机物分析的质量型检测器，它的灵敏度高、线性范围

宽，易于掌握，应用范围广，特别适用于毛细管色谱使用。

ECD 检测器适合有机卤素化合物，含 Cl, Br 的有机农药等，检测线达到几十 ppt，气体只需要氮气。

TCD 检测器适合检测 CO, CO<sub>2</sub> 等气体，检测浓度大，这里就不介绍了。样品从自动进样器进入进样口，进样口有很高的温度，液体瞬间气化，进入毛细管柱子，样品在柱子里被固定性和流动相分配几次，达到分离的目的。最后到达 FID 检测器，检测出信号。

这台机器的结构是：自动进样器 AOC-20i，进样口，毛细管柱子 HP-5，检测器。

关于以上原理、结构是比较抽象的，学生会感到乏味，枯燥。无法调动学生的积极性，主动性。按照以往的教学方法，先讲理论，然后教实验操作，学生难以理解，操作也学不会。教学效果会很差，如何通过学生容易理解的方式，将实践与理论呈现出来，是我们需要解决的问题[2]。

#### (二) 资源相对不充分

气相色谱是大型精密仪器中的一种，价格昂贵，基本上都是 10 万以上。一般实验室里无法满足台套数，而且这种仪器都很难，无法让学生动手操作，只能实现演示目的。无法满足学生动手操作的需求

#### (三) 实验内容不充分

气相色谱实验教学中，学生不需要设计实验内容，完全按照老师的要求，重复实验内容，学生不动脑筋，以重复验证为主，都可以得到结果。实验项目很少联系实际，实验项目之间缺乏关联性，也缺乏专业关联性，学生很难激发兴趣。

#### (四) 实际操作与理论难以结合，上机机会少

由于实验设备昂贵、实验场地和仪器数量少，教学时间缺乏，气相色谱分析实验课程基本上难以实现重复实验，学生难以上机操作，多以演示的方式进行。气相色谱原理、结构和操作都比较难，学生难以达到上机操作的目的。

### 3. 色谱分析教学中引入多媒体仿真技术的必要性[3]

气相色谱教学具有很强的实践型，学生在观看听课，老师在机器旁边现场教学。但是由于场地有限，人员聚集难以保证学生安全，并且学生也难以观看到所有细节，电脑屏幕旁也只有少数几个人能看清楚，而仪器的数据基本上通过电脑呈现出来。学生看不到实验的细节，授课质量难以得到保证。

通过虚拟仿真技术，建立虚拟的气相色谱课堂[4]，可以有效解决以上问题。老师讲课时，使用计算机软件，学生可以同步在自己电脑软件上讲解，大家通过电脑软件看到更多的实验细节，虚拟教学在细节上达到真实教学无法触及的部分。通过虚拟仿真教学，有效降低教学成本，如气相色谱的结构：进样器，进样口、柱子、FID 检测器、钢瓶，还有开机，调试机器，走基线、做样品、维护机器、排除故障和关机等等，有效降低成本，降低费用，降低了总课时时长。可以让学生通过软件进行各个阶段的操作，完成教学任务。确保学生们深刻理解气相色谱的各个部分的内容。

### 4. 虚拟仿真技术实现气相色谱教学的探索

“僧多粥少”现象存在于气相色谱实验教学，虚拟仿真技术很好地解决这个问题。借助于信息化和实验教学设计方法，探索虚拟仿真技术实现气相色谱教学的改革方案[5]。虚拟仿真教学贯穿实验教学的全部环节，该模式的方案介绍如下：

1) 在“实验仪器现场教学”环节，老师进行两个方面的指点：第一、带领学生观看仪器的各个部分，包括进样器、进样口、气瓶、柱子和检测器讲解仪器的性能与特点、操作步骤以及故障分析和平时维护。第二、讲解气相色谱相关理论知识。

2) “虚拟仿真教学”环节，仿真仪器分析实验提供生动逼真、形象直观、内容丰富的学习环境，以

声音、动画、图像等方式提供节奏有序、图文并茂、动静结合的实验内容。学生对仪器的结构，原理，实验操作理解更加深刻。提高学生的自我学习能力。全面引导学生使用虚拟仿真软件，包括开机、调节机器、设置参数、分析样品、分析数据、关机等等见图 1，图 2。



Figure 1. Virtual simulation of gas chromatography fume hood and test bench

图 1. 虚拟仿真气相色谱通风橱和试验台



Figure 2. Virtual simulation gas chromatography standard solution configuration

图 2. 虚拟仿真气相色谱标准液配置

3) 用虚拟仿真软件，在“理论教学”环节进行深入一步教学，由于已经进行了实际检测样品操作，更进一步由实践引导理论学习，让学生更深入了解气相色谱的理论知识以及气相色谱定量分析方法见图 3。

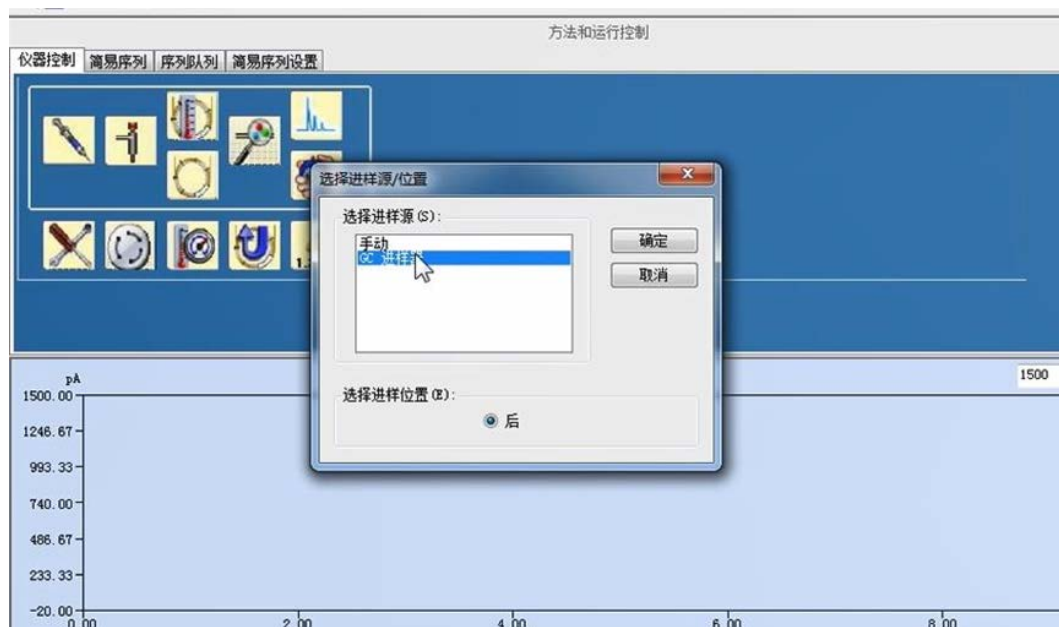


Figure 3. Setting of sampling conditions for virtual simulation gas chromatography

图3. 虚拟仿真气相色谱做样条件设置

4) 在“实践教学”环节，学生配置试剂、预处理样品、现场操作气相色谱仪，于理化分析室，全程录像。实验结束以后，观看操作录像，指出其中错误，加深学生印象。

## 5. 结语

1) 构建了“理论学习、仿真实验操作、理论学习、项目化实践学习”四个环节密切联系的理实一体化新型教学模式。

2) 气相色谱虚拟仿真实验提供生动逼真、内容丰富、形象直观的学习环境，以图像、动画、声音提供节奏有序、图文并茂、动静结合的实验内容。

3) 提供安全的环境给学生，培养学生敢于探索，勇于创新意识。建立广阔的创新空间。

4) 虚拟仿真实验可以推广到其他大型仪器教学中，解决设备数量、场地、资金的不足。

## 基金项目

江苏大学应急管理专项教改项目；项目名称：气相色谱检测有机酸类虚拟仿真项目号是：JG-01-22。

## 参考文献

- [1] 董贞芬, 门宇恒. 多媒体及仿真技术在医学实验实训教学中的应用[J]. 科研, 2017(3): 194.
- [2] 王篮仪, 罗通. 基于虚拟仿真技术的传感器实验教学改革研究[J]. 福建电脑, 2017, 33(4): 165-166.
- [3] 刘想, 曹媛媛, 王凤. 基于多媒体仿真技术实现气相色谱实验教学改革探究[J]. 教育现代化, 2018, 5(51): 51-52.
- [4] 周思洁, 杨泽亮, 董子和, 周明达, 曾冬明. 基于Unity3D的气相色谱仪虚拟仿真实验系统的构建[J]. 色谱, 2016, 34(6): 621-624.
- [5] 任玉兰. 气相色谱实验教学改革初探[J]. 山东化工, 2012(11): 62-63+70.