



GUI滴定分析学习软件的设计与教学应用

李伟, 李胜杰, 李鑫, 赵士举, 吴璐璐, 王顺, 谢黎霞, 徐翠莲, 范彩玲*

河南农业大学理学院, 基础化学河南省虚拟仿真实验教学中心, 郑州市文化路95号, 450002

E-mail: syslw@henau.edu.cn; fancailing@henau.edu.cn



滴定分析教学现状

分析化学是高等学校化学、应用化学、生命科学、环境科学、农学、医学、药学等专业必修的基础课程之一, 在提高学生综合素质和创新能力方面发挥着关键支撑作用。滴定分析又称容量分析, 是定量化学分析的核心内容, 主要包括酸碱滴定分析法、配位滴定分析法、氧化还原滴定分析法和沉淀滴定分析法。

四大滴定分析过程中, 溶液平衡体系的某种性质, 随着滴定剂的加入而不断连续变化, 这一变化遵循一定的函数关系, 其图像称之为滴定曲线。滴定曲线的横坐标为滴定剂的加入体积或者滴定分数, 纵坐标视具体滴定体系而确定, 酸碱滴定定为pH, 配位滴定定为pM(或pM'), 氧化还原滴定定为电极电势 φ , 沉淀滴定定为pX。滴定曲线不仅能够直观地显示化学平衡体系性质在滴定过程中的变化, 而且包含了关于滴定平衡体系的丰富信息, 如化学计量点、滴定突跃范围、滴定可行性判断以及指示剂的选择等内容。

在传统讲授滴定分析方法时, 往往基于“三段一点”法采用单一化的公式推导计算和讲授方式, 滴定反应过程中“量”的变化和滴定曲线无法动态、形象可视化呈现, 造成教学内容枯燥乏味, 难以激发学生自主学习的内驱力。探索利用Origin、MATLAB等商品化软件或计算机编程语言实现滴定曲线图像的绘制, 为滴定分析教学提供了一种有益尝试。然而, 具体应用这些方法时往往需要用户预先建立复杂的函数或计算方程, 亦或要求教师和学生具有一定的编程基础知识。此外, 四种类型滴定分析又有各自的特点, 如酸碱滴定分析中往往涉及一元强/弱酸(碱)、多元酸(碱)和混合酸(碱)等多种类型; 配位滴定中常需要考虑影响主反应的酸效应、共存离子效应、配位效应或水解效应等各种副反应类型; 氧化还原滴定中不仅需要考虑到电对的类型是对称还是不对称, 是可逆还是不可逆, 还需要考虑氧化还原电对物质可能参与的副反应和滴定介质的选择问题; 沉淀滴定中则需要注重指示剂的选择、用量以及使用条件等。

针对上述问题, 项目教学团队基于现代信息化Python编程技术设计开发了简洁的图形用户界面(Graphical User Interface, GUI)滴定分析学习软件。该软件无需进行复杂函数或公式输入, 只需进行简单的参数设置和选择, 即可实现滴定曲线的绘制、准确滴定可行性的判断, 进而实现化学计量点、滴定突跃范围和滴定误差的计算等重要知识内容。

GUI滴定分析学习软件的设计与开发

Python作为一种面向对象的解释型的高级语言, 具有免费开源、易于学习、良好的可扩展性和可移植性、丰富的科学计算库和绘图库等优点, 是目前最受欢迎的程序设计语言之一。根据教科书中四大滴定分析的教学重难点内容, 基于Python编程语言及其科学计算库(Scipy、Numpy等)和绘图库(Matplotlib等), 采用PyQt5自主设计、开发了图形用户界面(GUI)滴定分析学习软件。软件系统各部分内容和功能完成后, 采用Pyinstaller将Python的源文件程序打包为独立exe可执行文件, 方便传递和管理同时, 可以在没有安装Python的环境中直接运行。

(请用微信扫一扫, 扫描二维码链接到百度网盘查看软件介绍视频)



教研成果

依托应用化学国家级一流本科专业建设点, 项目教学团队将现代信息化Python编程技术与滴定分析教学深度融合, 自主设计、开发了界面友好、操作简单的图形用户界面(GUI)四大滴定分析学习软件, 如图1-4。四套滴定分析学习软件均申请并获批国家版权局计算机软件著作权, 获批河南省教育信息化(创新应用类)优秀成果一等奖3项和二等奖1项。项目教学团队先后申报获批认定河南省线上和混合式一流本科课程各1门、虚拟仿真一流课程2门, 课程思政样板课程1门; 获批河南省和学校优秀基层教学组织; 获批河南省高等教育教学改革研究与实践项目和中华农业科教基金会项目各1项; 《分析化学》教材先后获批国家农业农村部“十四五”规划教材、全国农业教育优秀教材、河南省“十四五”规划教材和河南省优秀教材。

图1 GUI酸碱滴定学习软件

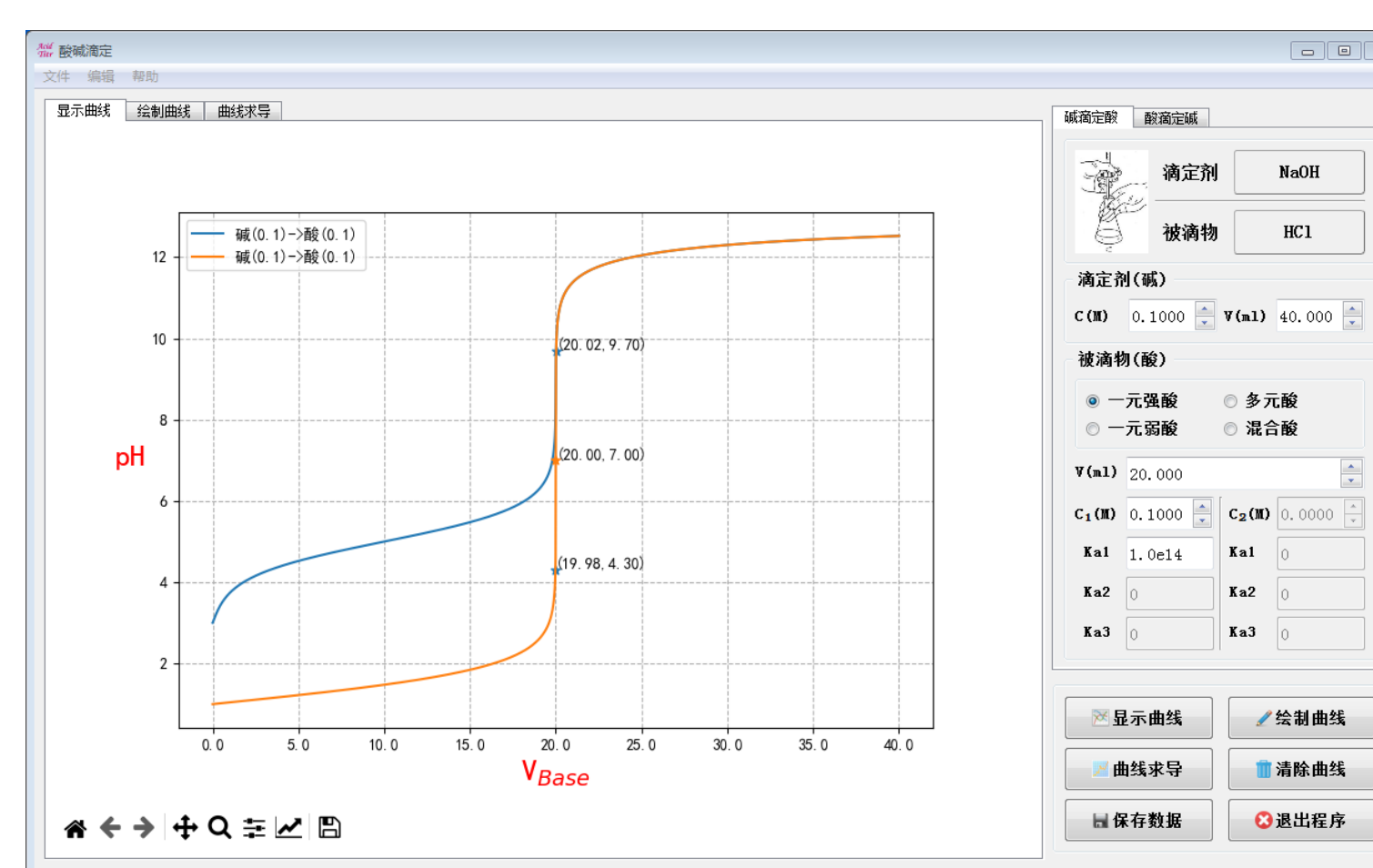


图2 GUI配位滴定学习软件

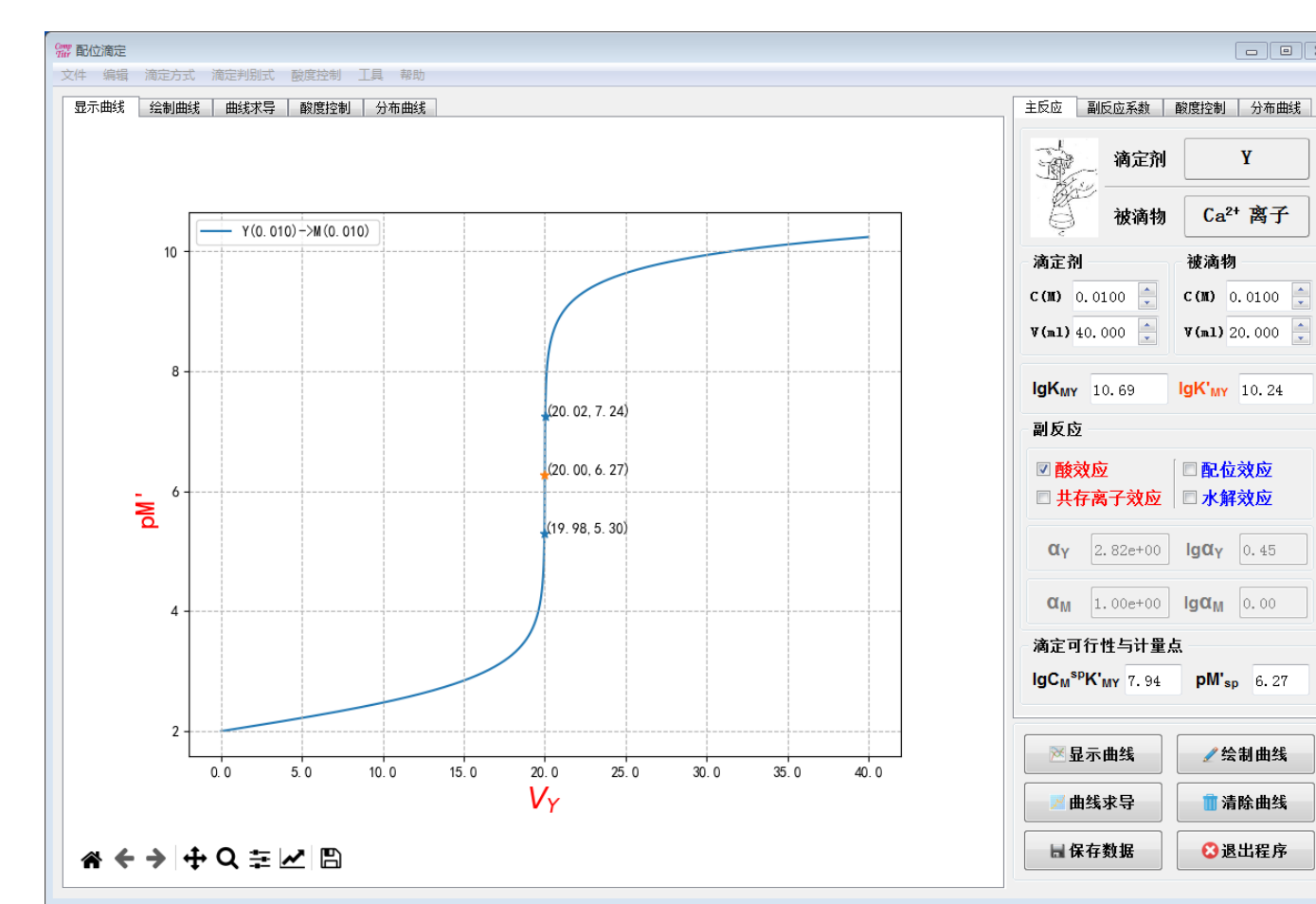


图3 GUI氧化还原滴定学习软件

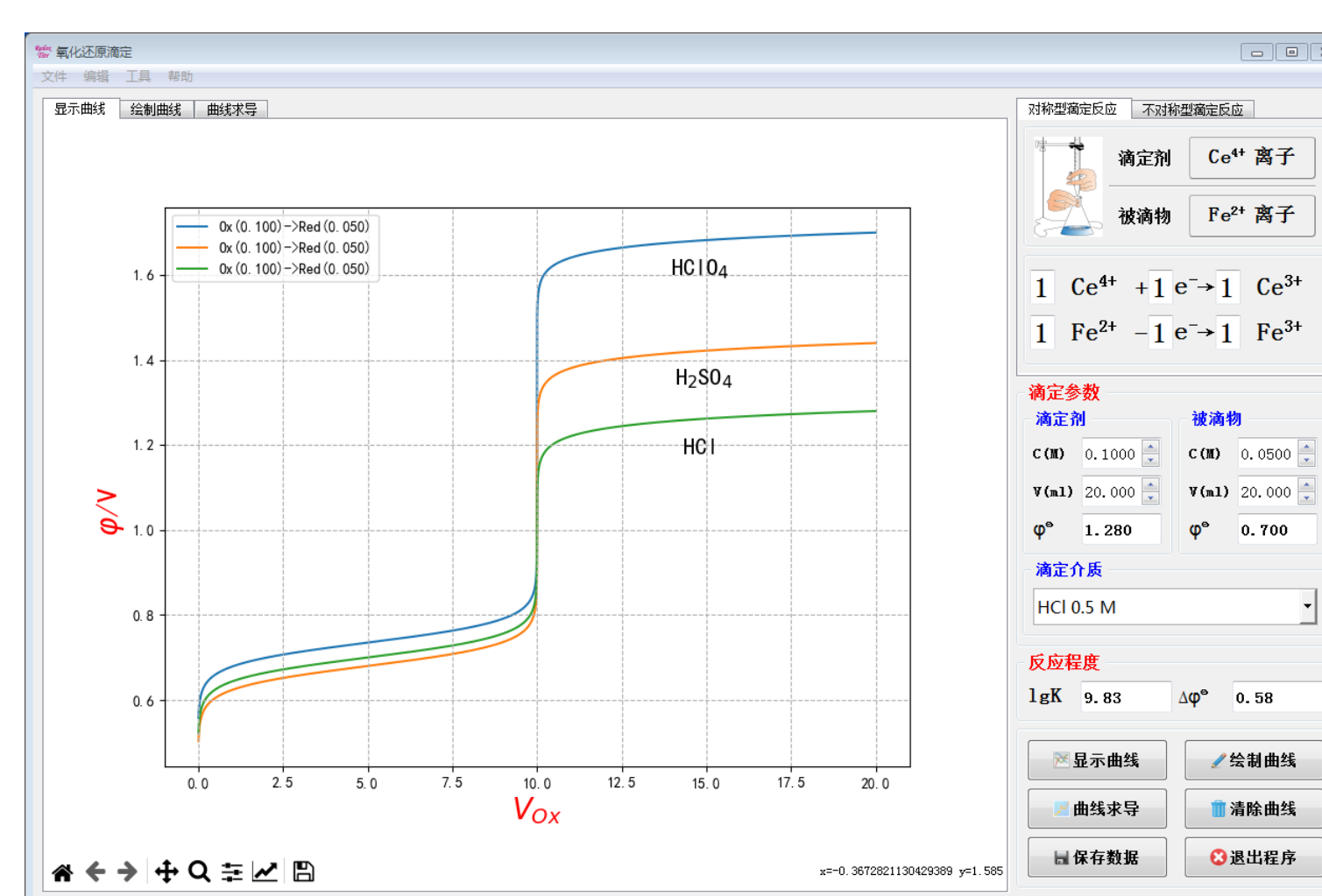
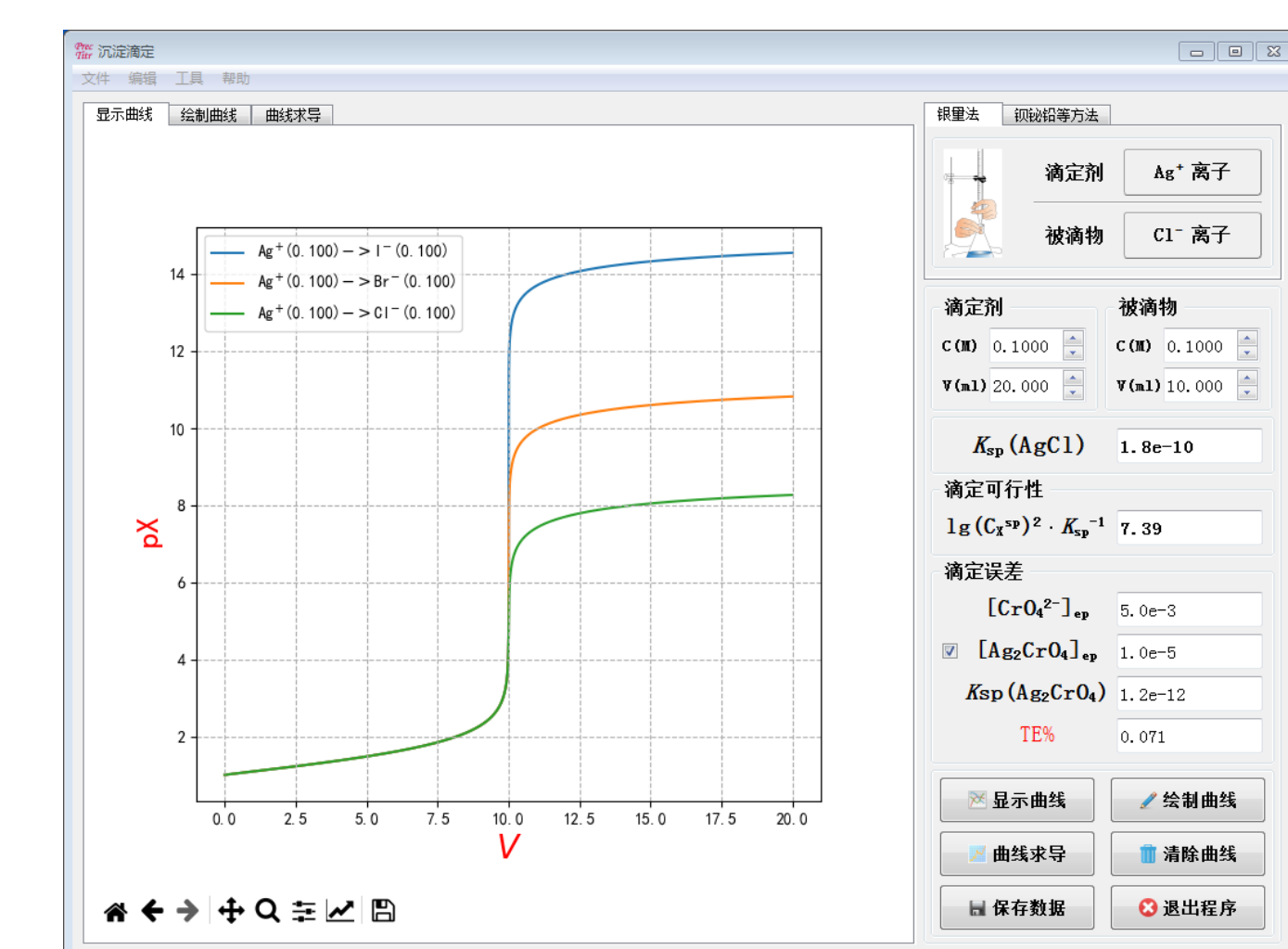


图4 GUI沉淀滴定学习软件



结 论

GUI滴定分析学习软件的特点如下:

- (1) GUI滴定分析学习软件界面设计简洁、布局合理、运行稳定, 不仅便于教师理论和实践教学, 也能满足学生自主探究学习。
- (2) GUI滴定分析学习软件内容丰富, 提供有大量滴定实例, 通过选择内置或自定义滴定体系, 设置和输入滴定参数后, 即可实现滴定曲线图像的绘制和分析数据的处理, 具有较强的开放性、灵活性和实践性。
- (3) GUI滴定分析学习软件基本涵盖了滴定分析教学大纲中重要知识点内容, 使得教师教学过程更加直观、具体化, 有助于激发学生学习主观能动性。

参考文献

- [1] 范彩玲主编. 分析化学 [M]. 2版, 北京: 中国农业出版社, 2018.
- [2] 武汉大学主编. 分析化学 [M]. 6版, 北京: 高等教育出版社, 2016.
- [3] 陈怀侠主编. 分析化学 [M]. 北京: 科学出版社, 2019.
- [4] 邵利民编著. 分析化学 [M]. 北京: 科学出版社, 2016.
- [5] 甘峰主编. 分析化学 [M]. 北京: 科学出版社, 2019.
- [6] 池泉, 王献. 化学教育(中英文), 2020, 41(2), 21.

