

化学笺集自动化滴定项目控制程序

V1.0

使用手册

声 明

本手册的完整版权归本手册作者（以下简称“本作者”）所有。未经本作者事先书面许可，任何单位或个人不得以任何方式（包括但不限于电子、机械、影印、录制等）复制、转载、传播本手册的任何部分，或将其用于任何商业用途。本手册内容按“现状”提供。本作者不对其准确性、完整性或适用性作任何明示或暗示的担保。在任何情况下，对于因使用或无法使用本手册内容而引发的任何直接、间接、偶然、特殊或结果性损失（包括但不限于数据丢失、利润损失、财产损失等），本作者不承担任何责任。

目 录

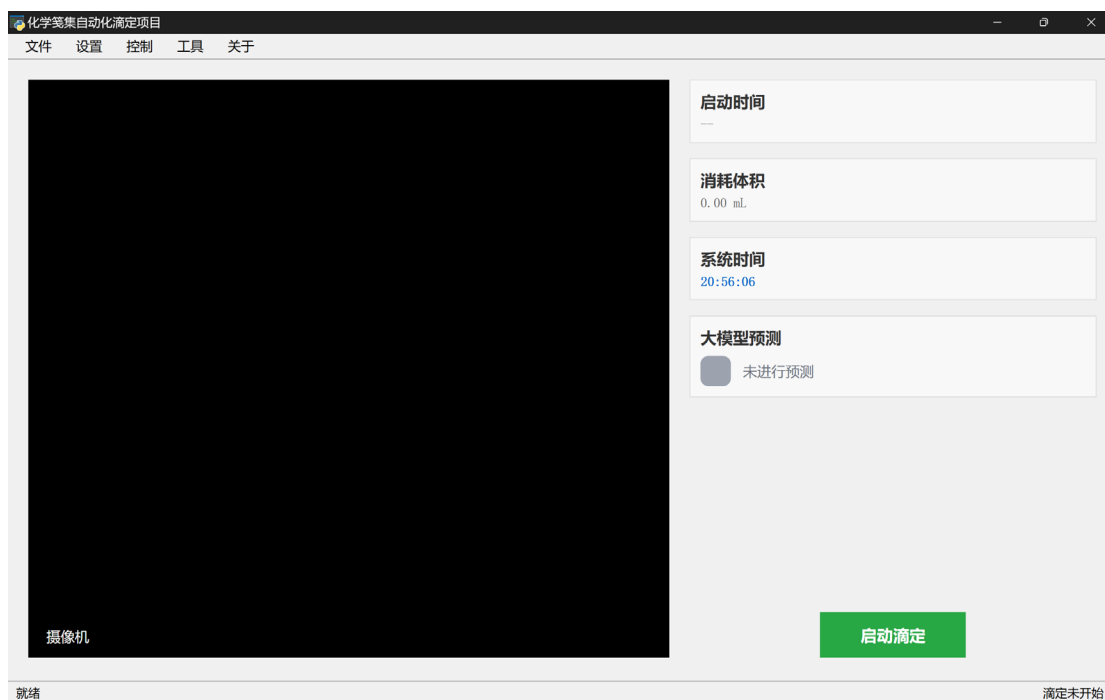
文档修订记录.....	3
总体功能描述.....	4
运行环境.....	5
软件开发环境.....	6
软件打包环境.....	7
安装说明.....	8
软件启动.....	10
实验设置.....	11
硬件设置.....	12
控制功能.....	13
滴定过程初始化.....	14
滴定实验过程.....	15
工具使用.....	16
规范.....	17

文档修订记录

版本号	生成日期	作者	修订内容
1.0	2025-10-24	李峙德	初始版本

总体功能描述

本软件采用主流的 Python 语言进行开发。软件利用强大的计算机视觉库 OpenCV 实现滴定实验的自动化。进入软件后，可读取与计算机相连摄像机的画面，并通过串口对外置电动滴定泵（蠕动泵）进行控制，结合软件内置的颜色识别功能，从而实现计算机控制的自动化滴定。



运行环境

硬件要求：

类别	基本要求
CPU	1 GHz 或更快的兼容 64 位处理器
RAM	4 GB 或以上
硬盘	剩余空间大于 2 GB
摄像头	通用 USB 2.0 网络摄像头

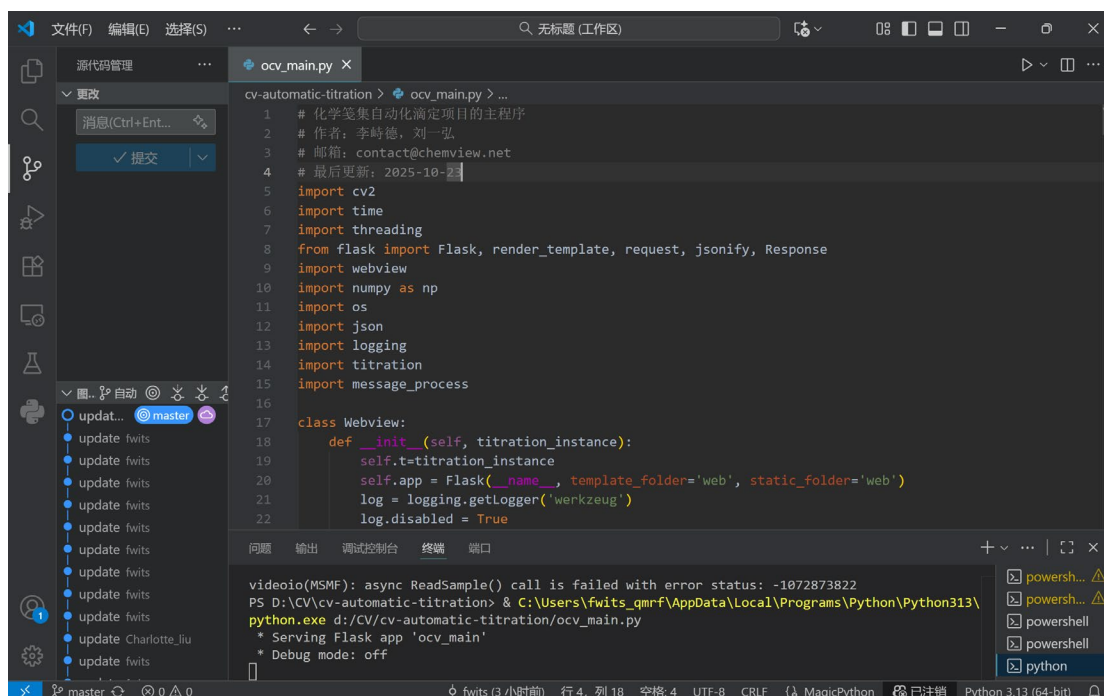
软件要求：

类别	基本要求
操作系统	Windows 10 或以上
其它软件	Webview2

软件开发环境

本软件使用 Visual Studio Code 配合 Python 3.13 在 Microsoft Windows 11 操作系统下开发而成，开发使用的硬件环境如下：

类别	参数
CPU	Intel Core i5 双核
RAM	8 GB
硬盘	256 GB 固态硬盘

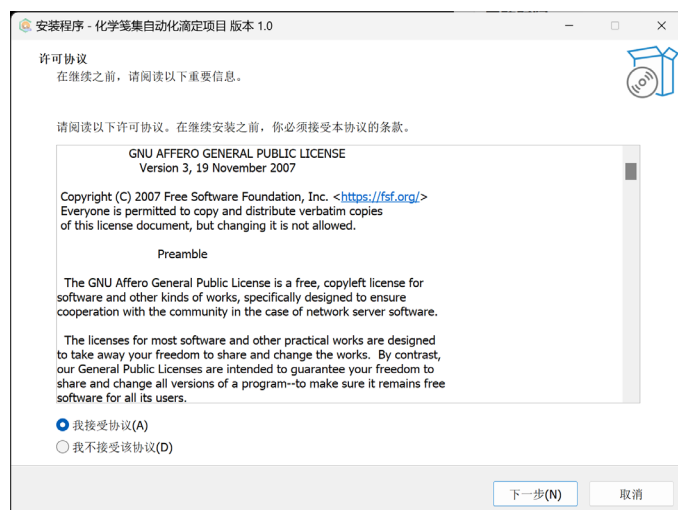


软件打包环境

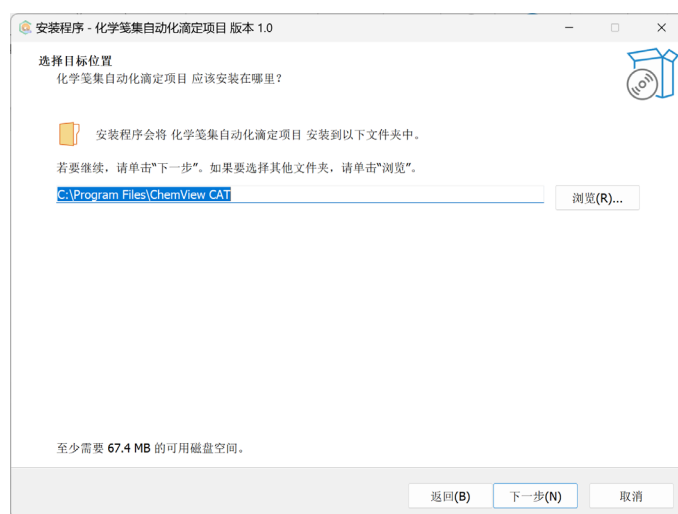
本软件使用 Pyinstaller 软件在 Microsoft Windows 11 操作系统下由源代码打包而成。

安装说明

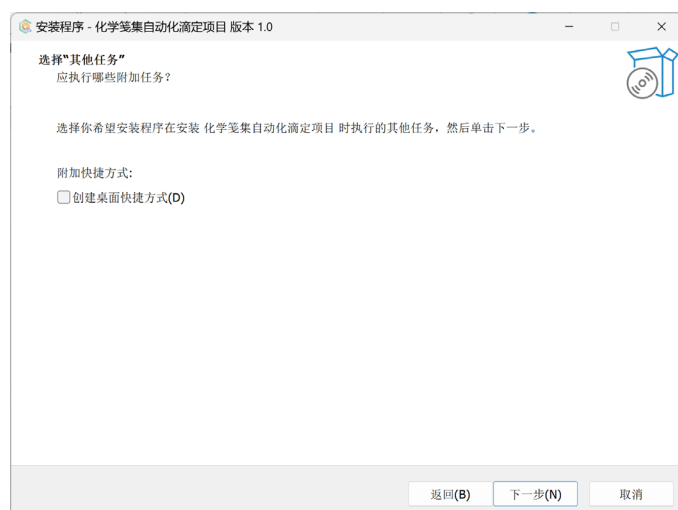
双击软件安装程序，选择安装模式（推荐选择“为所有用户安装”），接受许可协议后，单击“下一步”，即可进入选择路径界面；



安装路径建议保持默认，也可根据需要进行修改；



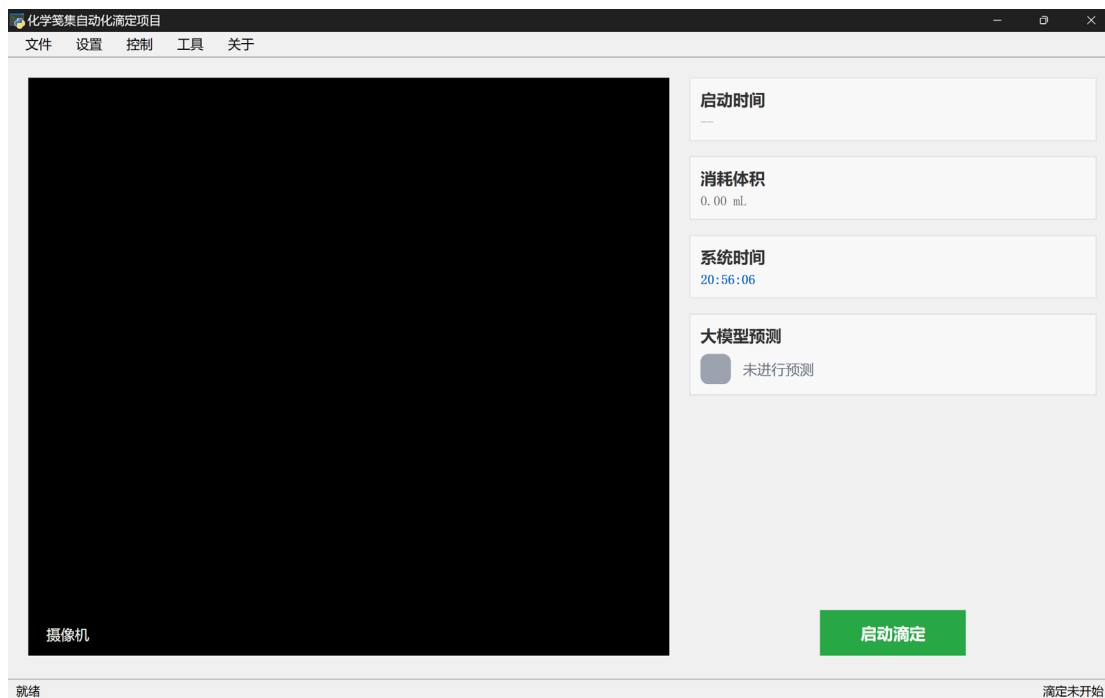
在附加任务中，可以选择是否创建桌面快捷方式，推荐勾选；



随后点击“下一步”，进入确认安装页面，点击“安装”后安装程序将自动完成软件的安装。在安装过程中可随时点击“取消”以取消安装。

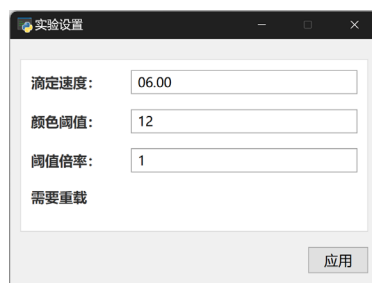
软件启动

安装完成后，可在 Windows 操作系统的开始菜单或桌面中找到名为“化学笺集滴定控制”的软件，连接好摄像头和电动滴定泵后，在开始菜单中单击或在桌面上双击以启动软件。软件的主界面如下。



实验设置

单击软件主界面工具栏中的“文件→实验设置...”即可打开“实验设置”窗口，界面如下。



在此可对滴定速度（即滴定液的流速，单位为 mL/min），颜色阈值及阈值倍率三个参数进行设置，具体数值依照具体的实验体系而定，如盐酸/碳酸钠/甲基橙体系可将滴定速度设为 06.00，颜色阈值设为 13，阈值倍率设为 1。设定完成后，需要单击工具栏中的“设置→重载”进行重载，以更新配置。注意，重载后当前实验状态将丢失。

硬件设置

单击主界面工具栏中的“设置→硬件配置”即可打开“硬件配置”窗口，可以在此指定要使用的摄像头（“摄像机编号”项）及电动滴定泵（“串口号”项），根据实际情况设置即可。

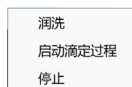


摄像机编号为从“0”开始的整数，如要使用计算机中的第一个摄像头则将摄像机编号设为“0”。串口号的格式为“COM×”，其中“×”为从“1”开始的整数，如需使用与计算机第一个串口相连的电动滴定泵则将串口号设为“COM1”。设定完成后，需要单击工具栏中的“设置→重载”进行重载，以更新配置。注意，重载后当前实验状态将丢失。

单击工具栏中的“设置→调试...”可以选择是否启用 **mask**（掩膜），可根据具体实验情况而定。

控制功能

单击主界面工具栏中的“控制”即可看到全部控制功能，包括“润洗”、“启动滴定过程”和“停止”。



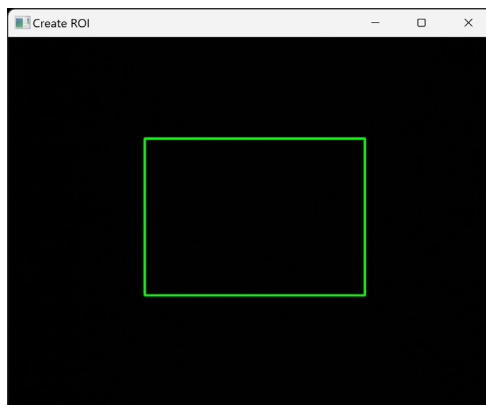
单击“润洗”按钮时，程序会自动向电动滴定泵发送指令，使其排出内部残留的液体，并吸入滴定液，与一般化学实验中的“润洗”操作相同。可根据需要进行重复润洗。

单击“启动滴定过程”按钮时，即进入滴定过程，电动滴定泵开始运行，软件会暂时存储初始时的颜色值，并根据设定的参数开始自动滴定。此操作与在未开始滴定时单击右下角绿色“启动滴定”按钮等效。

单击“停止”按钮时，会停止润洗或滴定过程，同时停止外置电动滴定泵。此操作与在开始滴定后单击右下角红色“停止滴定”按钮等效。

滴定过程初始化

进入滴定过程后，程序会弹出框选 ROI（感兴趣区域）的窗口，在窗口中按住鼠标左键并拖动即可完成框选（即绿色方框中的区域）。实际实验中，应框选要检测颜色变化的区域。



框选完成后，按键盘上的“Esc”键保存框选范围，不可二次框选。

若“调试”窗口（单击工具栏中的“设置→调试...”打开）中的“启用 mask”选项为“是”，则在按“Esc”键后会弹出设定掩膜（即 mask）的窗口，根据需要鼠标拖动滑块设定即可，程序将不对掩膜设定窗口中的黑色区域对应的实际图像进行颜色识别（即使处在 ROI 中），仅对白色区域对应的实际图像进行识别，设定完成后则完成滴定过程的初始化。

若“调试”窗口中的“启用 mask”选项为“否”，则在按“Esc”键后直接完成滴定过程的初始化。

滴定实验过程

初始化完成后，软件会实时将当前图像的颜色值与先前存储的初始时的颜色值进行比较，若差值大于设定的“颜色阈值”则执行终点判定，停止电动滴定泵。在执行第二次及以上的终点判定时，会在软件右侧更新电动滴定泵启动时间及已消耗的滴定液体积。

若图像颜色恢复，则认为未到终点，停止执行终点判定，启动电动滴定泵，继续滴定。若连续执行终点判定超过 15 秒，则认为到达终点，滴定过程结束，弹出提示窗口，显示消耗滴定液体积（单位为 mL）。

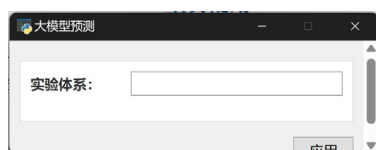


当滴定过程结束并记录好消耗滴定液的体积后，可以选择直接点击“启动滴定”按钮继续进行滴定，将保留初始时的颜色值及 ROI，也可选择点击工具栏中的“设置→重载”进行重载，以重新设置。

工具使用

单击主界面工具栏中的“工具”即可看到全部工具，包括“预测终点颜色”、和“日志控制台”。

单击“预测终点颜色”按钮后，即可看到“大模型预测”窗口。在窗口中以“滴定液 被滴定液 指示剂”的格式输入当前实验体系，并点击应用，程序将调用远端语言大模型对终点颜色进行预测，并显示在主界面右侧。



单击“日志控制台”按钮后，可查看软件生成的近 5 条日志消息，以方便进行调试。

规范

与计算机相连的外接电动滴定泵通过计算机的 RS232 串口与本软件进行通信，波特率应为 9600。本软件发送的指令如下：

动作	指令	备注
启动	RUN	——
停止	STOP	——
设定流速	SETRATE ××××	×代表整数，前两位为流速的整数位，后两位为流速的小数位，单位为 mL/min

软件不接收电动滴定泵发回的指令。