

# 基于深度学习的表面等离子体共振激发角检测软件 (SPRDet)

## 用户 使用 说明

2019 年 5 月

## 0 前言

感谢您使用《基于深度学习的表面等离子体共振激发角检测软件》，我们将竭诚为您服务。当您第一次接触到本系统后，请阅读完本手册之后再开始使用，这将提高您对本系统的理解和使用效率。

为了帮助用户尽快掌握和使用本软件，本手册详细地介绍了有关此测试系统的功能和使用方法，供用户参考。

本手册的读者对象为基于深度学习的表面等离子体共振激发角检测软件的使用者及从事纳米光学检测技术领域，尤其涉及二维表面等离子体共振(surface plasmon resonance, SPR)激发角特征提取领域的广大研究人员。

## 1 软件简介

该软件产品全称为“基于深度学习的表面等离子体共振激发角检测软件”，是面向从事纳米光学检测技术领域，尤其是从事二维 SPR 激发角特征提取的用户而开发的。常用的 SPR 耦合方式主要包括棱镜式和高数值孔径显微物镜式。其中的高数值孔径物镜式 SPR 耦合模式下，最佳激发角的特征表现为在物镜后焦面上形成的包含在通光孔径内的一组对称的吸收弧/圆，因此对吸收弧/圆的位置进行精确定位以提取该特征值至关重要。

该软件可以为二维 SPR 吸收谱激发角的检测提供完整的解决方案。其解决流程主要为：将后焦面图像（back focal plane, BFP）输入到已训练好的 Faster R-CNN 神经网络中，得到通光孔径和 SPR 吸收谱的分类和粗略位置大小信息，再使用最小误差法对 BFP 图像做分割，使用图像二维自卷积法对分割后的图像精确确定通光孔径和 SPR 吸收谱圆心位置，再结合神经网络提供的粗略位置大小信息对 BFP 图像分别做半径灰度统计，以确定通光孔径和 SPR 吸收谱半径大小，最后使用由用户输入的数值孔径 NA 和折射率 n 由阿贝正弦公式计算得到 SPR 激发角。

## 2 软件运行环境

**硬件环境：**Intel Core i5 处理器及其以上，8GB 内存，所需硬盘空间 1GB

**系统环境：**操作系统 Windows 7 及以上版本

**开发语言：**Python

**开发使用第三方库：**Numpy、Pandas、OpenCV、PIL、Tensorflow

## 3 功能简介

该软件产品具备的主要功能如下：

- 1) 支持设定显微条件参数
- 2) 支持 BFP 图像的批量读取
- 3) 支持使用**神经网络**对于 BFP 图像的通光孔径中有无 SPR 吸收谱的判断
- 4) 支持通光孔径和 SPR 吸收谱半径的自动检测，无需调节算法内参数
- 5) 支持 SPR 激发角的计算
- 6) 支持结果显示（原图、检测图、通光孔径半径、SPR 吸收谱半径和 SPR 激发角）
- 7) 支持对结果数据的批量保存

## 4 使用说明

### 4.0 软件文件

软件中仅包含两个分别名为“SPRDet.exe”和“SPRDet.ico”的文件，以及一个名为“modal”的文件夹，三者需放在同一文件夹下。“SPRDet.exe”文件为可执行文件，“SPRDet.ico”为软件的图标，“modal”为已训练好的神经网络模型存放的文件夹，如图 1 所示。

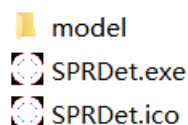


图 1 软件中所有文件和文件夹

## 4.1 软件界面

用户打开可执行文件“SPRDet.exe”后，软件界面如图 2 所示。

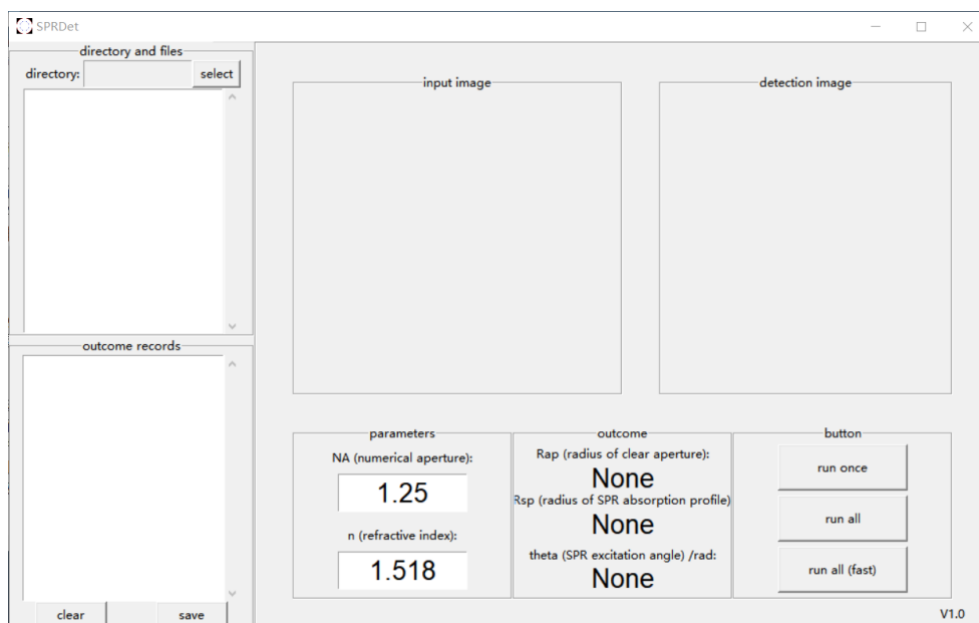


图 2 软件界面

该界面为二维 SPR 激发角位置识别软件的主界面，主要分为目录与文件模块(图 3-A 区域)、结果记录模块(图 3-B 区域)、输入图像显示模块(图 3-C 区域)、检测图像显示模块(图 3-D 区域)、参数设定模块(图 3-E 区域)、结果显示模块(图 2-F 区域)以及按钮模块(图 3-G 区域)七个部分。

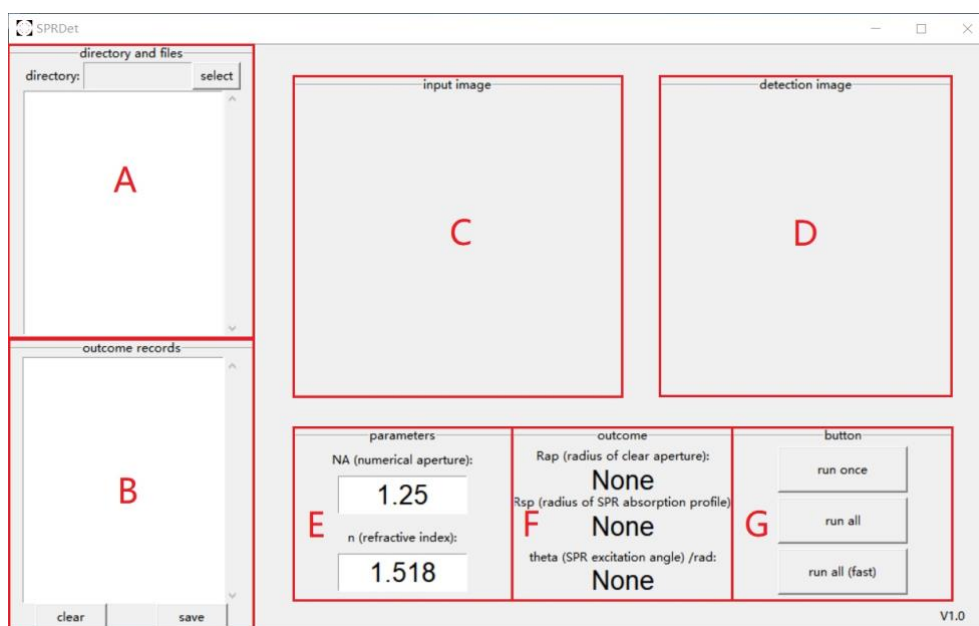


图 3 软件界面功能模块

## 4.2 功能模块介绍

目录与文件模块(图 4-AB 区域)分为目录选择(图 4-A 区域)和文件列表框(图 4-B 区域)两部分。点击“select”按钮(图 4-A 区域),选择后焦面图所在的文件夹,点击“选择文件夹”,软件界面发生如图 5 所示的变化,在灰色的输入框(图 4-A 区域)中显示出了所选的文件夹路径,并且在文件列表框(图 4-B 区域)中显示出了目录中所有图像的文件名,并且文件列表框中每一个文件都可以通过单击鼠标左键来选中。

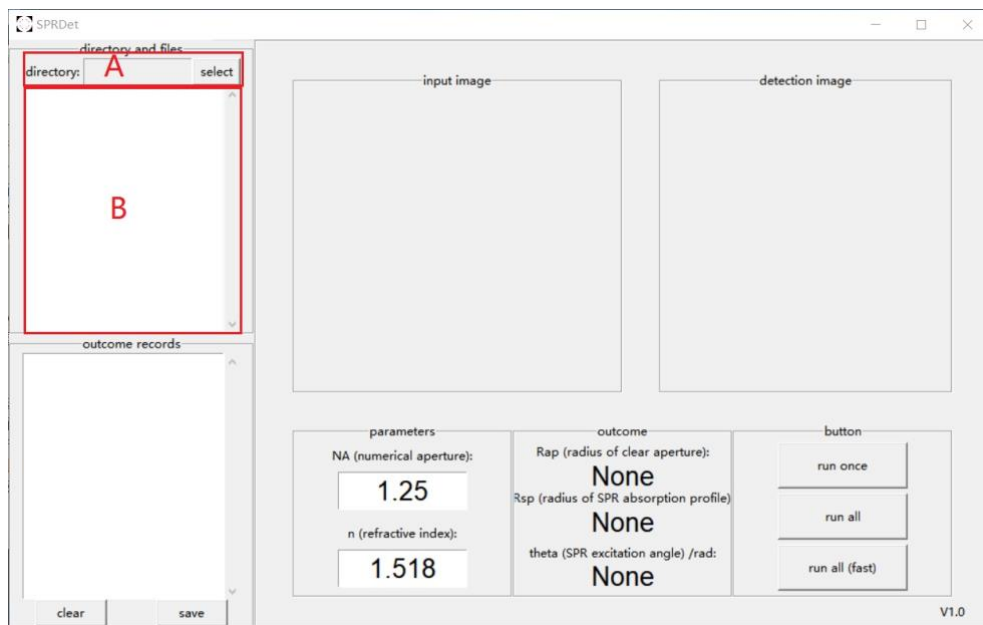


图 4 目录与文件模块

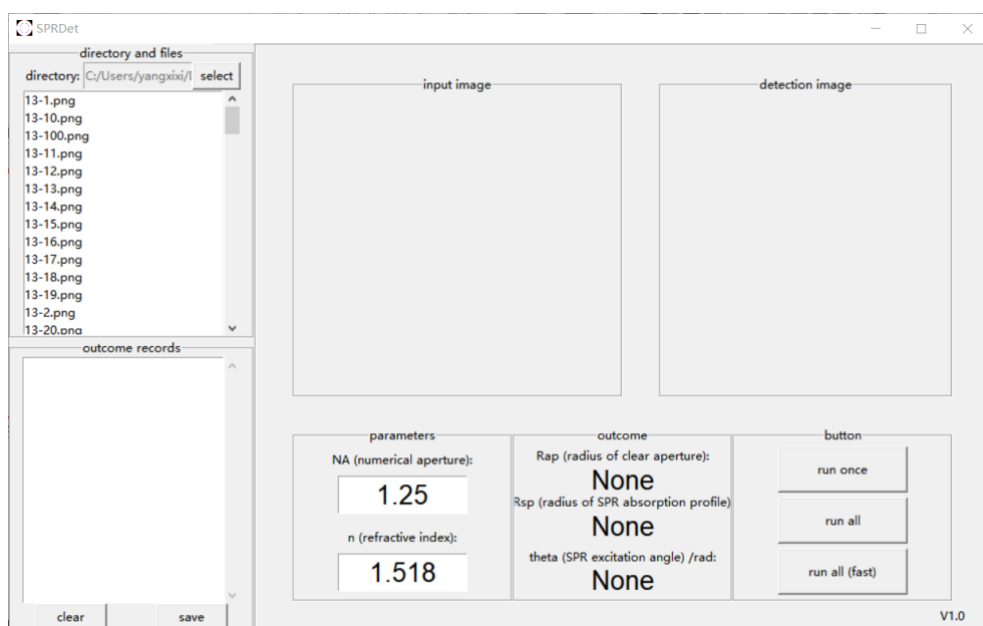


图 5 选择目录后的界面

结果记录模块(图 6-AB 区域)分为文本框(图 6-A 区域)和按钮(图 6-B 区域)两部分。文本框用于将检测结果记录下来,记录形式为:“文件名”+“通光孔径半径”+“SPR 吸收谱半径”+“SPR 激发角”,如图 7 所示。每次运行得到检测结果,文本框都将进行记录。点击按钮“clear”(图 6-B 区域),记录结果将被全部清空。点击“save”按钮,可将所有结果保存为“\*.csv”、“\*.xls”或“\*.xlsx”文件,可用 EXCEL 打开,文件数据如图 8 所示,可用于后续数据分析。



图 6 结果记录模块

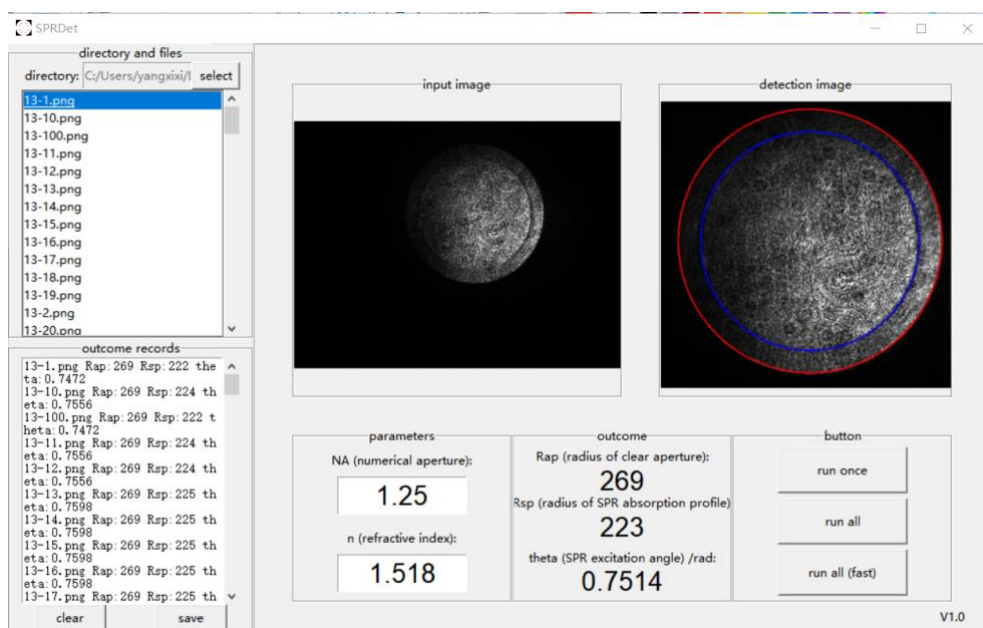


图 7 结果记录形式

	A	B	C	D	E
1		file	Rap	Rsp	theta
2	0	13-1. png	269	222	0. 7472
3	1	13-10. png	269	224	0. 7556
4	2	13-100. png	269	222	0. 7472
5	3	13-11. png	269	224	0. 7556
6	4	13-12. png	269	224	0. 7556
7	5	13-13. png	269	225	0. 7598
8	6	13-14. png	269	225	0. 7598
9	7	13-15. png	269	225	0. 7598
10	8	13-16. png	269	225	0. 7598
11	9	13-17. png	269	225	0. 7598

图 8 保存得到的数据结果

输入图像显示模块(图 9-A 区域)显示待检测的图像，可点击文件列表框(图 4-B 区域)中的文件来显示，如图 10 所示，也可在连续的运行检测中自动显示，如图 11 所示。

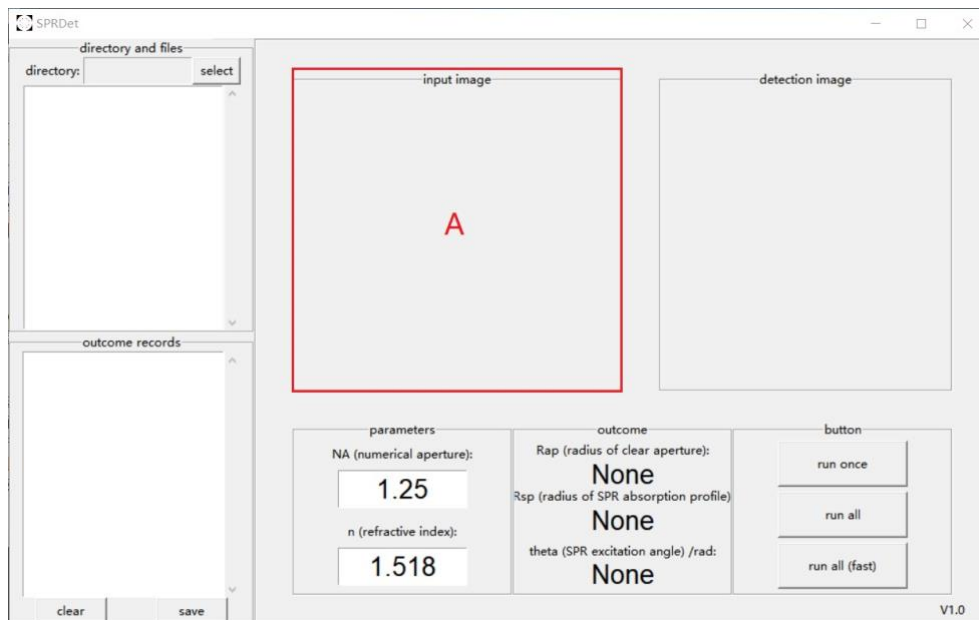


图 9 输入图像显示模块

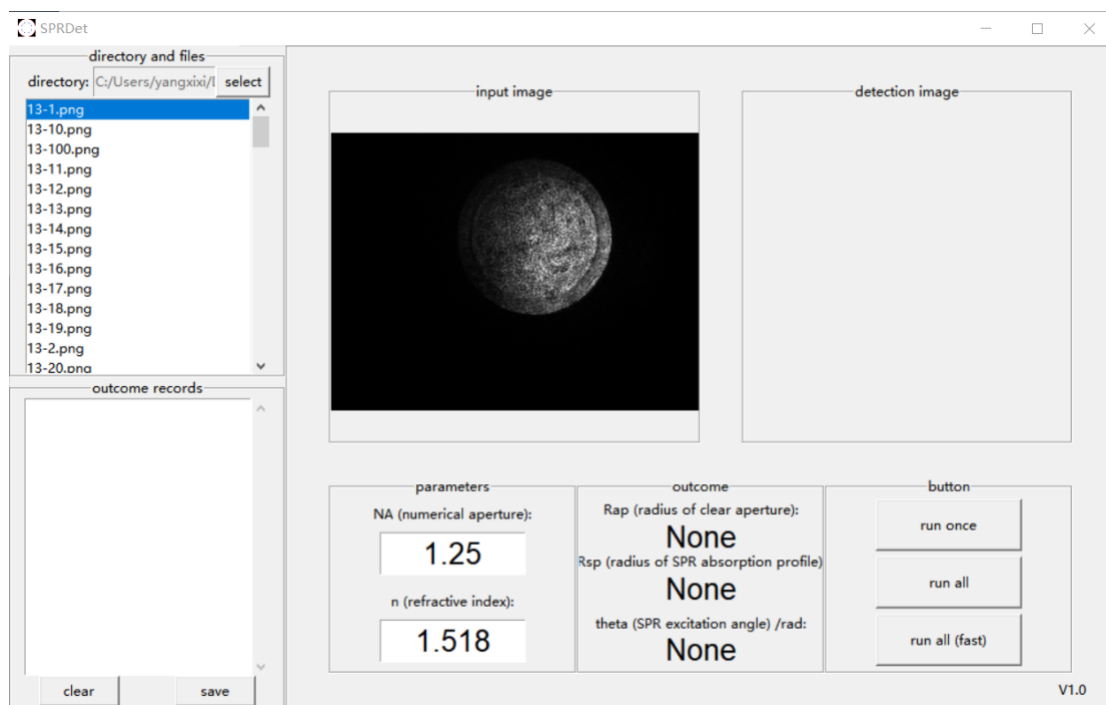


图 10 点击文件列表框文件的输入图像显示效果

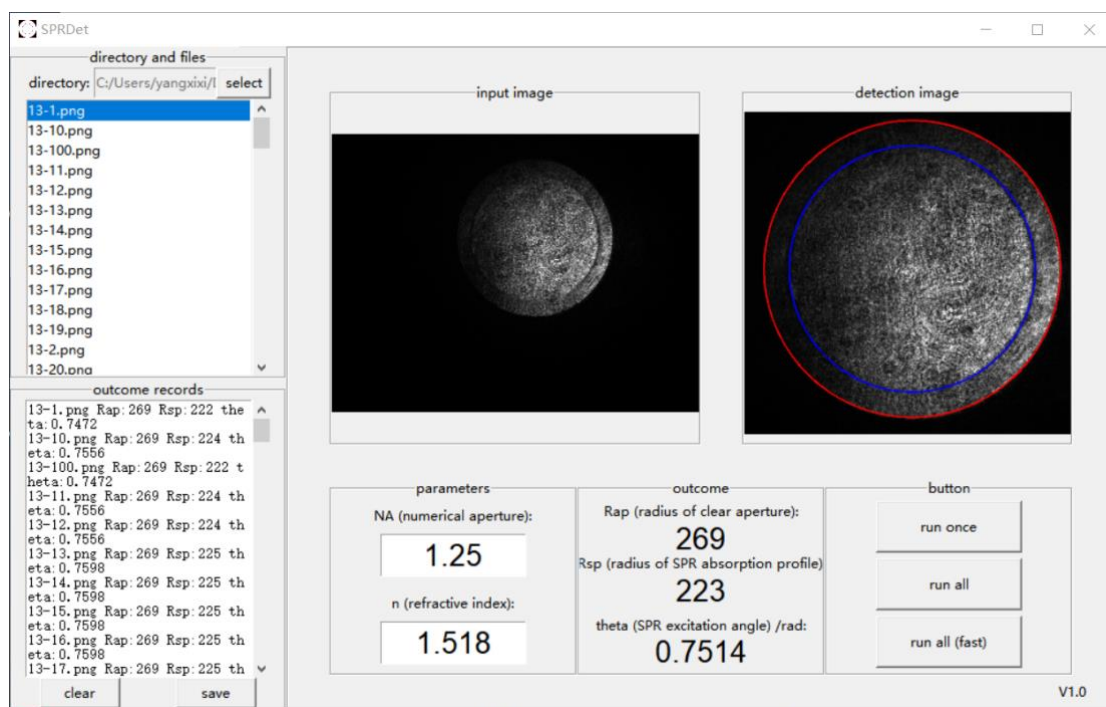


图 11 连续运行的输入图像显示效果

检测图像显示模块(图 12-A 区域)显示检测图像, 在每张图像运行检测后自动显示, 如图 13 所示。检测图像对输入图像中的目标做了裁剪, 红色的圆圈代表通光孔径的检测结果, 蓝色的圆圈代表 SPR 吸收谱的检测结果。



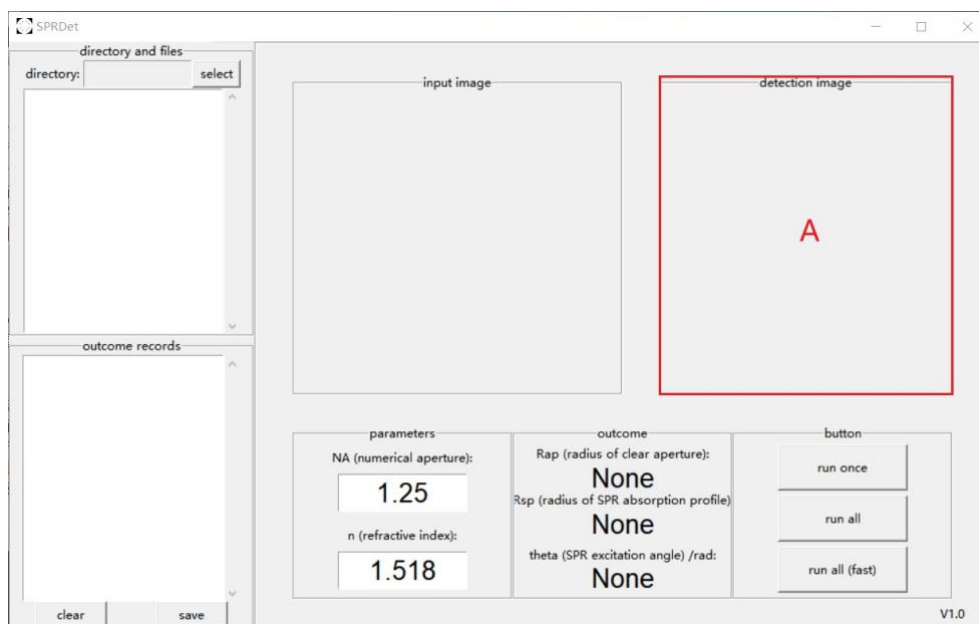


图 12 检测图像显示模块

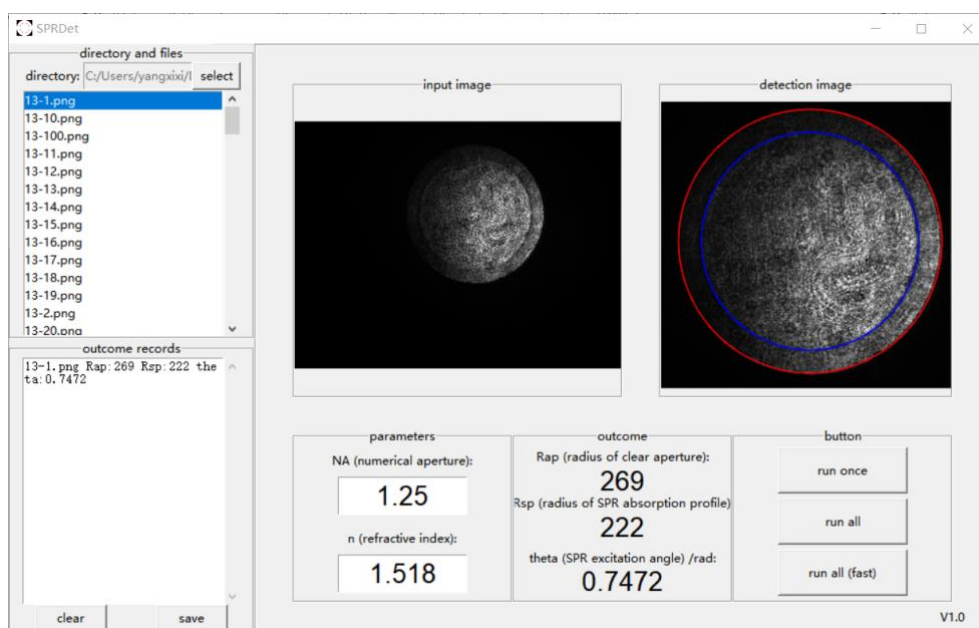


图 13 检测图像显示效果

**参数设定模块**(图 14-AB 区域)中需要用户填入参数 NA(数值孔径)(图 14-A 区域)和  $n$ (介质折射率)(图 14-B 区域), 如用户不设定, 软件会给予初始参数。软件会利用所给的参数结合半径检测结果计算 SPR 激发角。请确保参数为正常大小的整数或小数。

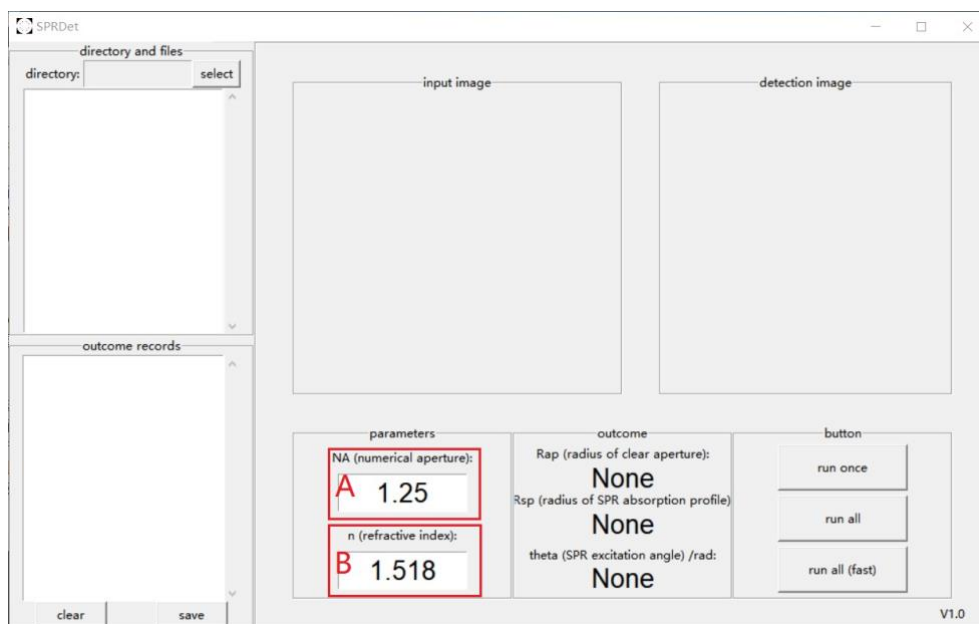


图 14 参数设定模块

**结果显示模块**(图 15-ABC 区域)中显示检测计算得到的结果,包含通光孔径半径(图 15-A 区域),SPR 吸收谱半径(图 15-B 区域),以及 SPR 激发角(图 15-C 区域)。在没有值时以“None”显示。

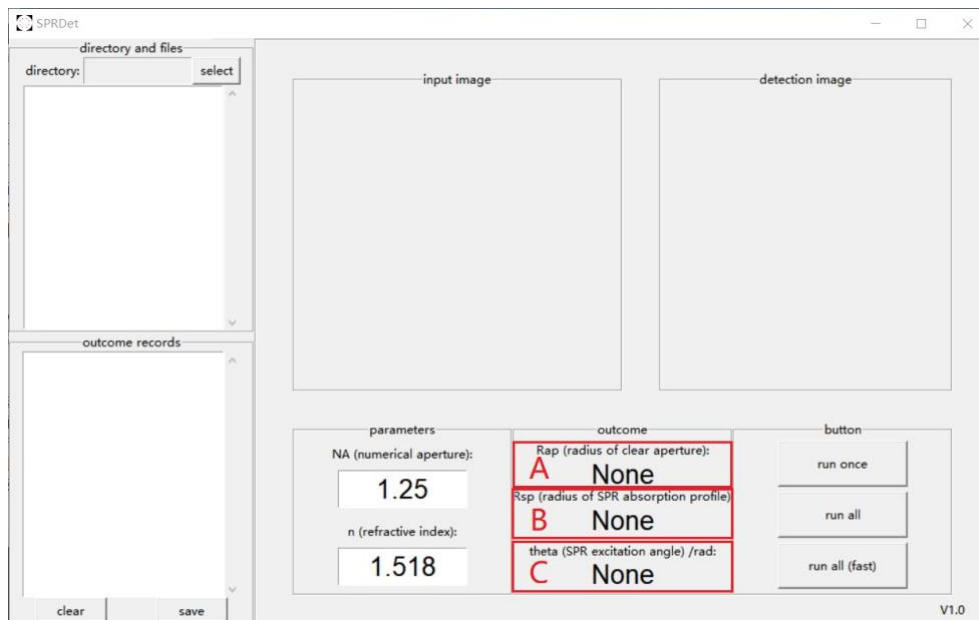


图 15 结果显示模块

**按钮模块**(图 16-ABC 区域)用于运行检测。点击按钮“run once”后,对列表文件框中选中的图像运行检测。点击按钮“run all”后,对列表文件框中所有图像依次运行检测。点击按钮“run all (fast)”后,对列表文件框中所有图像依次运行检测,除第一张图外,仅做 SPR

吸收谱半径检测和 SPR 激发角计算，以第一张图检测出的圆心位置和通光孔径半径为后续图像的圆心位置和通光孔径半径，这样运算速度更快，但需要用户确保列表文件框中所有图像有着相同的圆心位置和通光孔径半径，仅 SPR 吸收谱半径变化。

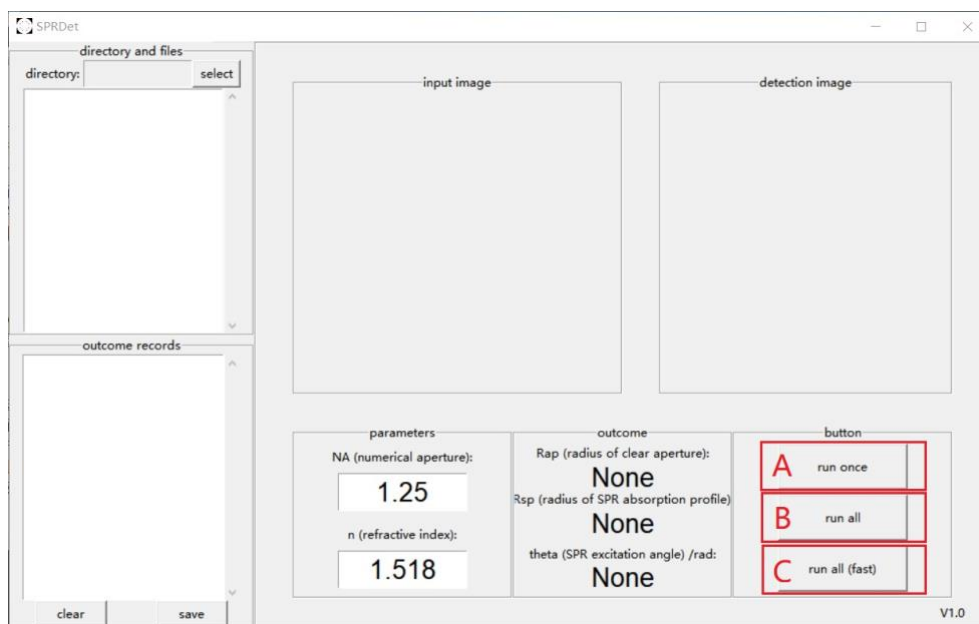
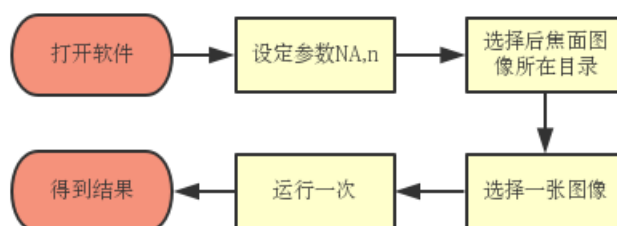


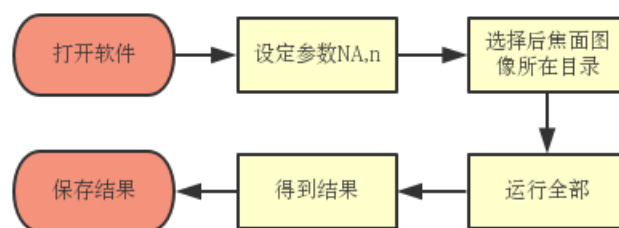
图 16 按钮模块

## 4.4 操作流程

(1) 查看一张图的检测结果：



(2) 批量检测，生成大量数据用于数据分析



## 5 其他注意事项

- (1) 用户的错误操作会有弹窗提示
- (2) 本软件支持所有 OpenCV 支持的图像格式
- (3) 在使用软件前, 请先整理图像文件名, 最好如格式: “000001.jpg” “000002.jpg” ……

## 6 技术支持

使用中如遇到问题, 可根据您使用的类型或相关权限获取相关的服务。

技术支持联系方式: Email: ltxorg@gmail.com

最后感谢您阅读本使用手册!