

FreeDIC

请引用：请引用：

1, Li, C, Shu, R. Accurate and simple digital volume correlation using pre-interpolation, Measurement Science and Technology. <https://doi.org/10.1088/1361-6501/ab85b0>

2, Li Chengsheng, et al. Dynamic three-dimensional imaging and digital volume correlation analysis to quantify shear bands in grus, Mechanics of Materials.

<https://doi.org/10.1016/j.mechmat.2020.103646>.

MATLAB2019b runtime 下载地址：

<https://ww2.mathworks.cn/products/compiler/matlab-runtime.html>

欢迎加入 QQ 讨论群：544465573 (FreeDIC/DVC 测量分析)

| | |
|-------------------|----|
| 一、秘钥验证 | 2 |
| 二、前期处理 | 3 |
| 1、选择计算区域..... | 3 |
| 2、标记非计算区域..... | 3 |
| 三、DIC 计算 | 5 |
| 1、参数选择..... | 5 |
| 2、DIC 计算..... | 5 |
| 3 帧率连续图像计算..... | 5 |
| 4 DIC 数据结构说明..... | 6 |
| 四、后期处理 | 8 |
| 1、结果修正..... | 8 |
| 2、计算应变..... | 8 |
| 3、结果显示..... | 9 |
| 五、示例 | 11 |

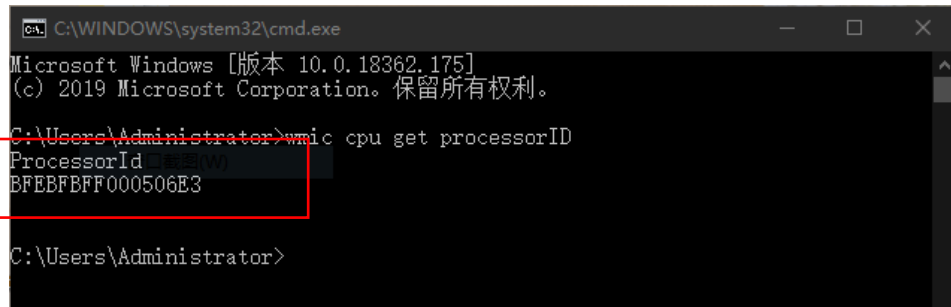
2020-11-25 更新说明：增加了针对帧率图片（连续拍照图）模块，该模块对帧率图进行了专门优化，可以计算超大变形、散斑质量差、前后变形无法匹配等问题，适当可计算块体撞击破碎等极端情况。

一、密钥验证

首先必须要安装 2019b runtime! Runtime 和 FreeDIC 的路径不能有中文!

打开软件需要唯一的密钥，一台电脑生成一个唯一的密钥，需要向开发本人提供安装软件的：主机名称、CPU 序列号。

如下图所示：在 **cmd** 或者 **shell** 里面输入：“**wmic cpu get processorID**”可获得相关硬件信息。



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [版本 10.0.18362.175]
(c) 2019 Microsoft Corporation。保留所有权利。

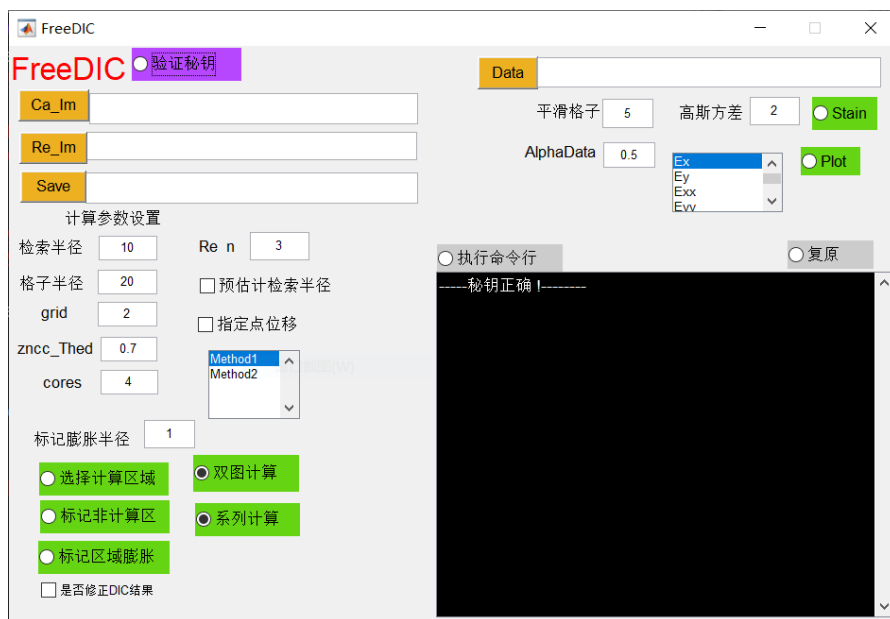
C:\Users\Administrator>wmic cpu get processorID
ProcessorId
BFEFBFF000506E3

C:\Users\Administrator>
```

生成唯一密钥 license，例如：**1c9c8eeab2eced71a0600acee2b6ab087d29d701d0f804cdb8xxx**，在【命令行】输入密钥，然后点击【验证密钥】，如果成功会显示“验证成功”，【注，先删除命令行窗口的全部字符，再粘贴密钥，最后点击验证】

注意：如果验证失败，需要先删除已有的旧 key.mat 文件。

密钥会保存在当前软件目录文件下 DICKey.mat，最好不要删除，不然还需要输入验证。



【需要删除窗口全部字符，再复制密钥进去】

二、前期处理

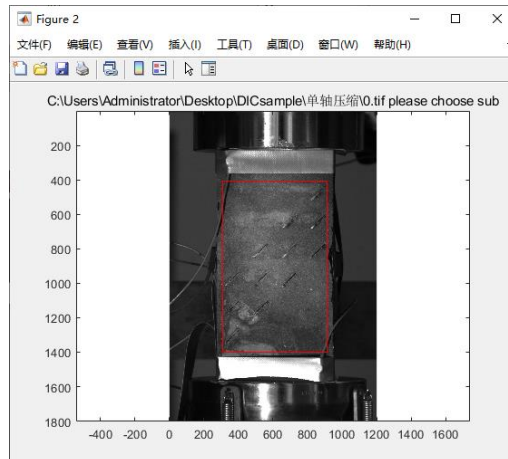
1、选择计算区域

【Ca_Im】选择需要计算的图像；

【Re_Im】选择参考图像；

【save】选择保持路径；

【选择计算区域】，对参考图片进行操作，选择 4 个点，形成矩形方框，方框内为计算区域。左击——选择点，“Enter”完成，并会最后显示方框。



2、标记非计算区域

前期处理时，不能选择【是否修正 DIC 结果】

标记规则：

左键——选择散点，只要最外边界包络不需要计算的部分即可，可以多选；

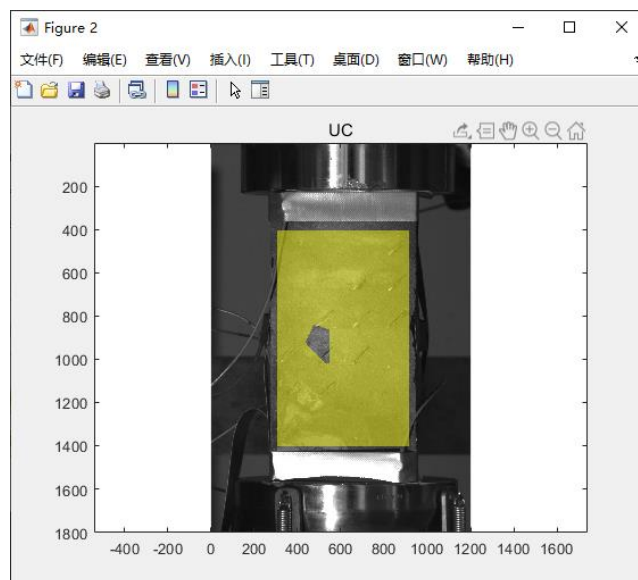
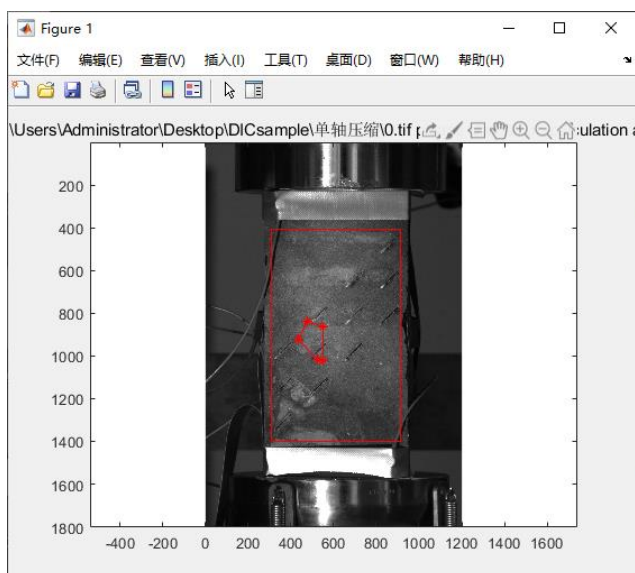
右键——撤销当前左键所选择的散点；

中键——结束全部散点选择，完成非计算区域的选择；

Enter——结束当次区域选择。

一般操作流程：左键选择点—enter 借宿当前区域—左键选择其余地方—enter 当前当前区域—...—中键结束全部。

如下图所示，黄色为计算区域。但大多数时候会有一些残余边角，可以进行【标记区膨胀】（注意：【Date】打开 XY_UC.mat 文件），选择合适的【标记膨胀半径】。



3、如果只是针对参考区域中的指定目标点计算位移，则必须选择【指定点位移】，选择指定点；
具体操作：

勾选【指定点位移】

然后在图中选择需要计算的点，左击多个点，最后【enter】结束
其余操作和普通的一样。

三、DIC 计算

1、参数选择

【检索半径】最大位移半径

【格子半径】计算子矩阵半径，窗口为 $(2 \times M + 1)^2$

【grid】计算网格点间隔

【zncc_Thed】修正阈值，小于此值的需要重新修正，并用于【plot】显示的阈值，小于该阈值的区域不显示。

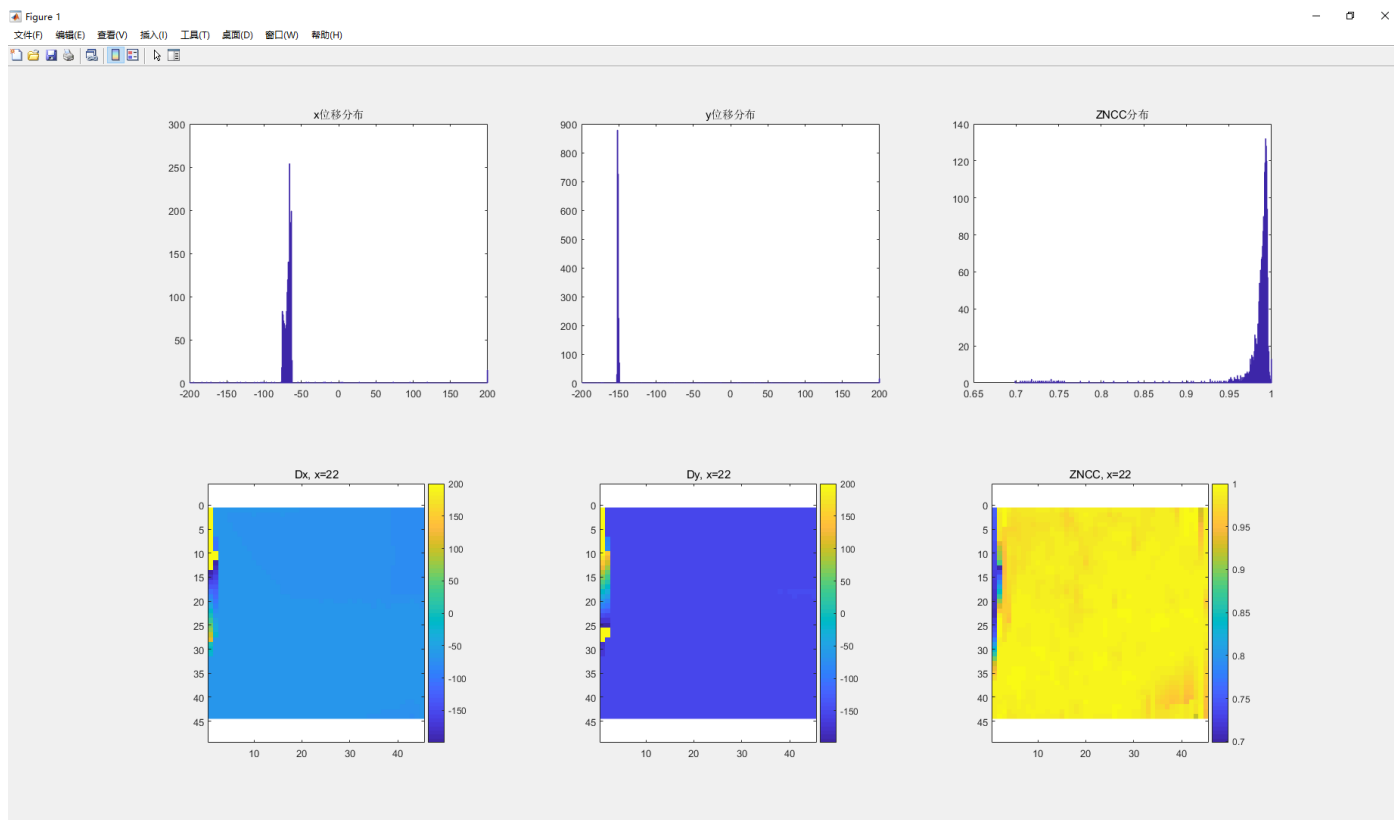
【方法】直接选择 ‘method1’，“注, method2 还在开发，不稳定”；

【Re n】修正迭代次数，一般要大于 10。

【cores】选择和 CPU 物理核数相同。

2、DIC 计算

2.1 当不确定检索半径时，可以选择【与估计检索半径】，然后点击【双图计算】，查看结果，反复选择合适的检索半径



2.2 当全部参数都设置好后，点击【执行计算】进行整个区域的计算，（注意必须要取消【预估检索半径】）

会生成 Dx, Dy, ZNCC 三幅结果图，保存结果 DIC.mat

xy 表示坐标方向，ZNCC 是匹配系数，当存在非计算区域标记时，最好不用，自己处理插值。

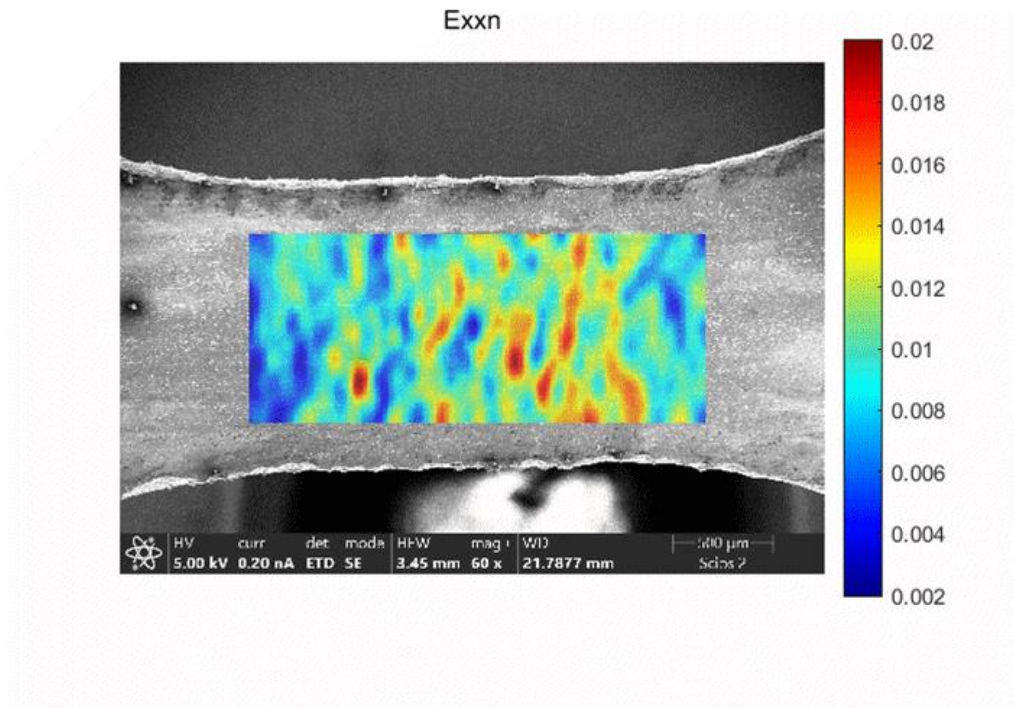
UC 是非计算区域的标记矩阵。

3 帧率连续图像计算

3.1 仅【Ca_Im】选择需要计算的图像，【Re_Im】无需选择，

注：计算的全部图像需要放置在同一个文件内，要求有准确数字编号、图像大小尽量相同、无其它无相关文件；

- 3.2 相邻两张图片的最大位移半径【检索半径】需要调整，可能要调小，提高准确性
- 3.3 点击【系列计算】进行分析帧率图片，结果保持成 DIC_Series.mat。
- 3.4 注意：相邻图像之间的变形不能太小！



4 DIC 数据结构说明

| 名称 | 说明 |
|------------------|--------------------------------------|
| DIC. L | 为各个方向的位移和 ZNCC，cell 结构数表示第 N 图的计算结果， |
| DIC. ZNCC | 是 ZNCC 相关性参数 |
| DIC. Px, DIC. Py | 是计算点的位置 |
| DIC. UC | 标记的非计算区域，标记为 1 时表示非计算 |
| DIC. Linter | 计算间隔 |
| DIC. M | 半窗口格子数 |
| DIC. Boundary | 计算区域 |
| DIC. XY | 首张图片的计算位移点 |
| DIC. FileSeries | 计算图片的路径、名称、格式列表 |
| 注意 | 位移单位全部是像素 |

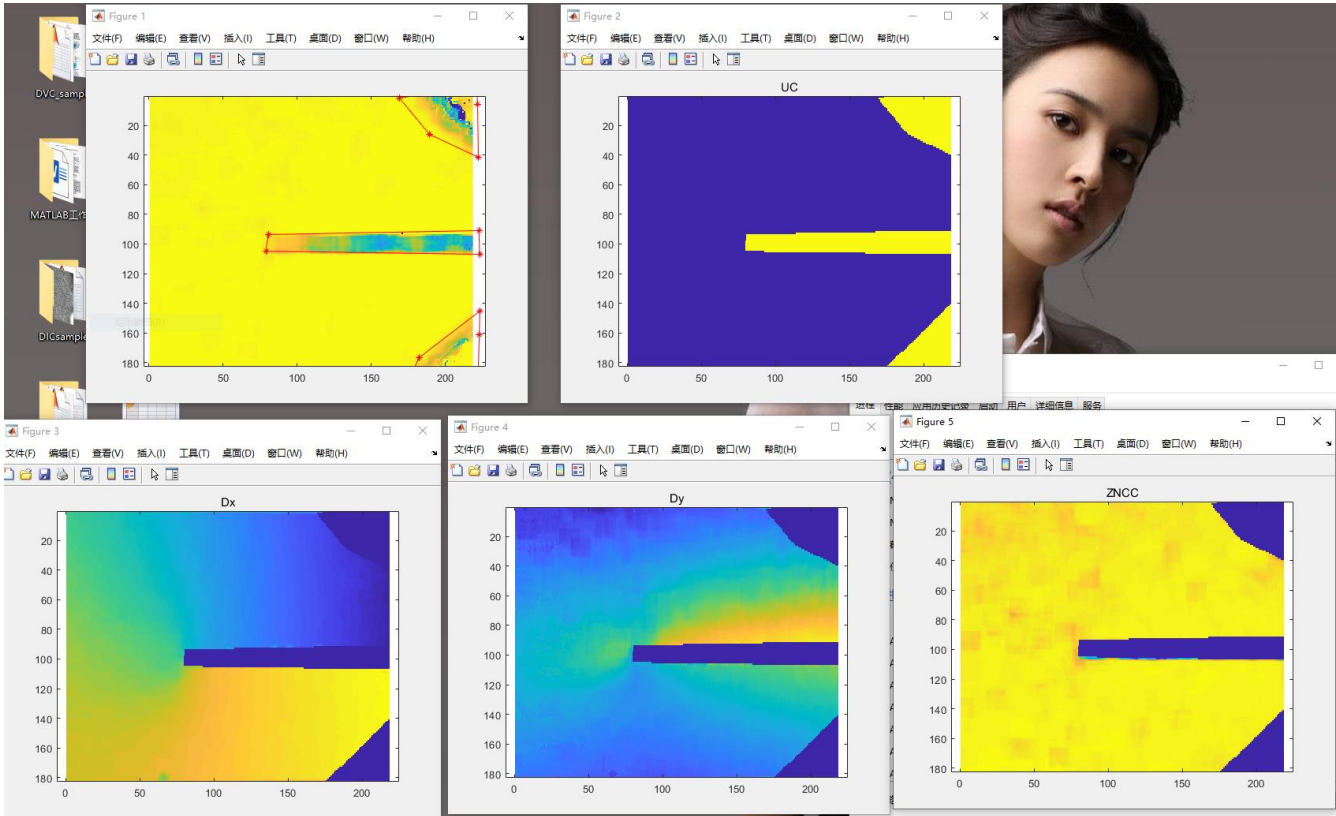
| 变量 - DIC | |
|---------------------|--------------------|
| DIC | |
| 1x1 struct 包含 9 个字段 | |
| 字段 | 值 |
| L | 1x1 cell |
| Px | 103x246 single |
| Py | 103x246 single |
| UC | 103x246 single |
| Linter | 4 |
| M | 30 |
| Boundary | [33,443;33,1015] |
| XY | [251,1298;338,813] |
| FileSeries | 20x1 struct |

| 变量 - DIC.L{1, 1} | |
|------------------|----------------|
| DIC.L{1, 1} | |
| 字段 | 值 |
| Dy | 103x246 single |
| Dx | 103x246 single |
| ZNCC | 103x246 single |

四、后期处理

1、结果修正

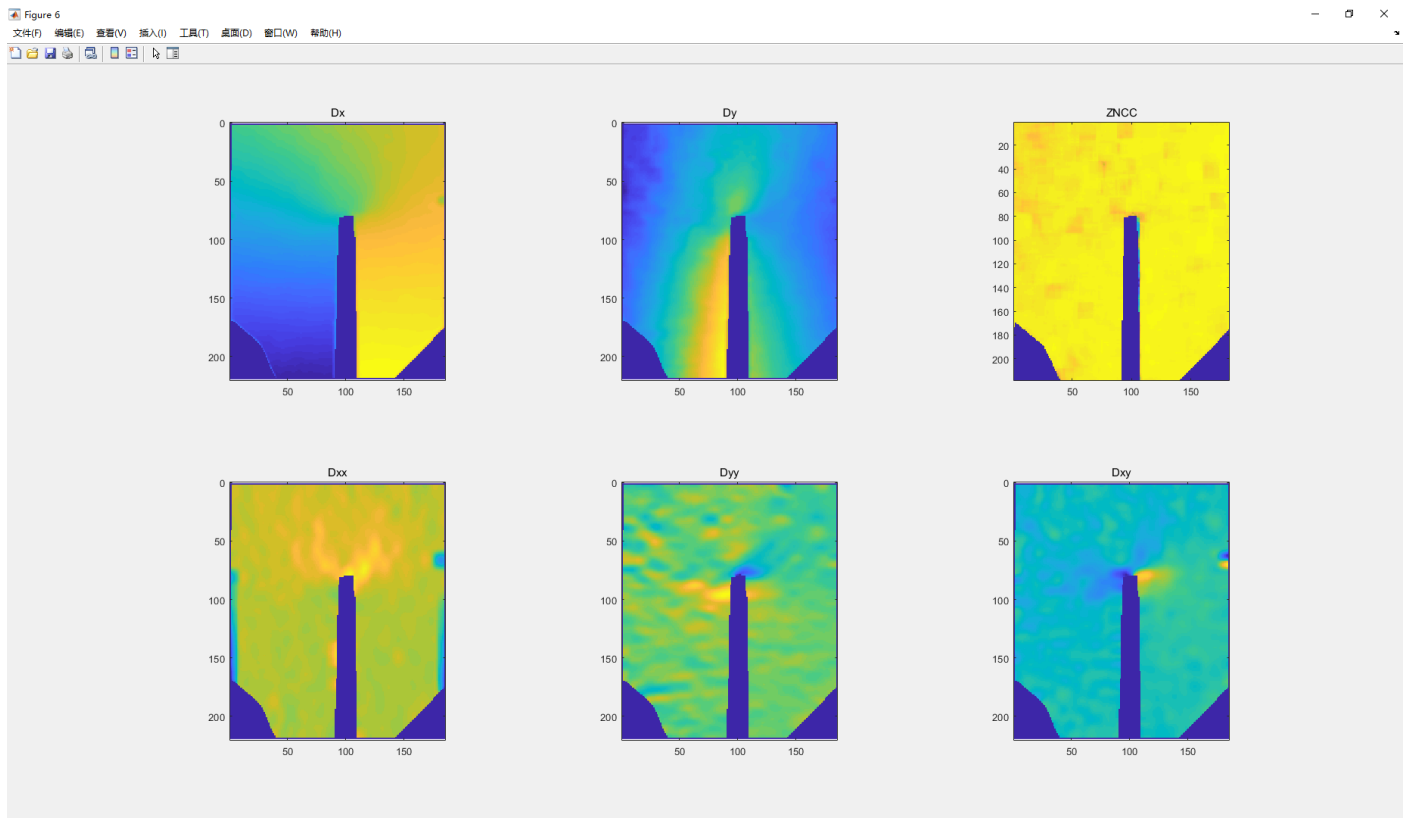
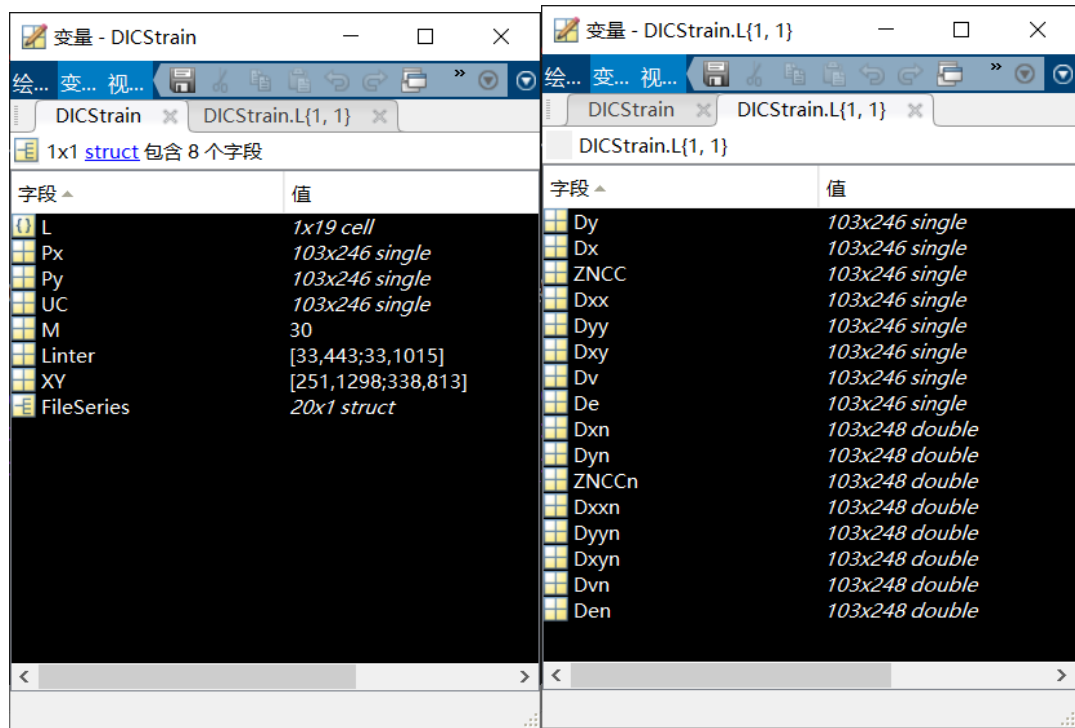
如果计算结果出现异常，或者预处理不能很好的标记非计算区域，可以采用后期处理进行修正。
【Date】选择 DIC.mat 结果和【是否修正 DIC 结果】，然后点击【标记非计算区】，操作逻辑和前期处理一样，针对计算匹配系数 ZNCC 进行操作裁剪。
预期结果如下图



2、计算应变

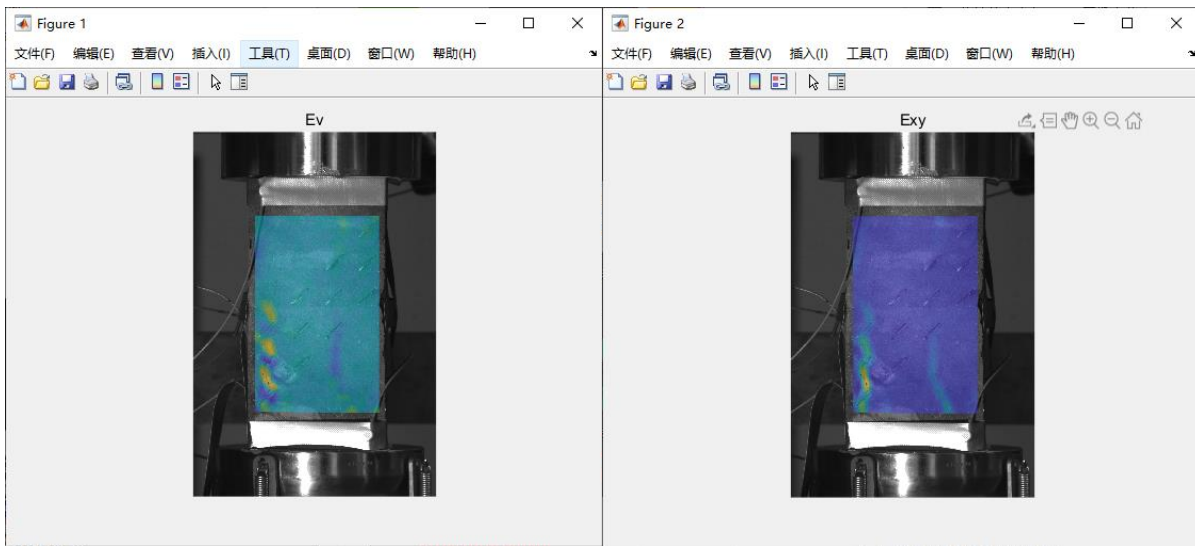
参数设置：
【平滑格子】平滑格子半径
【高斯方差】标准差，高斯平滑
【Date】选择 DIC.mat 或者修正后的 Re_DIC.mat，然后点击【Strain】，保存结果 DIC_Strain.mat 或 DIC_Series_Strain.mat。

| 名称 L 结构 | 说明 |
|---------------|--------------------------|
| Dy, Dx | 为各个方向的位移 |
| Dxx, Dyy, Dxy | 应变 |
| Dv | 体应变 |
| De | 等效应变 |
| 后缀加 n | 投射至参考图像的位移场或应变场 |
| 注 | 图像显示中 D 可能是 E，比如 Dxx-Exx |

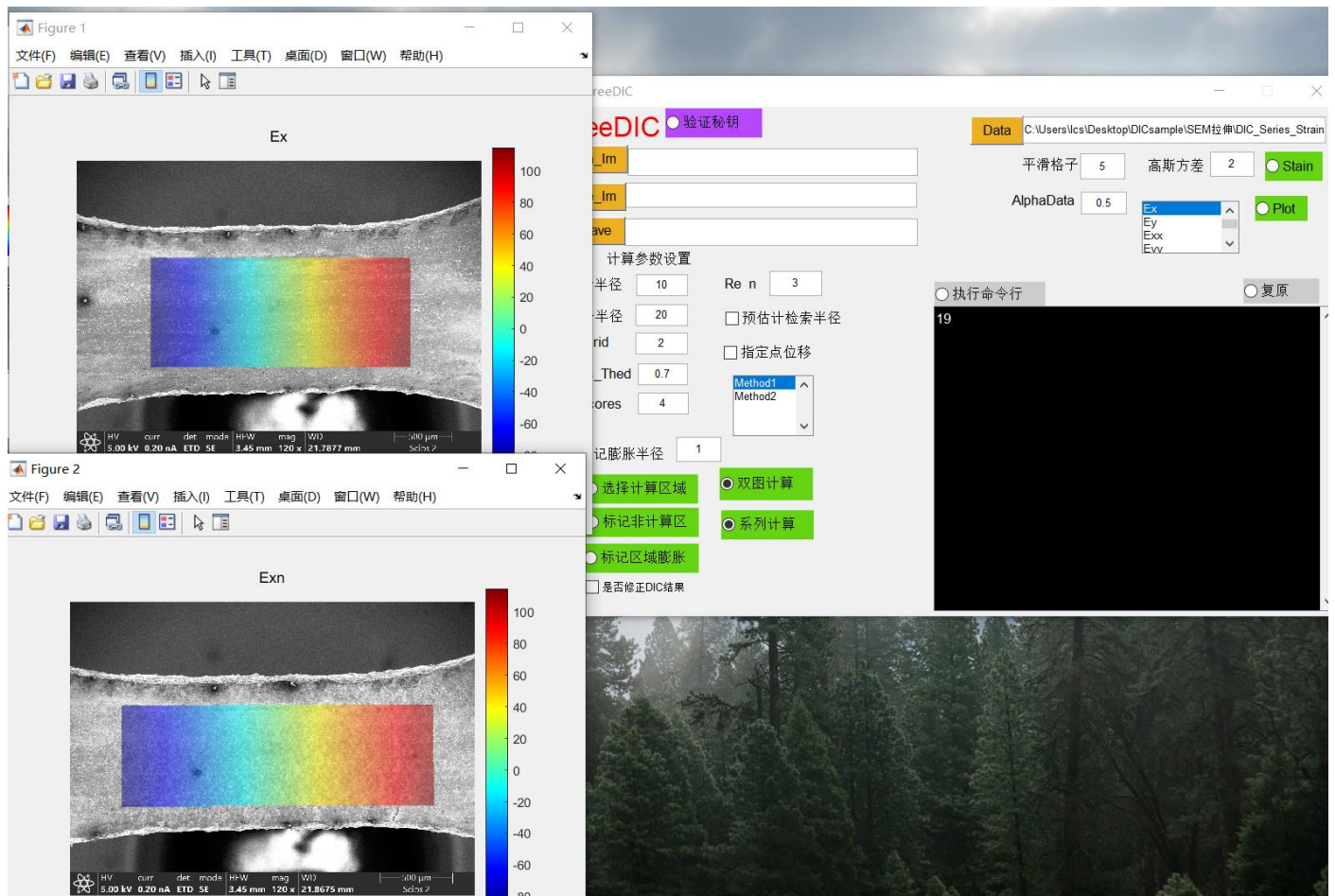


3、结果显示

【Date】选择 DIC_Strain.mat，然后选择需要的应变、位移进行显示，AlphaData 是透明度。



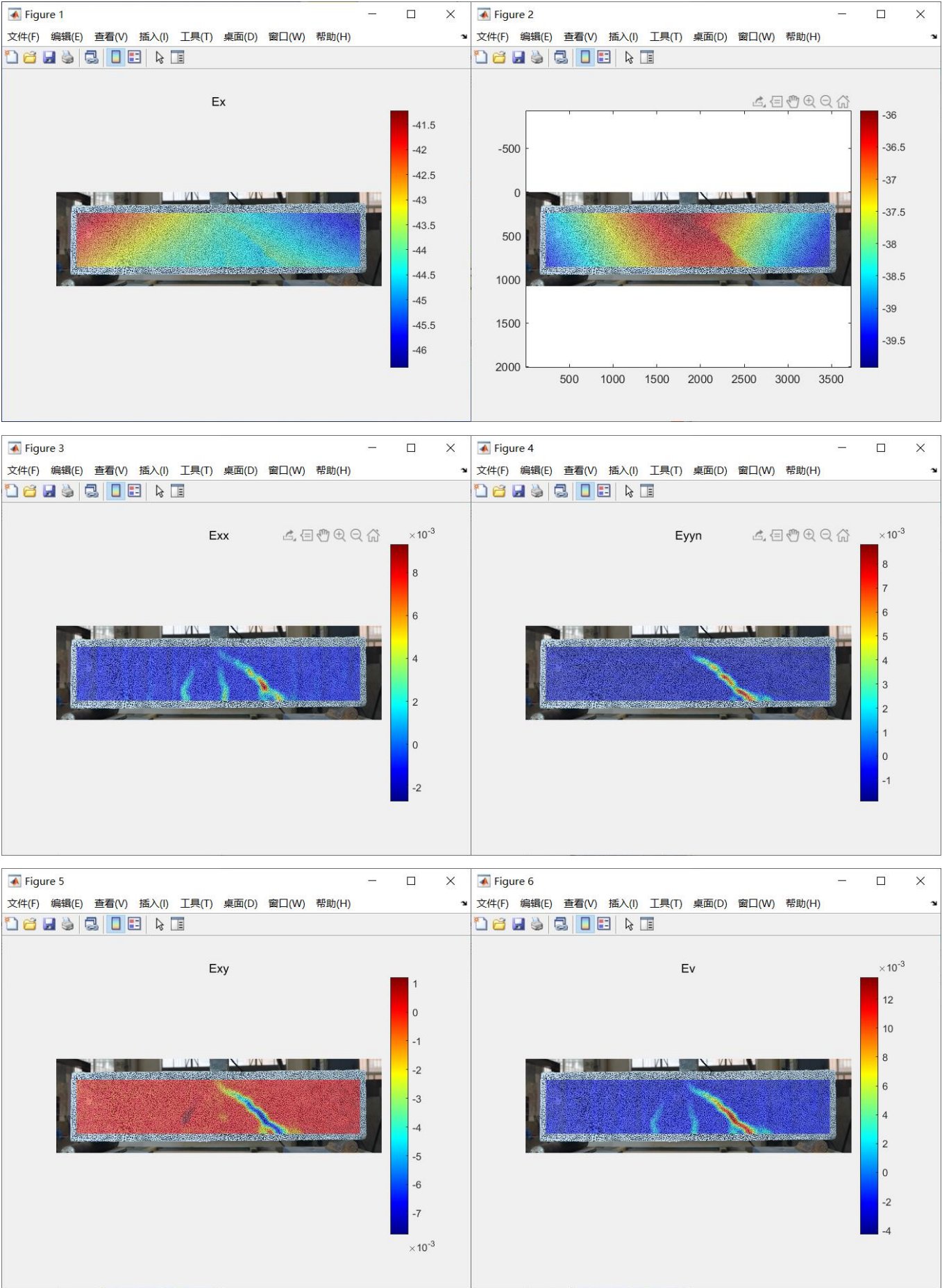
若采用【系列计算】模块，需要【执行命令】窗口输入单数来指定画某一帧的计算结果。



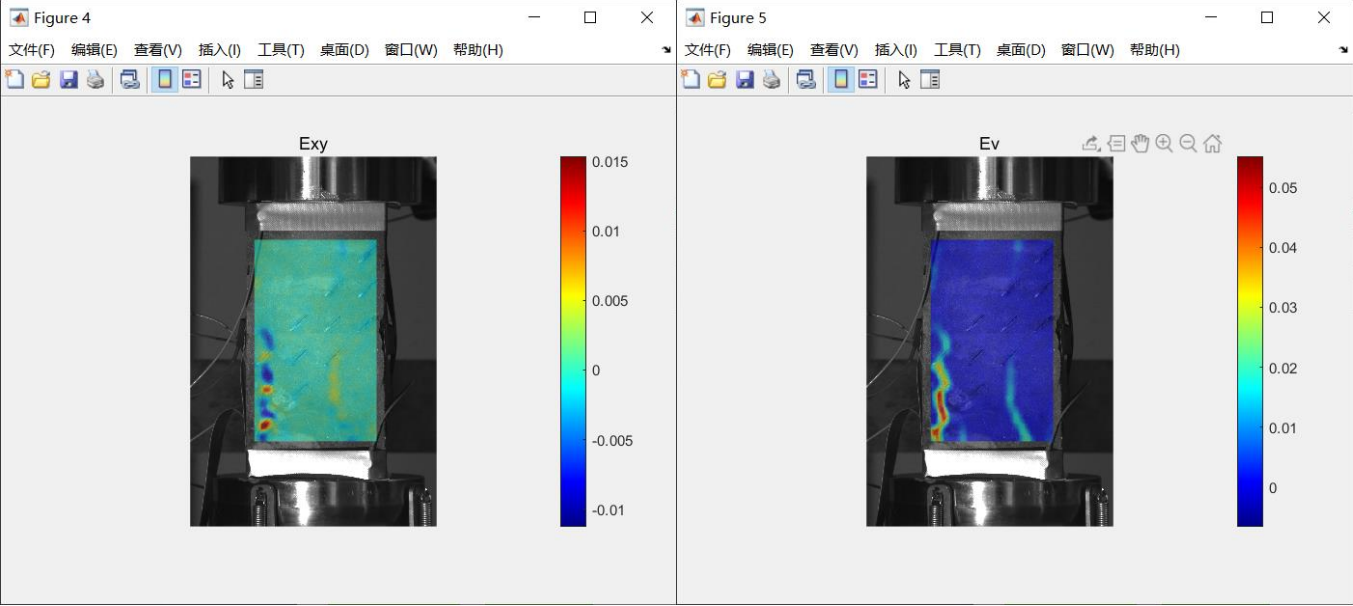
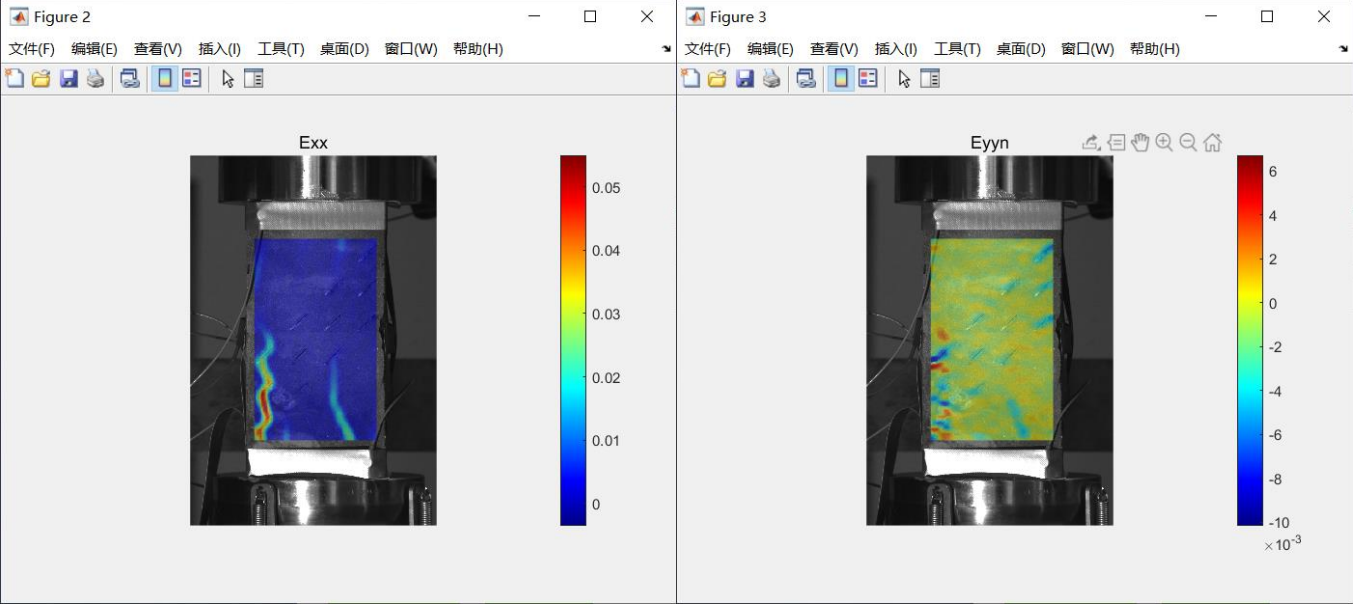
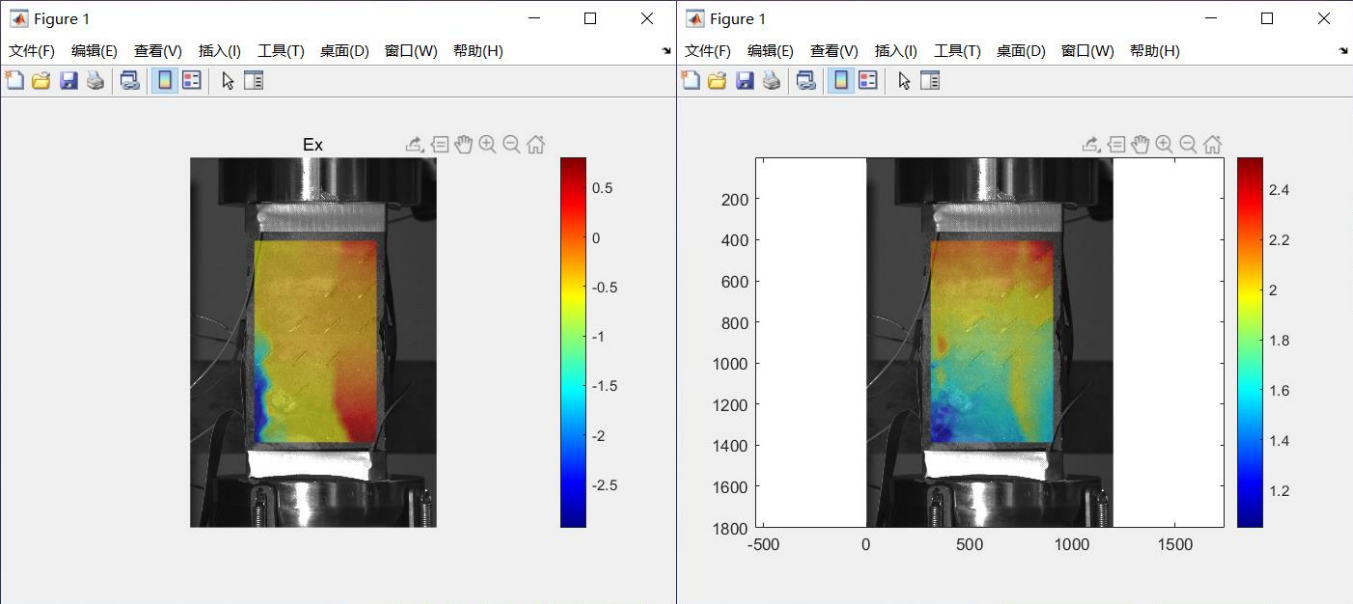
注：对于设定指定区间的色条画图方法

- 1) 设置 AlphaData 为 0，画图显示，估算大概区间
- 2) 【平滑格子】为下限，【高斯方差】为上限，AlphaData 设置为 0-1 之间，再进行画图显示

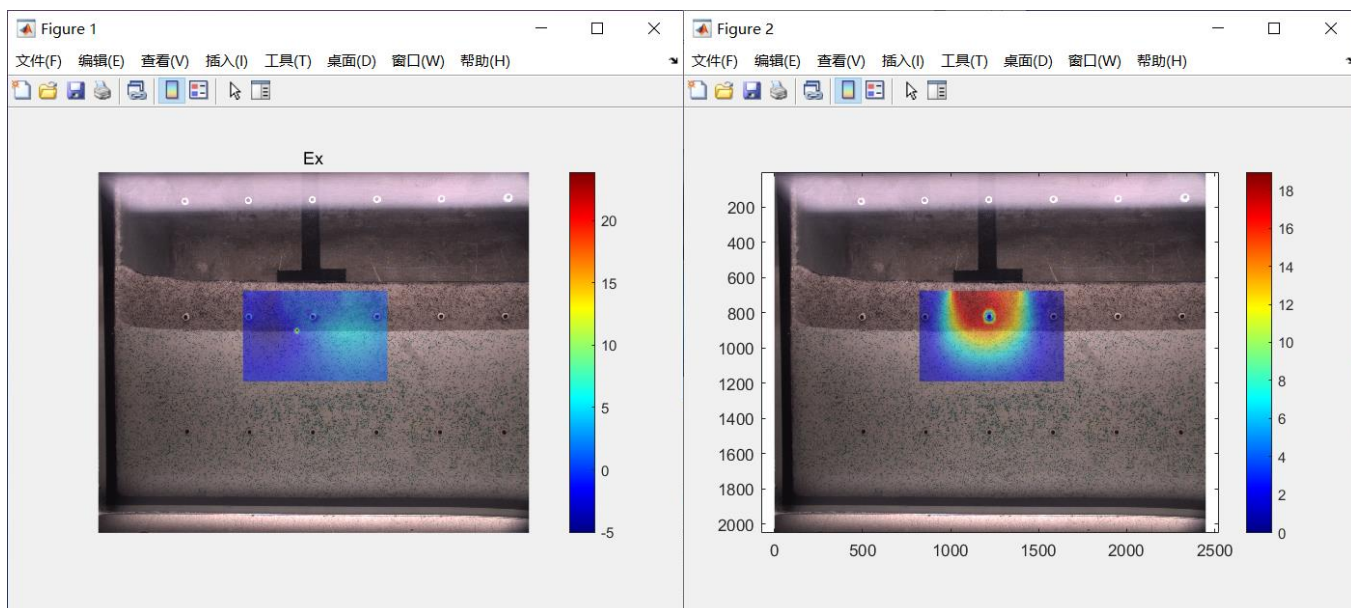
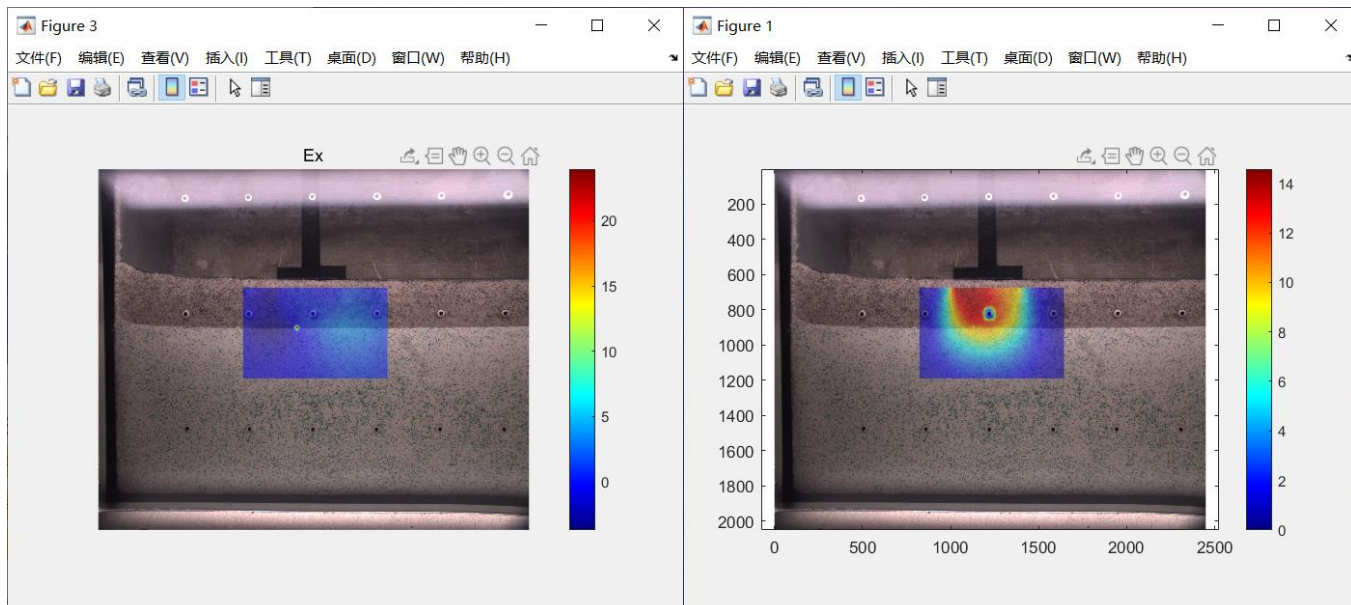
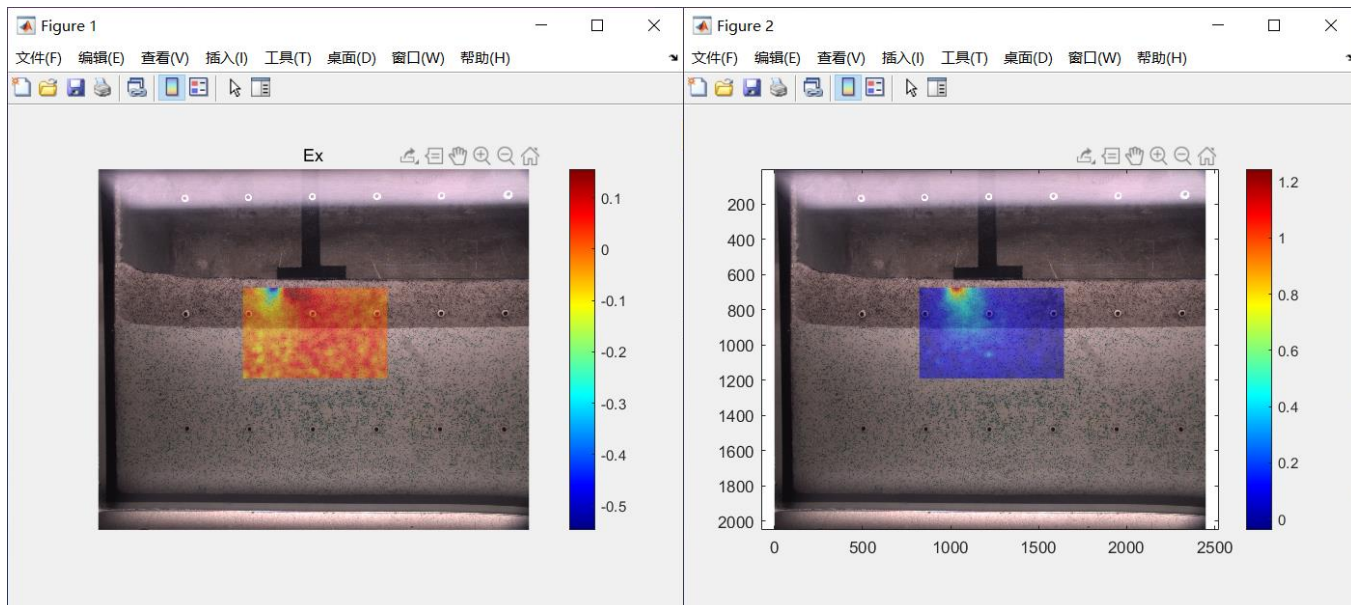
五、示例



1 散点梁弯曲



岩石压缩



模型桩

后续会增加