

# 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.....	6
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

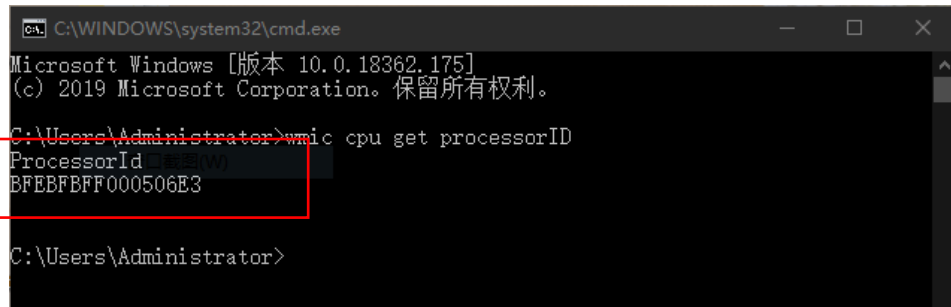
**2020-11-25 更新说明：**增加了针对帧率图片（连续拍照图）模块，该模块对帧率图进行了专门优化，可以计算超大变形、散斑质量差、前后变形无法匹配等问题，适当可计算块体撞击破碎等极端情况。

# 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。

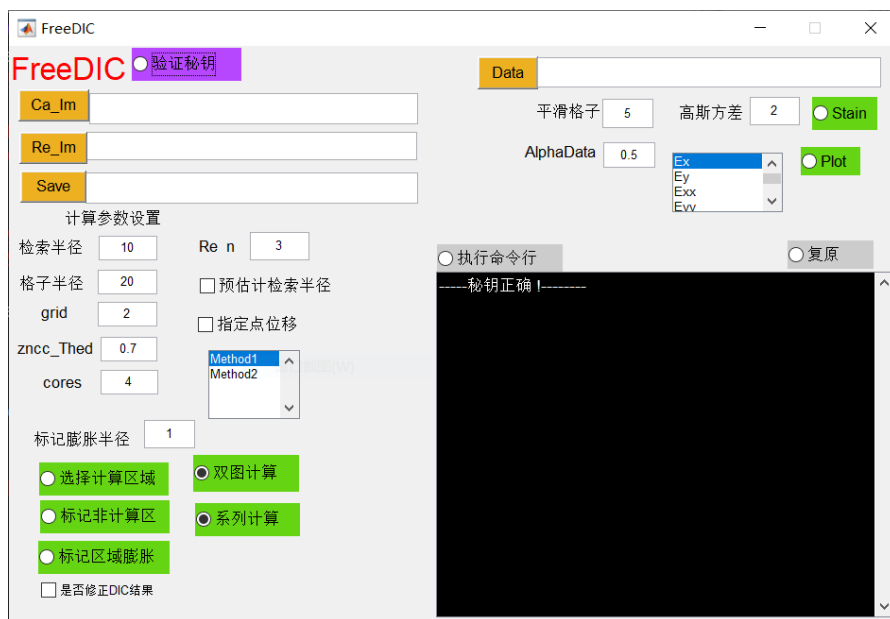
C:\Users\Administrator>wmic cpu get processorID
ProcessorId
BFEFBFF000506E3

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

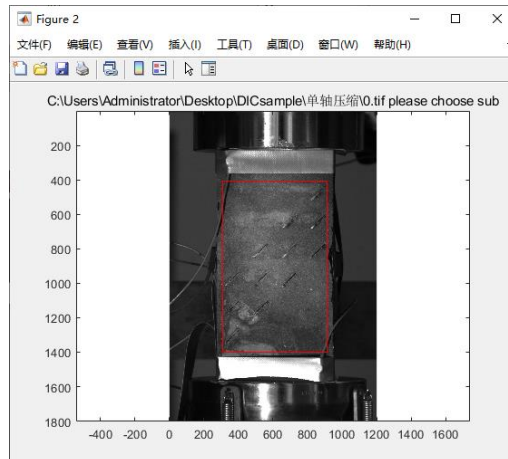
### 1、选择计算区域

【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；

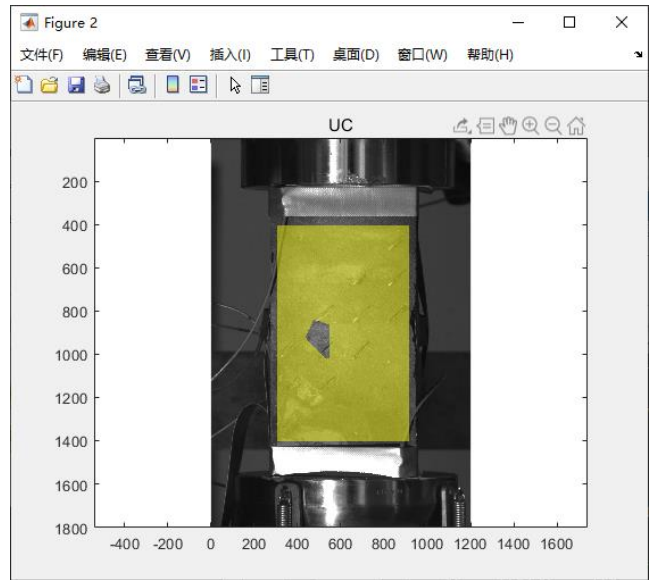
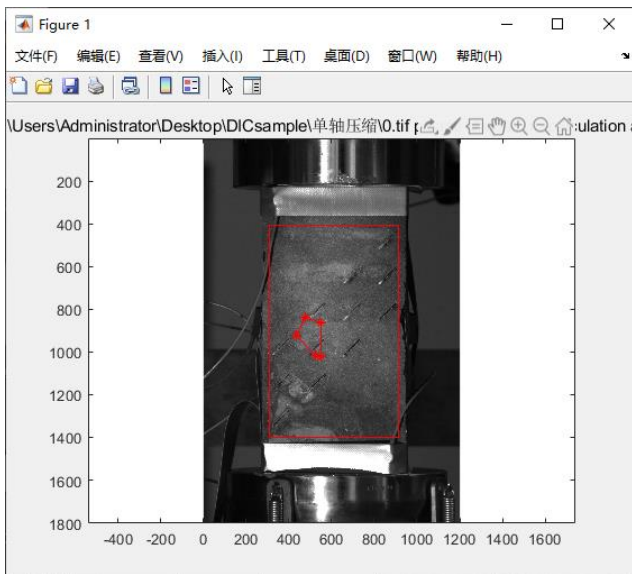
右键——撤销当前左键所选择的散点；

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”；

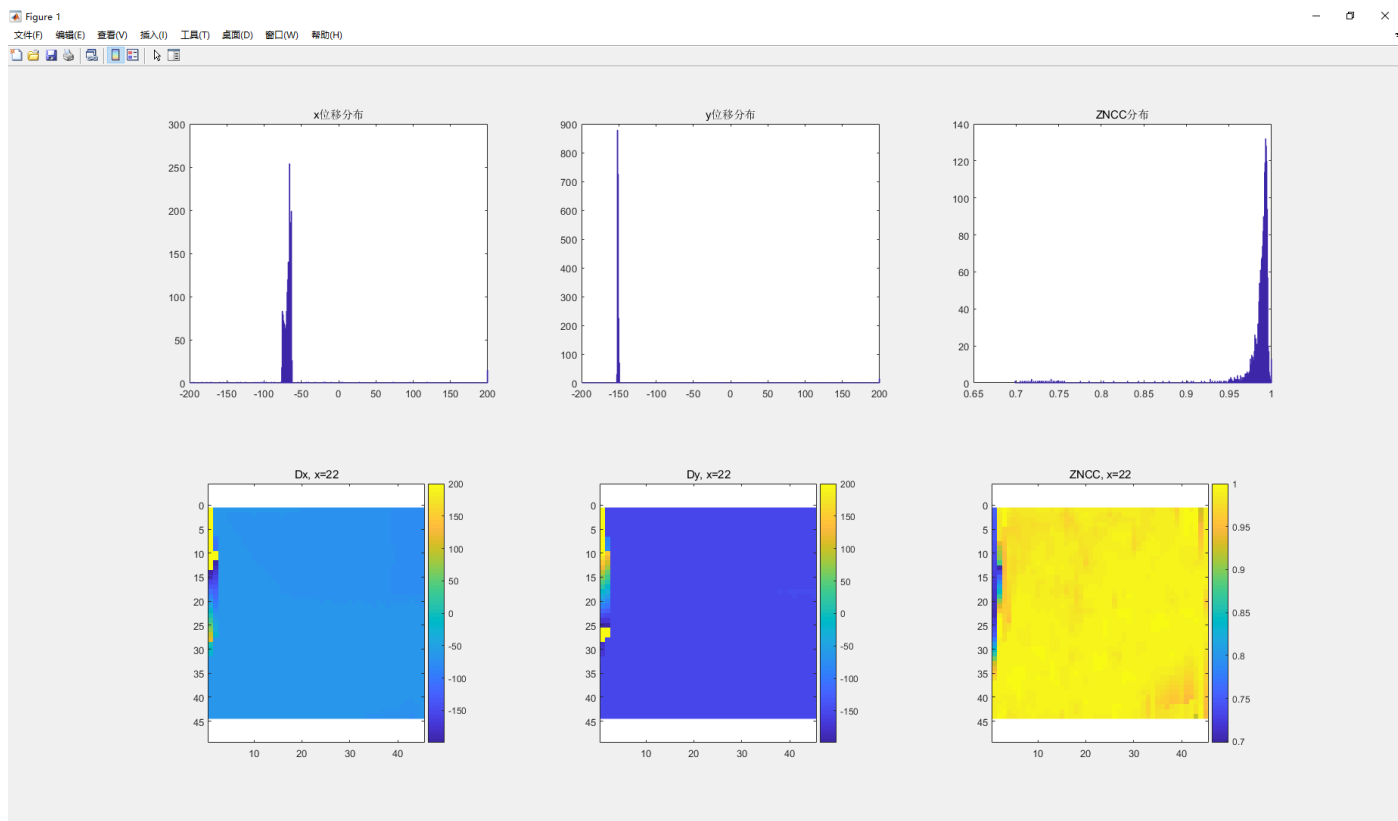
【Re n】修正迭代次数，一般要大于 10。

【cores】选择和 CPU 物理核数相同。

【平滑格】选择修正的半径范围，用于可靠性导向。

## 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。

注：如果边角出现成片的低 ZNCC 区域，很有可能是【检索半径】的数值设置的过小，可适当增大。

### 3 帧率连续图像计算

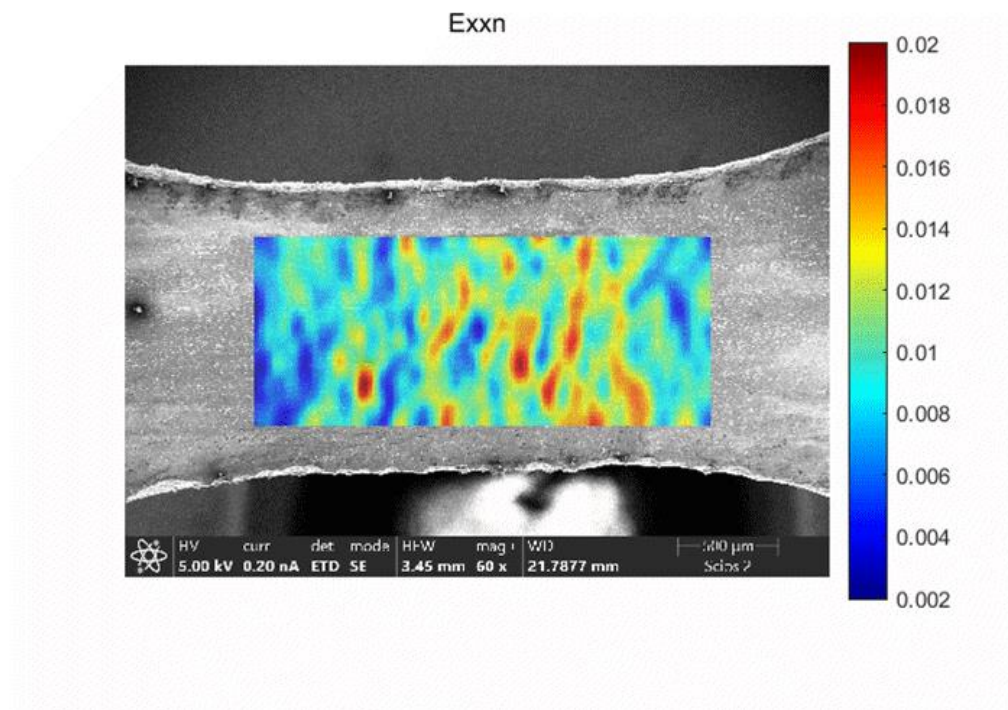
3.1 仅【Ca\_Im】选择需要计算的图像，【Re\_Im】无需选择，

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

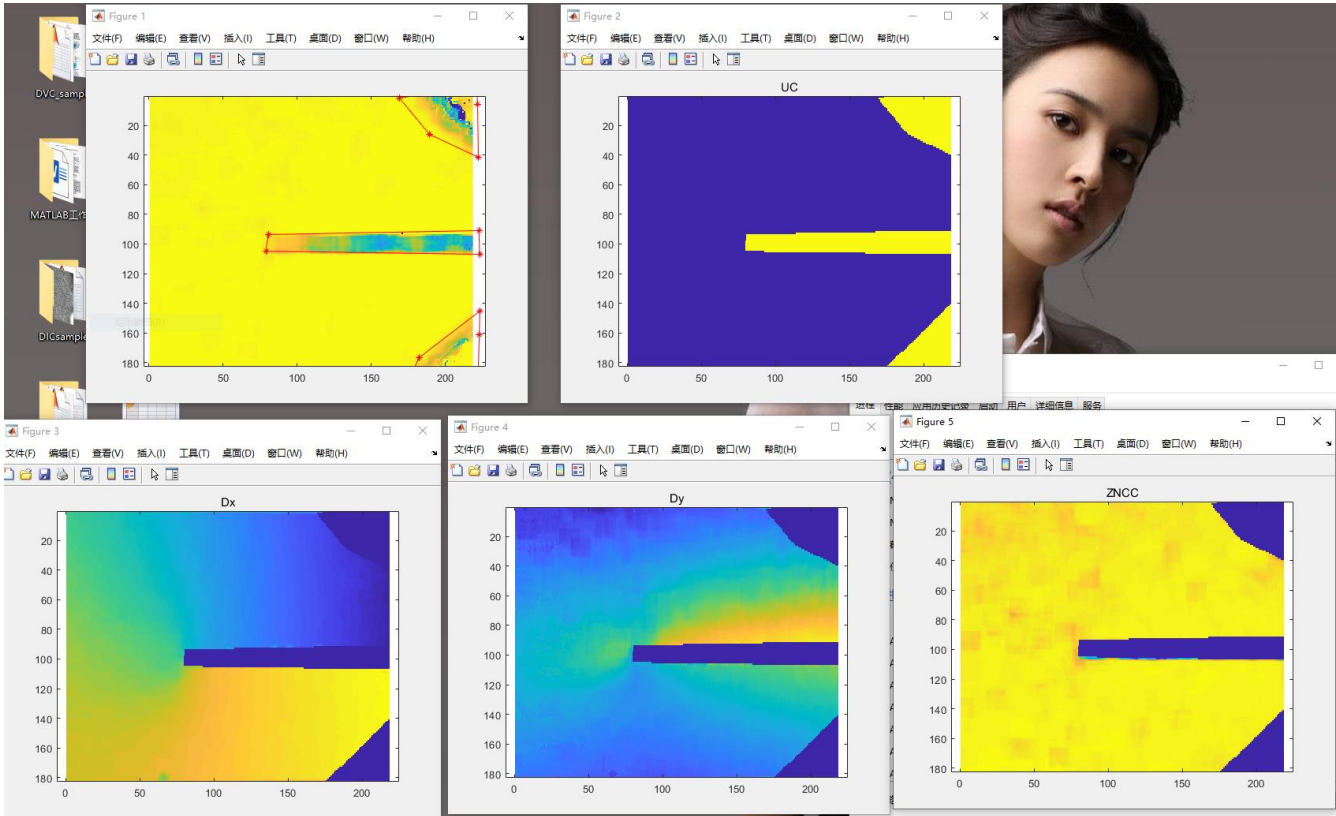
变量 - DIC	
DIC	
1x1 struct 包含 9 个字段	
字段	值
L	1x1 cell
Px	103x246 single
Py	103x246 single
UC	103x246 single
Linter	4
M	30
Boundary	[33,443;33,1015]
XY	[251,1298;338,813]
FileSeries	20x1 struct

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

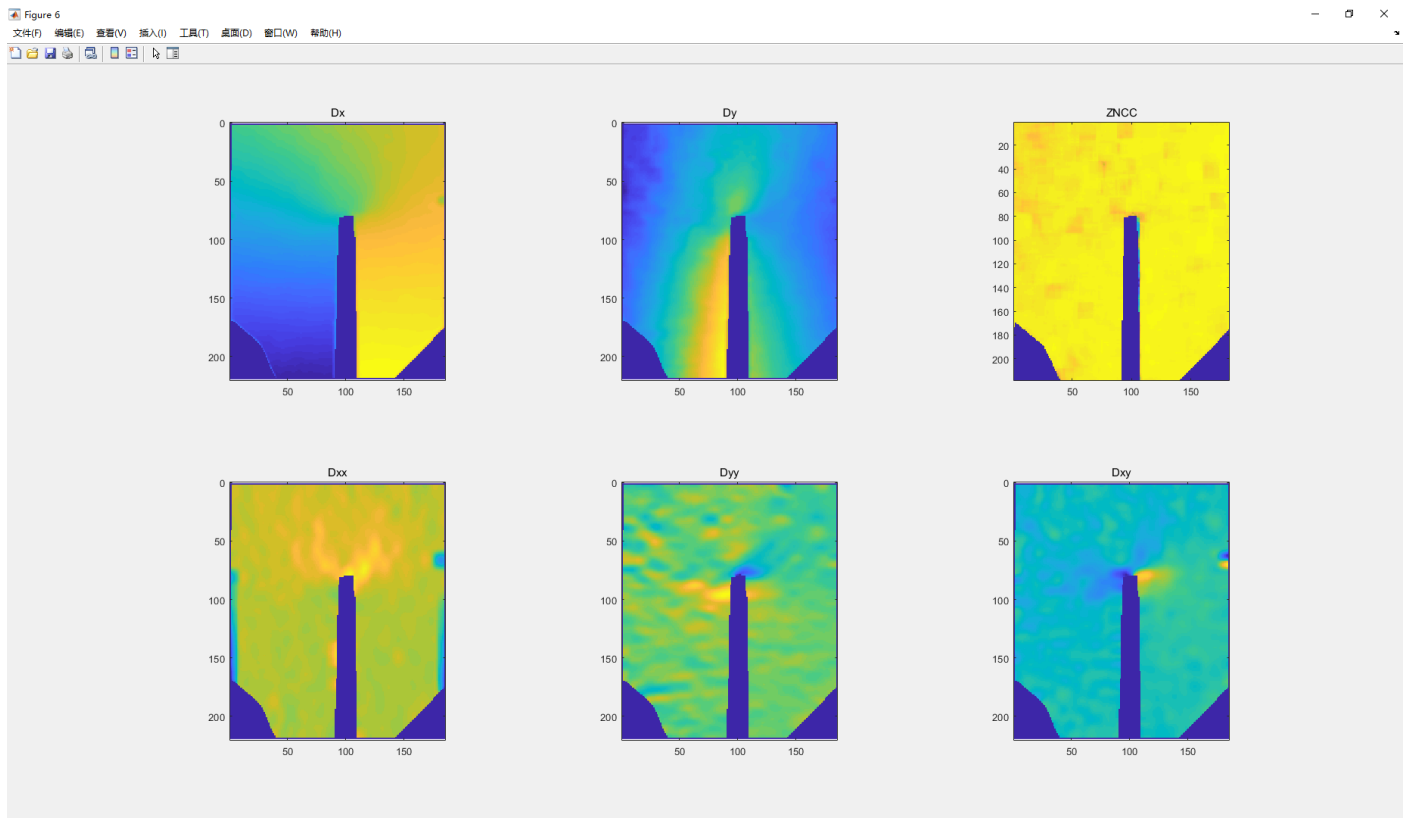
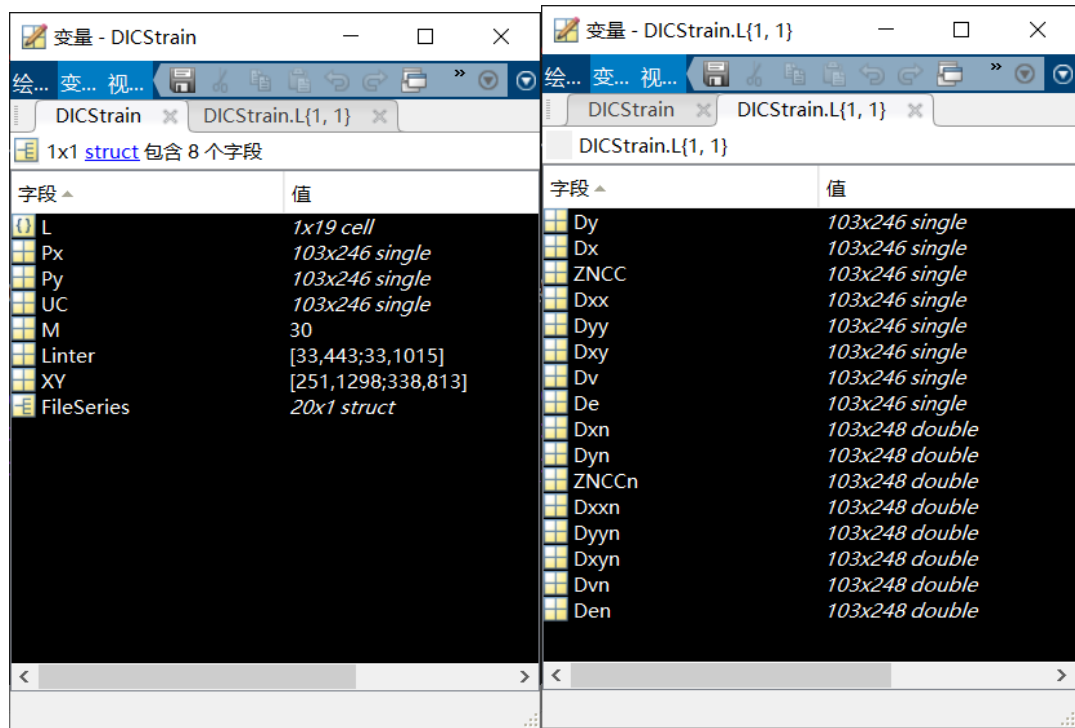


## 2、计算应变

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。

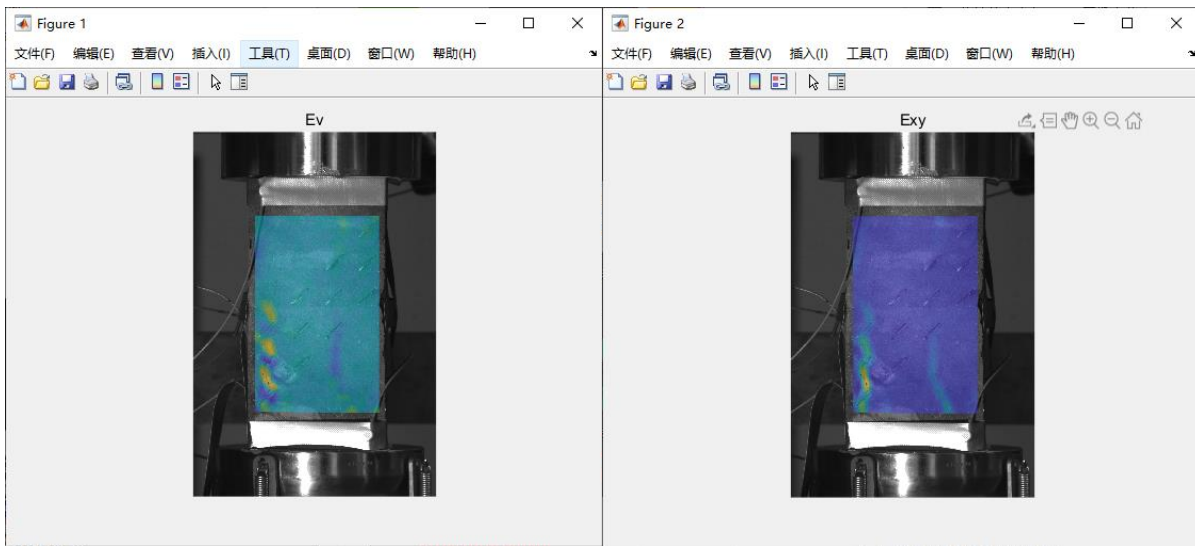
名称 L 结构	说明
Dy, Dx	为各个方向的位移
Dxx, Dyy, Dxy	应变
Dv	体应变
De	等效应变
后缀加 n	投射至参考图像的位移场或应变场
注	图像显示中 D 可能是 E，比如 Dxx-Exx



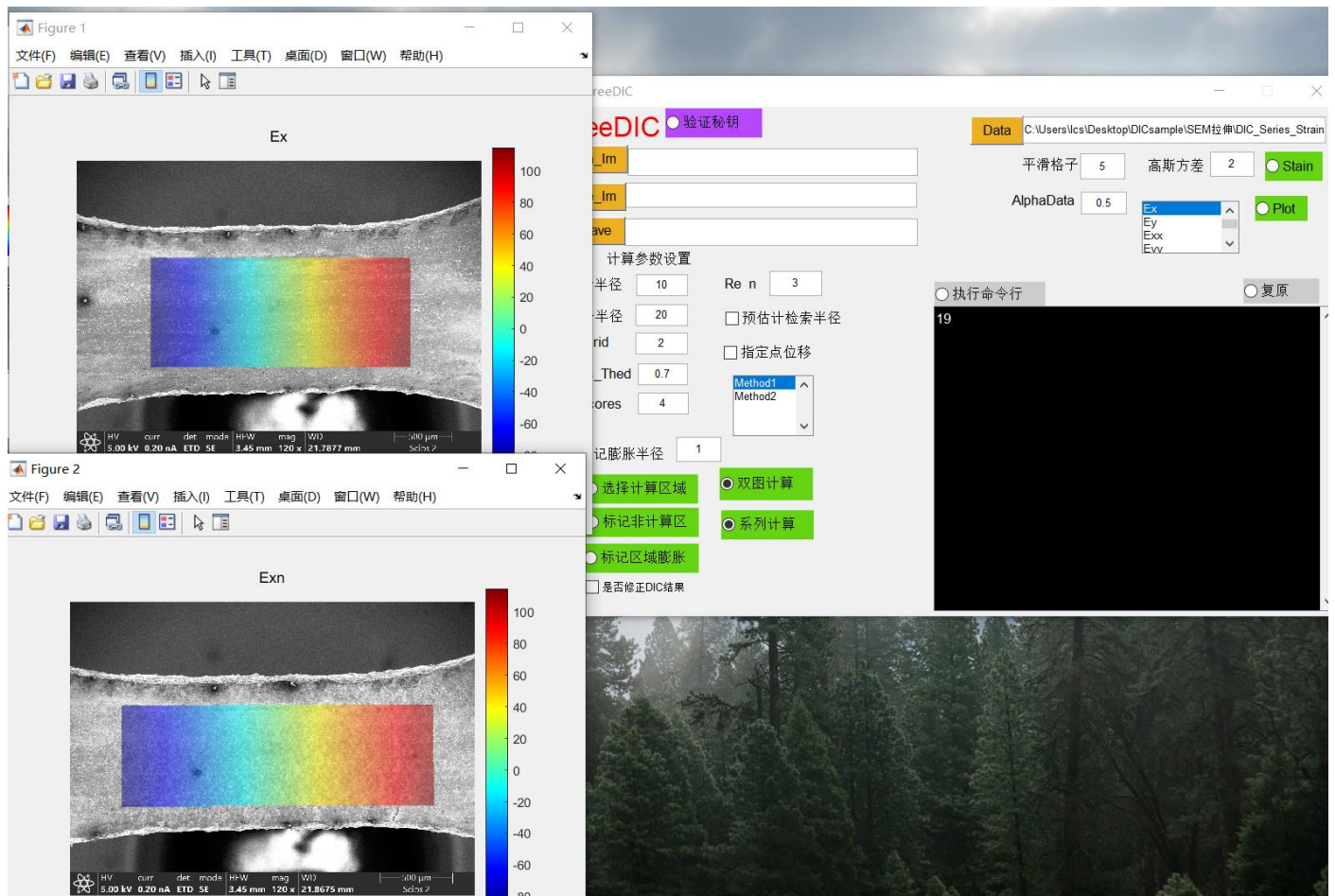


### 3、结果显示

【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。



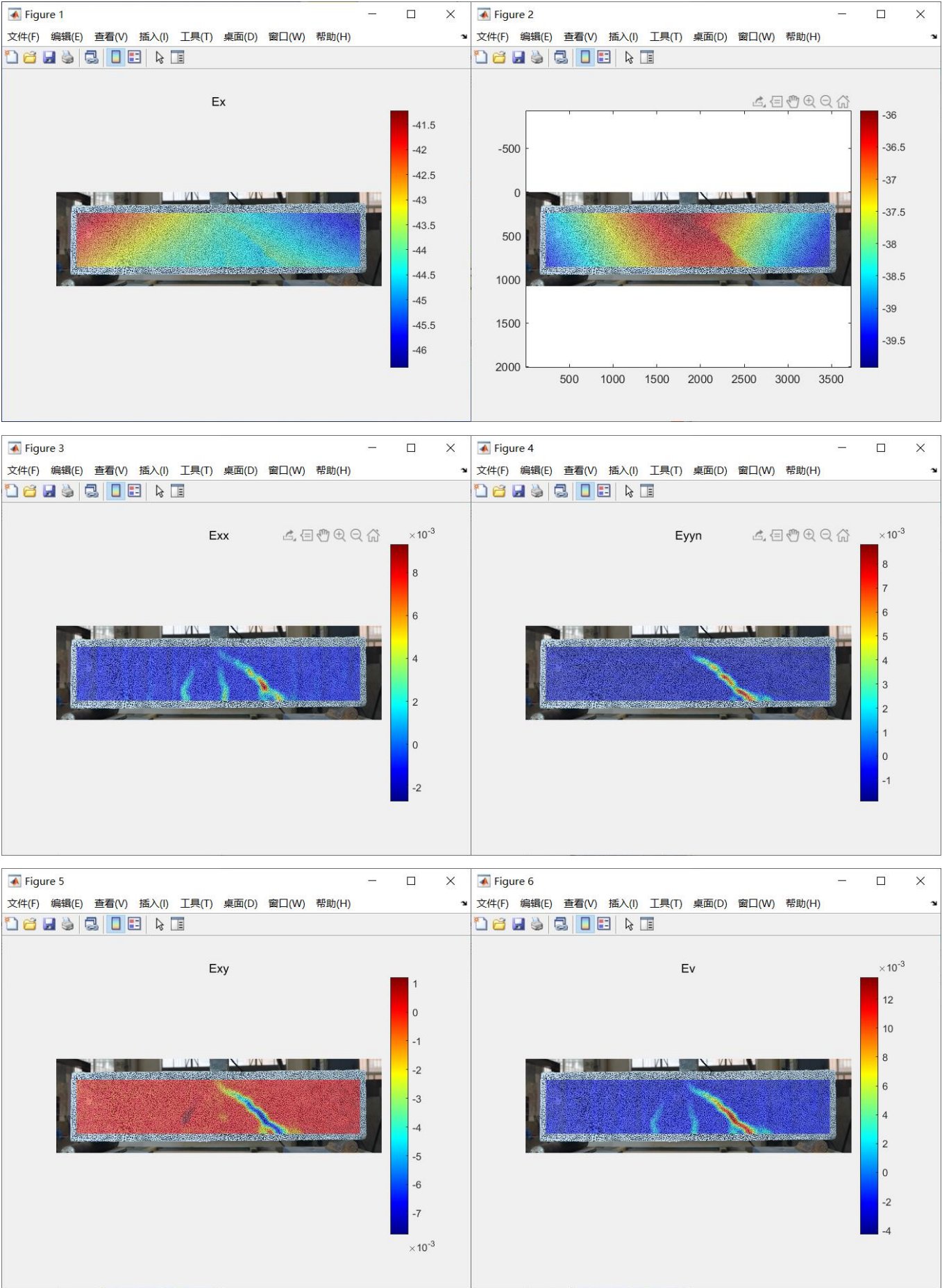
若采用【系列计算】模块，需要【执行命令】窗口输入单数来指定画某一帧的计算结果。



注：对于设定指定区间的色条画图方法

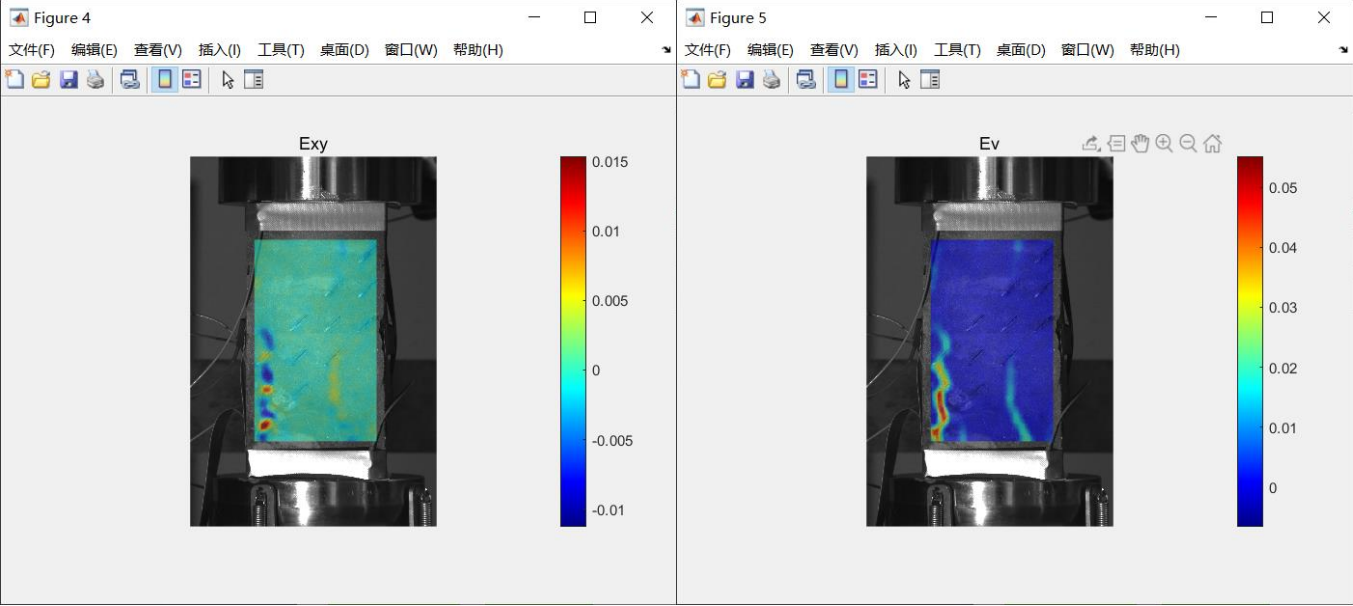
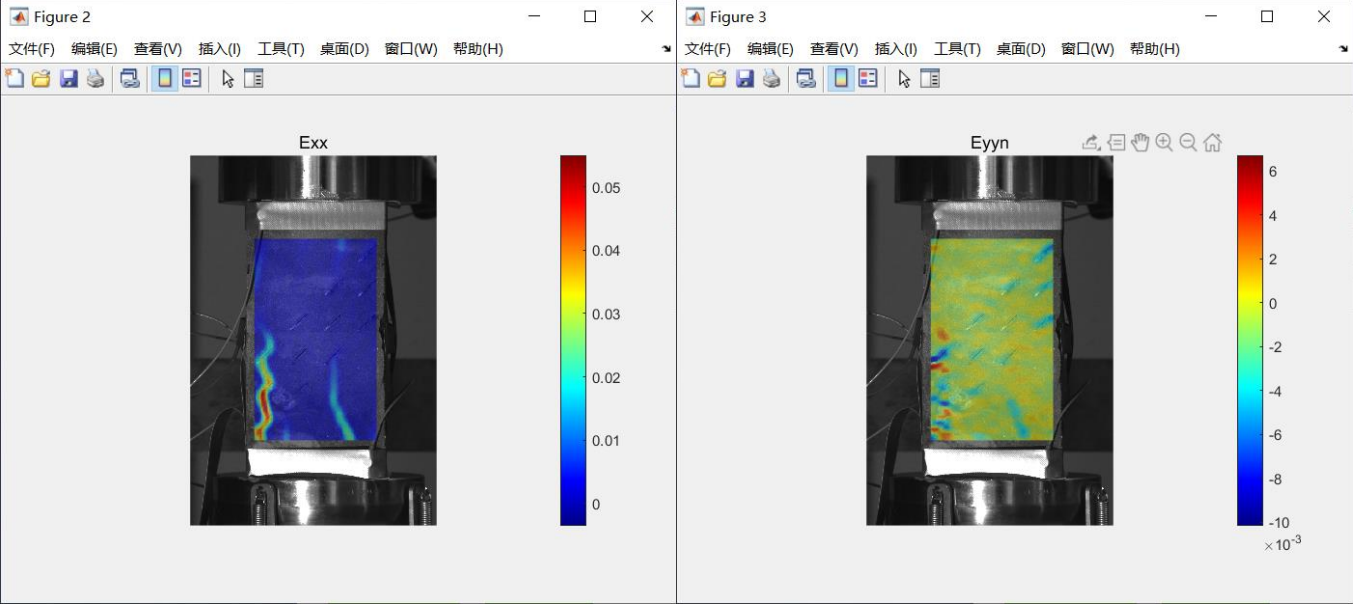
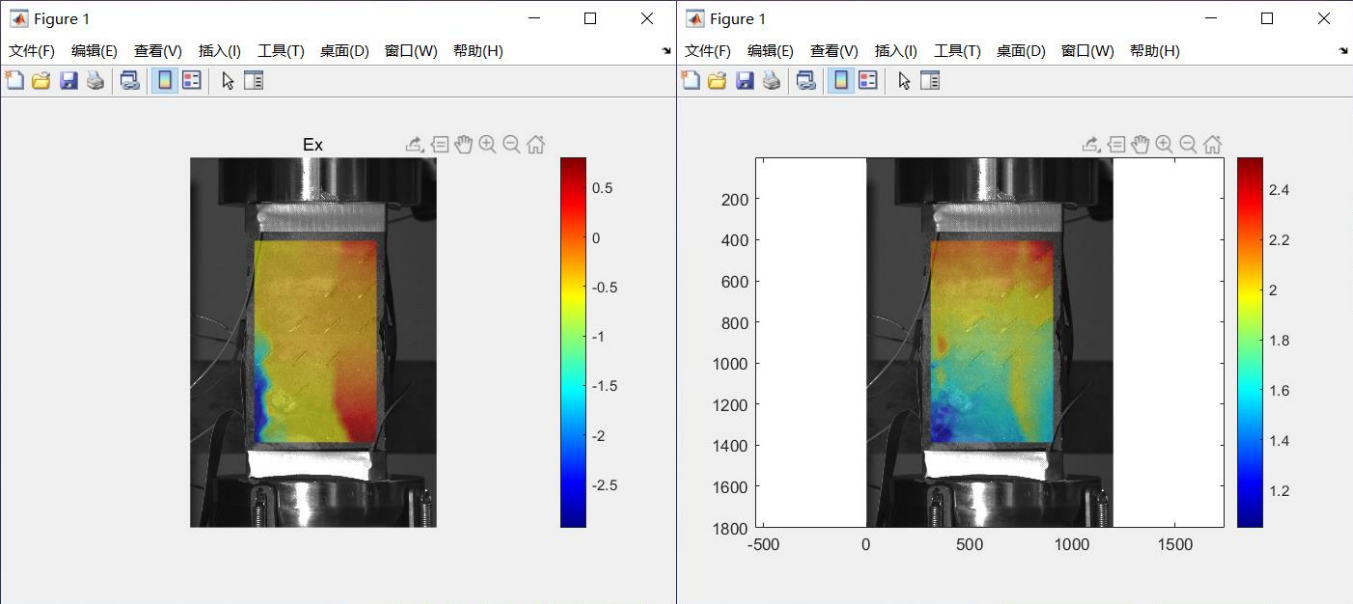
- 1) 设置 AlphaData 为 0，画图显示，估算大概区间
- 2) 【平滑格子】为下限，【高斯方差】为上限，AlphaData 设置为 0-1 之间，再进行画图显示

# 五、示例

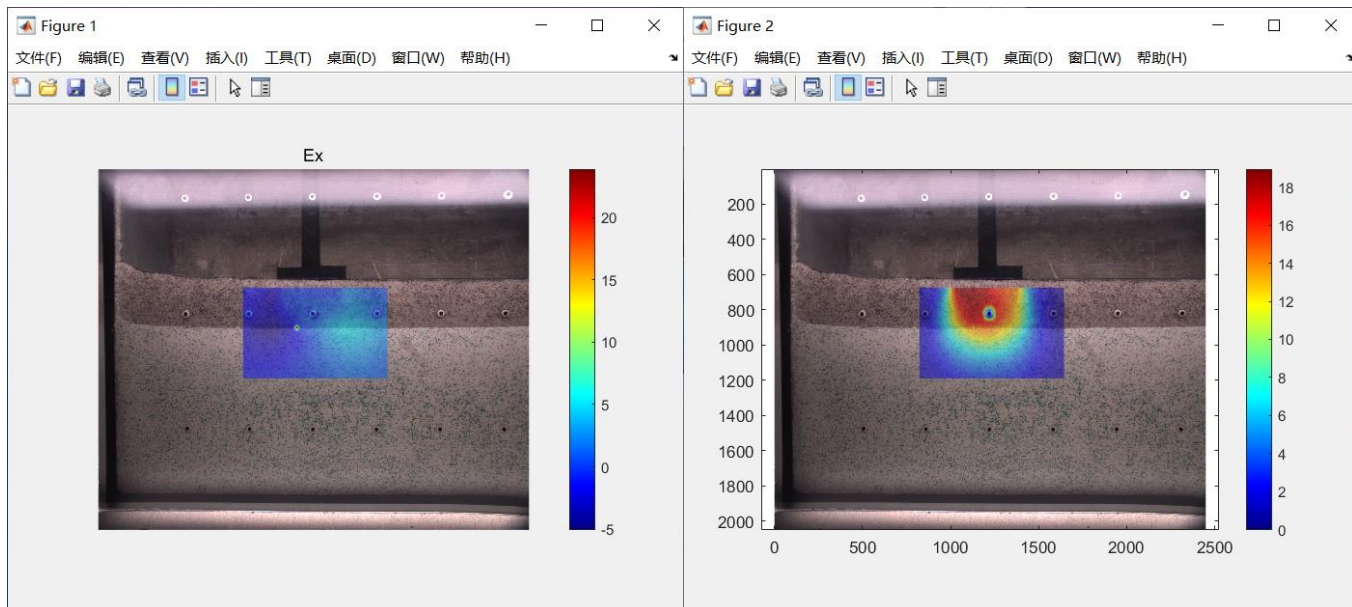
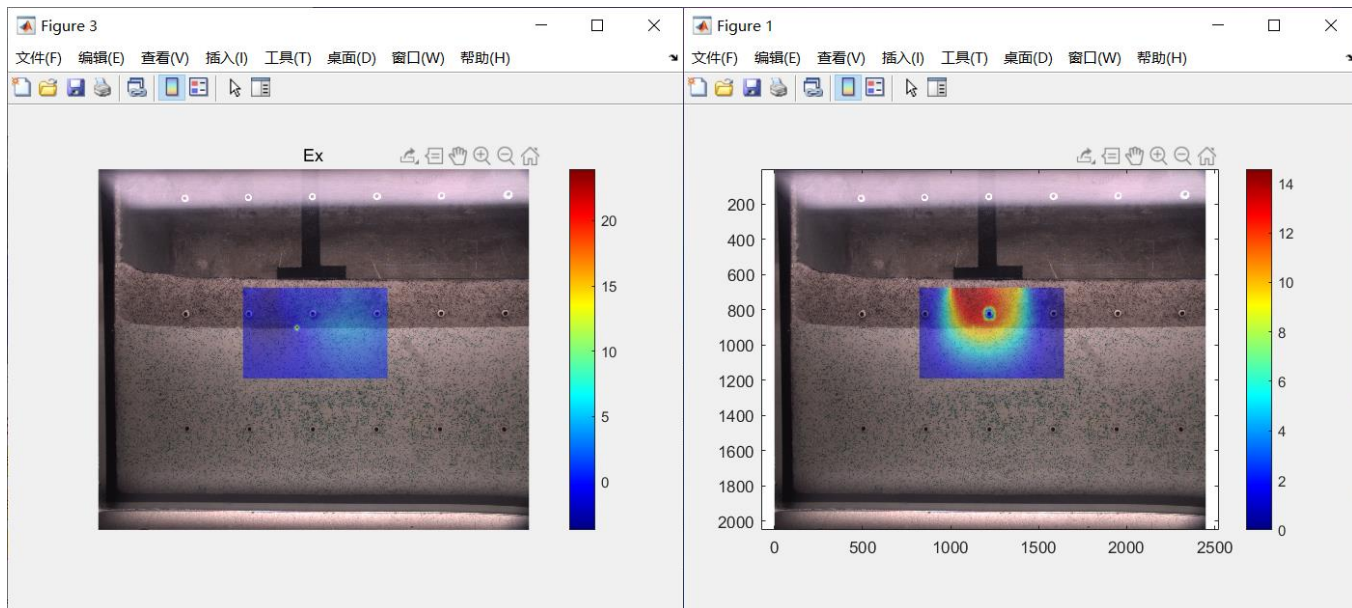
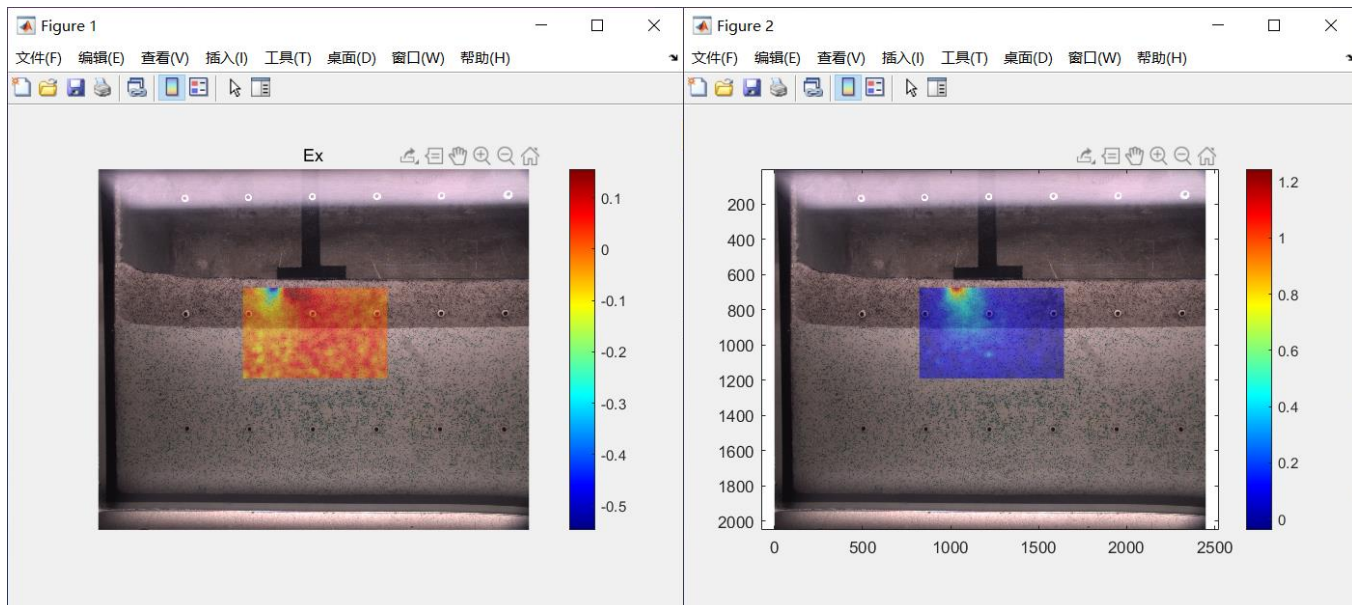


1 散点梁弯曲





岩石压缩



模型桩

后续会增加