

FreeDIC

简明教程

黎澄生

1964977182@qq.com

<https://github.com/lichengshengHK/FreeDIC>

汕头大学/中国科学院武汉岩土力学研究所

基于 FreeD IC 的相关论文.....	1
一、前期处理	2
1、选择计算区域.....	2
2、标记非计算区域.....	2
二、DIC 计算	4
1、参数选择.....	4
2、DIC 计算.....	4
3 帧率连续图像计算.....	5
4 DIC 数据结构说明.....	5
三、后期处理	7
1、结果修正.....	7
2、计算应变.....	7
3、结果显示.....	8
四、裂隙变形分析	10
五、示例	11

基于 FreeD IC 的相关论文

- 1 **Evolution of cracks in the shear bands of granite residual soil**
Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering
<https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2021.12.028>
- 2 **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>
- 3 **Accurate and simple digital volume correlation using pre-interpolation**
Measurement Science and Technology
<https://doi.org/10.1088/1361-6501/ab85b0>
- 4 花岗岩残积土复杂次生裂隙的分类与损伤特征
岩土力学
<https://doi.org/10.16285/j.rsm.2023.0713>
- 5 花岗岩残积土剪切带上的细观结构损伤规律
岩土力学
<https://doi.org/10.16285/j.rsm.2022.1732>
- 6 **Experimental investigation of damage evolution characteristics of coral reef limestone based on acoustic emission and digital volume correlation techniques**
Rock Mechanics and Rock Engineering
<https://doi.org/10.1007/s00603-022-03186-y>
- 7 **Mesoscopic measurement of damage and shear bands of granite residual soil using Micro-CT and digital volume correlation**
Journal of Mountain Science
<https://doi.org/10.1007/s11629-023-8159-6>

QQ 讨论群：544465573（FreeDIC/iDVC 测量分析）

视频教程：<https://b23.tv/JiHSnqi>

一、前期处理

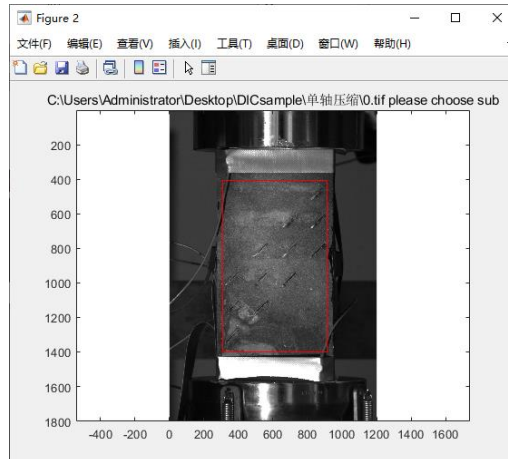
1、选择计算区域

【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；

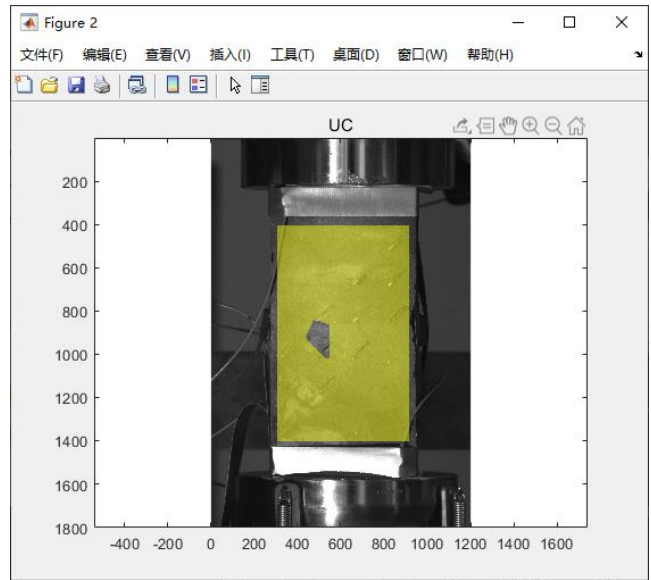
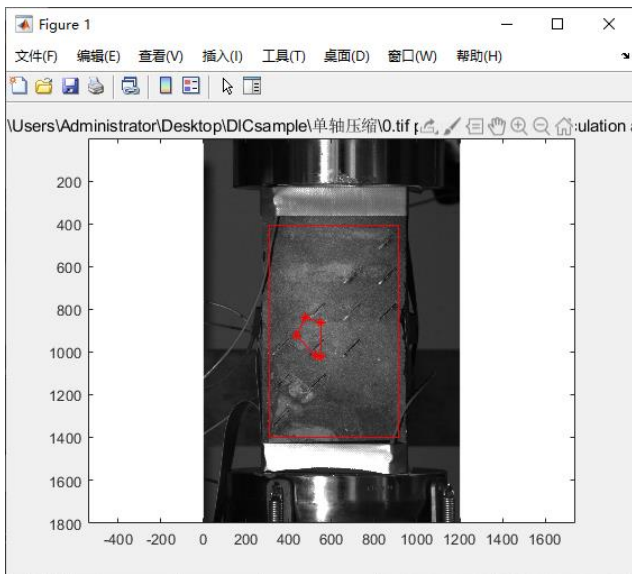
Enter——结束当次区域选择。

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；

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。

二、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”；

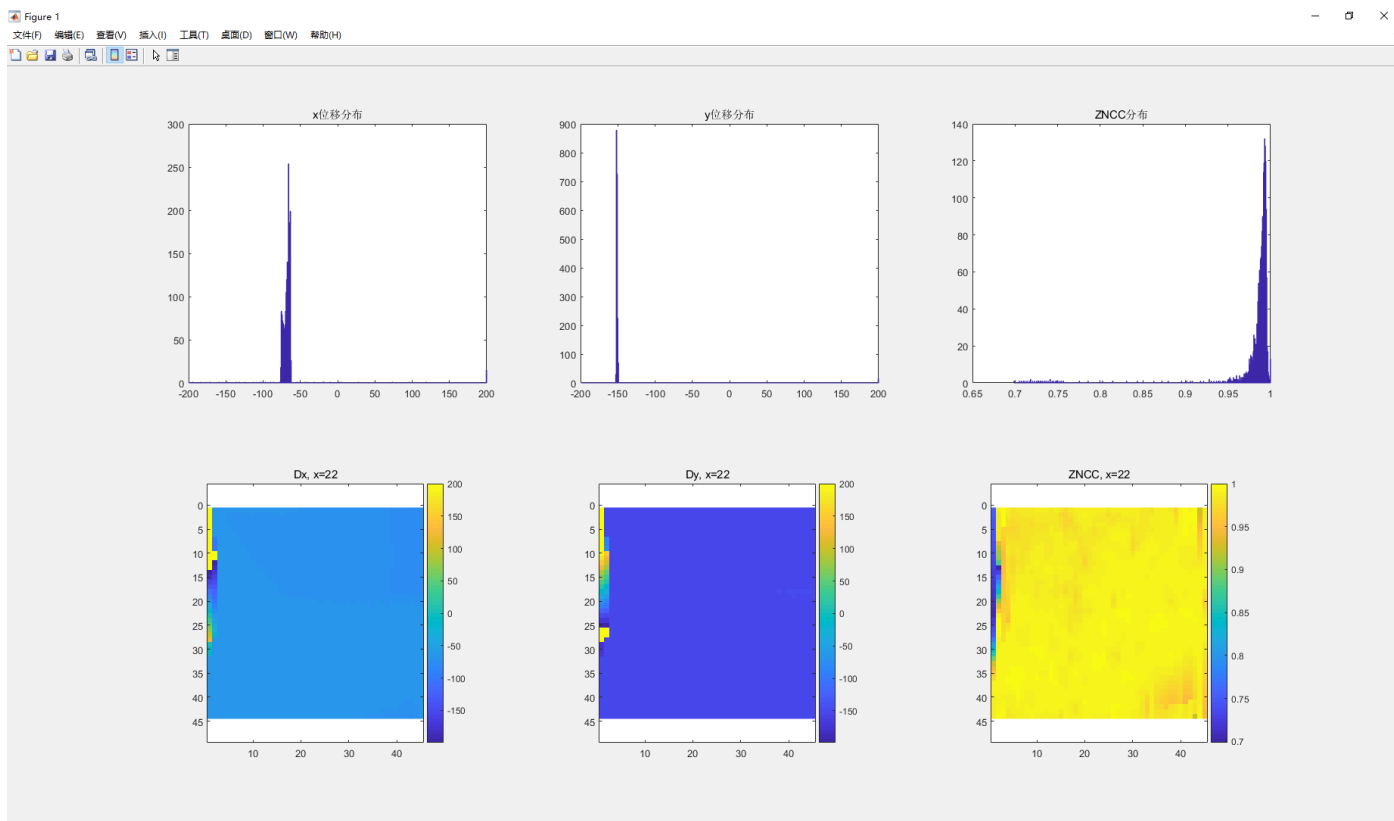
【Re n】修正迭代次数，一般要大于 10。

【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

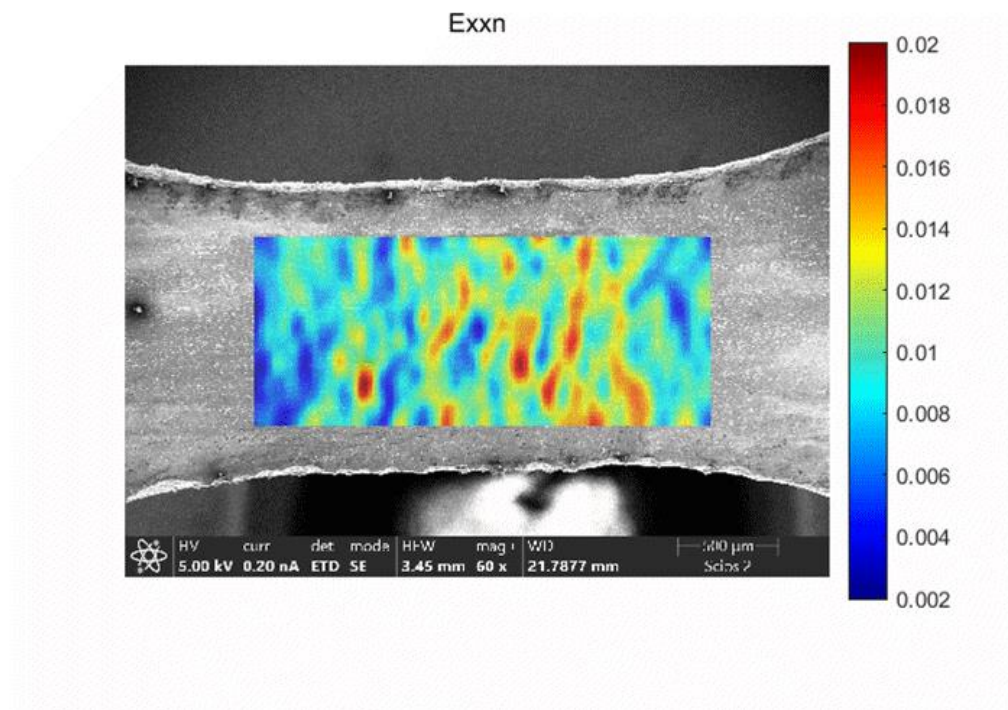
3.1 仅【Ca_Im】选择需要计算的图像，【Re_Im】无需选择，

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

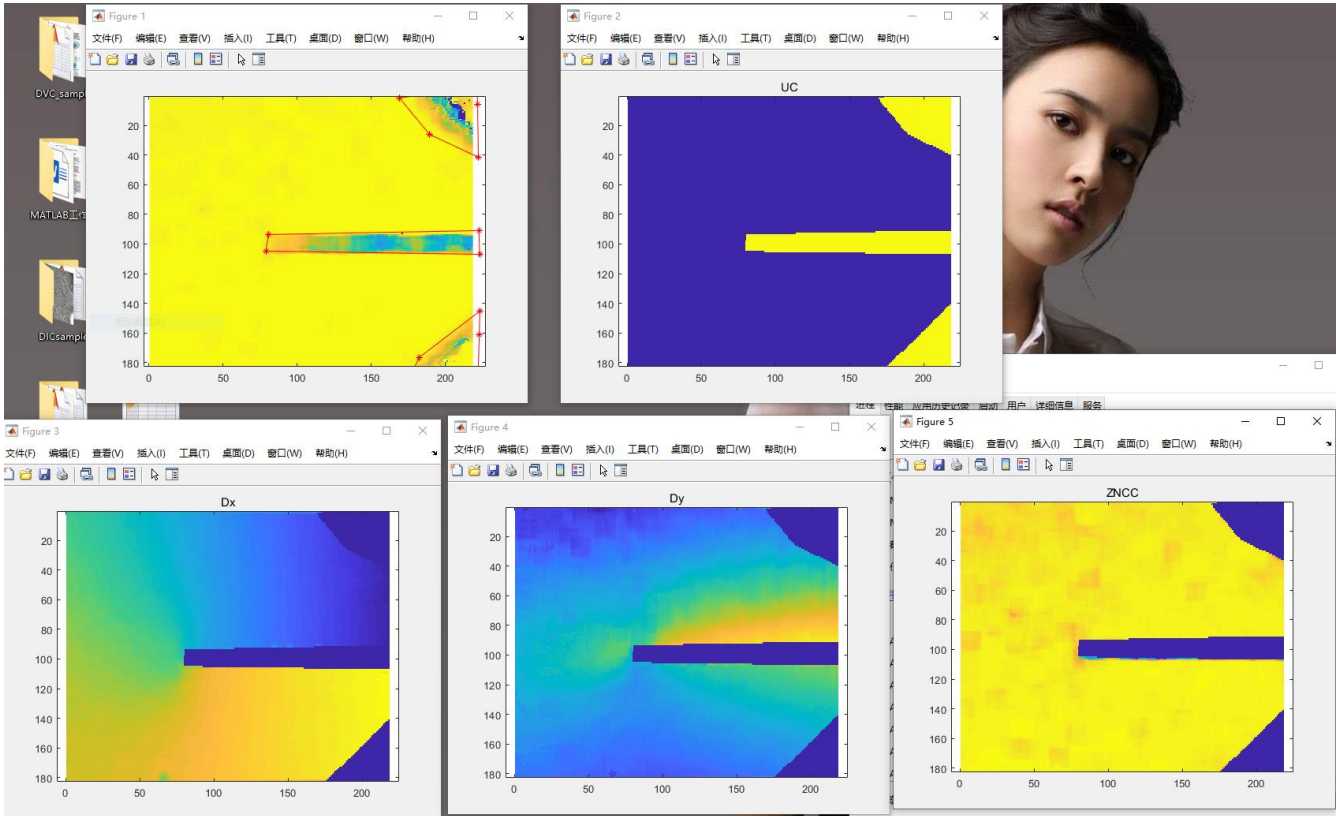
变量 - DIC	
1x1 struct 包含 9 个字段	
字段	值
L	1x1 cell
Px	103x246 single
Py	103x246 single
UC	103x246 single
Linter	4
M	30
Boundary	[33,443;33,1015]
XY	[251,1298;338,813]
FileSeries	20x1 struct

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

三、后期处理

1、结果修正

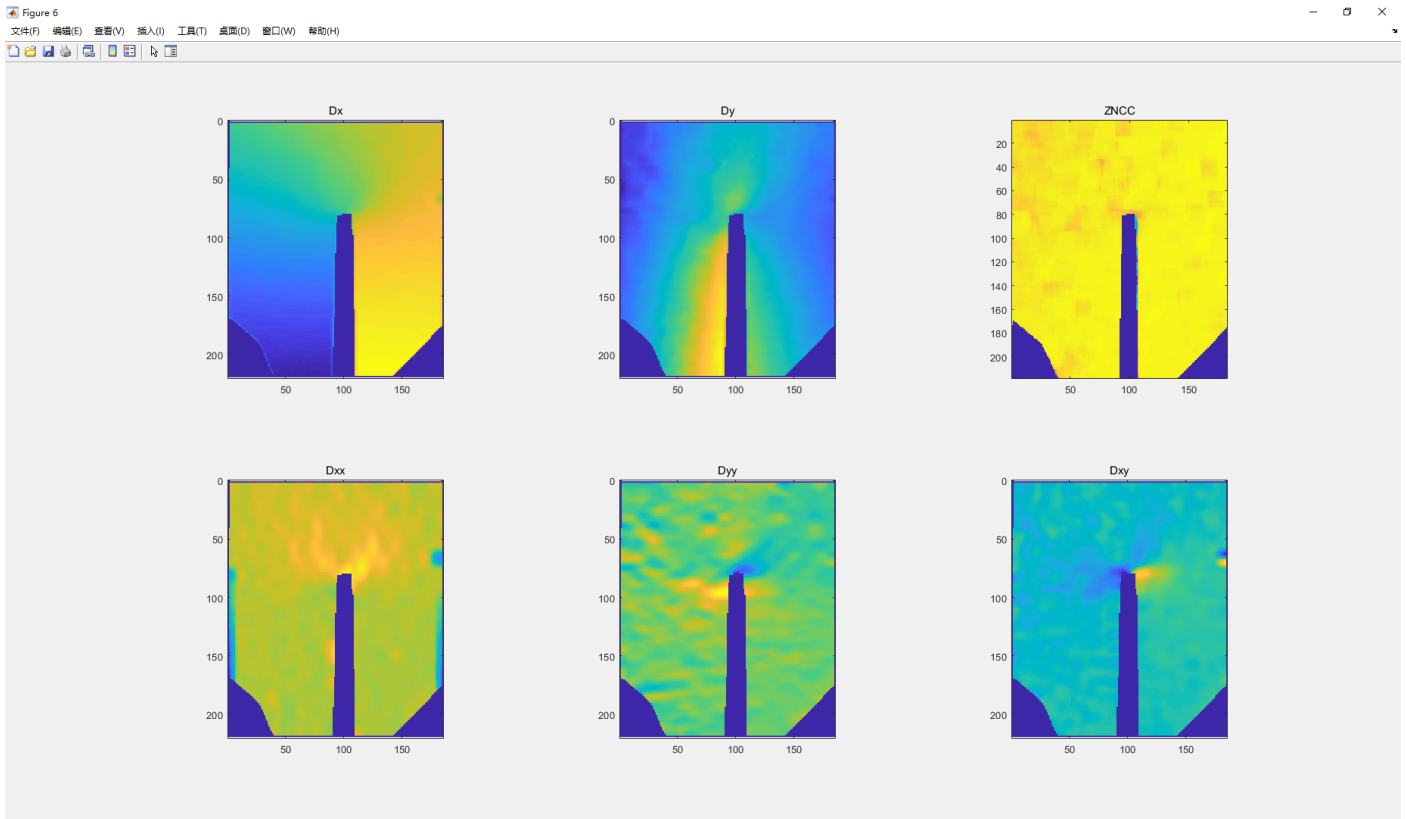
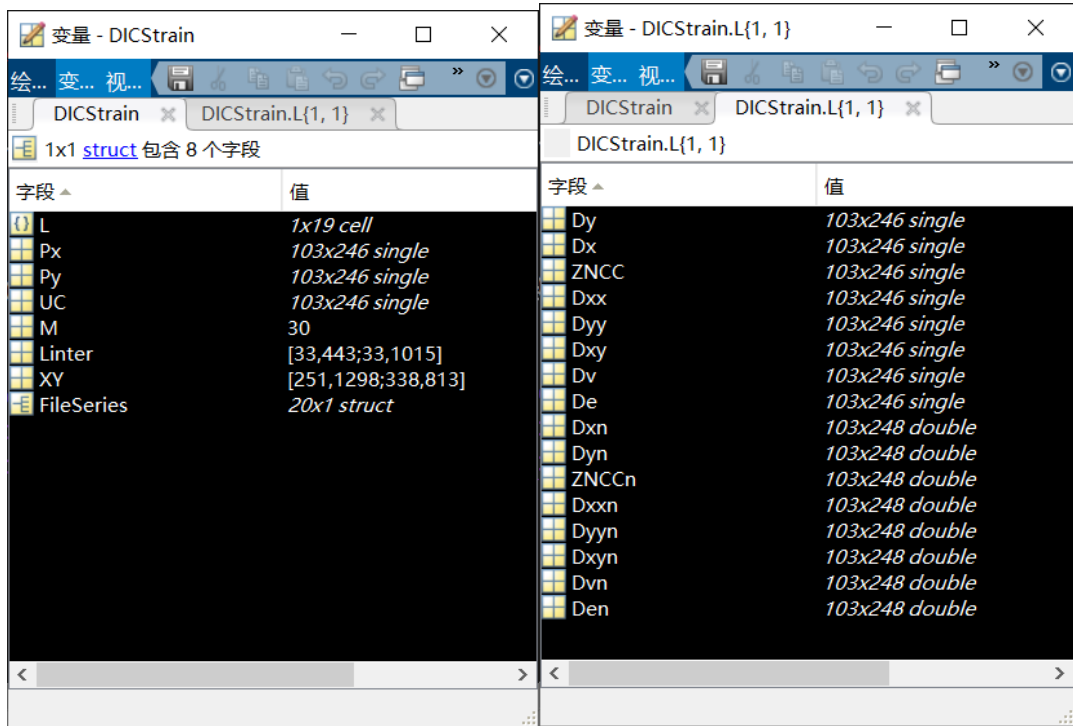
如果计算结果出现异常，或者预处理不能很好的标记非计算区域，可以采用后期处理进行修正。
【Date】选择 DIC.mat 结果和【是否修正 DIC 结果】，然后点击【标记非计算区】，操作逻辑和前期处理一样，针对计算匹配系数 ZNCC 进行操作裁剪。
预期结果如下图



2、计算应变

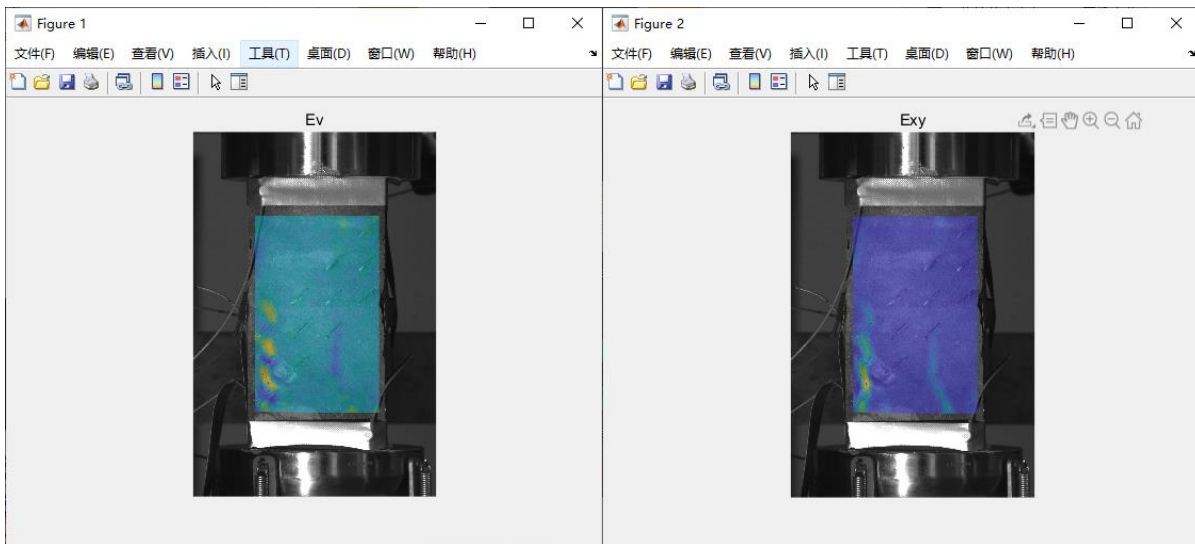
参数设置：
【平滑格子】平滑格子半径
【高斯方差】标准差，高斯平滑
【Date】选择 DIC.mat 或者修正后的 Re_DIC.mat，然后点击【Strain】，保存结果 DIC_Strain.mat 或 DIC_Series_Strain.mat。

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

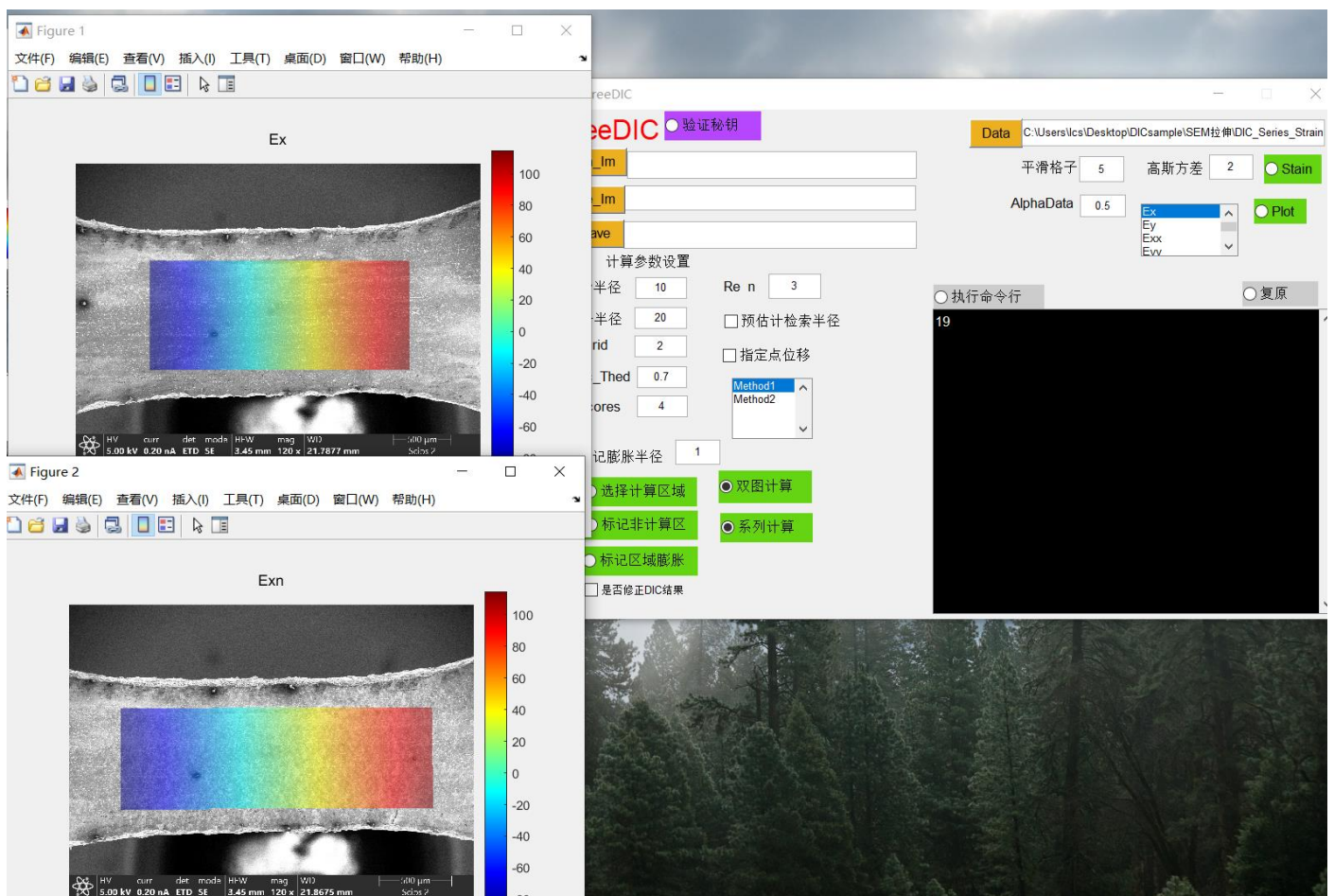


3、结果显示

【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】为数值显示下限，【高斯方差】为数值显示上限，AlphaData 设置为 0-1 之间，再进行画图显示

四、裂隙变形分析

该功能模块是基于 DIC 的位移计算结果，然后根据裂隙在变形前后的几何位置进行分析，可陈为裂隙的动态变形分析。

操作步骤：

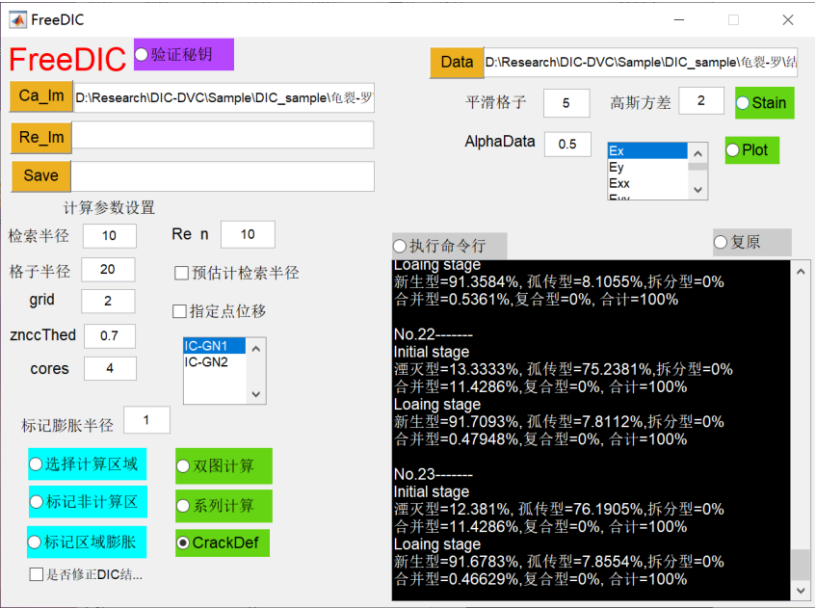
【Ca_Im】选择分割提取好的裂隙 tif 格式图片的第一张。（裂隙图片的 size 必须和 DIC 分析的完全一致，包括图片的编号顺序）

【Data】加载 DIC.mat 或者 DIC_Seies.mat。

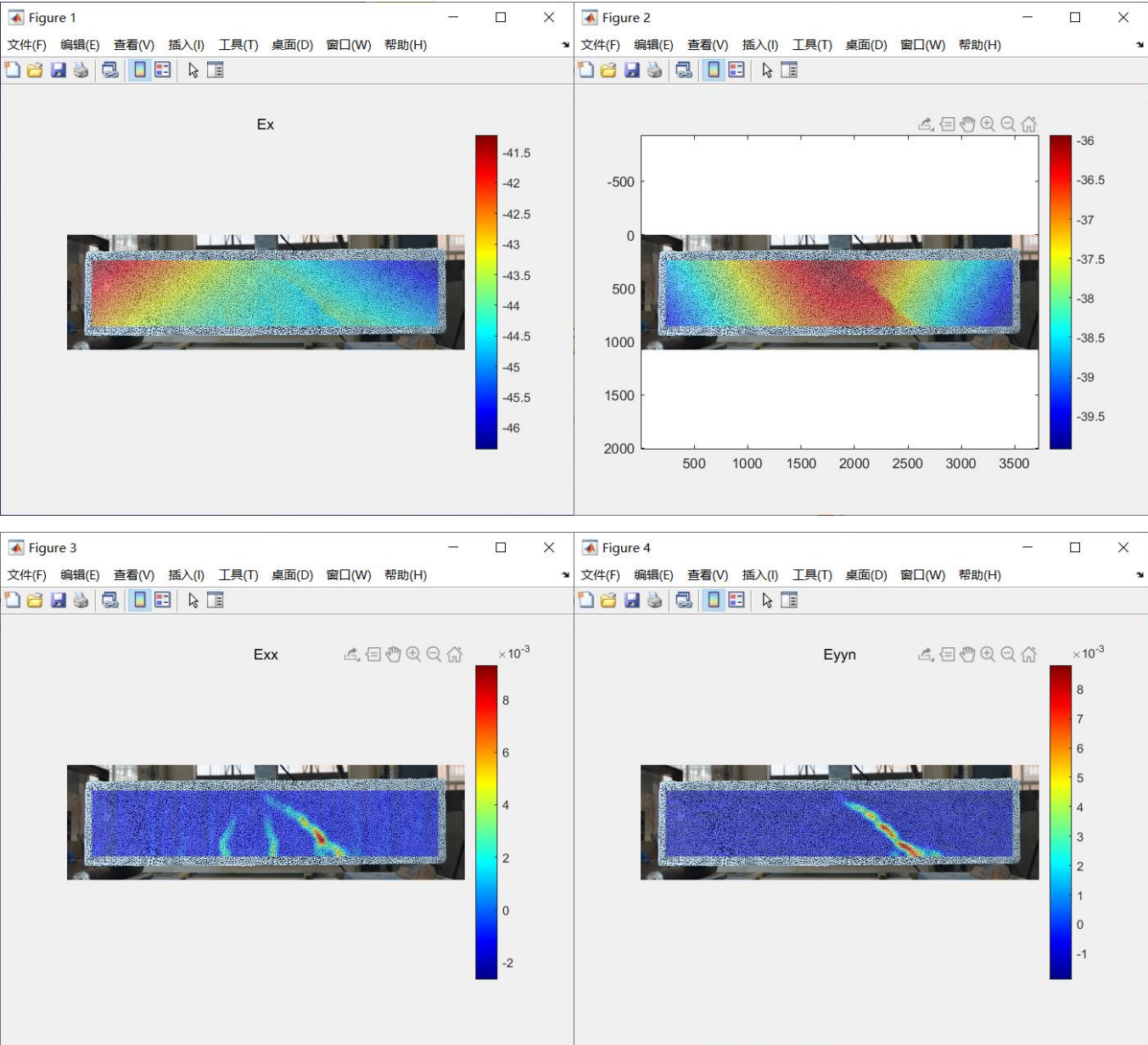
【平滑格子】高斯平滑格子，可以选择 5 等整数。

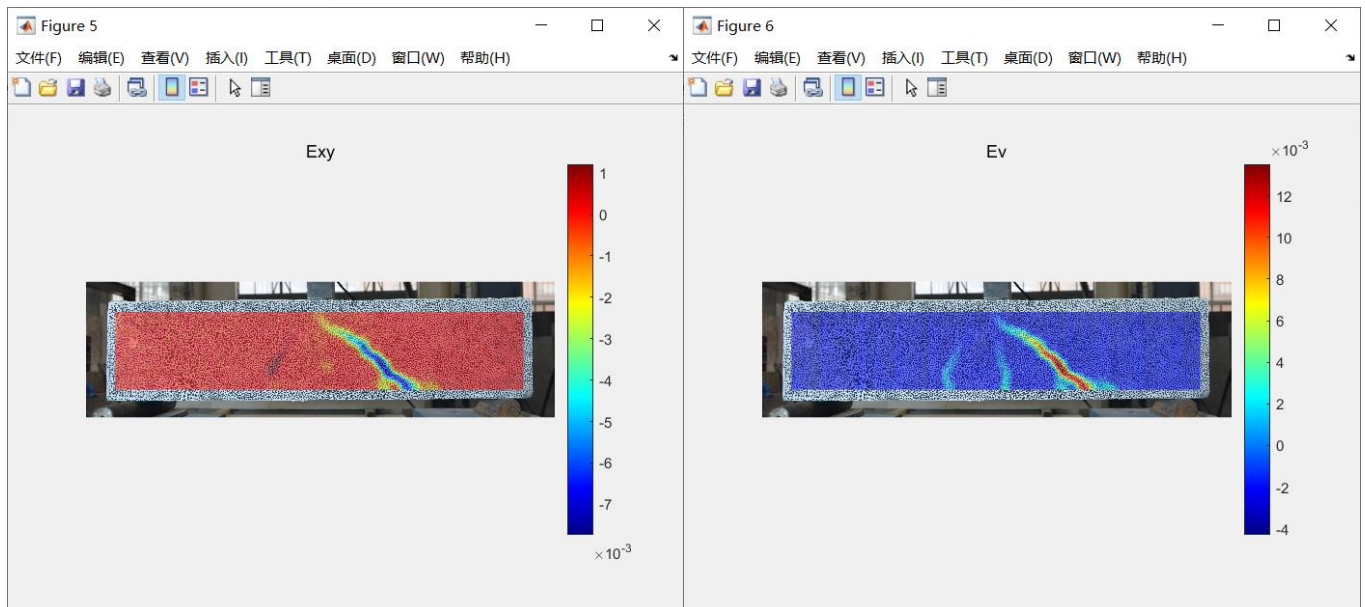
【高斯方差】可选择 2。

点击【CrackDef】执行裂隙变形分析，计算结果会在窗口提示，如下图所示：

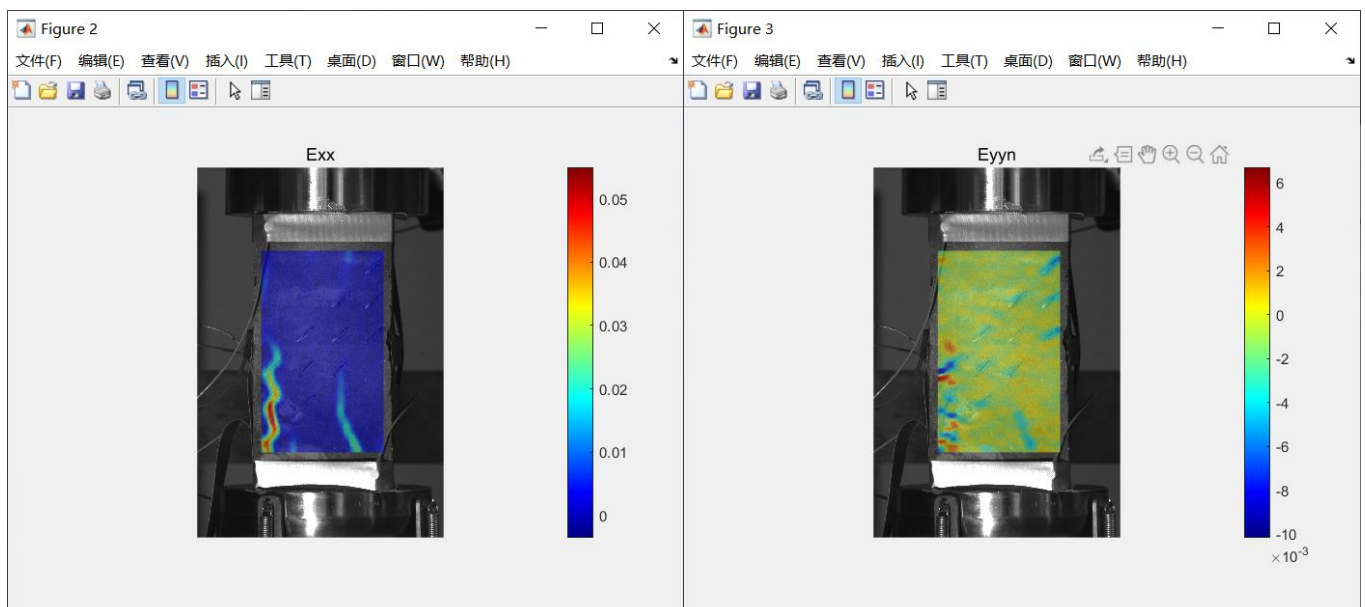
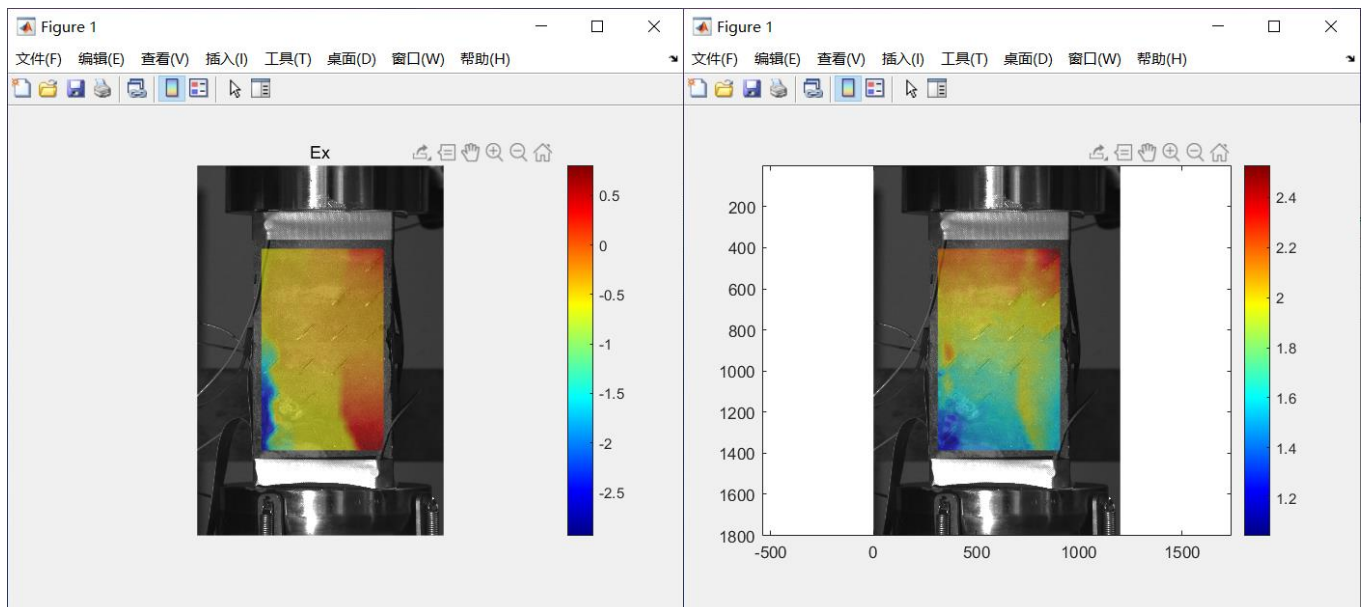


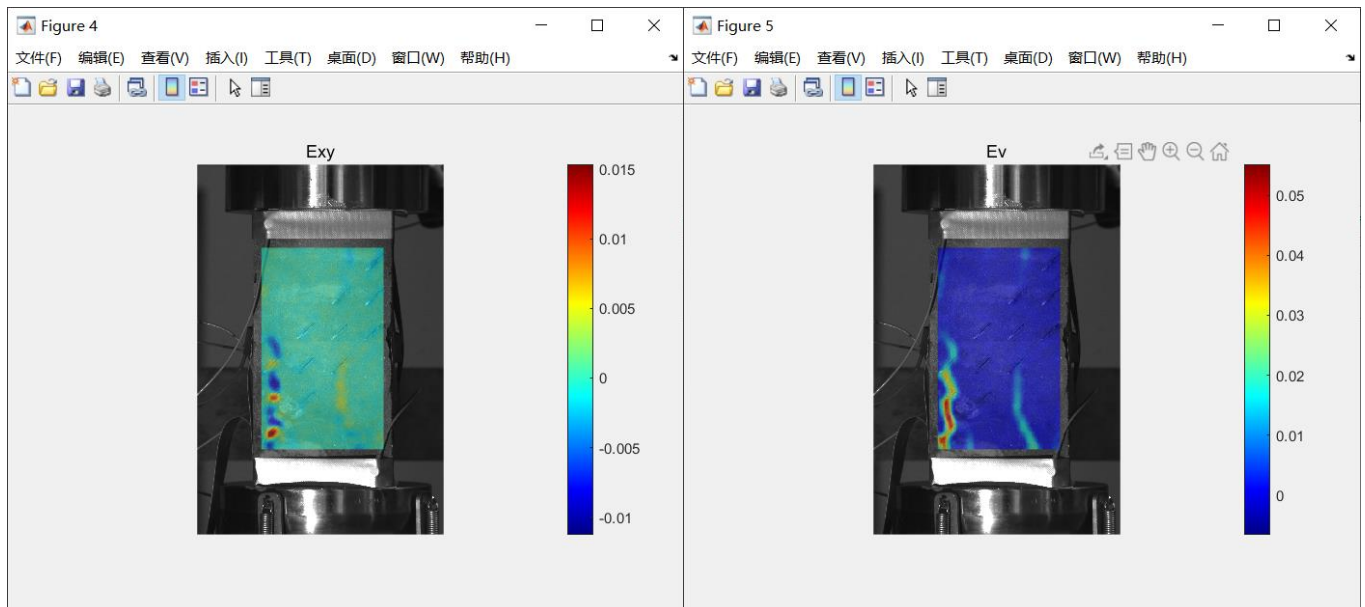
五、示例



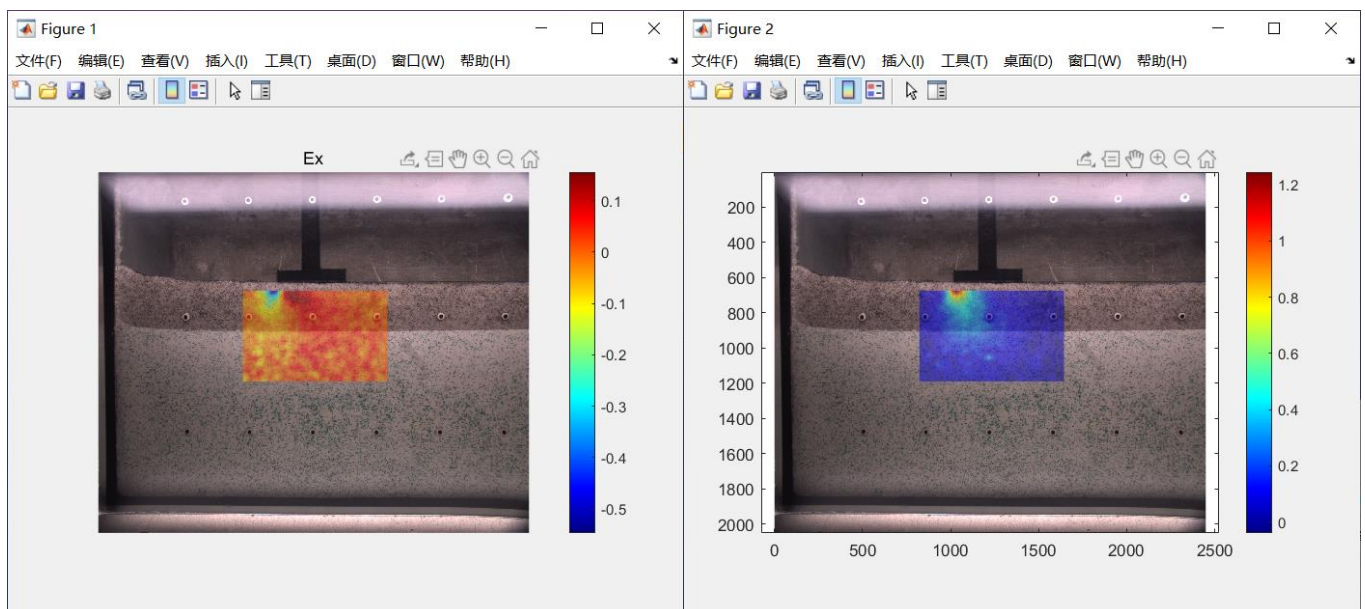


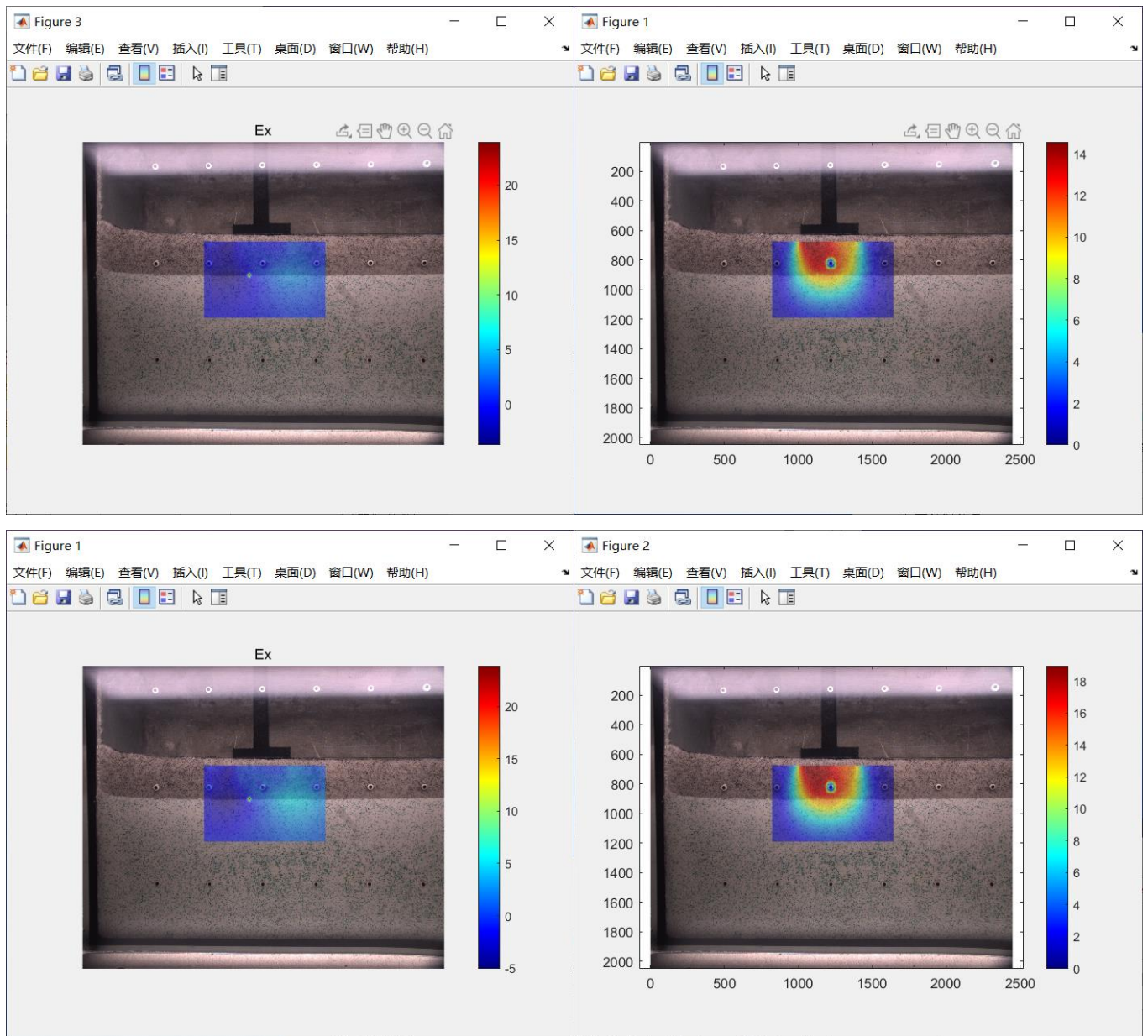
1 散点梁弯曲





岩石压缩





模型桩

后续持续增加