CoVCA v1.0.0：基于矢量元胞自动机模型的“土地-人口-经济”城市空间协同模拟平台

使用说明书

UrbanComp 位置智能和城市感知课题组

https://www.urbancomp.net/

2024 年 11 月

目录

1. 产品介绍 1

1.1. 使用对象 1

1.2. 安装方法 1

1.3. 界面展示效果 1

1.4. 软件控件说明 1

1.4.1. 菜单栏 1

1.4.2. 工具栏 2

1.4.3. 数据管理模块 2

1.4.4. 数据可视化区域 2

1.4.5. 图层查看 3

1.4.6. 异常提示对话框 4

2. 数据展示功能 5

2.1. 基本功能 5

2.1.1. 数据文件导入 5

2.1.2. 矢量数据基本 GIS 功能选择 6

2.1.3. 栅格数据基本 GIS 功能选择 13

3. 数据预处理 16

3.1. 数据正则化-重采样 16

3.2. 数据正则化-归一化 17

3.3. 矢量地块处理-动态地块分裂 18

3.4. 矢量地块处理-地块匹配 20

3.5. 矢量地块处理-矢量数据转栅格 22

4. 基于 UrbanVCA 进行矢量地块模拟功能 24

4.1. 总体发展概率计算模块 24

4.1.1. 功能选择 24

4.1.2. 总体发展概率计算 25

4.2. UrbanVCA 模拟模块 28

4.2.1. 功能选择 28

4.2.2. UrbanVCA 模型模拟.....29
5. 基于 DensityCA 模型模拟城市要素连续性变化.....33
5.1. 计算城市发展初始密度状态.....33
5.2. 计算城市总体密度发展概率.....34
5.3. 城市要素连续性变化模拟.....37
5.4. 精度评价.....42
6. 基于 CoVCA 模型模拟矢量地块-人口-经济协同发展模块.....45
6.1. 城市单要素（真实矢量地块）模拟.....45
6.2. 城市多要素协同变化模拟.....54
7. 关于我们.....62
8. 版权声明.....63
9. 项目资助.....64

1. 产品介绍

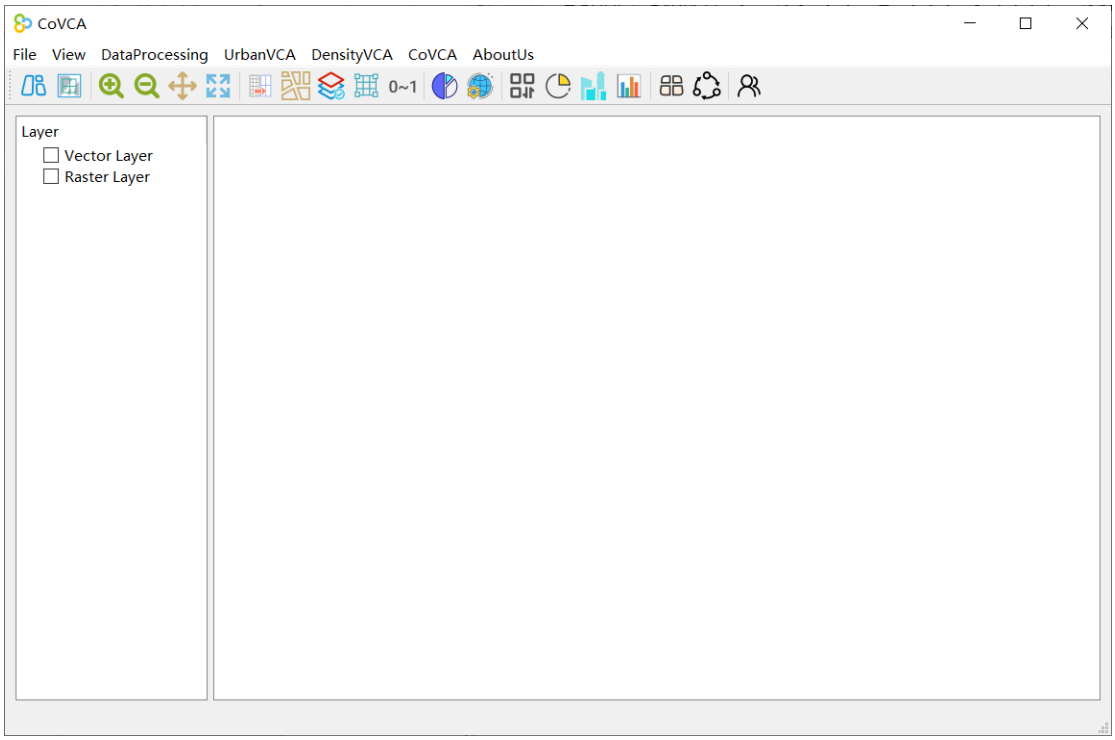
1.1. 使用对象

CoVCA v1.0.0，即基于矢量元胞自动机模型的“土地-人口-经济”城市空间协同模拟平台，融合密度元胞自动机和矢量元胞自动机模型，采用“层次递进”分步式动态驱动因素更新的策略，进行“土地-人口-经济”多要素空间协同模拟，为广大地理信息、城市规划相关从业人员与科研工作者提供帮助。

1.2. 安装方法

点击 setup.exe 或 CoVCA_Setup.msi 即可安装（路径不能有中文和空格）。

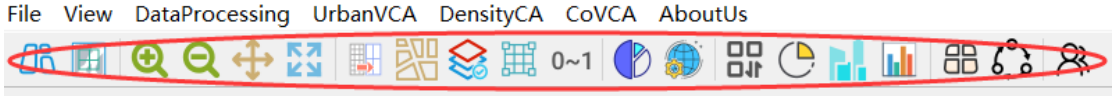
1.3. 界面展示效果



1.4. 软件控件说明

1.4.1. 菜单栏

由“文件”、“图层查看”、“数据预处理”、“城市矢量地块模拟模型”、“密度模拟模型”、“协同模拟模型”与“关于我们”几部分构成。

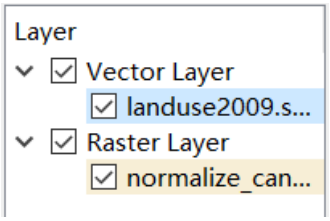


1.4.2. 工具栏

由“打开矢量文件”、“打开栅格文件”、“放大”、“缩小”、“移动”、“缩放至当前图层”、“栅格重采样”、“动态地块分离”、“矢量地块匹配”、“矢量数据转栅格图像”、“栅格图像归一化”、“矢量地块总体发展概率计算”、“城市矢量地块模拟模型”、“密度 CA 计算城市发展初始密度状态”、“密度 CA 计算城市总体密度发展状态”、“密度 CA 城市连续性要素变化模拟”、“密度 CA 精度评定”、“城市（矢量地块）单要素变化模拟”、“城市多要素协同变化模拟”与“关于我们”几部分组成。

1.4.3. 数据管理模块

该区域用于显示已打开的数据并执行 GIS 的部分基本功能，其中数据由“矢量数据”和“栅格数据”组成，各模块下显示目前已经导入系统的数据。



右键点击需要处理的数据，可以打开基础 GIS 功能模块菜单栏。

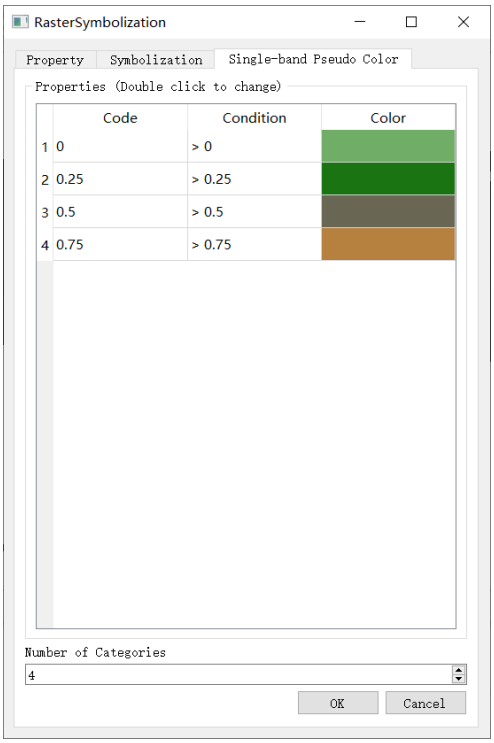
矢量数据包括“缩放到图层”、“打开属性表”、“符号化”与“图层移除”四部分。

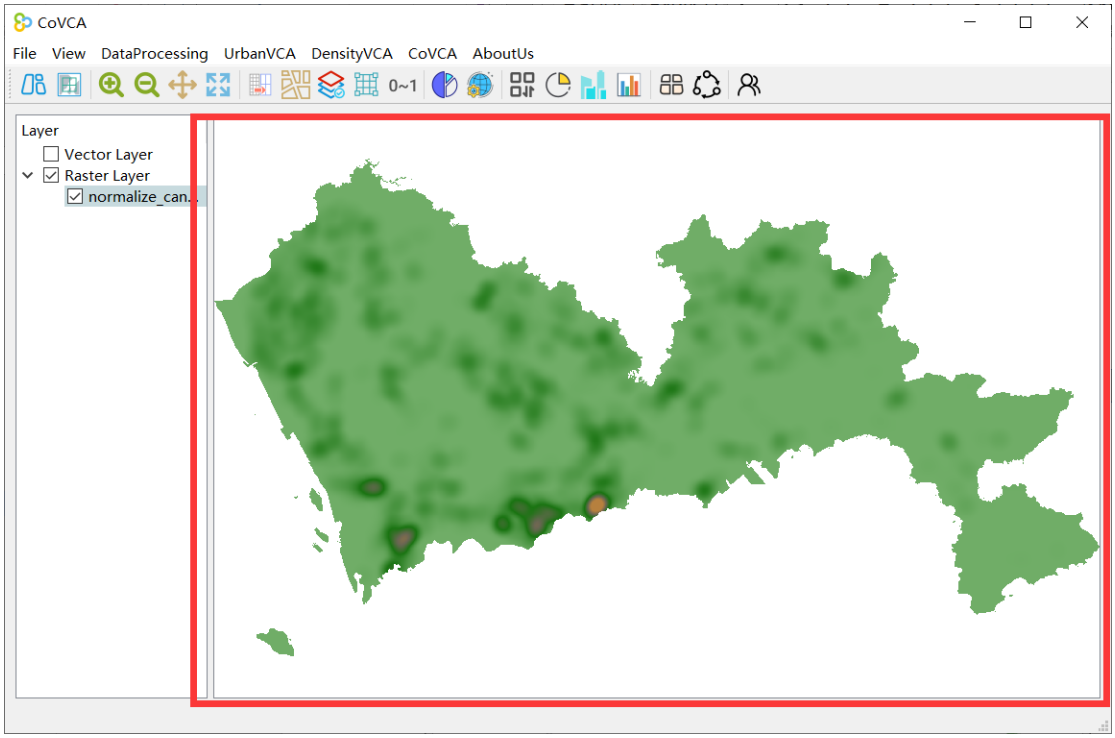
栅格数据包括“缩放到图层”、“栅格符号化”与“图层移除”三部分。

1.4.4. 数据可视化区域

该区域用于显示导入系统的矢量文件与栅格文件，同时支持分类等操作后的数据显示。

此处将栅格图像进行符号化来展示。



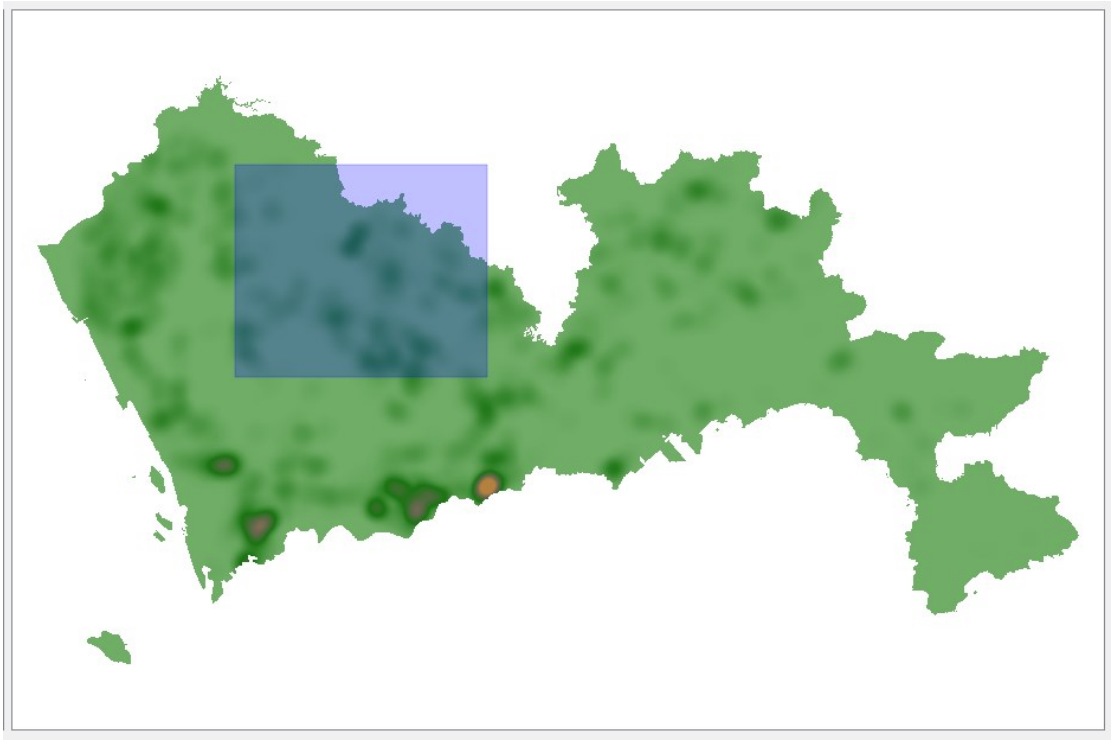


1.4.5. 图层查看

选中工具栏上方的四个功能键，“放大”、“缩小”、“移动”、“缩放至当前图层”便可以对当前图层进行更加细致的查看。

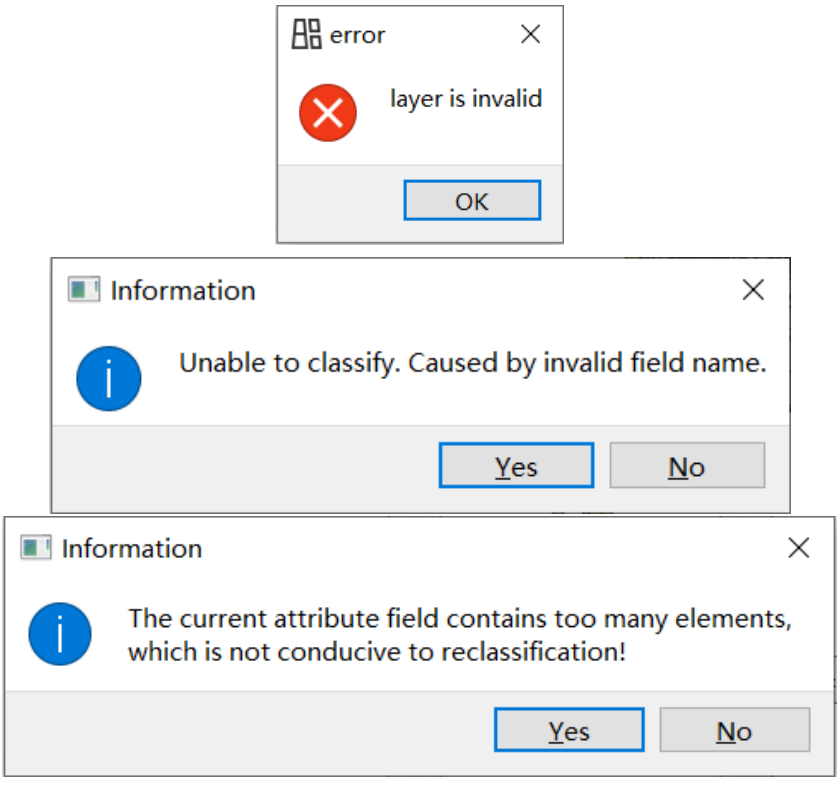
以“放大”按钮为例，点击该按钮后，鼠标指针将会变为“放大”键，此

时点击图像的某个位置后，按住鼠标左键进行拖拽，便可以选择一定的矩形区域进行放大操作，从而观察该区域更加具体的特征。



1.4.6. 异常提示对话框

该对话框用于提示系统使用中用户当前操作异常的状态及原因。

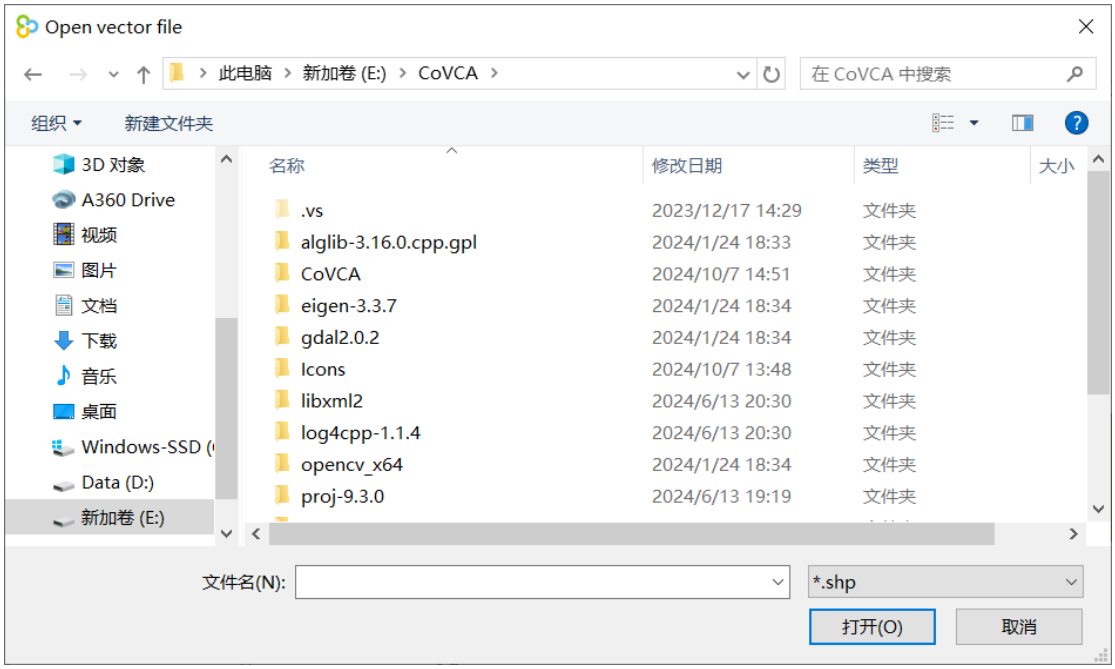


2. 数据展示功能

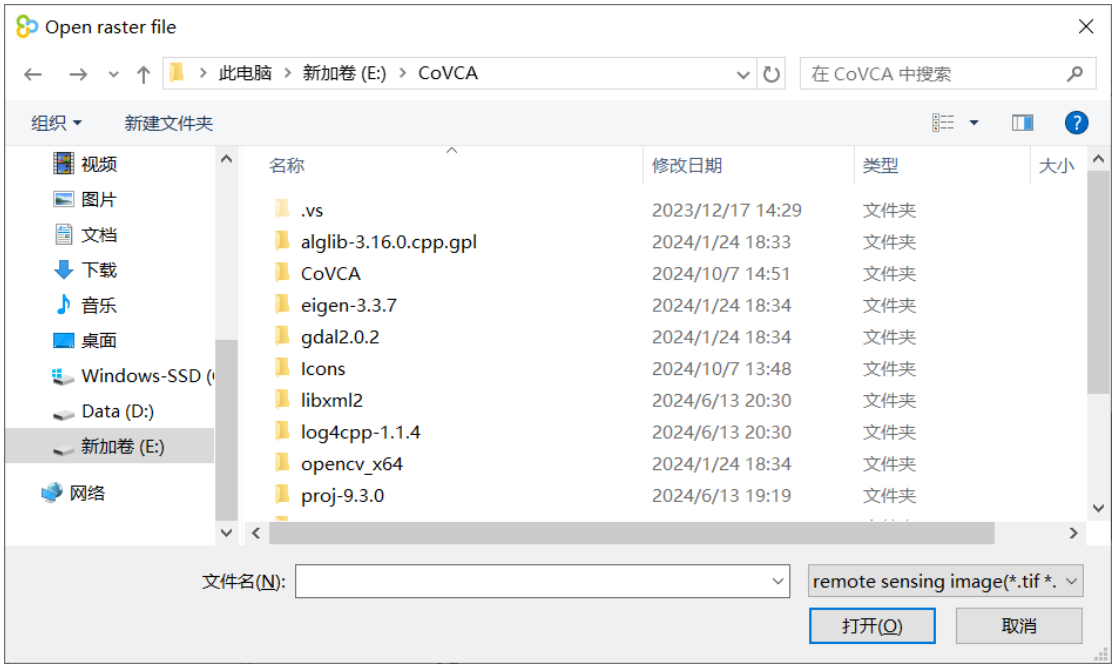
2.1. 基本功能

2.1.1. 数据文件导入

点击 File 目录下的 Open Vector File 或者菜单栏的图标 打开选择矢量文件对话框，用户可以选择所需的矢量文件加入到主界面中可视化。通过选择需要打开的矢量文件来将该文件导入本系统进行后续操作。



点击 File 目录下的 Open Raster File 或者菜单栏的图标 打开选择栅格文件对话框，用户可以选择所需的栅格文件加入到主界面中可视化。通过选择需要打开的栅格文件来将该文件导入本系统进行后续操作。



2.1.2. 矢量数据基本 GIS 功能选择

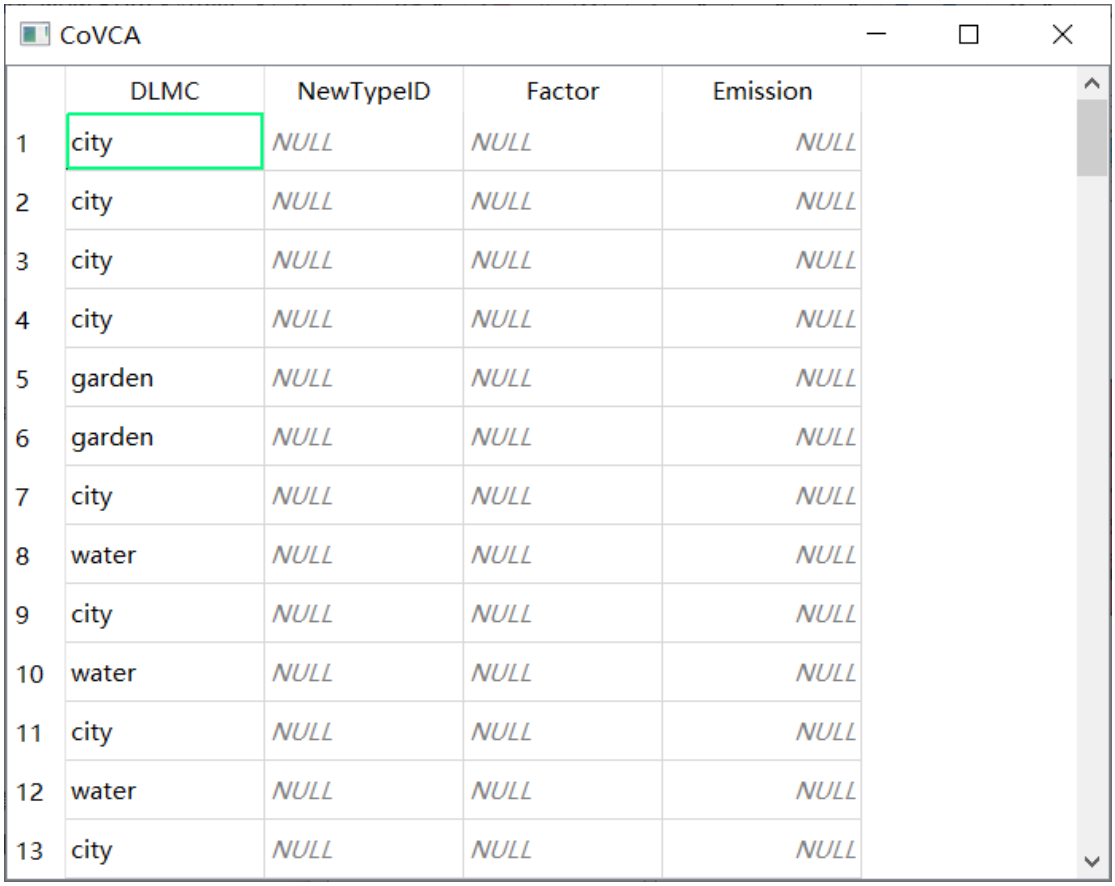
右键点击需要操作的矢量数据图层，点击右键后将出现菜单界面，包含“缩放到图层”、“打开属性表”、“符号化”、“移除图层”四个功能。

2.1.2.1.缩放到图层

点击“缩放到图层”选项，即可将当前的矢量数据图层以图层范围在数据可视化区域内显示。

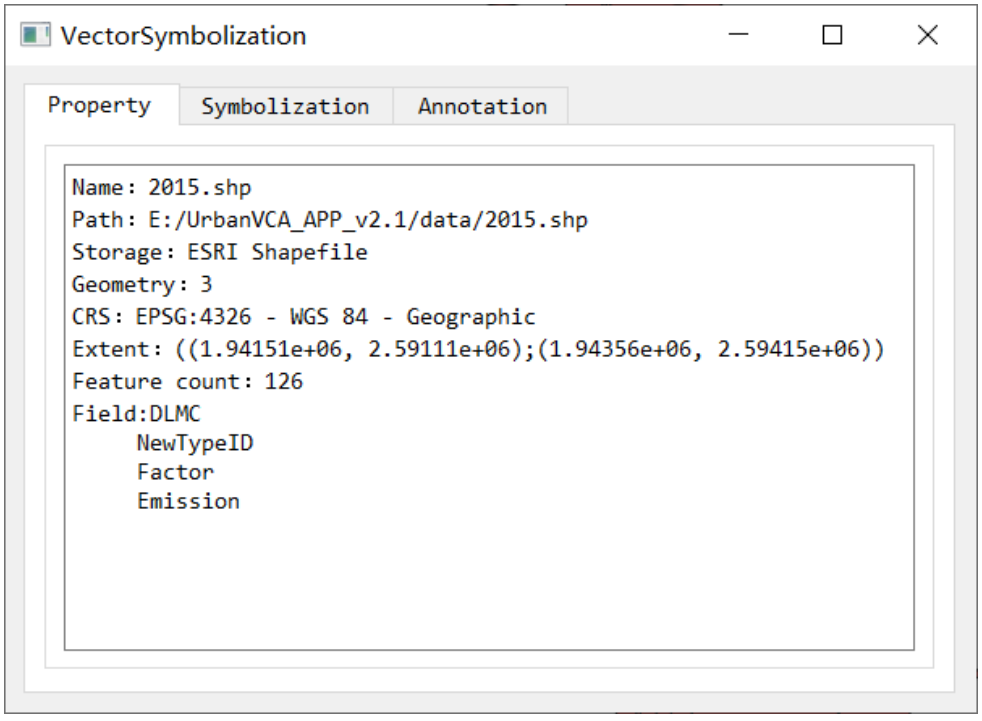
2.1.2.2.打开属性表

点击“打开属性表”选项，即可跳转至属性表界面，并将选中数据的属性表进行显示，同时我们可以通过点选编辑该数据的属性表。如下图所示：

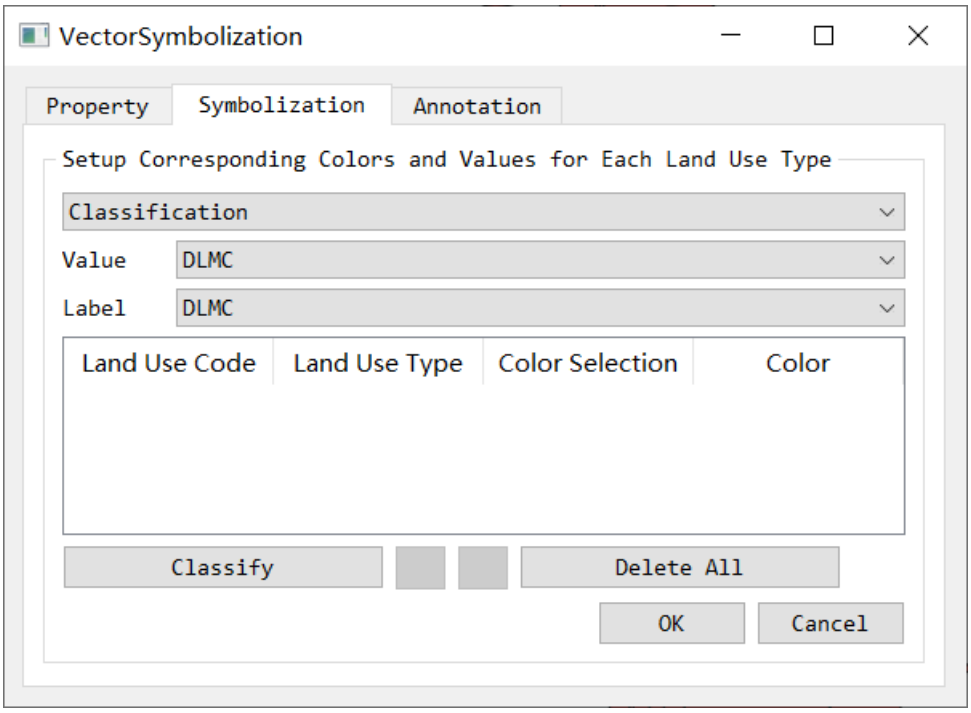


2.1.2.3.符号化

若当前操作图层的数据为矢量数据，点击“编辑矢量符号”选项，打开矢量图层符号化界面。



Property 页显示选中图层的基本参数，包括图层名称、路径、存储方式、地理要素类型、参考系统、坐标范围、要素数目和全部的属性字段名称。

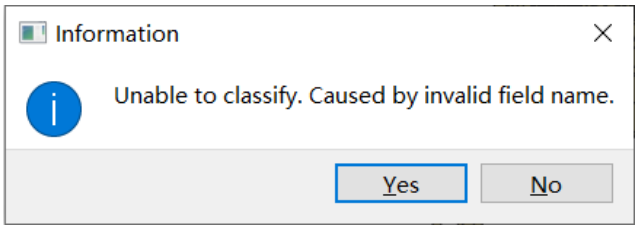


Symbolization 页可以对矢量图层的要素进行分类并渲染。其中“分类”下拉框

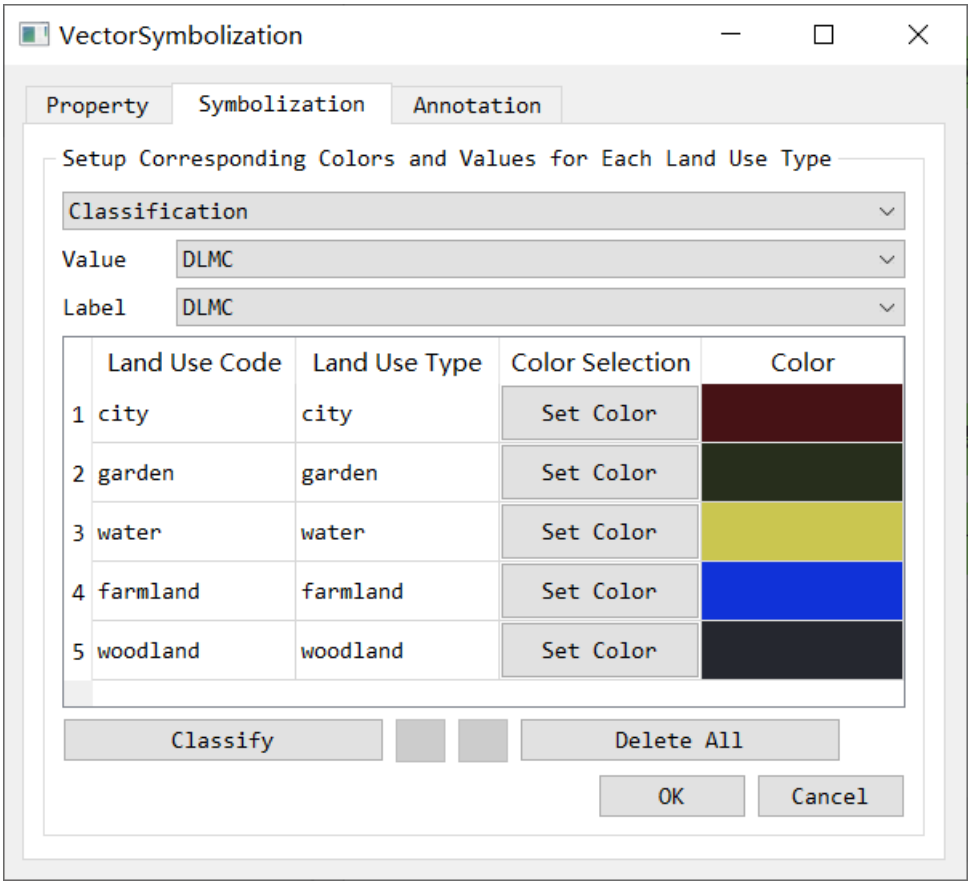
可选择当前操作数据需要进行符号化的方法，而“字段值”下拉框，可选择当前图层需要用于进行分类的字段名:

“标签”下拉框可选择当前图层需要进行标注的字段：

如果“字段值”下拉框选中非数字字段，将会弹出以下报错弹窗，并要求用户重新选择字段值：

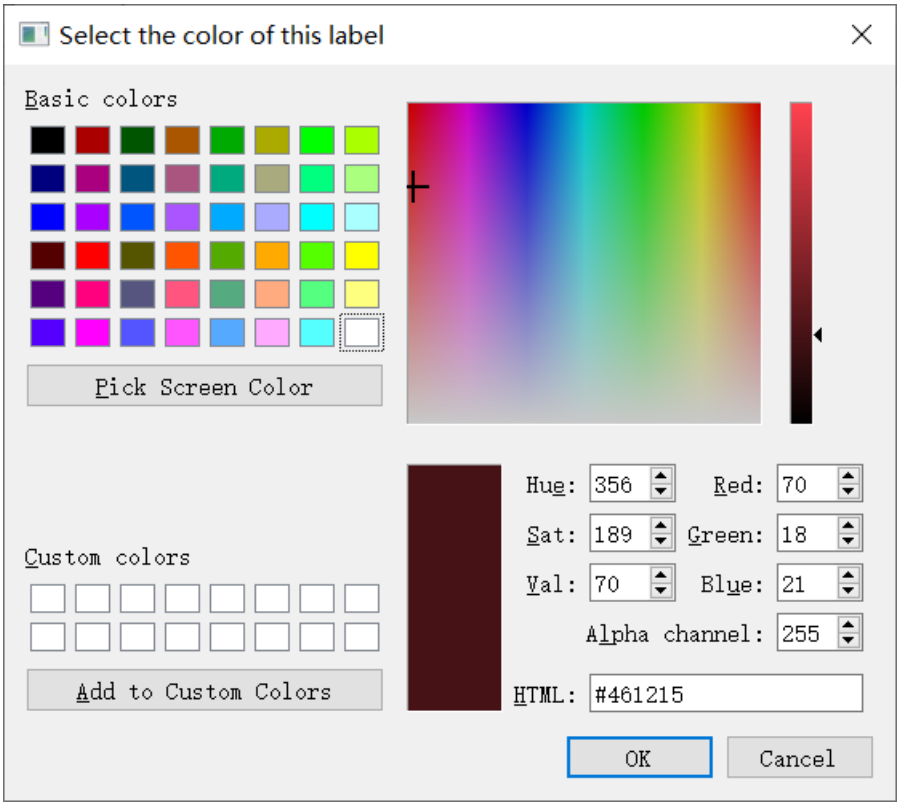


在调整好参数后，点击“分类”按钮，即可基于当前参数进行分类符号化。分类结果如下图所示：



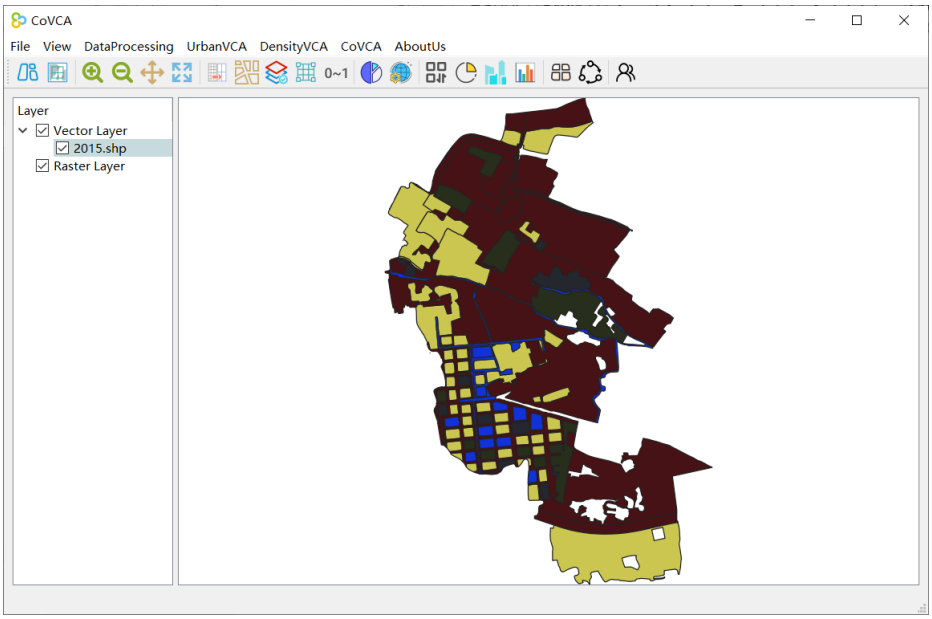
点击“删除所有类”按钮 Delete All 可以删除目前所有的分类效果，自动清空表格内容。不过如果用户在已经分类后通过下拉框调整分类的值与标签值后，重新点击“分类”按钮就会重新进行初始化，完成重新分类参数的设置。

在分类结束后，点击各类别的“选择颜色”属性 Set Color ，即可跳转至如下图所示的界面来根据用户需要修改该类别颜色：

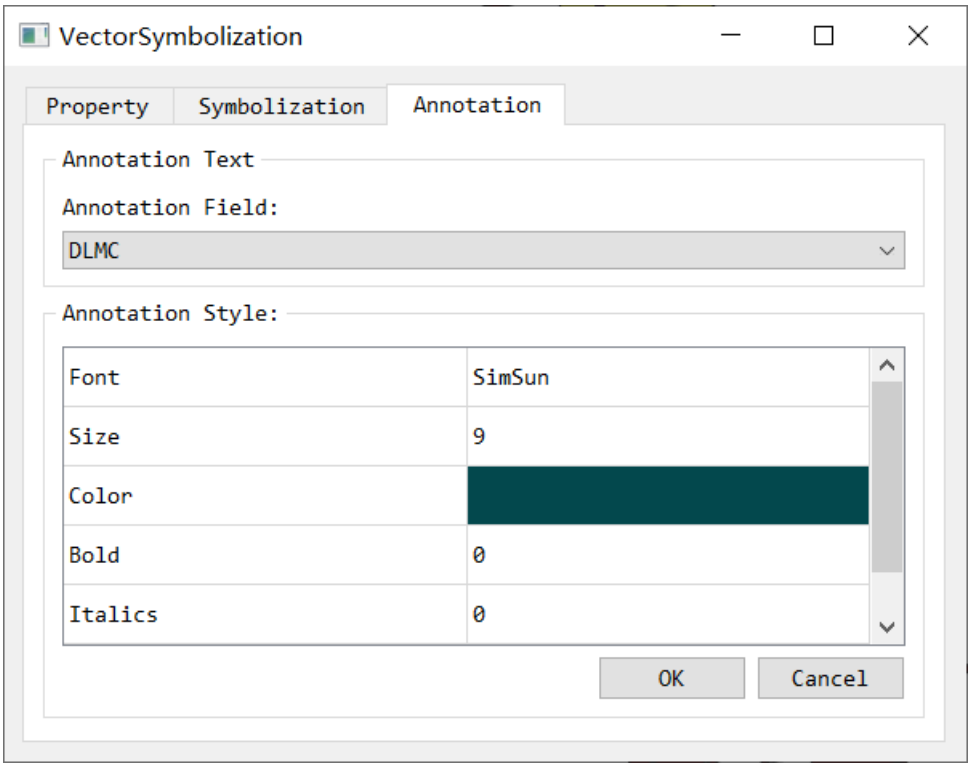


在设置好相关参数后，点击“确定”按钮

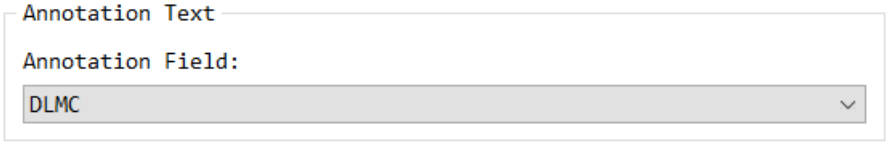
，即可退出“图层属性”界面，并在可视化区域中显示出进行符号化渲染后的原图层样式，例如下图所示：



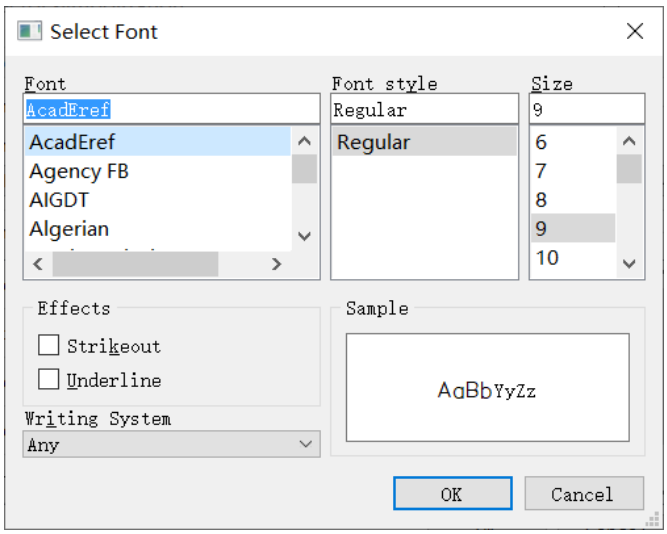
Annotation 页可以在要素上显示对应字段。



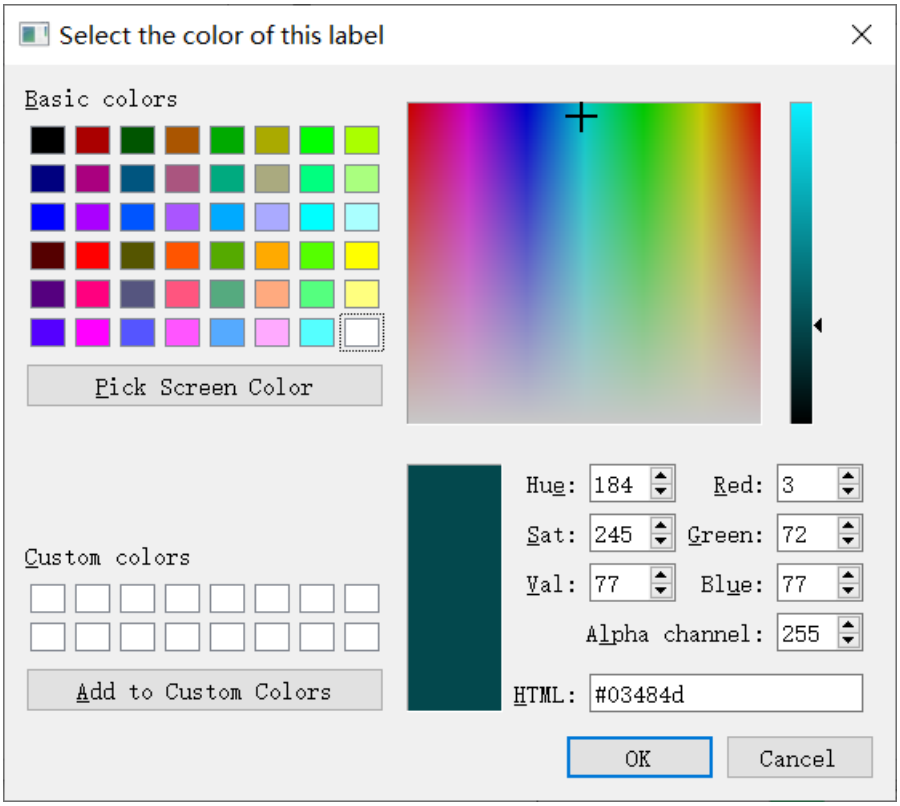
其中，注释字段用于选择需要显示的字段。



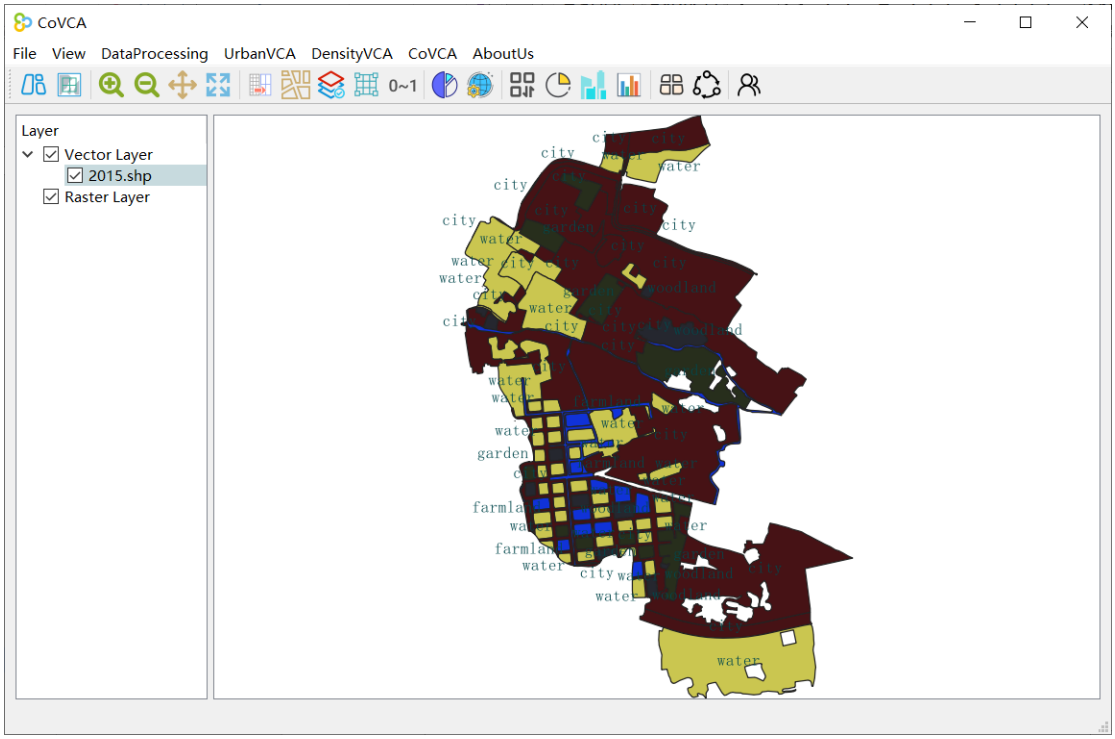
点击 Font 更换字体。



点击 Color 更换字体颜色。



效果如图：



2.1.2.4.移除图层

点击“移除图层”选项，即可将选中的矢量数据移除。

2.1.3. 栅格数据基本 GIS 功能选择

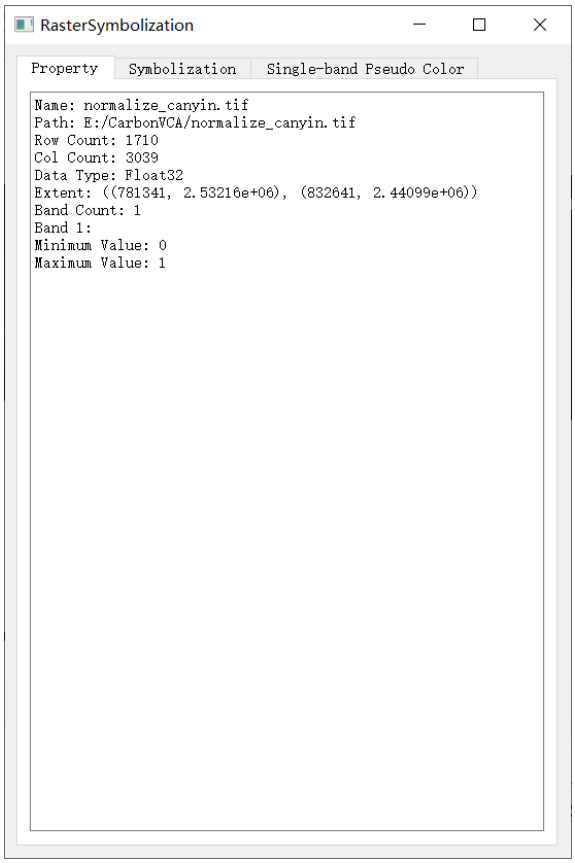
右键点击需要操作的栅格数据图层，点击右键后将出现菜单界面，包含“缩放到图层”、“符号化”、“移除图层”三个功能。

2.1.3.1.缩放到图层

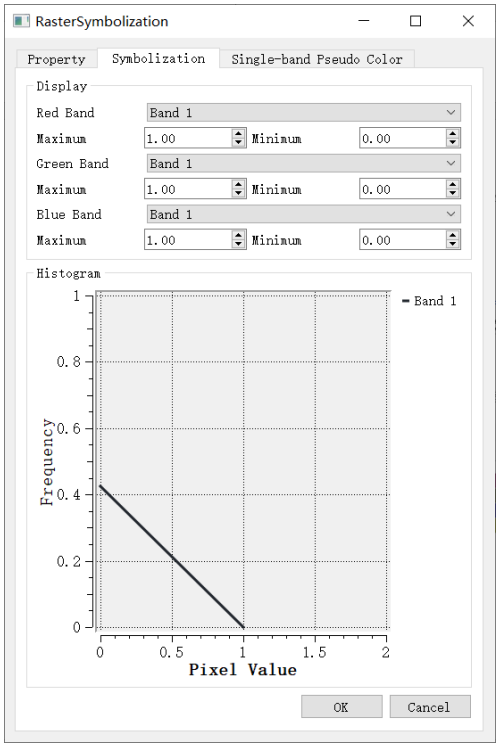
点击“缩放到图层”选项，即可将选中的栅格数据图层以完整形态在数据可视化区域内显示。

2.1.3.2.符号化

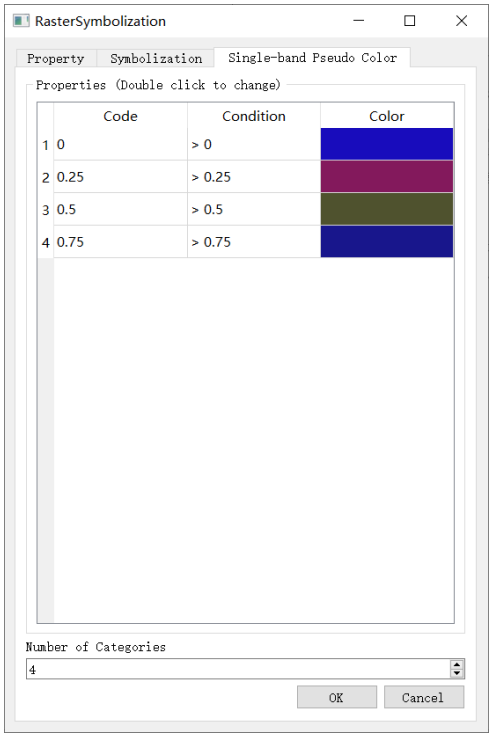
若当前操作图层的数据为栅格数据，点击“编辑栅格符号”选项，打开栅格图层符号化界面。



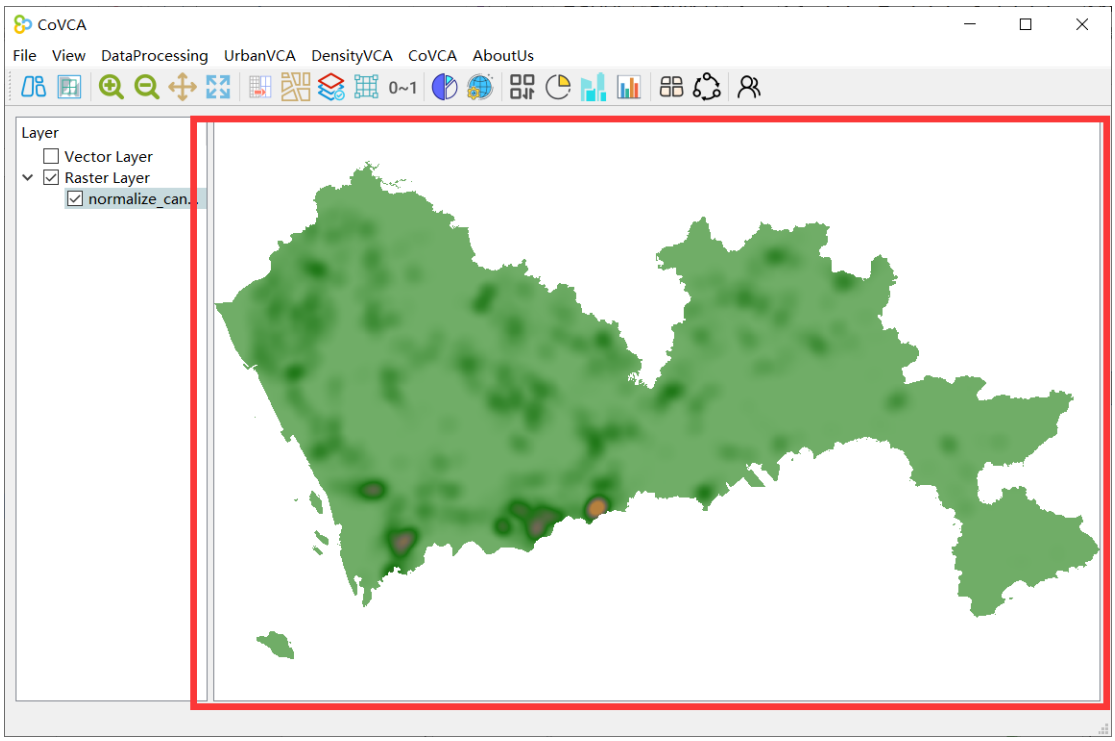
Property 页显示选中图层的基本参数，包括图层名称、路径、分辨率、数据存储类型、范围、波段数和每个波段的像素的最大值和最小值。



Symbolization 页可以统计不同波段在用户指定像素范围内的频率。



Single-band Pseudo Color 页可以对单波段进行伪彩色显示。用户可以在 Number of Categories 中设置分类数，点击 Color 更改颜色。效果如下：



2.1.3.3.移除图层

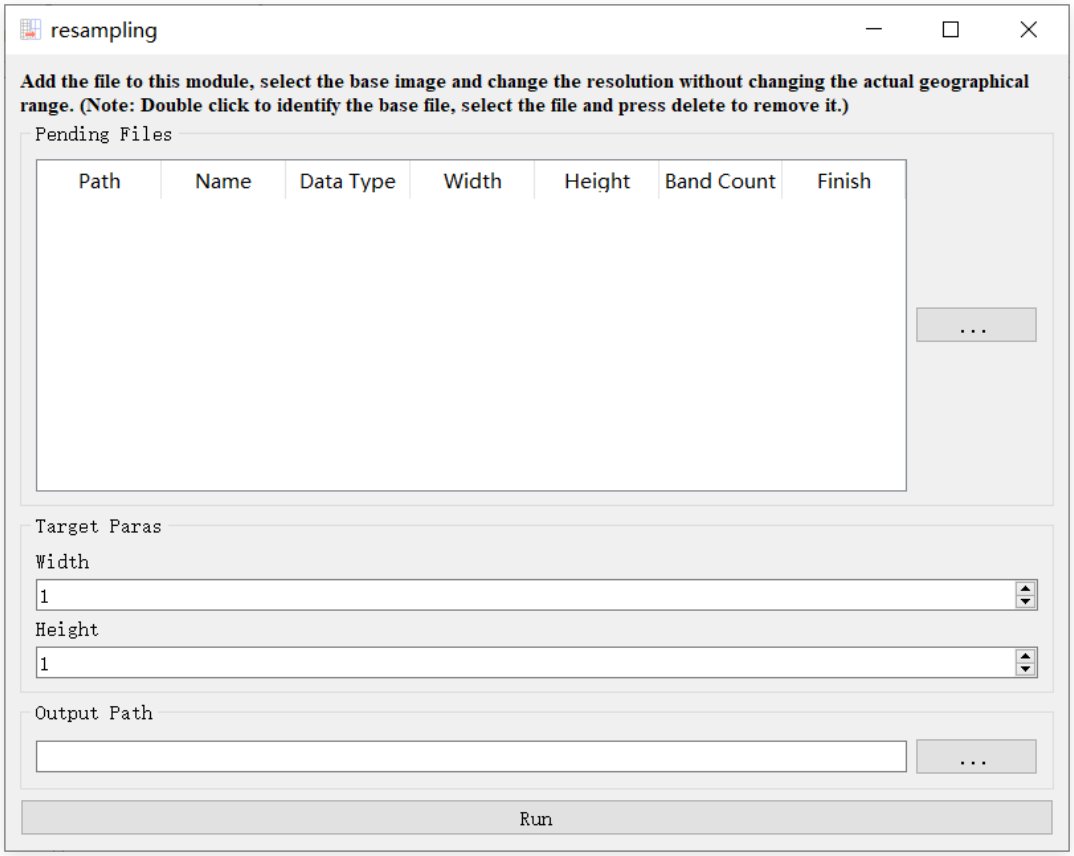
点击“移除图层”选项，即可将选中的栅格数据移除。

3. 数据预处理

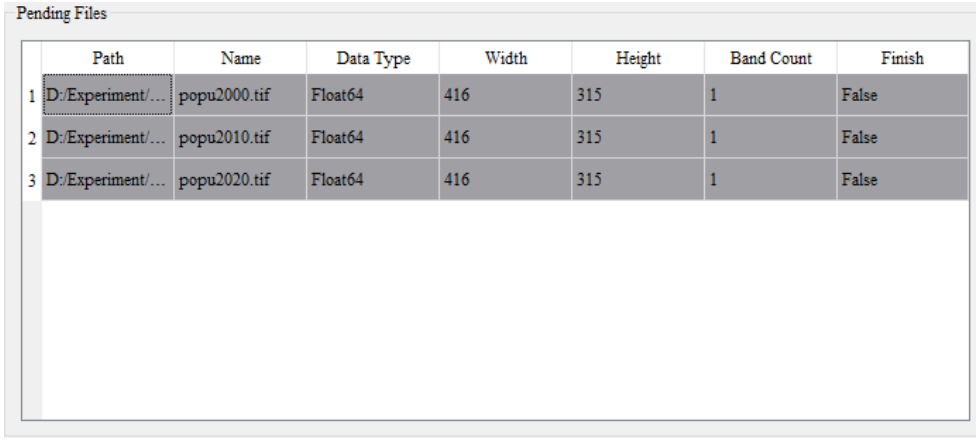
3.1. 数据正则化-重采样

此功能主要对栅格数据进行重采样操作，以改变数据的空间分辨率，需要注意的是模型所使用数据应保持统一分辨率。

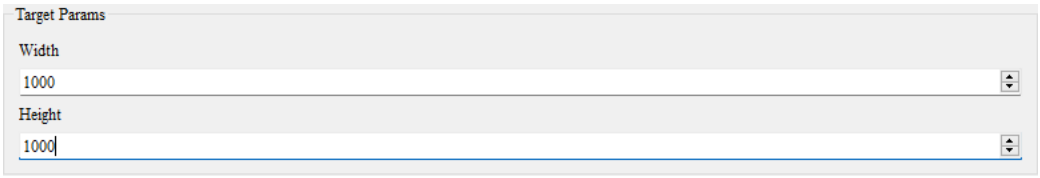
点击“数据正则化-规范化”选项，打开对应界面。用户将文件添加到此界面，选择基础图像进行重采样，以更改分辨率。



用户点击 Pending Files 的 插入栅格文件，Pending Files 中的表格显示输入数据的基本信息。



在 Target Params 中设置重采样后的长和宽。

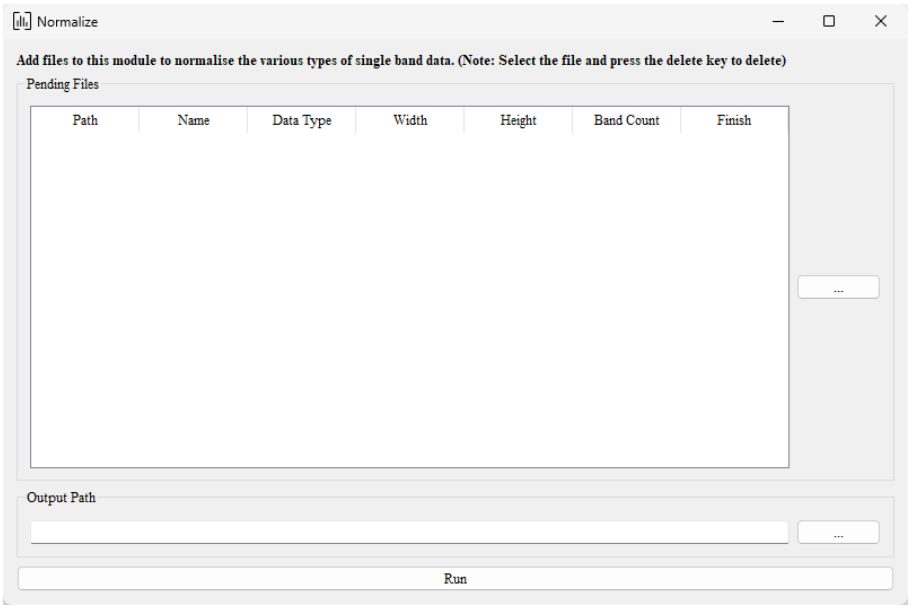


在 Output Path 中设置输出路径，点击 run 输出。

3.2. 数据正则化-归一化

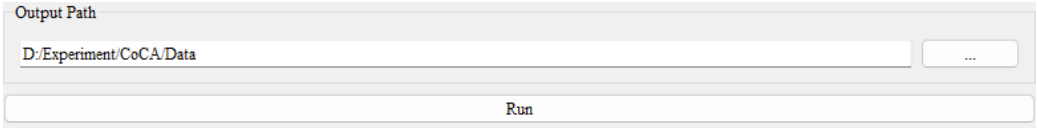
此功能主要是对空间驱动数据集进行归一化处理，以形成范围值为 0~1 的栅格数据，便于后续计算总体发展概率使用。

点击“数据正则化-归一化”选项，打开对应界面。用户将单波段栅格数据添加到此界面，将其规范化。



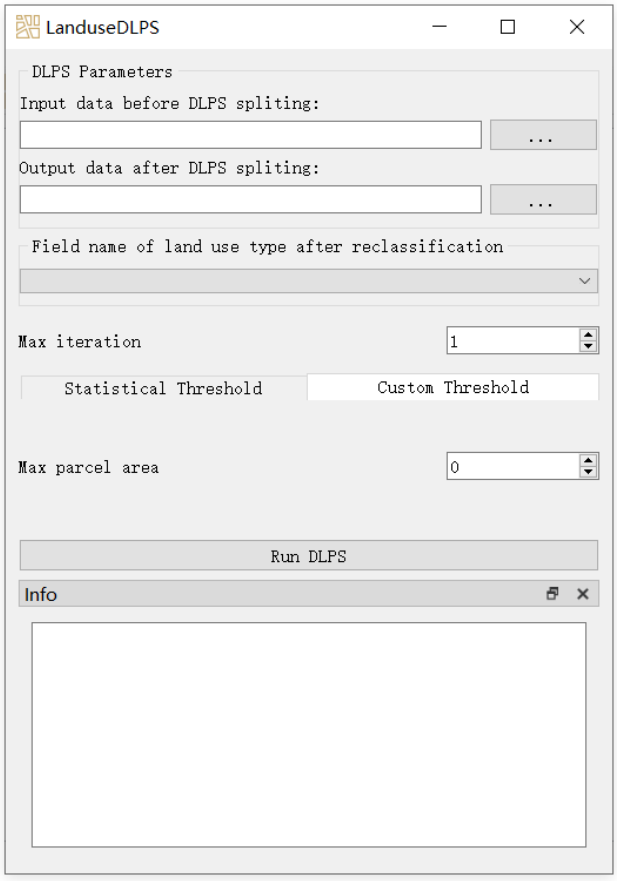
用户点击 Pending Files 中的 ... 插入栅格文件，Pending Files 中的表格显示输入数据的基本信息。

在 Output Path 中设置输出路径，点击 run 输出。

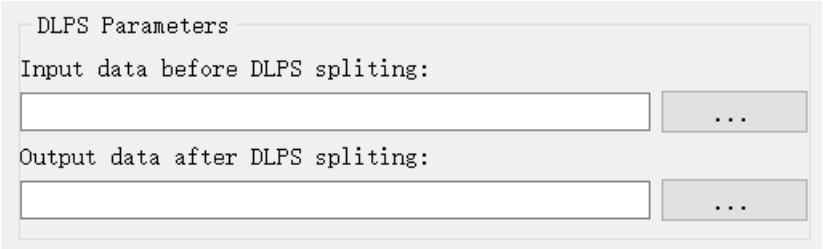


3.3. 矢量地块处理-动态地块分裂

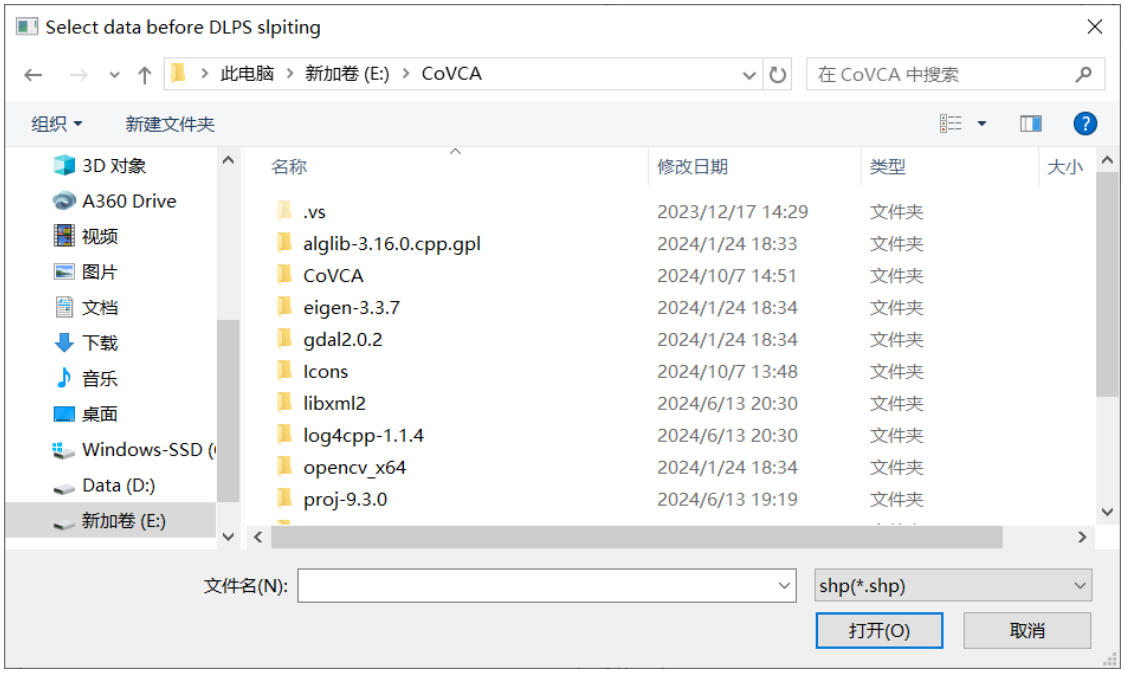
此功能主要用于对矢量地块进行再次细分，用于分割大型的地块。点击“DLPS split”便可以打开该功能。



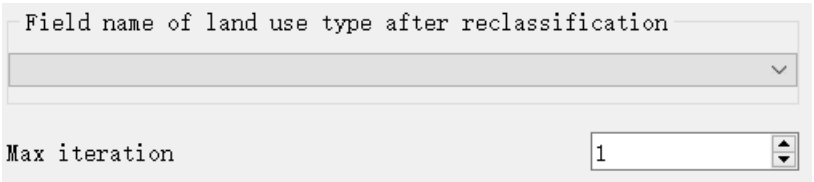
首先我们需要选择待分裂的矢量土地利用文件路径，以及分裂处理后的矢量土地利用数据保存路径



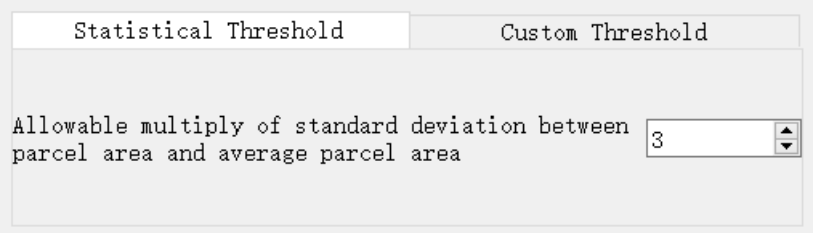
通过“输入文件选择”按钮 我们可以通过矢量文件选择对话框选择矢量文件，下图所示：



然后，用户需要设置地块分裂参数，包括对地块分裂迭代次数、最大地块面积阈值、重分类后土地利用类型的字段名。其中， 最大地块面积阈值功能是：地块面积超出该阈值则分裂，若设置为“0”，则系统会自动根据当前数据将阈值设置为平均地块面积。动态地块分裂参数设置界面如下图所示：



此外，当最大地块面积阈值为 0 时，系统会对面积大于“平均地块面积+*n**dStd”的地块进行分裂。面积标准差与平均面积标准差的容许乘积参数(*n*)设置方式如下(默认为 3)：



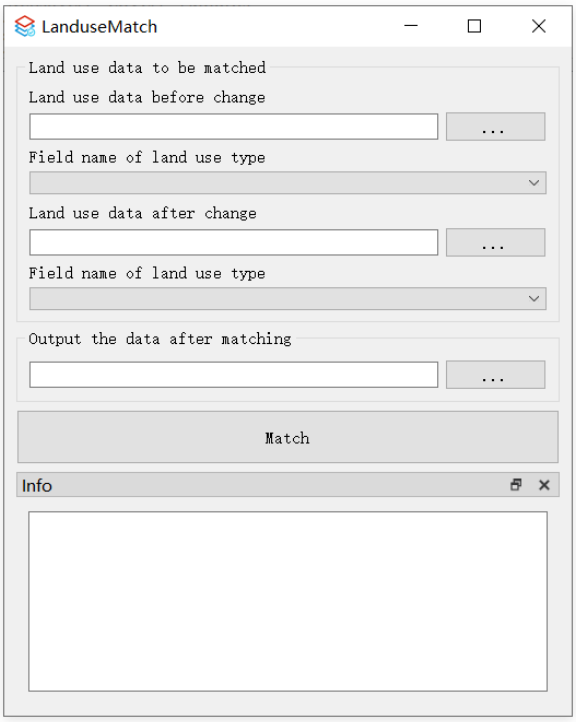
完成上述参数设置后， 用户点击“Run DLPS”按钮即可进行分裂。

此外，用户可在日志状态栏中观察功能运行情况。

3.4. 矢量地块处理-地块匹配

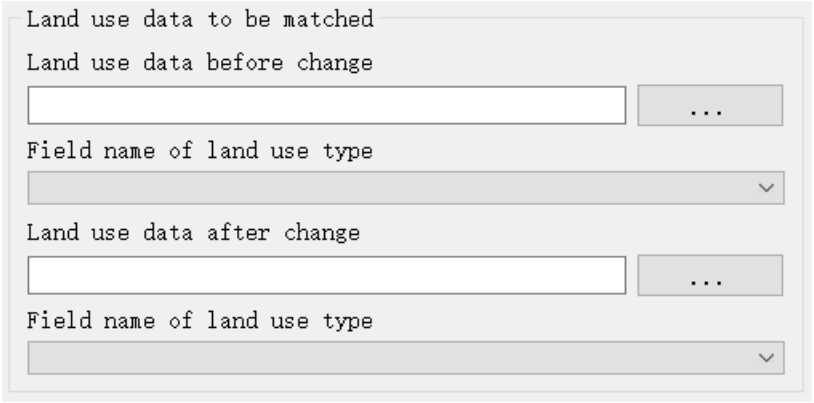
该功能用于将两个年份的矢量地块数据进行匹配操作，从而将其合并到同一个矢量数据中，方便后续的城市矢量地块的模拟操作。

点击菜单栏中的“数据预处理”中的“土地利用数据匹配”。便可得到以下界面。



首先，用户需分别输入土地利用变化前后的土地利用数据，以及含土地利用类型数字编码的字段名。用户通过点击 按钮，可在弹出的对话框中选择土地利用数据，完成后系统会自动识别当前数据的所有属性列表字段

名。用户在下拉列表中选择含土地利用类型数字编码的字段名即可。



完成后，用户需要设置匹配后的土地利用数据保存路径。

再点击“Match”按钮，系统将自动运行土地利用数据匹配功能。

导出的土地利用数据将自动生成字段：ID、before、simulated、after、Pr、area 、 centerX、centerY、Pg0、Pg1…Pgn、N0、N1…Nn。其分别表示：地块 ID 序列号、土地利用变化前的地块用地类型、土地利用模拟的变化后地块用地类型、土地利用变化后的地块用地类型、限制因子、地块面积、地块质心坐标 X、地块质心坐标 Y、地块发展为第 0 种用地类型的总体发展概率、地块发展为第 1 种用地类型的总体发展概率…地块发展为第 n 种用地类型的总体发展概率、地块受第 0 种用地类型的邻域效应、地块受第 1 种用地类型的邻域效应…地块受第 n 种用地类型的邻域效应。数据自动生成的属性列表，如下所示：

	ID	before	simulated	after	Pr	area	centerX	centerY	Pg0	N0
1	0	0	-1	-1	1	320	1941906	2593809	0	0
2	0	0	-1	0	1	2370	1942066	2593915	0	0
3	1	0	-1	-1	1	165	1941806	2593585	0	0
4	1	0	-1	-1	1	584	1941728	2593597	0	0
5	2	0	-1	-1	1	8	1941548	2593469	0	0
6	2	0	-1	-1	1	3	1941637.	2593598	0	0
7	2	0	-1	0	1	46	1941601.	2593573	0	0
8	3	0	-1	-1	1	417	1941864.	2593748	0	0

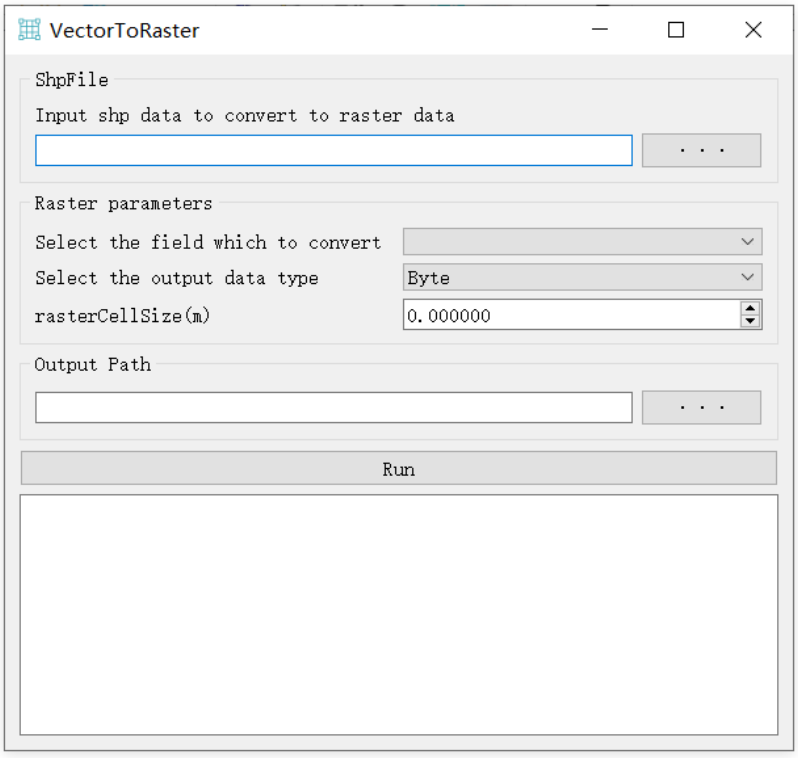
(图片来源于 QGIS)

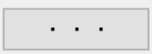
此外，用户可在日志状态栏中观察功能运行的状态。

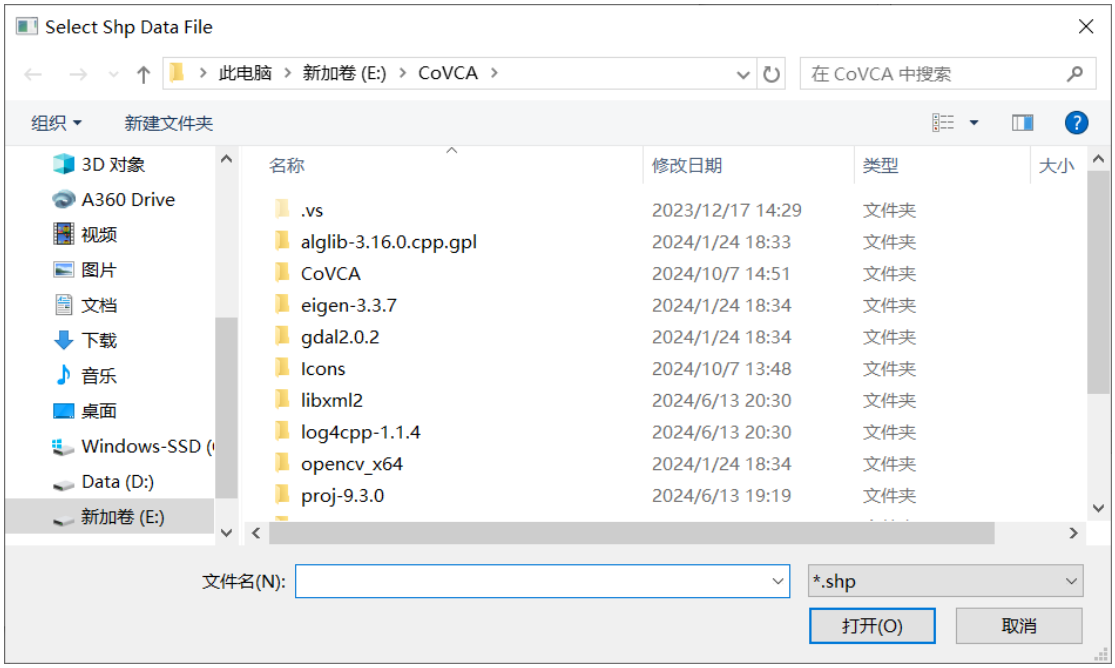
3.5. 矢量地块处理-矢量数据转栅格

该功能主要用于将矢量地块进行转栅格处理，方便后续协同模拟操作。

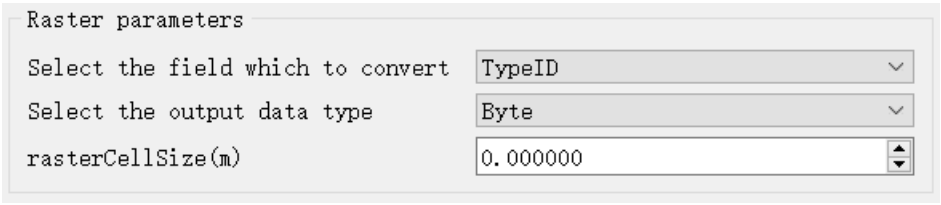
点击“数据预处理”中的“矢量转栅格”，便可打开该功能，如图所示：



点击  按钮，选择相应的矢量数据。



随后，选择要转栅格的“字段”、“数据类型（float 等）”和“栅格大小”。



点击“run”按钮，便可以进行矢量转栅格的操作。

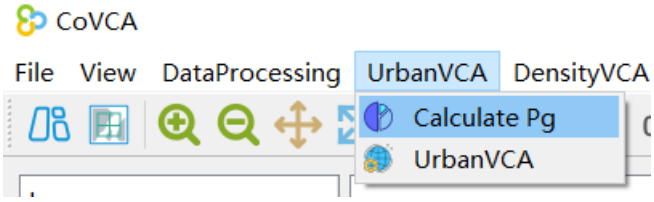
在下方空白状态栏，可以看到相应的操作和运行的状态。

4. 基于 UrbanVCA 进行矢量地块模拟功能

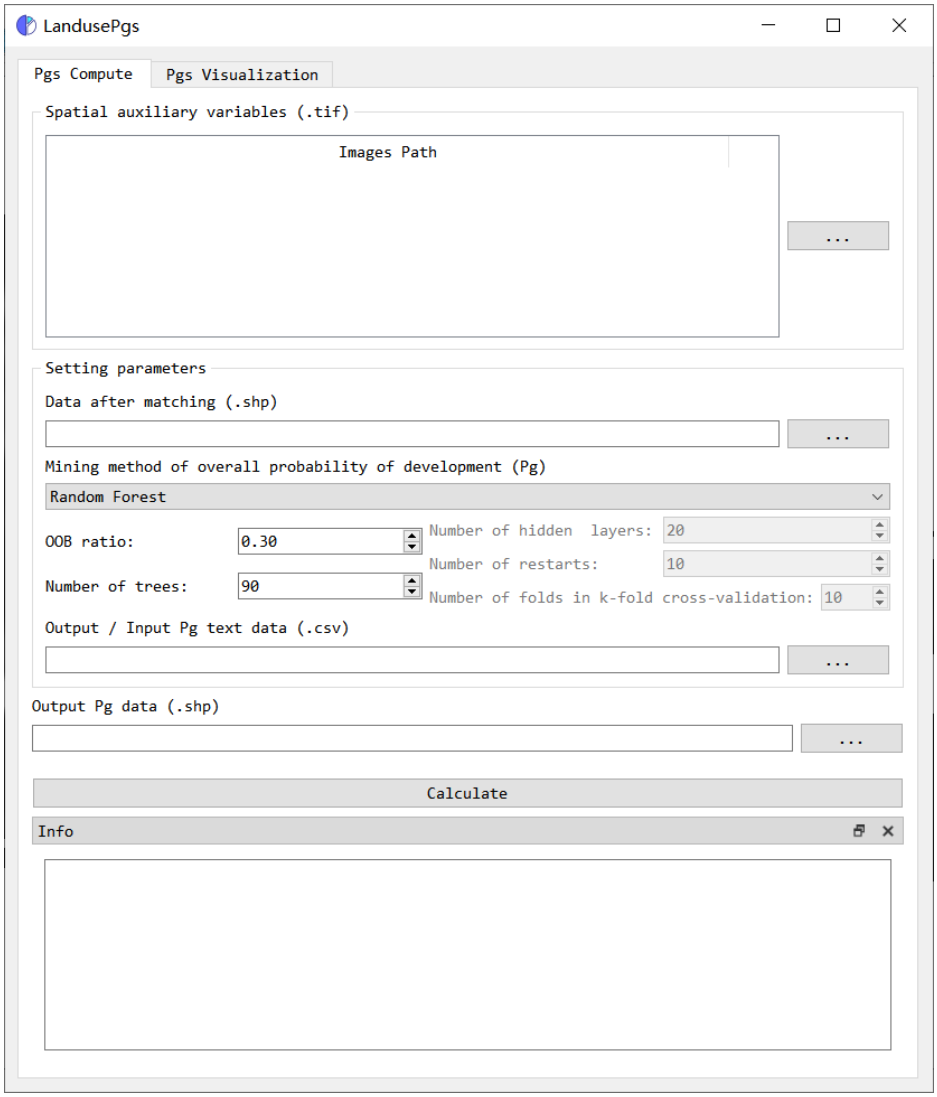
4.1. 总体发展概率计算模块

4.1.1. 功能选择

点击菜单栏“UrbanVCA”，在弹出的菜单中选择“Calculating Pg”。

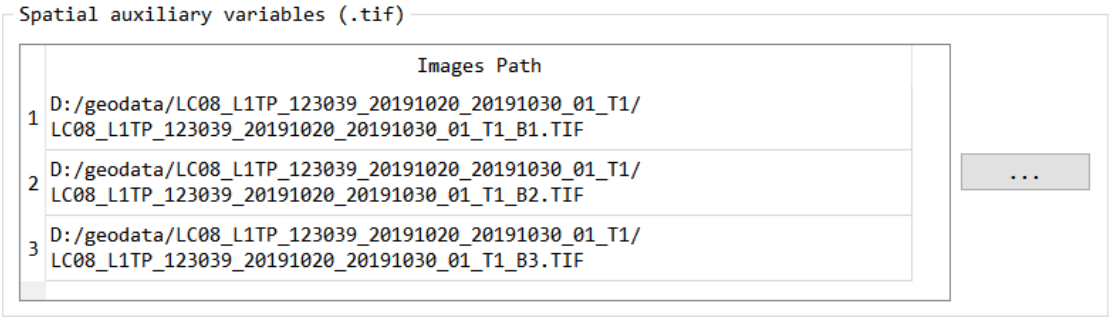


我们也可以通过工具栏“Calculating Pg”按钮 ，即可打开总体发展概率计算功能，如下图所示：



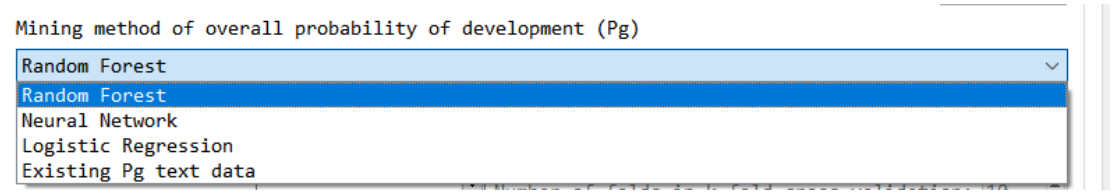
4.1.2. 总体发展概率计算

首先需要导入 Tiff 格式的空间辅助变量，用户点击 ... 按钮，即可在弹出的对话框中选择多个空间辅助变量，如下图所示：

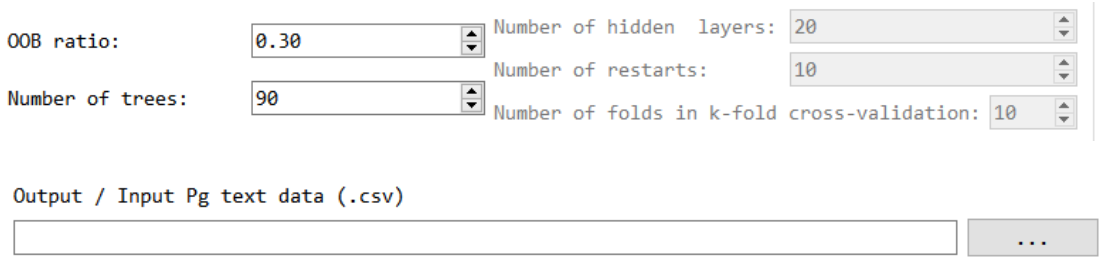


然后，用户需要导入土地利用数据匹配数据文件（详见 3.4），如下所示：

接着，用户根据所需可选择随机森林、神经网络、逻辑回归等多个机器学习模型，也可直接外部导入 Pg 文件：

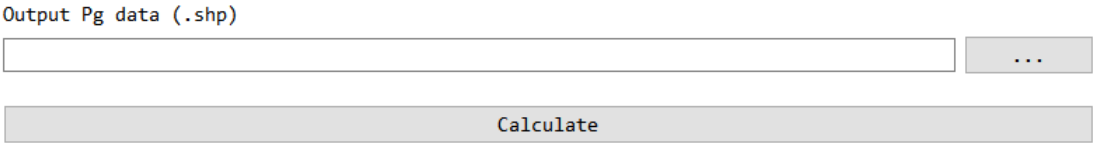


若用户选择机器学习模型，可对模型的参数进行设置，并选择训练得到的 Pg 文件保存路径：

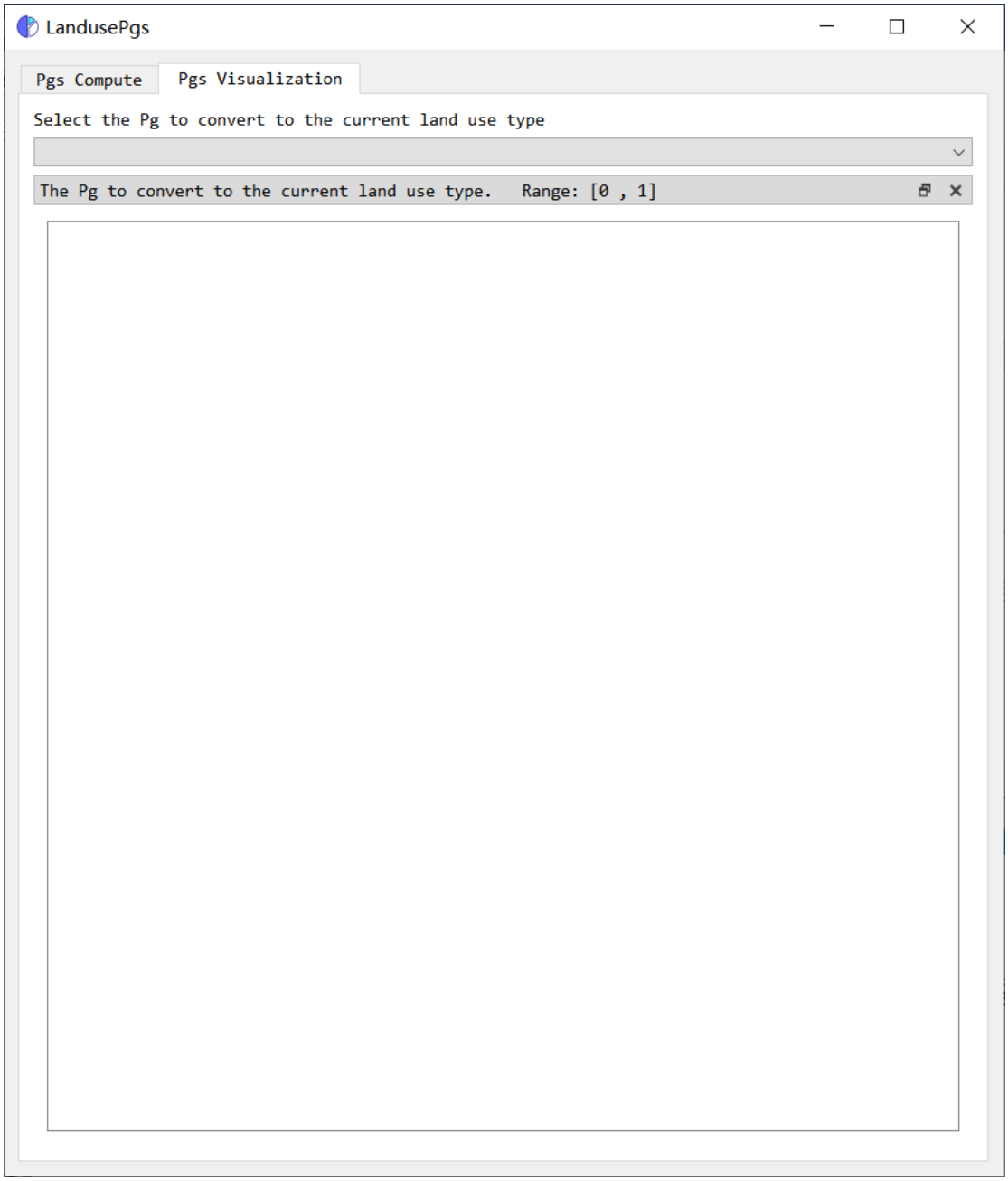


若用户选择直接外部导入 Pg 文件，则不需要导入空间辅助变量。需注意 Pg 格式为.csv，每行格式为：“Pg0,Pg1…Pgn,ID”，其中每个地块的 ID 为土地利用数据匹配生成属性列表中“ID”字段所对应的值(格式可参考上述经训练得到的 Pg 文件)。用户需在下图中导入 Pg 文件所在路径：

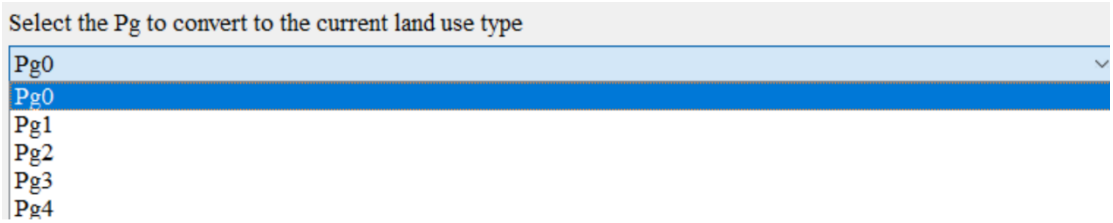
完成上述设置后，用户设置总体发展概率数据文件的存放路径，再点击“Calculation”按钮即可，如下图所示：



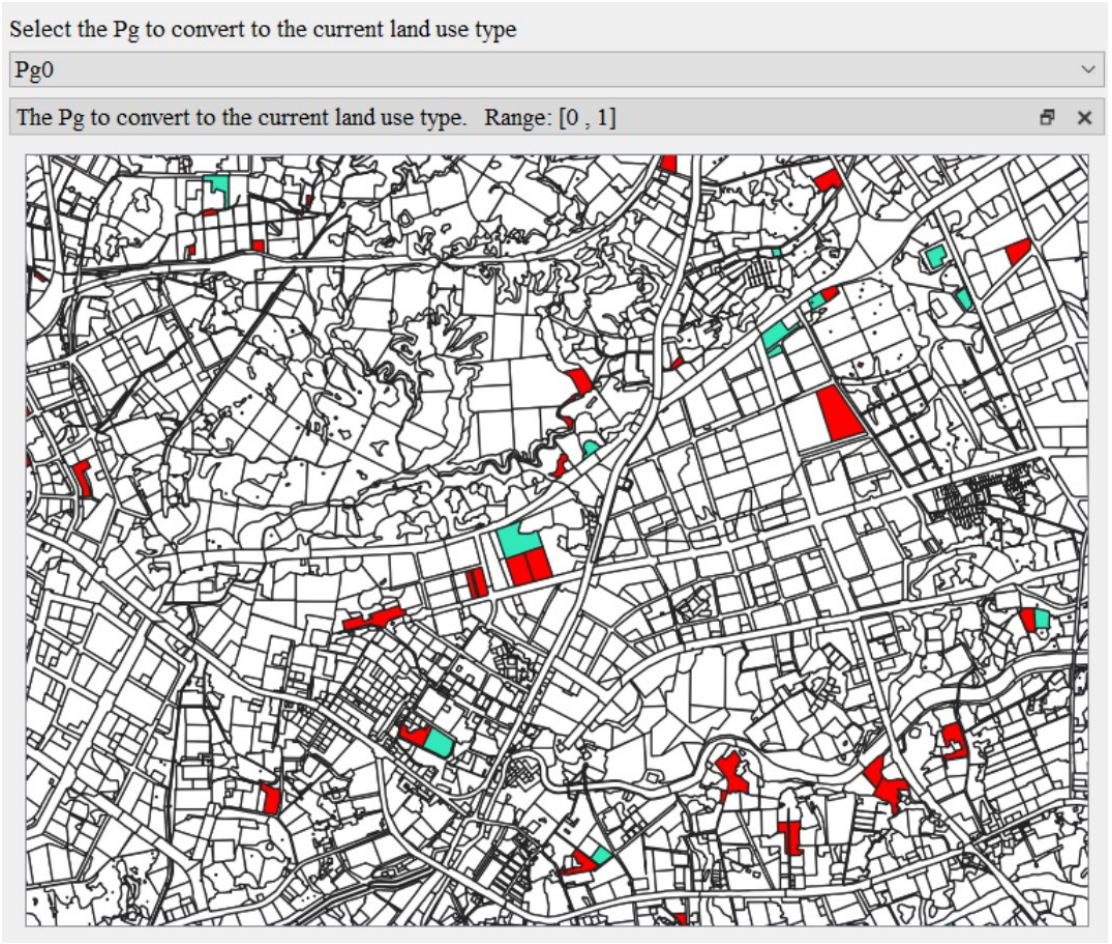
软件还提供了总体发展概率可视化功能。在计算完成后，用户可在“Pgs Visualization”进行观测，如下图所示：



下拉列表框中选择发展为第 i 种用地类型的总体发展概率，如下所示：



然后，软件会自动在界面右侧显示总体发展概率可视化动态效果图，颜色越红则表示概率值越大。如下图所示：



用户还可在日志状态栏中观察功能运行情况。

当然，用户也可以跳过该模块，直接修改匹配后土地利用数据属性列表中 Pg 字段内容。

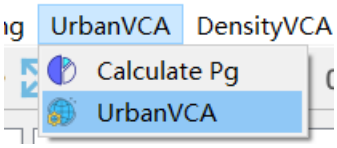
Pg0	Pg1	Pg2	Pg3	Pg4
0.08889	0.27778	0.13333	0.12222	0.18889
0.13333	0.07778	0.11111	0.34444	0.27778
0.14444	0.15556	0.22222	0.40000	0.23333
0.14444	NULL	0.21111	0.17778	0.11111
0.02222	0.12222	0.08889	0.41111	0.17778
0.08889	0.27778	0.06667	0.38889	0.08889
0.07778	0.20000	0.07778	0.43333	0.16667
0.42222	0.12222	0.13333	0.33333	0.22222
0.06667	0.15556	0.35556	0.07778	0.30000

(图片来源于 QGIS)

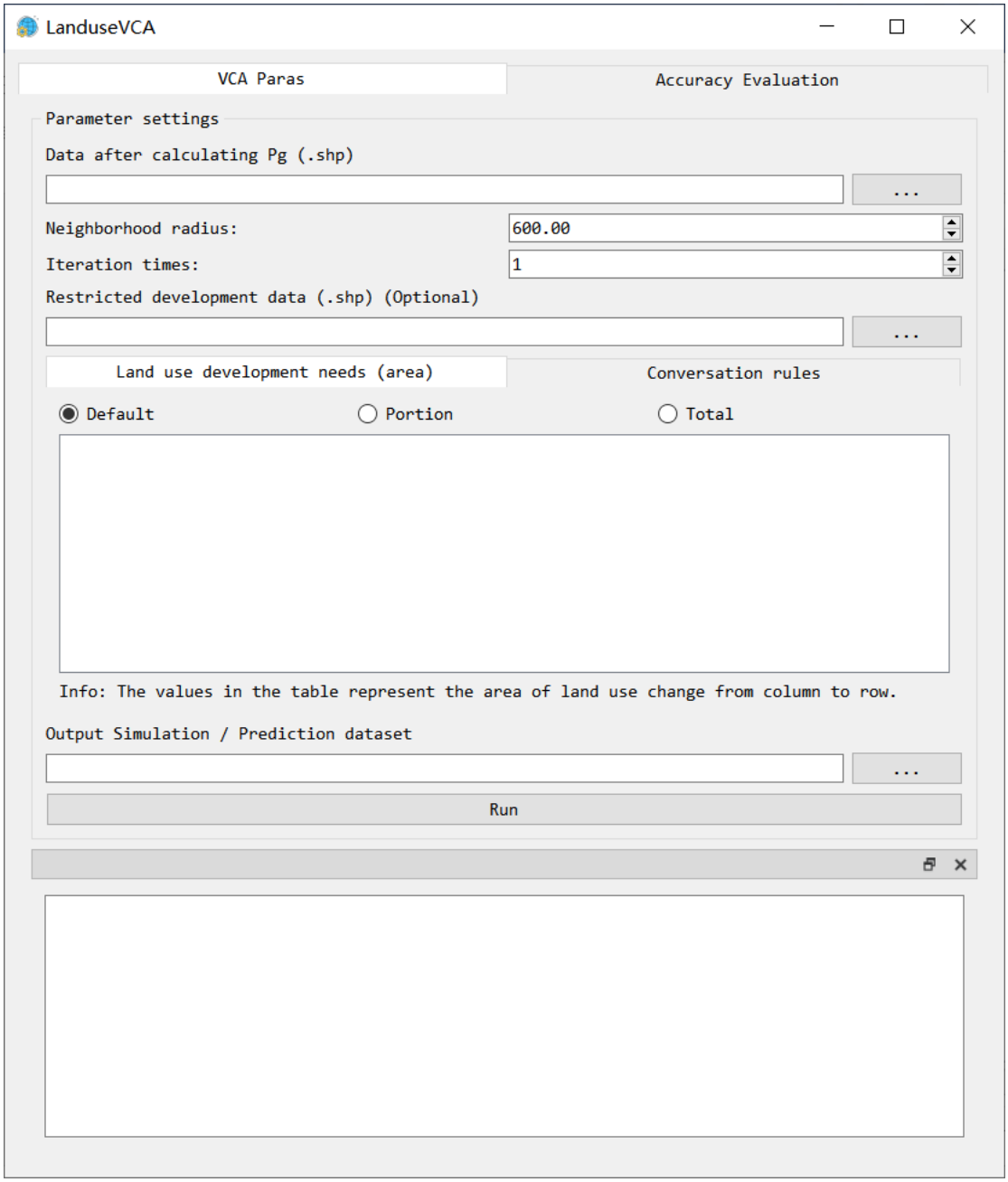
4.2. UrbanVCA 模拟模块

4.2.1. 功能选择

点击菜单栏“UrbanVCA”，在弹出的菜单中选择“UrbanVCA”。

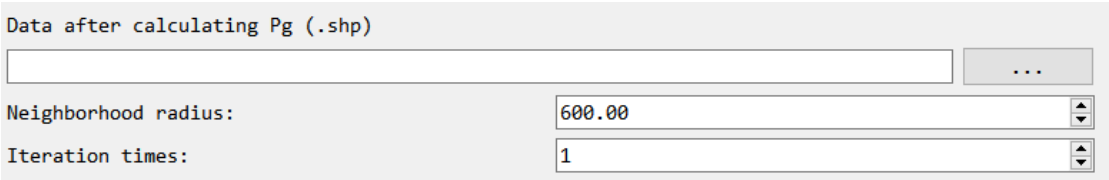


我们也可以通过工具栏“UrbanVCA”按钮 即可打开 UrbanVCA 模型模拟功能，如下图所示：

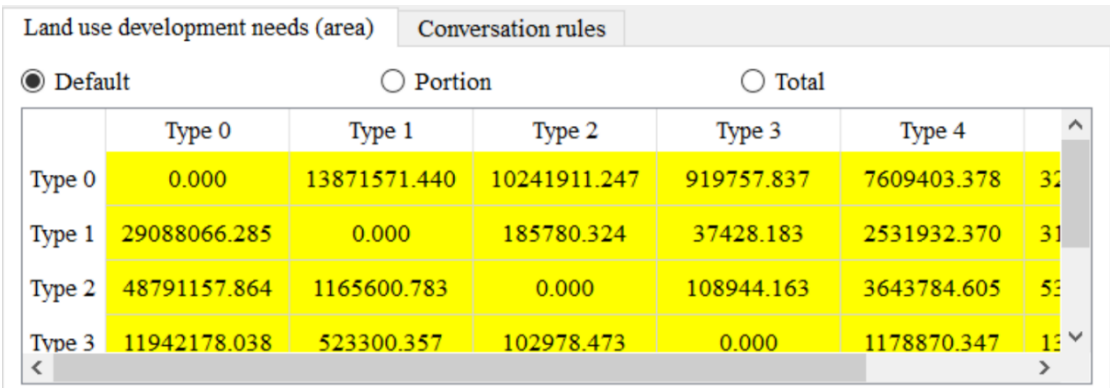


4.2.2. UrbanVCA 模型模拟

首先，用户需要导入总体发展概率计算文件(详见 4.1.2)，并设置邻域半径值和迭代次数，如下所示：

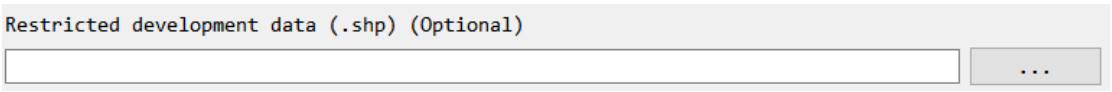


完成后，系统会自动统计并显示各类土地利用类型之间转化的面积大小，如下所示：

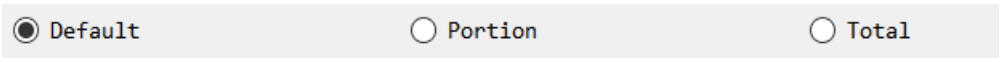


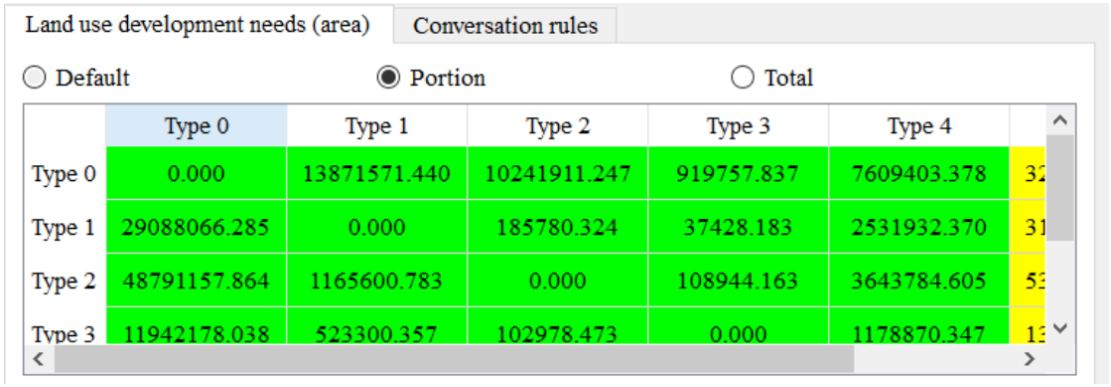
图中的表格的每个值表示该列对应的土地利用类型转向该行对应的土地利用类型的面积，不考虑土地利用类型未变化情况。

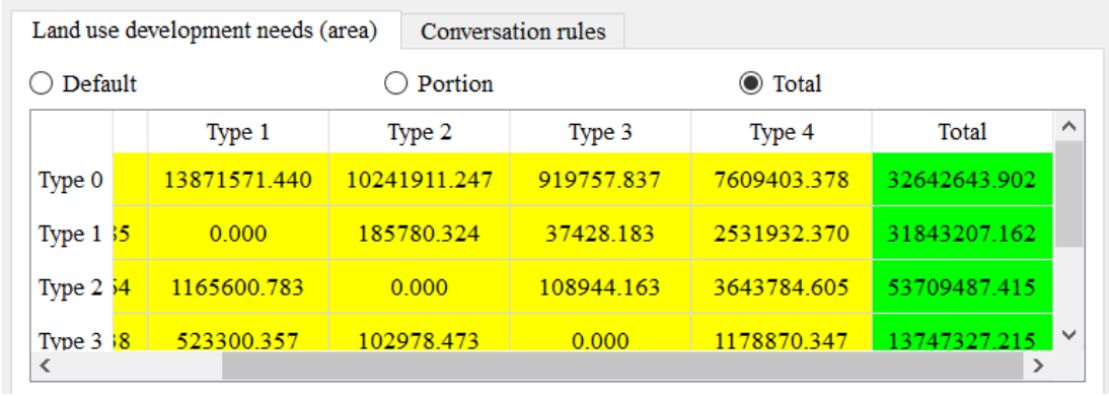
然后，用户可根据需要设置限制发展区域，通过在下图中导入限制区域的.shp 文件，系统会自动禁止位于该限制区域内地块的发展(该功能可选，非必要)。



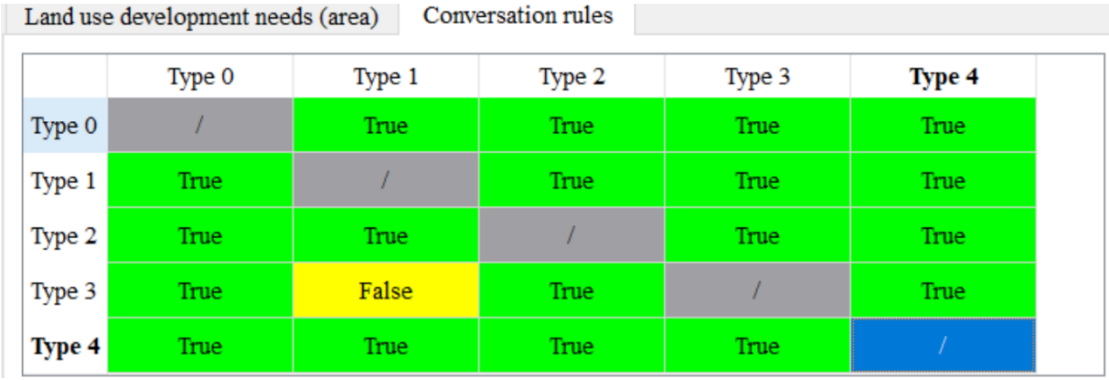
接着，用户可如图所示设定土地利用变化面积。其中，选中“Default”表示系统采用所导入的总体发展概率计算文件的统计结果；选中“Portion”表示可人为修改各类土地利用类型之间的转化面积，且系统采用人为修改后的值；选中“Total”表示可人为修改各类土地利用类型的发展面积，且系统采用人为修改后的值。





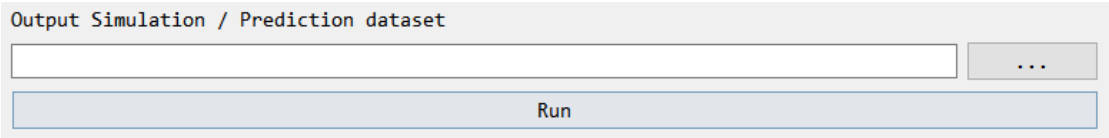


同时，用户点击“Conversation rules”可设置土地利用转化规则，通过双击表格中值设置土地利用类型之间是否发生转化。



图中的表格的每个值表示该列对应的土地利用类型转向该行对应的土地利用类 型的情况，不考虑土地利用类型未变化情况。

完成上述参数设置后，用户选中模拟结果所保存导出的文件夹路径，点击“Run”按钮即可开始运行。



注：结果文件包含了土地利用模拟数据(.shp)和对应精度评价(.txt)。对于土地利用模拟数据，用户打开其属性列表后可查看到“simulated”字段，该字段代表各个地块的模拟土地利用类型(属性列表各字段含义，详见 3.4)。

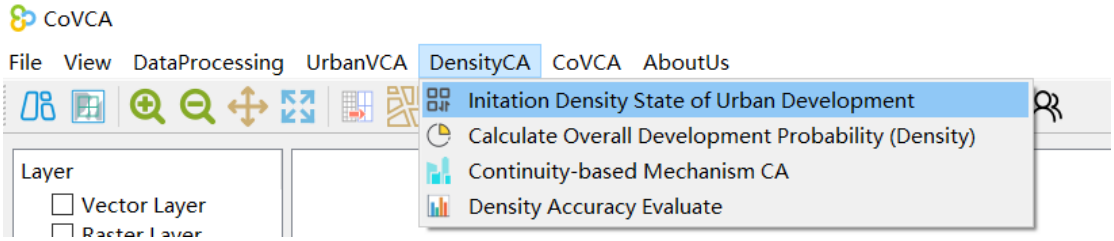
此外，用户可在日志状态栏中观察功能运行情况。

模型模拟完成后，会在“Accuracy Evaluation”表格中显示每次迭代得到的精度评价结果，用户还可点击“Export accuracy table”按钮，导出精度评价结果。如下图所示：

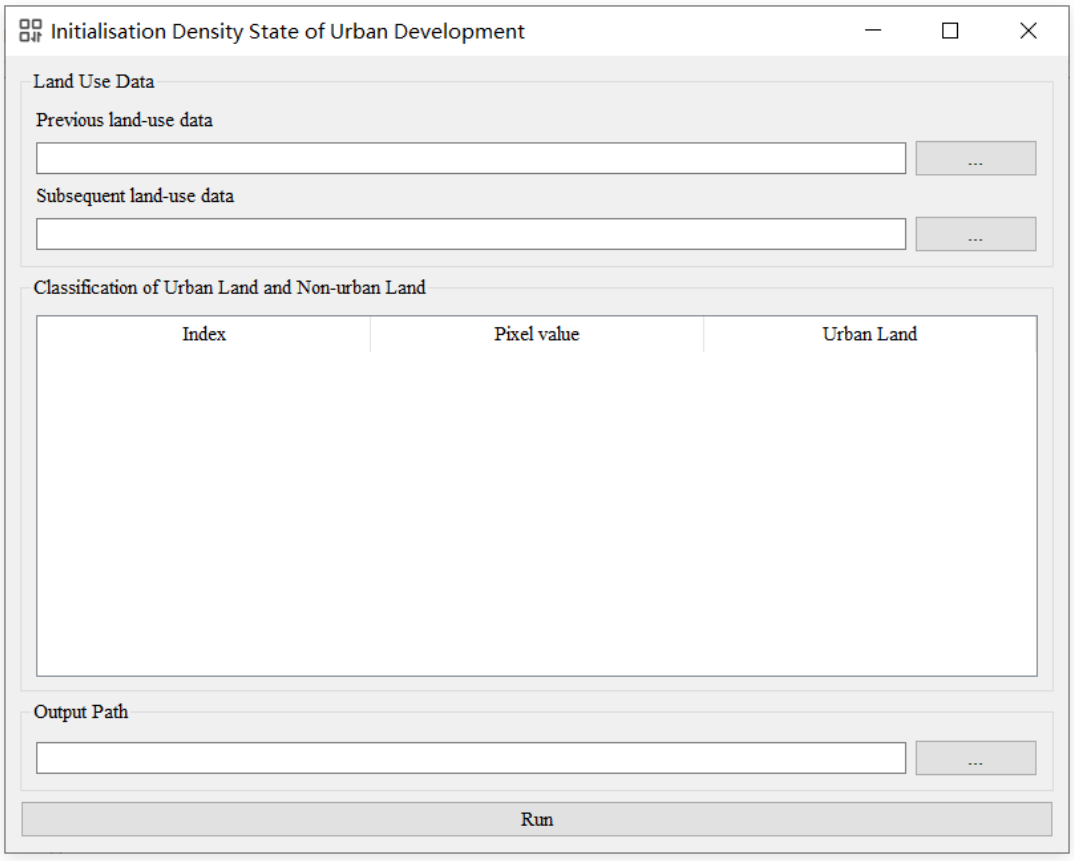
5. 基于 DensityCA 模型模拟城市要素连续性变化

5.1. 计算城市发展初始密度状态

点击菜单栏“DensityCA”，在弹出的菜单中选择“Initialization Density State of Urban Development”。

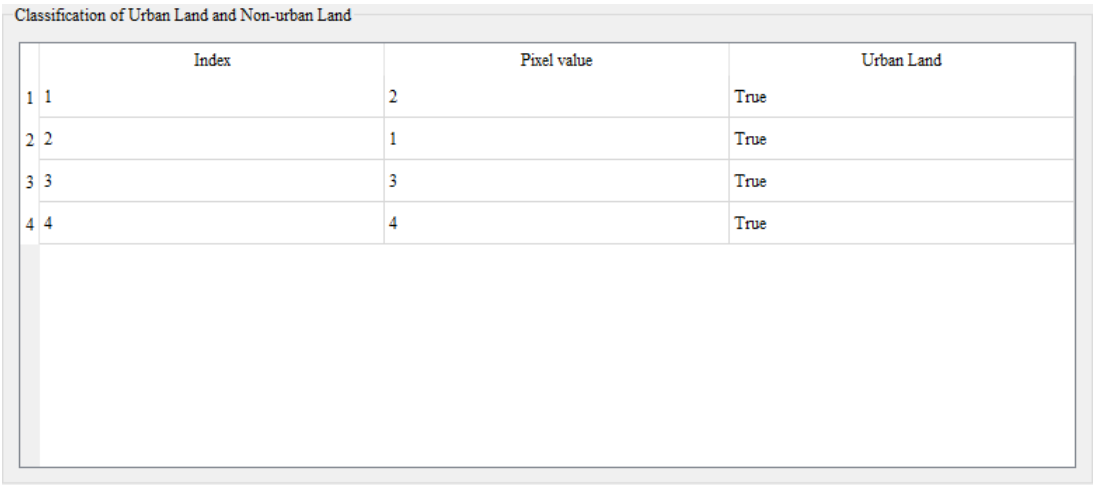


我们也可以通过工具栏“Initialization Density State of Urban Development”按钮 即可打开城市发展初始密度状态计算功能模块，如下图所示：

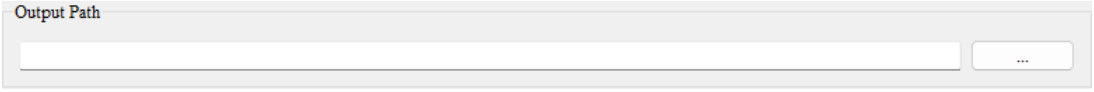


首先，分别点击“Previous Land-use data”、“Subsequent Land-use data”右侧按钮 ...，在弹出的文件夹选择对话框中依次选择变化前用地数据存放路径、变化后用地数据存放路径。如下所示：

为了对原始数据进行“城市-非城市”用地的划分，可以通过双击“Classification of Urban Land and Non-urban Land”中用地类型对应的“Urban Land”，设置其是否为城市用地，如下所示：



最后，在“Output Path”中点击按钮 ... ，在弹出的对话框中选择结果保存路径，结果将以.Tif 格式输出。

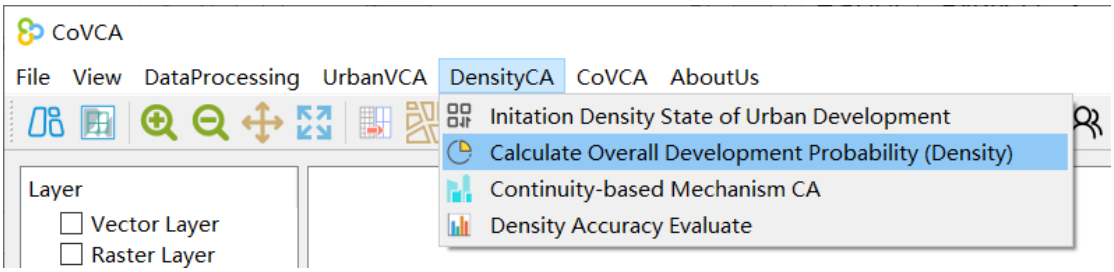


点击“Run”按钮

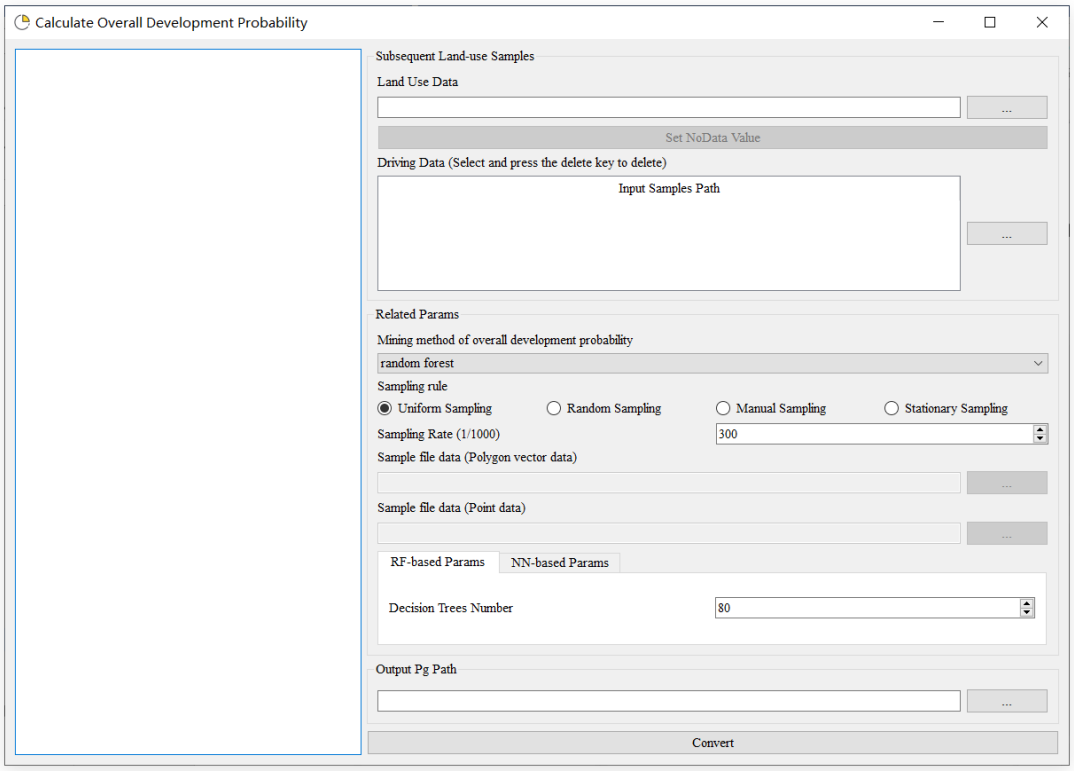
，开始执行城市发展初始密度状态计算功能。

5.2. 计算城市总体密度发展概率

点击菜单栏“Density CA”，在弹出的菜单中选择“Calculate Overall Development Probability (Density)”。

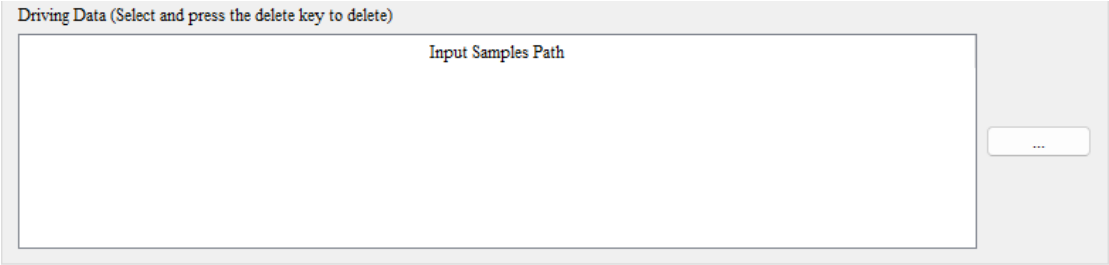


我们也可以通过工具栏“Calculate Overall Development Probability (Density)”按钮 即可打开总体密度发展概率计算功能模块，如下图所示：

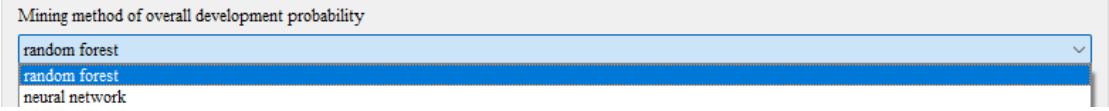


首先，点击“Land Use Data”中的按钮 ，系统会自动弹出对话框，用户需选择前序步骤中所获得的城市发展初始密度状态数据。

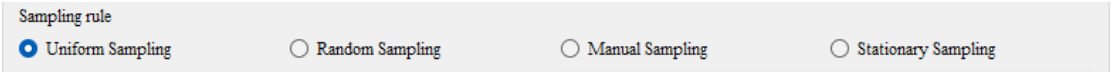
接着，点击“Driving Data”中的按钮 ，系统会自动弹出对话框，用户需选择待训练的驱动因素数据集。



完成后，在“Mining method of overall development probability”下拉框中选择总体发展概率的挖掘方法，默认为随机森林模型。如下所示：

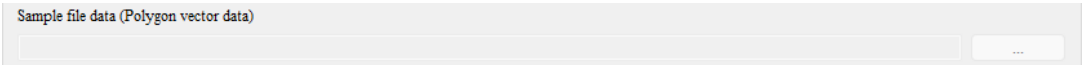


然后，在“Sampling rule”中选择规则采样、随机采样、手动采样、静态采样，如下所示：



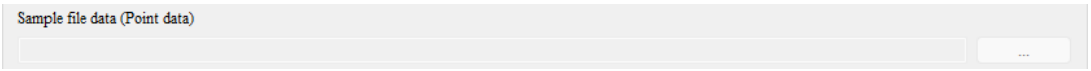
若采样为随机采样，需通过“Sampling Rate”设置采样率大小，如下所示：

若采样为手动采样，需通过“Sampling File data (Polygon vector data)”导入指定采样区域.shp 文件，如下所示：

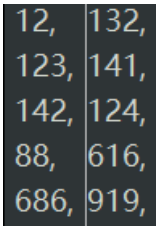


其中，指定采样区域.shp 文件的数据格式为同一投影区域范围下的多边形面数据。

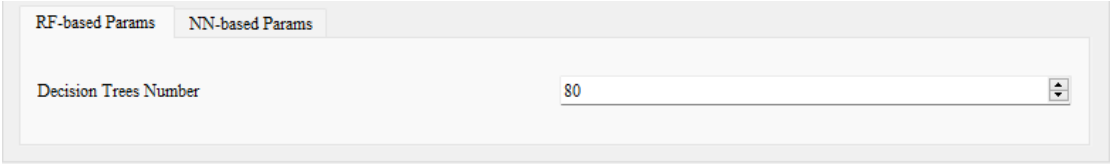
若采样为静态采样，需通过“Sampling File data (Point data)”导入指定采样像元位置文件，如下所示：



其中，指定采样像元位置文件的数据格式为：“行号,列号,”，示例数据如下所示：



接着，根据上述选择的总体发展概率的挖掘方法，在“RF-based Params”或“NN-based Params”中设置模型参数，如下所示：



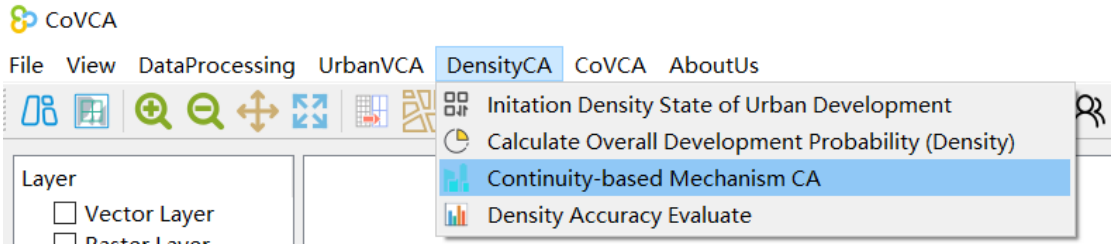
最后，在“Output Pg Path”中点击按钮

，在弹出的对话框中选择总体发展概率文件存储位置，如下所示：

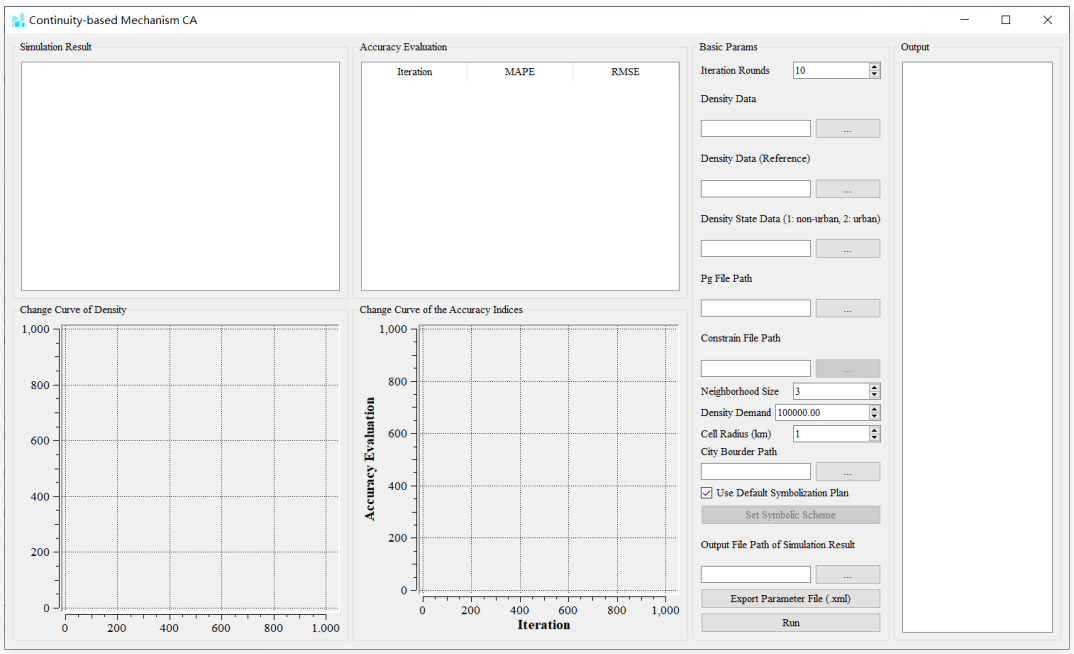
点击“OK”系统会开始执行总体发展概率 Pg 的挖掘，并在左侧 Log 中显示功能执行状态。

5.3. 城市要素连续性变化模拟

点击菜单栏“Density CA”，在弹出的菜单中选择“Continuity-based Mechanism CA”。



我们也可以通过工具栏“Continuity-based Mechanism CA”按钮 即可打开城市要素连续性变化模拟功能模块，如下图所示：



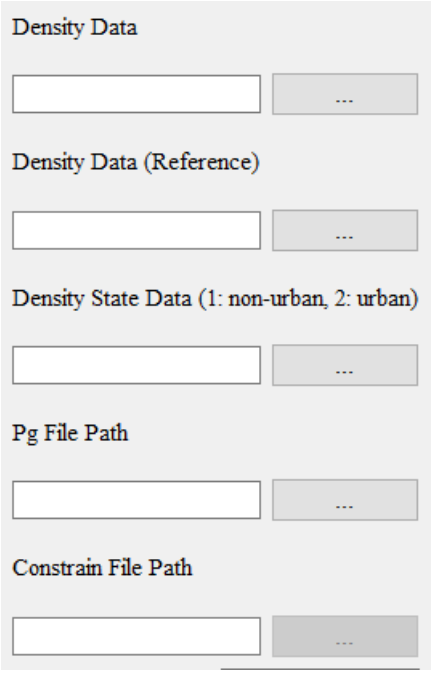
首先需通过迭代轮数输入框

设置本次模拟的迭代轮数，该参数代表本次模拟的迭代次数。

然后，依次点击“Density Data”、“Density Data (Reference)”、“Density State Data”、“Pg File Path”和“Constrain File Path”右侧按钮

，

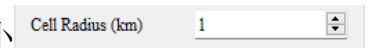
在弹出的文件夹选择对话框中依次选择变化前真实密度数据存放路径、变化后真实用地数据存放路径、城市变化前初始密度数据存放路径、Pg 文件存放路径和限制发展文件存放路径。如下所示：



其中，“Constrain File Path”功能为限制特定区域的发展，路径可为空。若需使用，则需注意数据格式必须为：同一个投影范围内只含有 0、1 的 GByte 栅格数据。0 表示禁止发展用地，1 表示可发展用地。

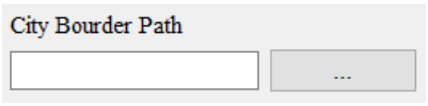
然后我们需要选择模型模拟所需的相关参数。在“Neighborhood Size”右侧设置邻域大小

；在“Density Demand”右侧设置密度需要大小

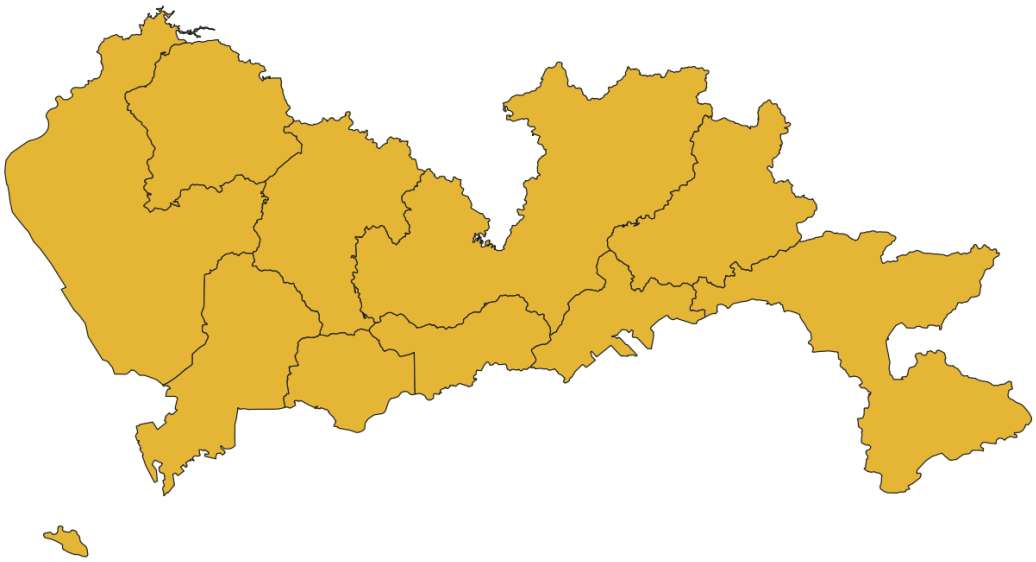
，在模拟实验中模型会根据已放入的密度数据自动计算出需求总量，若为预测未来年份实验则需手动修改相关数值；在“Cell Radius”右侧设置元胞半径大小 

。

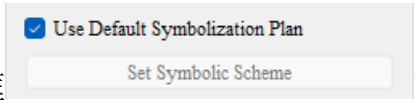
用户点击“City Bourder Path”右侧的按钮，在弹出的对话框中选择实验研究区域的矢量边界数据（最好是有按照区县边界进行划分的数据）。如下所示：



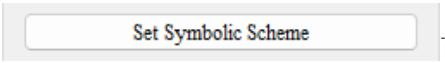
边界数据示例如下：



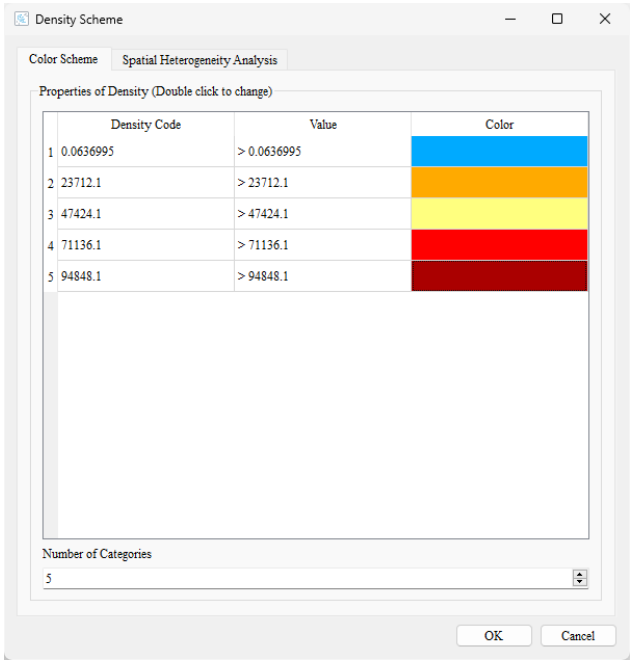
在上面参数设置完成后，如果需要自定义不同地块的显示符号，可以点击“Use Default Symbolization Plan”复选框



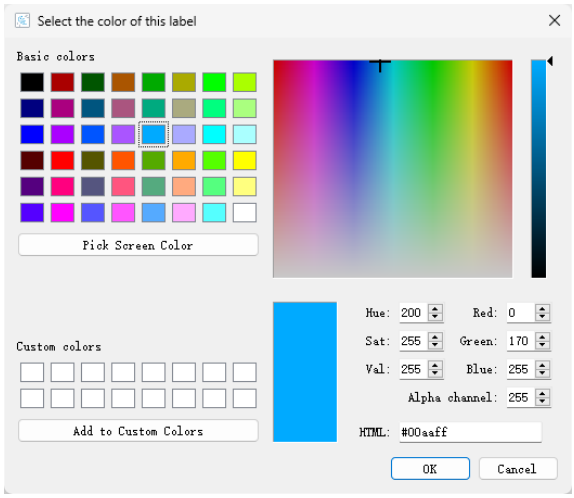
改用自定义符号化方案。点击“Set Symbolic Scheme”按钮



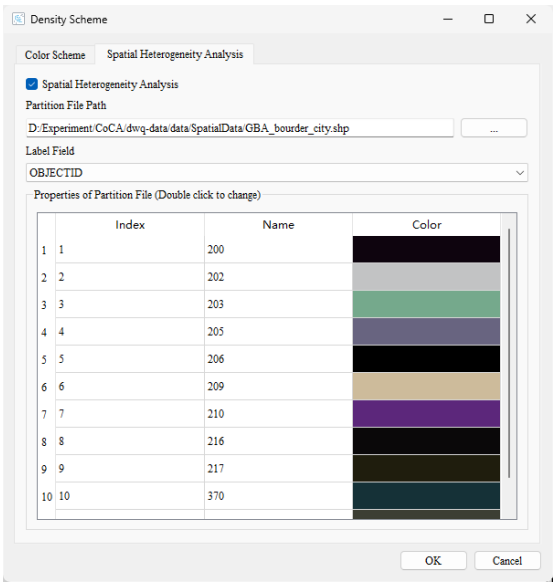
可以弹入如下界面设置地块符号与分区显示：



点击各类别的颜色，即可跳转至如下图所示的界面来根据用户需要修改该类别颜色，单击各个类别的值，可以切换各颜色分段点数值，同时需要增删类别可以通过最下方的类别设置框完成：

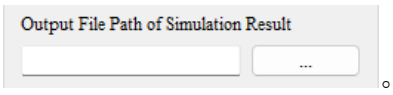


还有很重要的一点，本模型支持分区数据显示，通过“分区统计分析”模块实现，包含分区面状数据的选择，分区标注字段和颜色设置，方法与上面类似。



点击“OK”按钮 OK，即可完成自定义符号化的设置。

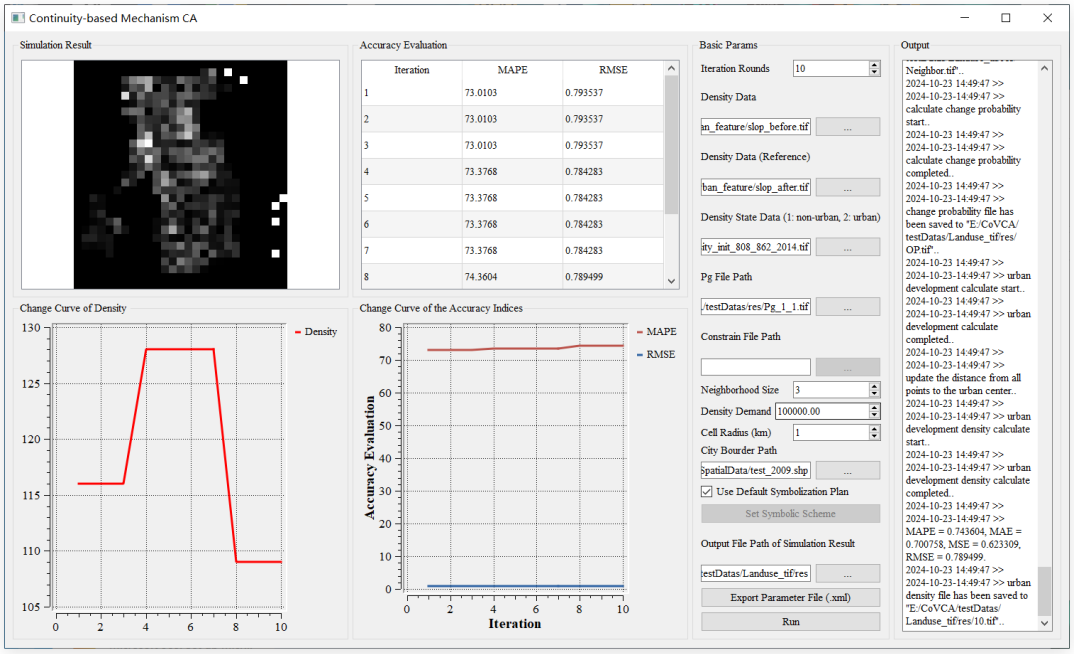
为了便于后续研究，需在“Output File Path of Simulation Result”功能中点击按钮 ...，在弹出的对话框中选择模拟结果的保存路径



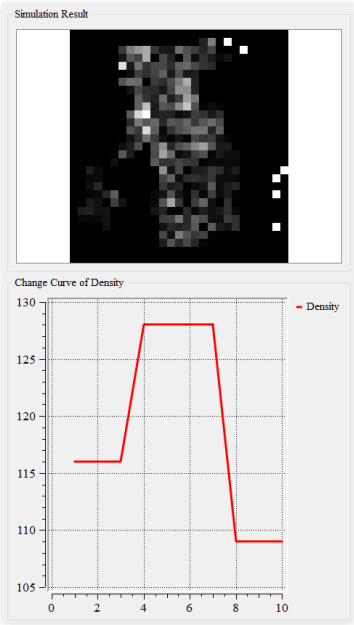
。

点击按钮“Export Parameter File” Export Parameter File (.xml)，可以将当前界面所有参数设置以 XML 文件格式保存并导出。

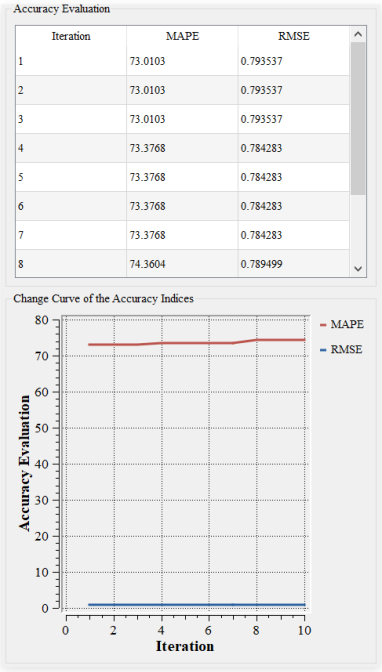
最后在模拟界面点击按钮“Run” Run ，即可自动进行城市要素连续性变化模拟，如下图所示：



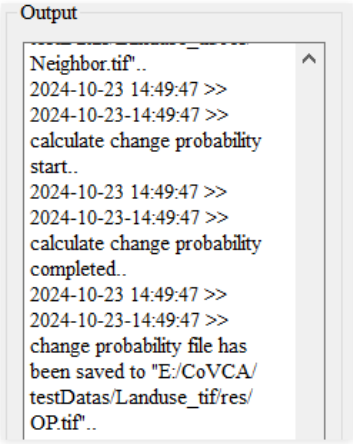
左上角的城市要素变化图模块可以通过缩放遍历显示每一块区域，其下方的密度变化折线图对应模拟过程中密度的变化情况。



位于本系统中部的精度评价指标模块则展示了本次模拟中的各项精度指标变化，其下方的精度评价指标变化折线图对应每一种精度指标在本次模拟中的变化情况（分区统计设置下，计算单元的是每个面状分区而非格网）。

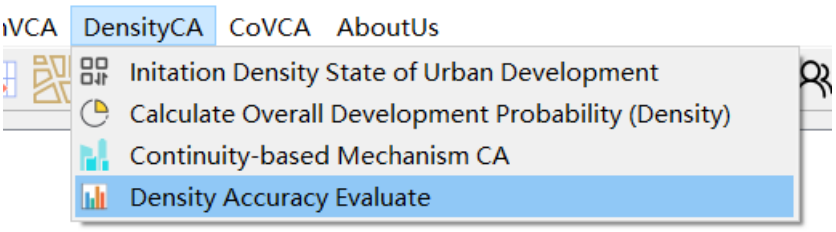


此外我们还提供了一个 Log 输出界面用于检查相关输出。其中城市要素密度变化模拟模块 Log 输出界面如下图所示：

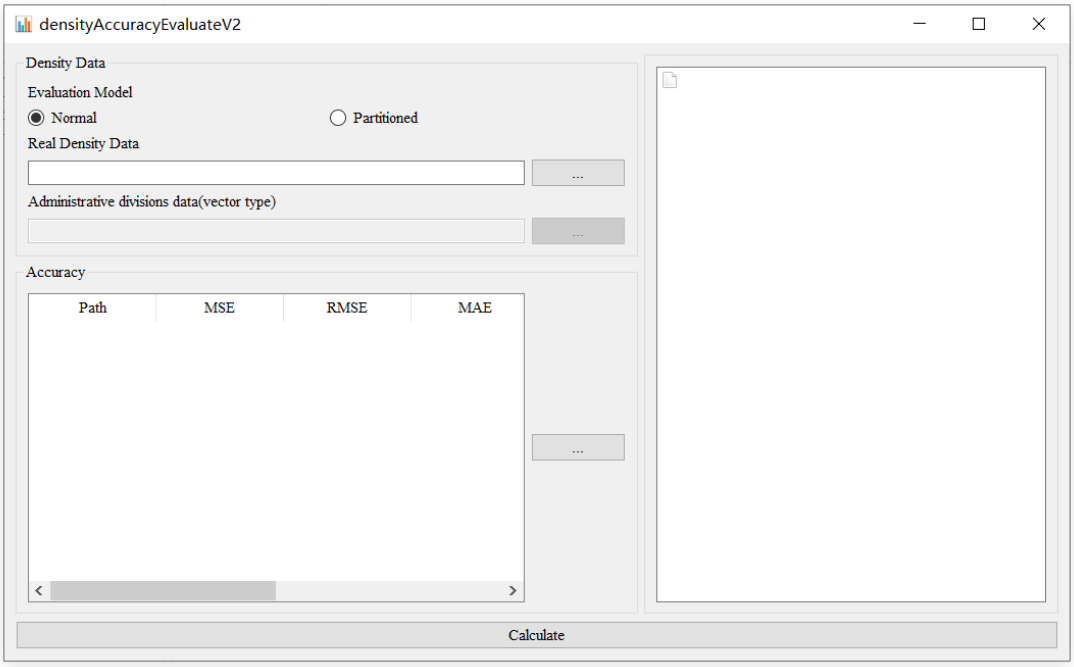


5.4. 精度评价

点击菜单栏“Density CA”，在弹出的菜单中选择“Precision Validation (Density)”。

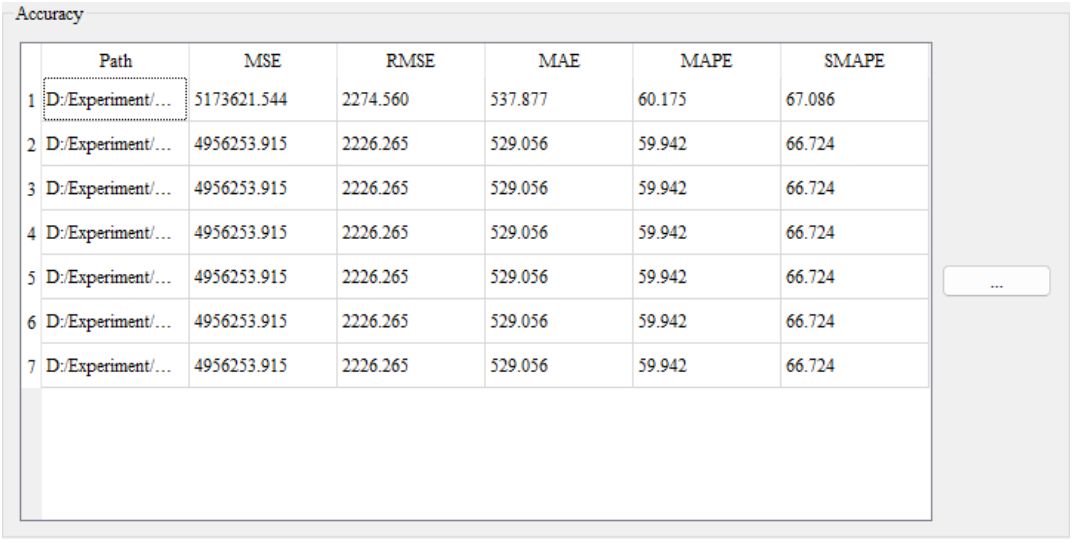


我们也可以通过工具栏“Precision Validation (Density)”按钮 即可打开精度评价功能模块，如下图所示：

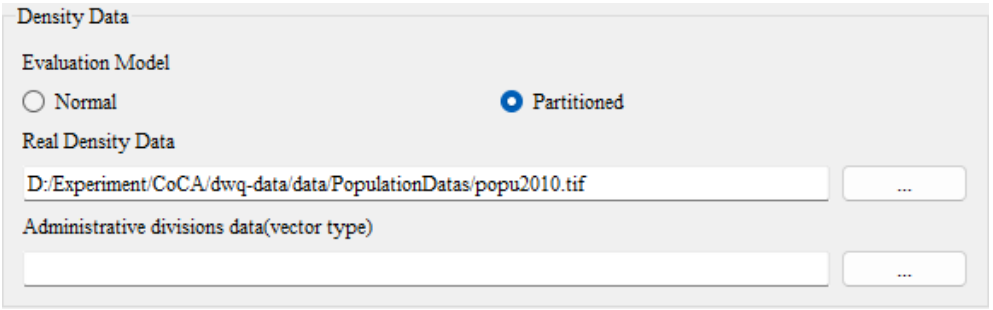


首先，点击“Real Density Data”右侧按钮 ，在弹出的文件夹选择对话框中选择真实数据存放路径。如下所示：

然后，点击“Accuracy”中右侧按钮 ，在弹出的对话框中导入待精度评定的用地数据，如下所示：



如果用户需要进行分区统计，请选择“分区统计”模式，通过选择文件对话框选择分区数据进行计算。



完成后，点击“Run”按钮

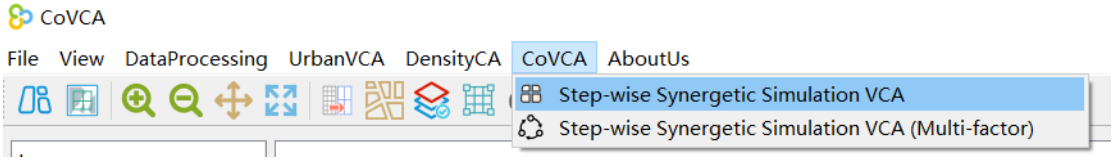
，开始执行精度评价功能。

6. 基于 CoVCA 模型模拟矢量地块-人口-经济协同发展模块

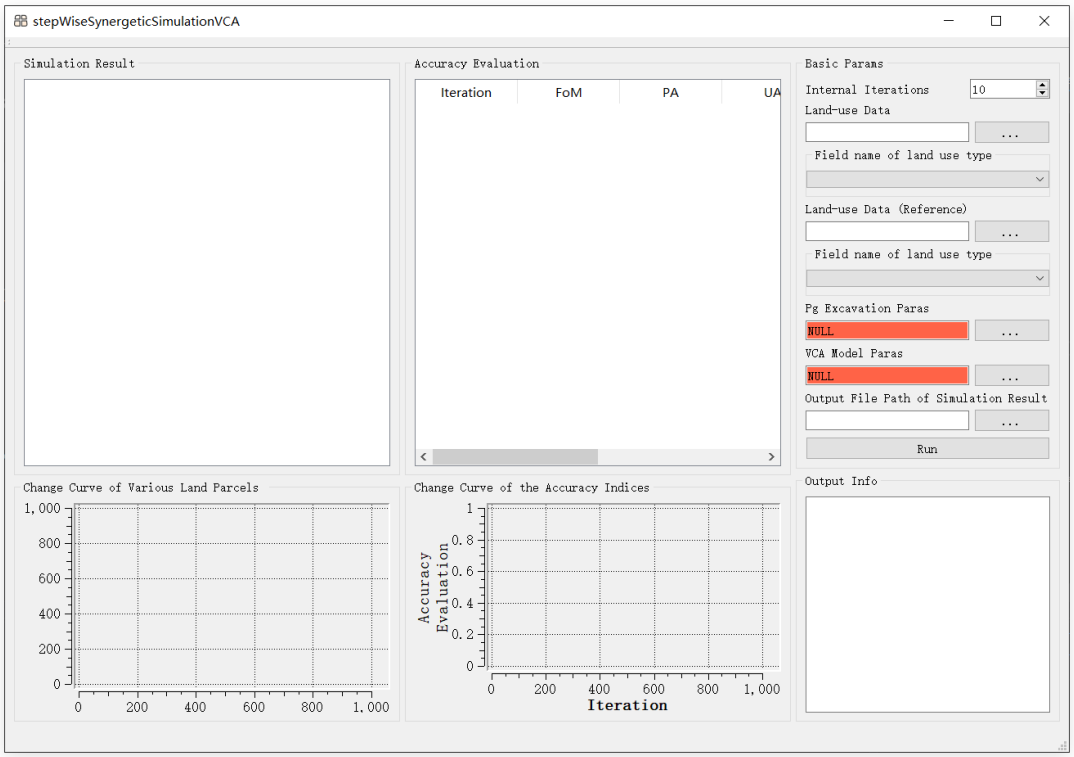
6.1. 城市单要素（真实矢量地块）模拟

此功能主要用于城市矢量地块的模拟，该模块融合了 UrbanVCA 的地块匹配、计算总体发展概率、以及启动元胞自动机进行模拟的三种功能，使其可以在该模块中直接完成 UrbanVCA 的所有基础的模拟操作。

点击菜单栏“CoVCA”，在弹出的菜单中选择“Step-wise Synergetic Simulation VCA”。



我们也可以通过工具栏“Step-wise Synergetic Simulation VCA”按钮 即可打开城市单要素（真实矢量地块）模拟模块，如下图所示：

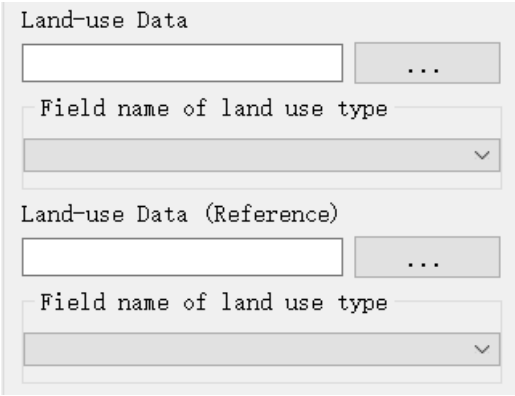


首先需通过内部迭代次数输入框

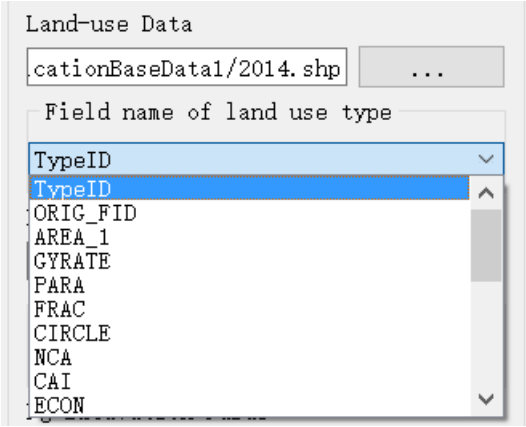
设置迭

代次数。

然后，分别点击“Land-use Data”、“Land-use Data (Reference)”右侧按钮 ...，在弹出的文件夹选择对话框中依次选择变化前真实用地数据存放路径、变化后真实用地数据存放路径。如下所示：

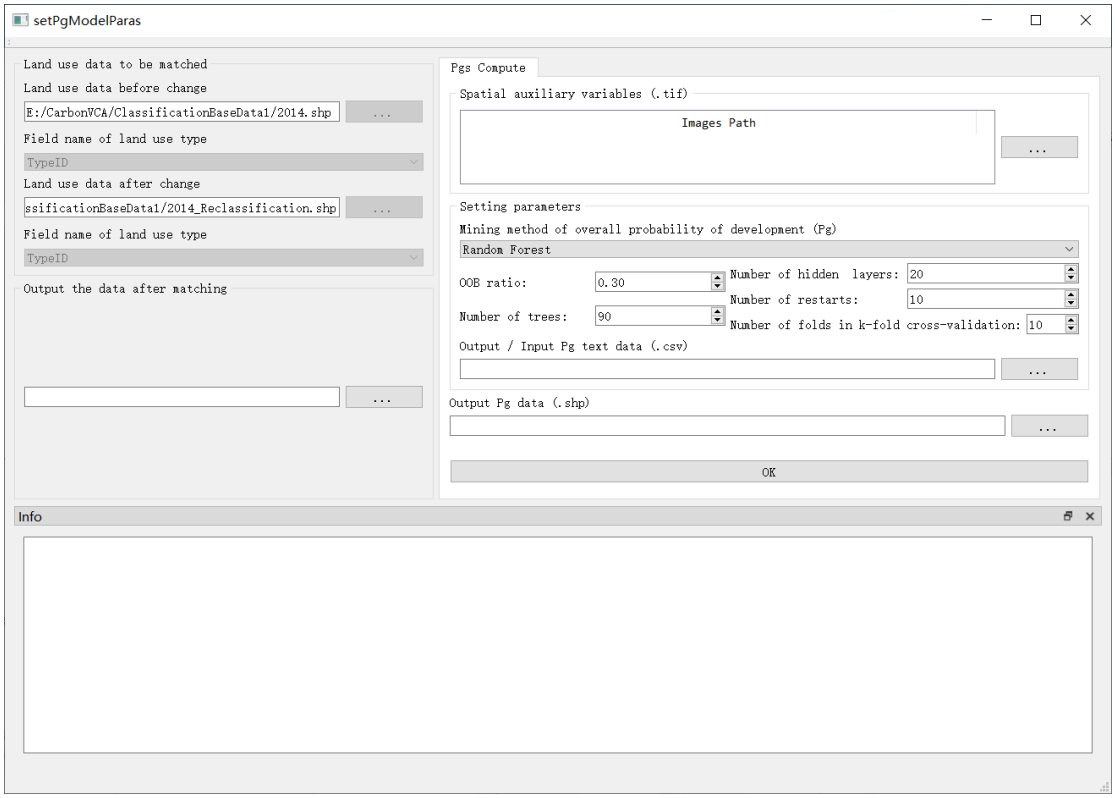


同时，选择该矢量地块数据中的地块字段（注意使用英文）。

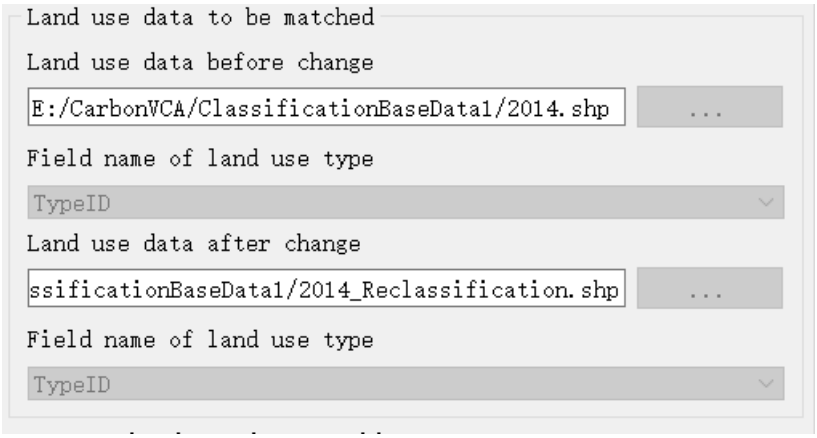


接下来，我们需对总体发展概率模型的参数进行设置，点击“Pg Excavation Paras”

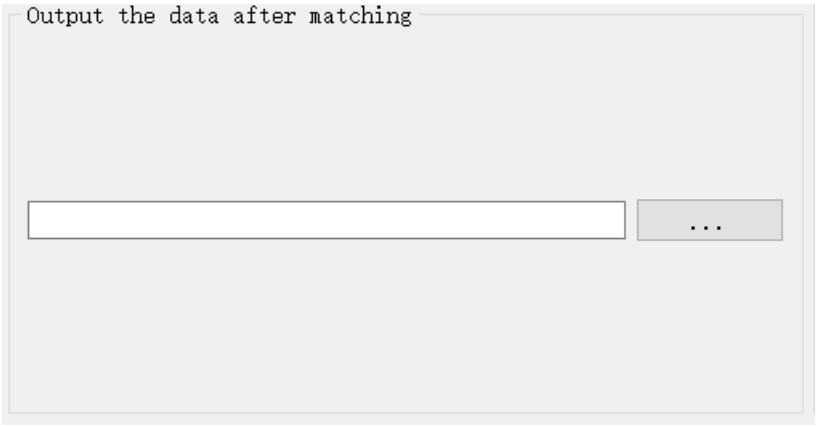
中的按钮 ...，系统会自动弹出总体发展概率计算模块的参数设置子界面，如下所示：



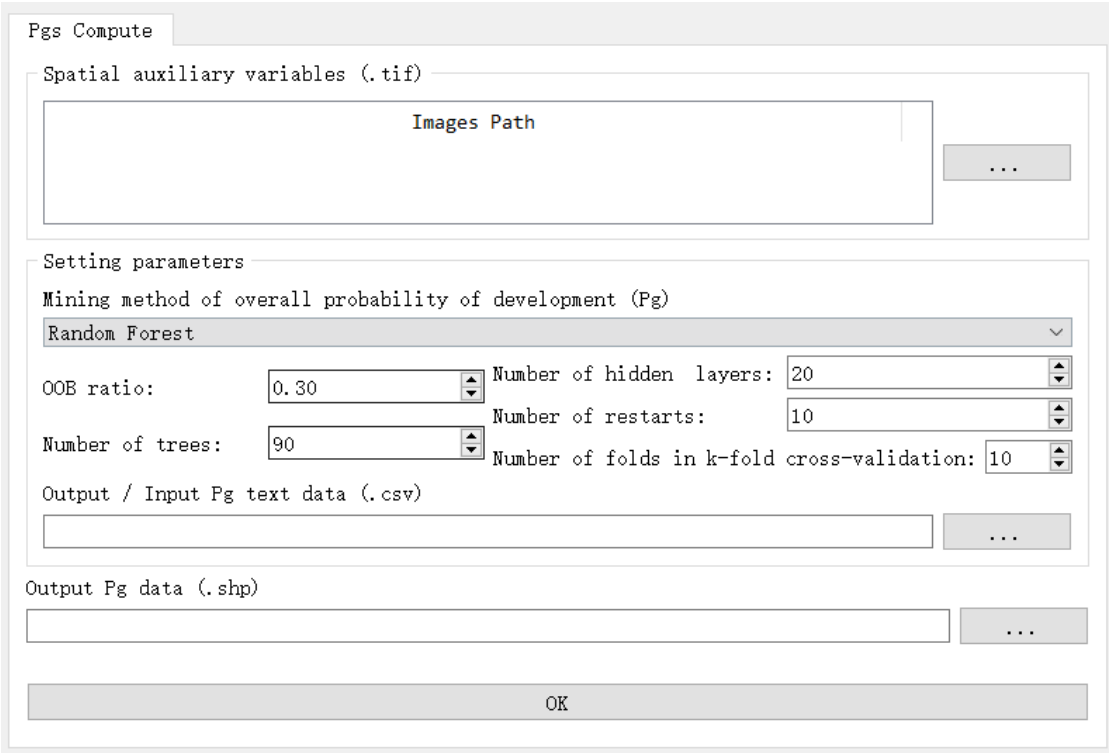
在 Pg 参数设置子界面中，“Land use data before change”、“Field name of land use type”、“Land use data after change”和“Field name of land use type（after）”会根据上一级界面参数自动设置，外部不可修改。如下所示：



随后，在 Output the data after matching 模块中，点击 按钮，便可以选择输出的地块匹配。

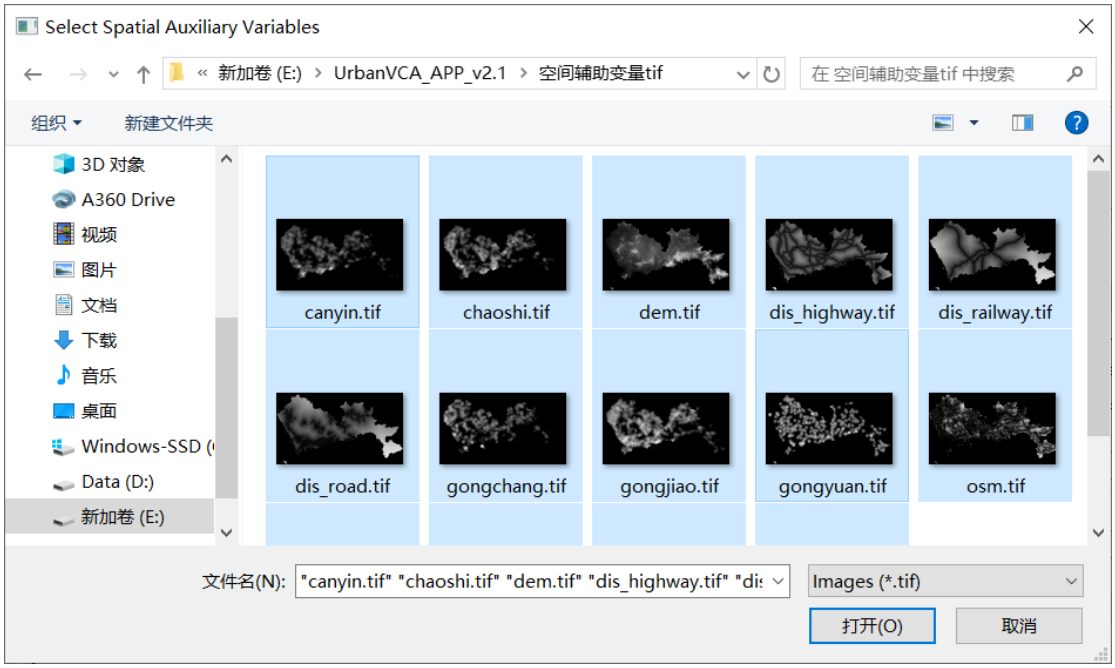


在右侧 Pgs Compute 大模块中，便是对总体发展概率的计算参数设置。

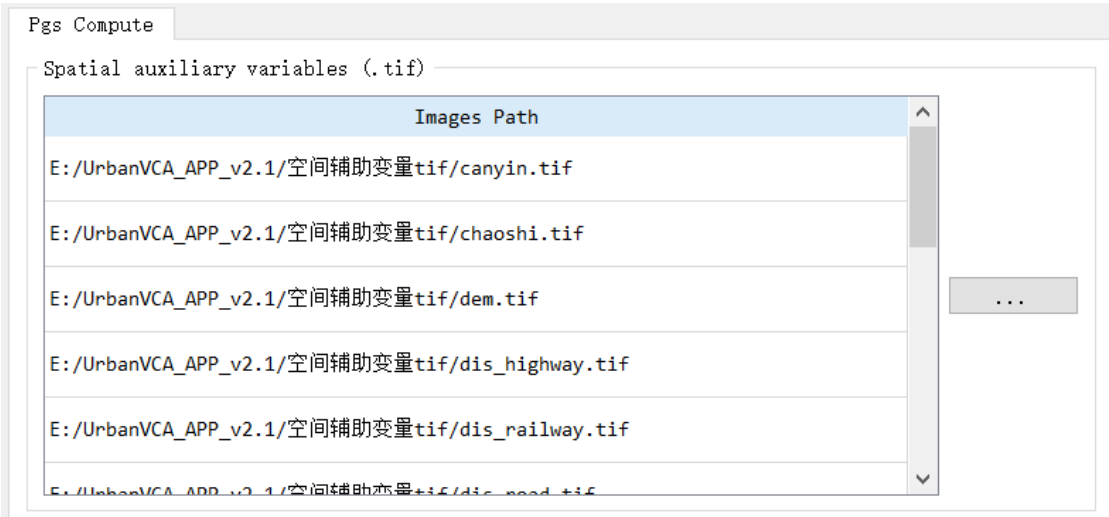


首先，需要添加空间辅助变量（ .tif），点击

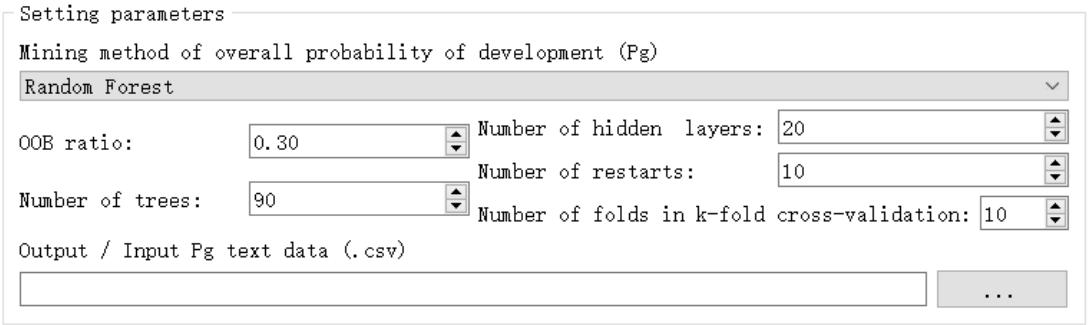
按钮，将所有辅助变量数据一次性添加至模型中。



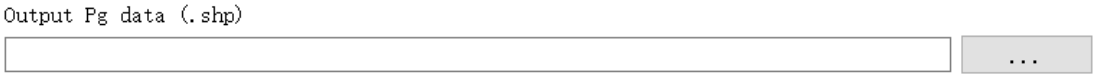
添加完成后，软件便可以自动识别这些空间辅助变量。



随后，进行算法、算法参数以及 csv 文件的输出设置，（详见 4.1.2）.

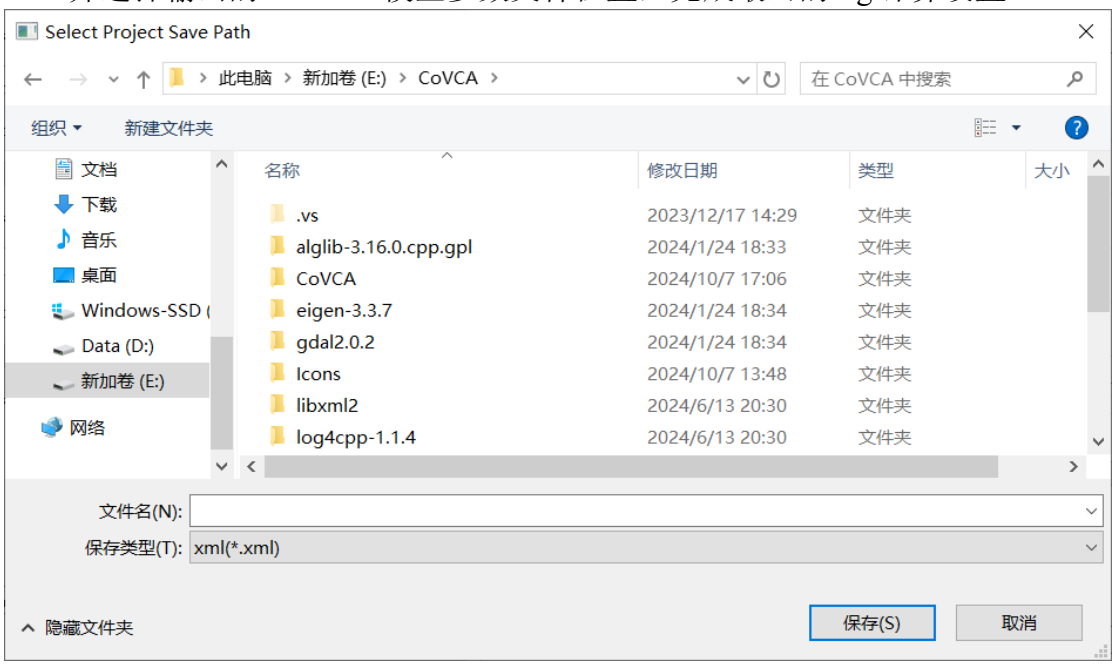


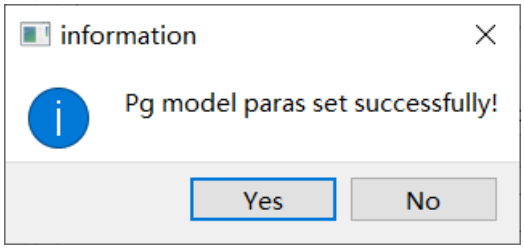
最后，点击 选择输出的 Pg 文件位置。

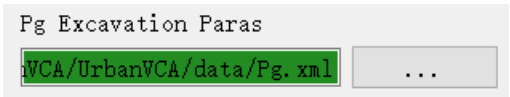


点击“OK”

并选择输出的“.xml”模型参数文件位置，完成最终的 Pg 计算设置。

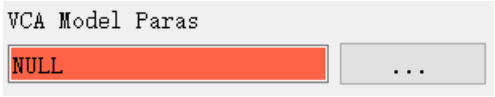




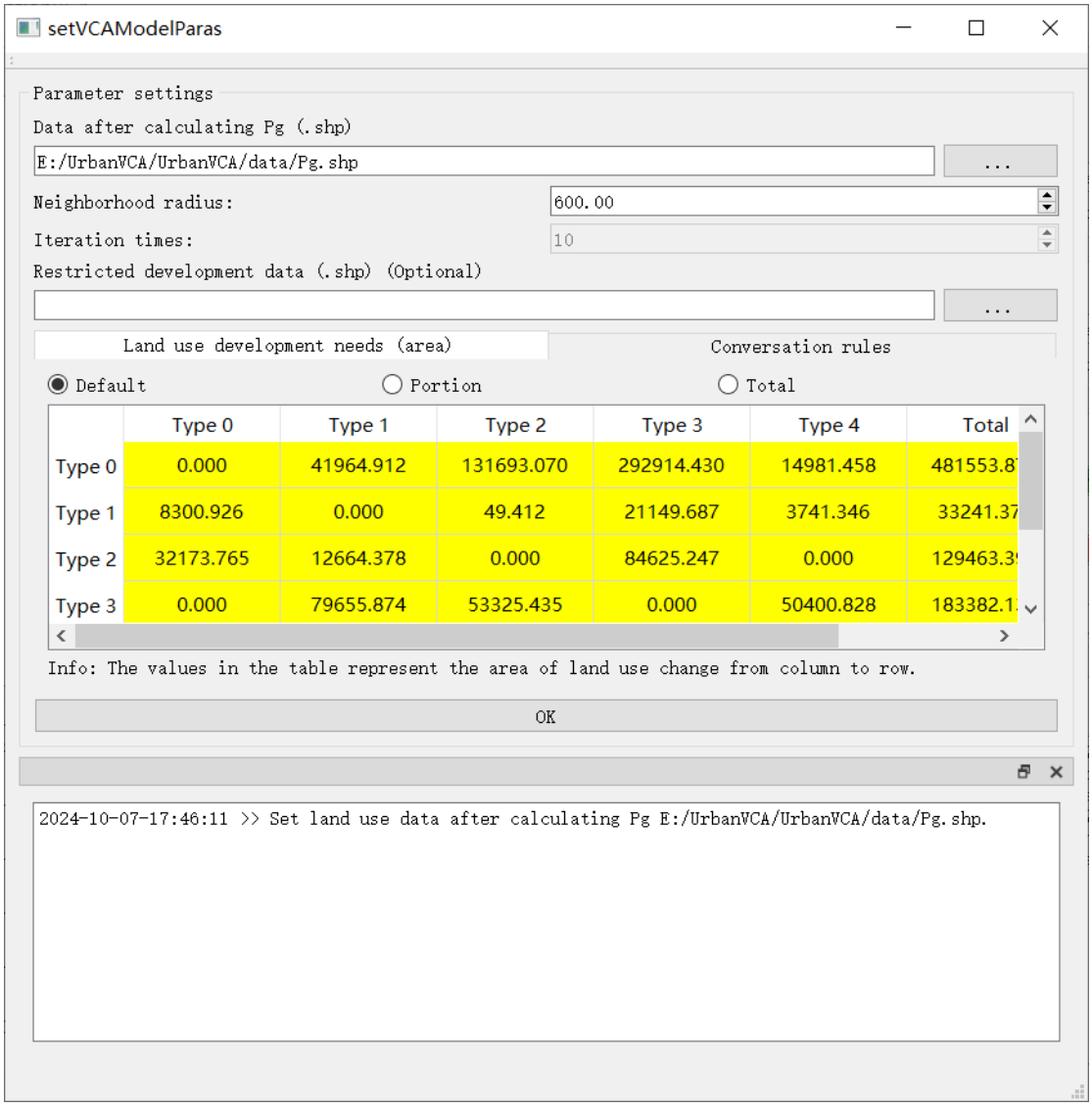


在下方的状态栏，可以查看当前运行的状态和操作。

接下来，我们需要设置 VCA 模型的参数，（注意需要先完成 Pg 的设置，才能设置 VCA）点击“VCA Model Params”



中的按钮 ...，系统会自动弹出 VCA 模型设置参数的子界面，如下所示：

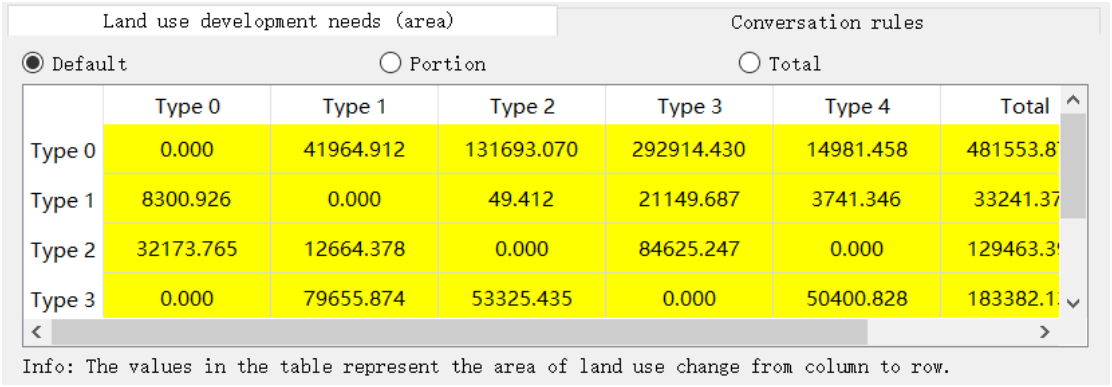


首先是加载 Pg 文件，此处软件已经自动读取上一步操作中的 Pg 文件（用户无需自行添加）。

随后，用户需要自行设置领域半径（详见 4.2.2），迭代次数已根据第一步操作自行设置。

用户可以在下方设置限制发展地区的矢量数据（没有可以不添加）。

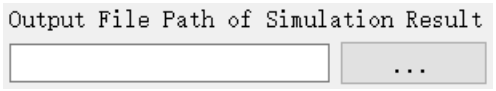
并设置好相应的限制条件（详见 4.2.2）。

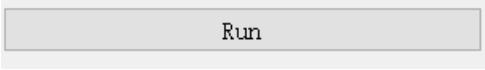


最后，点击“OK”

即可完成操作。

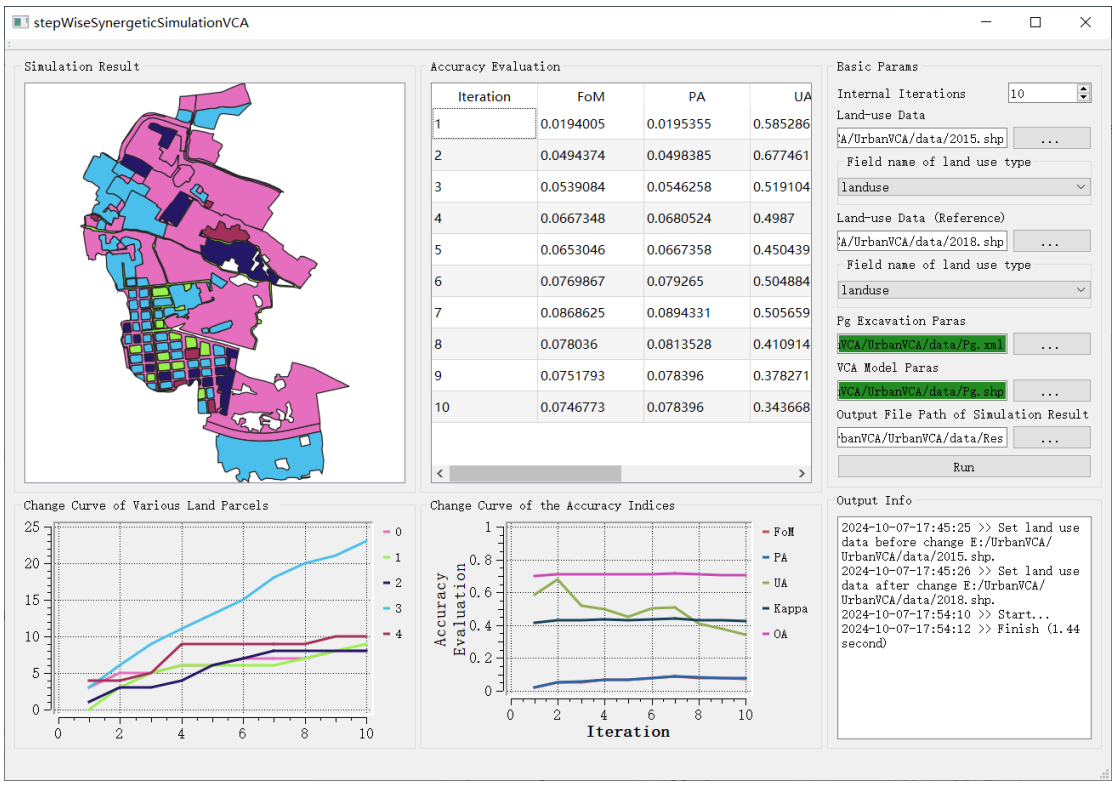
设置完 Pg 和 VCA 模型后，选择要输出结果的文件夹目录。



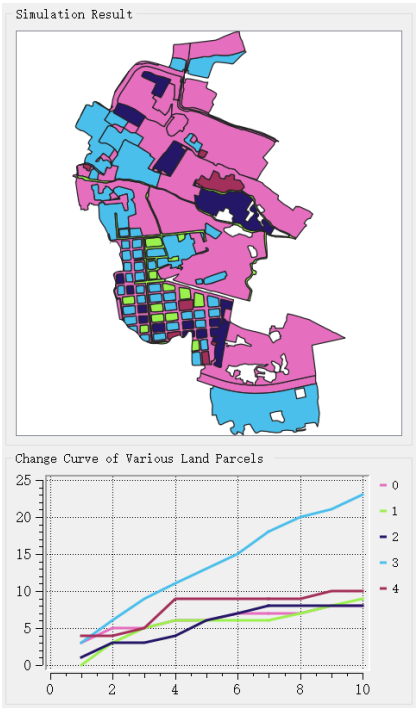
点击“run” 

按钮，开始运行该模块。

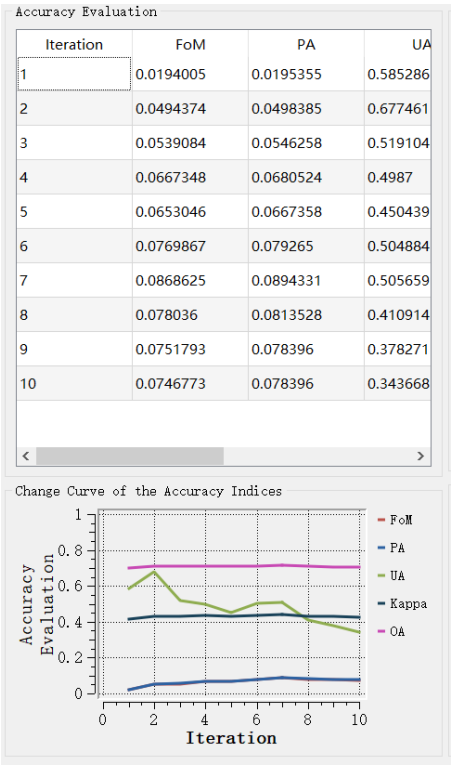
程序运行结束后，本系统将展示最后一次土地利用类型图，每一轮迭代的精度评价指标，各类型地块变化数目折线图以及各精度评价指标变化折线图，如下图所示：



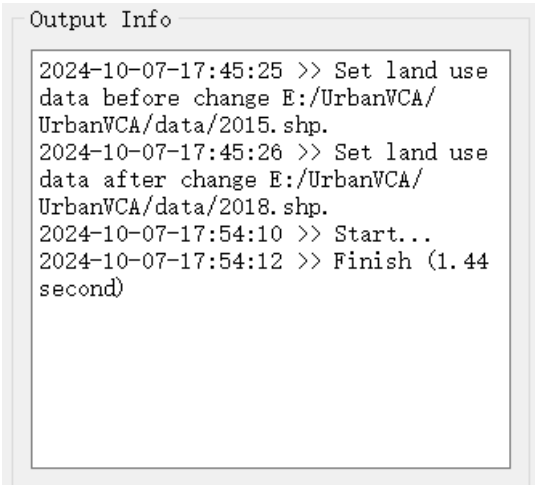
左上角的土地利用类型图模块可以通过缩放遍历显示每一块区域，其下方的各类型地块变化数目折线图对应每一种类型地块在本次模拟中的变化情况。



位于本系统中部的精度评价指标模块则展示了本次模拟中的各项精度指标变化，其下方的精度评价指标变化折线图对应每一种精度指标在本次模拟中的变化情况。

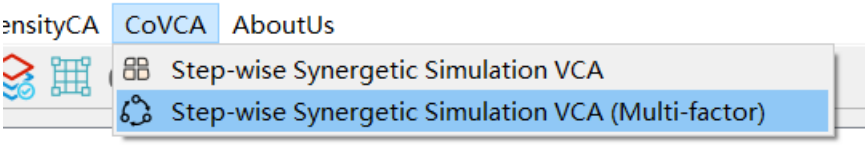


此外我们还提供了一个 Log 输出界面用于检查相关输出，如下图所示：



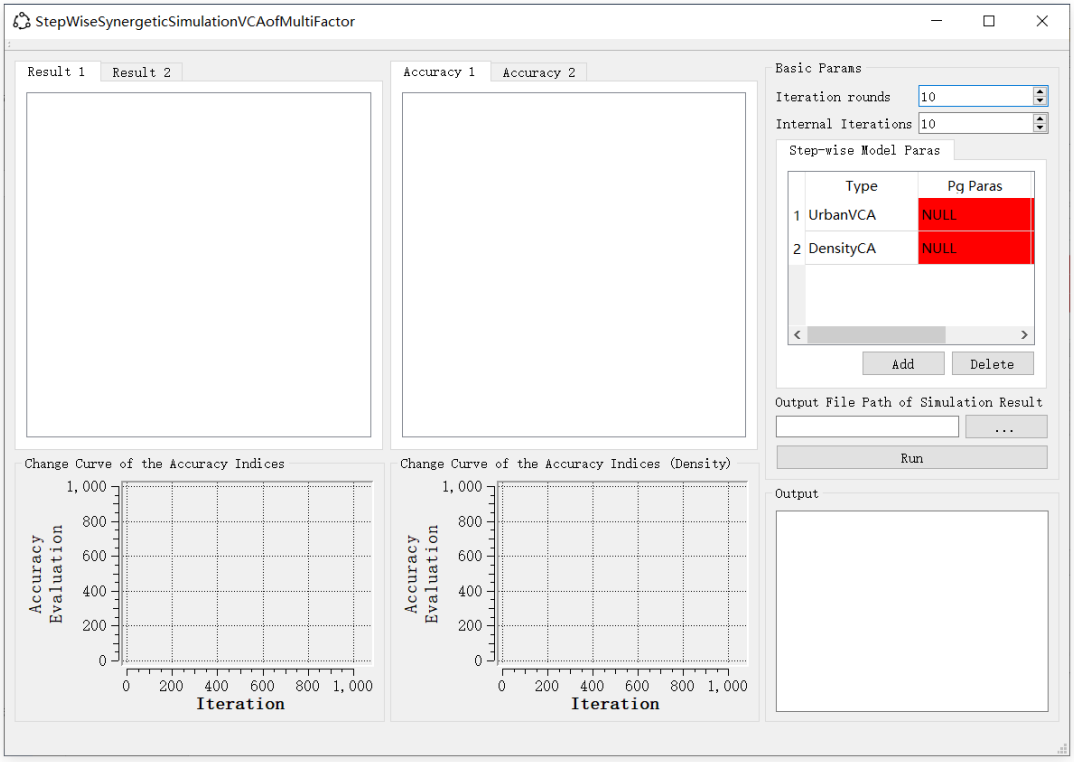
6.2. 城市多要素协同变化模拟

点击菜单栏“CoVCA”，在弹出的菜单中选择“Step-wise Synergetic Simulation VCA (Multi-factor)”。



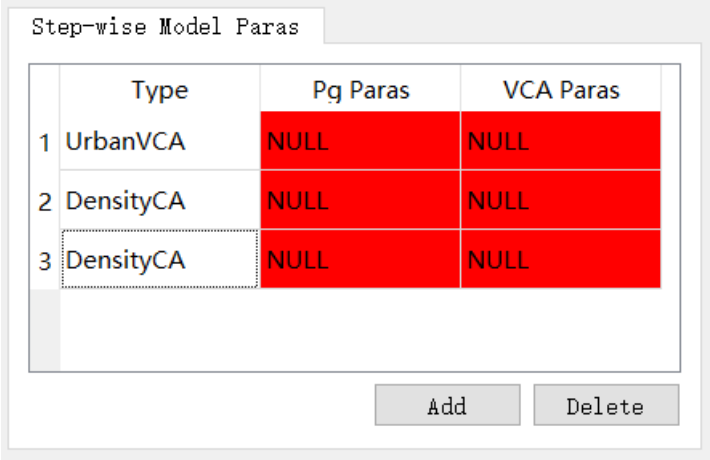
我们也可以通过工具栏“Step-wise Synergetic Simulation VCA (Multi-

factor)”按钮 即可打开城市多要素协同模拟变化模块，如下图所示：



首先需通过内部迭代次数输入框 Iteration Rounds 10 设置每次协同的迭代次数；通过外部协同次数输入框设置 Internal Iterations 10 设置协同次数。

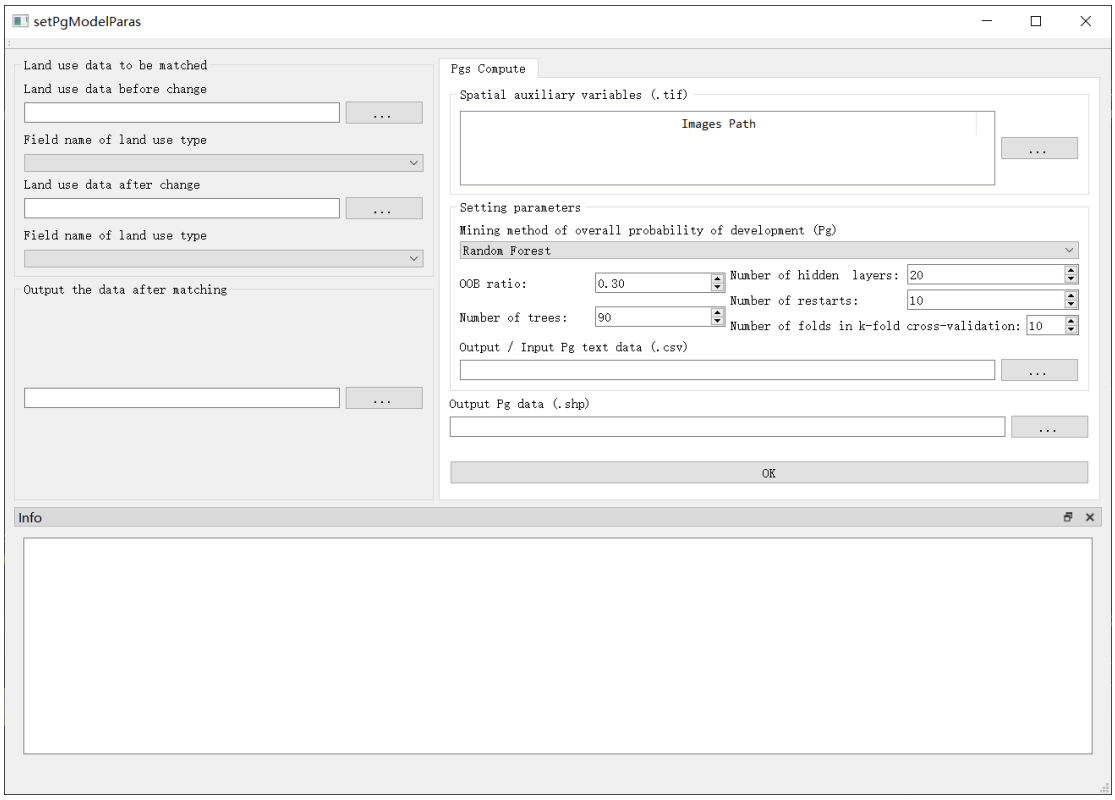
我们可以通过“Add”和“Delete”实现子 VCA 模型的增删，通过双击子 VCA 模型参数表可以实现：模型的切换、VCA 参数设置、Pg 参数设置以及符号化展示，如下图所示：



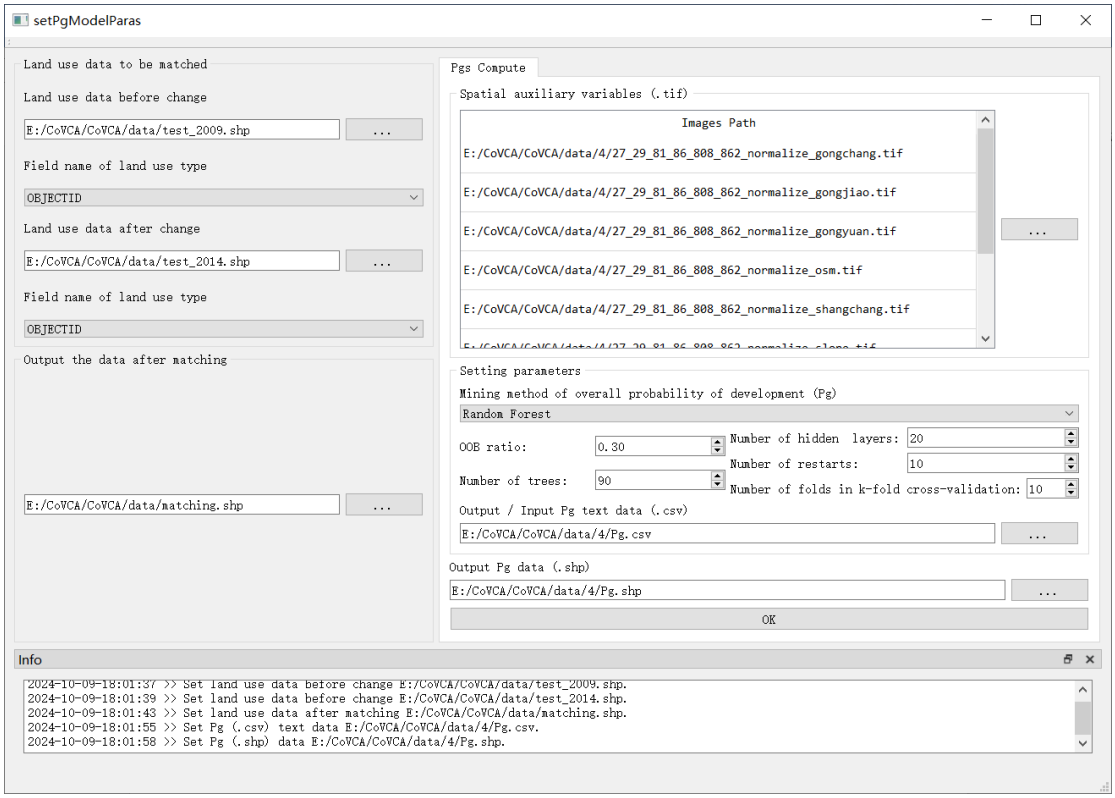
其次是各个子 VCA 模型的参数设置，这部分与之前内容类似。接下来将分别介绍 UrbanVCA 和 DensityCA 两部分的具体设计方法。

UrbanVCA：

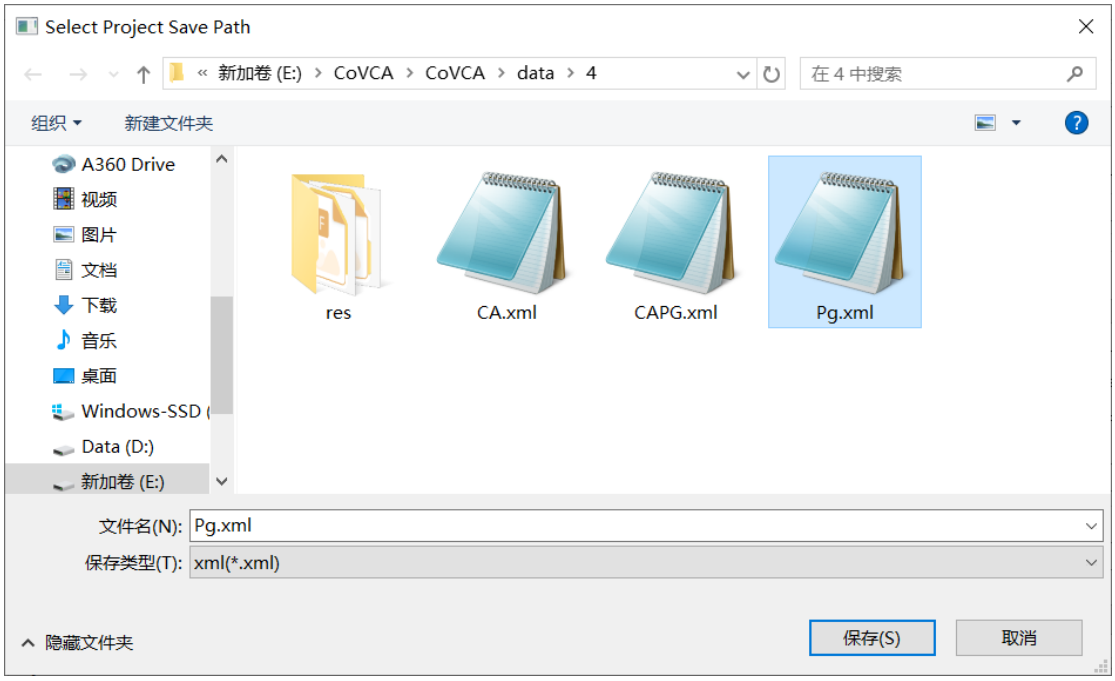
首先双击“Pg Paras”列的 UrbanVCA 对应的红色的 NULL，便会弹出如下的 Pg 的设置界面。



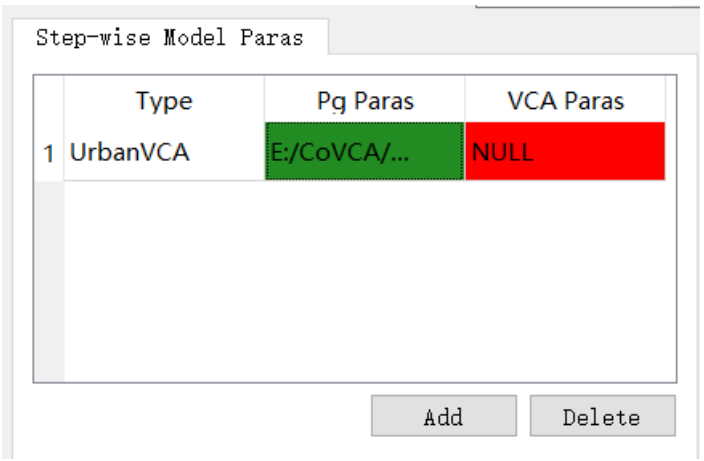
该部分的具体设置详见 4.1.2，按照由左至右，由上到下的顺序，填充完毕。



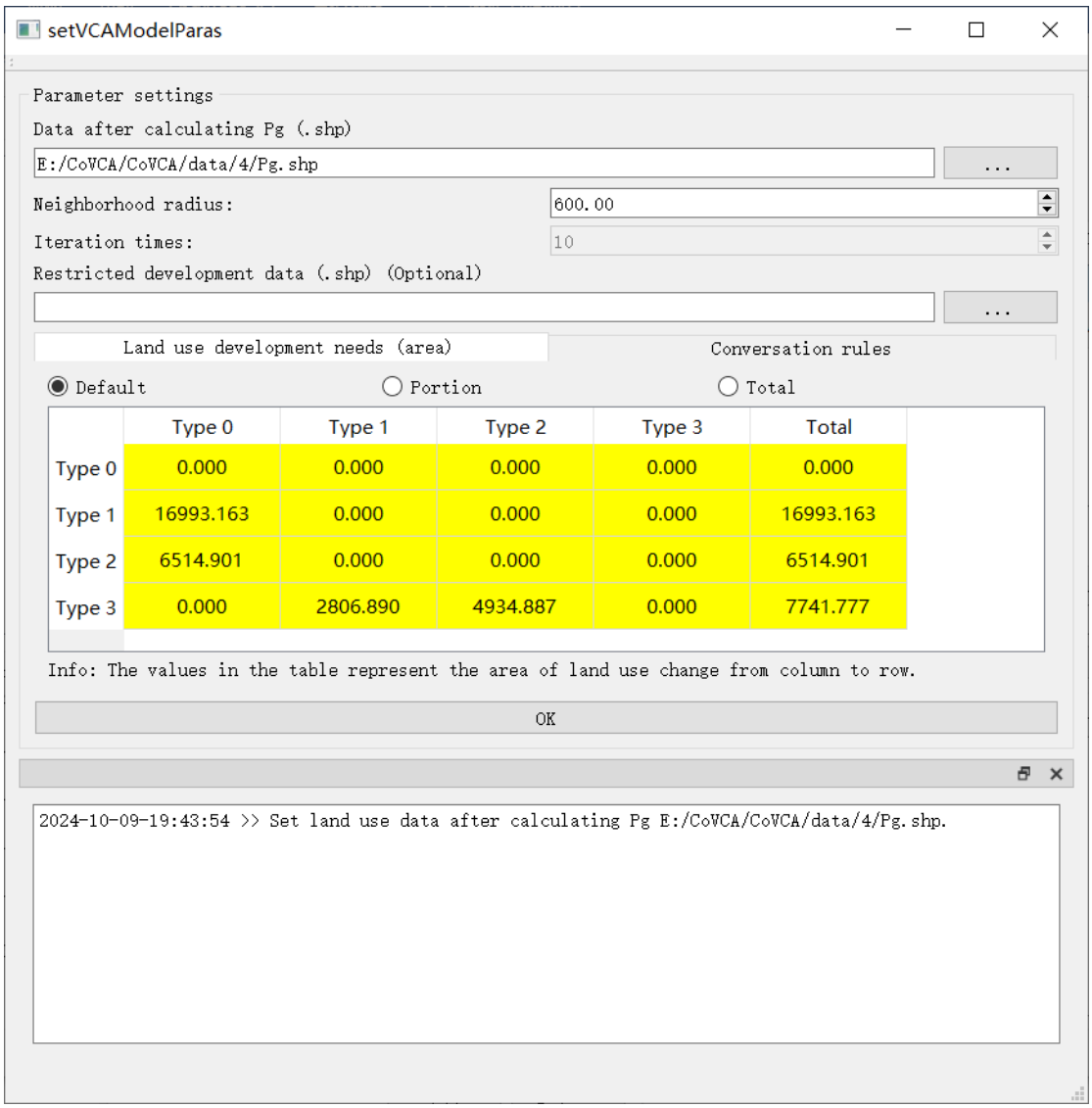
点击“OK”后，便会弹出一个设置 xml 文件的窗口，用户需要选择该文件保存的位置，点击右下角的“保存”按钮。



随后便可以发现，“Pg Paras”部分已经设置完毕，如图所示。

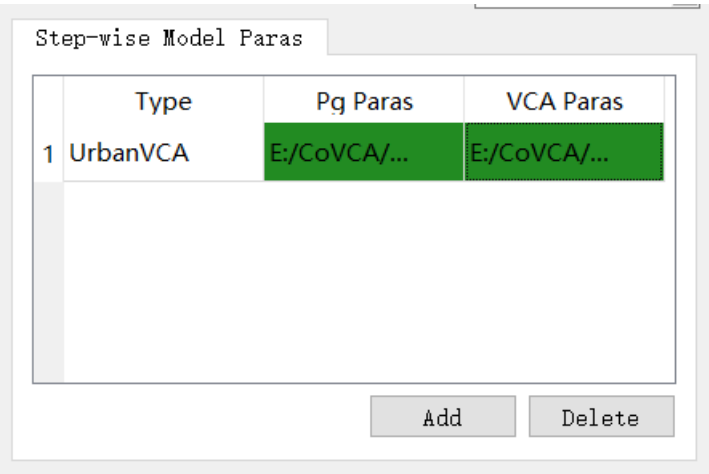


再次双击“VCA Paras”下方的红色“NULL”按钮，便可以打开UrbanVCA 部分中设置元胞自动机的界面。如图所示。



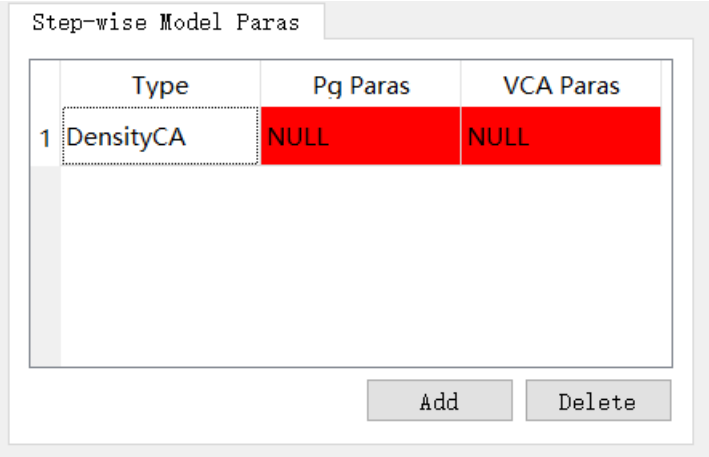
该部分的设置内容详见 4.2.2。其中 Pg 文件，和迭代次数均已经设置完毕，用户仅需要设置领域半径和下方的限制条件，点击“OK”完成该模块的设

置。

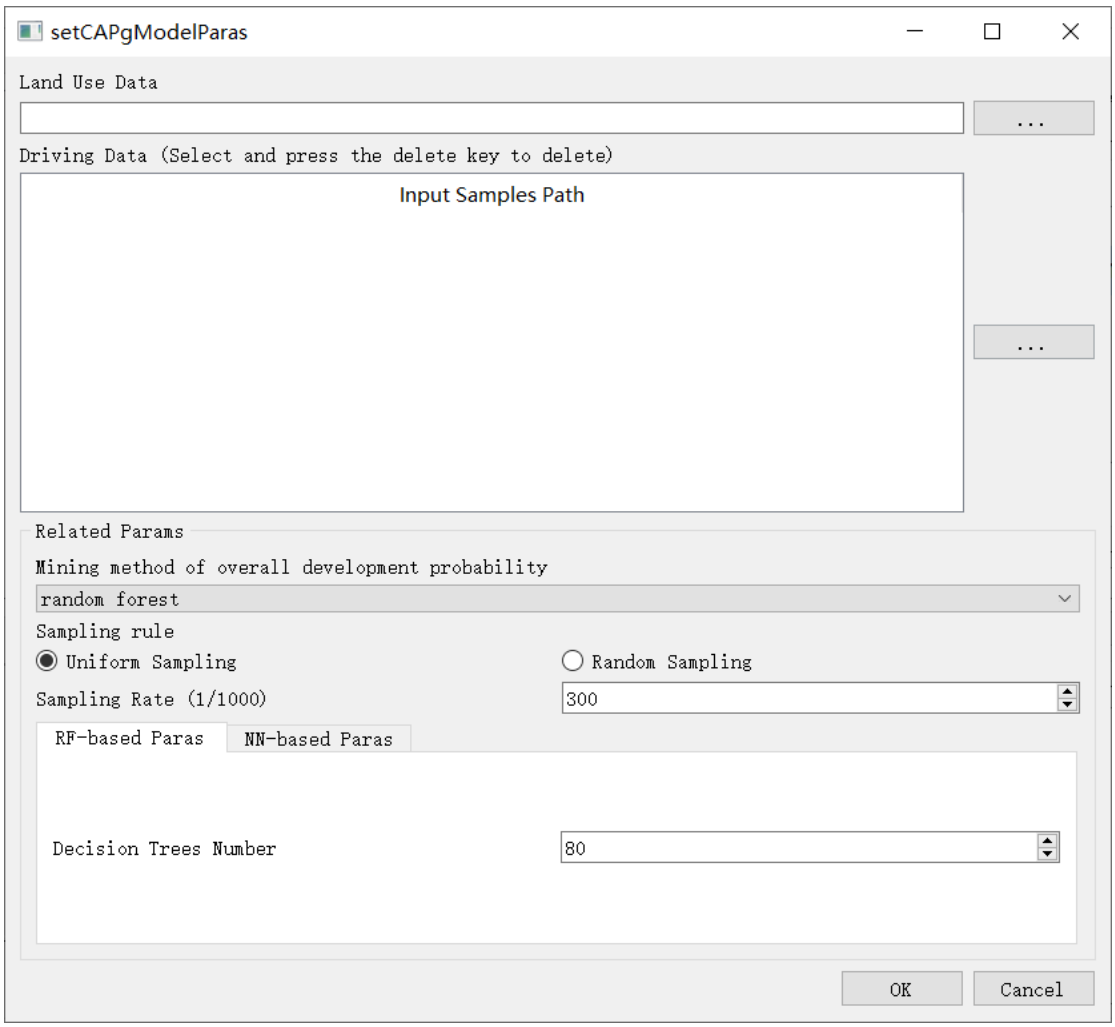


DensityCA：

双击“Type”下方的 UrbanVCA，便可以切换为 DensityCA

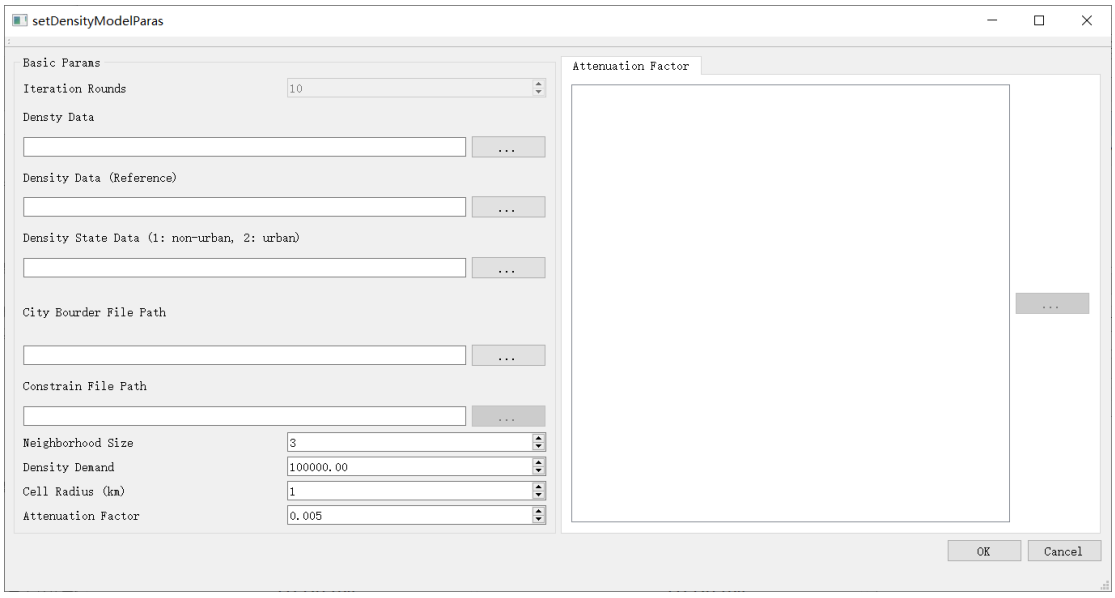


同上，双击“Pg Paras”下方的红色“NULL”，打开密度 CA 的总体发展概率的设置界面。



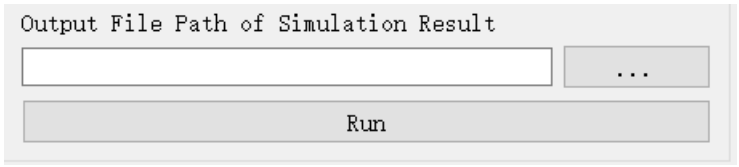
该部分的设置详见 5.1 和 5.2，在此不再赘述。

设置完成后，点击“OK”，再双击“VCA paras”下方的红色按钮，打开密度 CA 中对于元胞自动机的设置部分。

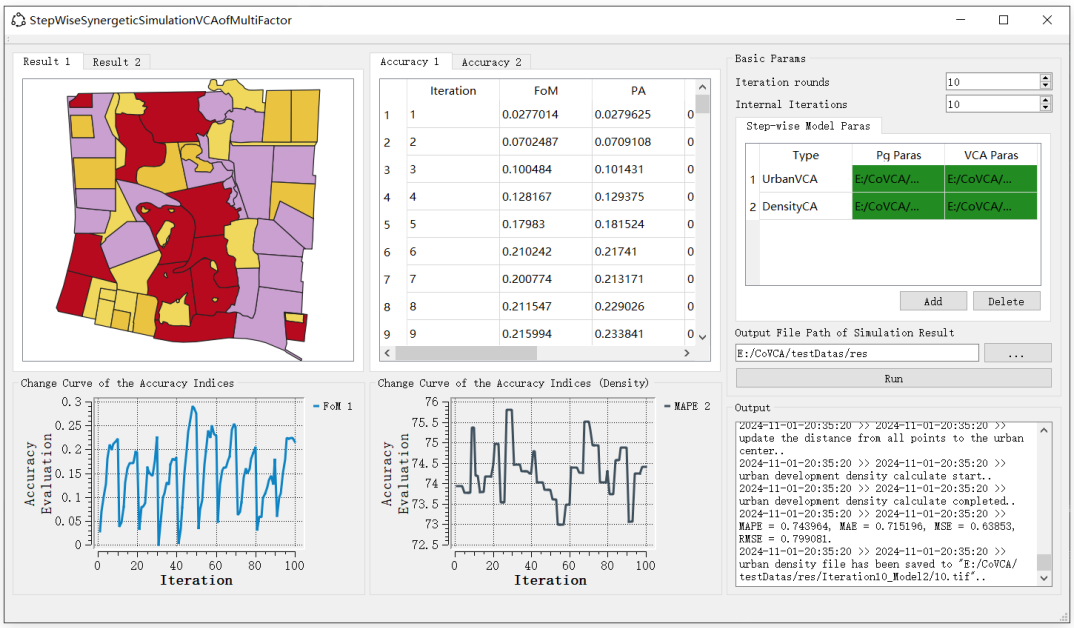


该部分的设置详见 5.3，不再赘述。

全部设置完成后，需要用户选择输出结果的文件夹目录，点击“...”按钮，选择文件夹目录。最后点击“Run”按钮，便可以运行。

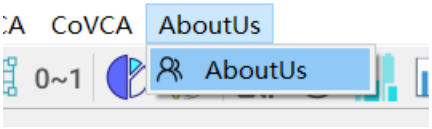


（此处用的数据仅模拟使用，用户需自行准备数据）运行结果如图所示：

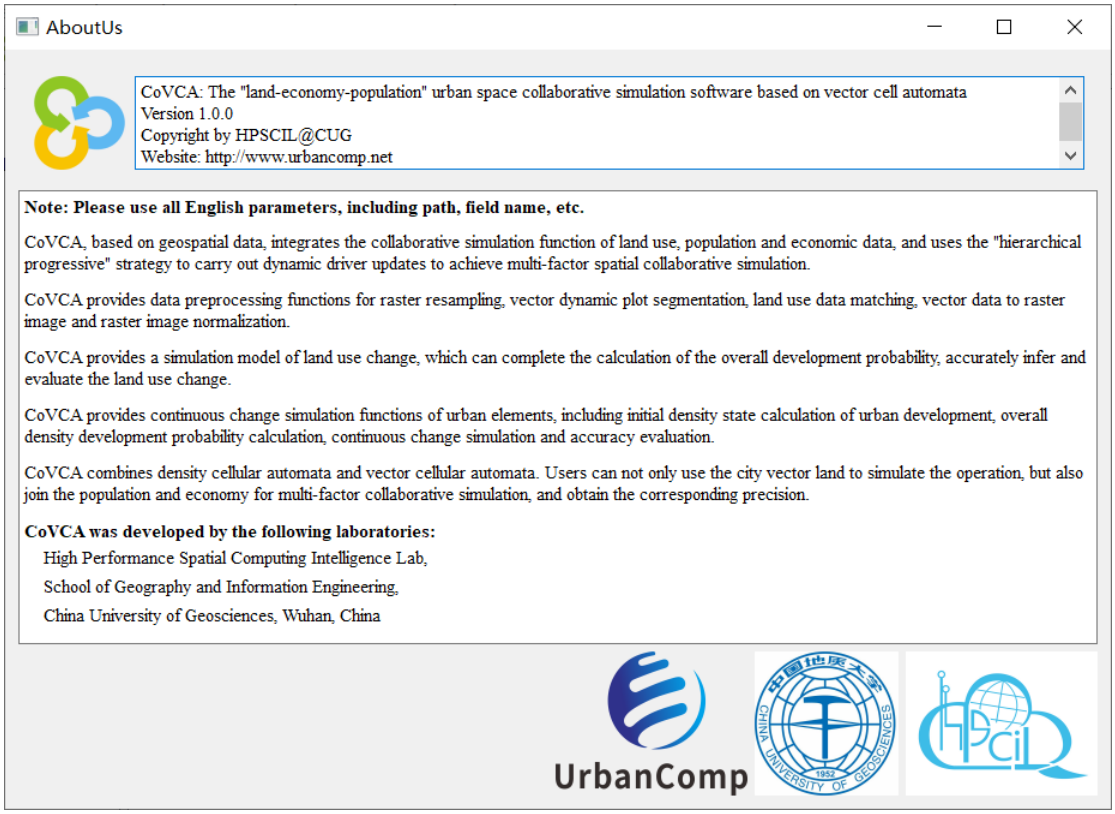


7. 关于我们

点击菜单栏“AboutUs”，在弹出的菜单中选择“AboutUs”。



我们也可以通过工具栏“About Us”按钮 ，即可查阅研发团队的相关信息，如下所示：



8. 版权声明

CoVCA v1.0.0：基于矢量元胞自动机模型的“土地-人口-经济”城市空间协同模拟平台

CoVCA v1.0.0 由以下实验室开发：

UrbanComp 空间智能和城市感知课题组

地理与信息工程学院

中国地质大学（武汉）

网址: https://www.urbancomp.net/

指导教师：

姚尧，中国地质大学（武汉）

陈栋胜，慕尼黑工业大学

用户界面开发人员：

祝翰林，中国地质大学（武汉）

刘佳耀，中国地质大学（武汉）

曾城泷，中国地质大学（武汉）

孙振辉，华东师范大学

李林龙，武汉大学

程涛，同济大学

算法开发人员：

姚尧，中国地质大学（武汉）

祝翰林，中国地质大学（武汉）

刘佳耀，中国地质大学（武汉）

曾城泷，中国地质大学（武汉）

孙振辉，华东师范大学

李林龙，武汉大学

程涛，同济大学

9. 项目资助

本研究得到了以下项目的支持：科技部国家重点研发计划项目 [2023YFB3906803]；自然资源部城市国土资源监测与仿真重点实验室开发基金资助课题 [KF-2023-08-04]；以及自然资源部陆表系统与人地关系重点实验室开放基金 [LBXT2023YB03]。