

AMOBH 多目标优化工具箱插件使用说明

软件语言：英文

1. 主要功能及使用环境：

本程序使用在 Windos 8/8.1/10 的系统环境下，用于多目标优化，作为 MATLAB 的扩展多目标优化工具箱插件。

主要功能与特点有：

1. 基于新的多目标优化算法，新的种群密度评估手段，并结合了自适应进化状态控制策略，使得本工具箱具有更强的收敛效果与 Pareto 解集多样性。
2. 采用矩阵运算，其运算复杂度远远低于现有的一些多目标优化工具箱。
3. 提供了简单的函数接口，调用简单。
4. 提供了 GUI 可视化界面，操作简单。
5. 支持.xls, .xlsx 与.mat 的数据存储格式，方便高效。
6. 丰富的数据可视化能力。
7. 支持决策变量边界自由设定。
8. 可以解决复杂的不同 Pareto 子群的多目标优化问题。

推荐配置：

1. CPU: intel core i3 及以上。
2. 操作系统: Windos 8/8.1/10。
3. 软件要求: MATLAB R2015b 及以上。
4. 内存: 4G 以上。
5. 硬盘: 30M 以上的自由空间。

2. 使用方式：

直接使用 MATLAB 运行 ThreeA.m 文件进入 GUI 操作模式，或者使用预留的函数接口直接在用户自己的代码中调用本优化工具箱进行优化。

3. 函数接口：

```
%%  
% author: Alicewithrabbitt (Chong Wu)  
% email: imroxaswc@gmail.com  
% description: It's a multi-objective optimization toolbox using black hole
```

```

% algorithm.
%
% fitnessfcn is the objective function
% nvars is the number of variables
% nobj is the number of objectives
% starminmax is the bound of every variables
% narc is the size of global archive
% bh_option is the setting of AMOBH algorithm
% Syntax:
%         [X,fval] = AMOBH(fitnessfcn,nvars,nobj,starminmax,narc)
%         [X,fval] = AMOBH(fitnessfcn,nvars,nobj,starminmax,narc,bh_option)
% In most cases, we suggest to set bh_option =
% struct('maxgen',200,'sizestar',200,'els_max',0.3,'els_min',0.1) to get
% good performance and time complexity. If the problem is complex we
% suggest struct('maxgen',600,'sizestar',300,'els_max',0.3,'els_min',0.1)
% version: 1.0

```

本工具箱提供了简易的 函数接口方便用户直接在 MATLAB 代码中调用，调用语法如下：

Syntax: `[X,fval] = AMOBH(fitnessfcn,nvars,nobj,starminmax,narc)`
 `[X,fval] = AMOBH(fitnessfcn,nvars,nobj,starminmax,narc,bh_option)`

第一种调用形式采用默认算法进化选项，即：

```
bh_option = struct('maxgen',600,'sizestar',300,'els_max',0.3,'els_min',0.1)
```

最大迭代次数为 600 次，种群规模为 300，最大学习率为 0.3，最小学习率为 0.1。

1. fitnessfcn 是一个函数句柄，用于调用目标函数，使用格式如下：

```
fitnessfcn = @(x)Myfun(x);
```

2. nvars 是决策变量的数目。
3. nobjs 是待优化目标的个数。
4. starminmax 是变量的上下界矩阵。
5. narc 是文档的大小。
6. X 是返回的 Pareto 解集。
7. fval 是返回的 Pareto 目标向量。

注意：由于本工具箱是针对多目标优化问题特化的，使用了许多只能用于多目标优化的策略，因此本工具箱不能用于单目标优化。如果进行单目标优化则会在 MATLAB 控制窗口中弹出错误提示如下图：

```
Error:The number of objectives must larger than 1  
x >> |
```

例子:

```
function f = Myfun(x)
```

```
fun1 = x^2;
```

```
fun2 = (x - 2)^2;
```

```
f = [fun1,fun2];
```

```
end
```

```
fitnessfcn = @(x)Myfun(x);
```

```
nvars = 1;
```

```
nobjs = 2;
```

```
starminmax = 100;
```

```
narc = 50;
```

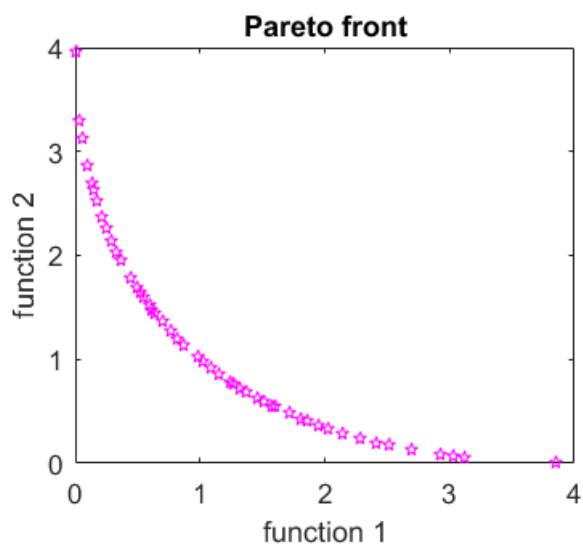
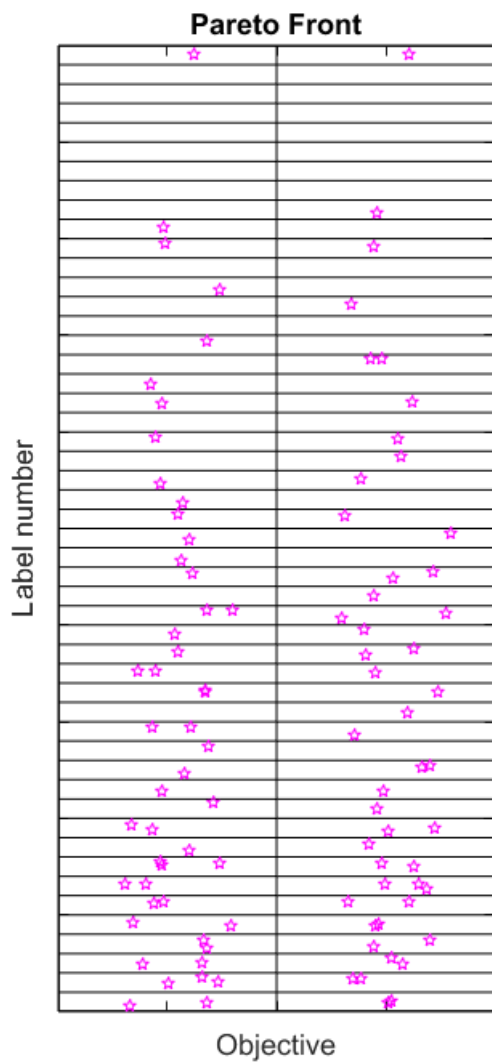
```
[X,fval] = AMOBH(fitnessfcn,nvars,nobj,starminmax,narc);
```

```
%使用 Ploting2 绘制双目标 Pareto 前端。
```

```
Ploting2;
```

```
%若是三目标优化问题可以使用 Ploting3 绘制。
```

结果示意图如下:



第二种调用形式为自定义算法进化模式，设定方法可以参考下例：

```
bh_option.maxgen = 100;
bh_option.sizestar = 200;
bh_option.els_max = 0.3;
bh_option.els_min = 0.1;
[X,fval] = AMOBH(fitnessfcn,nvars,nobj,starminmax,narc,bh_option)
```

例子:

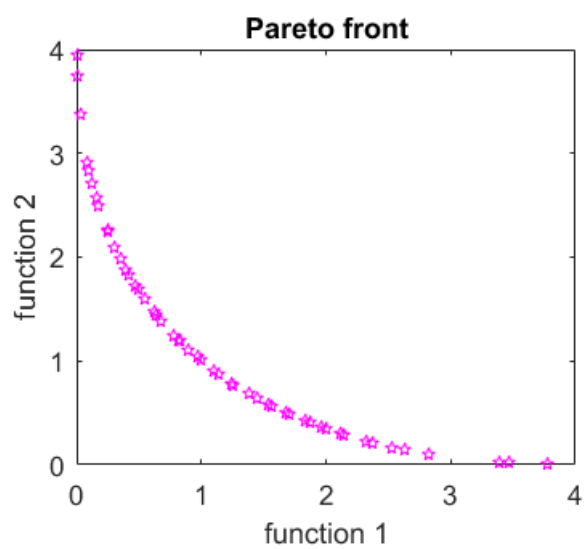
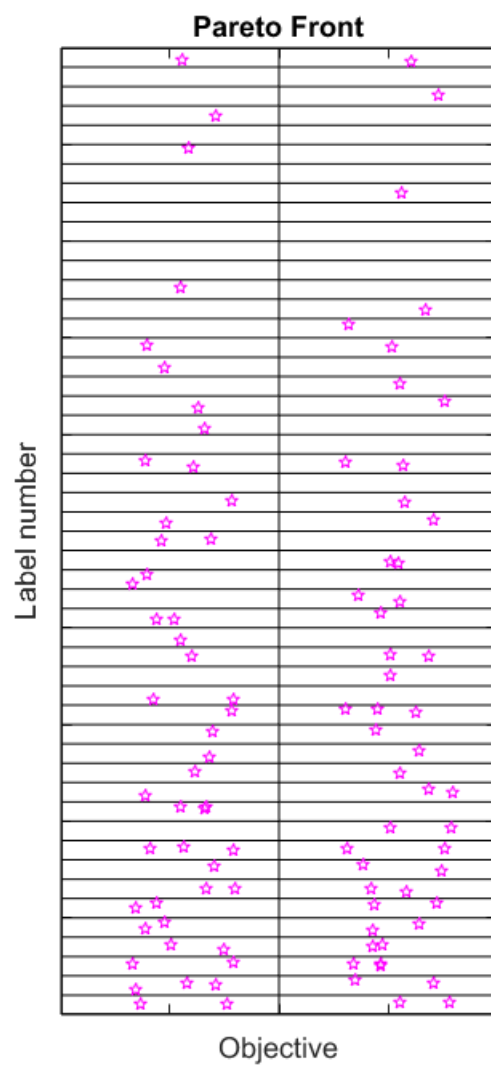
```
function f = Myfun(x)
```

```
fun1 = x^2;
fun2 = (x -2)^2;
f = [fun1,fun2];
```

```
end
```

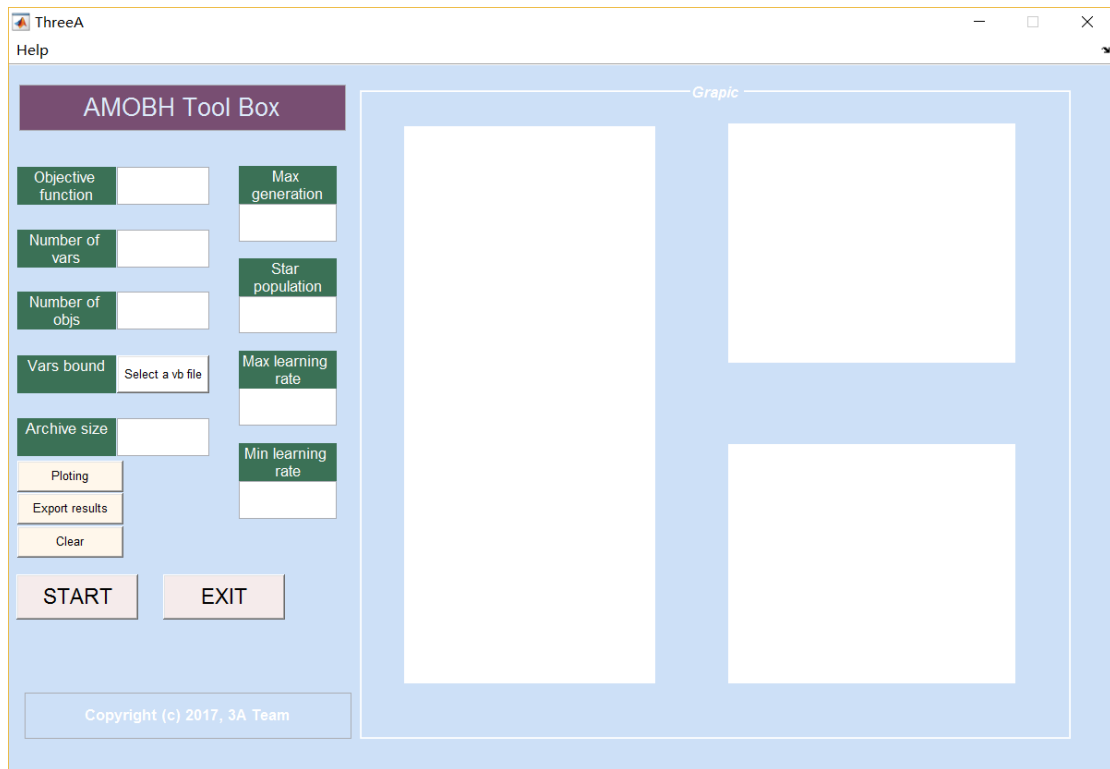
```
fitnessfcn = @(x)Myfun(x);
nvars = 1;
nobjs = 2;
starminmax = 100;
narc = 50;
bh_option.maxgen = 100;
bh_option.sizestar = 300;
bh_option.els_max = 0.3;
bh_option.els_min = 0.1;
[X,fval] = AMOBH(fitnessfcn,nvars,nobj,starminmax,narc,bh_option);
%使用 Ploting2 绘制双目标 Pareto 前端。
Ploting2;
%若是三目标优化问题可以使用 Ploting3 绘制。
```

结果图如下:



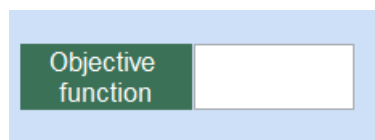
4. GUI 模式：

主界面图如下：



下面分别介绍主界面的各个部分。

4.1 目标函数句柄输入框：



使用方式如下图：



注意：具体函数需要使用.m 文件编写，并与程序放在同一目录下，目标函数的书写可以看参考下面的函数。

```
function f = DLTZ4(x)
```

```
x3=(x(3)-0.5)^2+(x(4)-0.5)^2+(x(5)-0.5)^2+(x(6)-0.5)^2+(x(7)-0.5)^2+(x(8)-0.5)^2+(x(9)-0.5)^2+(x(10)-0.5)^2;
```

```

g = sum(x3);

fun1 = (1 + g)*cos(x(1)^100*pi/2)*cos(x(2)^100*pi/2);
fun2 = (1 + g)*cos(x(1)^100*pi/2)*sin(x(2)^100*pi/2);
fun3 = (1 + g)*sin(x(1)^100*pi/2);

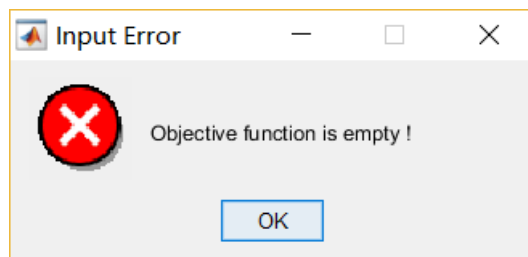
f = [fun1,fun2,fun3];

end

```

注意： f 必须为一个目标向量。

若不输入函数直接回车，则会产生空函数的异常如下图所示：



4.2 决策变量个数输入框：

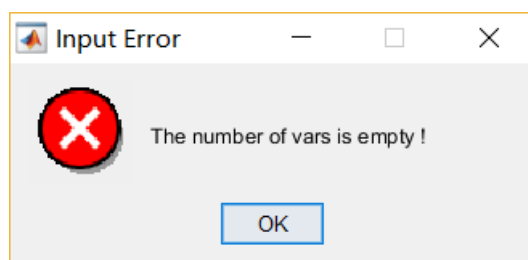
决策变量个数输入框，在此输入需要优化的问题的决策变量个数：

Number of
vars

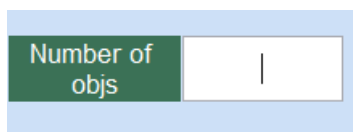
使用方式如下图：

Number of
vars

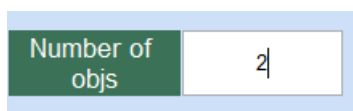
若不输入决策变量个数直接回车，则会产生变量数量为空的异常如下图所示：



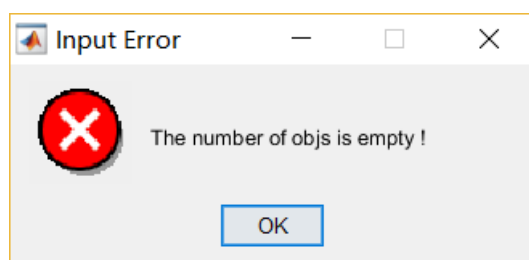
4.3 优化目标个数输入框:



使用方式如下图:

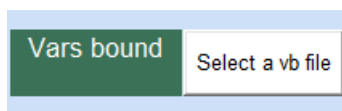


若不输入目标个数直接回车, 则会产生目标个数为空的异常如下图所示:

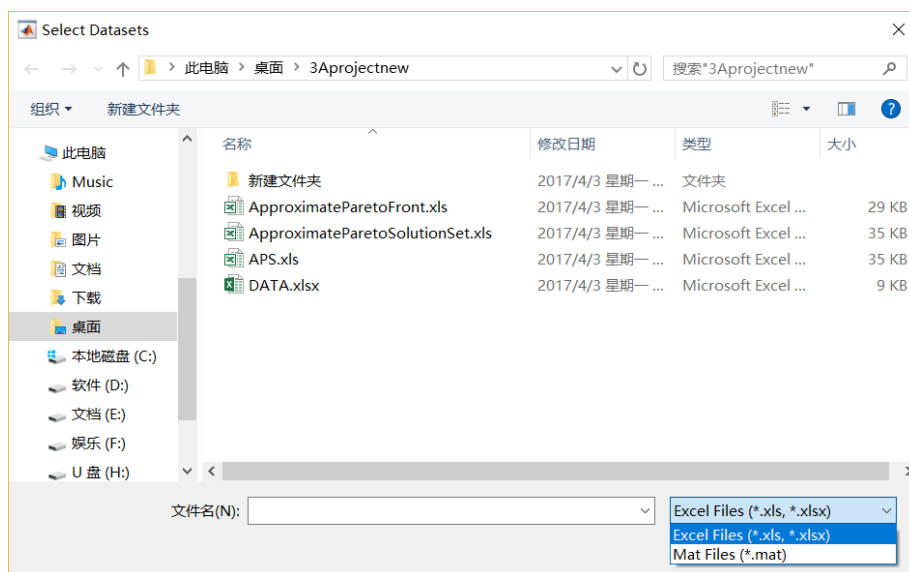


4.4 变量边界文件输入框:

由于变量个数可能会很多, 因此本软件的 GUI 模式采取读取外部文件的方式来获得变量的边界:



使用方法, 点击按钮, 弹出变量文件选择框:



支持的文件格式有 Excel 格式与 MATLAB 自带的.mat 文件格式。

变量边界文件的书写格式，需要注意的是，由于各个变量的边界都有一个上界和一个下界，因此变量的边界应该是 $nvars \times 2$ 的矩阵。以.mat 格式为例，例如 1 个 10 决策变量，所有决策变量的上下界均为 0 到 1 的多目标优化问题。其文件书写格式如下：

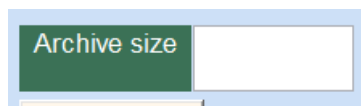
10x2 double

	1	2
1	1	0
2	1	0
3	1	0
4	1	0
5	1	0
6	1	0
7	1	0
8	1	0
9	1	0
10	1	0
11		
12		

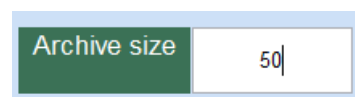
Excel 格式文件的书写方式也一样。

4.5 文档大小输入框：

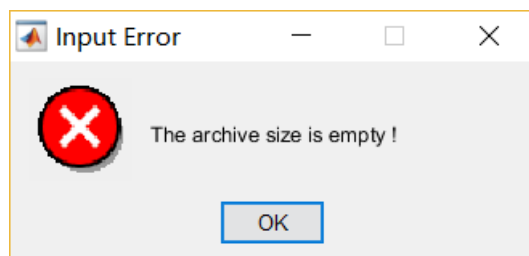
文档大小输入框，用于设定需要获得的 Pareto 解个数：



使用方法如下：



若输入框为空直接回车将导致未初始化文档大小异常，如下图所示：



4.6 bh_option 设置框

这四个输入框分别对应 函数 接口模式下的 `bh_option` 的四个选项：

Max generation	
Star population	
Max learning rate	
Min learning rate	

使用方法如下：

Max generation	100
Star population	200
Max learning rate	0.3
Min learning rate	0.1

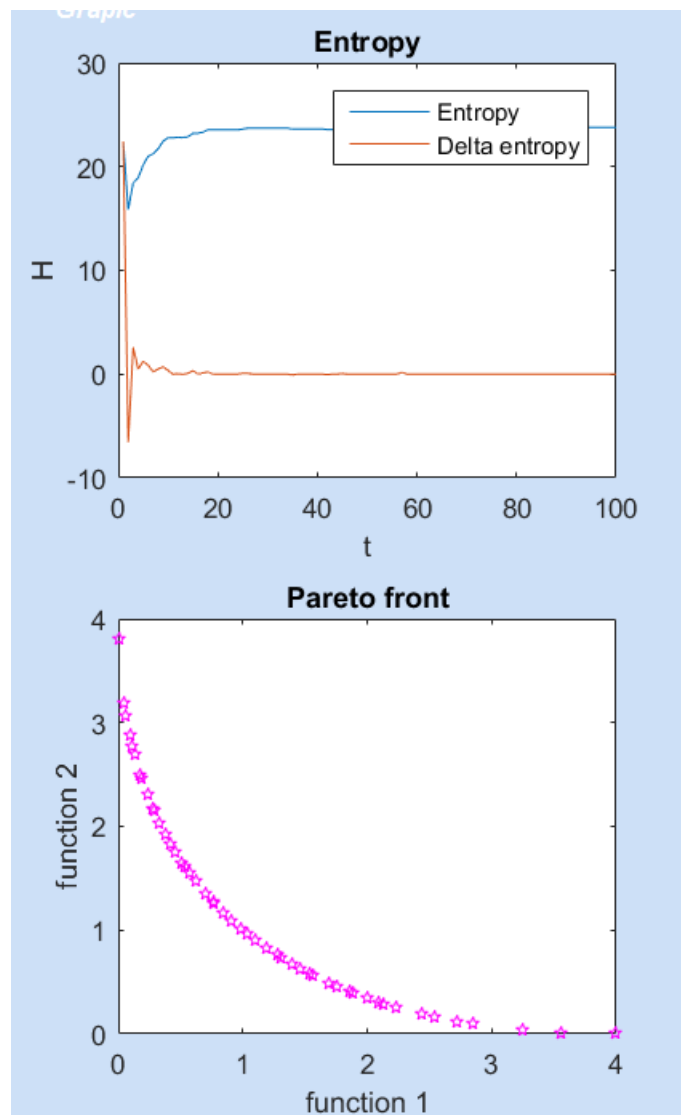
若不设置，将采用默认设置进行优化。即最大迭代次数为 600 次，种群规模为 300，最大学习率为 0.3，最小学习率为 0.1。

下图三个选项分别对应为：

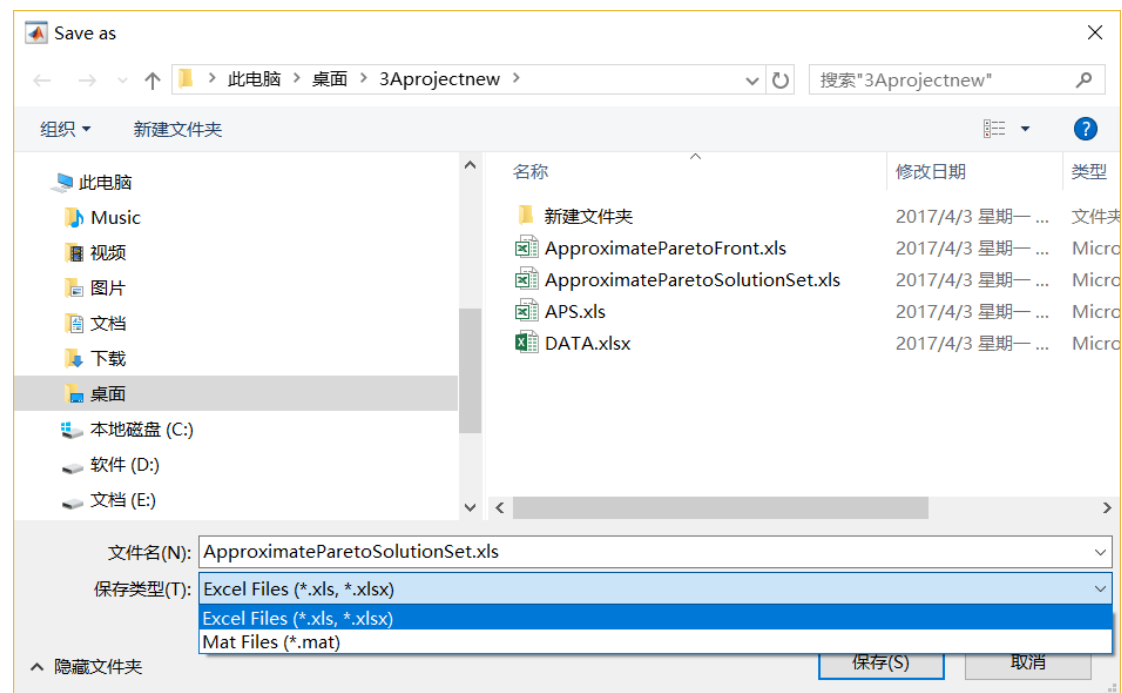
1. **Ploting** 绘制进化曲线图与 4 目标以下的 Pareto 前端图。
2. **Export results** 输出优化结果到 Excel 文件或 .mat 文件中并保存。
3. **Clear** 清除绘图区与内存。



1. 使用 Ploting 进行绘图:



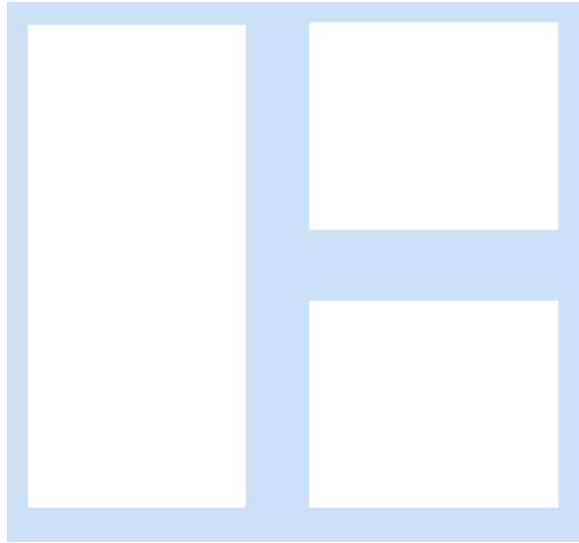
2. 使用 Export results 输出并保存结果：



输出保存到 Excel 的结果如下图：

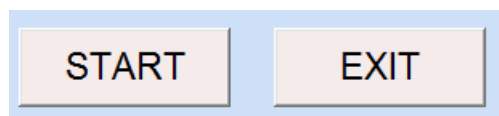
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	0.374251	0.000569	0.000497	0.000799	-0.00165	-0.00043	-0.00072	0.001083	0.000357	0.00016				
2	0.451193	-0.00041	0.00089	0.001285	-5.6E-05	-0.00049	0.001411	0.000145	0.00101	-0.00012				
3	0.133142	0.001521	0.000331	0.001297	-0.00187	-0.00113	-0.00261	0.001157	0.001153	0.000128				
4	0.546782	-0.00118	0.001907	0.001199	-6.7E-06	-0.00055	0.001407	8.02E-05	0.00105	-9.1E-05				
5	0.487471	1.75E-06	0.000534	0.001274	-0.0015	-0.00018	-0.00072	0.001126	0.000224	0.000567				
6	0.035699	0.00157	0.001729	0.001303	-0.00188	0.001418	0.00022	0.001249	6.48E-05	0.000997				
7	1	0.000747	0.000497	0.000905	-5.8E-05	-0.00053	-0.00071	0.001077	0.000346	8.58E-05				
8	0.177639	0.000661	0.000449	2.89E-05	-0.00213	-0.0006	-0.00094	0.00104	0.000965	9.27E-05				
9	0.217645	-0.00026	0.000351	0.001369	-0.00139	0.000172	-0.00077	0.001072	0.000179	0.000917				
10	0.340952	0.000306	0.000508	0.001306	-0.001	-0.00018	-0.00069	0.001085	0.000225	0.000558				
11	0.256488	0.000823	0.001984	0.001028	0.000335	-0.0007	-0.00065	0.001108	0.000423	0.000462				
12	0.040563	0.001468	0.001701	0.001303	-0.00178	0.000645	8.34E-05	0.001238	9.58E-05	0.000852				
13	0.162361	-0.00057	0.000549	0.001657	-7.2E-05	0.001268	-0.00034	0.00135	0.000223	0.000623				
14	0.062188	0.003115	-0.00114	0.001285	0.000326	-0.00036	0.001754	0.000154	0.000288	-0.00023				
15	0.501947	0.001423	-0.0002	0.001379	-0.00151	-0.00085	-0.00064	0.001128	0.000429	-0.00015				
16	0.125437	0.001519	0.000275	0.001303	-0.00206	-0.00099	-0.00071	0.00112	0.001035	0.000637				
17	0.932809	0.000945	0.000267	-0.00088	-0.00134	-0.00017	-0.00018	0.001086	0.000193	0.000534				
18	0.055134	0.001155	-0.00048	0.001309	-0.0018	-0.00052	-0.0007	5.38E-05	0.000384	0.001115				
19	0.147931	0.001416	0.000306	0.001303	-0.00206	-0.00055	0.001566	0.001148	0.000779	0.000652				
20	0.276307	-0.00012	0.000393	0.001319	0.000773	-0.00047	-0.00087	0.001094	0.000354	0.000692				
21	0.656311	0.001564	0.000923	0.001315	-0.00042	-0.00148	-2.5E-05	0.001414	0.000104	0.000672				
22	0.867304	0.001561	0.001555	0.001304	-0.00148	-0.00031	-0.00071	0.001075	0.000174	0.00054				
23	0.006993	0.002744	0.000822	0.001565	-0.00125	-0.00091	0.001703	0.001524	0.001107	0.00046				
24	0.083632	0.00158	0.001801	0.001308	-0.00216	0.000501	4.06E-05	0.001218	6.89E-05	0.001194				
25	0.787834	0.002933	-0.00019	0.001595	0.000132	-0.00038	0.001925	0.000331	0.002286	-0.00025				
26	0.754872	0.00238	2.91E-05	0.001781	-0.00201	-0.00124	0.001632	0.002446	-0.00086	0.000609				
27	0.513585	0.00156	0.000269	0.001304	-0.00139	-0.0003	-0.00077	0.000969	0.000299	0.000553				
28	0.355929	0.001547	0.000435	0.001252	-1.7E-05	0.000694	-0.0006	0.001187	-0.00039	0.000502				
29	0.108138	0.001567	0.000501	0.001303	-0.00176	0.001022	1.4E-06	0.00124	-0.00062	0.000922				
30	0.811433	0.000589	0.000451	0.001076	-0.00183	-0.00051	0.000482	-0.00287	0.000582	0.000673				
31	0	0.000725	-0.16879	-0.00475	9.21E-06	-0.00056	0.001289	1.486843	0.000547	0.001167				
32	0.300017	0.001517	0.000531	0.001313	-0.00151	0.000699	-0.00071	0.001103	0.000189	0.000673				
33	0.000776	0.00052	0.000623	0.001418	0.00157	9.7E-06	0.00068	0.000751	0.000227	7.4E-06				

3. Clear 清除绘图区:

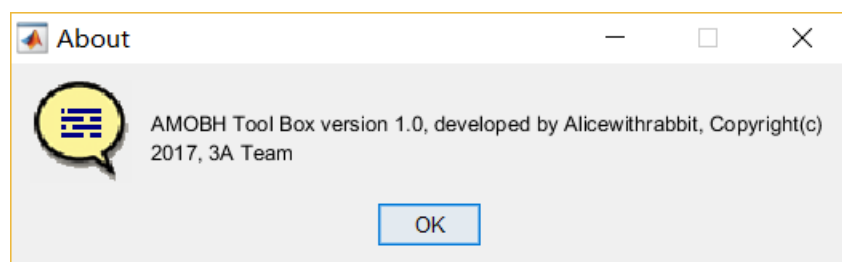
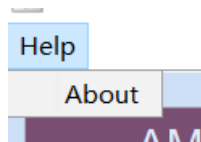


4.7 开始与退出按钮以及 Help 选项:

这两个按钮的功能分别为开始优化与退出程序:

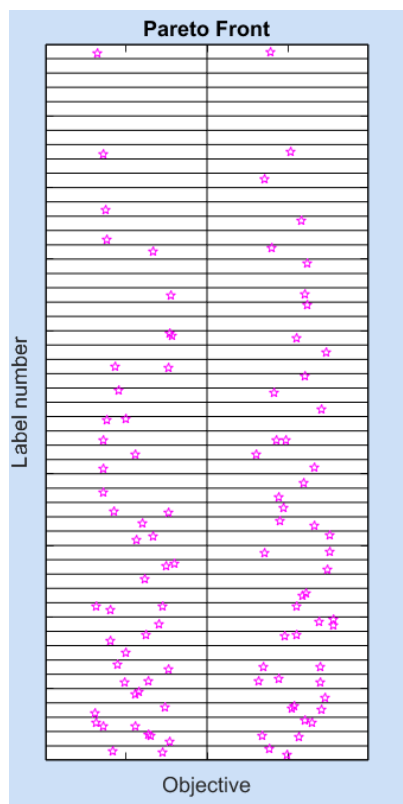


此选项用于查看软件版本信息:



4.8 优化过程动态显示区域:

此区域用于显示高维数据在平行格坐标系中的投影，并显示进化过程的动态变化:



最终演示图如下:

