



基于分化转移策略的 大规模差分进化优化平台 (V1.3)

用户手册

江苏科技大学
机器学习与软件新技术研究所

2022-03-06

开发者声明

感谢您使用由江苏科技大学主持开发的基于分化转移策略的大规模差分进化优化平台。本平台可用于求解 RDSP (Rail-Guided Vehicle Dynamic Scheduling Problem) 系列问题。本平台的软件著作权由江苏科技大学及其合作开发者共同享有。特别感谢这些开发人员在本平台开发过程中做出的重要贡献。

本平台是一个开源免费的代码库, 仅供教学与科研使用, 不得用于商业用途。本平台中的部分代码是基于作者对论文的理解编写而成, 作者不对用户因使用代码产生的任何后果负责。包含利用本平台产生的数据的论文应在正文中声明对基于分化转移策略的差分进化算法 (DE-TS) 的使用, 并正确引用对应的参考文献。

尽管本平台并不直接包含任何开源代码或开源数据, 但本平台的运行依赖于其他支撑软件。仅在安装有 MATLAB 及 PlatEMO 的软件环境中, 本平台才能正常运行 (建议的软件环境为 MATLAB R2020b 及 PlatEMO v3.3)。当您将本平台与其他软件一同使用时, 也需遵守其他软件的使用前提与相关要求。如有任何意见或建议, 欢迎联系 jiangyuanhao@stu.just.edu.cn (姜元昊)。最后, 再次感谢您使用本平台。

目录

1 快速入门.....	- 2 -
1.1 平台简介.....	- 2 -
1.2 环境要求.....	- 2 -
2 平台安装.....	- 3 -
2.1 解压缩.....	- 3 -
2.2 文件拷贝.....	- 3 -
3 在测试模块中调用 DE-TS 算法.....	- 5 -
3.1 运行 PlatEMO.....	- 5 -
3.2 进入测试模块.....	- 7 -
3.3 配置参数.....	- 8 -
3.4 运行算法.....	- 9 -
3.5 查看结果.....	- 11 -
4 在实验模块中调用 DE-TS 算法.....	- 16 -
4.1 运行 PlatEMO.....	- 16 -
4.2 进入实验模块.....	- 16 -
4.3 配置参数.....	- 17 -
3.4 运行算法.....	- 18 -
3.5 查看结果.....	- 19 -

1 快速入门

1.1 平台简介

有轨制导机器人 (rail guided vehicle, RGV) 是一种被广泛应用于物料加工生产车间的物流管理装置, 它常用于代替人工执行各类物料处理作业。目前, 有轨制导机器人设备已经被广泛应用在航空安全、零部件加工、磁悬浮控制、智能仓储等各类生产加工系统中, 并被用于替代人力执行物料的上下料、物料搬运、成料清洗等物料处理作业, 从而实现对于物料流转状态的精细化控制。

近年来, 使用 RGV 设备对高精度计算机数控机床 (computer number controller, CNC) 进行集成化调度控制的应用已经十分常见。在该作业场景下, RGV 设备对 CNC 进行集成化控制, 使得 CNC 能在适当的物料供给条件下稳定、高效地完成预定加工任务, 这一现实问题可称为 RDSP (RGV dynamic scheduling problem) 问题。

出于学术与科研目的, 本平台提供了 RDSP 系列测试问题的实例。同时, 本平台还提供了一种求解 RDSP 问题的基于分化转移策略的大规模差分进化优化算法 (简称: DE-TS)。本平台仅供教学与科研使用, 不得用于商业用途。本平台中的部分代码是基于作者对论文的理解编写而成, 作者不对用户因使用代码产生的任何后果负责。包含利用本平台产生的数据的论文应在正文中声明对 DE-TS 的使用, 并正确引用对应的参考文献。

1.2 环境要求

运行本平台前, 请确保已经配置好正确的运行环境。建议的运行环境如下:

- (1) MATLAB R2020b;
- (2) PlatEMO v3.3。

本平台的运行还依赖于 MATLAB 中的并行计算工具箱及统计与机器学习工具箱。正常情况下, 安装 MATLAB 时, 这些工具箱会被自动安装到系统中。如您发现无法正常使用本平台, 请检查这些工具箱是否已经正确安装。

2 平台安装

2.1 解压缩

在您下载本平台后，如您得到的是压缩包文件，则需要先执行解压操作。解压完成后，您将得到名称为“DETS”与“RDSP”的两个文件夹。解压缩结果如下图所示。

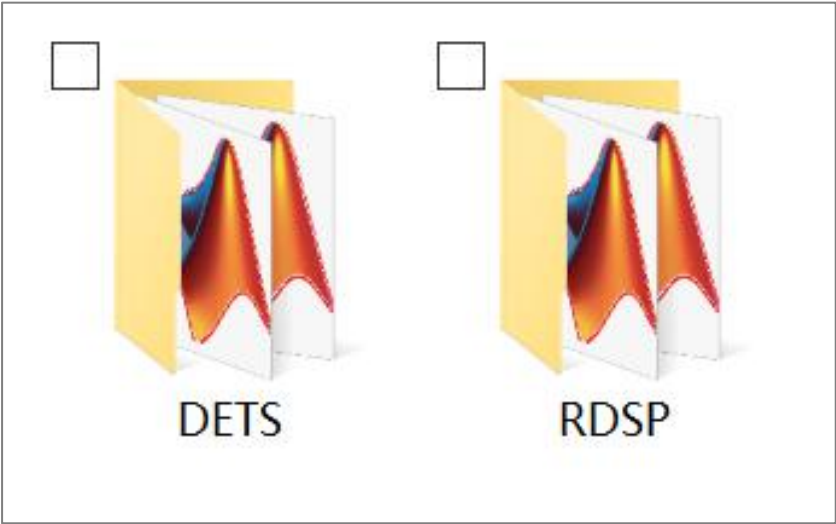


图 2-1 解压缩结果

2.2 文件拷贝

解压缩操作完成后，需要将得到的文件拷贝到正确的位置。首先，您需要先找到进化多目标优化平台（PlatEMO）的安装位置。在本文档的例子中，PlatEMO 被安装在了如下路径：

`C:\Workspace\PlatEMO-master`

进入 PlatEMO 的安装路径，可以看到一个名为“PlatEMO”的文件夹。双击进入这个文件夹。

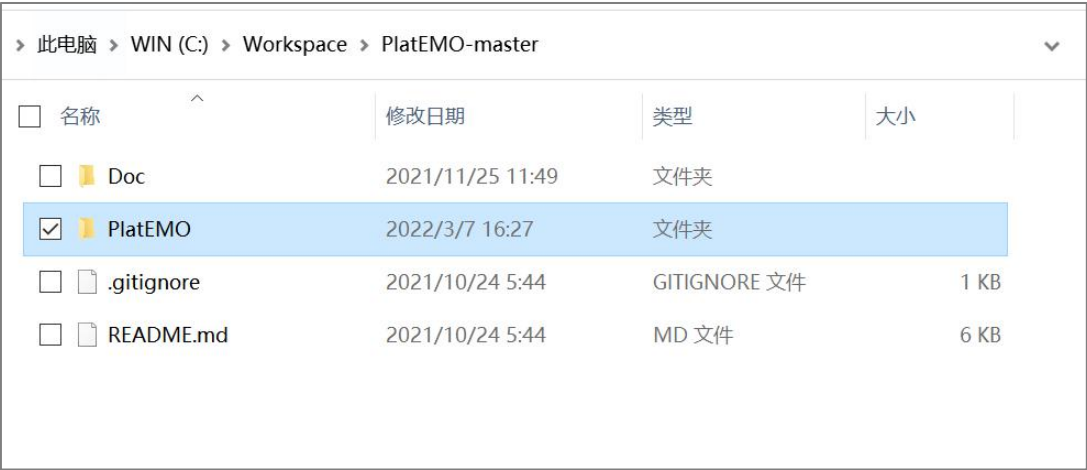


图 2-2 PlatEMO 的安装路径

在“PlatEMO”文件夹中包含名为“Algorithms”和“Problems”的两个文件夹，如图 2-3 所示。

此电脑 > WIN (C:) > Workspace > PlatEMO-master > PlatEMO				
<input type="checkbox"/>	名称	修改日期	类型	大小
<input checked="" type="checkbox"/>	Algorithms	2022/3/7 16:27	文件夹	
<input type="checkbox"/>	Data	2022/3/7 16:27	文件夹	
<input type="checkbox"/>	GUI	2022/3/7 16:27	文件夹	
<input type="checkbox"/>	Metrics	2022/3/7 16:27	文件夹	
<input checked="" type="checkbox"/>	Problems	2022/3/7 16:27	文件夹	
<input type="checkbox"/>	manual (Chinese).pdf	2021/10/24 5:44	WPS PDF 文档	1,791 KB
<input type="checkbox"/>	manual.pdf	2021/10/24 5:44	WPS PDF 文档	1,643 KB
<input type="checkbox"/>	platemo.m	2021/10/24 5:44	M 文件	5 KB

图 2-3 目标路径

此时，您需要将“DETS”与“RDSP”两个文件夹分别拷贝到上述两个文件夹中。在本文档的例子中，“DETS”文件夹需要被拷贝到以下路径：

```
C:\Workspace\PlatEMO-master\PlatEMO\Algorithms
```

同时，“RDSP”文件夹需要被拷贝到以下路径：

```
C:\Workspace\PlatEMO-master\PlatEMO\Problems
```

在您完成上述拷贝操作后，本平台的安装过程即宣告完成。

3 在测试模块中调用 DE-TS 算法

3.1 运行 PlatEMO

本平台的使用方法有两种。您可以在 PlatEMO 的测试模块中，利用 DE-TS 或其他某一种算法对 RDSP 系列问题中的某个具体问题进行求解，也可以在实验模块中，利用 DE-TS 等多种算法对 RDSP 系列问题中的多个具体问题求解，并比较不同算法的算法表现。

本章介绍在测试模块中调用 DE-TS 算法的方法。此前，您需要先运行 PlatEMO 平台。首先，双击 MATLAB 软件的快捷方式，运行 MATLAB：

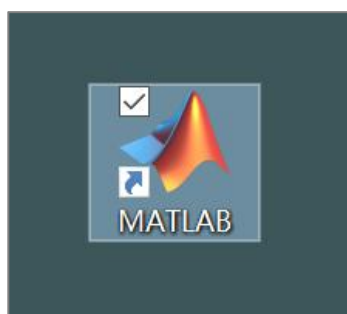


图 3-1 MATLAB 快捷方式

随后，将 PlatEMO 的安装路径复制到剪切板。例如：

`C:\Workspace\PlatEMO-master\PlatEMO`

下一步，将 PlatEMO 的安装路径粘贴到 MATLAB 的地址栏中并按下回车键，从而修改 MATLAB 的当前文件夹：

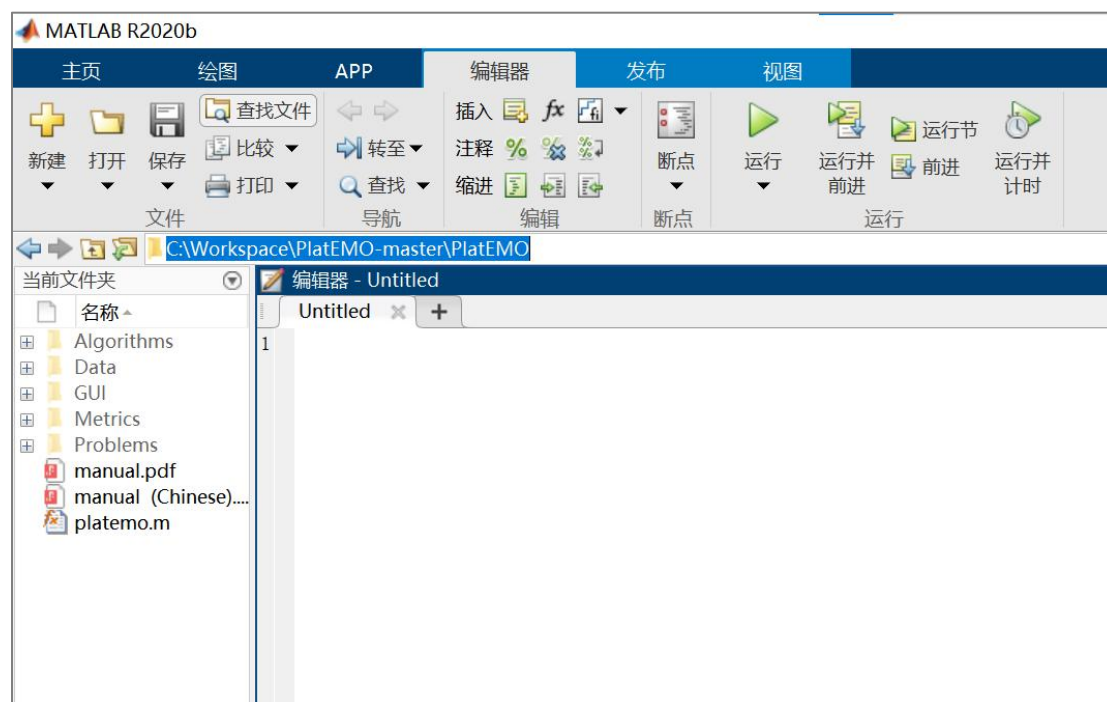


图 3-2 修改 MATLAB 的当前文件夹

下一步，双击并在编辑器窗口中打开“platemo.m”文件，如下图所示：

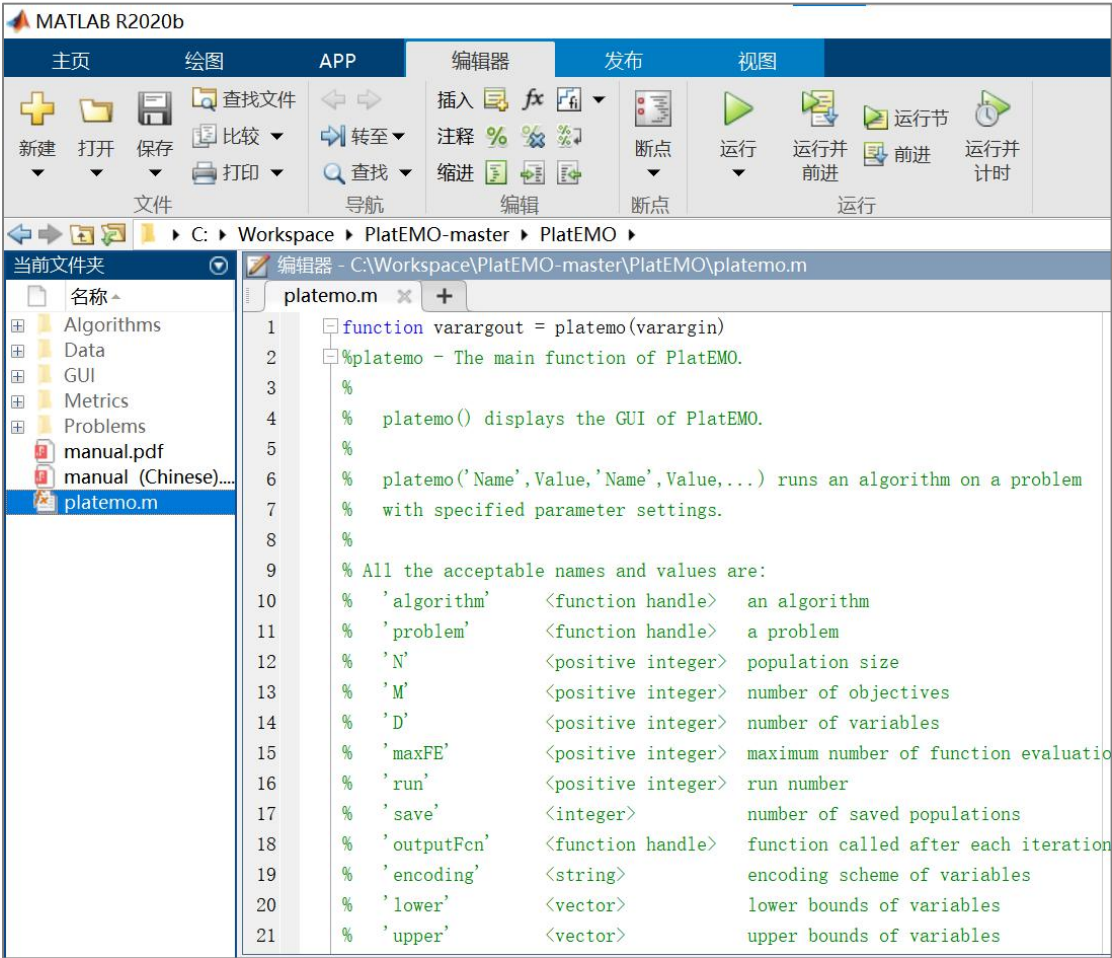


图 3-3 编辑器窗口

然后，点击窗口顶部的“运行”按钮，等待加载完成。

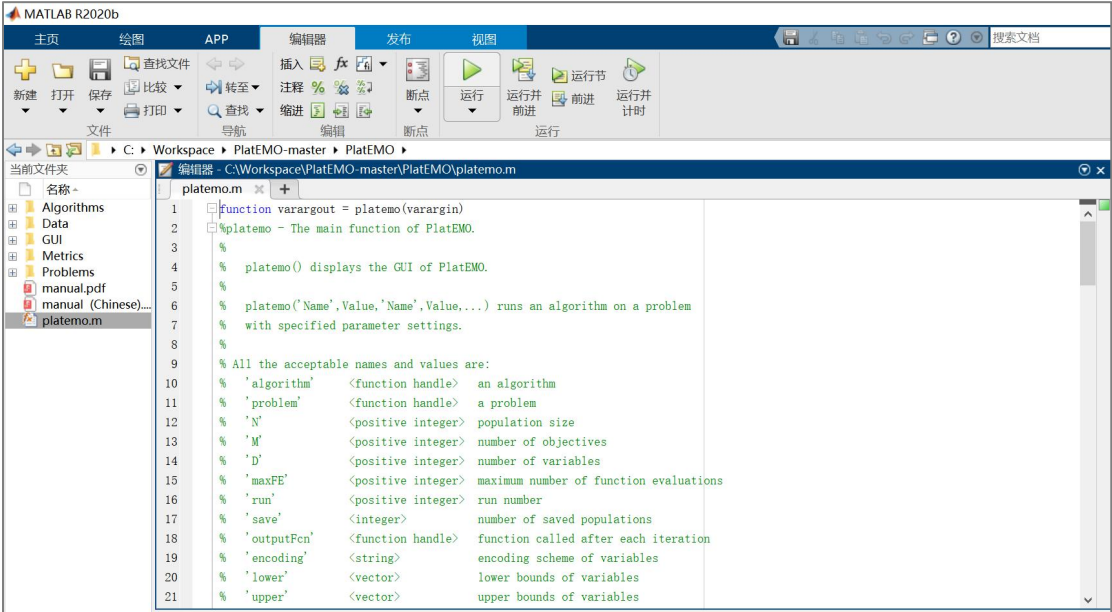


图 3-4 点击运行按钮

加载完成后，PlatEMO 的主窗口将被自动打开。

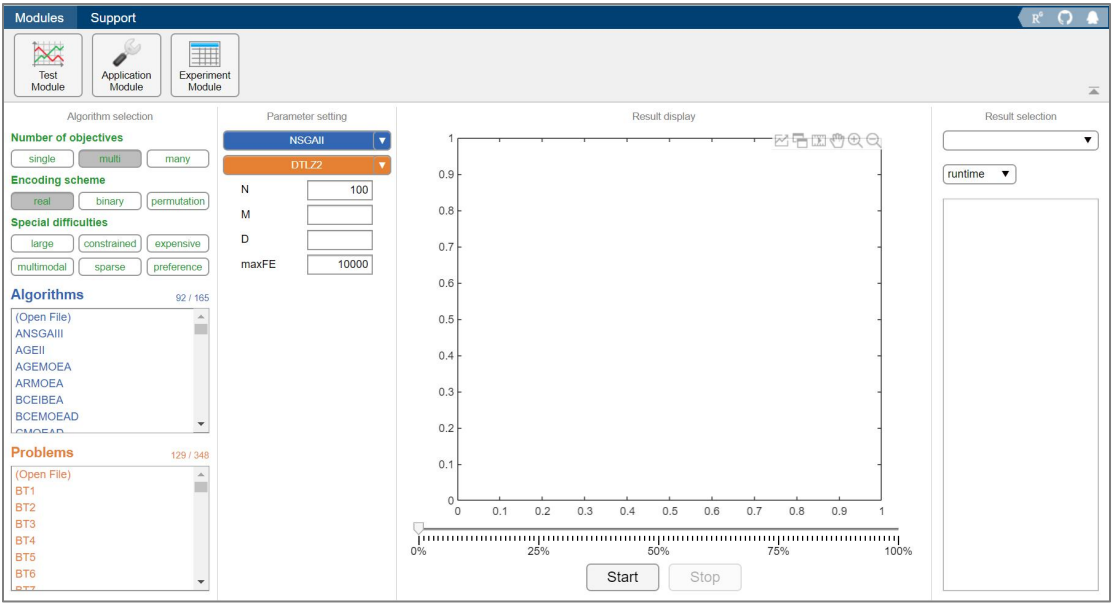


图 3-5 PlatEMO 的主窗口

3.2 进入测试模块

在测试模块中，您可以利用 DE-TS 或其他某一种算法对 RDSP 系列问题中的某个具体问题进行求解。PlatEMO 的主窗口被打开时，程序将自动切换到测试模块。您也可以点击左上角的“Test Module”按钮，主动切换到测试模块。

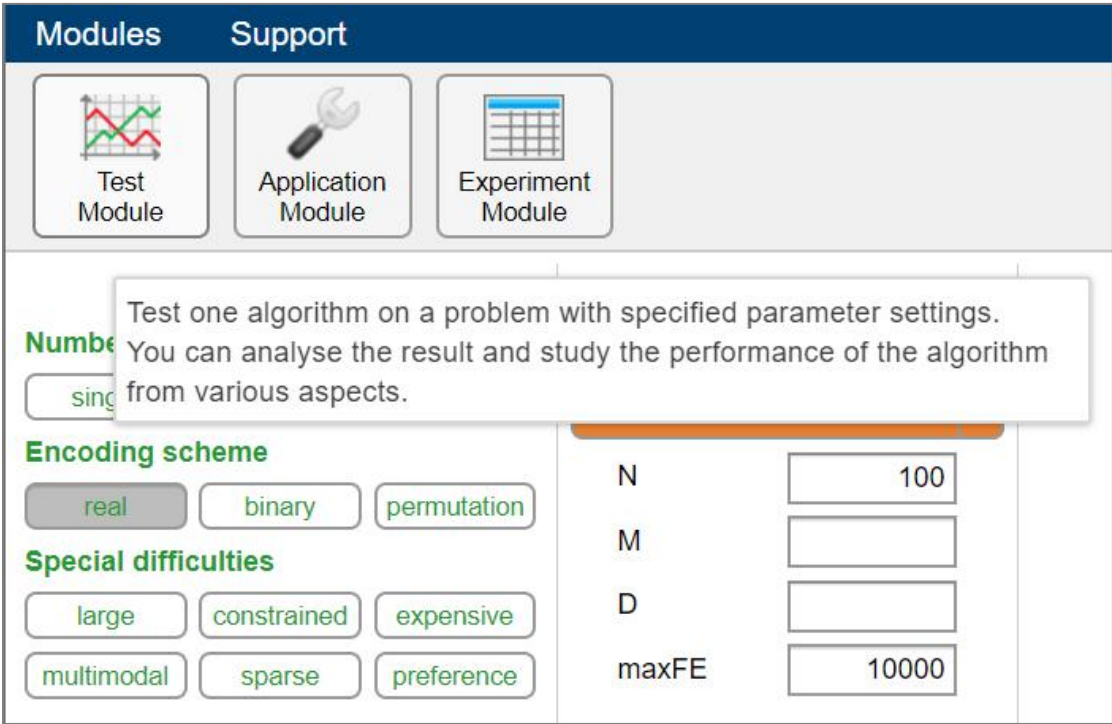


图 3-6 切换到测试模块

3.3 配置参数

在测试模块中求解 RDSP 系列问题时，您需要将“Number of objectives”置为“single”，并将“Encoding scheme”置为“real”，如图 3-7 所示。“Special difficulties”需被置空。

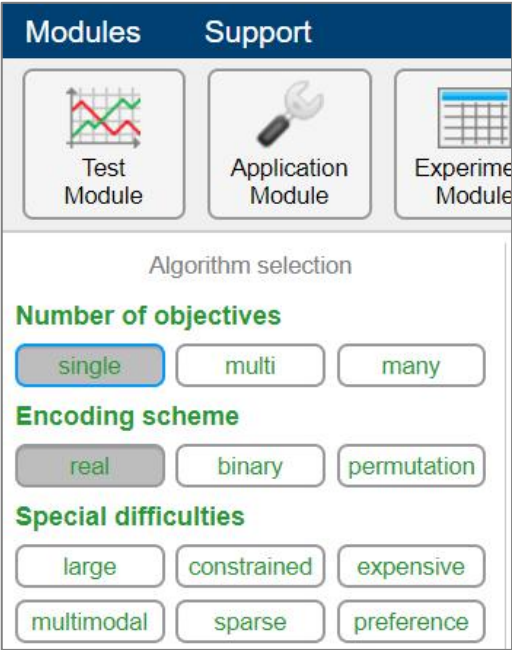


图 3-7 测试模块设置

完成上述设置后，窗口左侧的“Algorithms”与“Problems”列表将会自动更新。此时，您可以在“Algorithms”列表中选择 DETS 算法，并在“Problems”列表中选择 RDSP1-3 中的任意问题。图 3-8 展示了使用 DE-TS 算法求解 RDSP1 问题的一种配置方法：

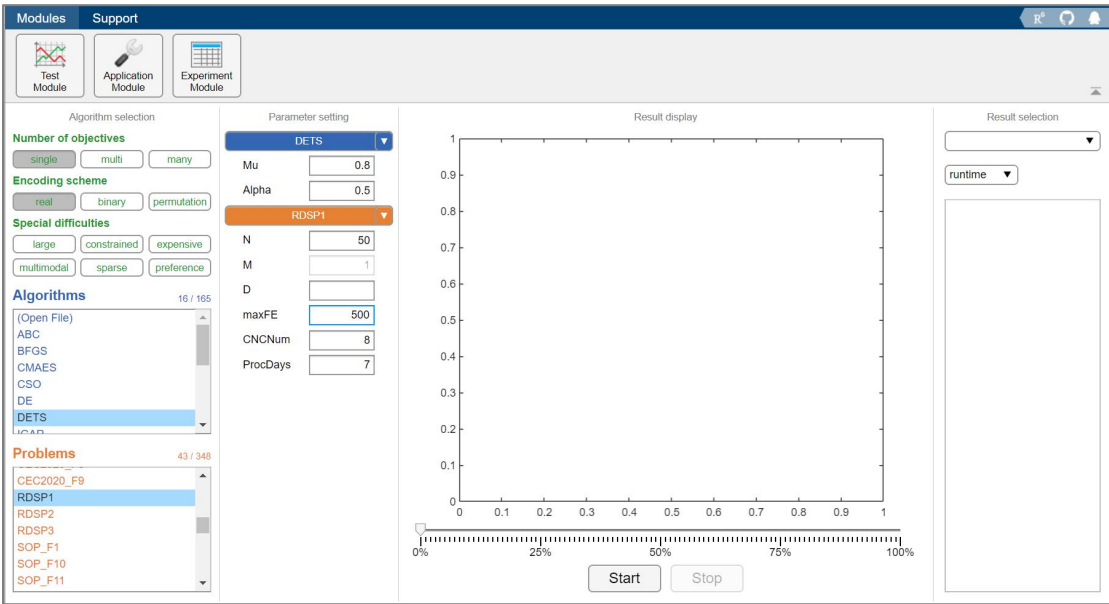


图 3-8 问题与算法选择

此时，您可以在“Parameter seting”模块中修改问题或算法的相关参数。相关参数及其含义见下表：

表 3-1 参数表

参数	参数名	默认值	含义	备注
算法参数	Mu	0.8	衰弱因子	循环轮数增加时，概率值衰减的速度
	Alpha	0.5	环境压力	执行分化转移策略的种群比例
问题参数	N	100	种群规模	建议值为 50
	M	1	目标数	RDSP 系列问题为单目标优化问题
	D	-	决策向量维度	无需修改，算法会自动生成
	maxFE	10000	最大函数评价次数	建议值为 500
	CNCNum	8	CNC 的数量	建议值为 8、10 或 12
	ProcDays	7	连续加工天数	建议值为 7 或 30

3.4 运行算法

在完成参数配置后，您可点击窗口底部的“Start”按钮，利用 DE-TS 算法求解 RDSP 系列问题。点击按钮后，窗口底部的进度条会逐渐从 0%向 100%移动。在此期间，请您耐心等待。

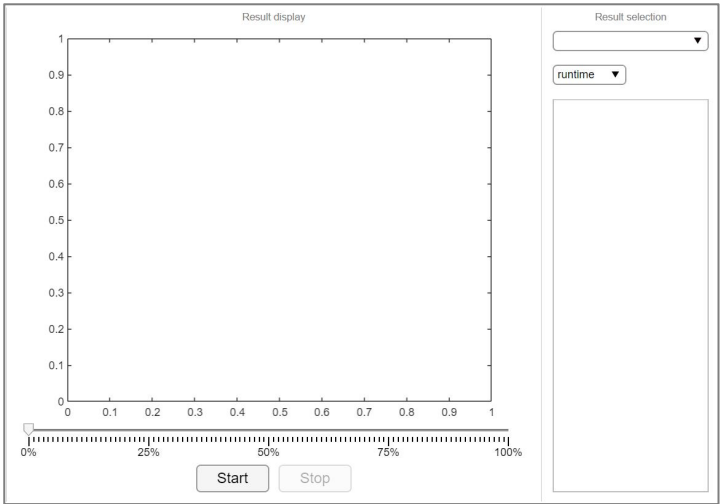


图 3-9 运行算法

在运行过程中，您可以在 MATLAB 的主窗口中的命令行窗口查看算法运行过程中产生的临时数据。每次对一个个体执行完评估操作后，平台将会把该解的评估信息在命令行窗口中输出。例如，某个个体的输出信息可能为：

```
8Day 0h 0:45 , output=4468, RGV mobile unit=229210, loss=20.9483%
```

上面这条信息的含义为：当前个体在连续加工 8Day 0h 0:45 的时间后停机，在此期间产生的成料产出量为 4468 个，RGV 一共移动了 229210 个单位，且该个体的 *loss* 为 20.9483%。需要注意的是，每个个体在被评估时，其停工时间会略大于预设的连续加工时间，但这是正常现象。请放心，超过预设的连续加工时间后，成料产出量的值不会再增加。

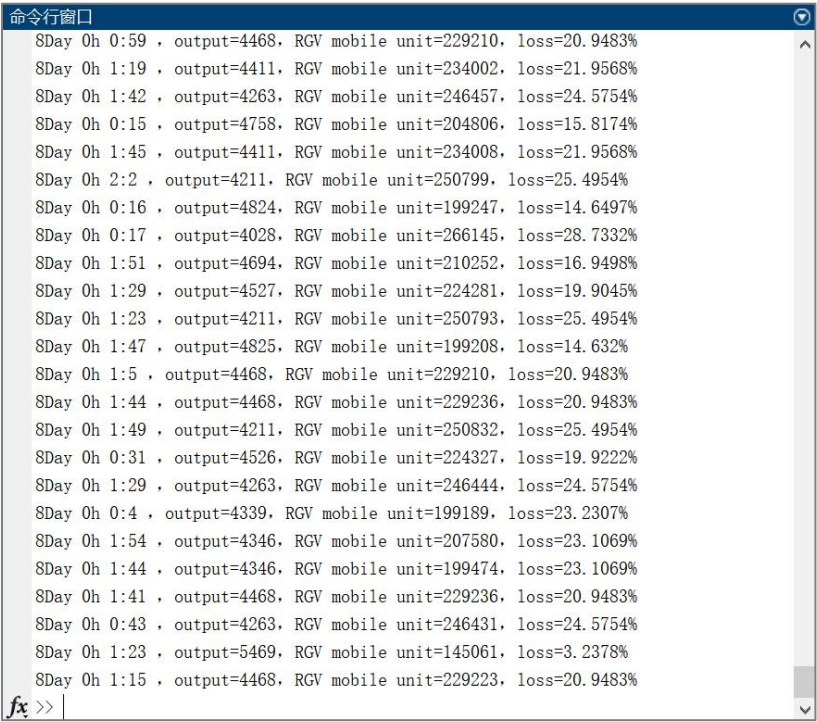


图 3-10 命令行窗口

在算法运行过程中，相关参数的调整将被暂时禁止。此时，您可以通过点击页面底部的“Pause”或“Stop”按钮来暂停或提前终止算法的运行。

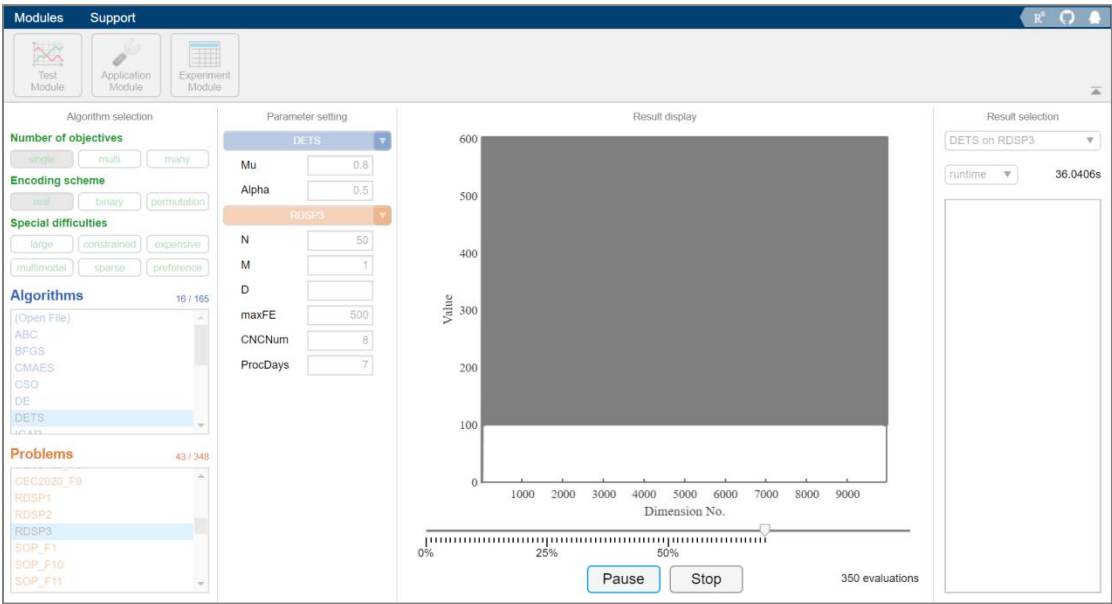


图 3-11 算法运行中

3.5 查看结果

运行结束后，页面右侧的“Result selection”模块将会展示此次运行的总时间以及相关参数的传入值。

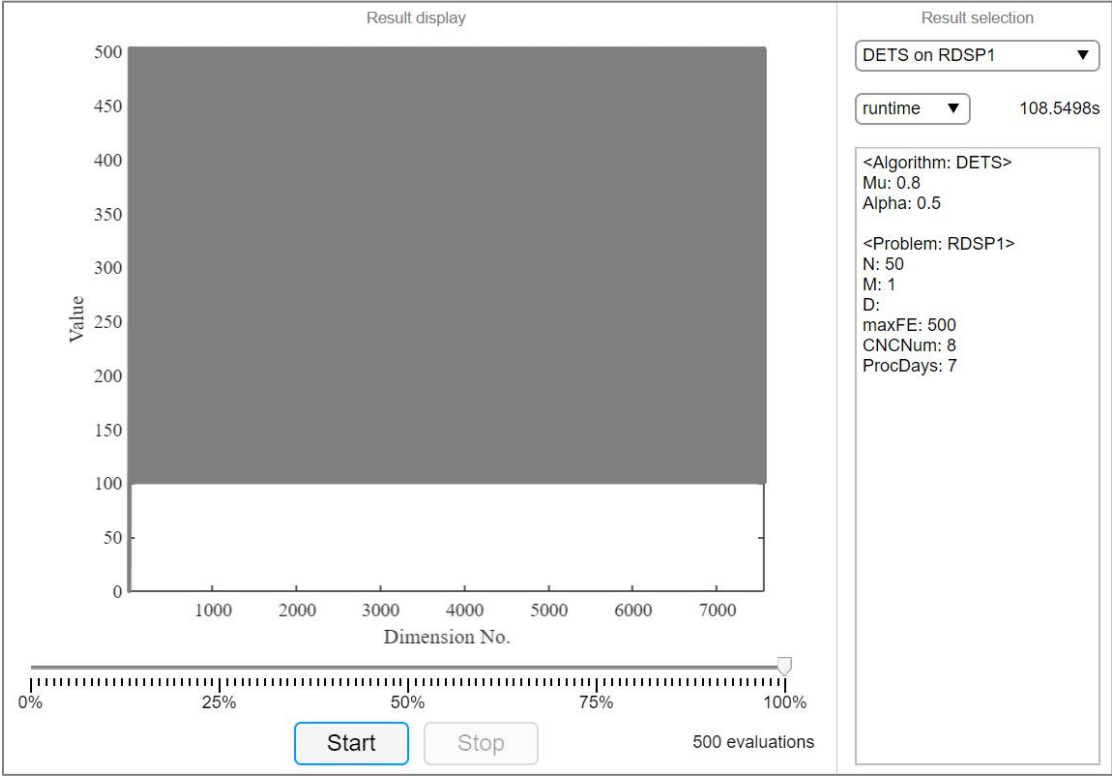


图 3-12 运行算法

您还可以按图 3-13 的方法查看种群最小值的变化情况。当您将数据源切换为“Minimum value”时，种群的最小 *loss* 值的变化情况将会被展示在“Resut display”模块中，如图 3-14 所示。

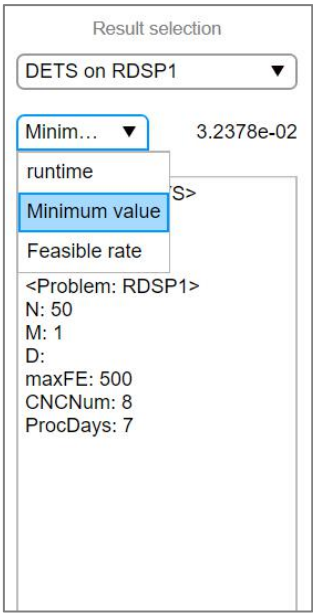


图 3-13 切换数据源

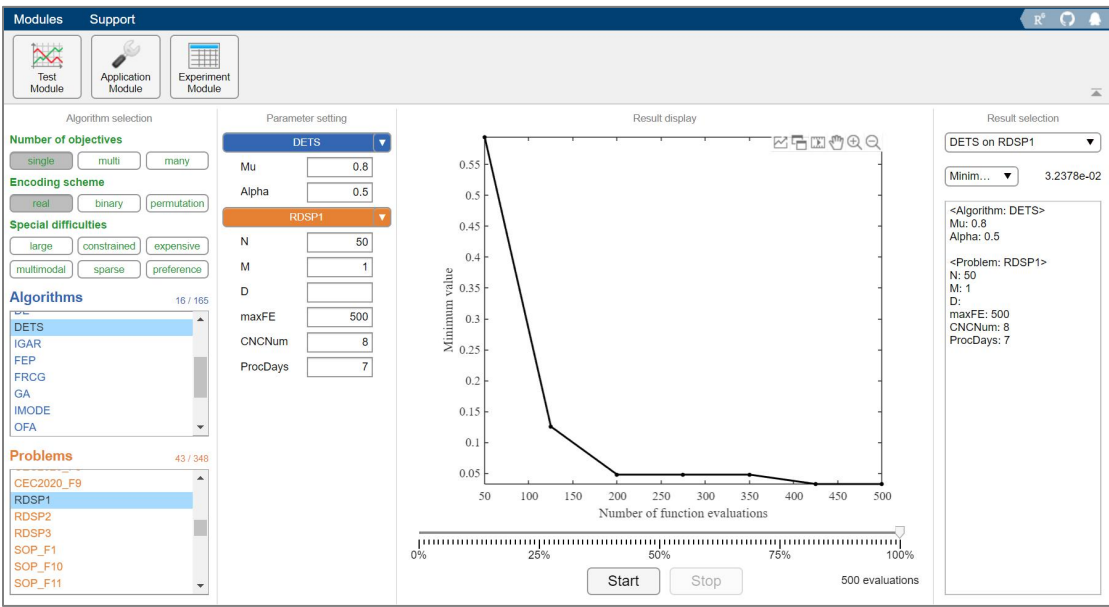


图 3-14 种群的最小 *loss* 值的变化情况

在“Resut display”模块中，您也可以点击左上角的“Data source”来执行数据源切换，如图 3-15 所示。

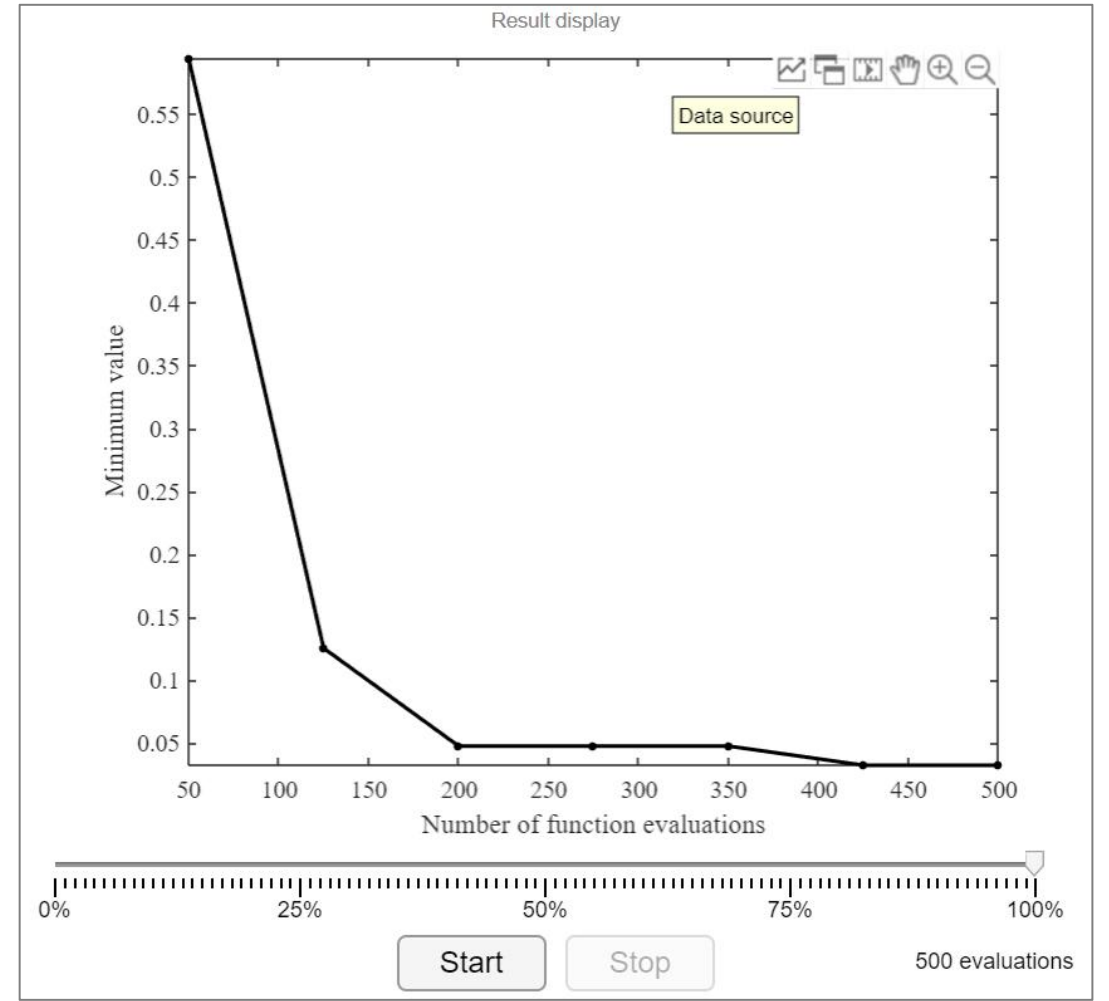


图 3-15 数据源切换

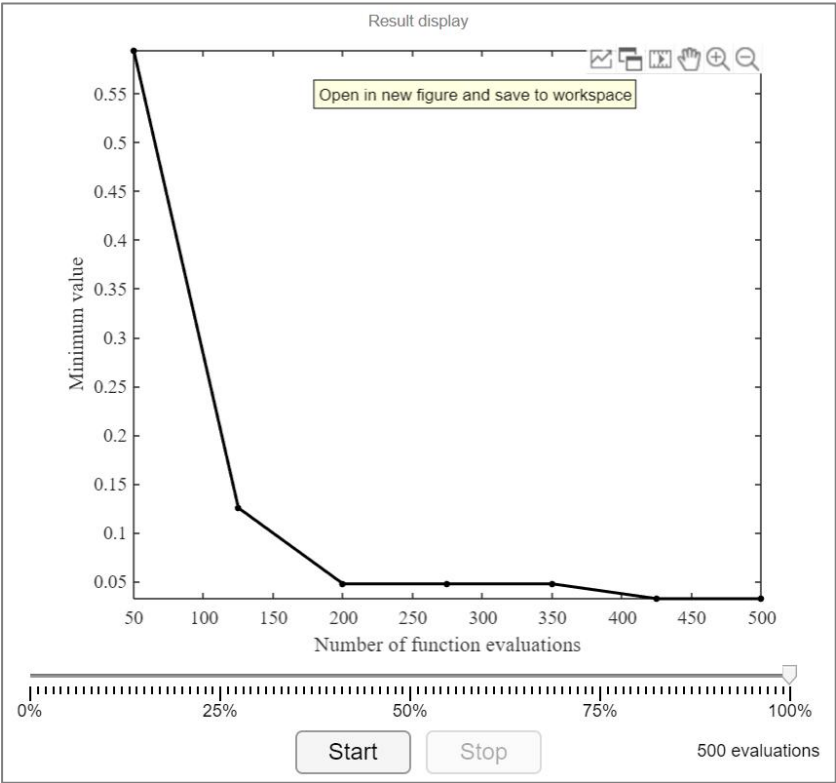


图 3-16 导出数据

您还可以通过点击“Resut display”模块中左上角的第二个按钮来导出结果数据。点击后，这些数据将以 Cell 矩阵的格式被存入 MATLAB 的工作区。如图 3-17 所示，该图形也将同步在新窗口中被打开，以便于对相关数据进行进一步的处理。

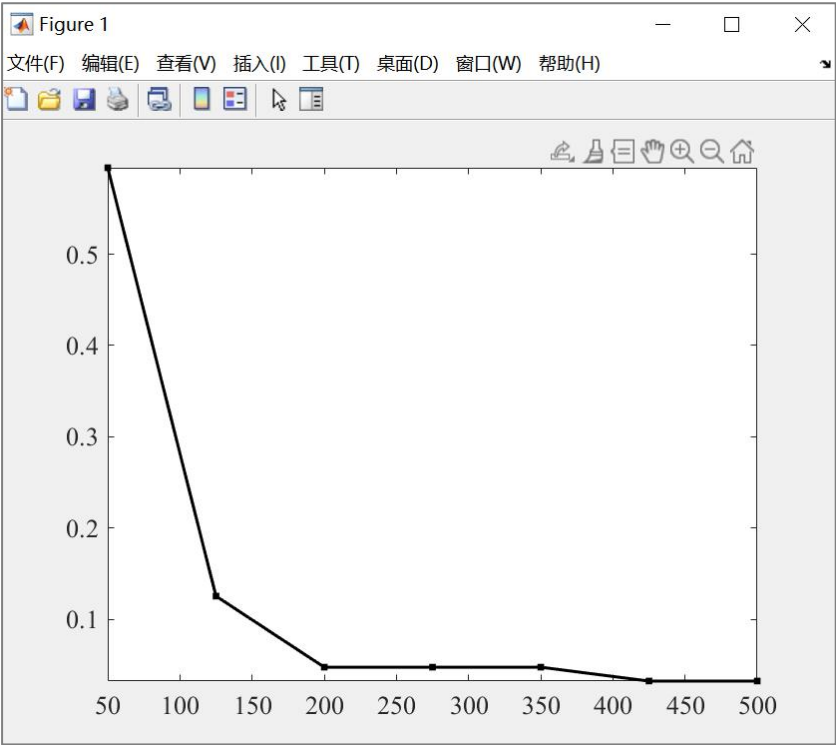


图 3-17 在新窗口中打开图形

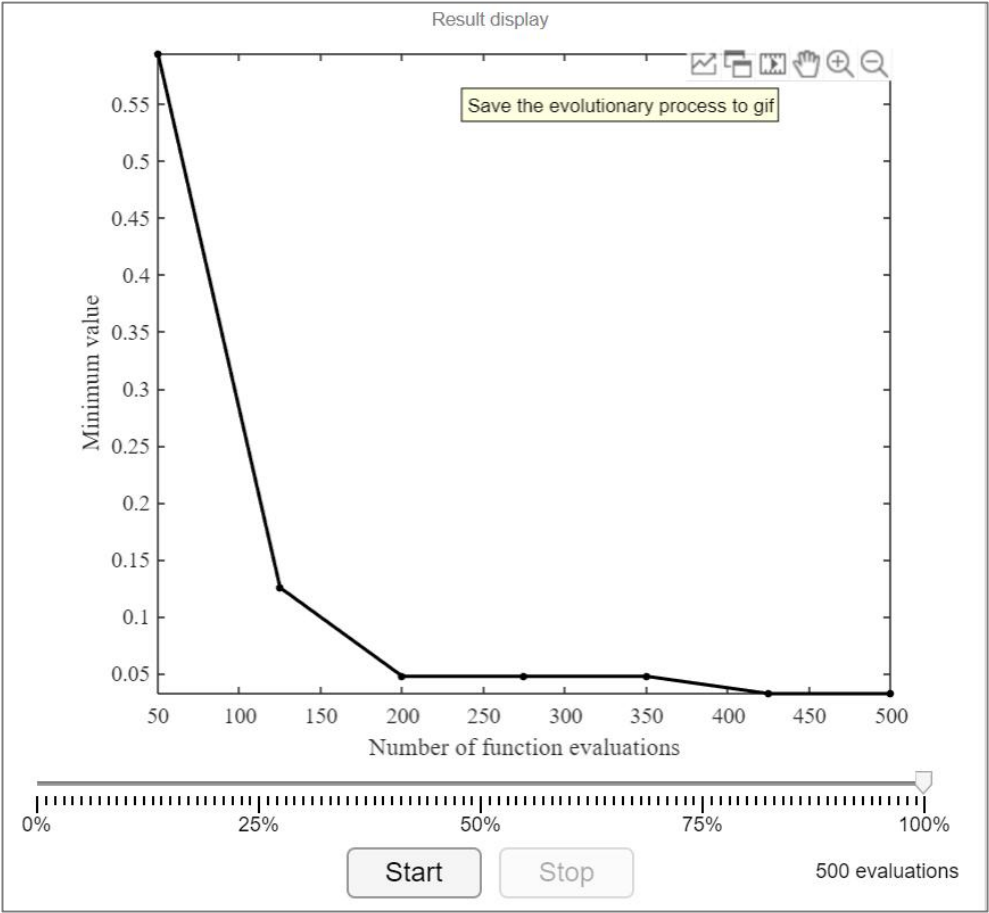


图 3-18 另存为 gif 图像文件

如图 3-18 所示，您还可以通过点击“Resut display”模块中左上角的第三个按钮来导出 gif 格式的图像文件。随后，图像文件将被保存到您指定的路径下。

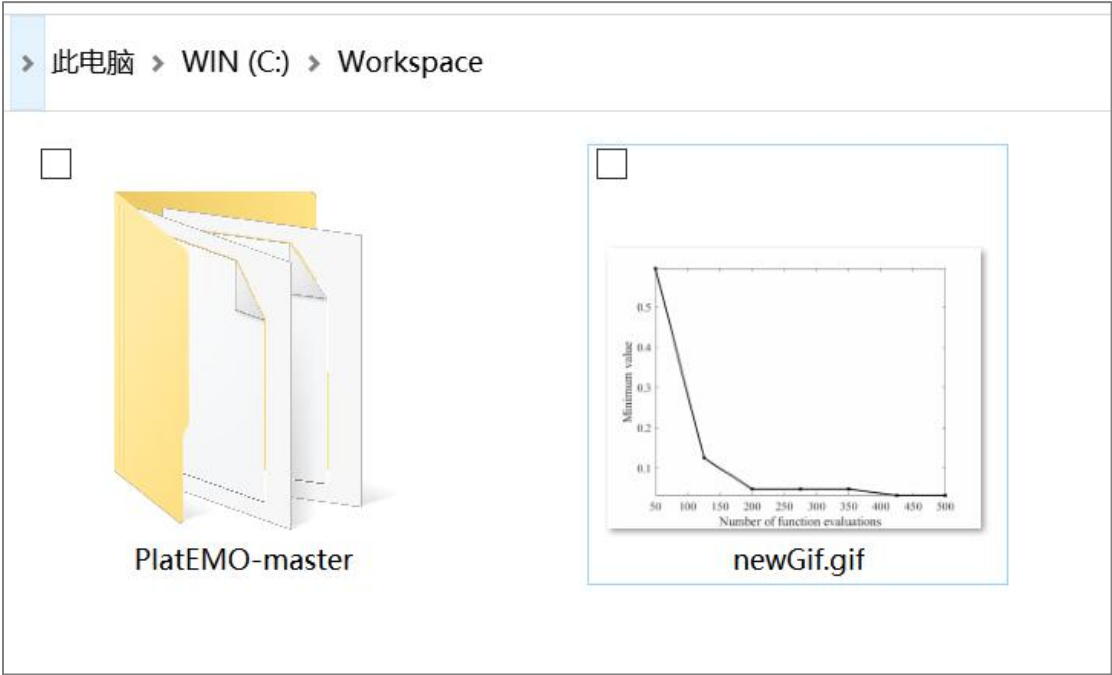


图 3-19 图像文件的保存路径

如图 3-20 所示，您还可以通过点击“Resut display”模块中左上角的最后三个按钮来对图形执行平移、放大或缩小操作。

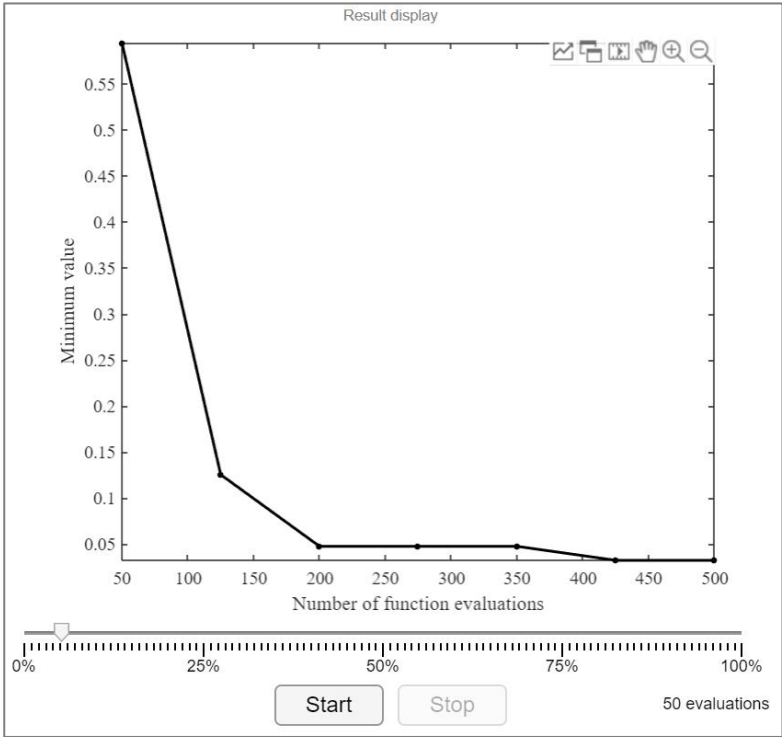


图 3-20 导出数据

您可以反复执行上述操作，并尝试用带有不同参数的算法求解 RDSP 系列问题。在窗口关闭前，这些数据都会被保存在系统中。您可以按图 3-21 展示的方法在“Result selection”模块中切换所查看的历史数据。选中一条历史记录后，窗口将展示该次执行过程中所产生的相关数据。

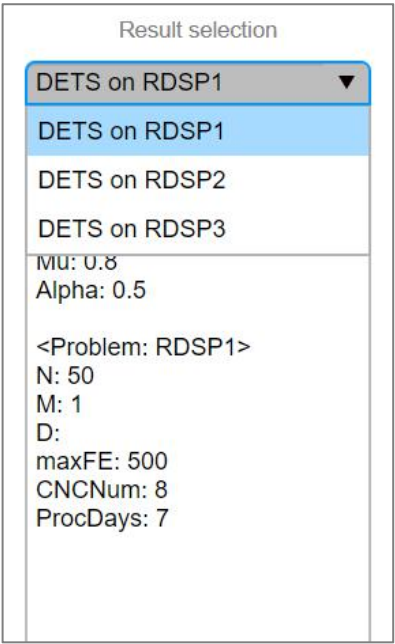


图 3-21 查看历史数据

4 在实验模块中调用 DE-TS 算法

4.1 运行 PlatEMO

本章介绍在实验模块中调用 DE-TS 算法的方法。在实验模块中，您可以利用 DE-TS 等多种算法对 RDSP 系列问题中的多个具体问题进行求解，并比较不同算法的算法表现。此前，您需要先运行 PlatEMO 平台。运行 PlatEMO 平台的方法在 3.1 小节中已经介绍过，这里就不再赘述。系统加载完成后，PlatEMO 的主窗口将被自动打开。

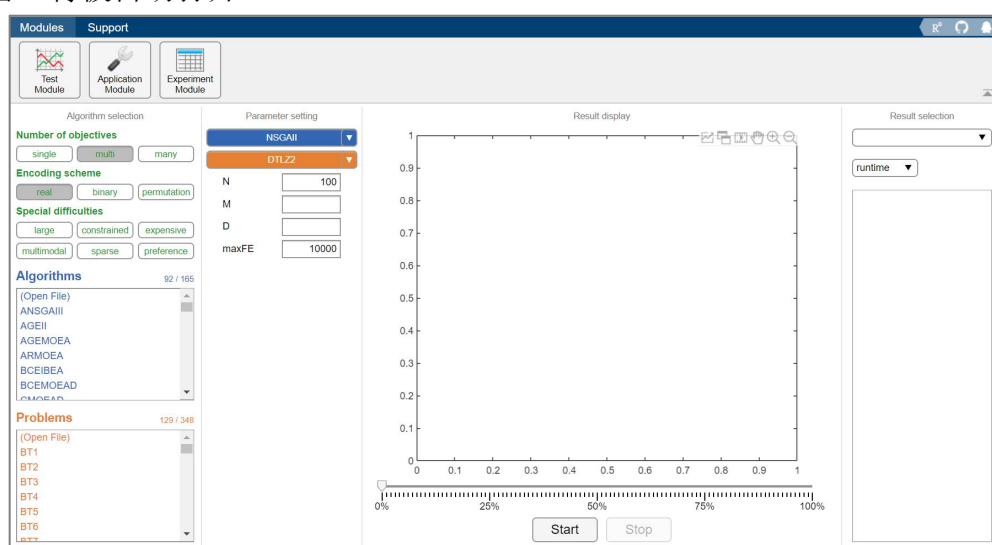


图 4-1 PlatEMO 的主窗口

4.2 进入实验模块

PlatEMO 的主窗口被打开后，程序将自动切换到测试模块。此时，您需要点击左上角的“Experiment Module”按钮，从而切换到实验模块。

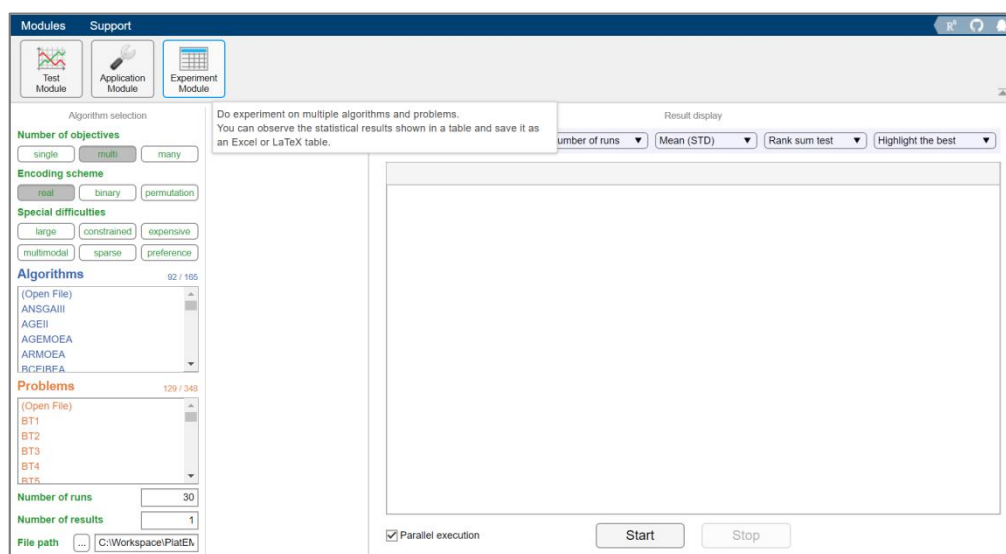


图 4-2 切换到实验模块

4.3 配置参数

在实验模块中求解 RDSP 系列问题时，您需要将“Number of objectives”置为“single”，并将“Encoding scheme”置为“real”，如图 4-3 所示。“Special difficulties”需被置空。“Algorithm selection”模块底部的“Number of runs”、“Number of results”和“File path”等设置项可按需修改。

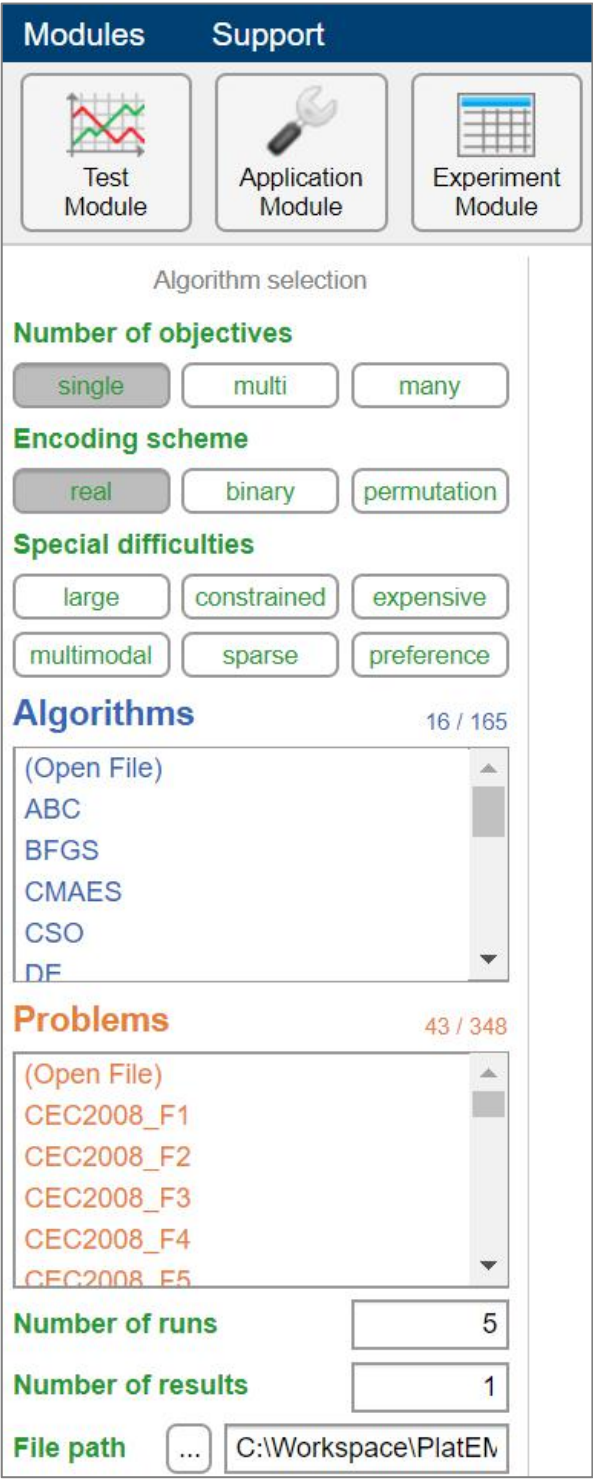


图 4-3 实验模块设置

完成上述设置后，窗口左侧的“Algorithms”与“Problems”列表将会自动更新。此时，您可以在“Algorithms”列表中选择需要使用的算法，并在“Problems”列表中选择需要求解的问题。图 4-4 展示了使用同时使用 DE-TS 算法和 GA 算法求解 RDSP1 与 RDSP2 两个问题的一种配置方法。此时，您可以在“Parameter setting”模块中修改问题或算法的相关参数。

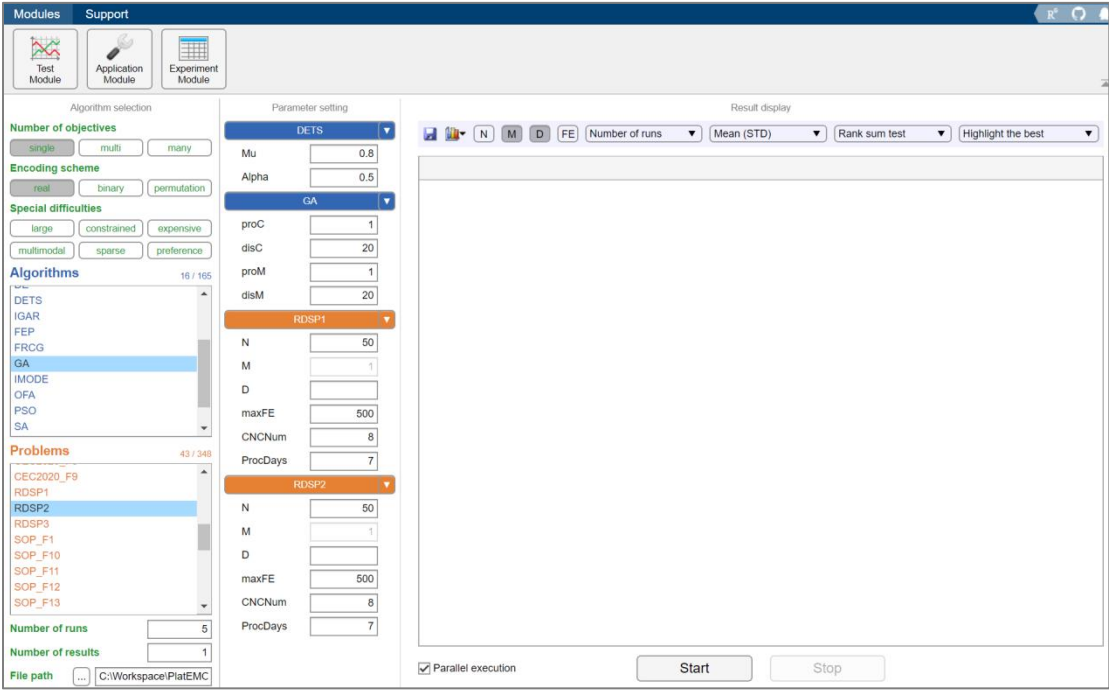


图 4-4 问题与算法选择

4.4 运行算法

在完成参数配置后，您可点击窗口底部的“Start”按钮来执行求解过程。您还可以勾选页面底部的“Parallel execution”选项来并行执行该任务。这一操作依赖于 MATLAB 中的并行计算工具箱。

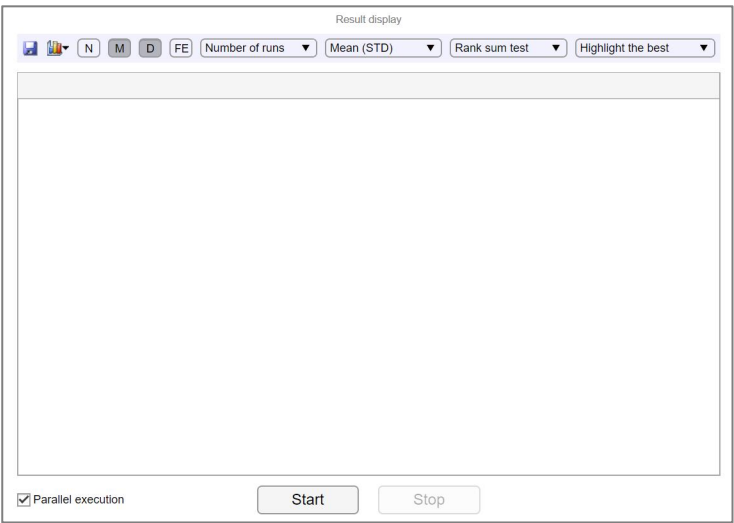


图 4-5 运行算法

在算法运行过程中，相关参数的调整将被暂时禁止。此时，您可以通过点击页面底部的“Pause”或“Stop”按钮来暂停或提前终止算法的运行。

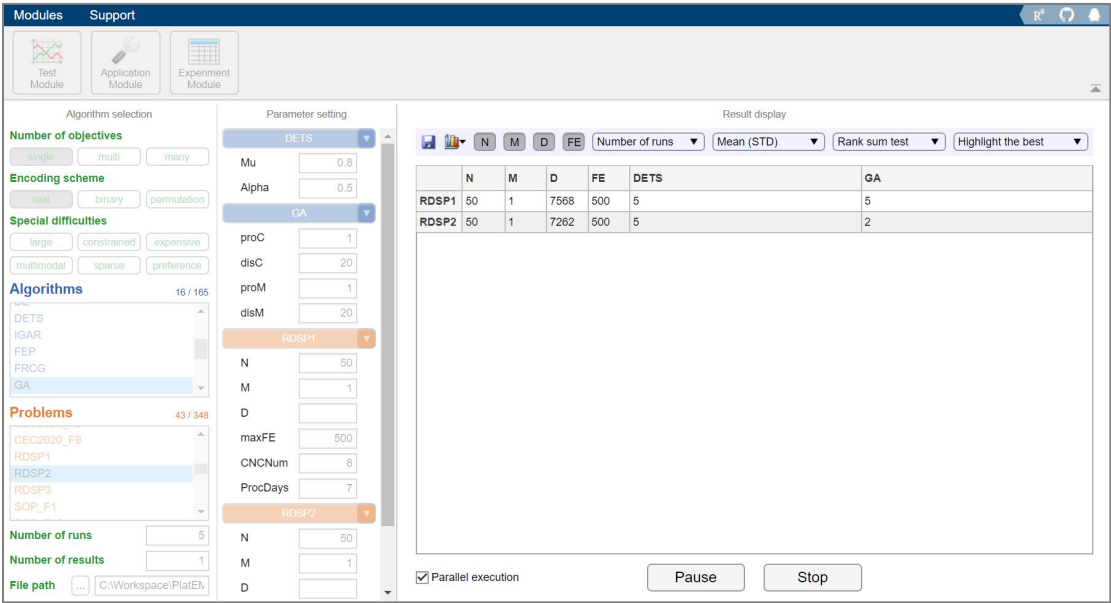


图 4-6 算法运行中

4.5 查看结果

运行结束后，页面右侧的“Result selection”模块将会展示此次运行的结果。您可以按图 4-7 的方法切换所展示的数据源。图 4-8 和图 4-9 分别展示了数据源为“runtime”和“Minimum value”时的情况。

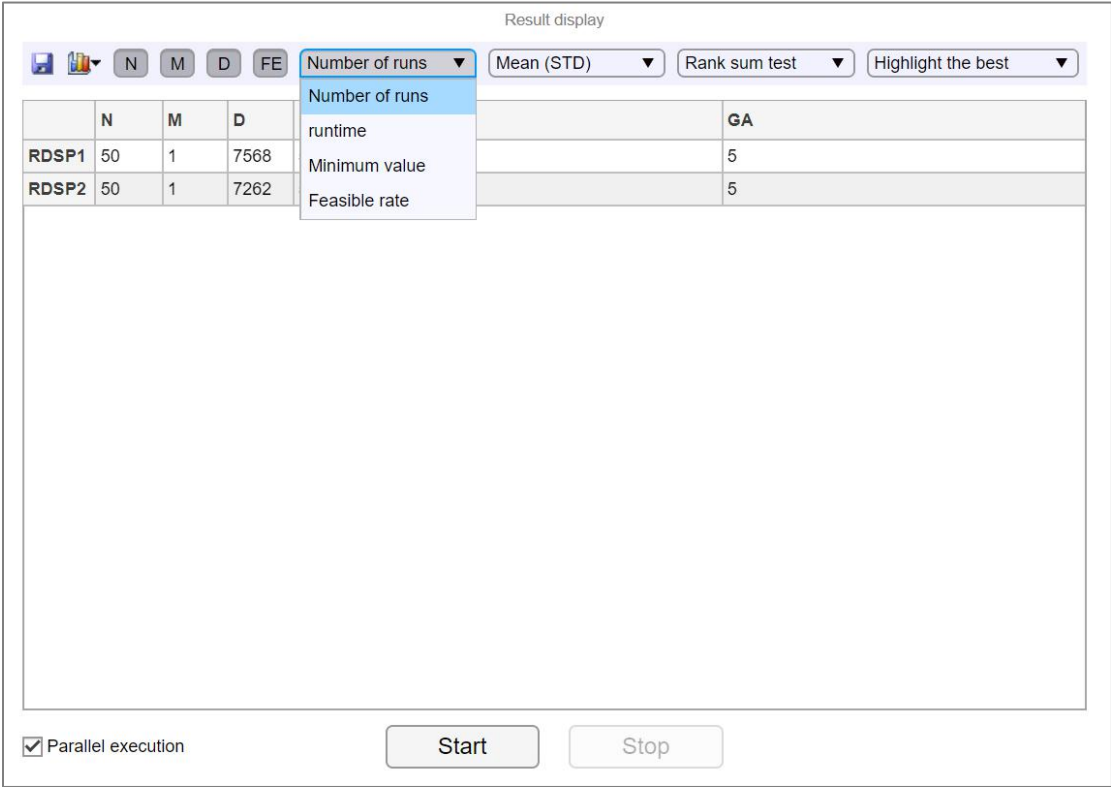




图 4-7 运行结果

Result display



N

M

D

FE

runtime

Mean (STD)



Rank sum test

Highlight the best

	N	M	D	FE	DETS	GA
RDSP1	50	1	7568	500	6.5803e+1 (1.07e+1) -	4.2998e+1 (6.40e+0)
RDSP2	50	1	7262	500	5.1635e+1 (7.02e+0) =	4.0641e+1 (5.84e+0)
+/-/=					0/1/1	

图 4-8 数据源切换为“runtime”

Result display



N

M

D

FE

Minimum value

Mean (STD)

Rank sum test



Highlight the best

	N	M	D	FE	DETS	GA
RDSP1	50	1	7568	500	3.2413e-2 (7.91e-5) +	5.8776e-1 (1.12e-3)
RDSP2	50	1	7262	500	2.9122e-1 (0.00e+0) +	6.1116e-1 (2.26e-3)
+/-/=					2/0/0	

图 4-9 数据源切换为“Minimum value”

如图 4-9 所示，当数据源切换为“Minimum value”时，表中将展示 *loss* 的均值及其标准差。您还可以修改数据的展示形式，如图 4-10、4-11 和 4-12 所示。

Result display



N

M

D

FE

Minimum value

Mean (STD)

Mean

Mean (STD)

Median

Median (IQR)



Rank sum test

Highlight the best

	N	M	D	FE	DETS	GA
RDSP1	50	1	7568	500	3.2413e-2 (7.91e-5) +	5.8776e-1 (1.12e-3)
RDSP2	50	1	7262	500	2.9122e-1 (0.00e+0) +	6.1116e-1 (2.26e-3)
+/-/=					2/0/0	

图 4-10 修改数据的展示形式

Result display



N

M

D

FE

Minimum value

Mean (STD)

Rank sum test

none

Signed rank test

Rank sum test



Friedman test

Highlight the best

	N	M	D	FE	DETS	GA
RDSP1	50	1	7568	500	3.2413e-2 (7.91e-5) +	5.8776e-1 (1.12e-3)
RDSP2	50	1	7262	500	2.9122e-1 (0.00e+0) +	6.1116e-1 (2.26e-3)
+/-/=					2/0/0	

图 4-11 修改数据的展示形式

Result display



N

M

D

FE

Minimum value

Mean (STD)

Rank sum test

Highlight the best

none

Highlight the best

Highlight all the bests

	N	M	D	FE	DETS	GA
RDSP1	50	1	7568	500	3.2413e-2 (7.91e-5) +	5.8776e-1 (1.12e-3)
RDSP2	50	1	7262	500	2.9122e-1 (0.00e+0) +	6.1116e-1 (2.26e-3)
+/-/=					2/0/0	

图 4-12 修改数据的展示形式

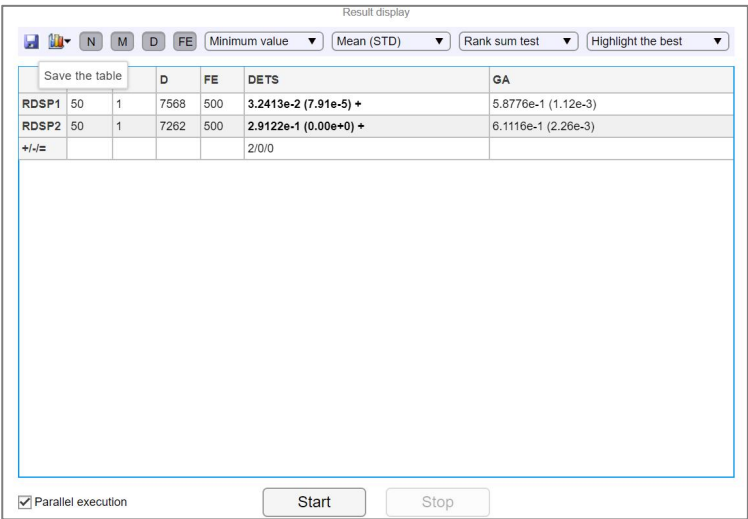


图 4-13 保存数据

您还可以通过点击“Result selection”模块左上角的保存按钮来保存数据表格。点击后，表中的数据将会以“xlsx”的格式被保存到您指定的位置。

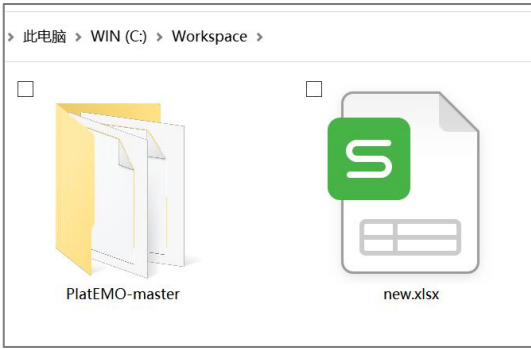


图 4-14 另存为 xlsx 文件

在上述例子中，生成的表格文件包含以下内容：

	A	B	C	D	E	F	G
1	Problem	N	M	D	FE	DETS	GA
2	RDSP1	50	1	7568	500	3.2413e-2 (7.91e-5) +	5.8776e-1 (1.12e-3)
3	RDSP2	50	1	7262	500	2.9122e-1 (0.00e+0) +	6.1116e-1 (2.26e-3)
4	+/-/=					2/0/0	
5							

图 4-15 xlsx 数据表格