

[www.njtf.cn](http://www.njtf.cn)



# NAVCA与CAESES耦合船型优化

汇报人：刘志坚

时间：2018.09.07

# 目录

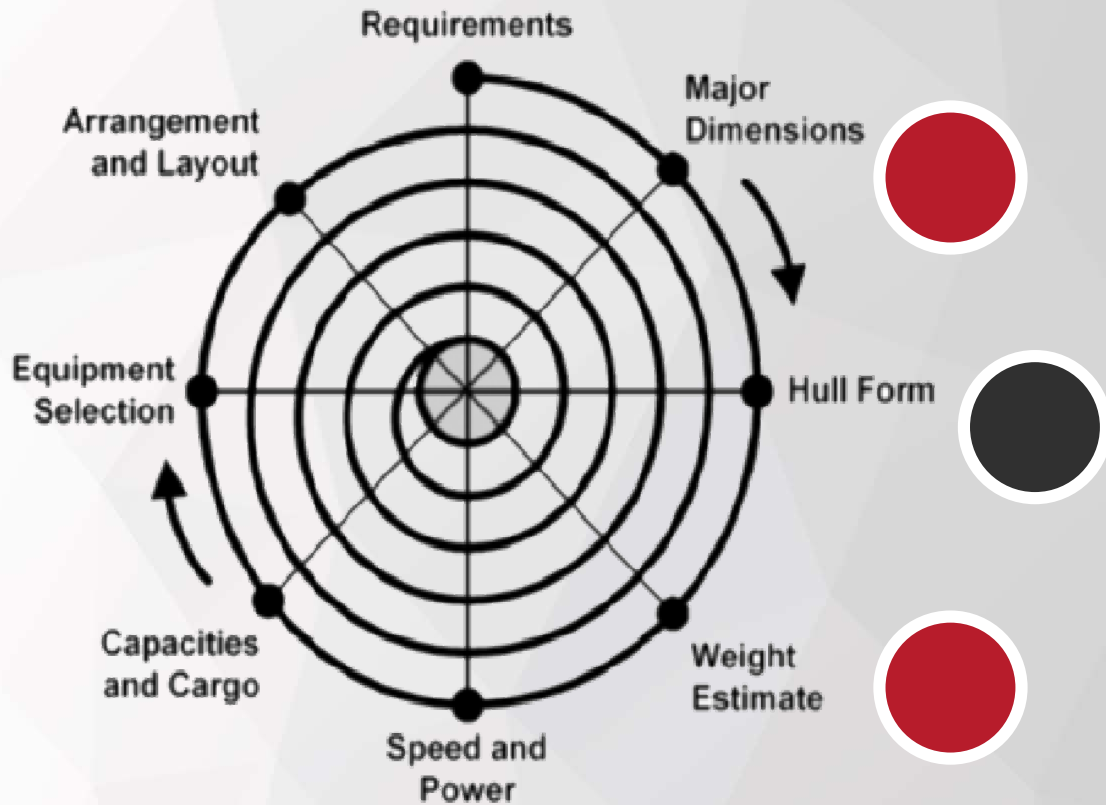
# CONTENT

- 一. NAVCAD与CAESES耦合的意义
- 二. NAVCAD与CAESES耦合方法
- 三. 耦合案例应用
- 四. 后续规划



# 一. NAVCAD与CAESES耦合的意义

# 螺旋式设计递进



## 设计模型复杂度由低到高

随着设计的不断递进，设计表述参数从粗糙到精细，例如前期初定L/B, T/D范围等，到后期局部线型的微调

## 计算量从低到高

设计逐步深化，计算量相应提高，设计成本对应增加。

## 精度从低到高

计算时间增加，设计代价增加，计算精度不断提高

# 船型优化

## 2D-Immersed volume 浸没体积

Sectional area curve

↑  
NAVCAD (2D)  
NAVCAADVMD

## 1D-Parametric 特征参数

重要的表征参数, 例如  
L/B, CP, bulb参数等等

?

船型优化

CAESES

## 3D-CFD Immersed surface 船体表面

完整的表征整个船体表面形状

↑  
SHIPFLOW, STAR  
CCM+, FLUENT, NUMECA

NAVCAD与CAESES耦合

在设计前期, 进行快速预估与特征参数的优化。

# NAVCAD作为求解器耦合CAESES

## NAVCAD求解器 (1D,2D)

### 计算迅速

计算速度快，单位案例计算耗时短，短时间内可以进行大量计算

### 设计前期

经验公式和理论方法计算，适合前期设计阶段

### 适用范围

适用的船型范围广，从大型商船到小型快速艇，从低fn数到高fn数都适用

## CFD求解器 (3D)

### 计算耗时

计算量大，占用资源，单位案例计算时间长，

### 设计中后期

计算精度高，进行全模拟，对标试验数据

### 适用范围

常规船型适用度较高，某些船型模拟结果精度不足。例如高速艇，滑行艇等等。

根据**设计需求**  
与**设计阶段**选  
择求解器



## 二. NAVCAD与CAESES耦合方法

# NAVCAD与CAESES连接

NavCad  
CAESES

1

## NavCad scripting功能

NavCad premium可以实现外部软件将NavCad作为求解器的并后台计算的功能

2

## 连接CAESES

使用CAESES software connector功能实现调用NavCad, 并返回结果

3

## 注意点

实际连接中注意点

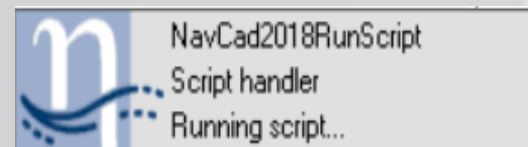
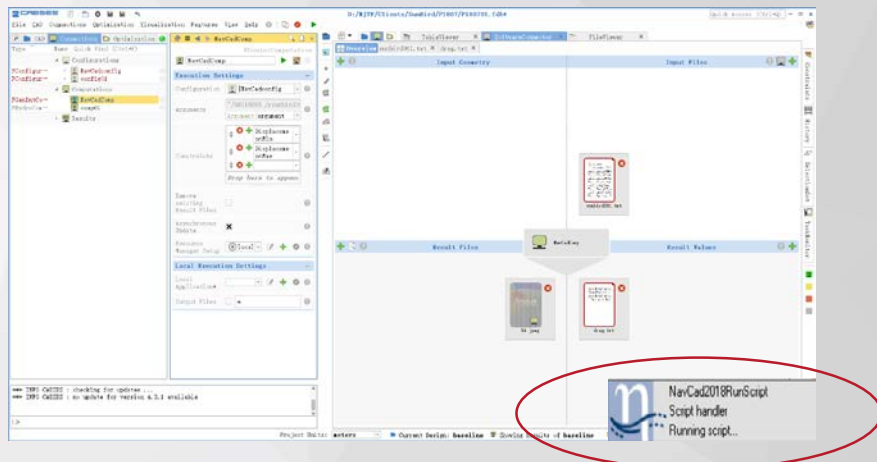


# 1 NavCad scripting功能

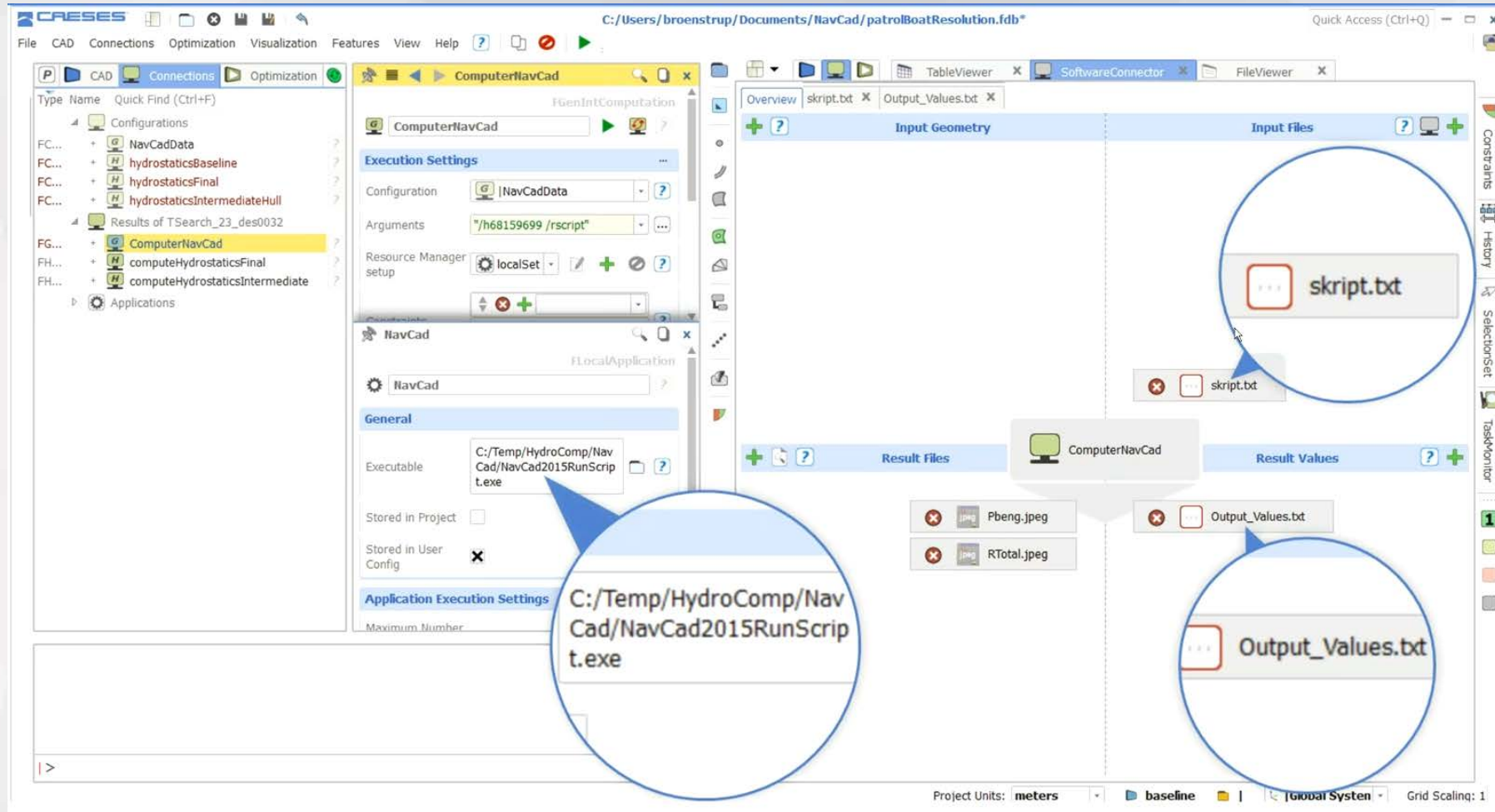
NavCad premium中的scripting功能，可以使用第三方软件调用NavCad，进行批量的后台计算。



第三方在后台调用NavCad时，会在窗口右下端显示提示信息。



## 2 CAESES Software Connector 连接 NavCad



### 3 CAESES连接NavCad过程中注意点

使用CAESES, 调用NavCad之前, 运行自定义.bat文件

01

NavCad2018RunScript.exe在批处理文件时会生成一个id码

02

使用生成id码在CAESES后台调用NavCad, 命令为/hxxxx格式, 在arguments里面设置

03

注意CAESES中与windows环境路径的不同 “\” , “/”

04

路径使用相对路径, 避免每次计算覆盖原来计算结果

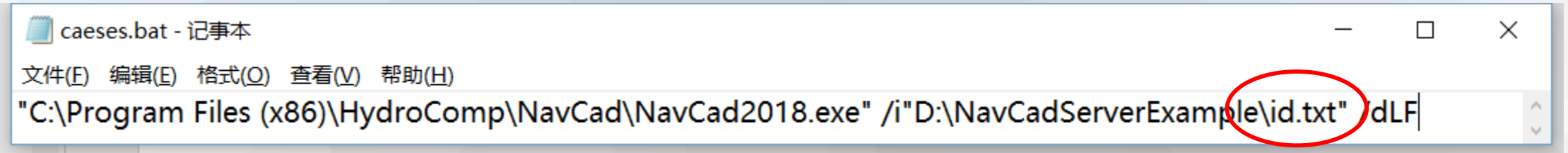
05

Application设置  
Maximum Number of Running Instance为1, 避免占用过多license

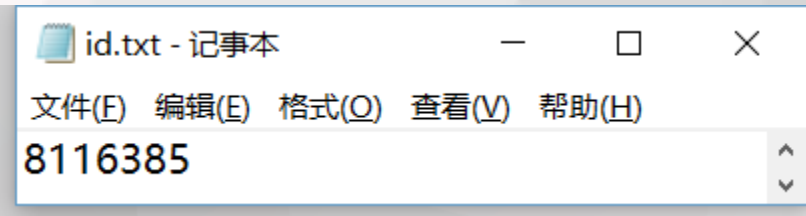
06

### 3 CAESES连接NavCad过程中注意点

- 使用CAESES, 调用NavCad之前, 运行自定义.bat文件 目的是生成批处理id

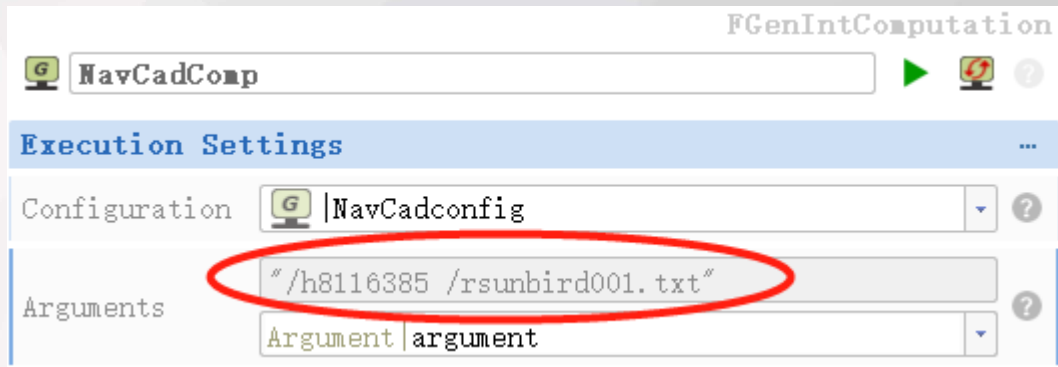


```
"C:\Program Files (x86)\HydroComp\NavCad\NavCad2018.exe" /i"D:\NavCadServerExample\id.txt" dLF
```



```
8116385
```

- 使用生成id码在CAESES后台调用NavCad, 命令为/hxxxx格式, 在arguments里面设置



```
NavCadComp
```

Execution Settings

Configuration |NavCadconfig

Arguments  
"/h8116385 /rsunbird001.txt"

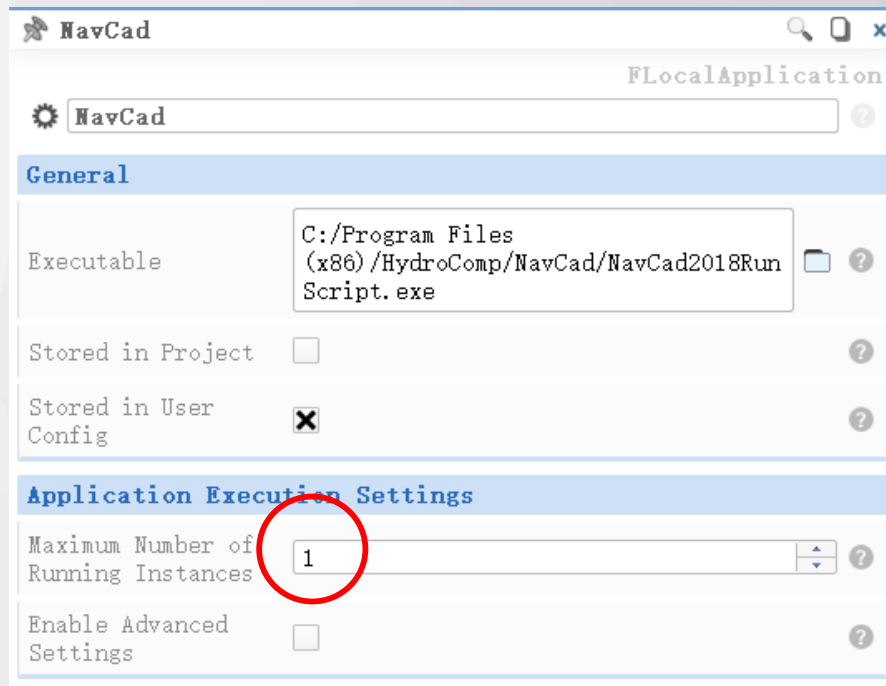
Argument |argument

### 3 CAESES连接NavCad过程中注意点

- 注意CAESES中与windows环境路径的不同 “\”， “/”， 相互转换



- Application设置Maximum Number of Running Instance为1， 避免占用过多license





### 三. NAVCAD与CAESES耦合案例

# 案例-某小型快速艇优化

## 某小型快速艇优化

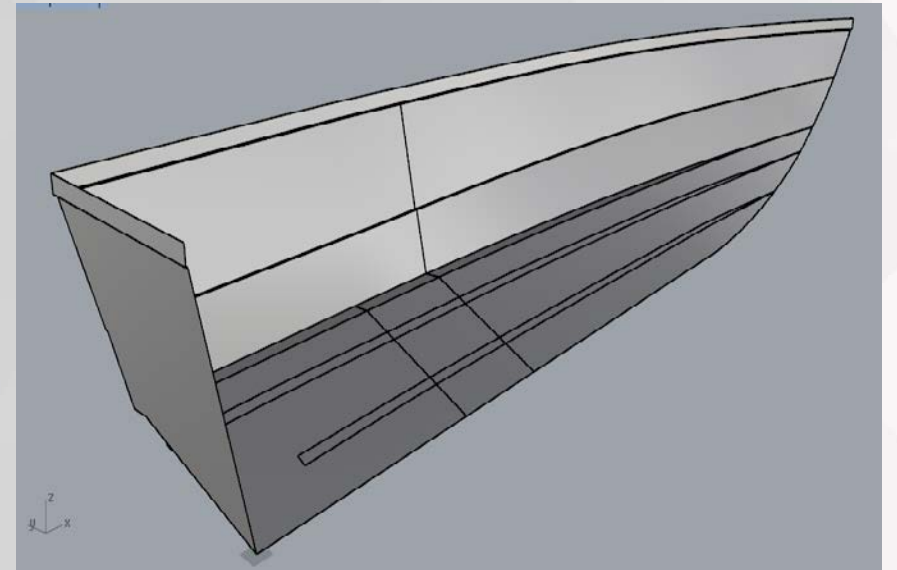
根据客户提供现有母型船线型，通过变形，找到合适主尺度组合，优化目标为使设计船型在对应航速下阻力最小。

### 母型船参数如下：

总长	约10m
型宽	3.2m
型深	1.5m
吃水	0.58m
排水量	6.0t
主机	~~~

### 设计目标

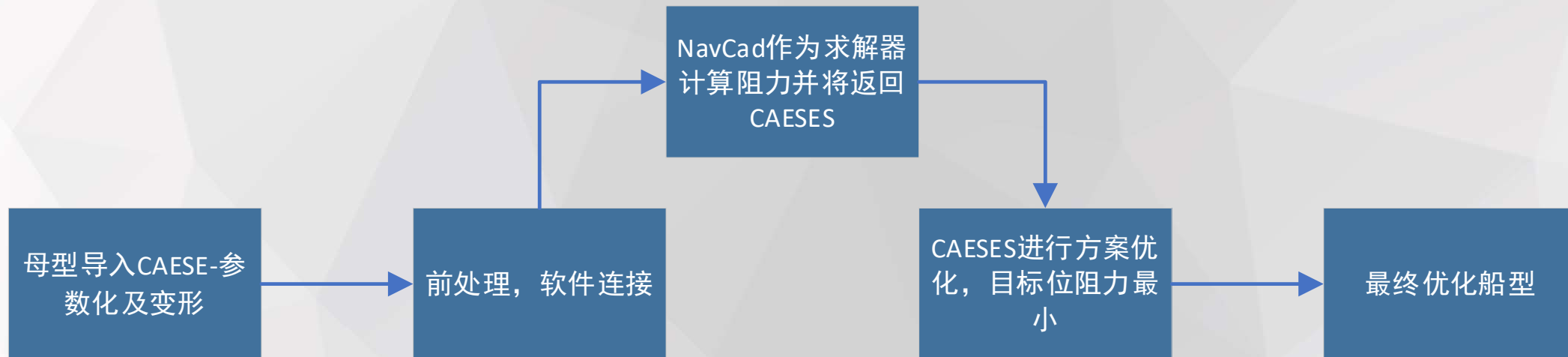
总长	11m-13m
型宽	3.0m~3.4m
型深	1.6m-1.7m
吃水	不大于0.8m
排水量	6.5-7吨
设计航速	45节
沿海航区	



# 案例-某小型快速艇优化

## 实现手段

- 使用HydroComp公司NavCad进行具体阻力，（推进）参数的计算
- 使用CAESES进行变形与优化，寻找对应航速下最小阻力的主尺度





# 案例-某小型快速艇优化



## 导入母型船几何

将母型船几何导入CAESES之中，进行半参数化变形

## 控制参数选取

选择船长，船宽，型深，吃水，以及艏部宽度变化为控制参数

## 耦合NavCad计算

CAESES-Software Connector耦合NavCad进行计算，并返回结果

## 敏感度分析

使用sobol试验取样法进行各参数的敏感度分析

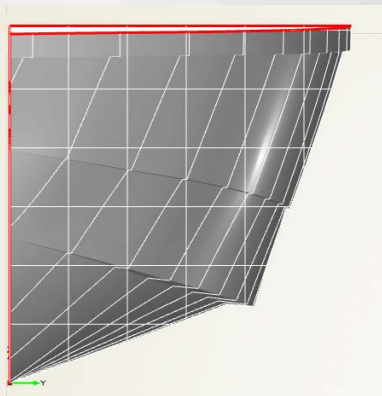
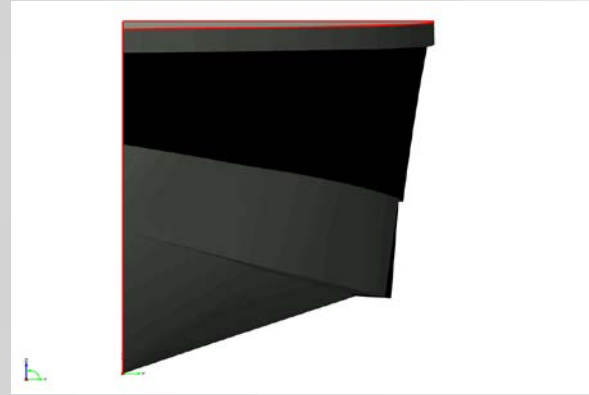
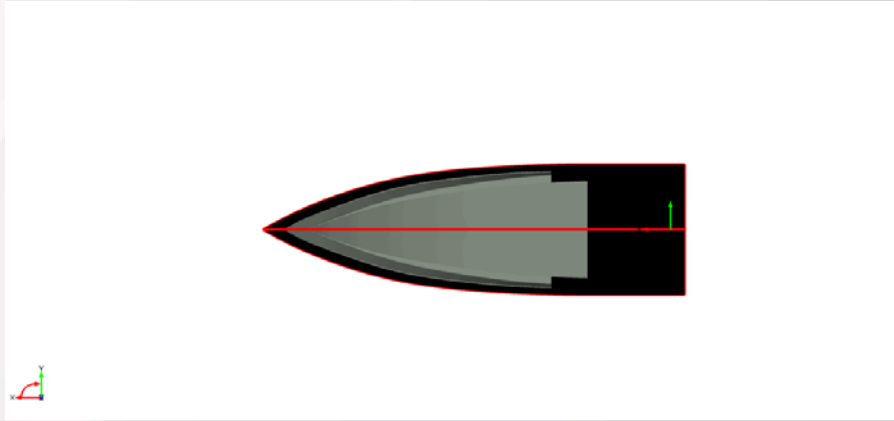
## 结果优化

全局搜索后，选取优秀结果为进一步优化基础，使用优化T-Search算法进行进一步的优化

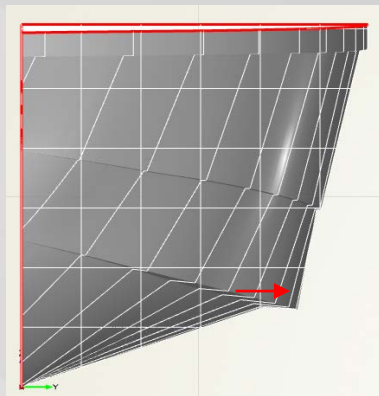
# 案例-某小型快速艇优化

## 控制参数选取

- 除了选择船长, 船宽, 型深, 吃水等设计指标为控制参数外, 加入舳部宽度变化变形控制



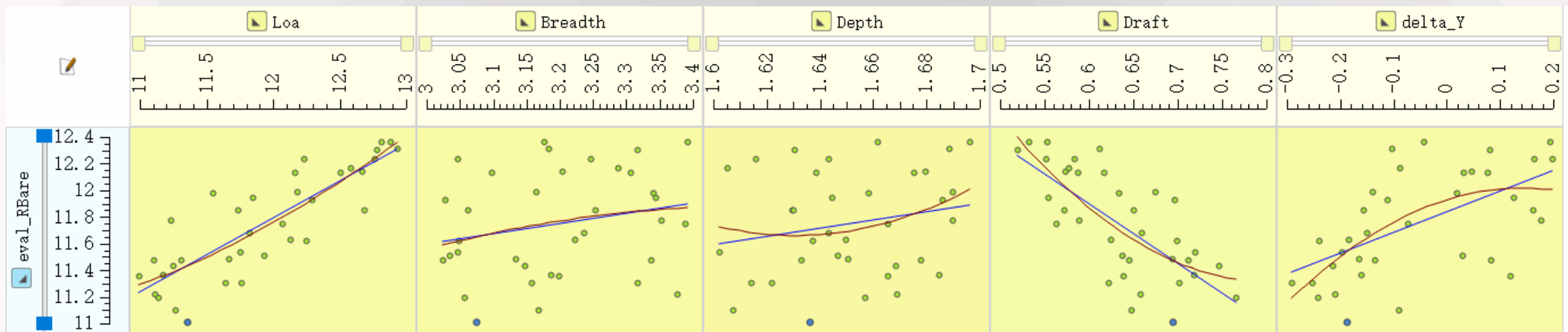
Delta\_Y



# 案例-某小型快速艇优化

## 参数初步敏感度分析

- 除了选择船长，船宽，型深，吃水等设计指标为控制参数外，加入舳部宽度变化变形控制



# 案例-某小型快速艇优化

## 结果优化

- 在sobol全局搜索后，选取优秀结果，在该结果基础上使用T-Search算法进行进一步的优化。
- 优化过程中将排水量的取值范围作为限制条件，加入计算之中，保证优化结果排水量在6.5吨~7吨。

	Loa	Breadth	Depth	Draft	delta_Y	eval_RBare	DisplacementMin	DisplacementMax
TSearch_02_des0022	9.71	2.58	1.3425	0.54881109	-0.01	8.12	4.7004676	4.7004676
TSearch_02_des0021	9.71	2.58	1.3575	0.55118891	-0.01	8.13	4.7005206	4.7005206
TSearch_02_des0020	9.71	2.5725	1.35	0.5509843	-0.01	8.12	4.700492	4.700492
TSearch_02_des0019	9.71	2.5875	1.35	0.5490157	-0.01	8.13	4.7004004	4.7004004
TSearch_02_des0018	9.71	2.58	1.35	0.55127837	-0.02125	8.12	4.7004938	4.7004938
TSearch_02_des0017	9.71	2.58	1.35	0.54872163	0.00125	8.13	4.7003628	4.7003628
TSearch_02_des0016	9.69125	2.58	1.35	0.55052123	-0.01	8.12	4.6986782	4.6986782
TSearch_02_des0015	9.72875	2.58	1.35	0.54947877	-0.01	8.13	4.702262	4.702262
TSearch_02_des0014	9.71	2.58	1.35	0.55	-0.04	8.05	4.653	4.653
TSearch_02_des0013	9.71	2.58	1.35	0.535	-0.01	7.93	4.4915502	4.4915502
TSearch_02_des0012	9.71	2.58	1.3575	0.55	-0.01	8.12	4.6839232	4.6839232
TSearch_02_des0011	9.71	2.56	1.35	0.55	-0.01	8.07	4.6639227	4.6639227
TSearch_02_des0010	9.66	2.56	1.35	0.535	-0.04	7.78	4.3881461	4.3881461
TSearch_02_des0009	9.66	2.56	1.35	0.535	0.02	7.92	4.4790362	4.4790362
TSearch_02_des0008	9.66	2.56	1.35	0.535	-0.01	7.85	4.4336649	4.4336649
TSearch_02_des0007	9.66	2.56	1.35	0.535	-0.01	8.24	4.8513104	4.8513104
TSearch_02_des0006	9.66	2.56	1.33	0.55	-0.01	8.06	4.6837804	4.6837804
TSearch_02_des0005	9.66	2.56	1.37	0.55	-0.01	8.51	4.5964394	4.5964394
TSearch_02_des0004	9.66	2.56	1.35	0.55	-0.01	8.04	4.6399063	4.6399063
TSearch_02_des0003	9.66	2.6	1.35	0.55	-0.01	8.14	4.7126509	4.7126509
TSearch_02_des0002	9.66	2.58	1.35	0.55	-0.01	8.09	4.6762786	4.6762786
TSearch_02_des0001	9.76	2.58	1.35	0.55	-0.01	8.16	4.724688	4.724688
TSearch_02_des0000	9.71	2.58	1.35	0.55	-0.01	8.12	4.7004833	4.7004833

优化解



## 案例-某小型快速艇优化

### 总结

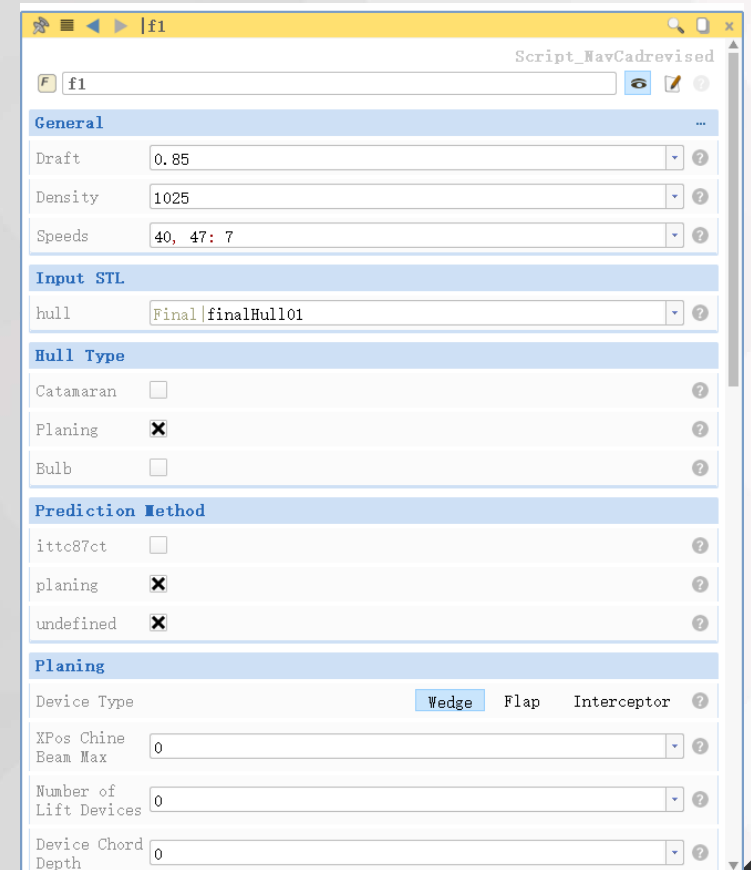
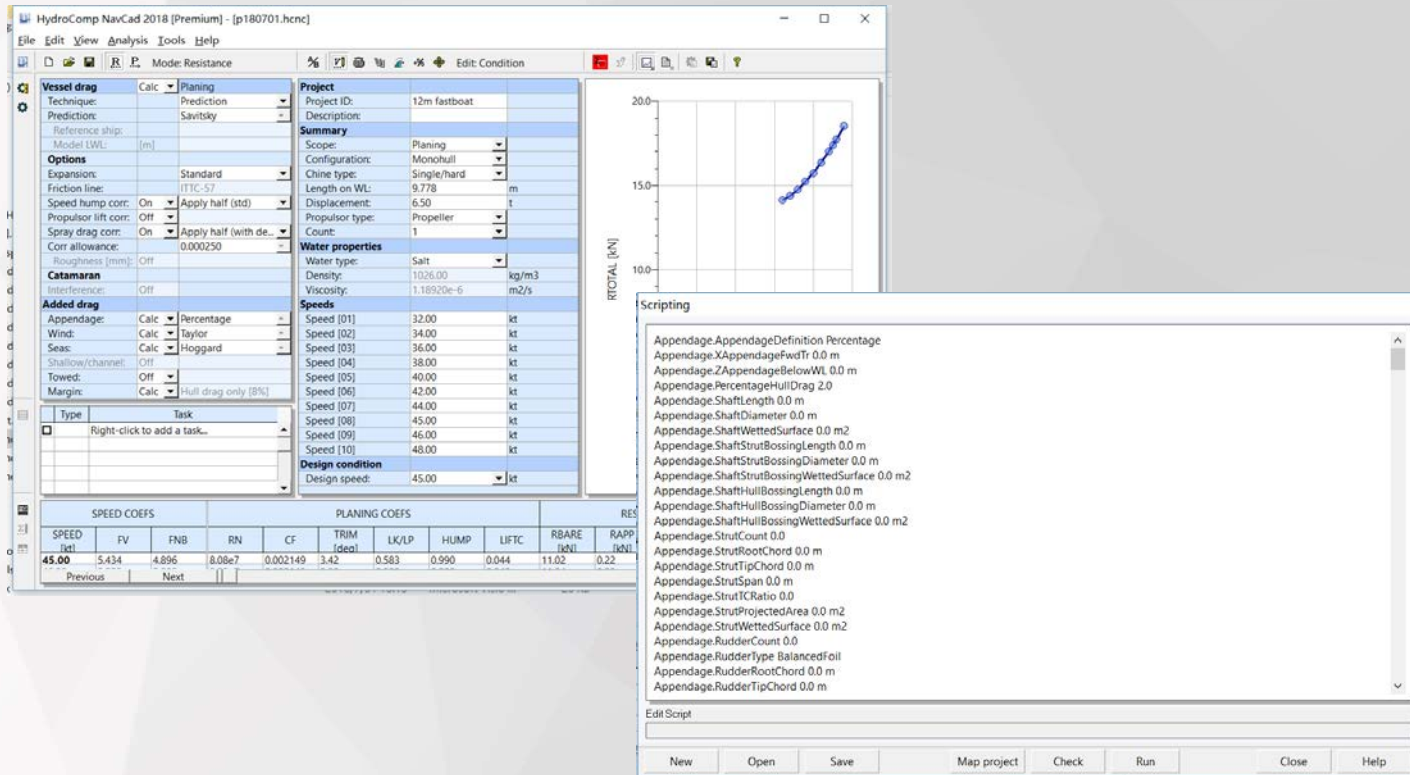
使用CAESES与NavCad组合可以实现在极短的时间内完成快速艇阻力优化工作，以上述案例为例，每个方案分别进行了400+船型主尺度的探索，而使用NavCad快速计算每个方案只需要花费数秒即可完成，400+种方案计算时间不超过一个小时。



## 四. 后续规划

# 在CAESES NavCad scripts feature的开发

- 前例需要先在NavCad中首先建立一个模型数据库，读取相应语句（script）
- 目前正在开发用于NavCad script的feature，未来可以直接通过控制面板直接输入相应参数，不需要单独建立NavCad数据库。



## 在PropElements 与CAESES耦合的开发

PropElements是用于螺旋桨精细化设计和分析的专用软件，对螺旋桨设计专家来说是一个必备的工具。

PropElements通过独特的涡格升力线方法进行螺旋桨设计分析，与简单的学术上的升力线方法不同，PropElements融合了HydroComp公司内部研发的解决方案和经验，可向用户提供一种全粘流、全尺度的设计分析方法。大量的实验数据对比显示，PropElements拥有可靠的计算精度。

PropElements可以进行螺旋桨耦合分析，得到KTKQ曲线，是非常优秀的CFD前处理求解器。

PropElements2018版本支持scripting功能，可以实现批量处理计算。





# Thanks

# 谢谢



南京天沏软件有限公司

Nanjing Tianfu Software Co.,Ltd

Tel: 025-57928188 E-mail: [info@njtf.cn](mailto:info@njtf.cn) Web: [www.njtf.cn](http://www.njtf.cn)