

www.njtf.cn



天湫
Tianfu

PropElement&PropCAD 在船舶及螺旋桨设计中的 应用

汇报人：刘志坚

时间：2019.06.14

目录 CONTENT

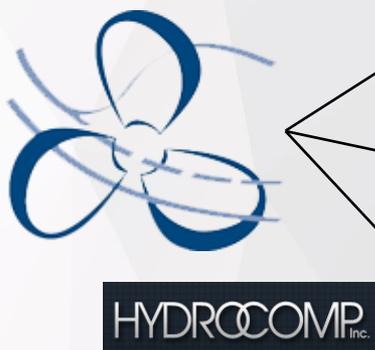
- 一. 软件介绍及相互关系
- 二. PropElements应用
- 三. PropCad应用
- 四. HydroComp软件工作流程案例



一.软件介绍及相互关系

HydroComp软件介绍

HydroComp公司的产品线包括NavCad, PropCad, PropElements, 形成了全套的针对船舶阻力与推进系统的解决方案。



NavCad



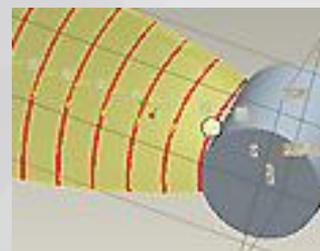
船舶阻力与
推进计算

prop
elements



螺旋桨精细化
设计和分析

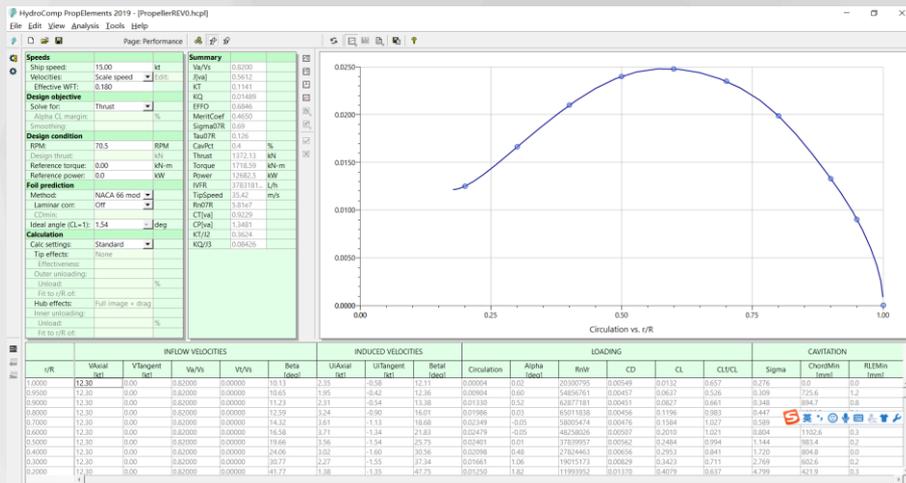
PropCad



设计和生产
螺旋桨的
CAD软件

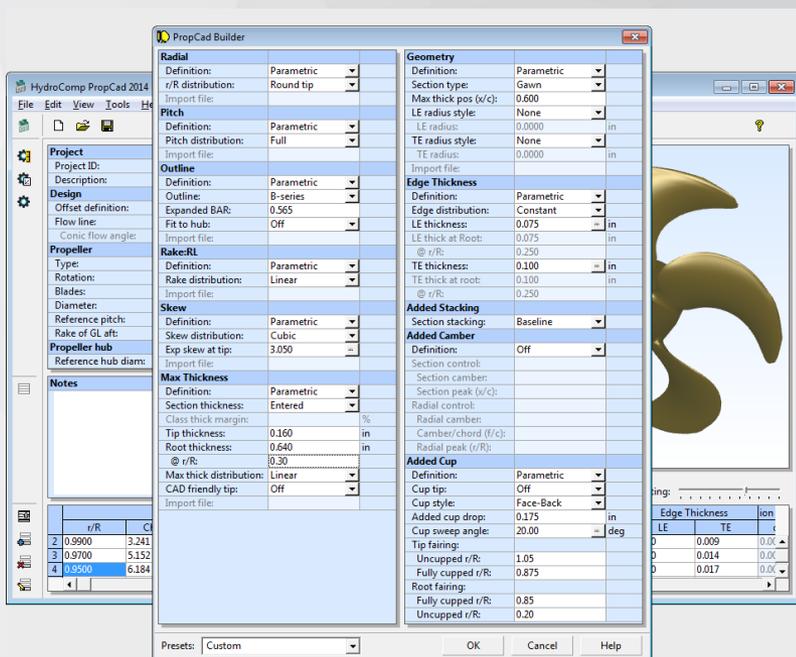
PropElements介绍

- PropElements是用于螺旋桨精细化设计和分析的专用软件，使用PropElements可以设计出适应船体尾部伴流的螺旋桨。
- 用户可以分析已知几何的螺旋桨，或者经过计算找到最佳的螺距和拱度的分布。
- 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，拥有可靠的计算精度。



PropCad介绍

- PropCad是专门用于设计和生产螺旋桨的CAD软件，具备3D螺旋桨参数化建模、2D出图纸、3D视图和CAD/CAM文件导出的功能。
- 用户可以通过型值offset来创建任何类型的螺旋桨。
- 还可以调用PropCad丰富的设计资料库Builder，在里面可以非常简便地创建B系列、MAU系列、高恩系列、Ka导管等系列桨三维模型。同时软件具备一键出图功能，极大地简化了日常工作流程。



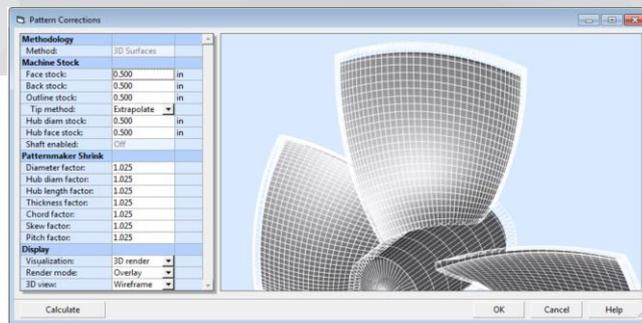
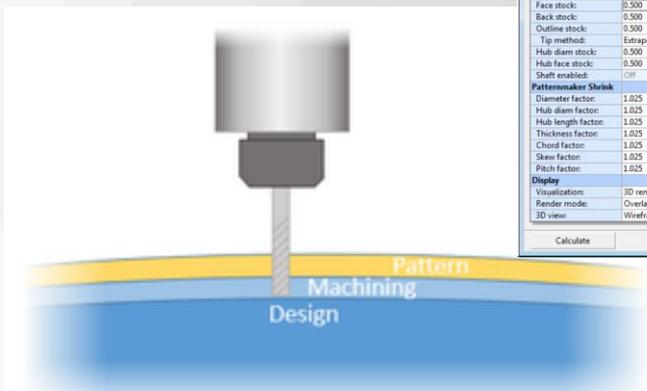
PropCad介绍

- 用户可以对应相关船级社规范，分析设计桨强度与材质。
- 使用PropCad完成螺旋桨设计完成之后，还可以用来生成FEA,CFD或者CAD/CAM模型。

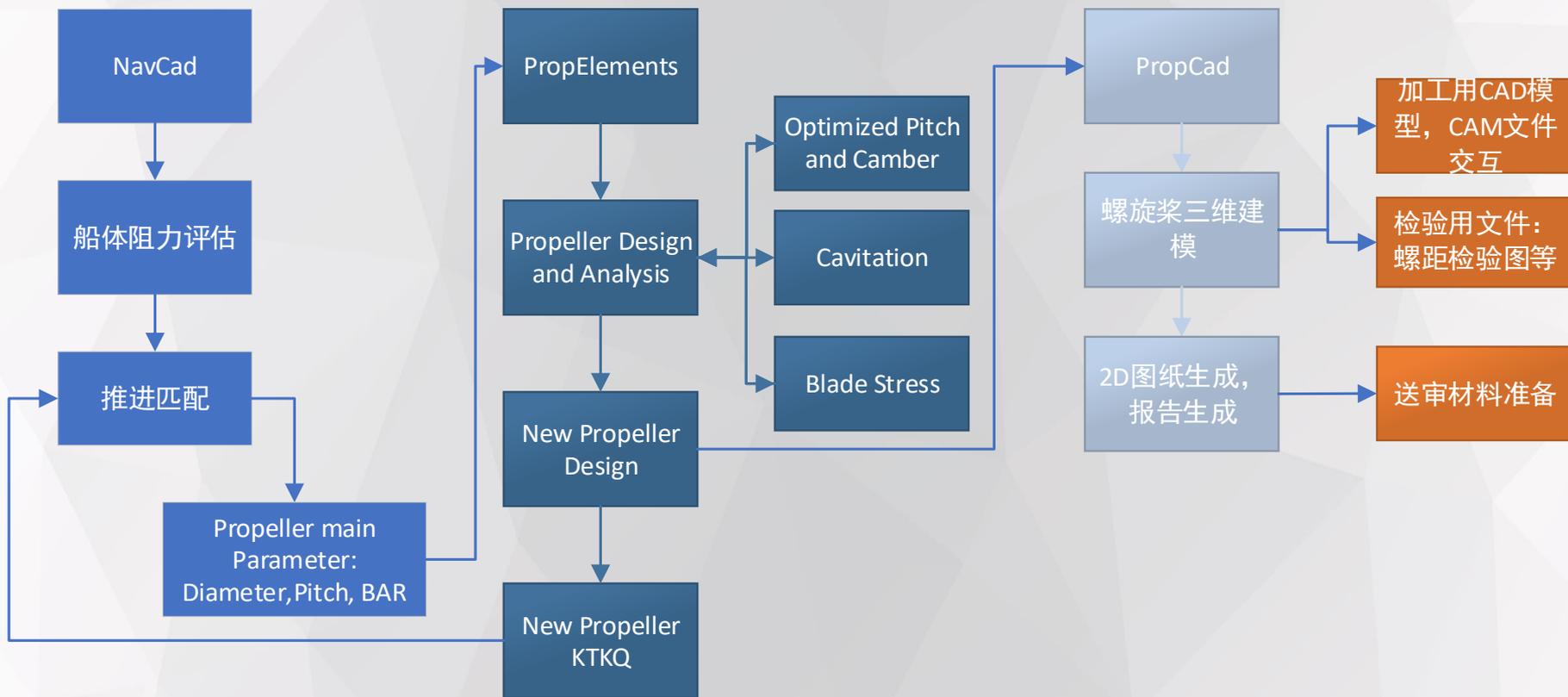
Rhinoceros/Solidworks/Creo and Pro/Engineer

Unigraphics NX/SurfCAM/MasterCAM/DELCAM and PowerShape

- Pattern Correction 用户可以增加螺旋桨铸造，加工过程中相应的余量



HydroComp 产品设计流程



NavCad

prop elements

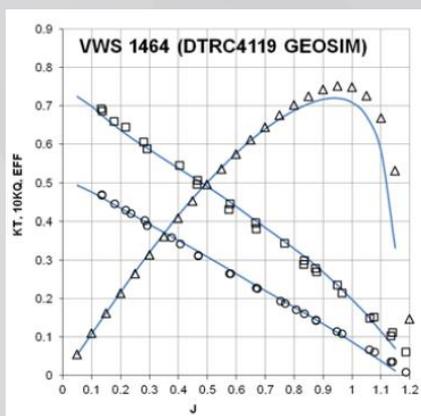
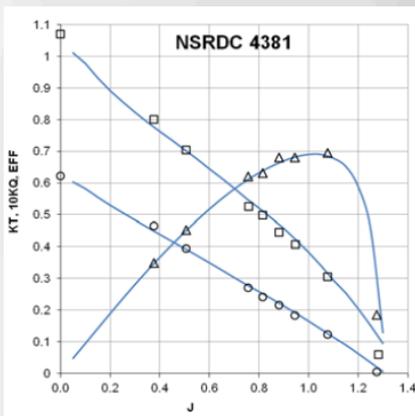
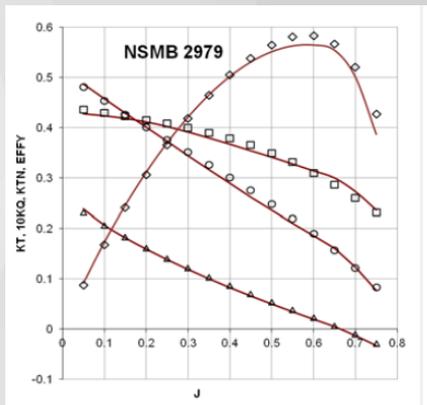
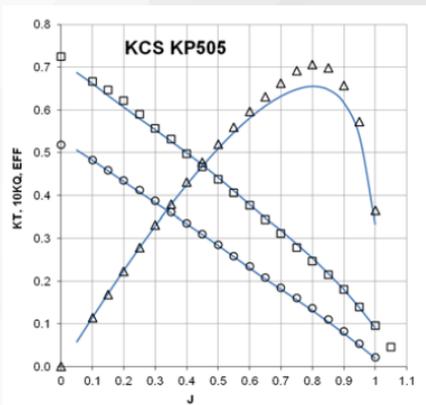
PropCad



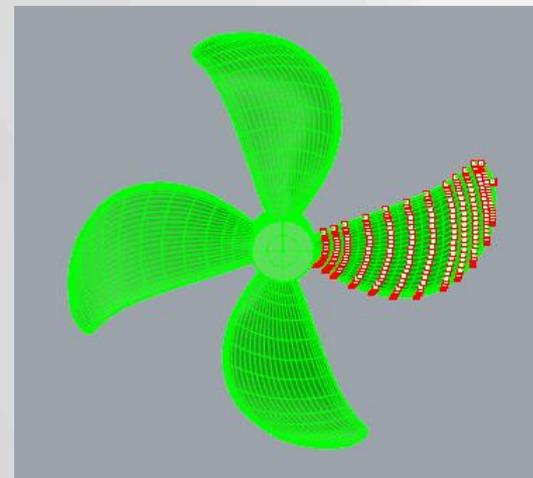
二.PropElements应用

PropElements的计算精度与适用性

PropElements在研发过程中倾注了研发人员大量心血，并对比了大量的桨模数据，而且在实践中不断更新算法，以提高计算精度。



实船验证，天沅优化大赛用桨



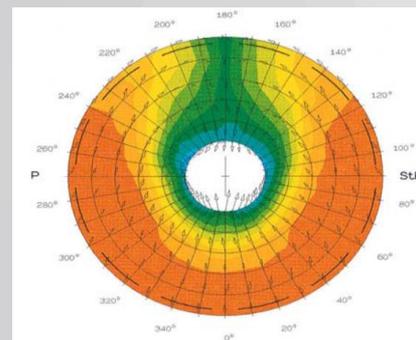
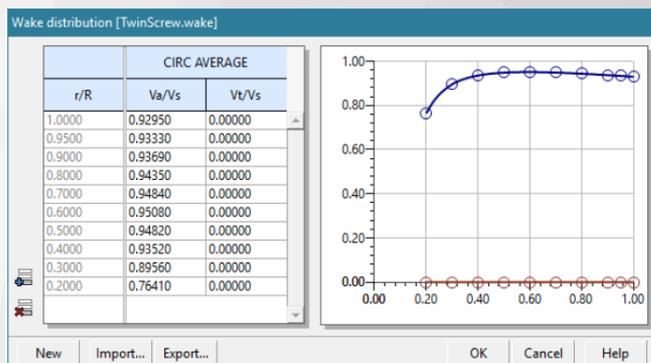
结果如何?

PropElements 适应伴流螺旋桨设计与分析

J	敞水计算结果			PropElements计算结果			误差		
	KT	10KQ	Eta0	KT	10KQ	Eta0	KT	10KQ	Eta0
0.1	0.3063	0.3275	0.148852	0.302	0.3069	0.1566	-1.4%	-6.3%	5.2%
0.15	0.2874	0.3114	0.220333	0.2819	0.2921	0.2304	-1.9%	-6.2%	4.6%
0.2	0.2679	0.2944	0.289658	0.2625	0.2774	0.3013	-2.0%	-5.8%	4.0%
0.25	0.2476	0.2764	0.356429	0.2432	0.2624	0.3687	-1.8%	-5.1%	3.4%
0.3	0.2268	0.2576	0.420377	0.2237	0.2469	0.4325	-1.4%	-4.2%	2.9%
0.35	0.2052	0.2378	0.480677	0.2039	0.2307	0.4925	-0.6%	-3.0%	2.5%
0.4	0.1831	0.2171	0.536919	0.1838	0.2133	0.5483	0.4%	-1.8%	2.1%
0.45	0.1603	0.1955	0.587245	0.163	0.1947	0.5996	1.7%	-0.4%	2.1%
0.5	0.137	0.173	0.63018	0.1419	0.1749	0.6455	3.6%	1.1%	2.4%
0.55	0.113	0.1495	0.661637	0.1214	0.1553	0.6842	7.4%	3.9%	3.4%
0.6	0.0885	0.1252	0.67501	0.1002	0.1339	0.7146	13.2%	6.9%	5.9%
0.65	0.0634	0.0999	0.656534	0.0794	0.1122	0.7321	25.2%	12.3%	11.5%

在设计点附近
模拟计算符合
度比较高

PropElements还能够充分考虑船尾伴流的不均匀性，能够为设计人员提供真正适应伴流的方案，实现螺距和拱度的最优分布。



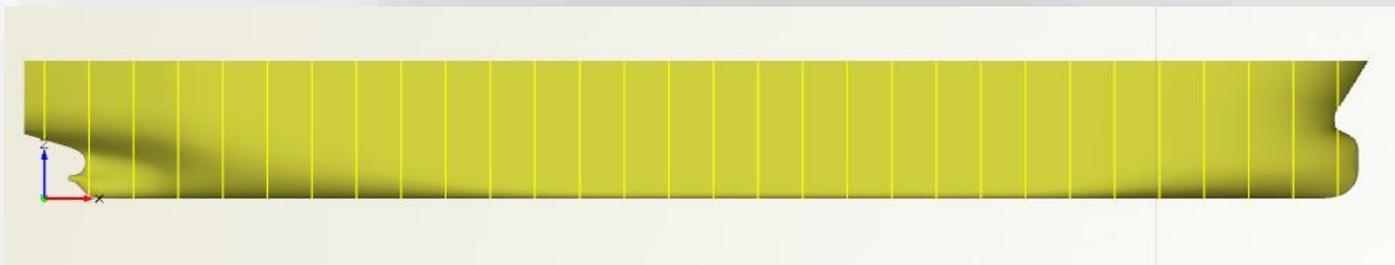
PropElements 适应伴流螺旋桨设计与分析

PropElements 适应伴流螺旋桨设计与分析

案例分析：

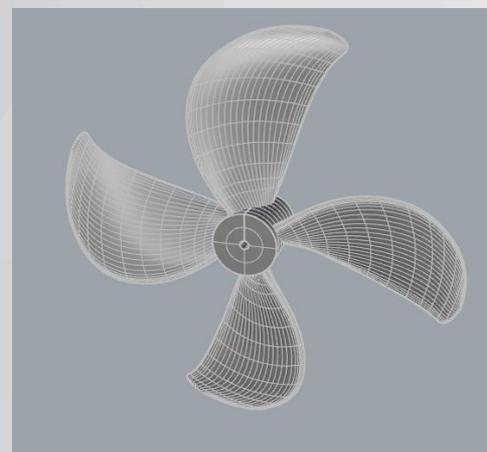
天沅第二届船型优化大赛

优化目标：通过优化船型，使得Pd螺旋桨收到功率最优



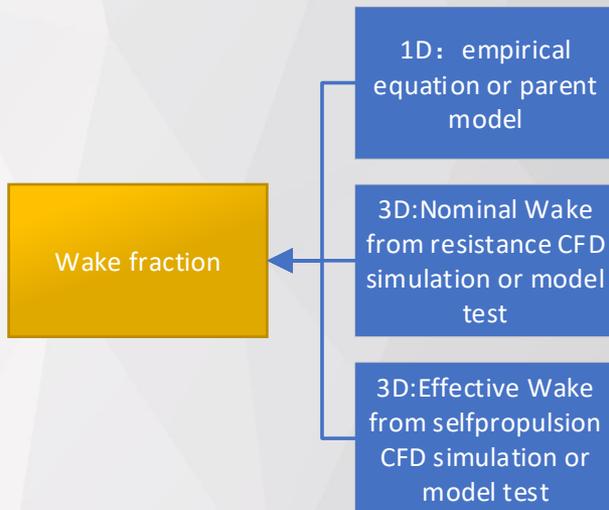
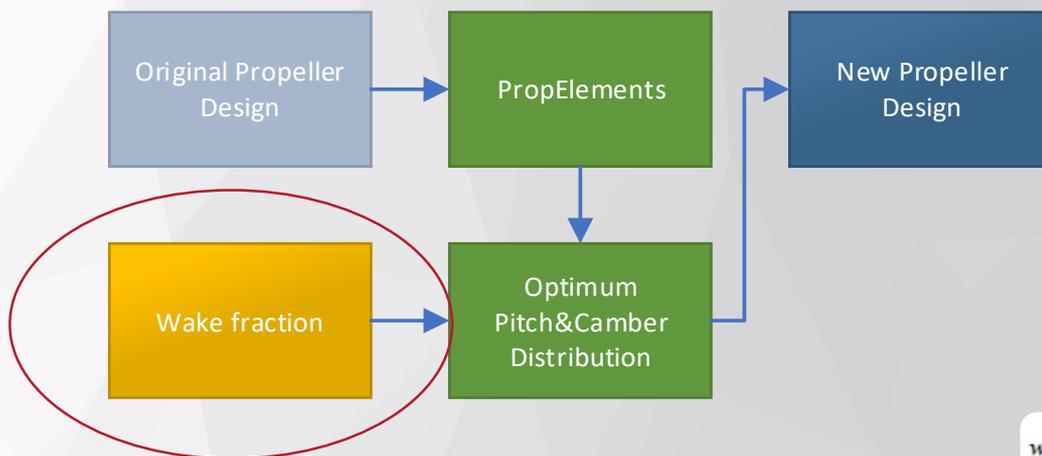
Lpp (m)	314.6
B(m)	52.5
T (m)	18.1
排水体积 (m ³)	253000

螺旋桨直径 (m)	9.6
螺旋桨螺距比 (0.7R)	0.74
螺旋桨盘面比	0.498

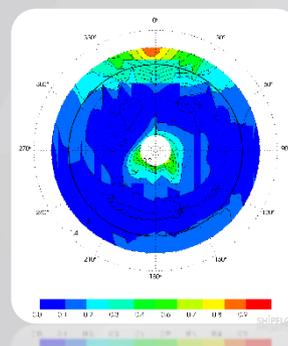


PropElements 适应伴流螺旋桨设计与分析

案例分析：天沭第二届船型优化大赛

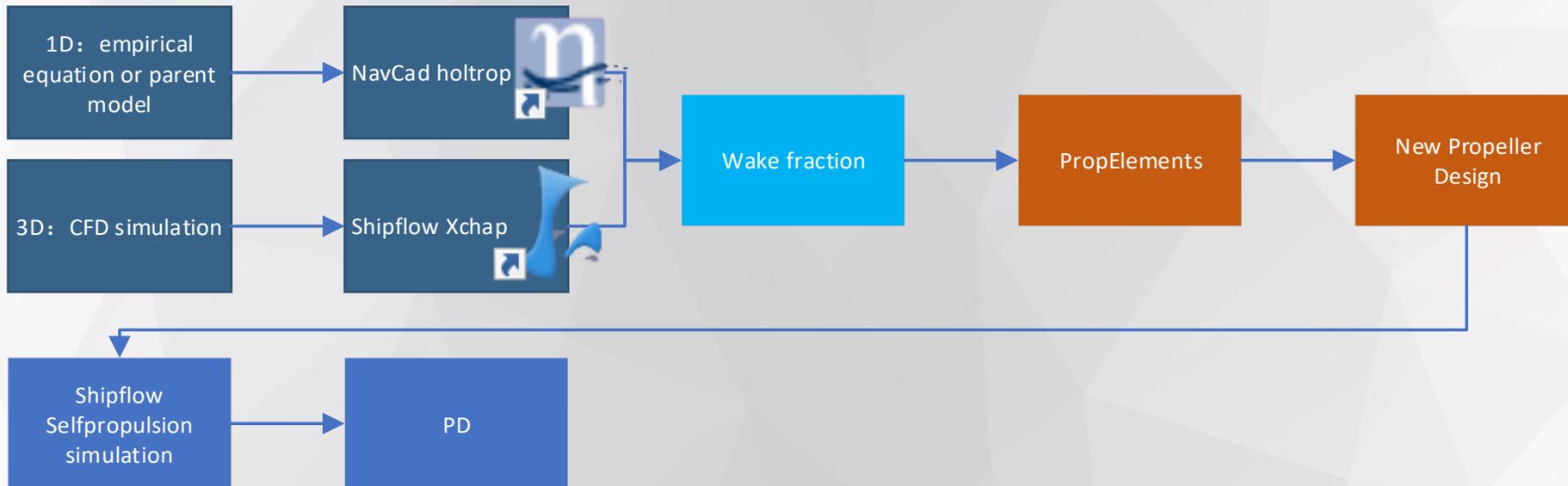


$$w = G C_v \frac{L}{T_A} \left[0.0661875 + 1.21756 C_{t1} \frac{C_v}{1 - C_{p1}} \right] + 0.24558 \sqrt{\frac{B}{L(1 - C_{p1})}} - \frac{0.09726}{0.95 - C_F} + \frac{0.11434}{0.95 - C_B} + 0.75 C_{torn} C_v + 0.002 C_{torn}^2 + 0.32 C_{torn}^3 C_F + 0.003 C_{torn}^4$$



PropElements 适应伴流螺旋桨设计与分析

PropElements wake adapted Propeller Design workflow



Shipflow 自航计算结果对比 (模型尺度)		
螺旋桨设计	Pd (W)	Reduction
初始螺旋桨	14.56	
螺旋桨设计1 (根据经验公式伴流PropElements优化)	14.48	-0.55%
螺旋桨设计2 (根据CFD分析伴流PropElements优化)	14.33	-1.58%

总结:

- 1, PropElements优化后的螺旋桨设计表现好于原始设计
- 2, 伴流描述越接近实际, 设计效果越好



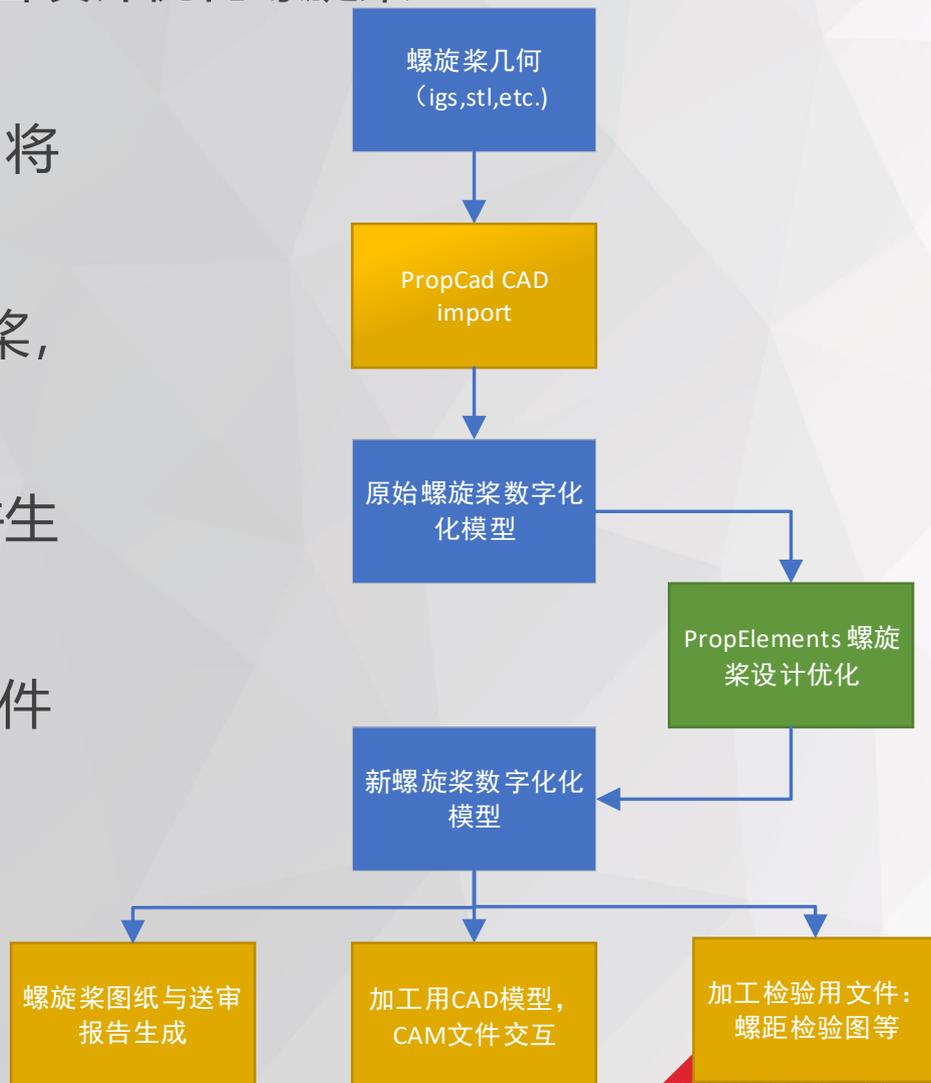
三.PropCad应用

PropCad



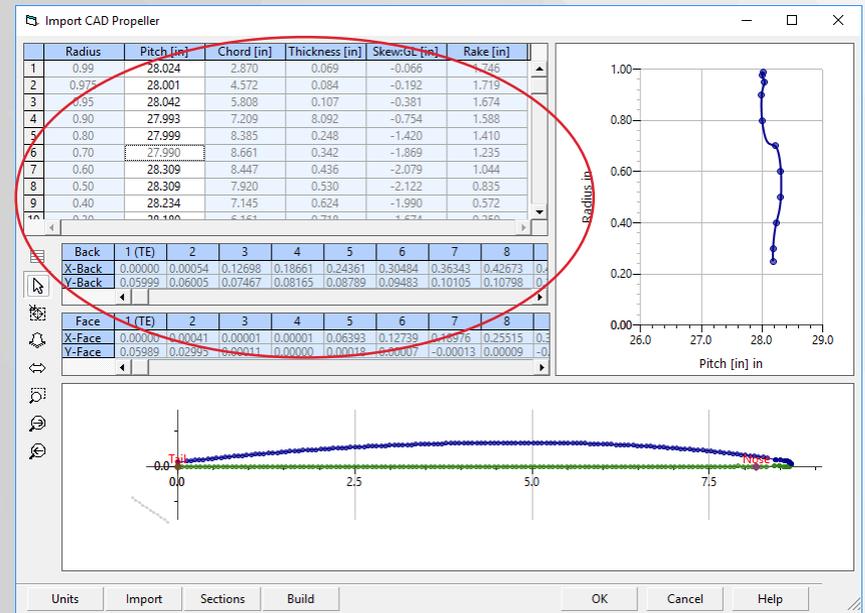
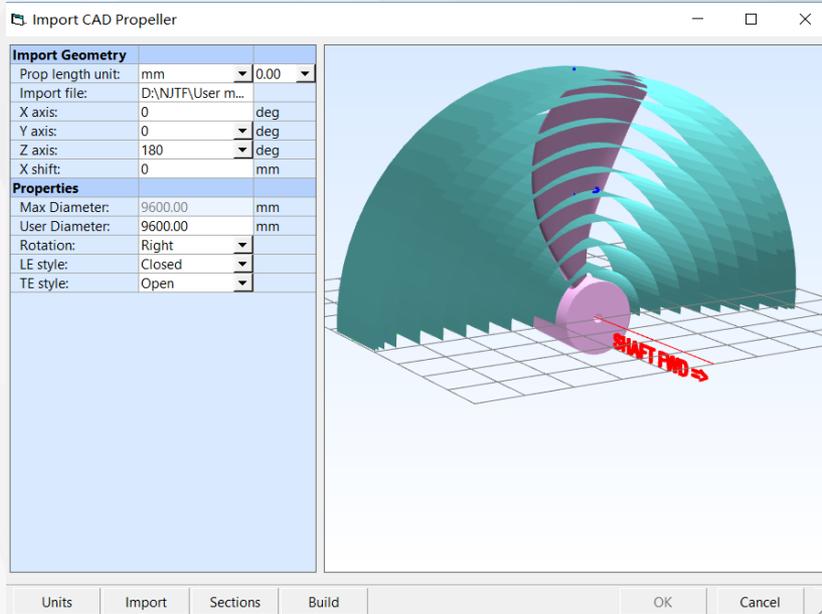
PropCad与PropElements结合设计优化螺旋桨

- ✓ PropCad CAD import功能, 将导入原始螺旋桨几何文件
- ✓ PropElements分析优化螺旋桨, 得到新的螺旋桨参数
- ✓ 修改原始桨PropCad模型, 并生成新的螺旋桨几何
- ✓ 输出功能, 图纸报告等送审文件



PropCad CAD导入功能

PropCad CAD import tools会计算出导入螺旋桨对应半径处section截面形状，及弦长、厚度、螺距、倾斜和纵倾沿径向方向的分布。



PropCad 输出功能

在使用PropElements进行优化后，得到新的螺旋桨设计。

进行输出：

- 螺旋桨图纸，船级社报告等送审文件
- CAD模型输出，可对接CAM程序
- 检验加工相关图纸，Inspection maps

ABS Thickness Calculation

Date: [redacted] Project ID: [redacted]
 File name: [redacted] Description: [redacted]
 Client: [redacted]
 Prepared by: [redacted]

Classification	
Society:	American Bureau of Shipping (ABS)
Reference:	Rules for Building and Classing Steel Vessels 2018
Section:	Part 4, Chapter 3, Section 3 Propellers
Rule:	5.1 - Blade Thickness - Fixed Pitch Propeller

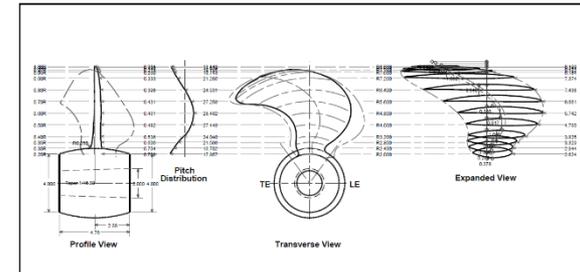
Principal Characteristics		
Propeller type:	Fixed-pitch	Rotation: Right
Blades [N]:	4	Expanded area ratio [a]: 0.6001
Diameter [D]:	9600.00 mm	Rake of GL aft [Phi]: 0.000 iä
Pitch:	7112.64 mm	Tip rake [r]: 0.00 mm
		Skew angle [Theta]: 0.00 iä

Type: [redacted]
 Density: [redacted]

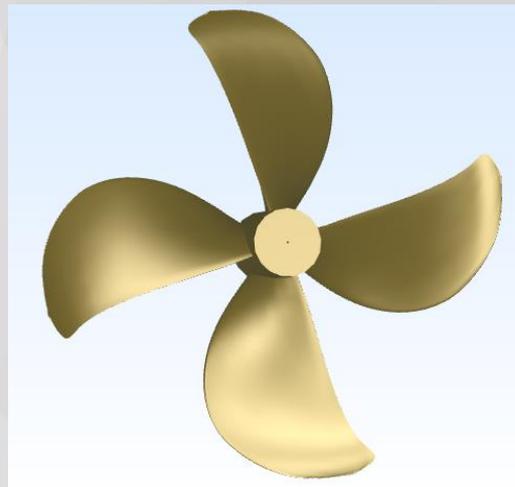
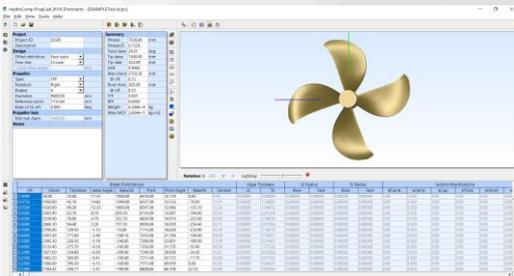
Power [H]: [redacted]

Material constant [T]: [redacted]
 Calculated factor [A]: [redacted]
 Calculated factor [B]: [redacted]
 Calculated factor [C]: [redacted]
 Pitch-diameter ratio [P]: [redacted]

Pitch-diameter ratio [P2]: [redacted]
 Chord length [W]: [redacted]
 Sectional area [as]: [redacted]
 Maximum thickness: [redacted]



Propeller type	FBP	Series	0.30 Series	Code
Number:	Right	Design power	500 hp	Propeller Supply, Co.
Shaft type:	Right-hand	Design shaft diameter	4.000 INCH	Propeller
Number of blades:	4	Thickness ratio	0.800	Design/Code
Diameter:	16.000 ft	Max Q 0.25	0.700 ft	Expanded propeller
Pitch-diameter ratio:	24.000 ft	Max Q	0.250	FBP
Effective pitch:	24.264 ft	Mean corner of blade	425.41 ft=0	Material
Expanded area ratio:	0.7397	Radius aft of leading edge (R)	316.50 ft=0	FBP
Rake of GL aft:	0.000 deg	Radius aft of trailing edge (R2)	0 ft	Propeller type
Tip rake:	0.000 deg	Radius aft of nose (radius)	0 ft	Code
Skew angle:	0.000 deg	Radius aft of nose (radius)	0 ft	Material type
Material type:	Ms Invarco	Mean width ratio	0.340	Code

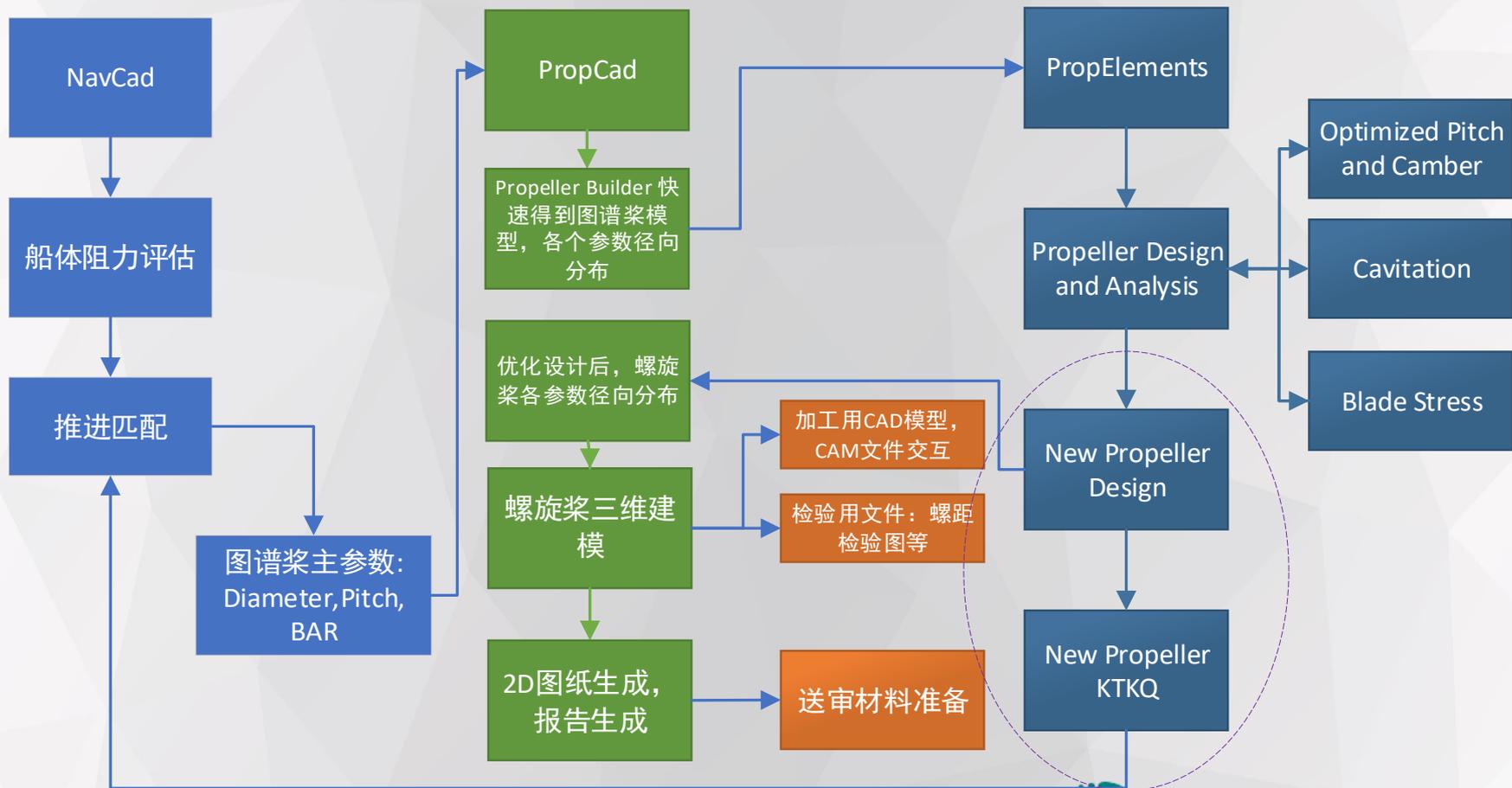


天沓优化大赛用桨



四. HydroComp软件工作流程案例

HydroComp 产品设计流程 (图谱桨设计)



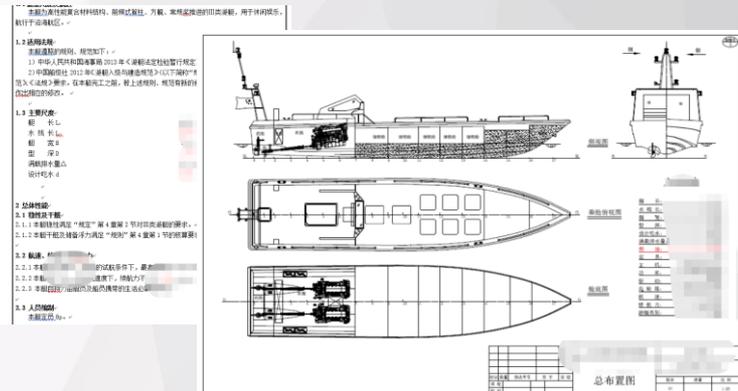
NavCad

PropCad

prop elements

HydroComp 产品设计流程案例 (图谱桨设计)

某观光艇阻力推进快速评估设计



设计参数输入

总布置图，规格书等

NavCad初步预估阻力推进

阻力预测结果

初步推进预测结果，系列桨设计主参数 (D,P,EAR)



Propulsor	
Count:	2
Propulsor type:	Propeller series
Propeller type:	FPP
Propeller series:	Gawn AEW
Propeller sizing:	By thrust
Reference prop:	
Blade count:	4
Expanded area ratio:	0.0000
Propeller diameter:	500.0 mm
Propeller mean pitch:	400.0 mm
Hub immersion:	313.0 mm

PropCad桨模生成

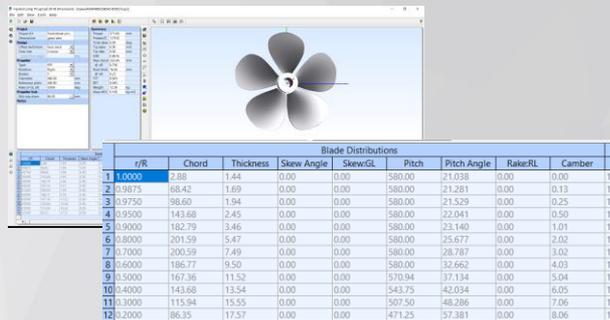
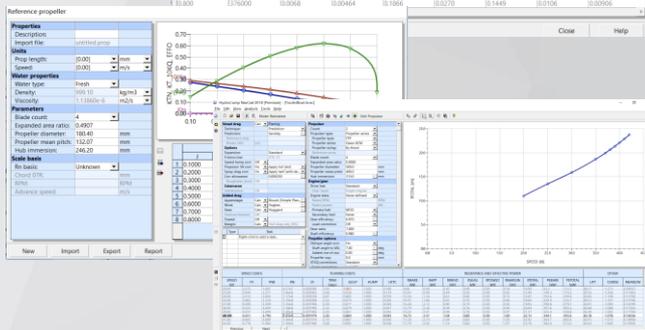
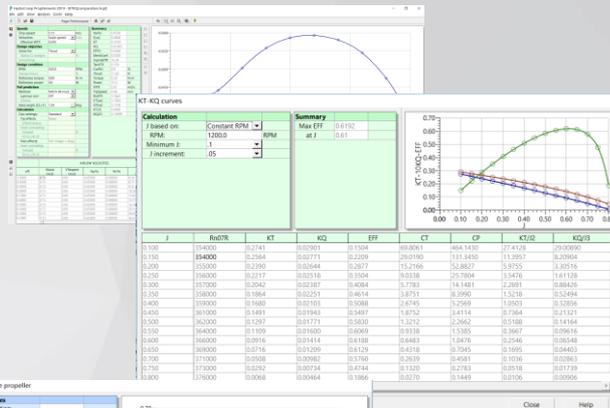
Builder快速生成螺旋桨模型

螺旋桨r/R distribution (初始)



Blade Distributions									
r/R	Chord	Thickness	Skew Angle	Skewness	Pitch	Pitch Angle	Rake:RL	Camber	
0.0000	2.88	1.44	0.00	0.00	80.00	21.038	0.00	0.00	1
1.3875	68.42	1.69	0.00	0.00	50.00	21.281	0.00	0.13	1
2.6975	98.60	1.94	0.00	0.00	38.00	21.529	0.00	0.25	1
4.0950	143.68	2.45	0.00	0.00	26.00	22.941	0.00	0.50	1
5.4900	182.79	3.46	0.00	0.00	18.00	23.140	0.00	1.01	1
6.8800	201.59	5.47	0.00	0.00	8.00	25.677	0.00	2.02	1
8.2700	200.59	7.49	0.00	0.00	0.00	28.787	0.00	3.02	1
9.6600	186.77	9.50	0.00	0.00	0.00	32.662	0.00	4.03	1
10.0500	167.36	11.52	0.00	0.00	0.00	37.134	0.00	5.04	1
10.4000	143.68	13.54	0.00	0.00	0.00	43.75	0.00	6.05	1
11.0000	115.94	15.55	0.00	0.00	0.00	50.750	0.00	7.06	1
12.0000	86.35	17.57	0.00	0.00	0.00	47.125	0.00	8.06	1

HydroComp 产品设计流程案例 (图谱桨设计)



PropElements

分析计算螺旋桨最佳Pitch
和Camber的分布

KTKQ分析与输出

NavCad最终预估阻力推进

最终推进匹配结果

阻力推进报告

PropCad螺旋桨最终模型

螺旋桨三维模型生成

螺旋桨图纸、报告生成

HydroComp 产品设计流程案例（图谱桨设计）



1~2小时

5分钟

10分钟

5分钟

5分钟



完成分析设计，
报告+图纸
约2小时

Thanks

谢谢



南京天沅软件有限公司

Nanjing Tianfu Software Co.,Ltd

Tel: 025-57928188 E-mail: info@njtf.cn Web: www.njtf.cn