

基于半参数和全参数建模技术的集装箱船优化

何佳益

中国船舶工业集团公司第七〇八研究所

智能工业设计技术研讨会
暨 2017 天湫至高点软件产品用户大会



引言

- 集装箱船是我国三大主力船型之一
- 优秀的船型是船舶设计院所和船厂的核心竞争力
- 自动优化已成为船舶设计的常规流程
- 半/全参数化方法各有优点

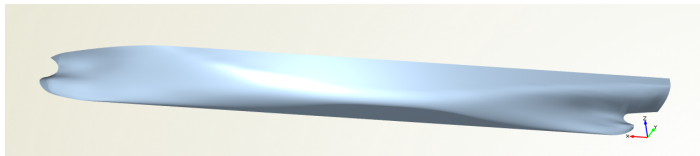


引言

- 集装箱船是我国三大主力船型之一
- 优秀的船型是船舶设计院所和船厂的核心竞争力
- 自动优化已成为船舶设计的常规流程
- 半/全参数化方法各有优点
- 半/全参数化方法的优化效果？



原型和优化要求



$L_{PP}(m)$	260.0
$B(m)$	32.22
$T(m)$	12.0
$\nabla(m^3)$	64378

- 以 $18kn$ 和 $23kn$ 两个速度的阻力为优化目标
- 权重分别为 70% 和 30%
- 保持 $L_{pp}/B/T$ 不变，排水体积变化控制在 $\pm 300m^3$



半参数化优化

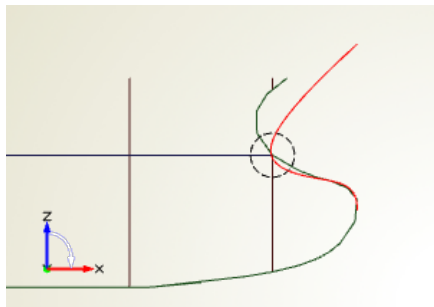
半参数化方法将所施加的变化参数化，并作用到原始船型上。
优化方向：

- 进流角
- 设计水线局部形状
- 前体排水体积纵向分布



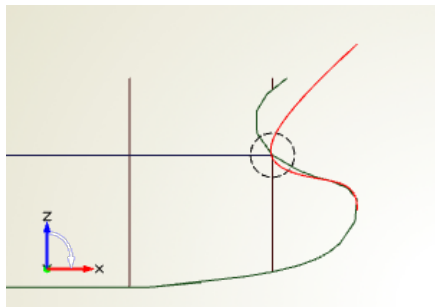
进流角

- 原型艏柱凹点位置远高于设计水线
- 设计水线下方由于球艏的存在，进流角较大
- 艏柱凹点在设计水线处，有利于减小进流角



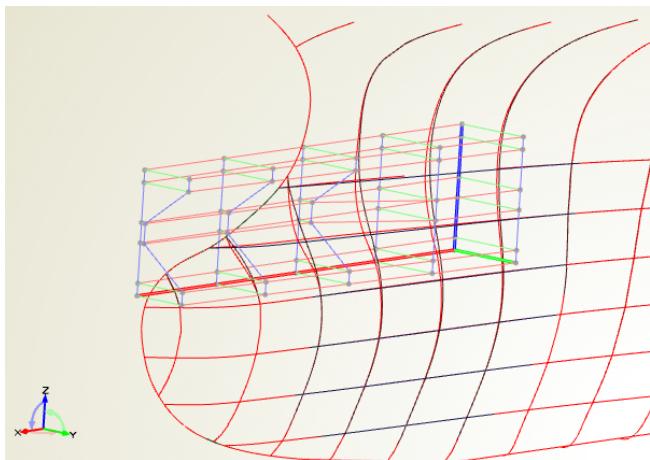
进流角

- 原型艏柱凹点位置远高于设计水线
- 设计水线下方由于球艏的存在，进流角较大
- 艏柱凹点在设计水线处，有利于减小进流角
- 半参数化方法难以实现艏柱变化并保持光顺性



进流角变化 -FFD

保持舱柱形状不变，减少排水体积，也可以减小设计水线附近进流角。



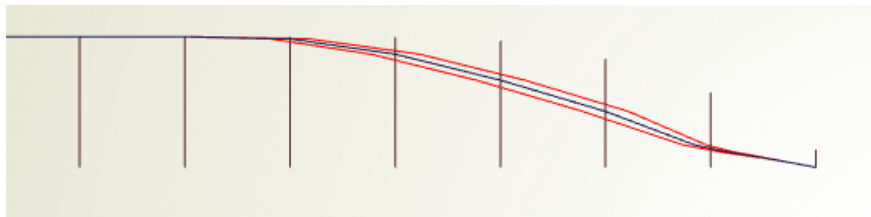
设计水线局部形状

- 原型设计水线在 19 站位有明显凹陷
- 水线凹陷会产生局部高压，形成波系
- 但产生波系并不一定会增加兴波阻力
- 具体情况由优化结果可知
- 利用 Delta surface 改变凹陷程度



前体排水体积纵向分布

- 调整前肩波系与首波系的产生位置和强度
- 利用两波系相干相消，减小兴波阻力
- 利用 Delta curve 改变前肩的位置和曲率以及进流段的形状



半参优化结果

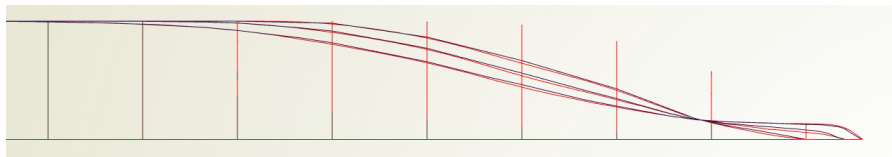
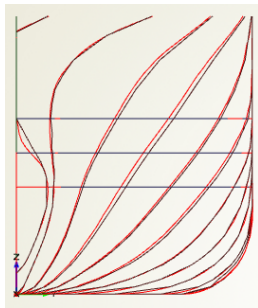
$V_s = 18kn$	原型	半参改型	相对增量
$R_F(N)$	6.674	6.668	
$R_V(N)$	7.186	7.171	
$R_W(N)$	0.6186	0.5167	-16%
$R_T(N)$	7.804	7.688	-1.5%
$\nabla(m^3)$	64378	64114	

$V_s = 23kn$	原型	半参改型	相对增量
$R_F(N)$	10.57	10.56	
$R_V(N)$	11.38	11.35	
$R_W(N)$	1.223	1.18	-4%
$R_T(N)$	12.6	12.53	-0.6%
$\nabla(m^3)$	64378	64114	

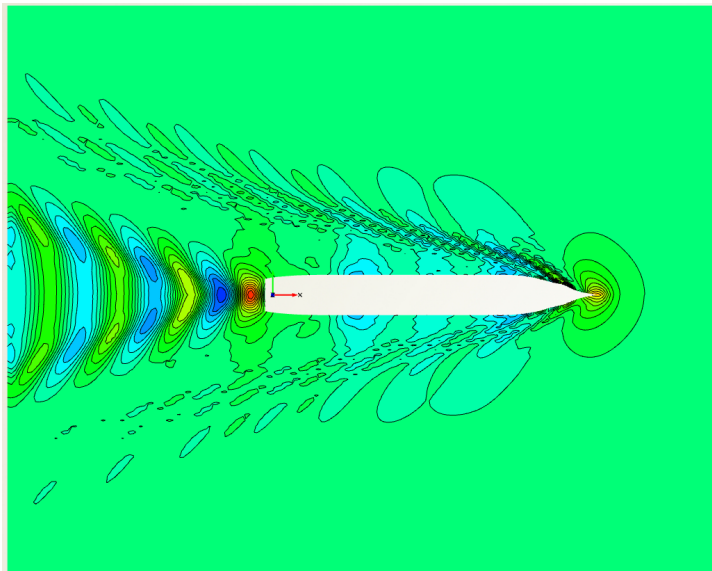


半参优化方案型线

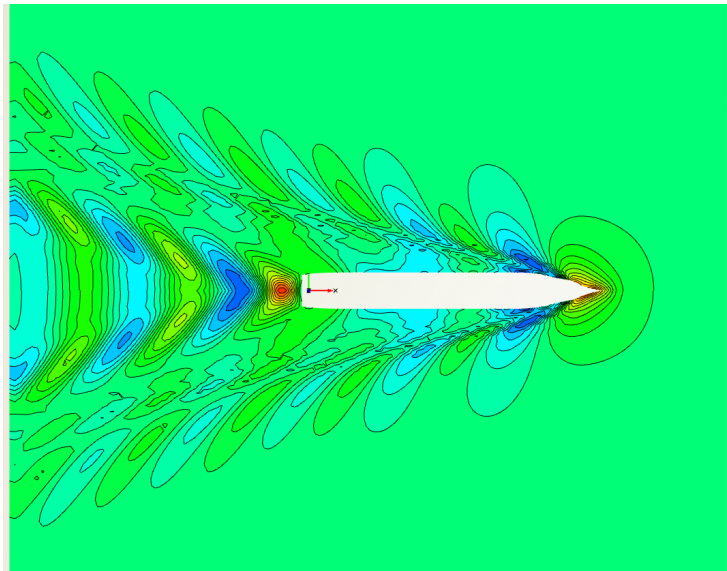
- 设计水线附近进流角减小
- 水线在 19 站仍存在凹陷
- 15 - 18 站排水体积减小
- 水线在 17 站产生微凹



自由面波形 $V_s = 18kn$



自由面波形 $V_s = 23kn$



半参优化小结

- 半参优化使两个航速下总阻力下降
- 设计水线仍有凹陷（19 站），并产生新凹陷（17 站）
- 这种水线很可能对减少兴波阻力有利
- 局部凹陷不符合光顺性和美学要求



半参优化小结

- 半参优化使两个航速下总阻力下降
- 设计水线仍有凹陷（19 站），并产生新凹陷（17 站）
- 这种水线很可能对减少兴波阻力有利
- 局部凹陷不符合光顺性和美学要求
- 将设计水线替换为光顺曲线？



全参数化优化

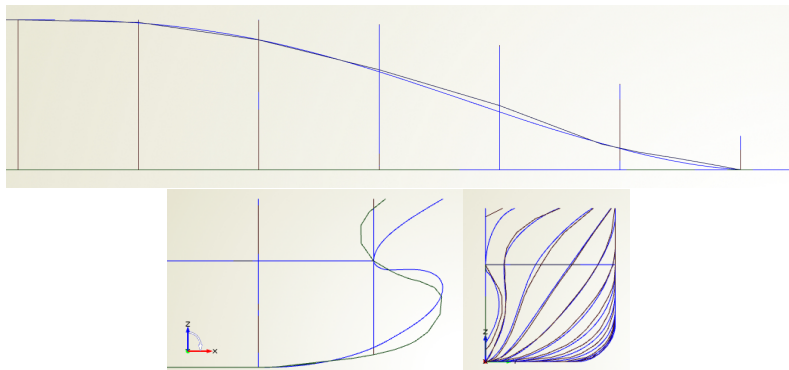
全参数化方法直接将船型重新定义，船型由一系列船型参数直接控制。

- 前体全参数化建模
- 后体全参数化建模
- 无需与原型一致



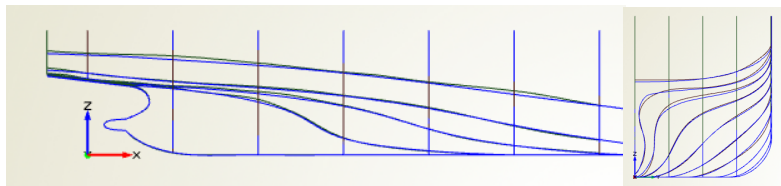
前体全参模型/优化

- 设计水线替换为光顺曲线
- 艏柱形状更加“常规”
- 未发现更优方案



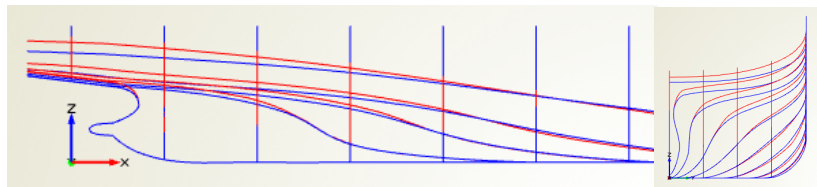
后体全参模型/优化

- 横剖面基本一致
- 纵剖面更加光滑
- 优化尾封板高度

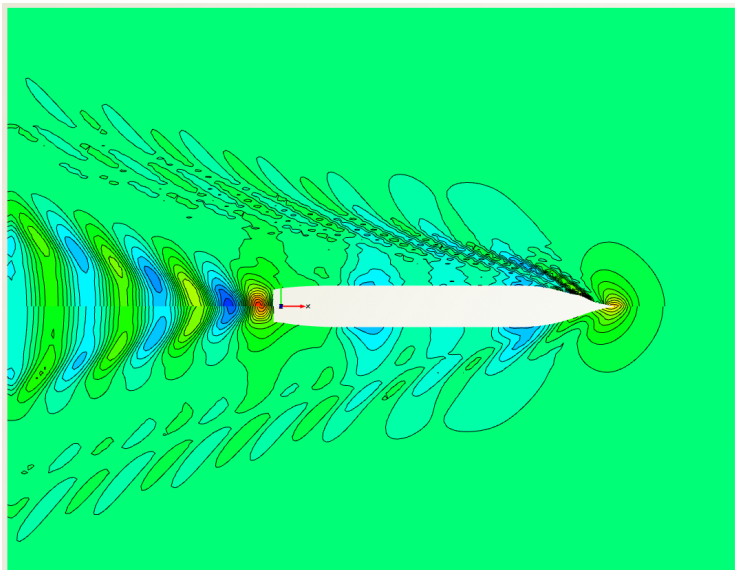


后体全参优化结果

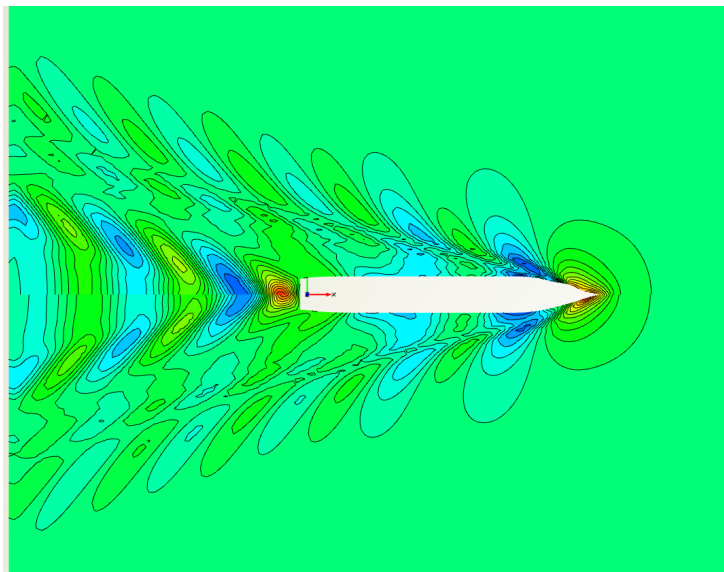
	$V_s = 18kn$	$\delta/\%$	$V_s = 23kn$	$\delta/\%$
$R_F(N)$	6.576		10.41	
$R_V(N)$	7.069		11.2	
$R_W(N)$	0.325	-47%	0.798	-35%
$R_T(N)$	7.394	-5.3%	12	-4.8%
$\nabla(m^3)$	64079		64079	



自由面波形 $V_s = 18kn$



自由面波形 $V_s = 23kn$



结论

- 半参优化效果不大，受制于原型
- 全参优化效果显著，摆脱原型限制
- 全参优化能平顺地产生后体复杂线型的变化
- CAESES 全参建模能力强



感谢 FLOWTECH 的 Leif Broberg 和 Michal Orych 在优化过程提供帮助。

谢谢大家！

