

IDAJ CAE  
Solution  
Conference

Your True Partner for CAE&CFD

ICSC  2015

# 基于GT-POWER的两级增压柴油机性能仿真研究

Simulation Study of a Diesel Engine's Performance which Used Two Stage Turbocharging System Based on GT-POWER Software

李先南

中国船舶重工集团公司第七一一研究所 研发中心



七一一研究所  
SMDERI

本文仅供学习交流，未经允许，谢绝转载和其他用途。



# 目录

1

研究对象

2

计算模型的建立与标定

3

计算结果及分析

4

结论

本文仅供学习交流，未经IDAJ-CHN许可，谢绝转载和其他用途。



# 1 研究对象

- 1 研究对象
- 2 计算模型的建立与标定
- 3 计算结果及分析
- 4 结论

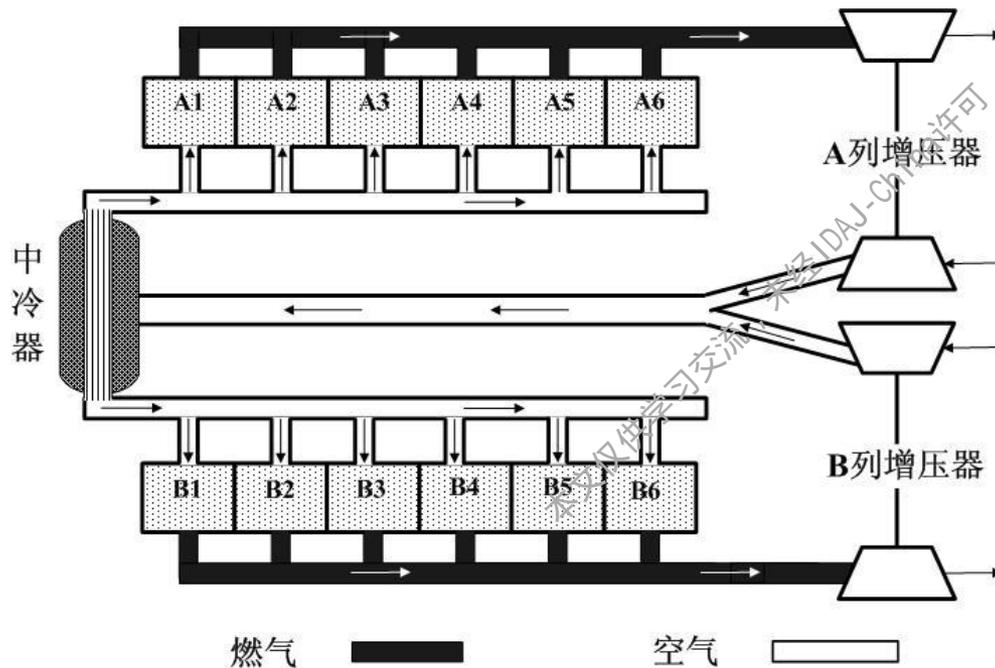
本文仅供学习交流，未经IDAJ-CHN许可，谢绝转载和其他用途。



# 1 研究对象

## 研究对象

### ●原单级增压柴油机：

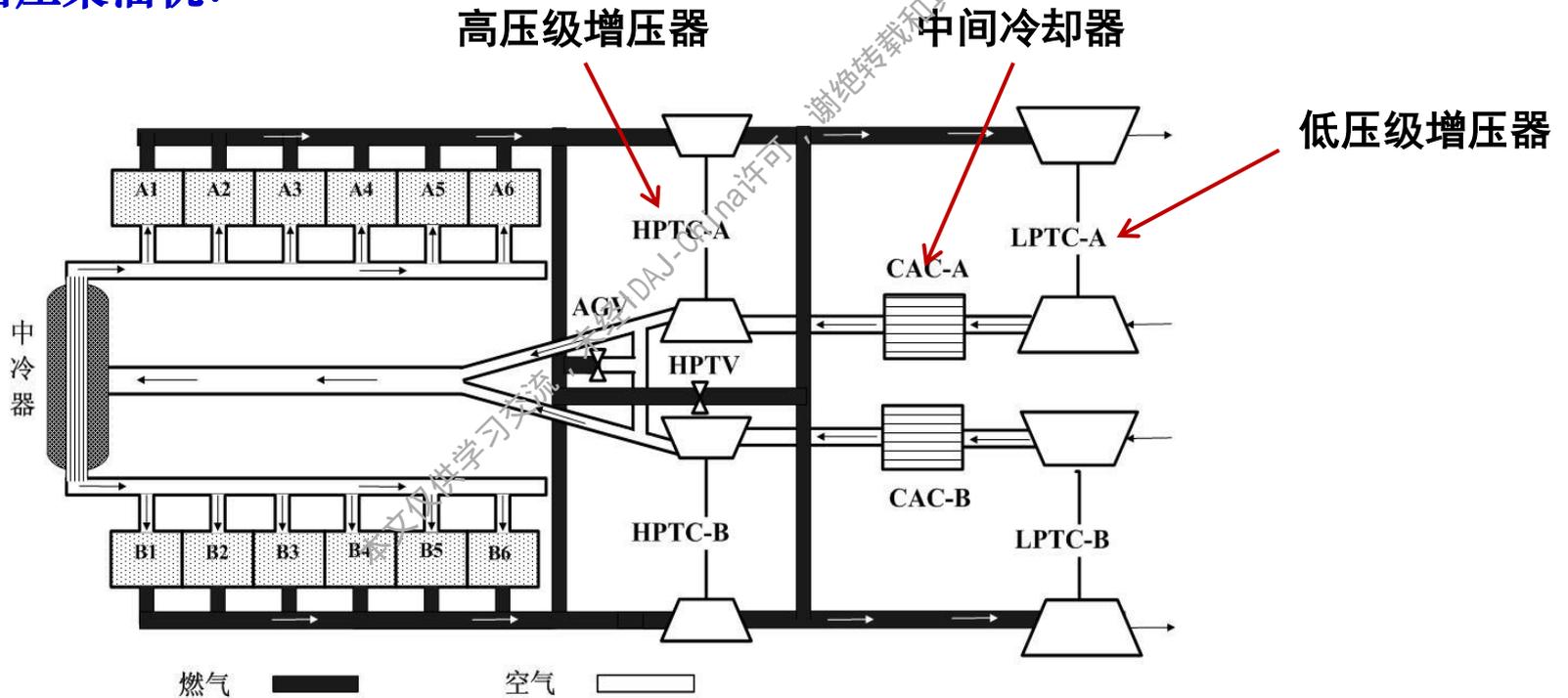


用途	船用主机/辅机
额定功率	2400kW
额定转速	1500r/min
缸径	190mm
冲程	230mm
气缸排列方式	V型12缸

# 1 研究对象

## 研究对象

### ● 两级增压柴油机：





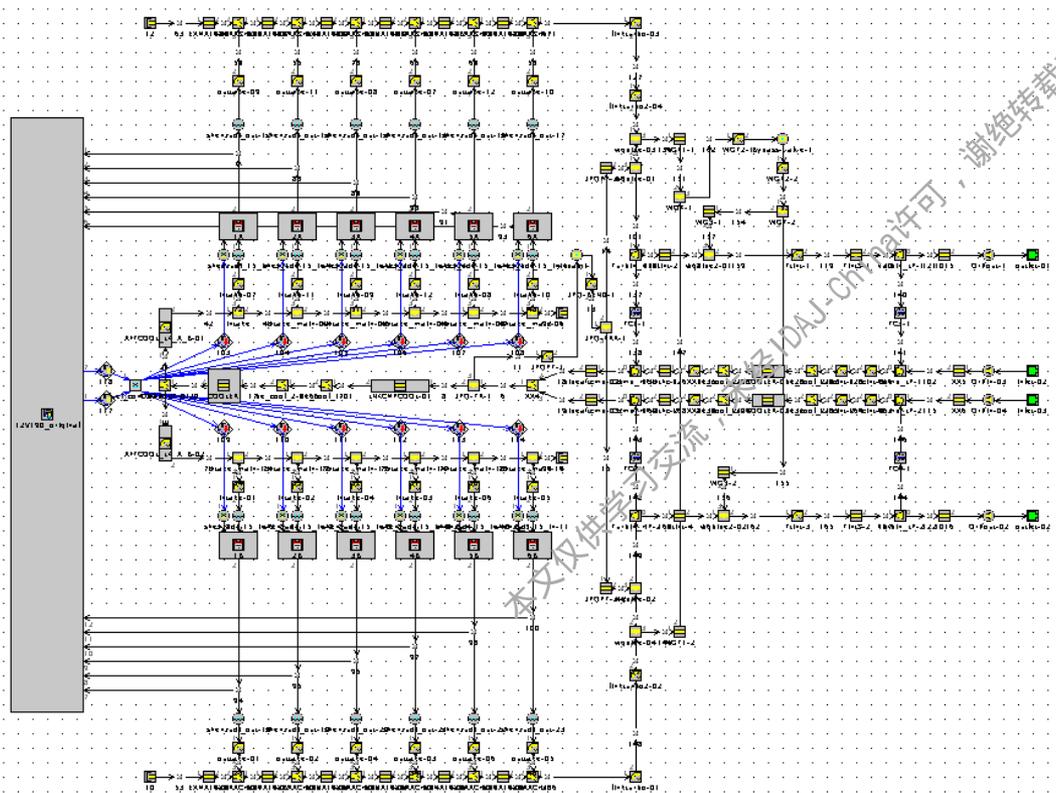
## 2 计算模型的建立与标定

- 1 研究对象
- 2 计算模型的建立与标定
- 3 计算结果及分析
- 4 结论

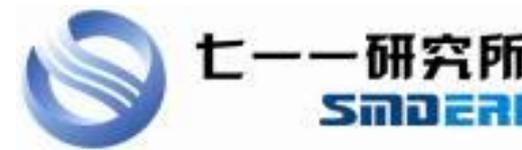
本文仅供学习交流，未经IDAJ-CH许可，谢绝转载和其他用途。

## 2 计算模型的建立与标定

### 计算模型的建立

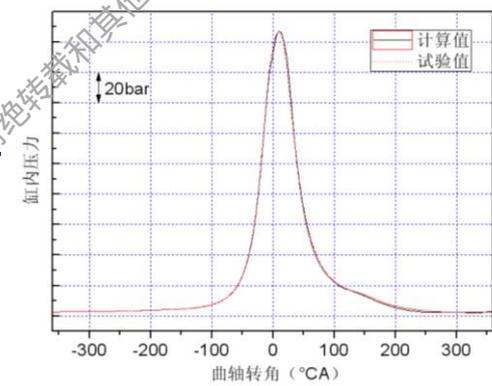
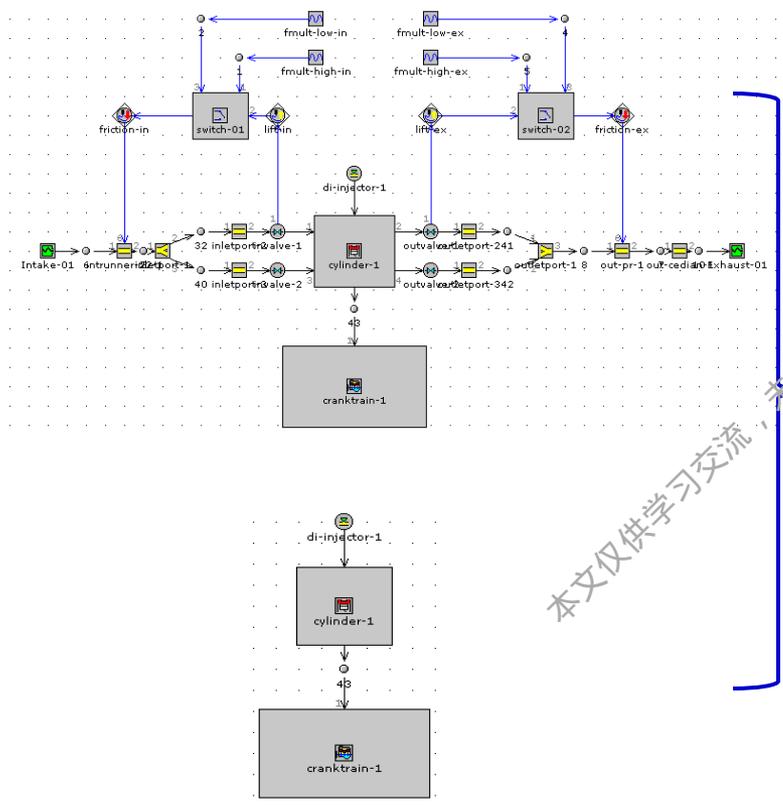


- 一维仿真模型：
- GT-POWER软件；
- 可预测的燃烧模型DI-JET；
- 基于原机试验数据的标定；

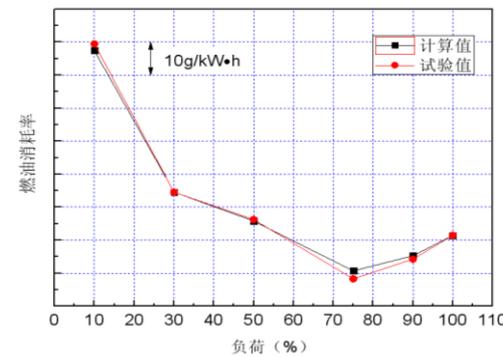


## 2 计算模型的建立与标定

### 燃烧模型的标定



缸压：  
误差 < 2%



燃油消耗率：  
误差 < 3%

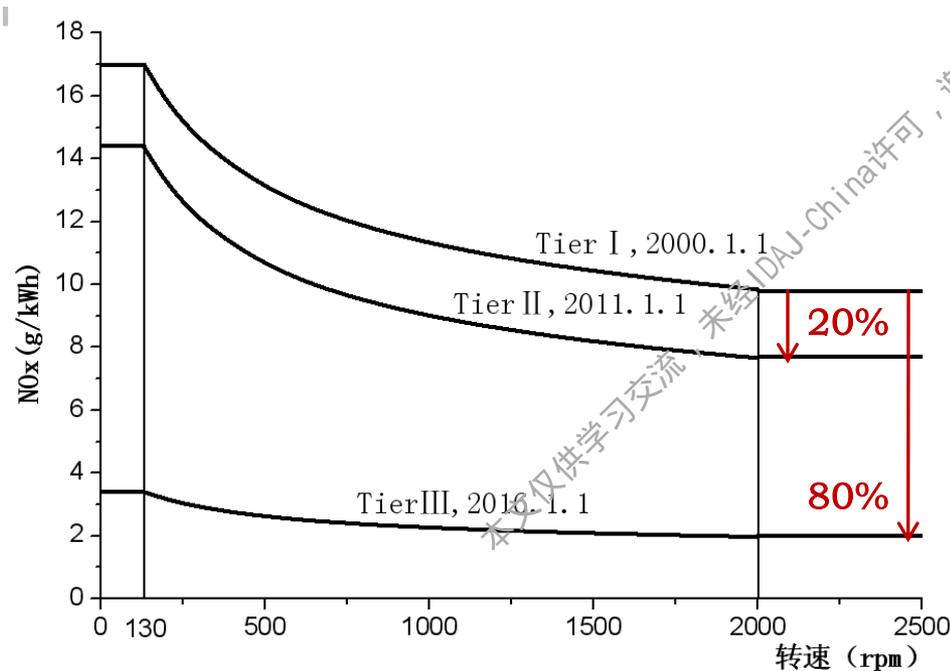
TPA

本文仅供学习交流，未经许可，谢绝转载和其他用途。

## 2 计算模型的建立与标定

### 计算循环（计算工况）

#### ●IMO（国际海事组织）排放法规：



●现行，IMO Tier II；

●2016.1.1，ECA区，TierIII；

●加权NOx计算循环：E2、E3、D2、C1；

●作为推进主机，本文NOx计算循环为E3；

●为考核全工况性能，增加10%、90%。



## 3 计算结果及分析

1

研究对象

2

计算模型的建立与标定

3

计算结果及分析

4

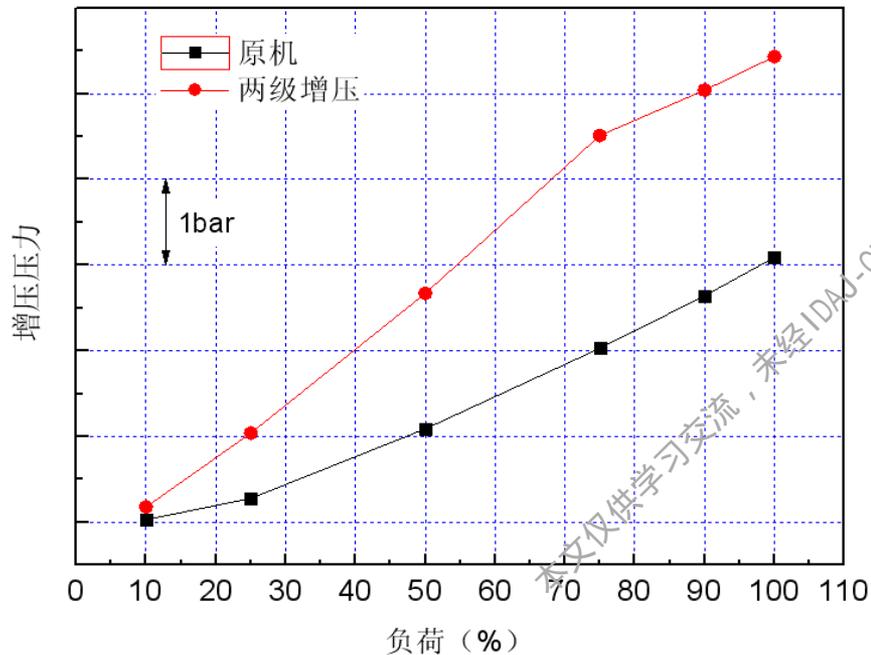
结论

本文仅供学术交流，未经IDAJ-CHN许可，谢绝转载和其他用途。



### 3 计算结果及分析

#### 计算结果及分析



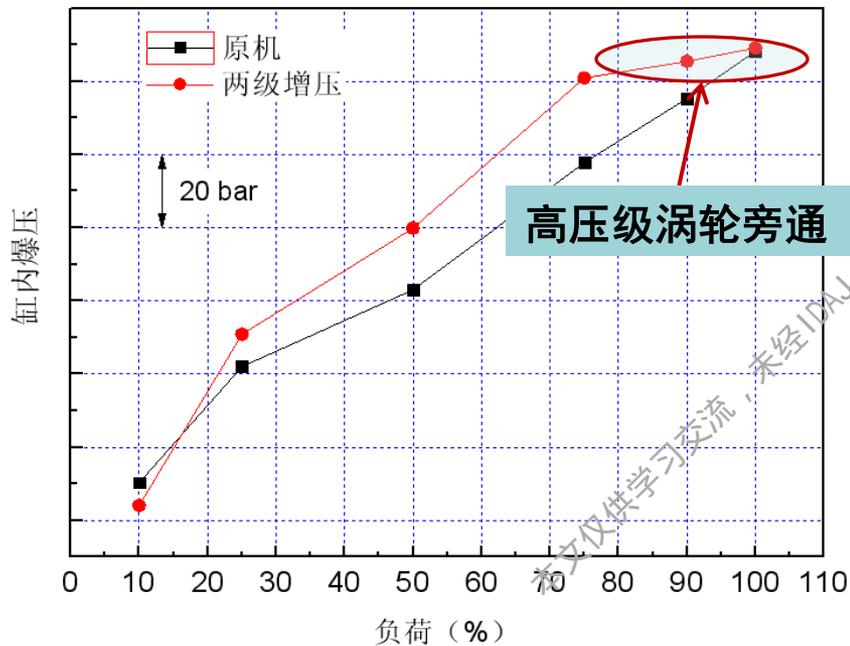
#### ●增压压力:

- 所有计算工况，大幅度提高；
- 进气空气在低压级压气机和高压级压气机中进行了两级压缩所致；
- 负荷越高，增压压力升高绝对值越大；



### 3 计算结果及分析

#### 计算结果及分析



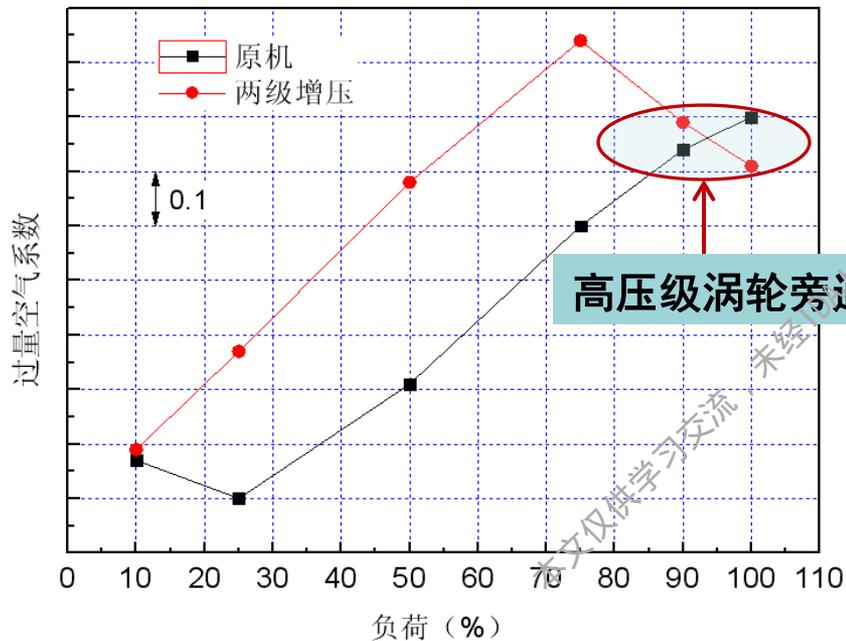
#### ●爆压:

- 采用米勒循环，一定程度降低爆压；
- 采用高压级涡轮旁通，高负荷爆压可控；
- 两级增压进气压力高，压缩始点压力高，爆发压力较高；

### 3 计算结果及分析



#### 计算结果及分析



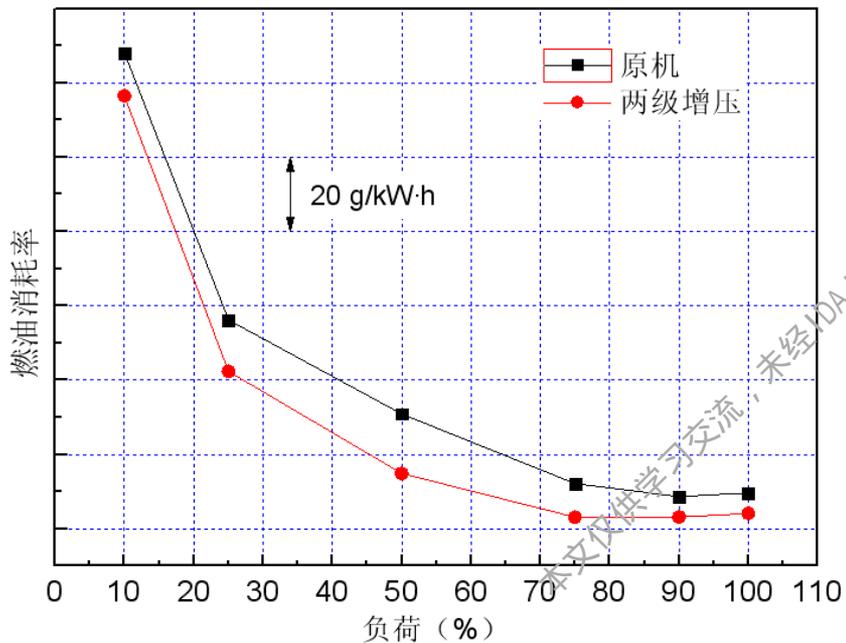
#### ● 过量空气系数:

- 出现极值是高压级涡轮旁通的结果;
- 大多负荷比原机有较大提高;
- 进气密度和过量空气系数的提高, 缸内燃烧会更加完全, 柴油机经济性会得到提高。

### 3 计算结果及分析



#### 计算结果及分析



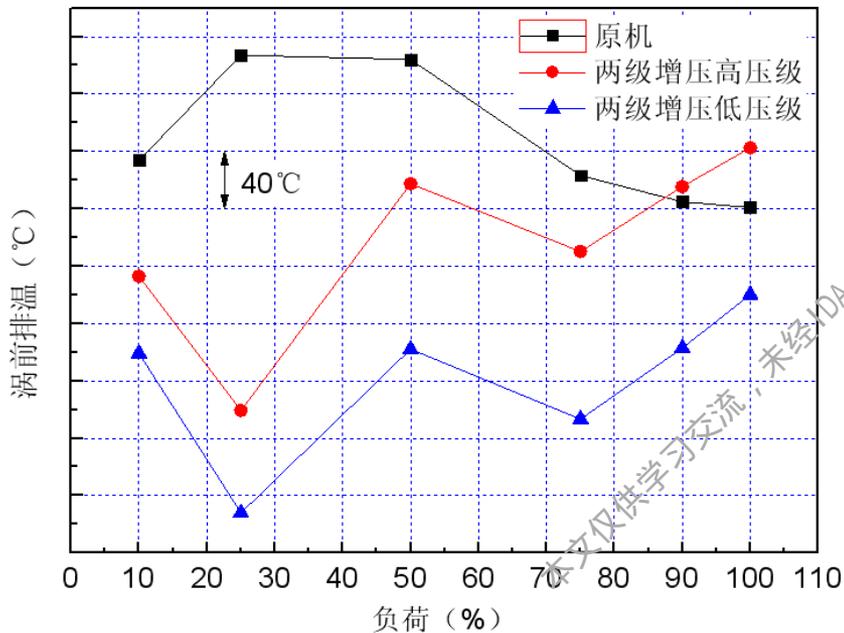
#### ● 燃油消耗率:

- 全负荷内都得到明显改善;
- 平均降低了  $10.25 \text{ g/kW} \cdot \text{h}$  ;
- 额定负荷时, 两级增压柴油机的燃油消耗率比原机降低了  $5.53 \text{ g/kW} \cdot \text{h}$  。

### 3 计算结果及分析



#### 计算结果及分析



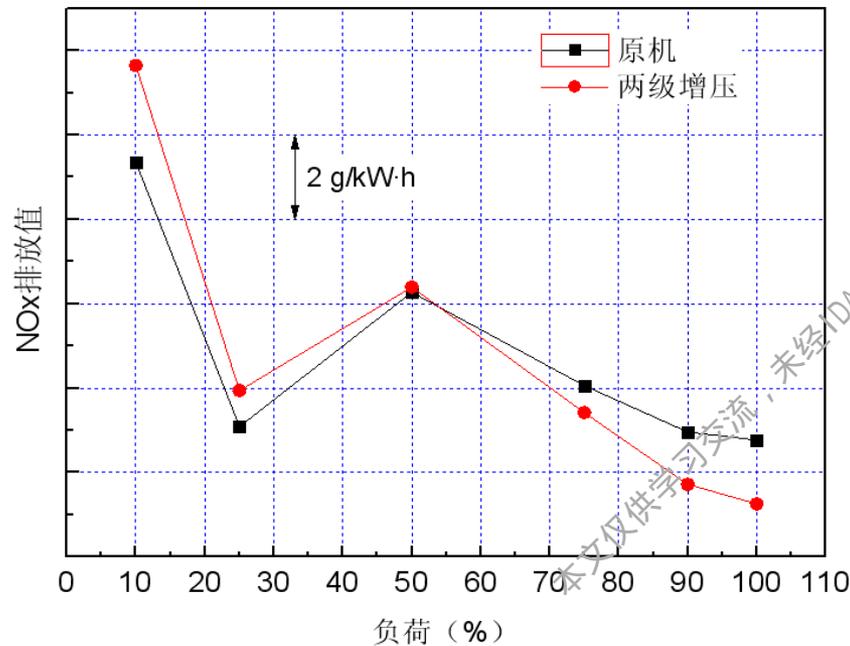
#### ● 涡前排温:

- 高压级涡轮前温度平均降低了69.3℃；
- 低工况时两级增压过量空气系数高于原机，两级增压柴油机低工况高压级涡前排温较原机降低显著；
- 高工况高压级涡轮旁通导致增压压力和过量空气系数降低，高压级涡前排温降低较少，甚至在90%和100%工况时高于原机。



### 3 计算结果及分析

#### 计算结果及分析



#### ●NO<sub>x</sub>排放:

●在高负荷时，采用两级增压后的NO<sub>x</sub>排放值小于原机，100%降幅最大，降低了1.51 g/kW·h；

●在中低负荷，缸内过量空气系数大，NO<sub>x</sub>的生成条件即高温富氧决定了此时的NO<sub>x</sub>排放较多；

●根据IMO加权NO<sub>x</sub>计算方法，低负荷所占比重小，两级增压NO<sub>x</sub>加权排放比原机降低0.73 g/kW·h；

●而作为推进主机，柴油机在实际运行时多运行在中高负荷，因此可以说，采用两级增压技术可以降低NO<sub>x</sub>排放。



## 4 结论

1

研究对象

2

计算模型的建立与标定

3

计算结果及分析

4

结论

本文仅供学习交流，未经IDAJ-CHN许可，谢绝转载和其他用途。

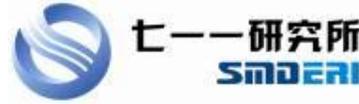
## 4 结论



- 两级增压会使柴油机增压压力较原机得到大幅度提升，在全工况范围内都会对柴油机性能产生影响；
- 采用两级增压以后，某型船用柴油机燃油消耗率比原机平均降低了 $10.25\text{g/kW}\cdot\text{h}$ ，涡前排温平均降低 $69.31^\circ\text{C}$ ， $\text{NO}_x$ 加权排放降低了 $0.73\text{g/kW}\cdot\text{h}$ ，柴油机经济性、热负荷以及 $\text{NO}_x$ 排放特性得到较大程度改善，两级增压柴油机综合性能优于原机。

本文仅供学习交流，未经IDAJ-China许可，不得用于其他用途。

# Thank You



## 中国船舶重工集团公司第七一一研究所

