



# CONVERGE在汽油机燃烧系统设计中的应用

## Application of CONVERGE on Combustion System Design of Gasoline Engine

一汽技术中心，发动机部，刘耀东

Yaodong Liu, Engine Department, R&D Center, FAW

2015.11

1

背景

2

计算模型及设置

3

实验验证

4

燃烧系统设计中的应用

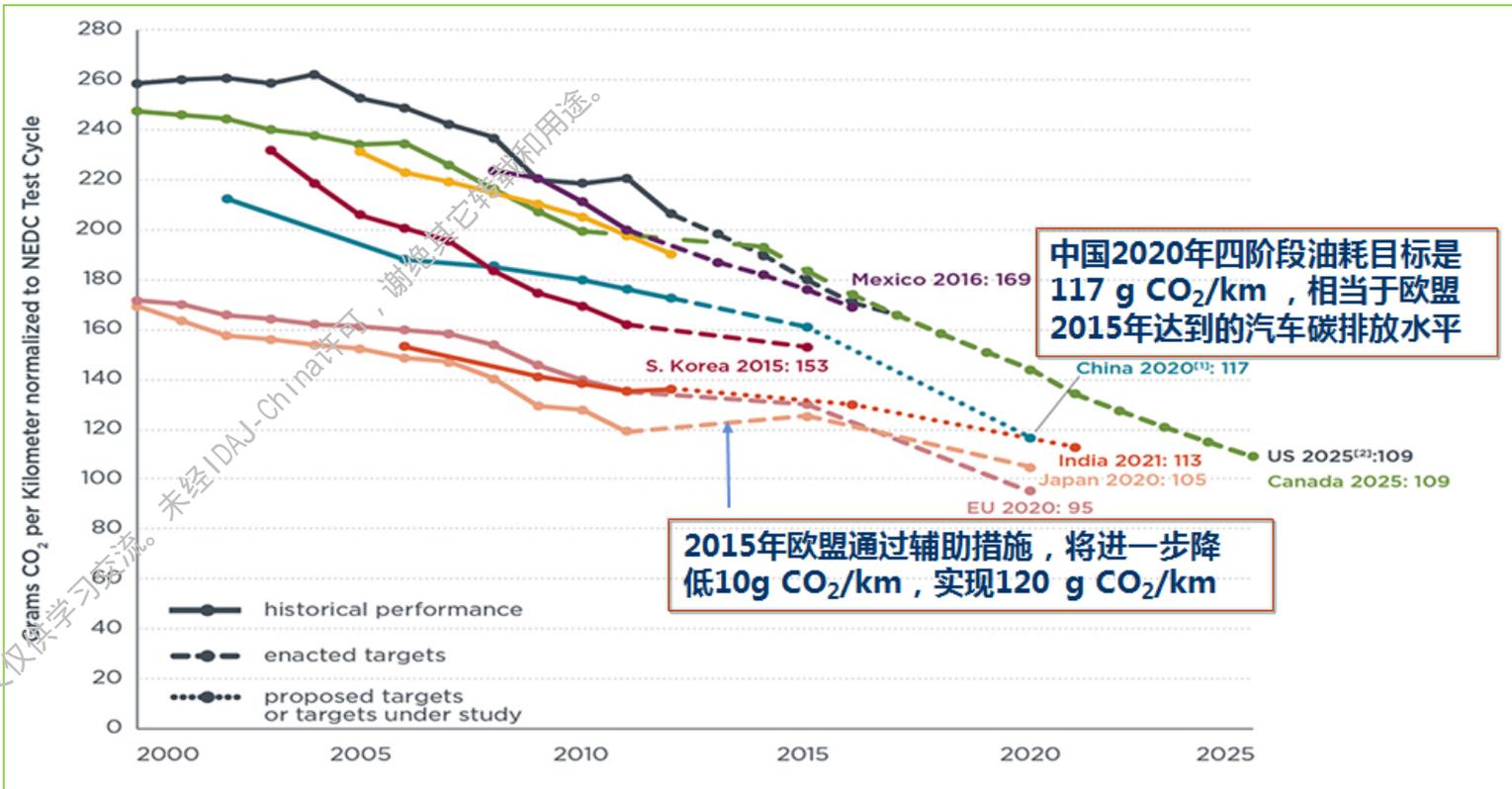
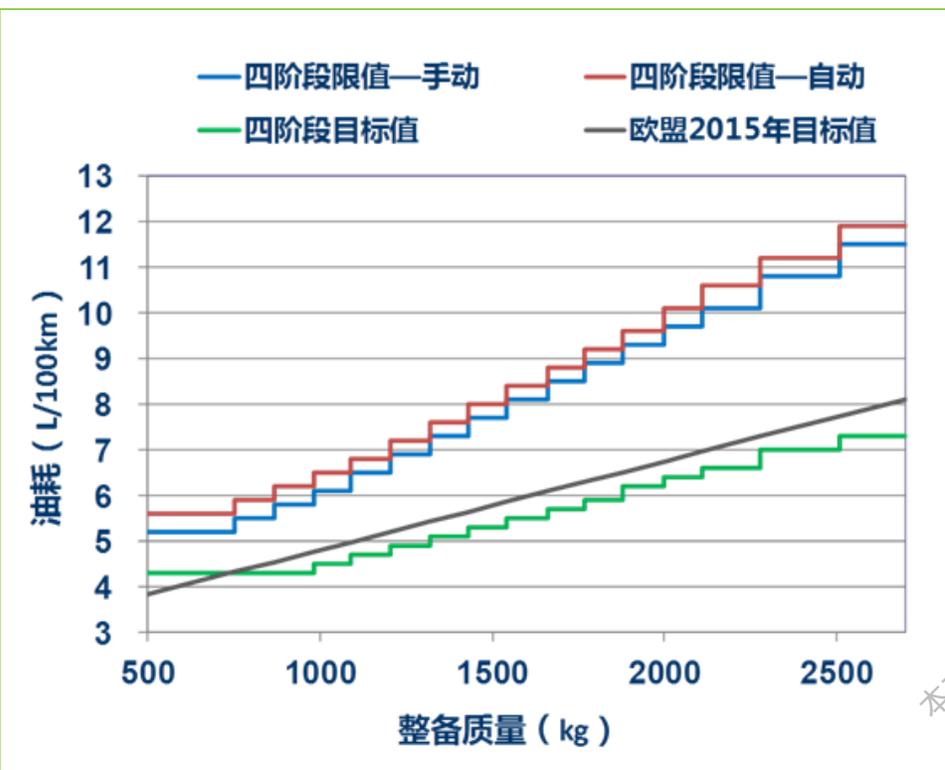
5

结论

学习交流。未经 IDAJ-China 许可，谢绝其它转载和用途。

# 1. 背景

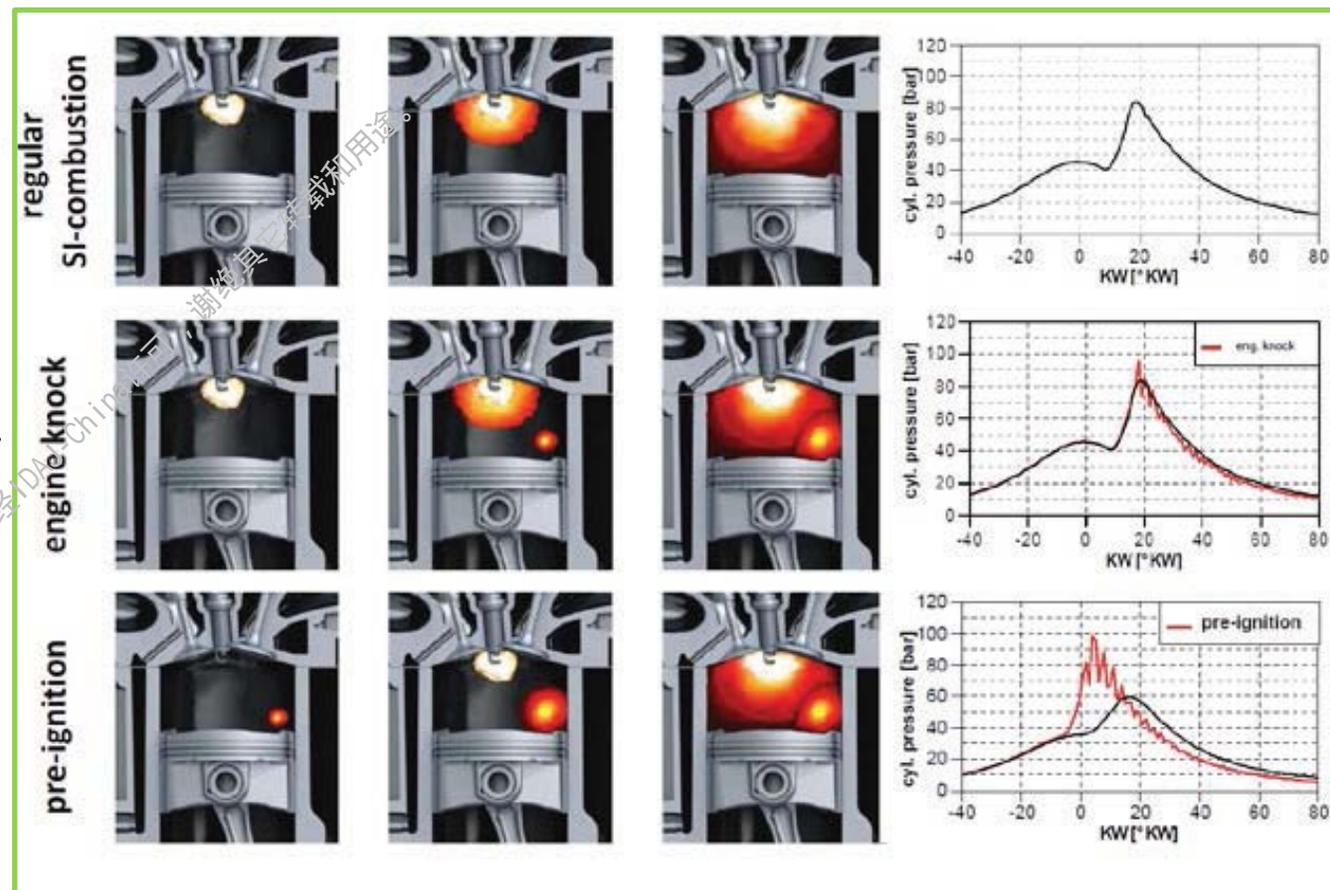
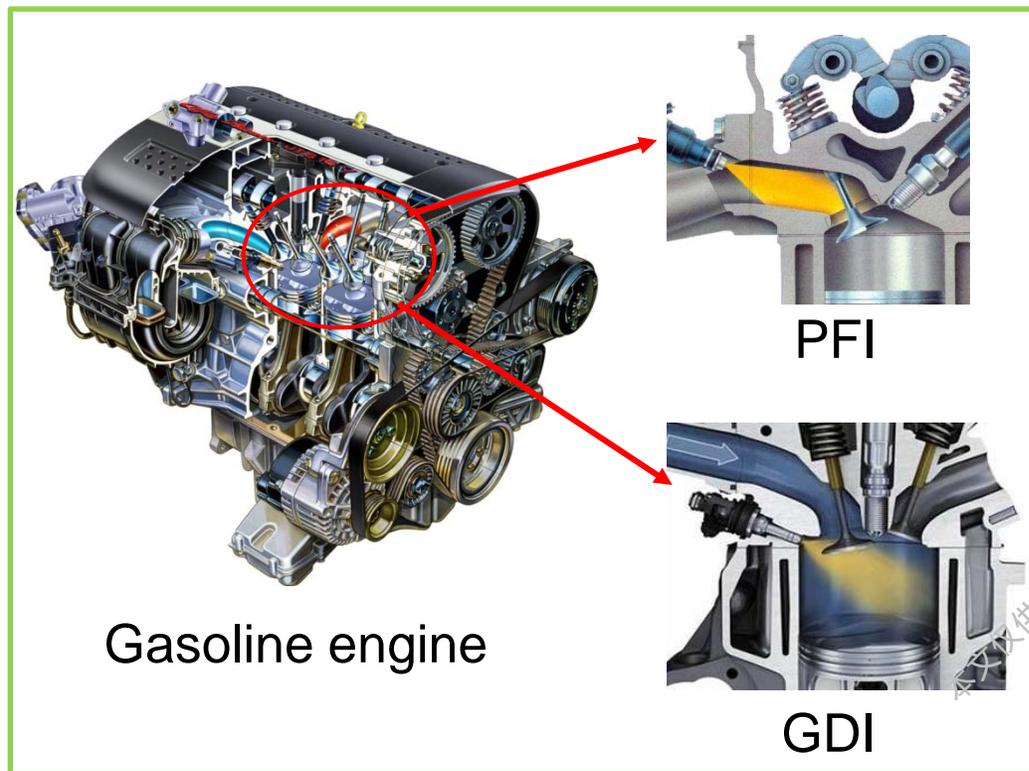
## 1.1 油耗和排放法规



■ 严格的油耗和排放法规使得发动机生产厂更加追求精益求精的技术。

# 1. 背景

## 1.2 发动机燃烧系统的设计



■ 增压和小型化等技术的推广和应用，使得发动机燃烧系统的设计要求更加苛刻。

1

背景

2

计算模型及设置

3

实验验证

4

燃烧系统设计中的应用

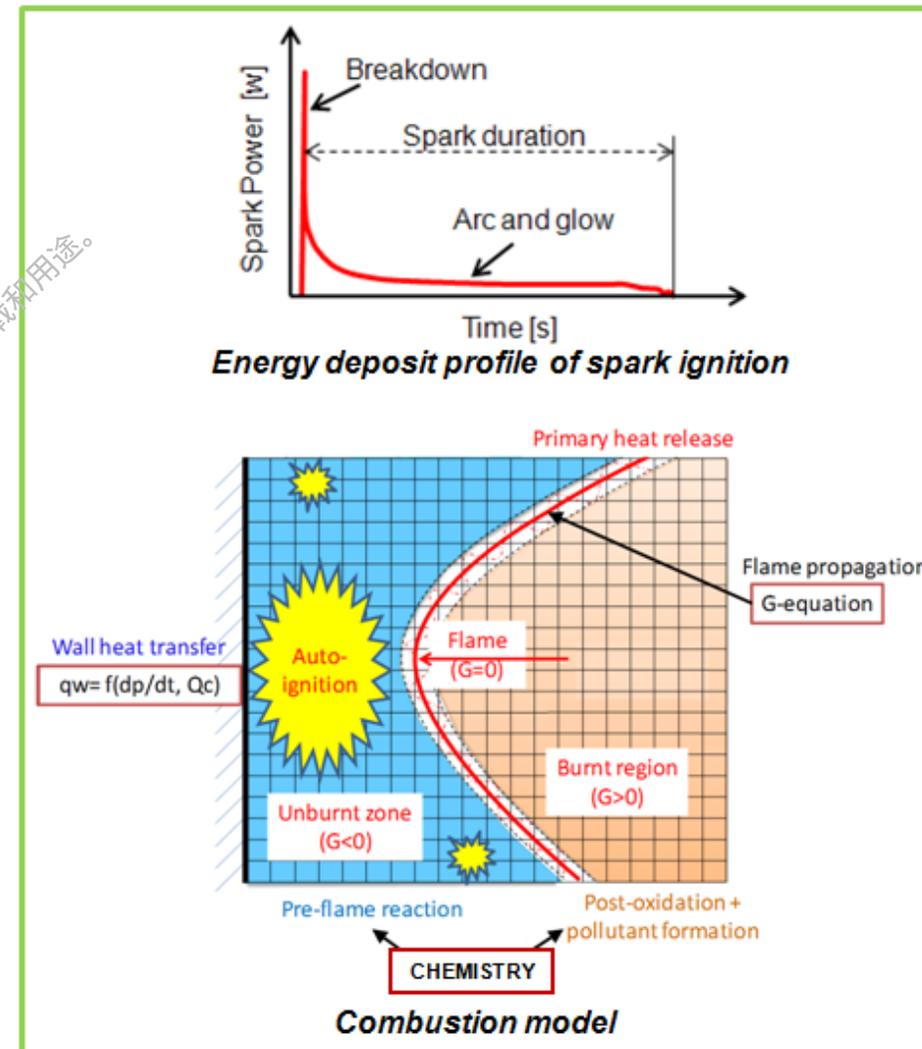
5

结论

学习交流。未经 IDAJ-China 许可，谢绝其它转载和用途。

## 2. 计算模型及设置

	模型设置
网格相关	基础尺寸4mm, 缸筒区域2mm, 自适应到0.5mm, 火花塞附近加密到0.125mm
流动模型	RNG k-ε
避免传热	Han and Reitz
燃烧模型	G方程+化学反应机理
NO <sub>x</sub> 模型	扩展的Zeldovich
计算起始	-420 ° CA~158 ° CA
网格数量	8~120万
计算时间	32核并行, 3~4天
边界条件和初始条件	GT-Power给出



■ 应用CONVERGE的G方程+化学反应机理计算汽油机点火和燃烧。

1

背景

2

计算模型及设置

3

实验验证

4

燃烧系统设计中的应用

5

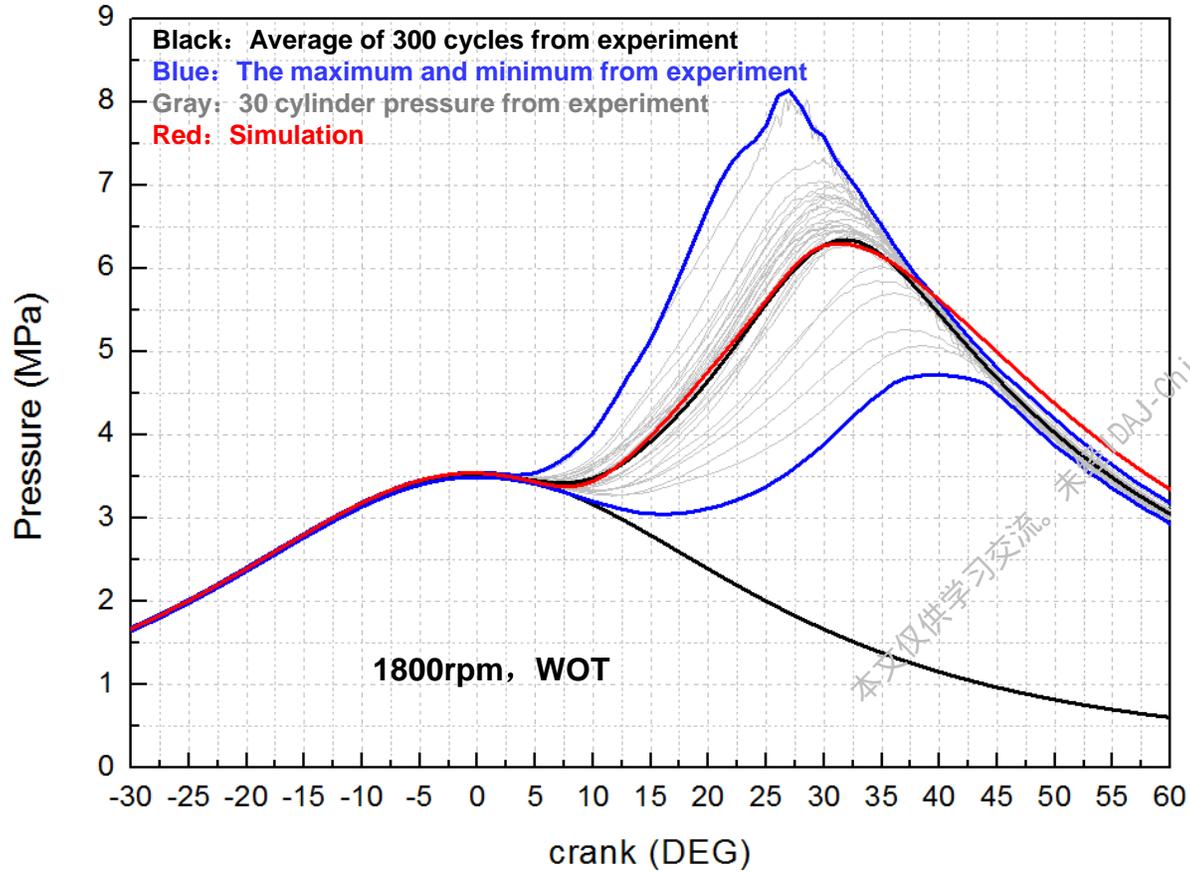
结论

学习交流。未经 IDAJ-China 许可，谢绝其它转载和用途。

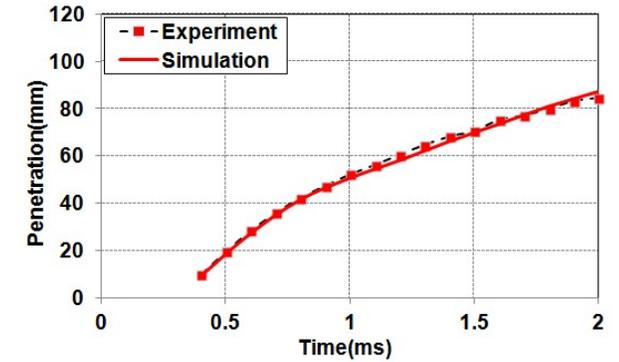
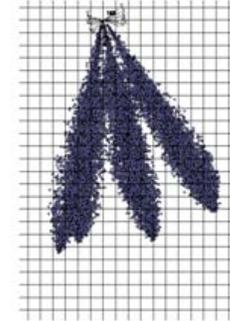
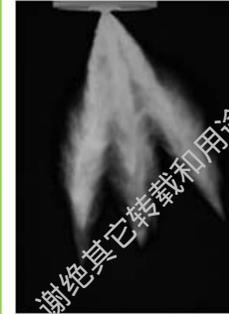
### 3. 实验验证

#### 3.1 CA4GC , T/GDI, 1800rpm, WOT

##### Combustion:



##### Spray:



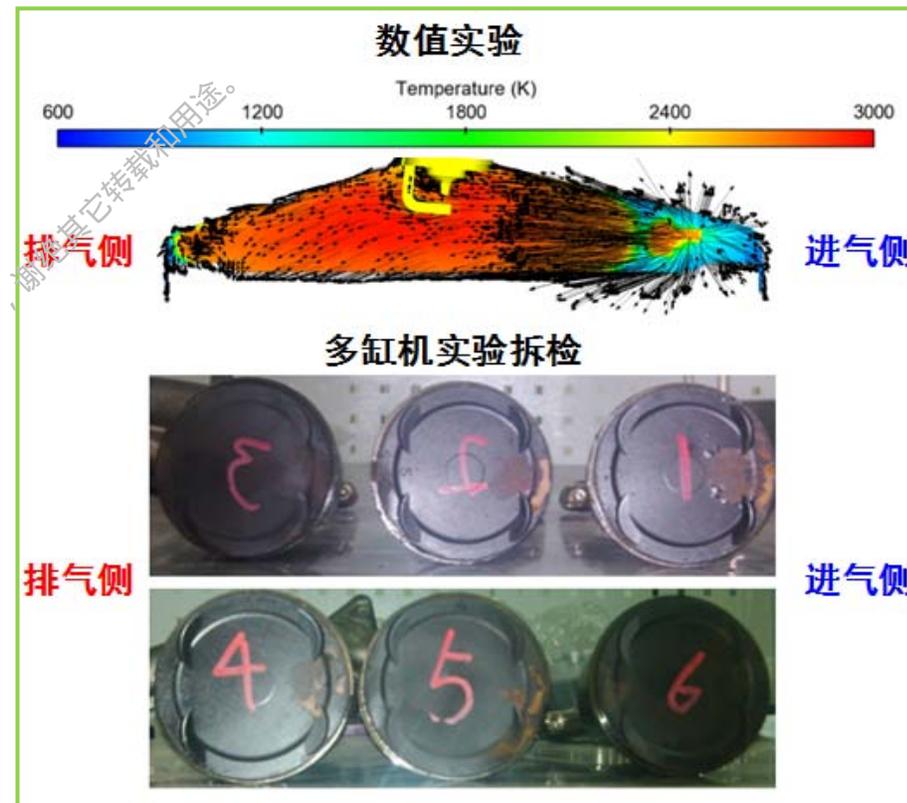
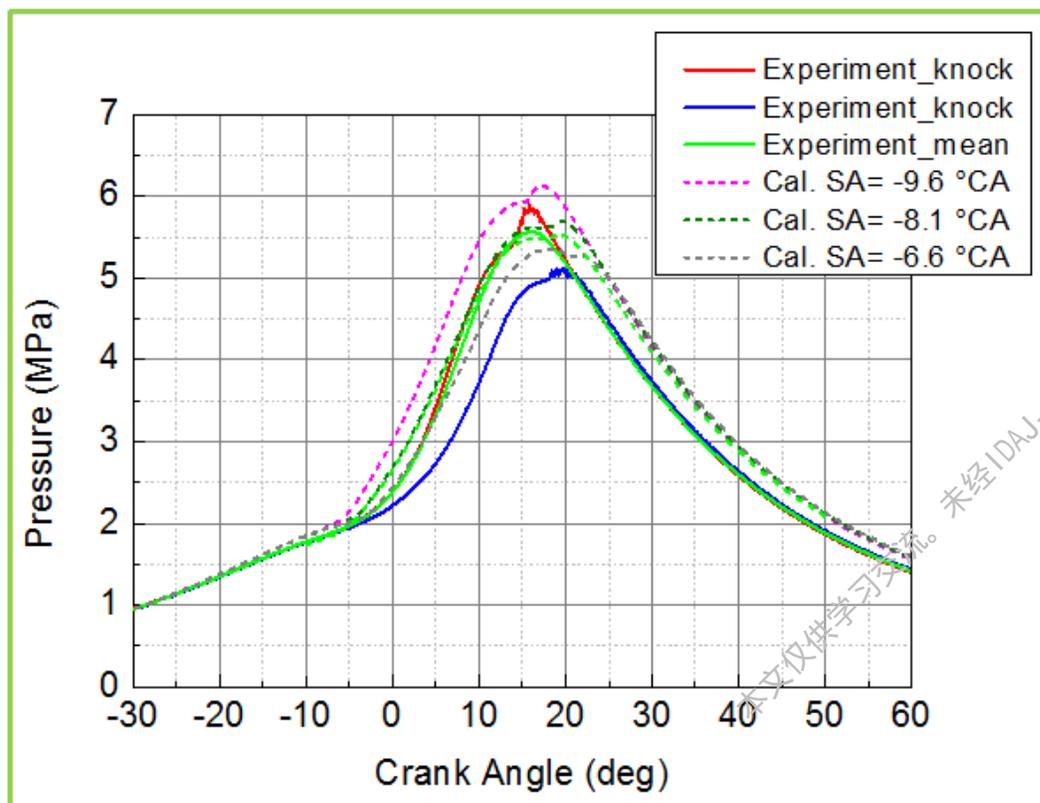
##### Emissions:

Average of four cylinders		
Emissions	Experiment/kg	Simulation/kg
NOx	3.1091E-6	3.11391E-6
CO	1.02425E-5	1.69335E-5
<b>HC</b>	<b>2.17233E-7</b>	<b>4.03859E-12</b>

■ 喷雾、缸压和排放的实验验证。

### 3. 实验验证

#### 3.2 CA6GV, NA/PFI, 1200rpm, WOT



■ 多缸机实验验证：缸压和爆震的位置。末端混合气自燃主要发生在进气侧。

### 3. 实验验证

#### 3.2 CA6GV, NA/PFI, 1200rpm, WOT

排气侧



进气侧

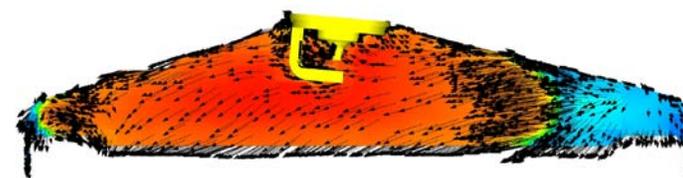
光学实验



排气侧

进气侧

数值实验



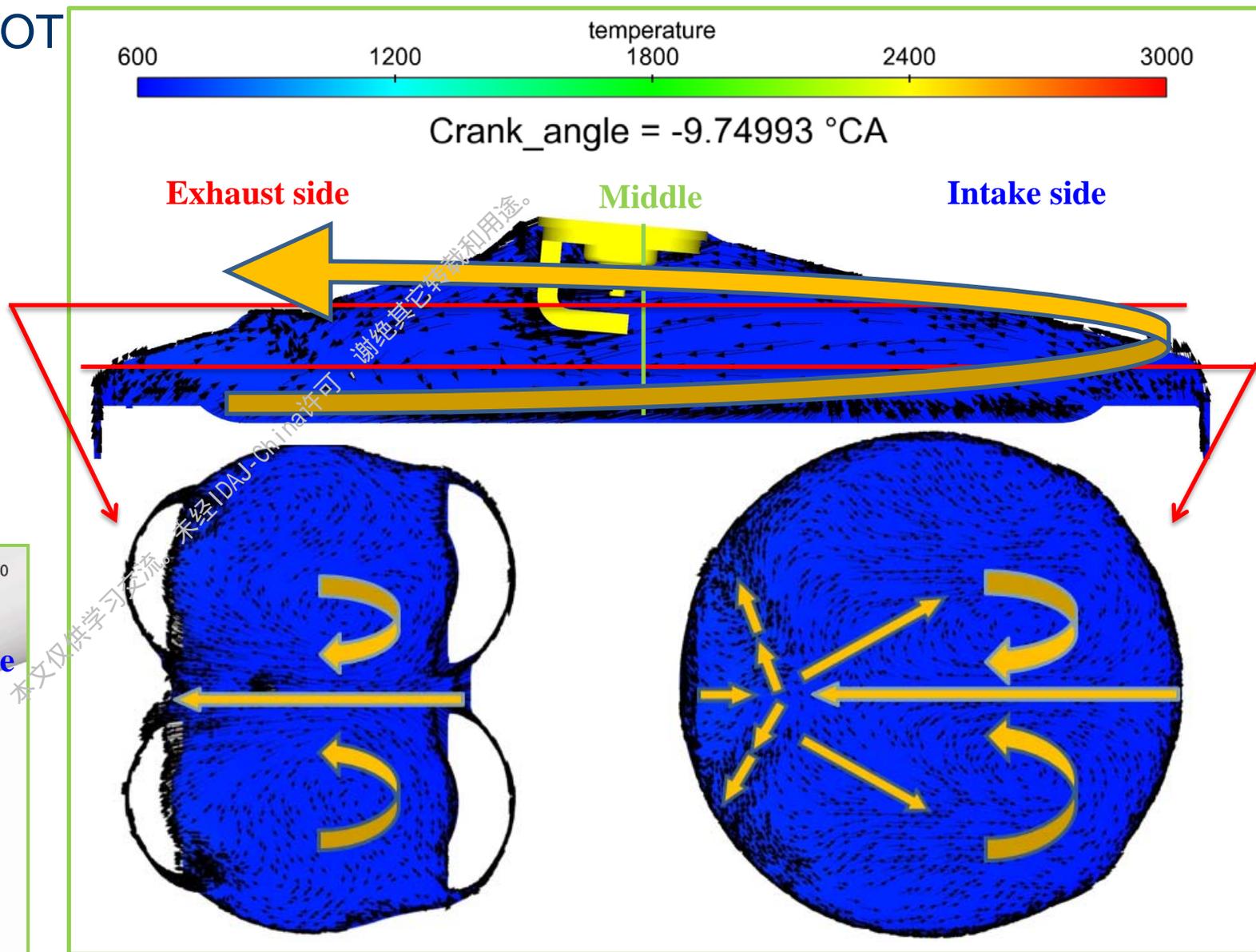
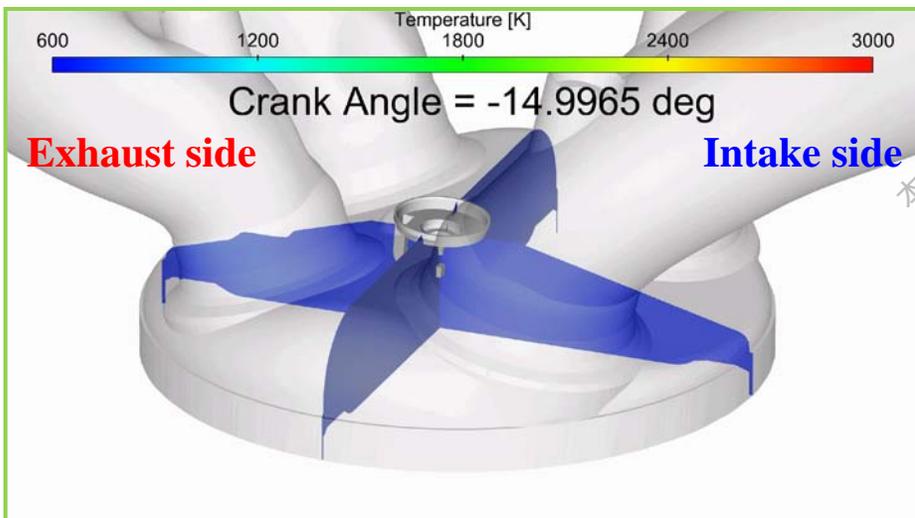
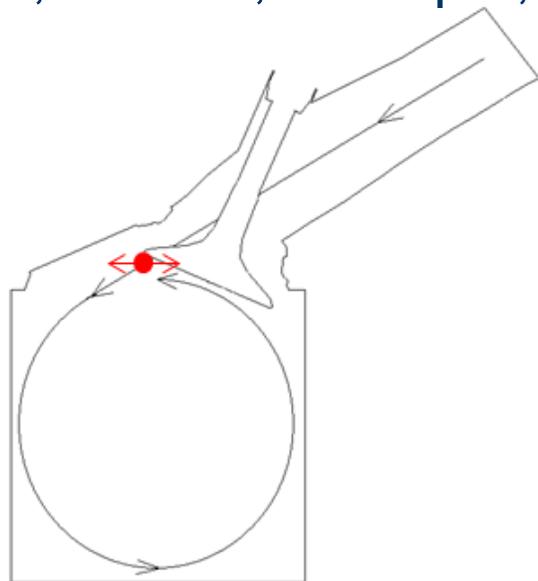
排气侧

进气侧

■ 光学发动机实验验证：火焰传播和爆震的位置。末端混合气自燃主要发生在进气侧。

### 3. 实验验证

#### 3.2 CA6GV, NA/PFI, 1200rpm, WOT



1

背景

2

计算模型及设置

3

实验验证

4

燃烧系统设计中的应用

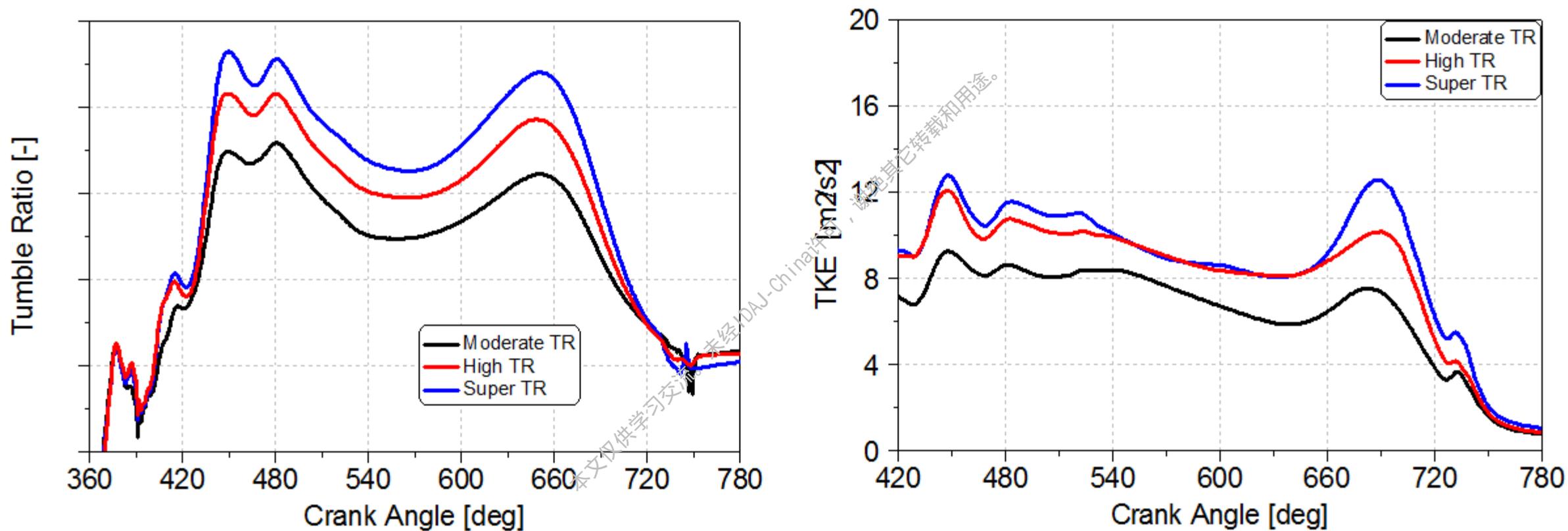
5

结论

学习交流。未经 IDAJ-China 许可，谢绝其它转载和用途。

## 4. 燃烧系统设计中的应用

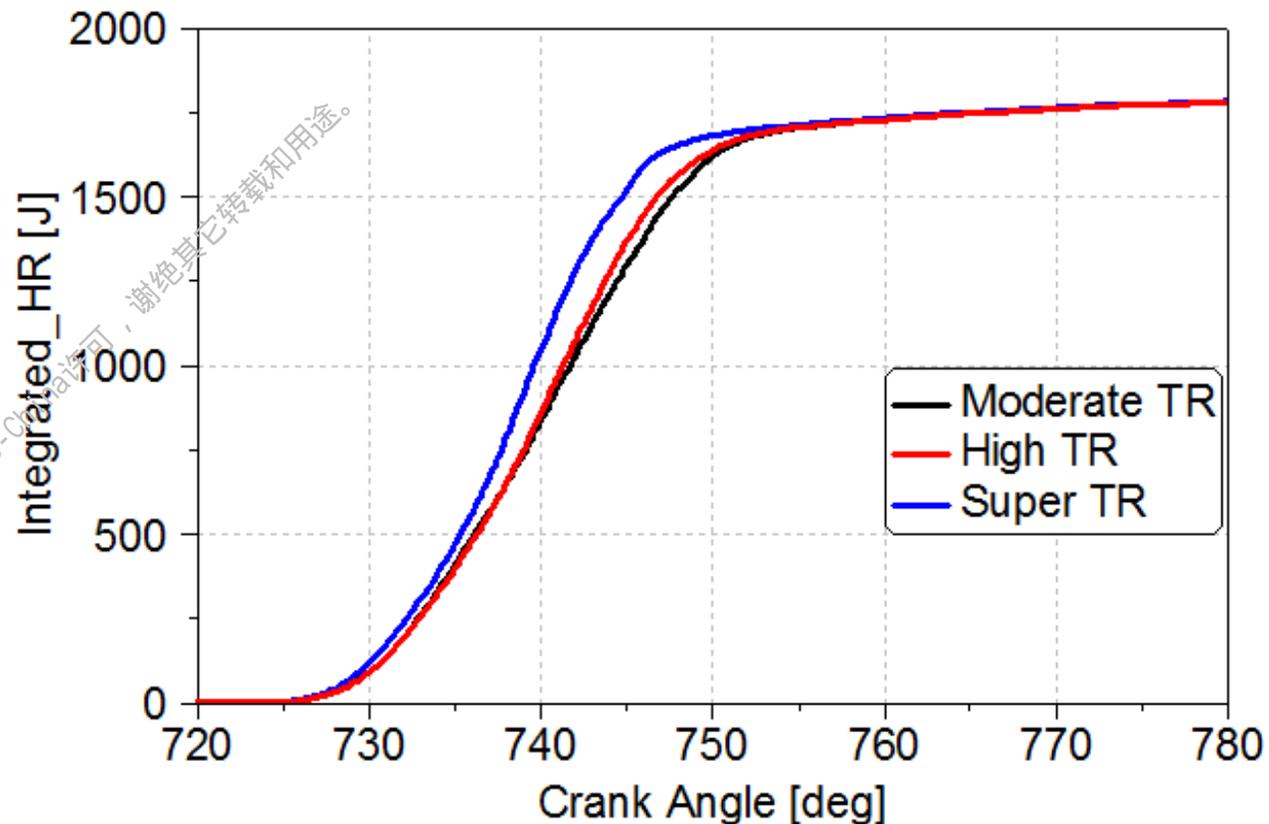
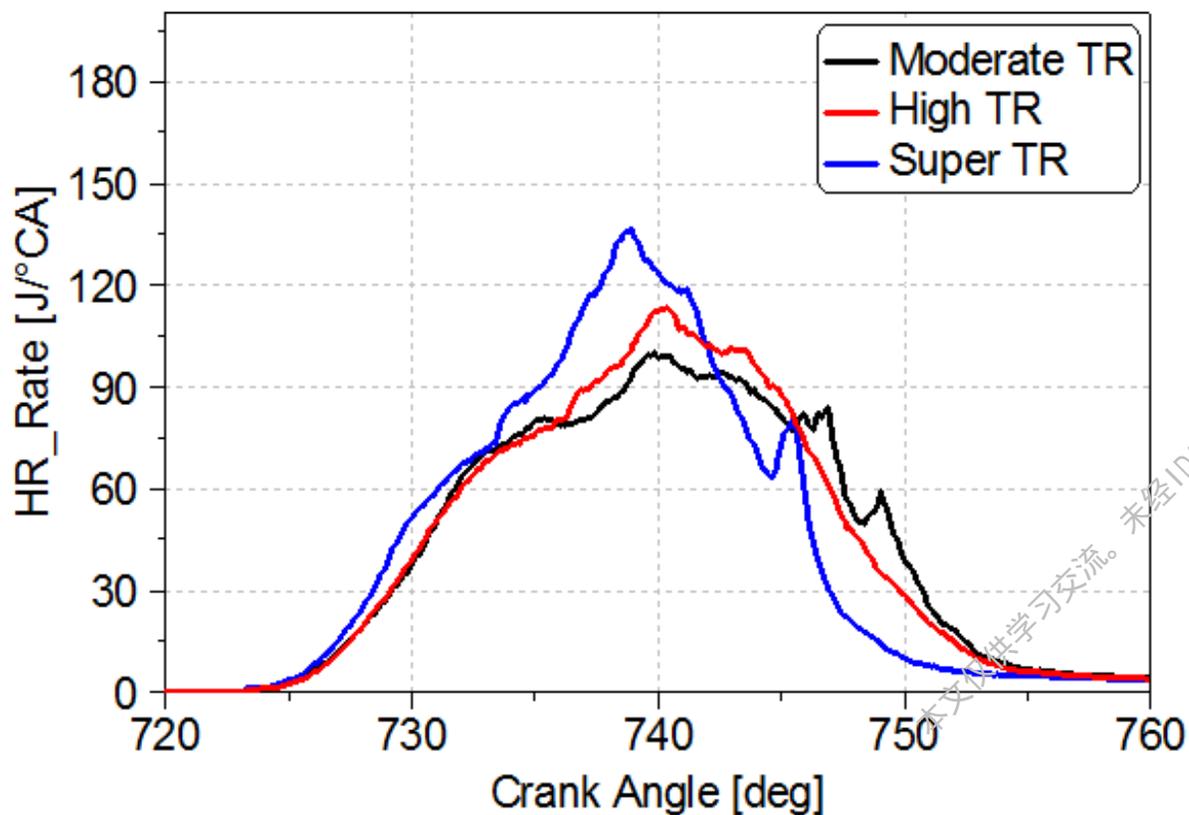
### 4.1 滚流比的影响：CA4GA, T/GDI, 1500rpm, WOT



■ 三种气道（中等滚流、高滚流、超高滚流）：随着滚流比的增大，起止点附近的湍动能也增大。

## 4. 燃烧系统设计中的应用

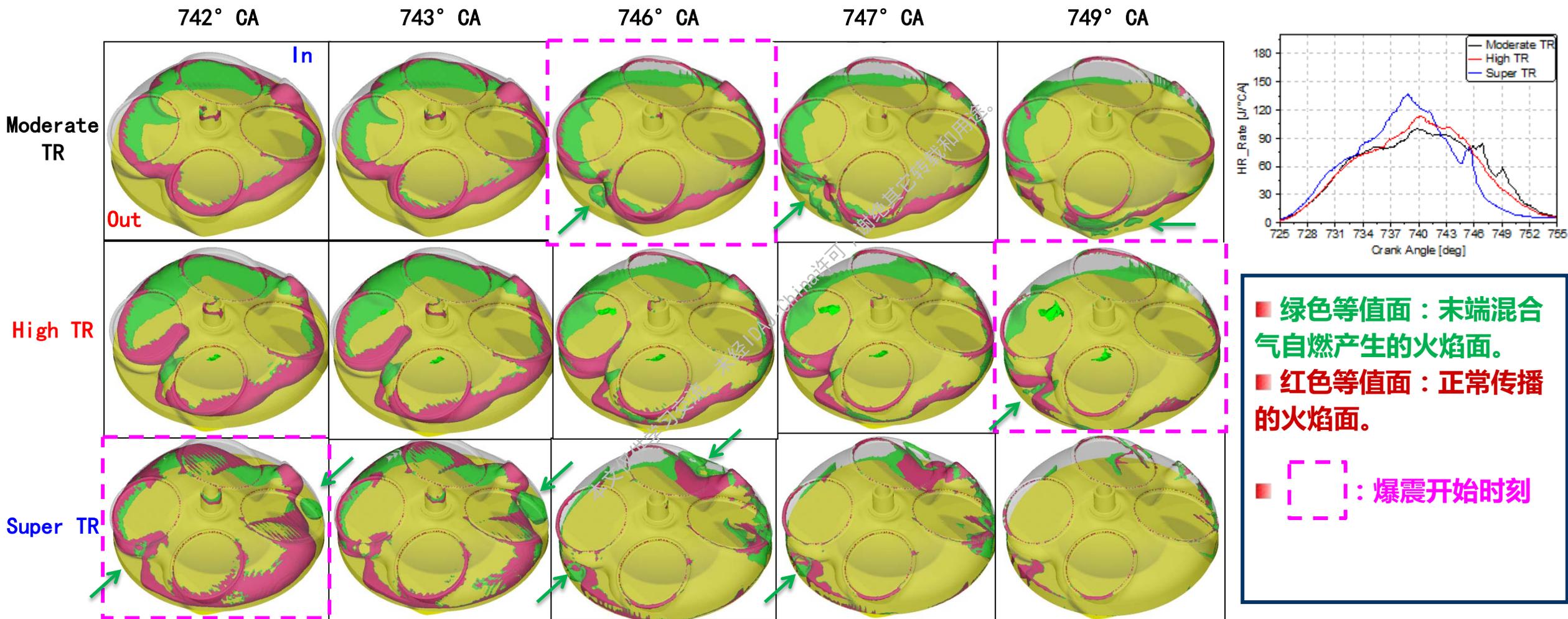
### 4.1 滚流比的影响：CA4GA, T/GDI, 1500rpm, WOT



■ 随着滚流比的提高，燃烧速度增大，但是……

## 4. 燃烧系统设计中的应用

### 4.1 滚流比的影响：CA4GA, T/GDI, 1500rpm, WOT



- 中等滚流到高滚流：爆震时刻推迟；高滚流到超高滚流：爆震时刻提前。呈非一致性变化趋势。
- 末端混合气自燃的位置主要在排气侧。

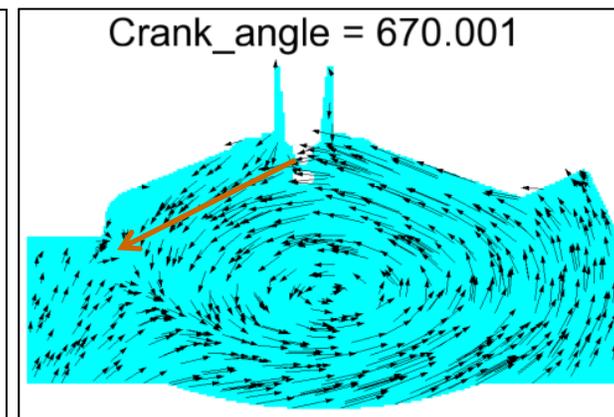
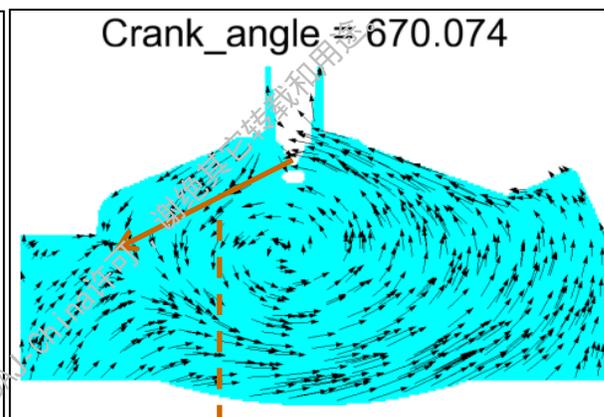
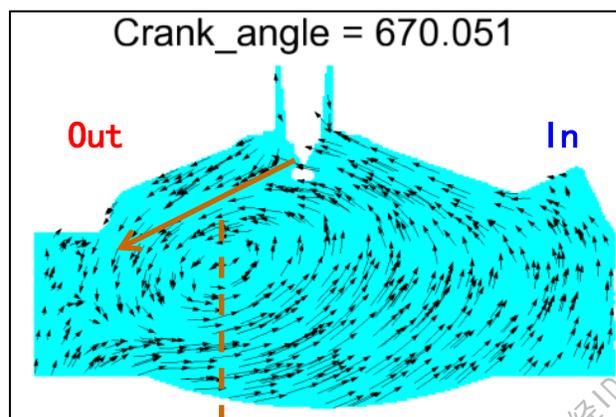
## 4. 燃烧系统设计中的应用

### 4.1 滚流比的影响：CA4GA, T/GDI, 1500rpm, WOT

Moderate TR

High TR

Super TR



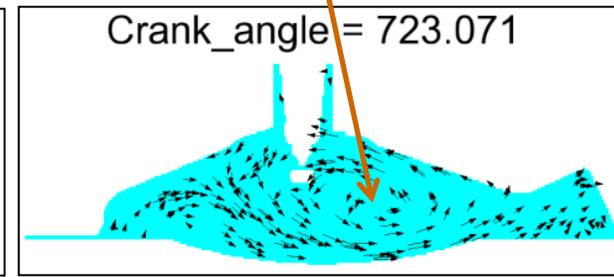
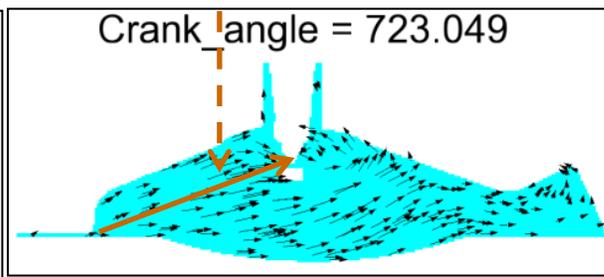
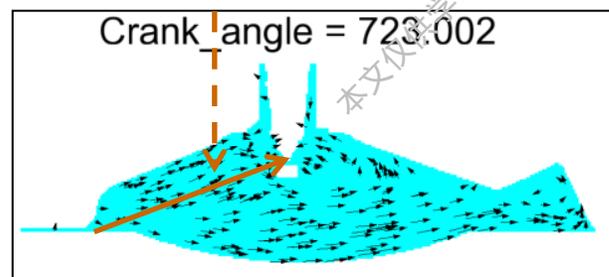
压缩时，保持比较强的滚流形态

Direction changed

Direction changed

Tumble still remains

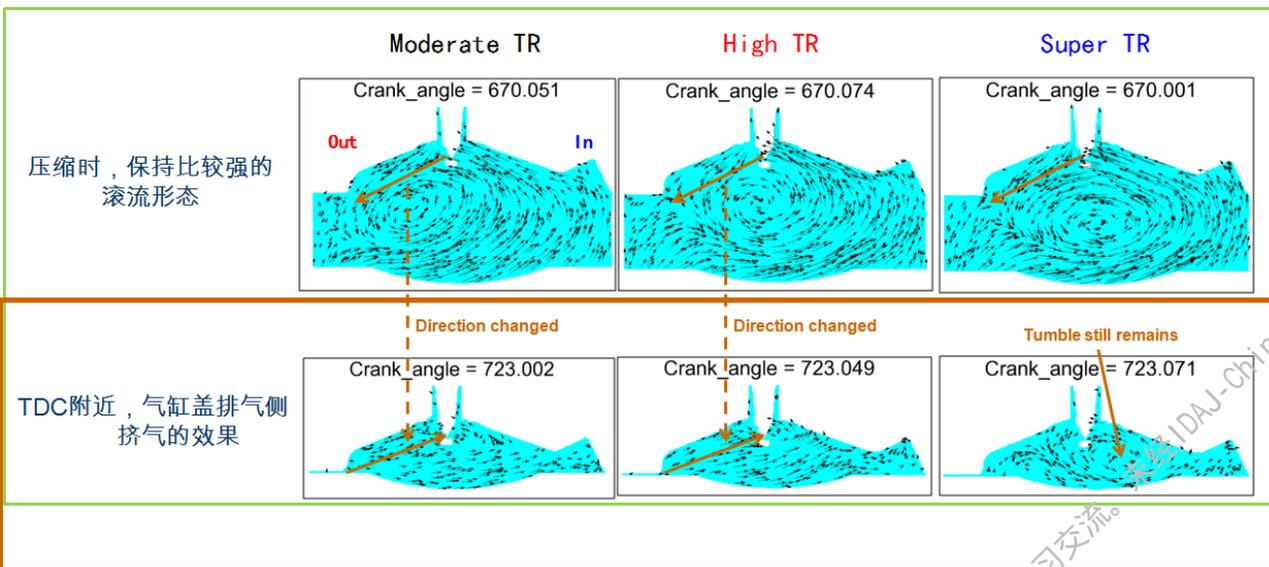
TDC附近，气缸盖排气侧挤气的效果



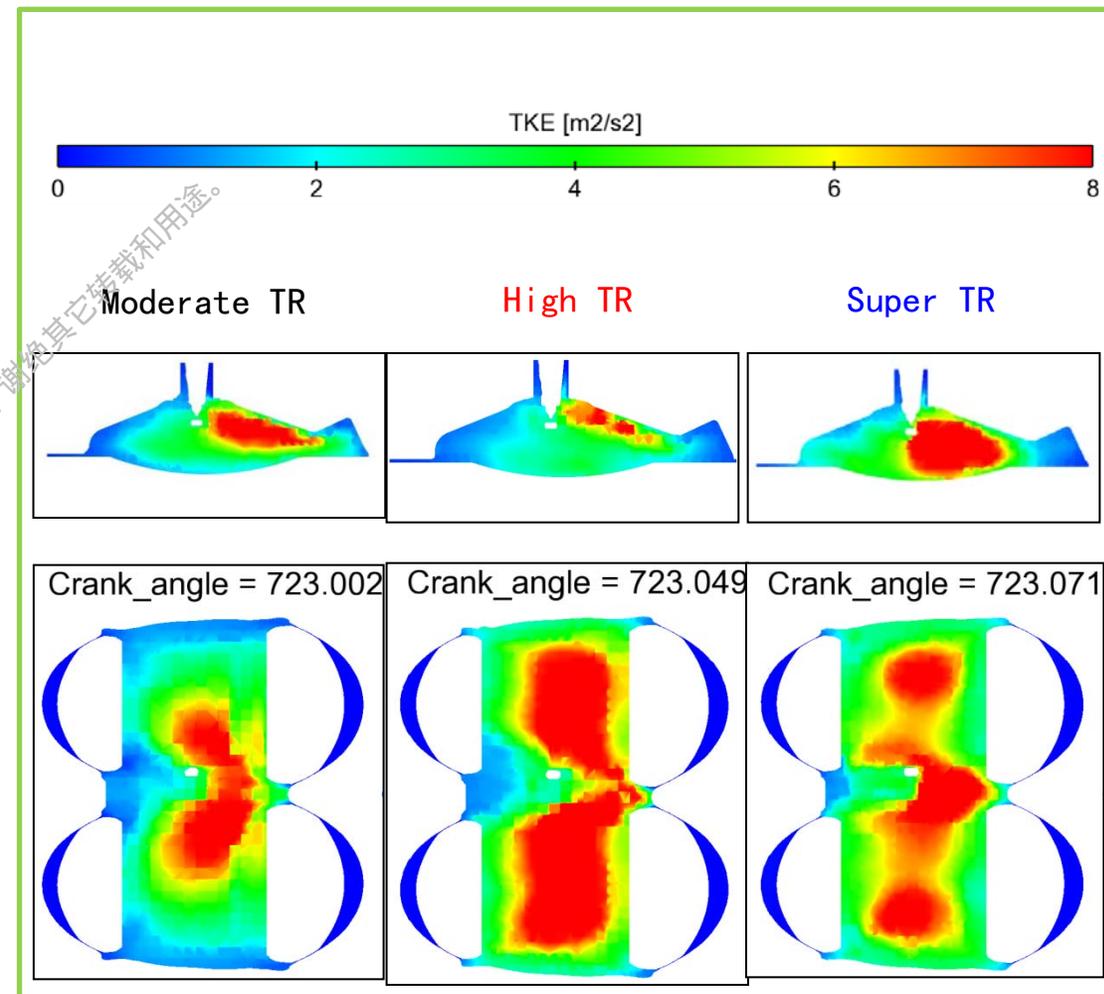
■ 排气侧挤气的结果：中等滚流和高滚流，排气侧的流场方向发生了变化；超高滚流，仍然保持滚流形态。

## 4. 燃烧系统设计中的应用

### 4.1 滚流比的影响：CA4GA, T/GDI, 1500rpm, WOT



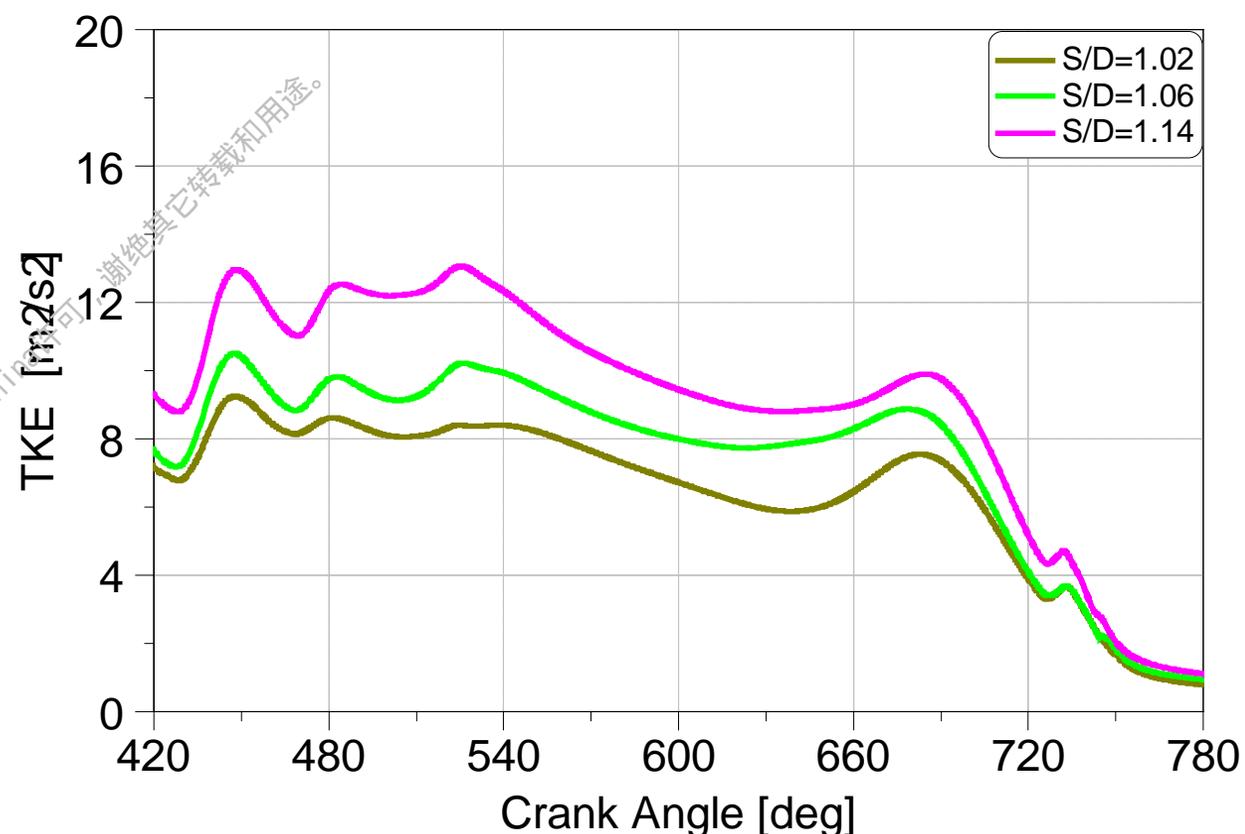
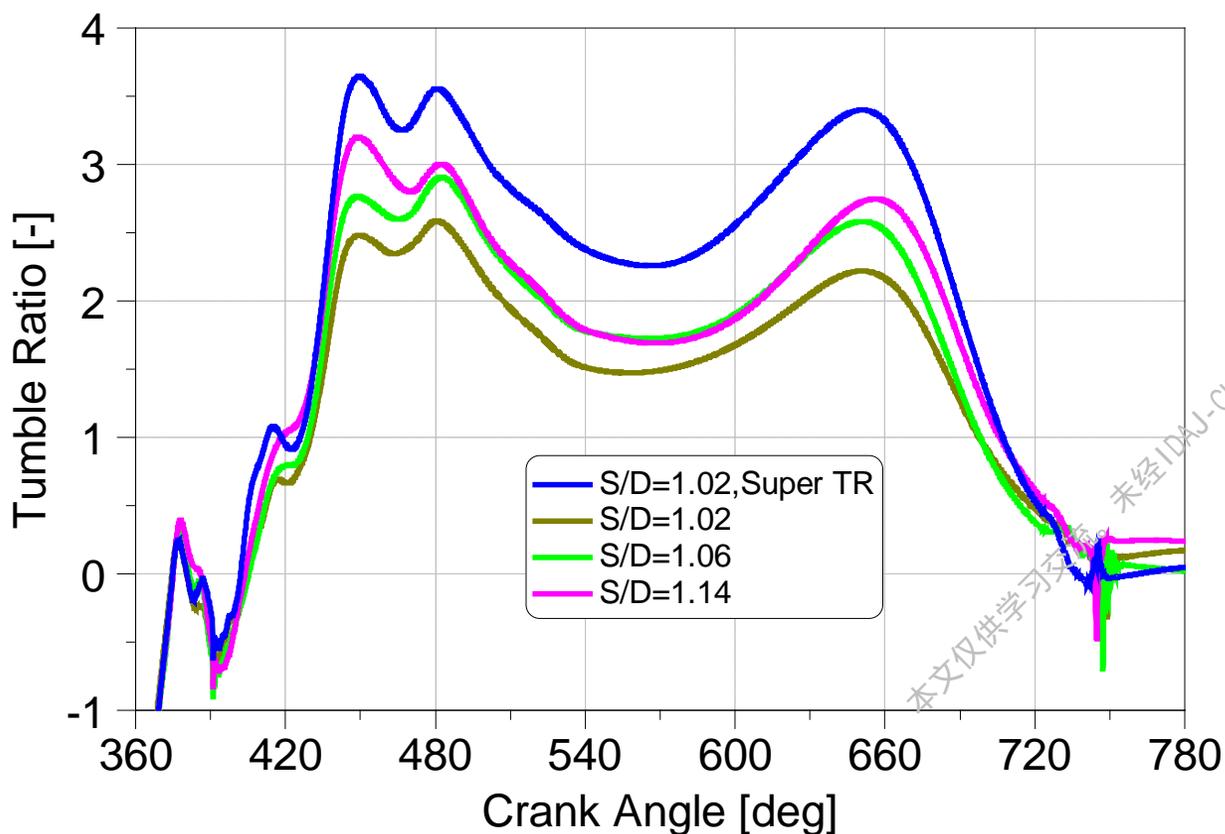
排气侧的单向挤气将高端动能区域挤向进气侧



■ 排气侧挤气的结果：高端动能的区域向进气侧偏移。

## 4. 燃烧系统设计中的应用

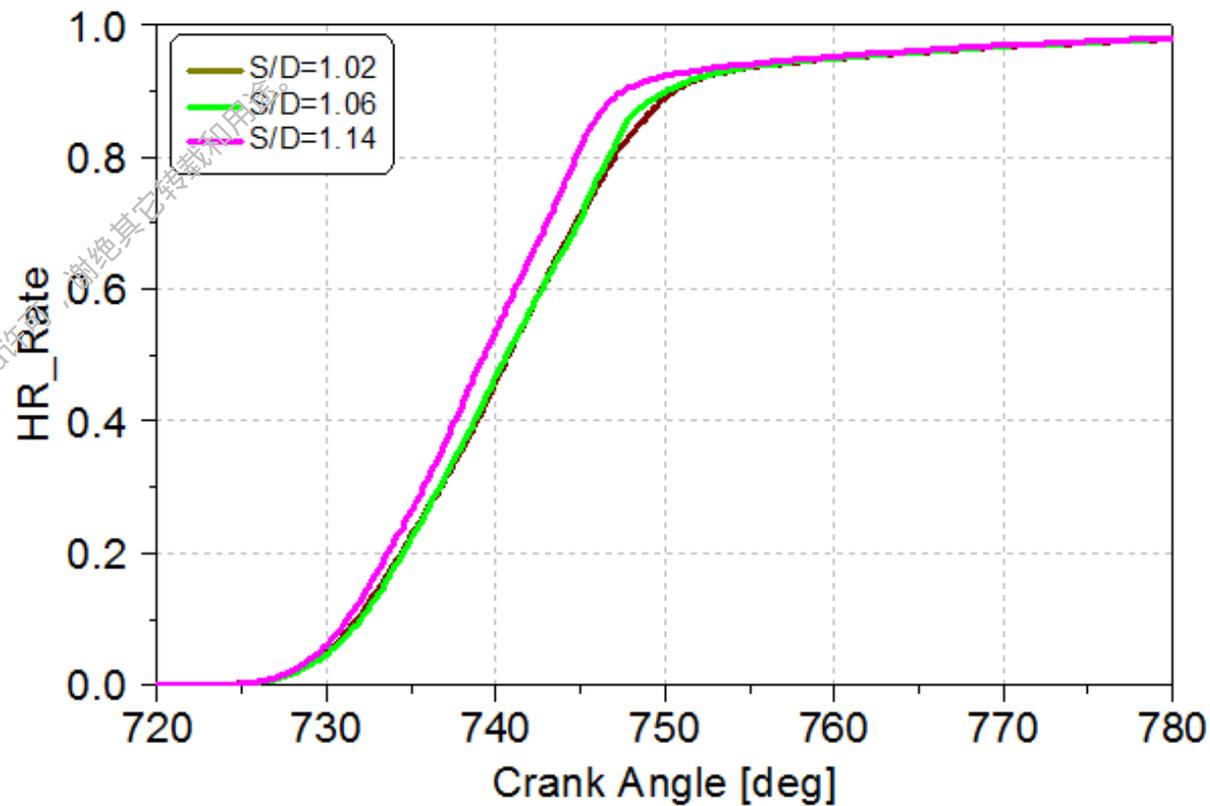
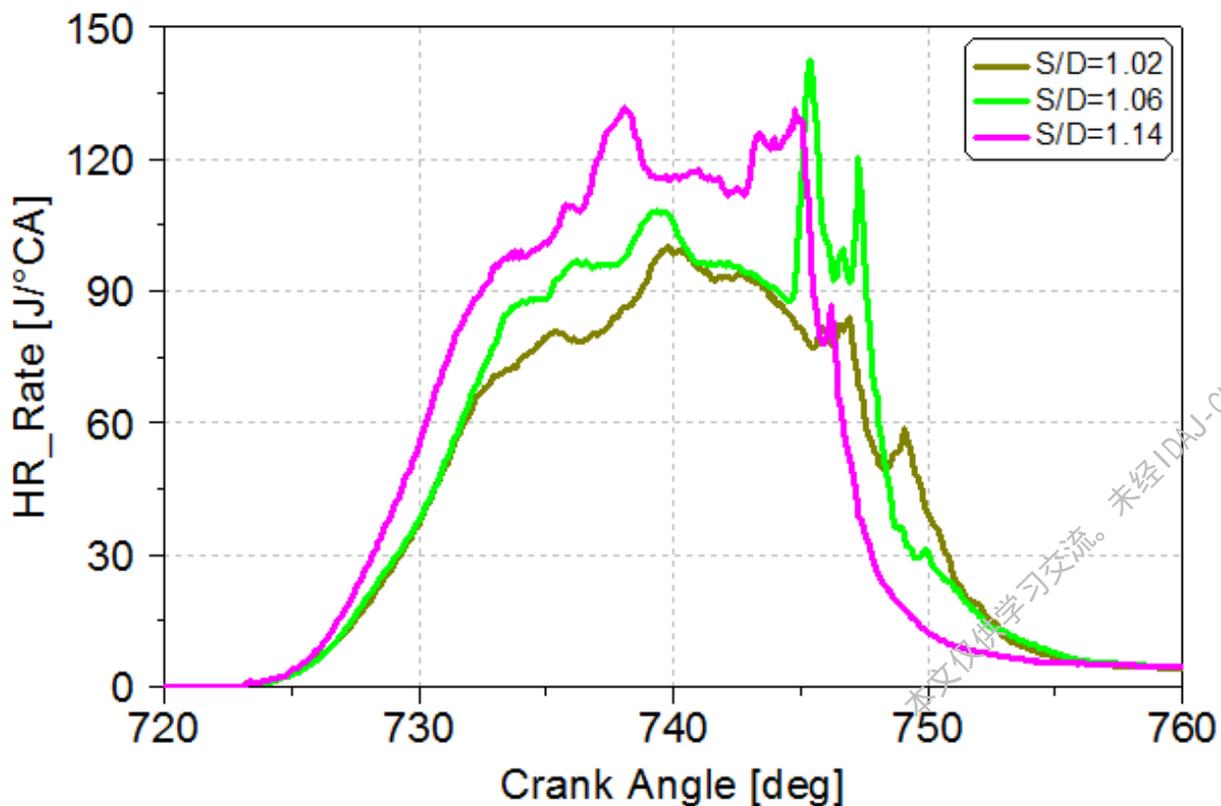
### 4.2 S/D的影响：CA4GA, T/GDI, 1500rpm, WOT



■ 随着S/D的增大，上止点附近的湍动能也增大。三种S/D的滚流比都大幅低于超高滚流。

## 4. 燃烧系统设计中的应用

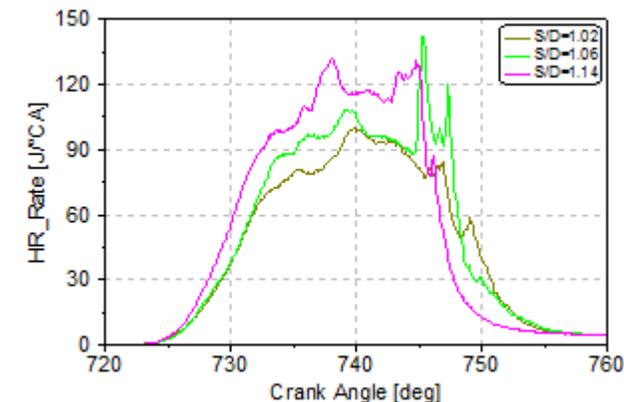
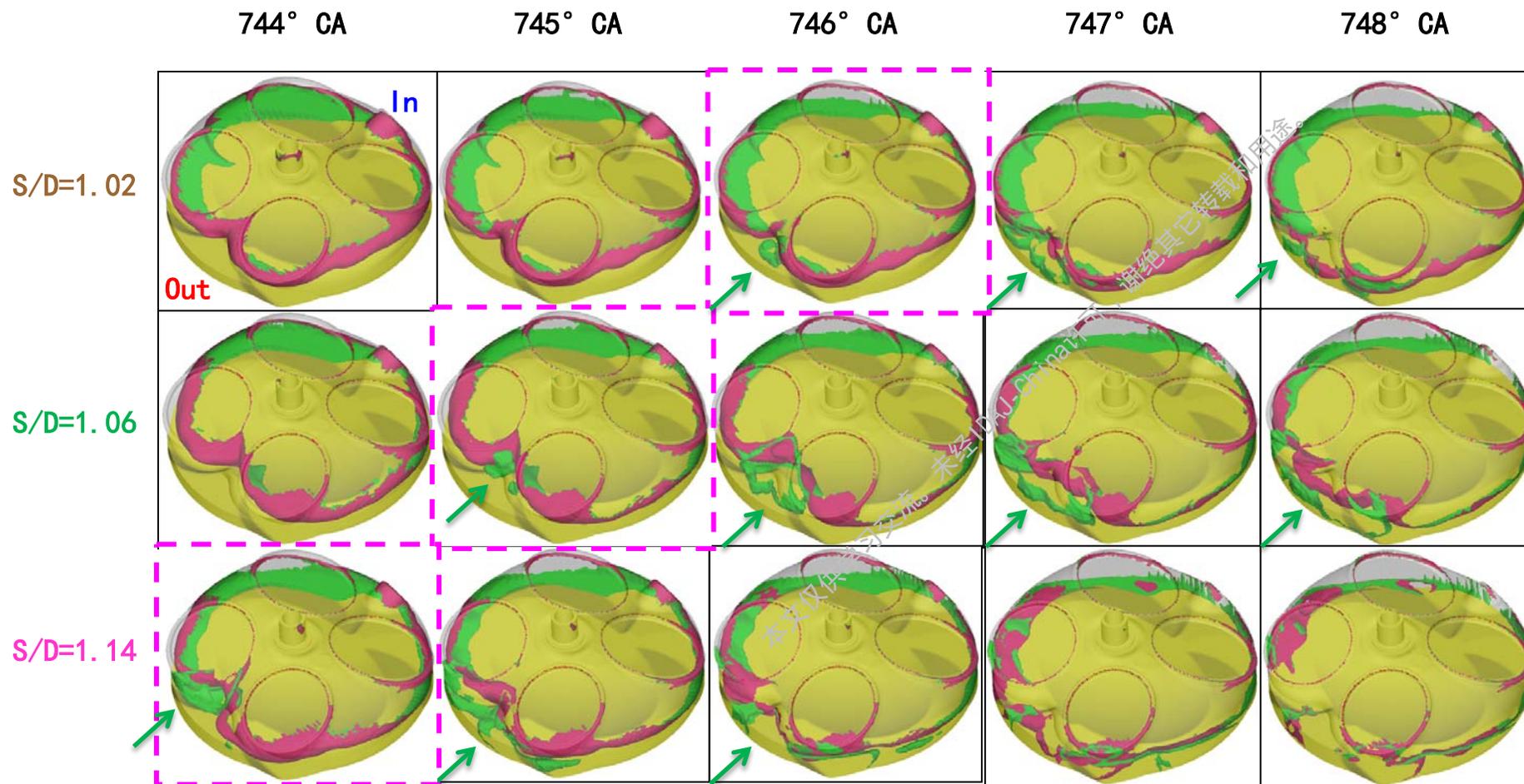
### 4.2 S/D的影响：CA4GA, T/GDI, 1500rpm, WOT



■ S/D的提高增大了滚流比和湍动能，进而增大了燃烧速度。

## 4. 燃烧系统设计中的应用

### 4.2 S/D的影响：CA4GA, T/GDI, 1500rpm, WOT

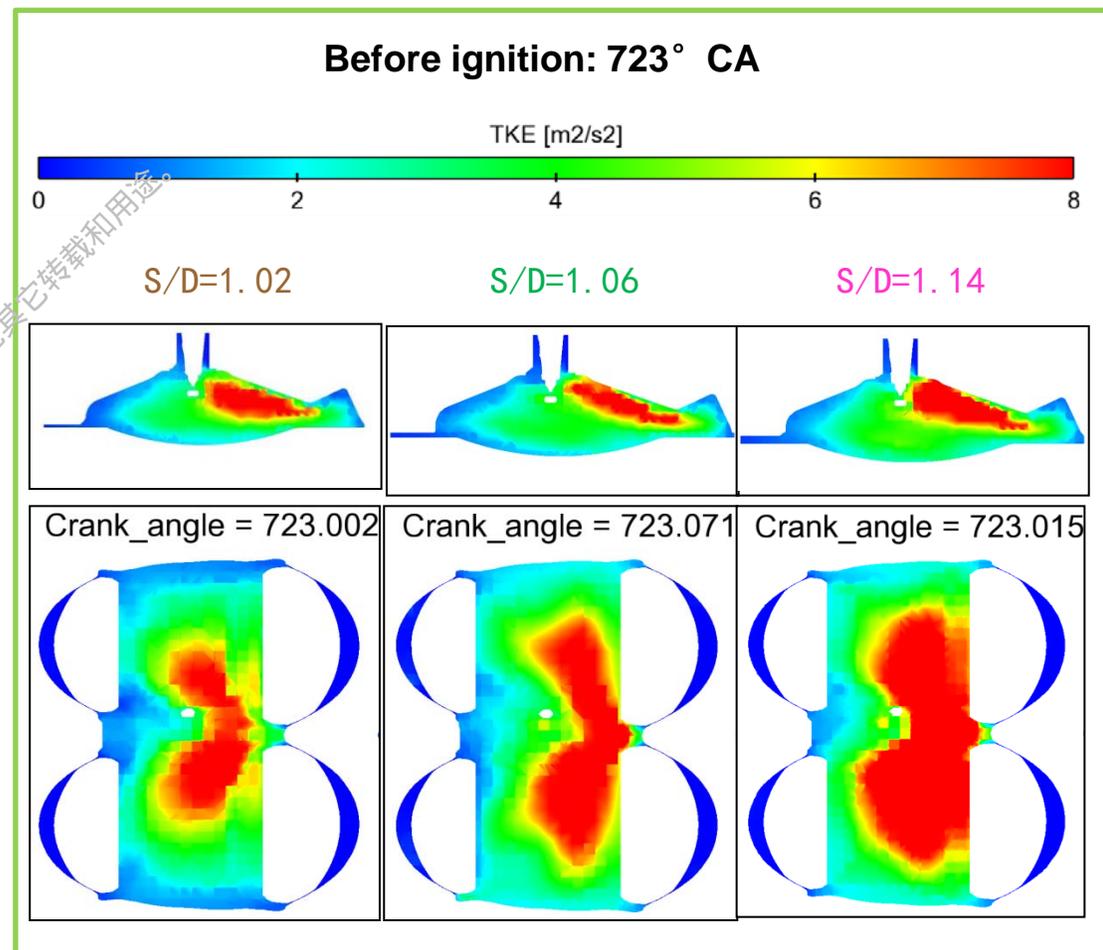
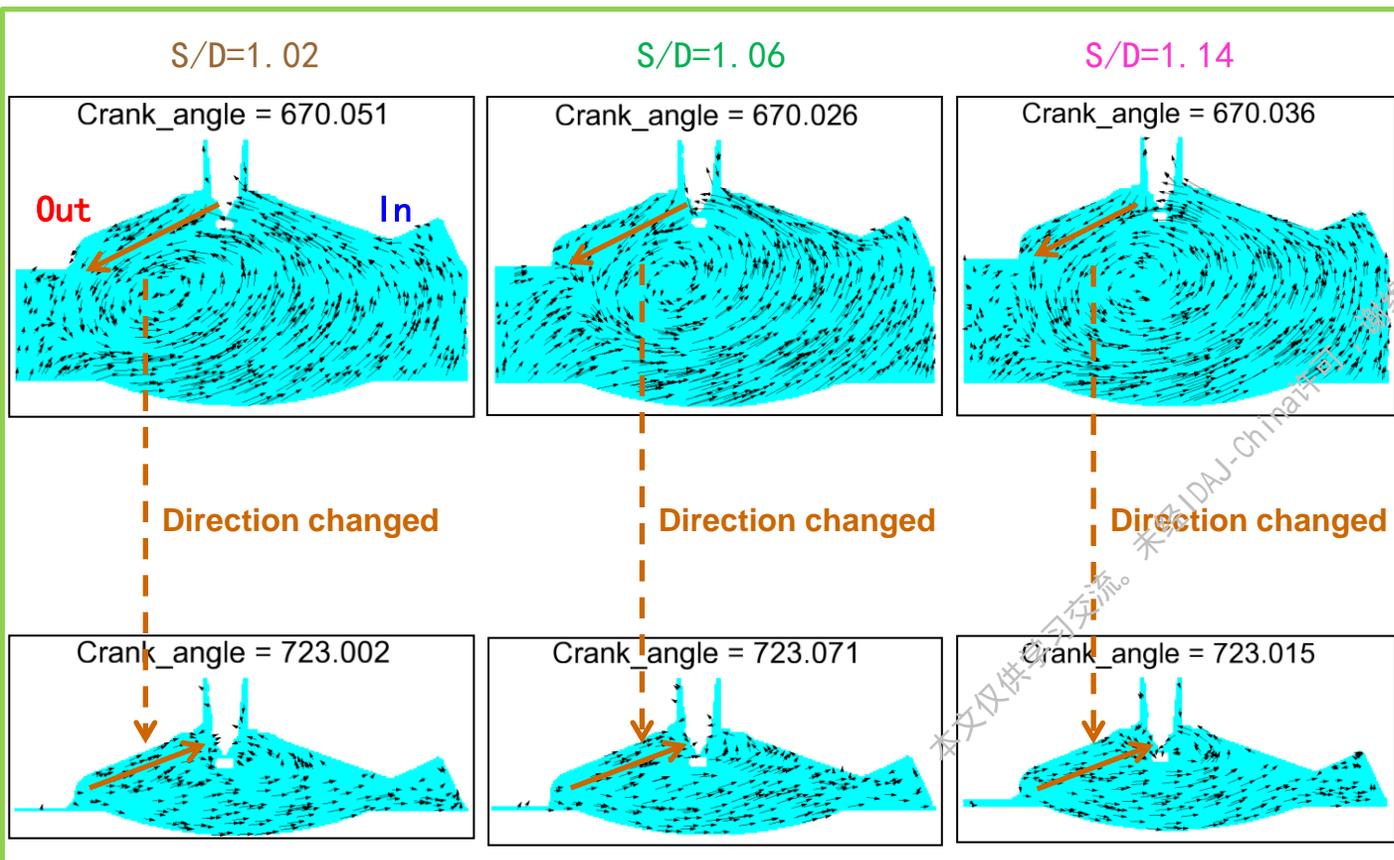


- 绿色等值面：末端混合气自燃产生的火焰面。
- 红色等值面：正常传播的火焰面。
- [ ] : 爆震开始时刻

- 随着S/D的增大，爆震时刻提前，呈非一致性变化趋势。增大S/D可以提高燃烧速度，但不能显著地抑制爆震。
- 末端混合气自燃的位置主要在排气侧。

## 4. 燃烧系统设计中的应用

### 4.2 S/D的影响：CA4GA, T/GDI, 1500rpm, WOT



■ 三种S/D方案的排气侧流动方向都发生了变化，并且流场结构非常相似，说明增大S/D虽然提高了滚流比，但是对流场的结构影响很小。

1

背景

2

计算模型及设置

3

实验验证

4

燃烧系统设计中的应用

5

结论

学习交流。未经 IDAJ-China 许可，谢绝其它转载和用途。

- 采用G方程模型和化学反应动力学机理的方法可以很好地模拟SI汽油机的燃烧过程，模拟与实验吻合得很好。
- 在相同点火提前角的前提下，随着滚流比的增大，燃烧速度提高，爆震发生的时刻先推后再提前，呈非一致性的变化趋势，气道滚流比对流场的结构影响较大。在某些情况下，增大滚流比来提高燃烧速度并不能带来更好的抑制爆震效果。
- 在相同点火提前角的前提下，增大S/D可以提高燃烧速度，但不能显著地抑制爆震，爆震发生的时刻略微提前，呈一致性的变化趋势，增大S/D虽然提高了滚流比，但是对流场的结构影响很小。
- CA6GV发生末端混合气自燃的主要位置在进气侧，而CA4GA发生末端混合气自燃的主要位置在排气侧。发生末端混合气自燃的主要位置需要根据具体燃烧系统而定。



关爱自然 服务社会

CARE THE NATURE AND SERVE THE SOCIETY

——让汽车更清洁 更节能

Contribute cleaner and more energy saving vehicles



本文仅供学习交流。未经IDAJ-CHINA许可，不得擅自复制和传播。