



基于CONVERGE的无节气门汽油机 缸内湍动能研究

报告人：郝斌

单 位：山东大学



目录

1

研究背景及意义

2

国内外研究现状

3

FHVVS汽油机主要优缺点与改善

4

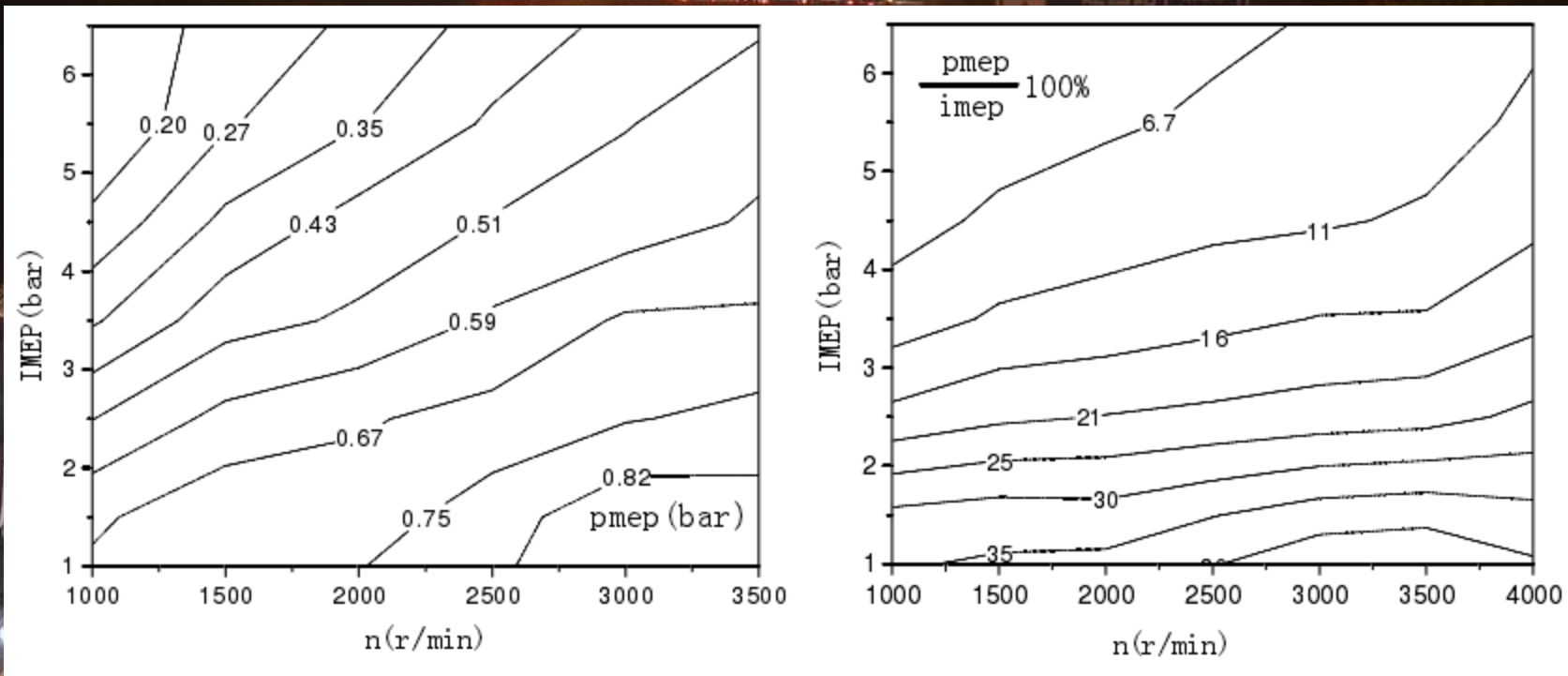
CONVERGE仿真计算

5

计算结果与分析

研究背景及意义

1



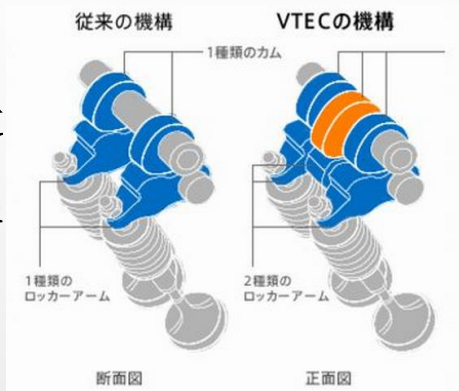
- 在城市道路运行的车用汽油机大部分时间是在中、小负荷下工作，因此降低中、小负荷时的泵气损失对改善车用汽油机的经济性意义重大。

2

国内外研究现状

2

➤ 近
很



术取得了突... 发展, 实际应用方面取得了

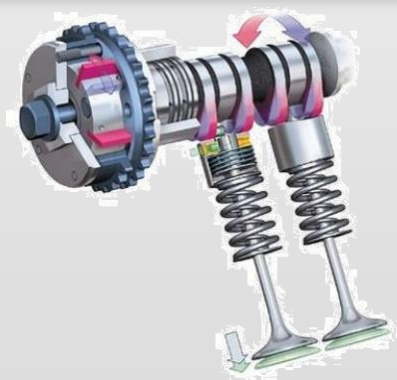


1989

1992

2004

2009



3

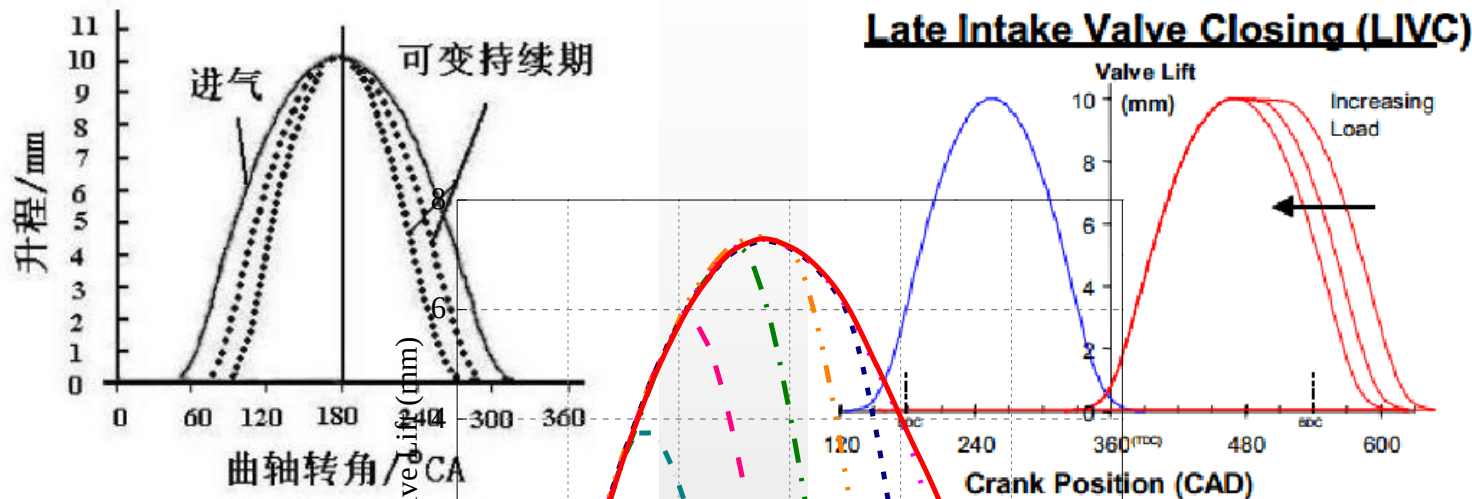


国内外研究现状

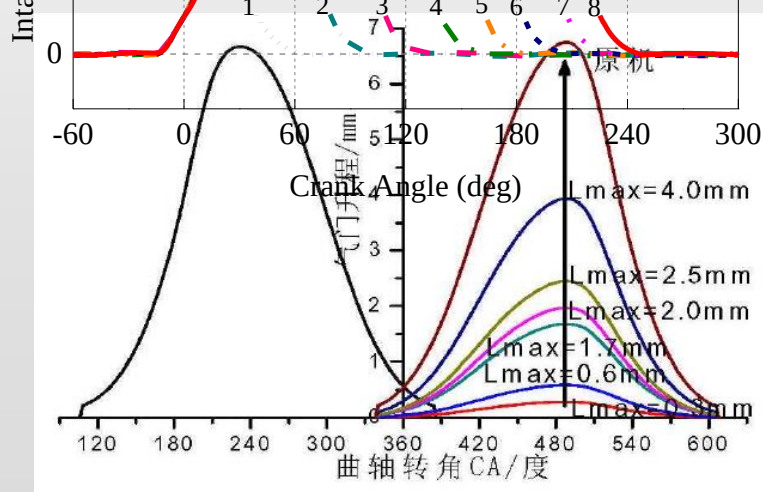
2

- **VVA** (Variable Valve Actuation) 通过改变气门开启时刻、开启持续期以及最大升程高度，可以在全负荷范围内实现无节气门负荷控制。
- 通过三个要素的不同组合影响进气性能和缸内流动，关乎发动机的动力性、经济性以及排放特性。

国内外研究现状



升程不变很难做到全负荷调节, 灵活性差 增加泵气损失



过低的气门升程增加了节流损失



FVVS汽油机主要优缺点与改善

3

缺点

优点

放热速率降低



循环波动变大



CA50远离上止点



FVVS



提高燃油经济性

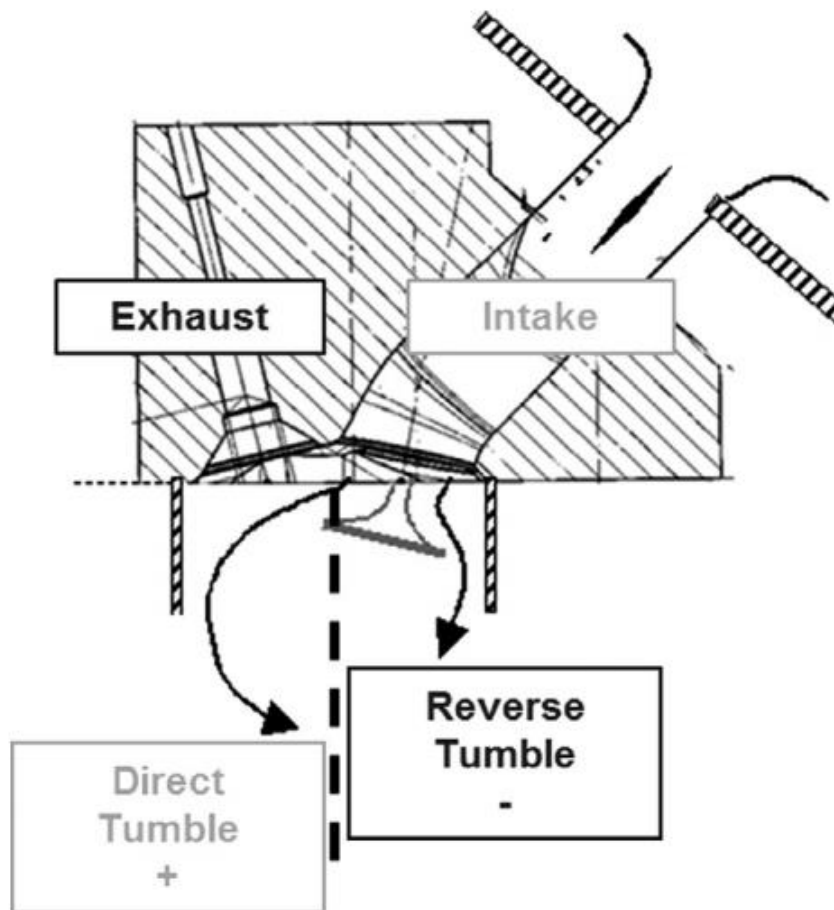
FVVS汽油机主要优缺点与改善

3

改

增大点火

增强气



然烧，
的热效率

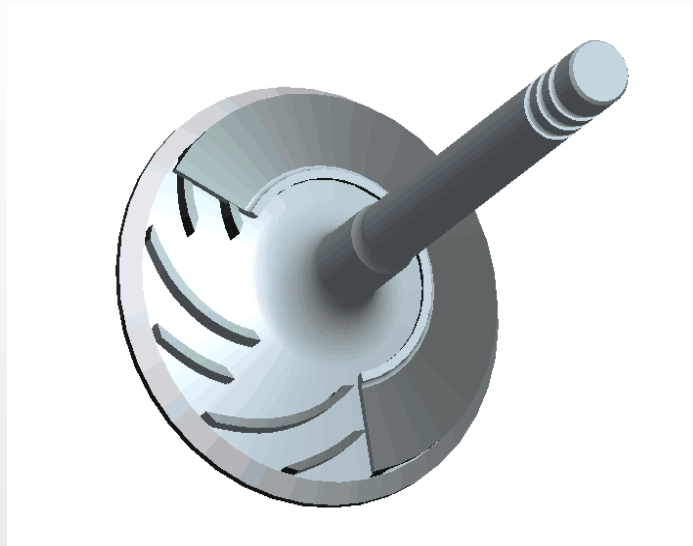
合质量，
传播

FVVS汽油机主要优缺点与改善

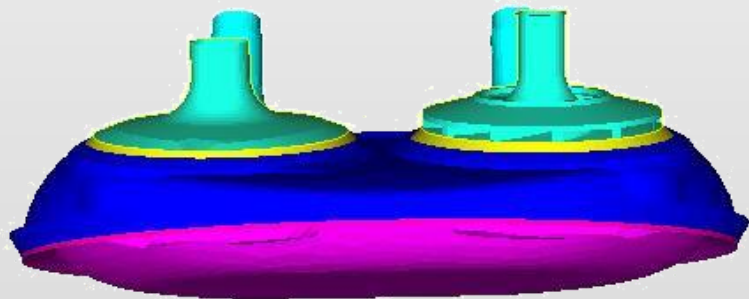
3

增加进气涡流

- 为了增强进气涡流而同时保持进气流量系数较大，采用一只原机气门和一只增强涡流气门组合的方案。



气门头部背面增加螺旋导流槽

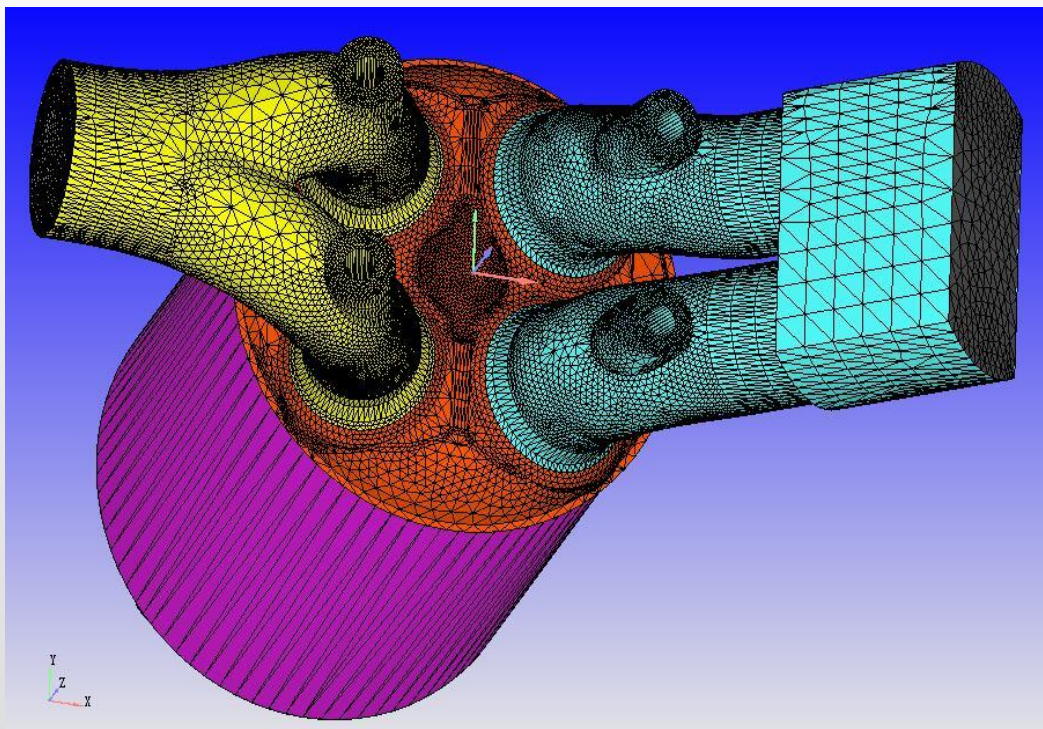


螺旋导流槽气门与火力面的配合关系

CONVERGE仿真计算

4

模型处理



9

网格处理与边界划分



CONVERGE仿真计算

4

模型处理

边界条件

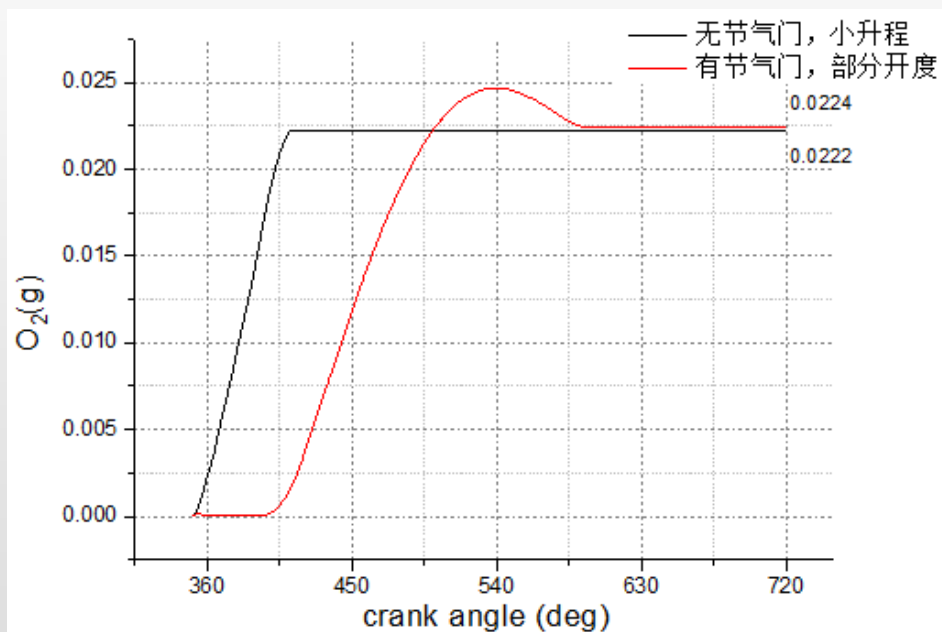
- 在CONVERGE中将流体域划分为进气、缸内和排气三个区域。各区域的计算初始温度和压力由一维计算给出，各边界条件的参数设置由实验测量和经验公式给出，固体壁面采用第一类边界条件。

加密策略

- 通过基础网格尺寸和丰富的网格加密功能实现流体域网格的自动划分：设置基础网格尺寸2mm；对缸内进行自适应网格加密，对进、排气门座圈处进行固定加密。

5 计算结果与分析

前提条件

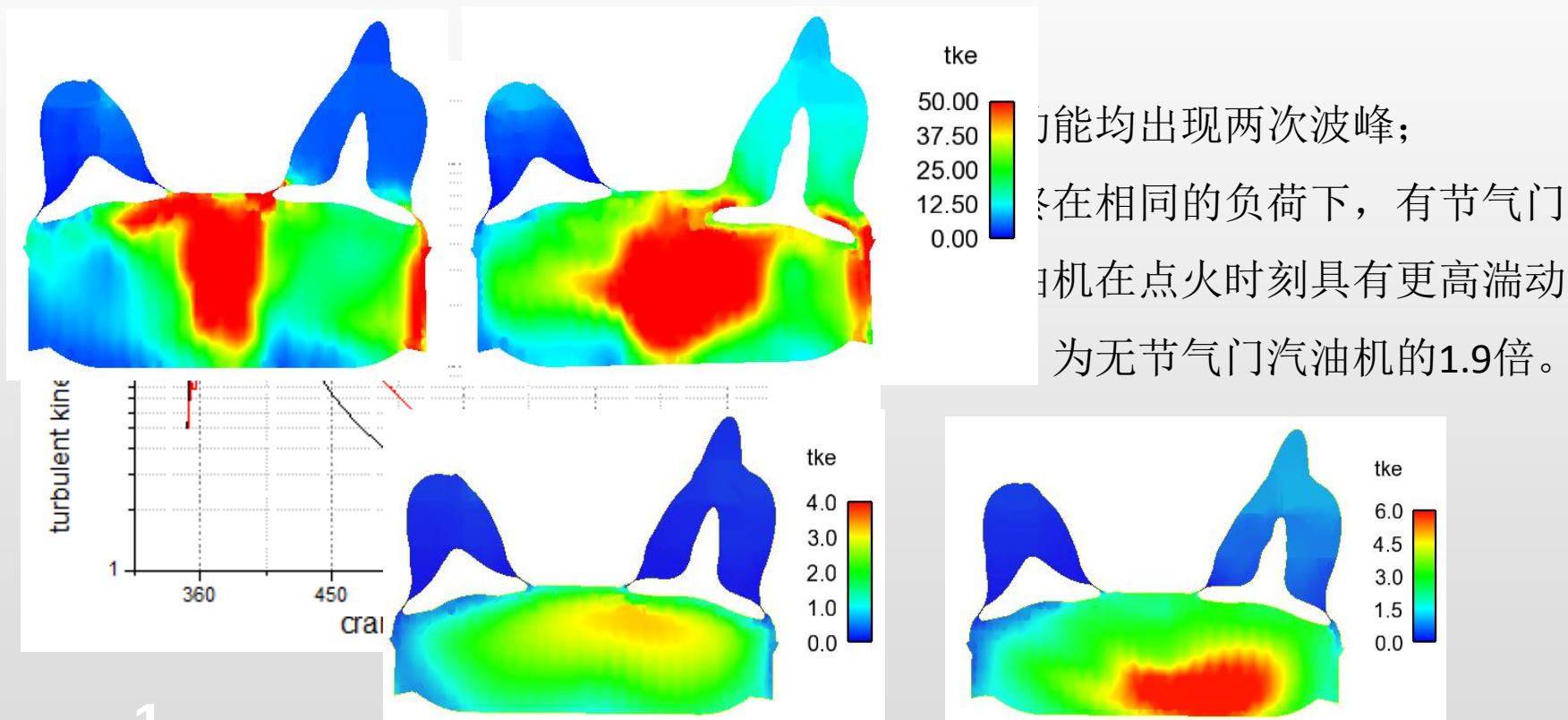


- 首先采用进气门升程曲线1，入口压力0.15MPa，转速2000r/min，对发动机第一缸的进气与压缩过程进行了模拟计算；然后将气门升程规律替换为曲线8，调节入口压力为 4.15×10^{-2} MPa再次计算。
- 对比发现：在进气门关闭后，氧气质量基本相同，误差为0.89%，认为前后两次计算的负荷相同。

计算结果与分析

5

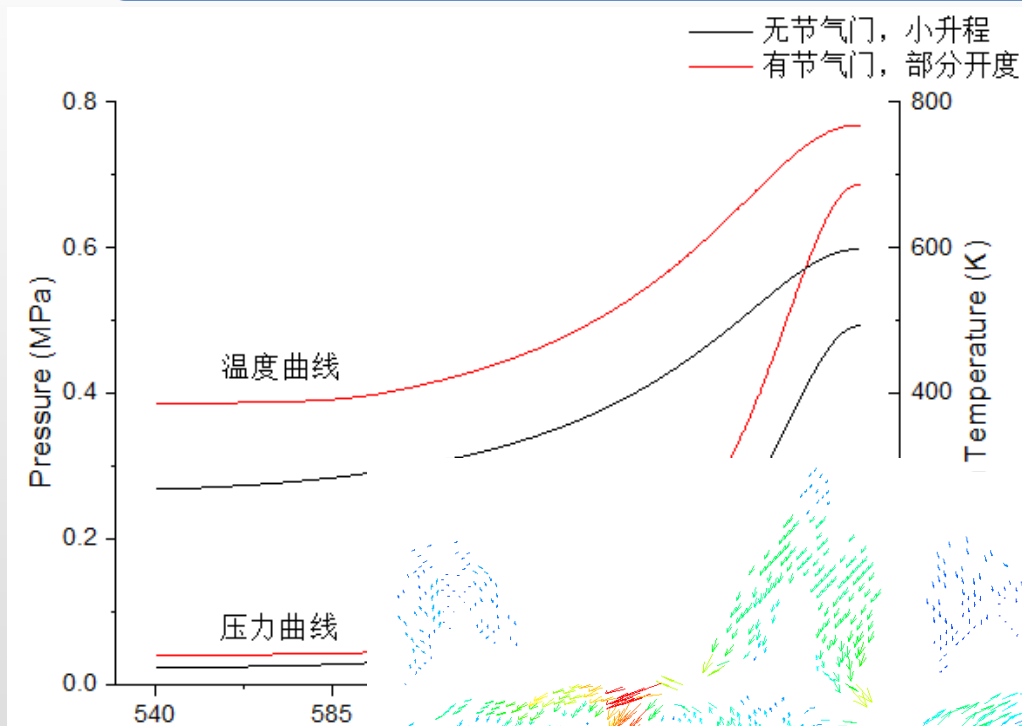
小负荷下，两种控制方式的缸内湍动能比较



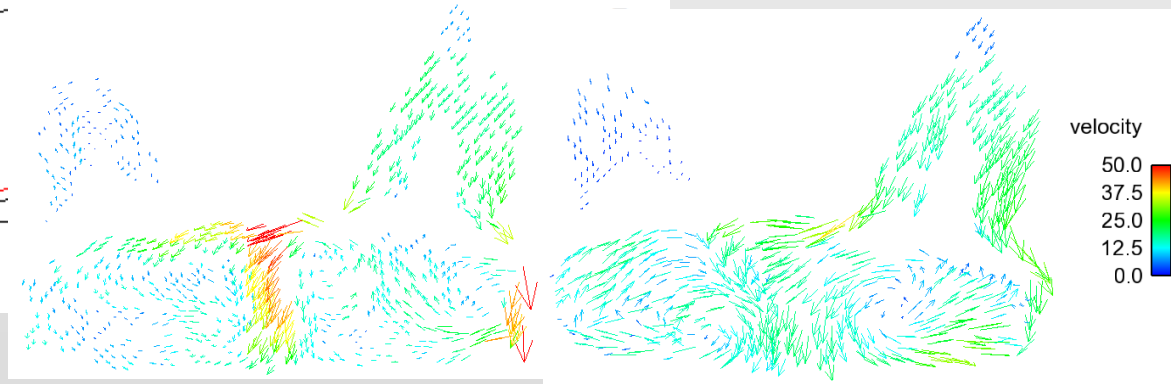
均能出现两次波峰；
在相同的负荷下，有节气门的汽油机在点火时刻具有更高湍动能为无节气门汽油机的1.9倍。

计算结果与分析

小负荷下，两种控制方式的缸内湍动能比较

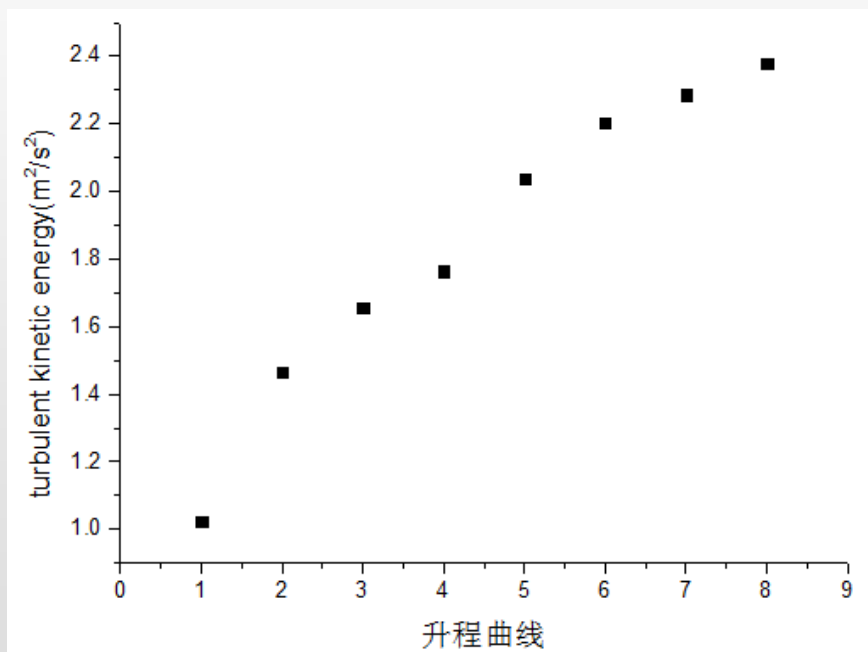


- 进气道负压不仅可以促进雾化，也增强了内部EGR率。
- 气门升程与持续期影响缸内气流运动。



计算结果与分析

不同升程曲线下缸内湍动能变化规律

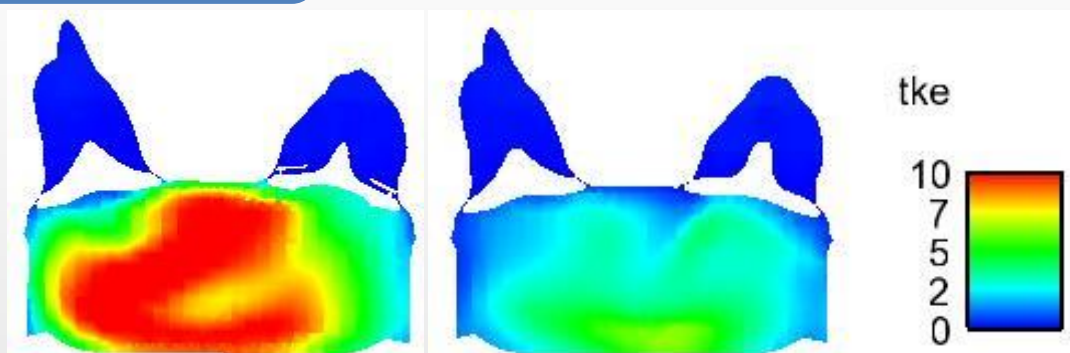


- 可变气门汽油机在显著降低小负荷的泵气损失的同时，也恶化了小负荷下的缸内流动与燃烧，如何改善可变气门汽油机在小负荷下的指示热效率是推动无节气门汽油机发展的重要影响因素。

改善前后湍动能变化

5 计算结果与分析

湍动能分布比较



改进机型

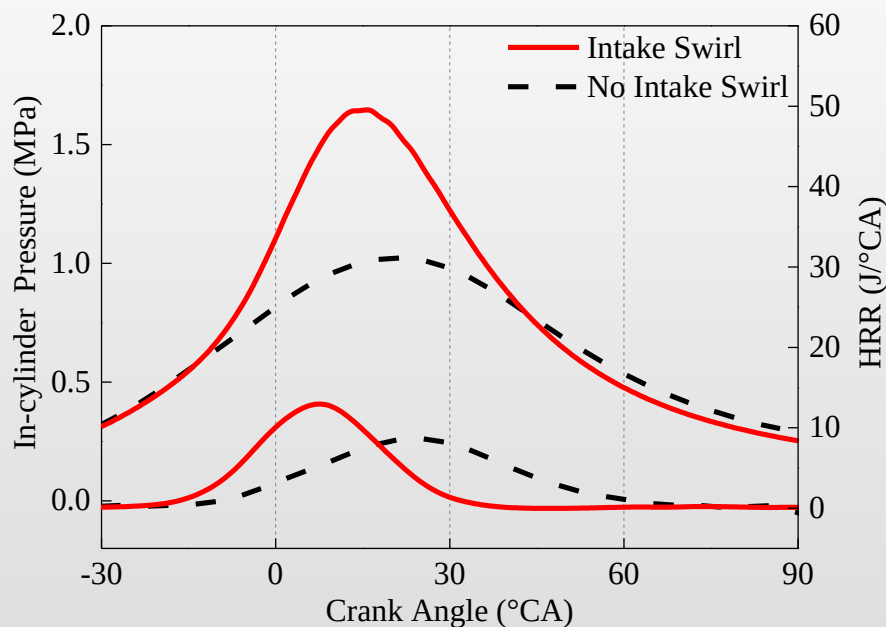
原机

压缩后期缸内湍动能分布比较

- 到压缩后期，湍动能核心能量与原机方案缸内分布相比，保持的能量较大，这将有助于火焰传播速度的提高，进而对提高燃烧稳定性和热效率都是十分有利。

计算结果分析

改善效果



- 通过相关实验发现，增强涡流气门对无节气门汽油机降低循环变动、改善燃烧性能具有十分有效的作用。
- 与原机相比，在相同的点火提前角的条件下，带增强涡流气门无节气门汽油机的CA50有明显改善，基本处于理论推荐范围，更加接近定容燃烧。

谢谢

请各位老师批评指正！