

基于 GT-Power 的高压缩比米勒混动专用汽油机模拟计算

Simulation of High Compression Ratio Miller Gasoline Engine for

HEV by GT-Power

黄平慧 王占峰 尹伊郡 张宇璠 刘金玉

一汽技术中心

摘要:为应对日益严苛的油耗法规要求,基于某 14TD 发动机进行技术升级,以匹配混合动力车,采用高压缩比、米勒循环等措施,实现更低的油耗,更高的热效率。本文通过 GT-Power 软件,采用 DOE 方法,研究不同气门升程曲线的米勒发动机在满足动力性要求前提下的油耗表现,以获得最佳气门升程曲线,最高热效率。

关键词: 增压直喷、米勒循环、最高热效率、GT-Power

1. 背景

2020 年,中国乘用车平均油耗降至 5.0 升/100 公里。油耗法规的严苛迫使发动机采取更多的措施来满足油耗目标要求。目前混合动力已经成为研究的趋势。本文在原 14TD 发动机的基础上进行技术升级,匹配混合动力车,采用更高的压缩比,更小包角的气门升程曲线,适当降低动力性,以满足更苛刻的油耗目标。使用 GT-Power,应用 DOE 方法,使用 DOE 后处理云图进行方案筛选,从而获得满足目标要求的气门升程曲线。

2. 汽油机主参数及计算模型

2.1 汽油机主参数

本汽油机主参数如表 1 所示。

表 1 汽油机主参数

汽油机主参数	
缸径	76.5
冲程	75.6
排量	1.39
缸数	4
发货顺序	1-3-4-2
燃油标号	RON95
性能目标	
升功率	64
升扭矩	134.8
排放水平	国六 b

2.2 计算模型

本文在原 14TD 发动机的基础上适当降低功率扭矩,采用 13 压缩比,基础进气门升程曲线 1mm 包角为 140° CA,气门升程 7.2mm。在此基础上进行气门升程曲线的优化。计算

模型如图 1 所示，气门升程曲线信息见表 2。采用 DOE 方法，计算外特性和部分负荷工况。

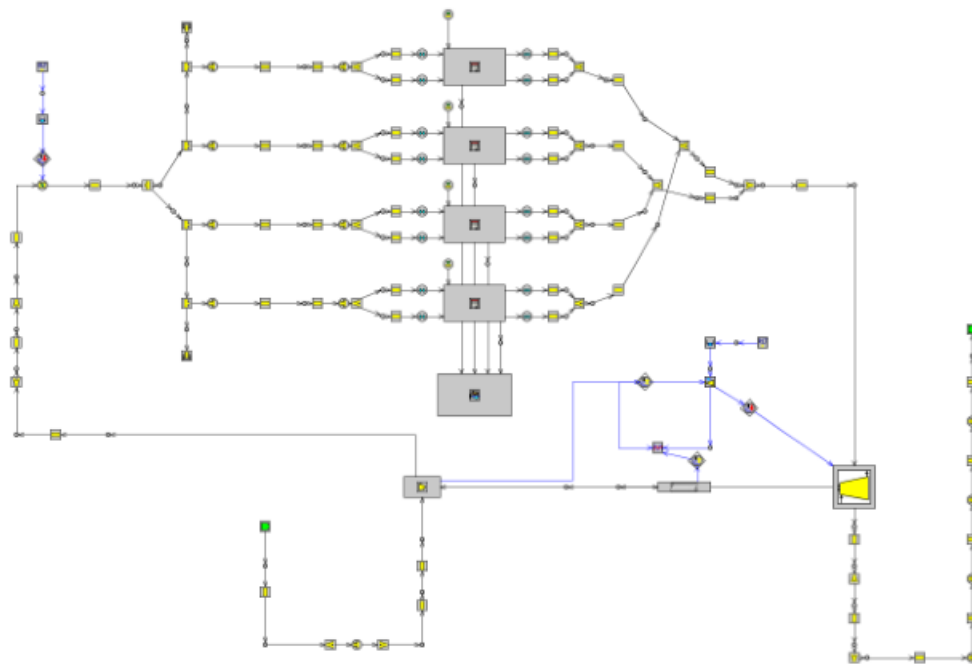


图 1 计算模型

1mm 包角	升程
120	6.5
130	6.9
140	7.2
150	7.5

3. 计算结果

3.1 外特性结果

采用上述模型对外特性工况进行 DOE 计算，图 2 所示为 140° CA 包角下，5500r/min-WOT 工况 DOE 计算结果，通过综合考虑扭矩、油耗、残余废气、空气流量、充气效率、压后压力、压后温度、收敛情况等，最终选择点如图 3 所示，该点扭矩达标，油耗较低，残余废气满足要求，空气流量小，充气效率高、压后压力温度低，收敛快。其余气门升程曲线、其余外特性工况选择标准类似，最终不同包角气门升程曲线的外特性结果如图 4 所示。由图可知， 120° CA 包角气门升程曲线不能满足目标要求，进气包角太小，进气过程短，不能获得足够的进气量，故排除该方案。

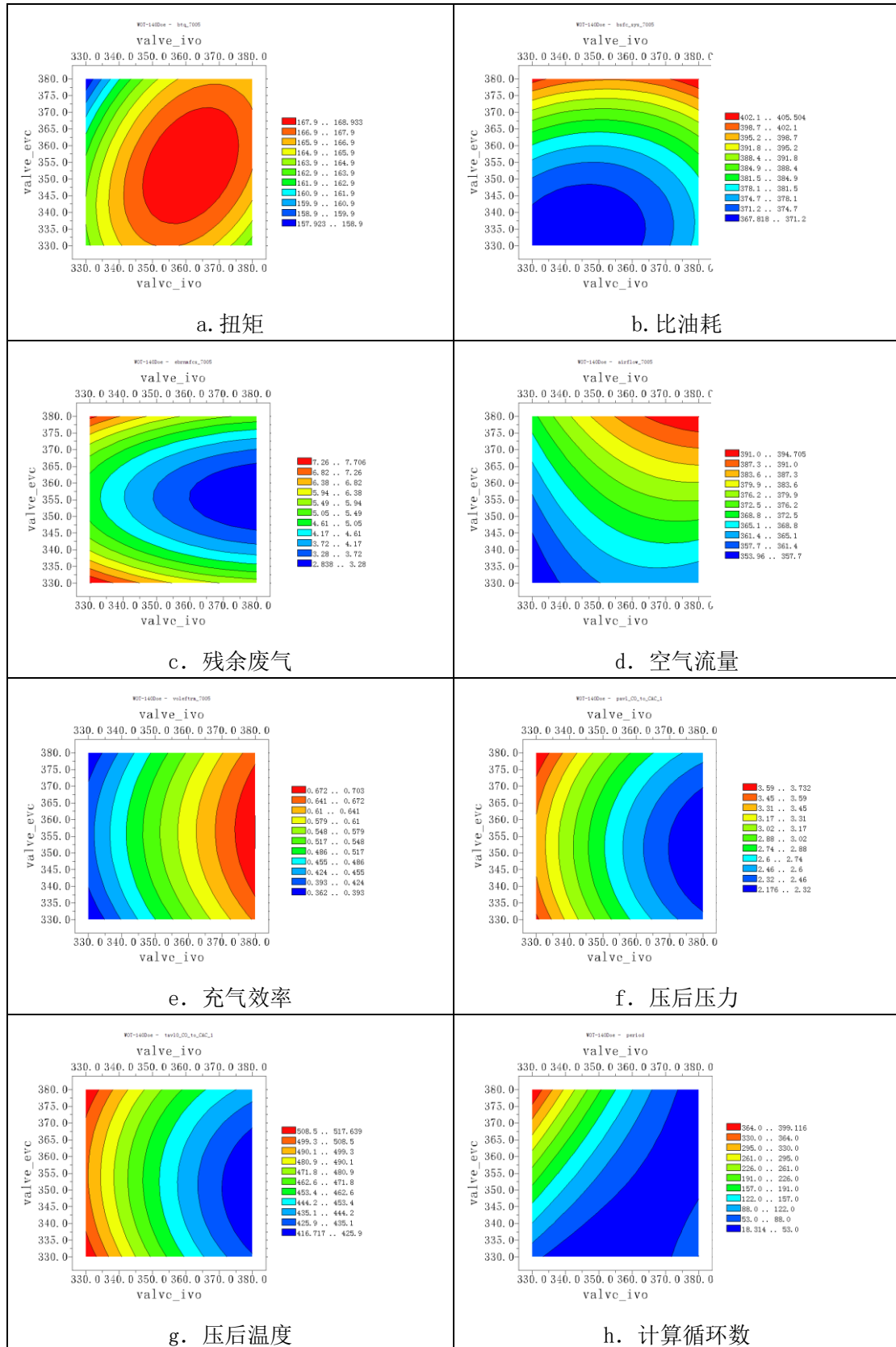


图 2 140° CA 包角 5500r/min 外特性工况 DoE 结果

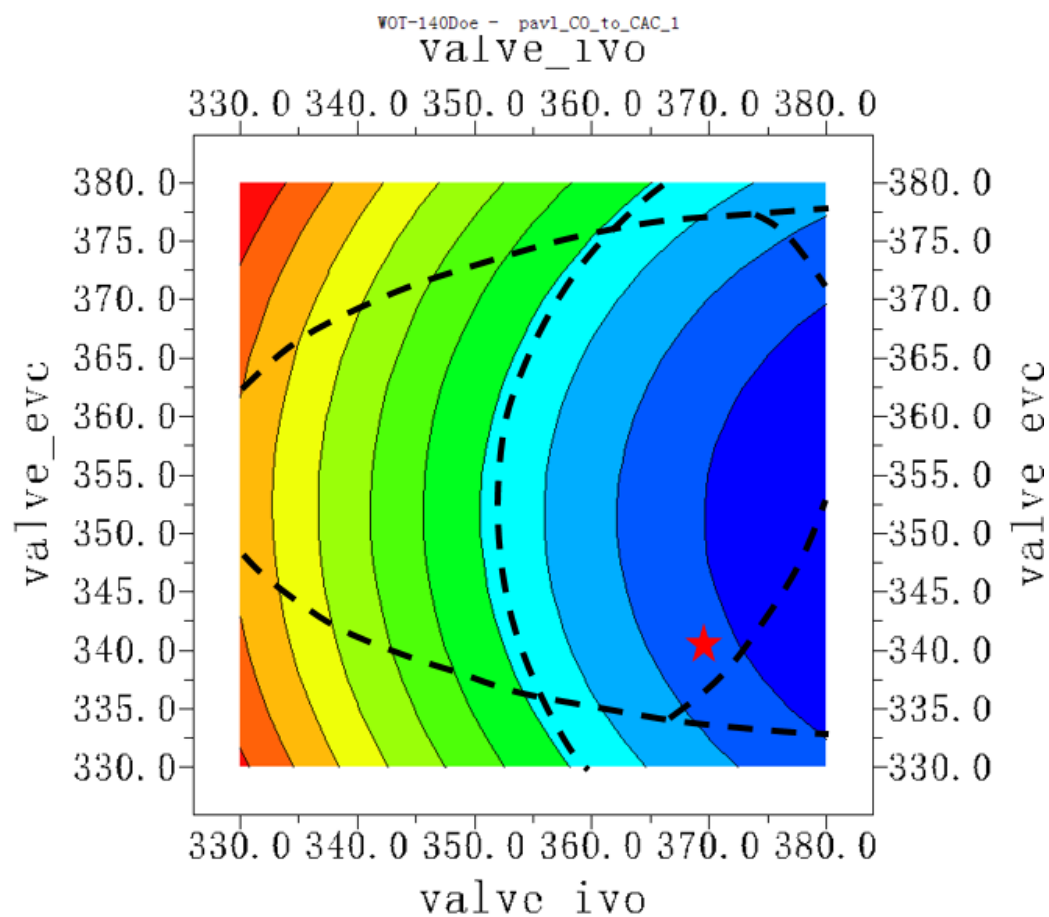


图 3 VVT 筛选结果

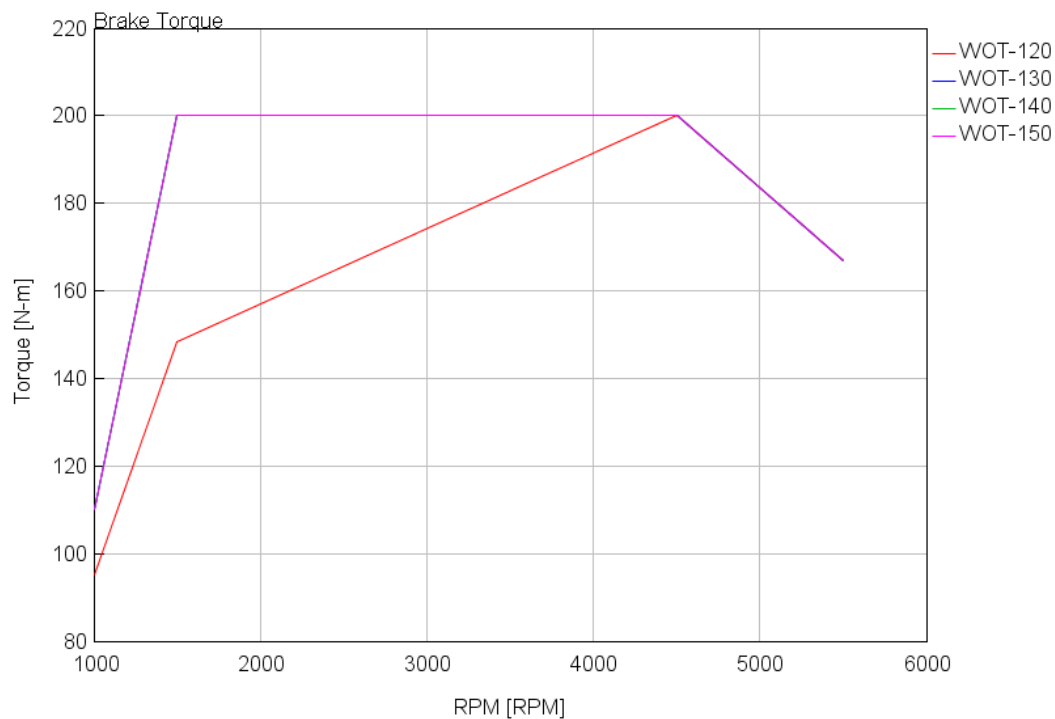


图 4 不同包角气门升程曲线外特性结果

3.2 部分负荷计算结果

通过对 3000r/min-12bar 的 DOE 计算, 确定不同包角的最低油耗, 图 5 所示为 140° CA 包角 BSFC 和残余废气情况, 通过综合考虑, 选择进气 VVT340° CA, 排气 VVT335° CA, 其余包角也依据此原则选。最终油耗结果见图 6, 130° CA 包角 BSFC 对应的热效率比 140° CA 包角热效率提高 0.1%。相比 150° CA 包角热效率提升 0.3%。

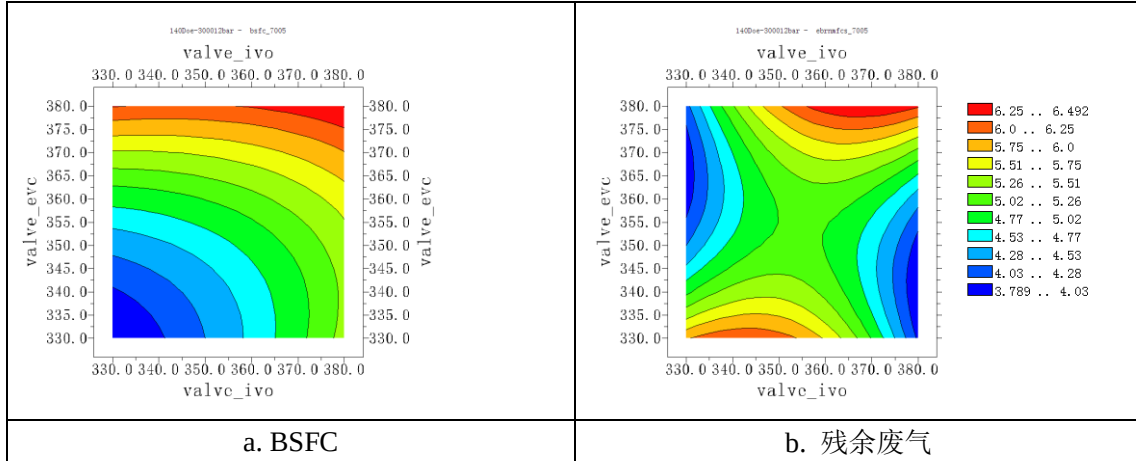


图 5 140° CA 包角 3000r/min-12barDOE 结果

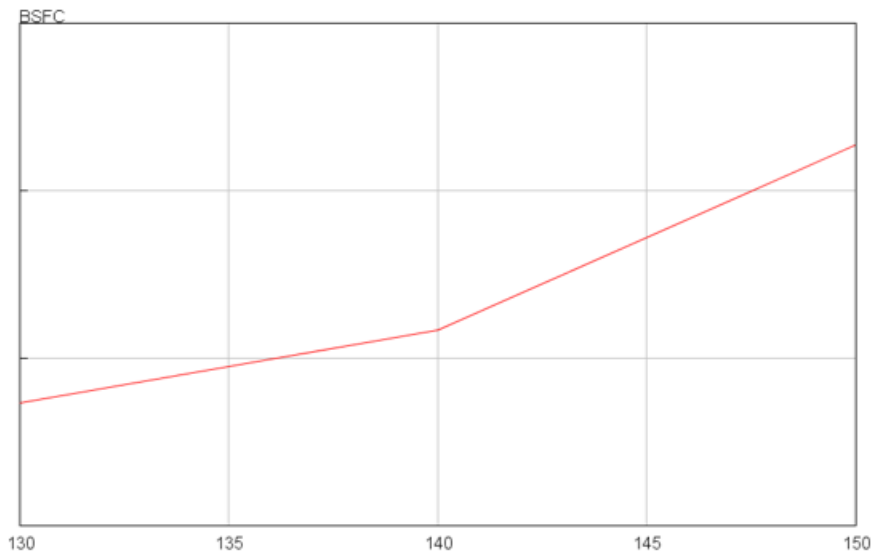


图 6 不同包角优化 VVT 后的 BSFC

3.3 2000r/min-2bar 计算结果

通过对 3000r/min-12bar 的 DOE 计算, 确定不同包角的最低油耗, 图 7 所示为 140° CA 包角 BSFC 和残余废气情况, 通过综合考虑, 选择进气 VVT335° CA, 排气 VVT330° CA, 其余包角也依据此原则选。最终油耗结果见图 8, 130° CA 包角 BSFC 比 140° CA 包角降低 0.88%。相比 150° CA 包角降低 1.7%, 且 130° CA 包角相比 150° CA 包角泵气损失下降 10%。

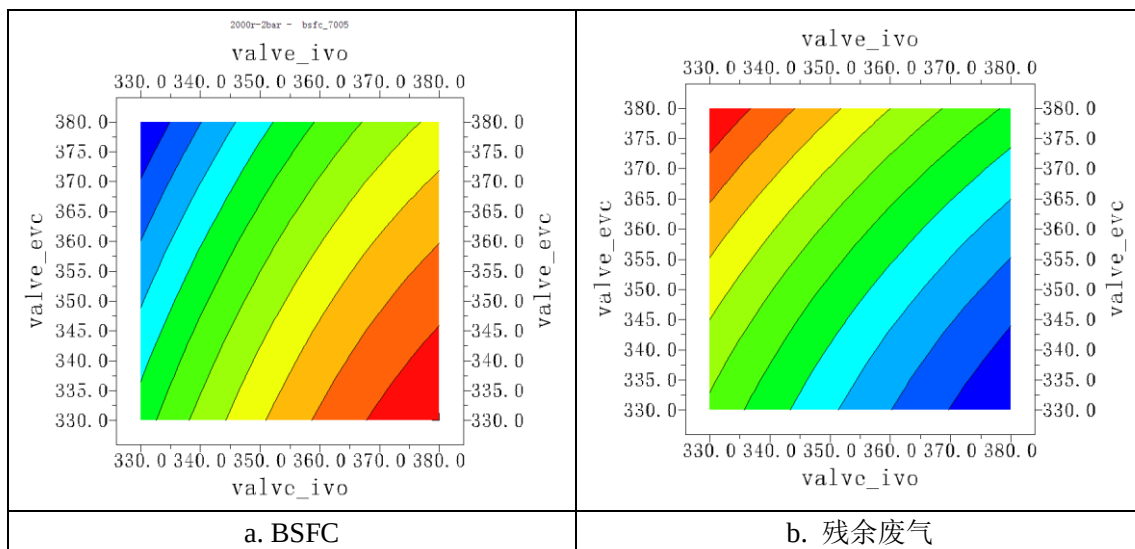


图 7 140° CA 包角 2000r/min-2barDOE 情况

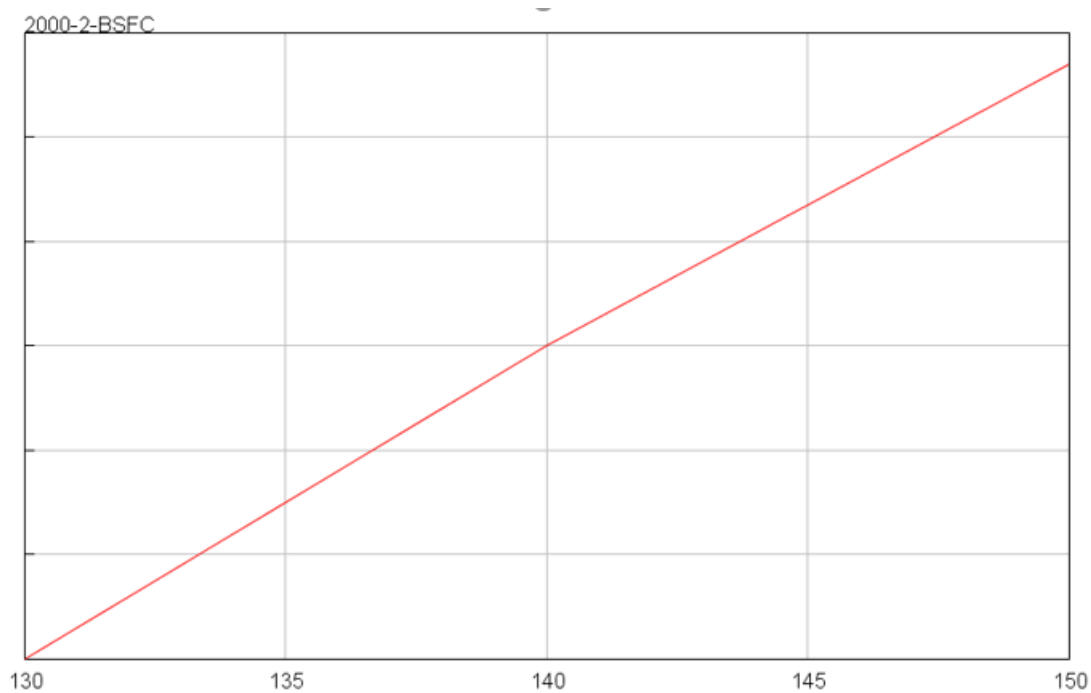


图 8 不同包角优化 VVT 后的 BSFC

4. 结论

通过对不同包角气门升程曲线外特性工况、部分负荷工况的计算,减小包角,有利于热效率提高,泵气损失降低,但由于进气过程变短,会导致动力性的下降。在满足动力性的前提下,包角越小,部分负荷油耗越低,且随着负荷降低,效果更佳明显。最终为满足 96kW 外特性要求,选取 130° CA 包角来实现最佳的油耗水平和最高热效率。

参考文献

- [1] 周龙保. 内燃机学[M]. 北京: 机械工业出版社, 2010.